



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Influencia de la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022"

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

AUTOR:

Salvador Leon, Elsa Medaliz (orcid.org/0000-0001-8230-0928)

ASESOR:

Mg. Vildoso Flores, Alejandro (orcid.org/0000-0003-3998-5671)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

HUARAZ - PERÚ

2022

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios, por inspirarme y darme fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de mis anhelos más deseados. A mis padres, por los sacrificios y trabajo de los años que me brindaron su apoyo incondicional.

A mi pareja, tu ayuda ha sido la parte fundamental para lograr mis objetivos en el presente proyecto, has estado conmigo en todo momento incluso en los momentos más críticos. Este proyecto no fue fácil, pero estuviste motivándome y ayudándome hasta donde tus alcances lo permitían, te agradezco muchísimo por estar siempre conmigo.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad César Vallejo, a toda la Escuela profesional de ingeniería civil, a mi docente el ing. Vildoso Flores Alejandro quien con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda realizar la presente investigación, gracias por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Índice de ecuaciones.....	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	31
3.1. Tipo y diseño de investigación	31
3.2. Variables y operacionalización	31
3.3. Población, muestra y muestreo	32
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	34
3.5. Procedimientos	35
3.6. Método de análisis de datos	35
3.7. Aspectos éticos	35
3.8. Desarrollo de la investigación	35
IV. RESULTADOS	61
V. DISCUSIÓN.....	84
VI. CONCLUSIONES	88
VII. RECOMENDACIONES.....	90
REFERENCIAS.....	91
ANEXOS.....	94

Índice de tablas

Tabla1	composición de hoja de agave	14
Tabla2	componentes químicos del agave	15
Tabla3	Componentes mineralógicas del agave.....	15
Tabla4	Tamaño y distribución de granulometría en mm	16
Tabla5	Abertura de tamices	18
Tabla6	Compacidad relativa vs estado de material.....	23
Tabla7	Categoría de subrasante de CBR.....	29
Tabla8	Diseño de porcentajes en función a un litro.....	33
Tabla9	Número de muestras por ensayo	34
Tabla10	Rango. Límite y método empleado en el ensayo	61
Tabla11	Resultado del ensayo químico	61
Tabla12	Resumen de la clasificación SUCS y AASHTO.....	63
Tabla13	Límites de consistencia	64
Tabla14	Análisis estadístico para límites de consistencia.....	65
Tabla15	Resultados de densidad seca máxima y humedad óptima.....	69
Tabla16	Análisis estadístico para humedad óptima del patrón y los porcentajes de sustitución	70
Tabla17	Tabla de comparación de resultados de CBR.....	75
Tabla18	Categoría de subrasante para los porcentajes de sustitución según MTC	77
Tabla19	Análisis estadístico de CBR del patrón y los porcentajes de sustitución	77
Tabla20	Presupuesto con material de préstamo y con porcentajes de sustitución con material propio.....	78

Tabla21	Análisis estadístico del costo para patrón y los porcentajes de sustitución	82
Tabla22	Gastos de bienes y servicios	132
Tabla23	Gastos de ensayos en laboratorio de suelos.....	132
Tabla24	Gasto del ensayo químico	133
Tabla25	Gasto total	133

Índice de gráficos y figuras

Figura1	Curva granulométrica de un suelo	16
Figura2	Relación de peso-volumen.....	18
Figura3	Límites de Atterberg	23
Figura4	Copa de Casagrande	24
Figura5	Muestra del suelo antes y después del suelo.....	25
Figura6	Curva densidad seca - humedad	26
Figura7	Ubicación para la extracción de las hojas de agave	36
Figura8	Herramientas para la extracción de la hoja de agave	37
Figura9	Recolección de las hojas de agave	37
Figura10	Muestra para el ensayo químico	38
Figura11	Máquina para extraer la savia de agave	38
Figura12	Proceso de extracción de la savia de agave	39
Figura13	Obtención de los 8 litros de la savia de agave	39
Figura14	Proceso de la eliminación de impurezas	40
Figura15	Ubicación del jirón Francisco	41
<i>Figura16</i>	<i>Calicata 01</i>	<i>42</i>
Figura17	Calicata 02	42
Figura18	Calicata 03	43
Figura19	Obtención de la muestra de suelo.....	43
Figura20	Lavado del material para el ensayo granulométrico	44
Figura21	Secado de la muestra en el horno eléctrico	44
Figura22	Tamizado de la muestra.....	45
Figura23	Pesado de la muestra retenido en cada tamiz	45

Figura24	Muestra húmedo	46
Figura25	Muestras ingresadas al horno eléctrico.....	46
Figura26	Materiales para el ensayo de Límite Líquido.....	47
Figura27	Ensayo de Límite Líquido	47
Figura28	Muestras del Límite Líquido	48
Figura29	Ensayo de Límite Plástico	48
Figura30	Muestra del Límite Plástico	49
Figura31	Clasificación de Sucs con el (LL vs IP)	50
Figura32	Tamizado de material para el ensayo Proctor Modificado.....	51
Figura33	Ensayo Proctor Modificado para el patrón	52
Figura34	Ensayo de Proctor Modificado para el 60% de la savia de agave.....	52
Figura35	Ensayo Proctor Modificado para el 80 de la savia de agave.....	53
Figura36	Ensayo Proctor Modificado para el 100% de agave.....	54
Figura37	Mezclado del material con el agua y savia de agave	54
Figura38	Compactación para Proctor Modificado	55
Figura39	Desmoldado y pesado de la muestra	56
Figura40	Materiales y equipos para el ensayo de CRB	57
Figura41	Compactación de espécimen para CBR	58
Figura42	Especimen sumergido en agua por 96 horas para ensayo CBR.....	58
Figura43	Pesado del espécimen después del tiempo de sumergido	59
Figura44	Ensayo de penetración CBR.....	59
Figura45	Comparación de límites de consistencia del patrón y los porcentajes de sustitución	64
Figura46	Compactación del suelo para el patrón.....	66
Figura47	Compactación de suelo para el 60% de savia de agave.....	67

Figura48 Compactación del suelo para el 80% de savia de agave	67
Figura49 Compactación del suelo para el 100% de savia de agave	68
Figura50 Humedad óptima y densidad seca máxima.....	69
Figura51 Resultado de penetración de CBR para el patrón.....	71
Figura52 Gráfica de esfuerzo deformación del patrón	71
Figura53 Resultado de penetración de CBR para el 60% de sustitución	72
Figura54 Gráfica de esfuerzo deformación para el 60% de sustitución	72
Figura55 Resultados de penetración de CBR al 80% de sustitución	73
Figura56 Gráfica de esfuerzo deformación para el 80% de sustitución.	73
Figura57 Resultado de penetración de CBR al 100% de sustitución.	74
Figura58 Gráfica de esfuerzo deformación para el 100% de sustitución.	74
Figura59 Comparación de CBR al 100% para 1" respecto al patrón.....	75
Figura 60 Comparación de CBR al 95% para 1" respecto al patrón.....	76
Figura61 Comparación de costos del patrón y los porcentajes de sustitución	81
Figura63 Ubicación del Jirón francisco.....	138
Figura64 Fotografía de las calicatas	139
Figura65 Obtención de la savia de agave	139
Figura66 Muestras de límites de consistencia y humedad.....	140
Figura67 Muestra para el ensayo de Proctor Modificado	140
Figura68 Secado de las muestras después de haber sido sumergido para el ensayo de CBR.	141
Figura69 Ensayo de CBR.....	141

Índice de ecuaciones

Ecuación1 Índice de poros.	19
Ecuación2 Porosidad.	19
Ecuación3 Porosidad a partir de las dos ecuaciones anteriores.	20
Ecuación4 Rango de saturación.....	20
Ecuación5 Contenido de humedad.	20
Ecuación6 Peso específico húmedo.	20
Ecuación7 Peso específico seco.....	21
Ecuación8 Densidad máxima.	21
Ecuación9 Densidad mínima.....	21
Ecuación10 Compacidad relativa.	22
Ecuación11 Compacidad relativa en términos de densidad mínima y máxima... ..	22
Ecuación12 Índice de plasticidad.	24
Ecuación13 Energía específica de compactación.	26
Ecuación14 Densidad húmeda del espécimen compactado.	28
Ecuación15 Densidad seca del espécimen compactado.	28

RESUMEN

La presente investigación experimental tiene como título “Influencia de la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz – 2022” donde se citan las teorías que corresponden al tema, que mencionan la definición de suelos, suelos arcillosos, estabilización de suelos, sub rasante, definición de la planta de agave y composición, granulometría, plasticidad, Proctor Modificado, CBR (California Bering Ratio), marco normativo de los ensayos realizados. El objetivo general fue evaluar cómo influye la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, Huaraz – 2022.

La investigación abarca la estabilización física de sub rasante mediante la sustitución del agua por savia de agave en el jirón Francisco, para la cual se realizaron ensayos de laboratorio en mecánica de suelos se utilizó información bibliográfica.

El tipo de investigación es aplicativo, diseño de investigación experimental cuasi experimental, nivel de investigación explicativo, enfoque de investigación cuantitativo, la población y muestra está conformada por los suelos de arena arcillosa existentes en el jirón francisco que se encuentra en la urbanización Sierra Hermosa distrito de Independencia provincia Huaraz departamento Ancash de 150 ml de longitud y 4.5 m de ancho, con un área de 675 m².

Concluyendo después de haber realizado los ensayos de límites de consistencia, Proctor y CBR con la combinación de suelo arena arcillosa y la savia de agave en los porcentajes de 60, 80, 100%, se determinó la estabilización para sub rasante obteniendo resultados favorables, y mejorando las propiedades físico-mecánicas del suelo, donde se testifica que el suelo consigue estabilizarse con la adición de 60,80, y 100% de sustitución de savia de agave pero el más conveniente resultado la sustitución del 100% ya que contribuye al costo y al mejoramiento de sub rasante, logrando un CBR al 95% de 38.8% con una densidad seca máxima de 2.049 gr/cm³ y humedad óptima de 9.32% también se logró disminuir la expansión del suelo de 1.82% a 1.73%.

Palabras Clave: Savia de agave, suelos arcillosos, estabilización sub rasante, Proctor, CBR.

ABSTRACT

The present experimental investigation has the title "influence of agave sap on the physical-mechanical properties of clayey soils for subgrade stabilization, Jirón Francisco Huaraz - 2022" where the theories that correspond to the subject are cited, which mention the definition of soils, clay soils, soil stabilization, subgrade, definition of the agave plant and composition, granulometry, plasticity, modified Proctor, CBR (California Berring Ratio), regulatory framework of the tests carried out. The general objective was to evaluate how agave sap influences the physical-mechanical properties of clayey soils for subgrade stabilization, Huaraz – 2022. The research covers the physical stabilization of the subgrade by substituting water for agave sap in the Francisco jirón, for which laboratory tests were carried out in soil mechanics using bibliographic information.

The type of research is applicative, quasi-experimental experimental research design, explanatory research level, quantitative research approach, the population and sample is made up of the clayey sand soils existing in the Francisco jirón that is located in the Sierra Hermosa district urbanization. de Independencia, Huaraz province, Ancash department, 150 m long and 4.5 m wide, with an area of 675 m².

Concluding after having carried out the tests of limits of consistency, Proctor and CBR with the combination of clayey sand soil and agave sap in the percentages of 60, 80, 100%, the stabilization for subgrade was determined, obtaining favorable results, and improving the physical-mechanical properties of the soil, where it is testified that the soil manages to stabilize with the addition of 60.80, and 100% substitution of agave sap but the most convenient was the substitution of 100% since it contributes to the cost and the subgrade improvement, achieving a CBR at 95% of 38.8% with a maximum dry density of 2.049 gr/cm³ and optimum humidity of 9.32% It was also possible to reduce the expansion of the soil from 1.82% to 1.73%.

Keywords: Agave sap, clayey soils, subgrade stabilization, Proctor, CBR.

I. INTRODUCCIÓN

A **nivel internacional**, En este trabajo se aborda los cambios en cuanto límites de Atterberg para arcilla con elevada plasticidad con la adición en diferentes porcentajes, de (nano-SiO₂). La intención responde a la necesidad de cimentaciones eficientes y seguras que soporten los proyectos de ingeniería moderna. Esta investigación tiene como base el mejoramiento de algunas propiedades (con materiales estabilizantes de todo tipo) que han tenido éxito en los suelos del ex-lago Texcoco. La consistencia de los suelos, descritas por los límites que han mencionado anteriormente, se relacionan con el soporte del suelo a la ruptura y la deformación.

En este trabajo se puede ver el estudio de modificaciones de los materiales en lo nano (del griego vávoc, que significaca “enano”). El estudio de arcillas cuyas propiedades dependen del tamaño de la escala de medición es una visión diferente al tradicional la forma de analizar a las rocas y los suelos, el comportamiento se estos materiales evidenciados de acuerdo a la nanoscópica tienen controversia el estudio científico actual del ingeniero geotecnista.

Se utiliza muestras de suelos de ex lago de Texcoco (Estado de México, México) para estudiar los límites plásticos y líquidos, índice de fluidez y liquidez, estos parámetros son elegidos por su relación directa con la resistencia (al corte y compresión simple) de estos materiales arcillosos de la zona. Se generan respuestas que pueden integrar esfuerzos académicos en todo el mundo en el futuro, tener las capacidades para diseñar permeabilidades específicas del nano y estratos con consistencia. La integración de la nanotecnología y las ciencias Geo impactará en el tipo de sub- y súper –estructuras que estamos capacitados de desarrollar (1).

nivel nacional se observa que en el Perú encontramos gran cantidad de suelos arcillosos, en los lugares de la sierra también se muestra este tipo de fenómenos de tierras licuables, en la actualidad la zona de construcción es primordial por esto debe ser analizado mediante los estudios de mecánica de suelos para cumplir con las condiciones de suelo según la norma NTP, para realizar una construcción, cómo carreteras, cuando se tiene un clima húmedo se genera un suelo arcilloso inestable, que es considerado como zona inestable de alto riesgo o

mediano riesgo no apto para una construcción de cualquier tipo es por eso que se debe intervenir de manera externa para poder obtener una estabilización de suelo en sub rasante (2). El Perú tiene tres regiones que son (sierra, costa y selva) por lo que conlleva a tener diversos procesos constructivos y tipos de diseño. Ya sea en edificaciones, saneamiento, puentes, carreteras, etc. Por lo cual es necesario ver qué tipo de suelo será en el que se esté ejecutando un proyecto de cualquier índole que tiene que hacerse un estudio en el campo mecánica de suelos, los estratos en el suelo arcilloso ocasionan complicaciones en el proceso de ejecución del proyecto, por ello es que se debe hacer la mecánica de suelos para conocer cuál será la técnica la forma de diseño de construcción favorable.

A **nivel regional** en el departamento de Áncash en Huaraz se puede ver que la mayoría de los suelos en especial en Huaraz tiene el suelo de tipo arcilloso por esto se plantea estabilizar este suelo arcilloso con finalidad de usar para sub rasante con adición de sabia de agave, para esto se tomara en cuenta las propiedades físico mecánicas del suelo ya que son especificaciones que debe cumplir para utilizarlo en el tipo de estructura deseado, tiene que cumplir con los requisitos de servisiabilidad, el mínimo precio.

Por lo expuesto, se plantea el **problema general**: ¿Cómo influye la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos para estabilización de subrasante, jirón Francisco Huaraz - 2022? De misma manera se formulan los **problemas específicos**: **PE1**. ¿Cuál es el procedimiento para la obtención de la sabia de agave en la ciudad de Huaraz?, **PE2**. ¿Cuáles son las propiedades físicas del uso de la savia de agave en los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022?, **PE3**. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas del uso de la savia de agave en los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022?, **PE4**. ¿Cómo influye el costo en la investigación "influencia de la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022"?

Se tiene la **justificación teórica**; el presente estudio busca dar alternativas de mejoras con respecto a las propiedades físico mecánicas de suelos arcillosos para sub rasante. El cual se podrá lograr empleando la sabia de la hoja de agave,

dato cómo antecedente la falta de investigación, aplicación de ciertos materiales que innovan cómo estabilizantes de suelos arcillosos. Por esto la investigación se enfoca a la implementación del recurso natural para mejorar el suelo arcilloso en sub rasante, de esta manera contribuir con la ingeniería civil. **Justificación técnica;** se tiene antecedentes principalmente adicionando fibras naturales, escasean las que incluyan adición de sabia de agave respecto al suelo arcilloso para sub rasante, no se puede encontrar en el mercado lo que es la sabia de la hoja de agave ya que esto se encuentra en la naturaleza, viendo la necesidad en la ciudad de Huaraz de estabilizar los suelos arcillosos, se toma en cuenta la adición de la savia de la hoja de agave para mejorar el suelo arcilloso en la estabilización de sub rasante. el uso de estas no es de uso común, debido que en el mercado local no se tiene demanda y es difícil de encontrar, viendo esto se busca analizar si sus propiedades si influyen positivamente mediante el empleo de la savia de agave, debido a que este dentro de sus propiedades cuenta con cualidades propias cómo en el interior de sus hojas de la sabia de agave el componente que tiene es oxalato cálcico, aceites volátiles y otros componentes que contribuirá a mejorar las propiedades en suelo con arcilla, el oxalato produce una reacción de calcio con los componentes de la arcilla como el silicio rompe los puente de iones que le da la plasticidad a la arcilla. De esta forma, se logrará un producto optimo en cuanto a respuestas de estabilización de los suelos arcillosos en sub rasante. Esta investigación cuenta con **justificación social** ya que con esto se beneficia de forma directa a el sector de la construcción al tener una nueva alternativa de estabilización de sub rasante e indirectamente el medio ambiente. **Justificación económica** la savia de la hoja de agave que se utilizara es un material que se encuentra en la naturaleza, el costo para su obtención será mínimo debido a que se encuentra en la naturaleza, el costo adicional será el transporte al lugar donde se encuentra el material y también el tiempo empleado en el recojo del mismo, así mismo se empleara algunos equipos cómo (guantes, algo filoso para cortar las hojas, gafas de protección, etc.). Esta investigación cuenta con **justificación ambiental** porque la alternativa de usar savia de agave para estabilizar suelos arcillosos para sub rasante no genera impactos negativos ambientales.

Tenemos como **objetivo general**: Evaluar Cómo influye la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, Huaraz - 2022. Siendo los **objetivos específicos**: **OE1**. Determinar el procedimiento de la obtención de la savia de agave en la ciudad de Huaraz. **OE2**. Determinar las propiedades físicas con el uso de la savia de agave en suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022. **OE3**. Determinar las propiedades mecánicas con el uso de la savia de agave en suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022. **OG4**. Determinar el costo de la investigación "influencia de la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022".

La **hipótesis general**: el uso de la savia de la hoja de agave influye positivamente en las propiedades físicas y mecánicas de los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz -2022. Las **hipótesis específicas** serán: **HE1**. obtención de la savia de agave en la ciudad de Huaraz. **HE2**. El uso de la savia de la hoja de agave influye positivamente en las propiedades físicas de los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022. **HE3**. El uso de la savia de la hoja de agave influye positivamente en las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022. **HE4**. El costo influye positivamente en la investigación "influencia de la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022".

II. MARCO TEÓRICO

Con el fin de realizar el trabajo de investigación se revisó diferentes estudios, tenemos el **ámbito internacional** los autores Camargo y Duran (2018), en su tesis su **objetivo** es evaluar las propiedades mecánicas del suelo arcilloso de baja plasticidad mediante el uso de cemento, en la vereda de Membrillal, donde realizo estudios y ensayos diferentes que tienden a relacionar la determinación de la clasificación de suelo, usando límites de Atterberg, granulometría, contenido humedad, etc. Aplicó la **metodología** cuantitativo a nivel experimental, analizó y se obtuvo valores medibles con los diferentes procedimientos experimentales, como el CBR, límites de Atterberg, granulometría, determinó el agua contenido **resultados**; obtuvo una resistencia de compresión 74.87 psi, los valores resultaron bajos por el gran contenido de arcilla en el suelo se puede aumentar colocando una capa granular de 15 cm mínimo y sobre esta agregar un tratamiento superficial con emulsión asfáltica CRR-2 de este modo garantizar una mayor duración, se **concluye** que la compactación para el pavimento asegura un funcionamiento correcto y también la vida útil; los resultados del CBR se ve claramente que la muestra con mayor números de golpes tiene mejor resultado, porque se redujo la relación de huecos de una parte de suelo y también se suma la densidad seca máxima, a medida que la densidad seca sea mayor mejor CBR se obtendrá (3).

López (2017), en su estudio manifiesta que su **objetivo** en el sector Pomasqui mejorar sus propiedades físicas y mecánicas del suelo arenoso para cimentar en la superficie y contrapiso, por medio del uso de cemento MH. su **metodología** tiene un enfoque cuantitativo a nivel experimental, teniendo como **resultados** Se han analizado de manera individual las características técnicas del suelo que han visto mejorar con la adición del cemento, gracias al uso del cemento se vio el mejoramiento de la cohesión incluso para porcentajes pequeños, el límite de consistencia mejora considerablemente con el uso del cemento, al adicionar 3% de cemento el CBR tiende a aumentar con un valor de 130 es un valor más que el requerido, para mejorar el suelo se necesita 3% de cemento. **conclusión**, el uso del 3% de cemento tipo MH mejora sus propiedades físicas y mecánicas de suelo arenoso y es favorable para la parte económico y técnico (4).

Cañar (2017) en su tesis su **objetivo** fue evaluar la resistencia al corte de suelos arcillosos y finos, también evaluar cómo se comportan mecánicamente los suelos finos y arcillosos con la incorporación de ceniza del carbón. **metodología** el tipo de proyecto es experimental porque realizaron ensayos en laboratorio: granulometría, límites, compactación, para determinar el aumento de capacidad portante del suelo y resistencia al corte. La muestra analizada tubo su recolección del lugar sin la presencia de aditivos, de manera que se realizó el proceso de compactación y validar el efecto en el mejoramiento del suelo. **resultados**; el uso de ceniza mejora la resistencia de suelo arenoso y mejora el CBR, se mejoró el CBR en un 4% adicionando el 25% de ceniza carbón, en suelos con arcillas el uso de ceniza carbón también mejora donde el CBR sube a 1.6% con 25% de ceniza carbón. De todas maneras, se logró mejorar la cohesión y la capacidad de suelo para soportar la estructura. en **conclusión**, el uso de ceniza carbón tiende a influir de forma positiva en suelo expansivo y en suelos arcillosos, aumentando su compactación y mejorando el CBR y resistencia. el uso de las cenizas carbón mejora el suelo, pero se necesita agregar porcentajes altos. La combinación de arcillas con el 25% de cenizas de carbón, es el valor escogido más alto por que mejora el suelo arcilloso desde 9.10% al 11.20% (5).

Ámbito nacional Benites (2017) con su tesis, su **objetivo** es evaluar la factibilidad para estabilizar el adobe tradicional con el extracto de cabuya. **metodología** el tipo aplicativo cuantitativo y experimental, población muestra fue de 34 unidades de adobes, se evaluó del extracto estabilizante antes de ser añadido en el adobe con un proceso de maceración de 5 y 20 días, la maceración se dio en tres tiempos distintos se evaluó en dos aspectos el comportamiento del adobe: flexión y compresión, y resistencia de agua usando la presión de agua. **resultados** el adobe patrón su resistencia fue 24.92 kg/cm², el adobe agregado con cabuya en un tiempo de 5 días el resultado de resistencia es 21.82% kg/cm², el adobe que se agregó cabuya con 10 días reposando tubo la resistencia alcanzó 27.32 kg/cm² y finalmente el adobe que se agregó con cabuya a los 15 días reposando tubo cómo resultado 27.10 kg/cm² de resistencia, la adición del extracto de cabuya en adobe con respecto a la compresión aumenta 9.6%. el tiempo de a maceración que determino es de 5 a 10 días para alcanzar lo. La compresión tanta flexión mejoró en un 9.6% y 133.7%, la resistencia al agua mejora de manera

notable. **conclusión**, funciona cómo estabilizante para adobes. El uso del extracto de cabuya resulta económico porque es una planta que se encuentra fácilmente en la sierra y no se tiene que comprar, en la sierra las viviendas en su mayoría son hechas con adobe y las persona que habitan no tienen suficientes recursos. Por lo mismo una de las alternativas son los polímeros naturales que es viable y económica para la estabilización del adobe (6).

Aquiño y otros (2021) en su tesis sostuvieron que; su **objetivo** es saber cuál fue el efecto del uso de extracto de maguey como también el uso de estiércol de vaca para elaborar adobes adicionando lo mencionado. la **metodología** utilizada es una investigación aplicada, porque se usó la teoría del extracto de maguey y estiércol de vaca con la finalidad de saber la influencia en la resistencia del adobe, tuvo un enfoque cuantitativo, experimental, se realizó el análisis de 24 muestras en unidades de adobes utilizó 6 unidades por combinación, las combinaciones respectivas son las siguientes: mezclado de paja barro más agua, mezclado de paja barro extracto maguey y 10% estiércol de vaca, mezclado de paja barro extracto maguey y 115% estiércol de vaca. **resultados**, la resistencia del patrón es 13.54kg/cm², el adobe estabilizado con extracto maguey más 10 % de estiércol de vaca alcanza su resistencia de 15.01 kg/cm², el adobe estabilizado con extracto maguey más 15 % de estiércol de vaca alcanza su resistencia de 16.44 kg/cm². se **concluyó** que el adobe patrón cumple con lo requerido en cuanto el mínimo que es de 12 kg/cm² de resistencia y esta tiene 13.54kg/cm², la combinación adobe más extracto maguey aumenta en un 6.1% respecto al patrón, la combinación adobe extracto maguey más 10% estiércol de vaca aumenta en un 11.41% respecto al patrón, la combinación adobe extracto maguey más 15% estiércol de vaca aumenta en un 22.02% respecto al patrón (7).

Huamán y Reaño (2021) en su tesis, cuyo principal **objetivo** evaluar en cuál será la medida adecuada del mucílago echinopsis, para estabilizar suelos, sub rasante en la carretera de Huilcarpay. La **metodología** enfoco cuantitativo el tipo aplicada, explicativo experimental, el tramo Huilcarpay de 2.3 km fue su población, se extrajo cómo muestra 2 calicatas cómo muestreo se tiene los porcentajes utilizados del mucilago echinopsis de 30%, 60% y 90% más el patrón por esto considero 4 diseños. **resultados** en cuanto el patrón se obtuvo 1.55gr/cm³ cómo

resultado, adicionando 30% de mucílago se tiene 1.47 gr/cm³, adicionando 60% de mucílago se tiene 1.54 gr/cm³, adicionando 90% de mucílago se tiene 1.45 gr/cm³. Los resultados de límite de consistencia, respecto al índice de plasticidad para la muestra patrón fue 36.05%, para la muestra de 30% de sustitución el índice de plasticidad resulto 27.84%, para la muestra de 60% de sustitución el índice de plasticidad resulto 28.84%, para la muestra de 90% de sustitución el índice de plasticidad resulto 30.87%.respecto al ensayo del CBR los resultados fueron: para la sustitución del 30% se mejoró en 3.98%, para la sustitución del 60% se mejoró en 4.84%, para la sustitución del 90% se mejoró en 7.89%. en **conclusión**, se concluye que el máximo valor favorable para el CBR resulta 7.89% esto se da sustituyendo 90% de mucilago, para este porcentaje obtuvo un índice plástico de 30.87% (8).

Campos (2021) en su tesis, cuyo principal **objetivo** fue demostrar los efectos al adicionar “el mucílago de la penca del nopal” para la estabilización de la sub rasante en Pilcomayo, los componentes del terreno necesitaban ser estabilizadas que podrá garantizar su duración en la construcción de las carreteras y el costo sea menor. La **metodología** el método usado es experimental y aplicada, los **resultados** se hicieron los ensayos de Proctor, CBR, y terreno natural hallando las correctas dosificaciones de 25; 35 y 40% en donde se llegó a reducir el índice de plasticidad a un 3% con un 40% del nopal de la misma manera el CBR con un 40% de mucílago llega a 18,5% de un 95 % de la misma forma al adicional el 40% del nopal el contenido óptimo de humedad baja de un 9,4 % a un 8,3% y una densidad máxima seca que asciende a 2,168% de 2,005 mediante los ensayos se ve que se reduce los costos. en **conclusión**, puede ser un agregado favorable para mejorar las sub rasante en los lugares con suelos arcillosos y así podamos evidenciar una mejor propiedad física y mecánica para las construcciones de las carreteras (9).

Ámbito regional, Peñaranda (2018) en su tesis, cuyo principal **objetivo** determinar la resistencia a la compresión y abrasión de 64 adobes estabilizado y compactado con goma se tuna. La **metodología** enfoque cuantitativo el tipo aplicada, explicativo experimental, con la elaboración de adobes, cómo muestra se tiene los porcentajes utilizados de la goma de tuna de 5%, 10% y 15% más el patrón

por esto considero 4 diseños. **resultados** en cuanto el patrón se obtuvo 19.5kg/cm² cómo resultado a la resistencia a la compresión, adicionando 5% de goma de tuna se tiene 22.2 kg/cm² a la resistencia a la compresión, adicionando 10% de goma de tuna se tiene 26 kg/cm² a la resistencia a la compresión, adicionando 15% de goma de tuna se tiene 28.4 kg/cm² a la resistencia a la compresión. El adobe patrón no resiste al ensayo de abrasión, adobe con 5% de goma de tuna no resiste al ensayo de abrasión, adobe con 10% de goma de tuna tuvo 12.92% a la resistencia de la abrasión, adobe con 15% de goma de tuna tuvo 15.54% a la resistencia de la abrasión. en **conclusión**, se concluye que el adobe patrón y el adobe con 5% de goma de tuna no resistió al ensayo de abrasión del agua, pero el adobe con 10 % y 15% de goma de tuna si resistió obteniendo los resultados de 12.92% y 15.54% respectivamente (10).

Espinoza y Velásquez (2018) en su tesis, cuyo principal **objetivo** fue estabilizar suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo Pinar-Marian, distrito de Independencia. La **metodología** fue de enfoque cuantitativo de tipo aplicada, explicativo experimental, el enlace de investigación fue correlacional, la muestra y población se conformó por los suelos arcillosos en el tramo Pinar-Marian que se encuentra en el distrito de Independencia Provincia Huaraz con una medida de 1.149 km de longitud y 5 m de ancho con un área total de 5,745 m². **resultados** La muestra Patrón con su optima densidad seca de 1.656 gr/cm³ y con su optimo contenido de humedad de 6.382% obteniendo a partir del ensayo proctor modificado, se usaron para el ensayo del CBR al 95% donde se obtuvo un resultado de CBR de 4.81%. se destacó el mejor índice CBR que se obtuvo al adicionar al 20 % de c. c. a. con 1.859 gr/cm³ de densidad seca y 9.567 % de humedad óptima, se determinó el CBR con adición de C.C.A de 20% con una densidad seca de 1.859 gr/cm³ con humedad de 9.567% estos resultados se obtuvieron del proctor modificado, luego se realizó la penetración para CBR al 95% de 1" que dio un resultado de 15.18%. se determinó el CBR con adición de C.C.A de 10% con una densidad seca de 1.802 gr/cm³ con humedad de 8.708% estos resultados se obtuvieron del proctor modificado, luego se realizó la penetración para CBR al 95% de 1" que dio un resultado de 11.56%. se determinó el CBR con adición de C.C.A de 30% con una densidad seca de 1.776 gr/cm³ con humedad de

8.321% estos resultados se obtuvieron del proctor modificado, luego se realizó la penetración para CBR al 95% de 1" que dio un resultado de 10.42%. En **conclusión**, se concluye que después de haber realizado los ensayos de límites de consistencia proctor modificado y CBR con combinaciones de 10%, 20%, 30% de ceniza de caña de azúcar se estabilizó el suelo con fines de pavimentación con resultados favorables, el mejor resultado de CBR para la estabilización es el de 20% de adición de CCA con un CBR de 18.18% con una densidad seca de 1.859 gr/cc y humedad de 9.567% (11).

Cabana (2017) en su tesis, cuyo principal **objetivo** Mejorar la Relación de Soporte California (CBR) al adicionar el estabilizante químico cal a la Sub rasante de la carretera no pavimentada de bajo tránsito PARIA – WILCAHUAIN, Huaraz, 2017. La **metodología** enfoco cuantitativo el tipo aplicada, nivel de investigación descriptivo diseño de investigación experimental. **resultados** La Sub Rasante de la CARRETERA PARIA WILCAHUAIN es un suelo de tipo Arena arcillosa con baja calidad en su estado natural, pero el suelo de tipo Arcilla inorgánica es de calidad media cuando está en su estado natural. al aplicar 2% de cal el suelo arena arcillosa presenta un suelo de calidad regular, para el suelo arcilla inorgánica al aplicar 2% de cal resulta un suelo de calidad buena. Para el suelo arena arcillosa al agregar 8% de cal resulta un suelo de calidad buena, pero el porcentaje de aditivo es alto por lo que no favorece al costo. Para el suelo arcilla inorgánico al agregar 4% de cal resulta un suelo de muy buena calidad. en **conclusión**, se concluye que el suelo predominante es SC (A-2-4) Y CL (A-4) según AASHTO Y SUCS estos suelos presentan material arcilloso con una plasticidad de 10% por lo que tiene una baja plasticidad de soporte, que se conprovo con el ensayo de CBR, aplicados para tres calicatas donde se tenía un CBR al 100% inicial de 3.5% con una máxima densidad seca de 2.04 gr/cc (12).

En otros idiomas en la revista Stability of slopes in residual soils; This paper examines and discusses a number of factors that make slope stability assessments, and slope engineering in residual soils somewhat different from sedimentary soils. In particular, slopes are generally steeper and of higher permeability. They are also likely to be more heterogeneous and thus less amenable to analytical assessment than slopes in sedimentary soils. These factors are discussed in some detail.

It is explained that climate and weather influence is much greater in residual soils than sedimentary soils, and theoretical methods are presented for taking this influence into account. It is shown also that traditional computer program methods of slip circle analysis can result in very large errors if applied to steep slopes in which seepage is occurring. More rigorous treatment of the seepage state, especially the “worst case” state is needed in order to produce sensible estimates of safety factor (13).

Para estudiar de mejor manera el tema se tomará los **artículos de investigación** como se muestran a continuación; López & Torbisco (2020) en el repositorio académico UPC. ponen como **objetivo** para el mejoramiento de las propiedades del adobe utiliza la fibra de cabuya en la ciudad de Apurímac. **metodología** la investigación tiene como diseño la forma experimental, debido a que la muestra de adobe será sometida a cargas el fin es ver cómo varía la resistencia aumentando la fibra de cabuya, cómo muestra tiene 30 unidades de adobe su elaboración fue tradicional, las medidas del adobe son 0.12 x 0.24x 0.09m. a 12 unidades de adobe se agregó los diferentes porcentajes de fibra cabuya. **resultando** para la adición de 0.25% de fibra de agave en el adobe se obtuvo una resistencia a compresión 78.2 kg/cm², para la adición de 0.50% de fibra de agave en el adobe se obtuvo una resistencia a compresión 71.3kg/cm², para la adición de 0.75% de fibra de agave en el adobe se obtuvo una resistencia a compresión 6.94kg/cm². se **concluye** que la utilización de fibra cabuya a un 0.25% nos da un mejor resultado comparando con los resultados del porcentaje 0.5% de fibra que resulta un poco menor en cuanto su resistencia, pero si se usa el 0.75% de la fibra cabuya nos resulta un valor mucho menor de resistencia (14).

Rivera, Aguirre, Mejía y Robio (2020) en su revista, **objetivo** Es la estabilizar químicamente suelos usando Materiales convencionales y activados alcalinamente. La **metodología** se base en datos científicos (Scopus, Elsevier), que se utiliza como palabras claves “soil stabilization alkali-activated/geopolymer” y “soil stabilization Portland cement”. **resultados** Miranda et al publicó el artículo (2020) donde muestra el resultado de un proyecto donde se estudió un área de 80 m² en la cual estabilizó una capa de 2.5 m de ancho, para estabilizar utilizo cenizas volantes que fueron activadas de forma alcalina, el autor usó tres tipos de ceniza,

otro de las cenizas que usó para estabilizar fue OPC y la cal estas son consideradas material referente, resulta que estos materiales de cenizas utilizadas en el estudio son muy similares a los cementantes que se usa continuamente en la construcción. **concluyendo**, estabilizar suelos con cementantes que fueron activados de forma alcalina a aumentado ya que su uso se ve en los diferentes lugares, lo que se debe hacer es continuar con su uso y expandir a otros lugares (15).

Estudiante de ingeniería civil (2020) en su revista, **objetivos** son relacionar las dosificaciones de los estabilizantes tradicionales, mostrar las ventajas en el cambio de sus propiedades gracias al uso de estabilizadores, dar a conocer el ahorro de usar suelos estabilizados a comparación de otro material y generar tablas de comparación entre la literatura de revisión. **metodología** Respecto a la metodología de desarrollo se adoptó una investigación documental, examinando bibliografías publicadas anteriormente para situarla con cierta perspectiva crítica, revisión de material seleccionado y comparación de casos que estos presenten. **Resultados** las muestras fueron obtenidas de los alrededores de la capital del Perú, Lima, los cuales fueron obtenidos a 2 m de profundidad y sus estabilizantes procede de Centro Poblado de Santa María de Huachipa, el material de la Cantera Manuela, procedente de la ciudad se Mariel y el del área de Vía Blanca, estos dos en Cuba. El tercer estudio analizado de costos, dando un alcance de la variación respecto al uso de los estabilizadores. Se considera los resultados del autor respecto a material sin estabilizador, con estabilizador y con un sustituto comercial. **concluyendo**, Los estabilizadores usados y los mismos suelos que sirvieron de muestra demostraron tener mayor abundancia entre sus partículas de finos, los cual permite una mayor adhesión, considerando los aspectos de limites se demostró que la expansividad en los dos casos de estudios de revisión es diferente (16).

Como **bases teóricas** tenemos: **Definición de suelos**; el suelo se define de diferentes maneras: el suelo es un material que resulta de desintegración descomposición de las rocas que estas son producidas por los agentes que hay en la atmósfera, el suelo es una capa delgada que se encuentra de forma superficial del manto donde están las rocas, raíces de las plantas, etc. El suelo está conformado por partículas gracias a que se desintegran las rocas mecánicamente cómo también interviene su descomposición química del mismo (17). **Suelos arcillosos**; “su identificación dependerá de la solidez ya que el suelo arcilloso tiende a cambiar, los suelos que están en los subsuelos son arcillas secas que son muy compactos duros en su estado seco que al añadir agua se vuelve plástico”, (18 pág. 57) La arcilla está constituido por los minerales cómo los silicatos de aluminio hidratado, silicatos de magnesio, hierro y metales hidratados, la determinación de los átomos de minerales se dan en láminas, que se pueden mostrar en dos variedades: lámina silícica, que se forma por un átomo de silicio rodeado por oxígeno tiene la forma de un tetraedro que se agrupan en unidades exagonales; lámina aluminica, estas se forman por partículas octaedros en el centro tiene un átomo aluminico y alrededor cuenta con seis oxígenos. Existen tres grupos de minerales de arcilla: Caolinita ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$). se forma por lámina de aluminio, lámina de silícica que se ponen una encima del otro, no permitiendo penetración de moléculas de por este motivo con la presencia del agua son eltables. Montmorilonitas $[(OH)_4Si_8Al_4O_{20} \cdot nH_2O]$. estas tienen su formación con lámina aluminica entre dos silícicas que van una encima de la otra, la unión es débil por lo que son permeables, cuando el agua está presente tiende a la inestabilidad ocasionando un aumento de volumen de los cristales. Illitas $[(OH)_4.Ky(Si_{8-y}Al_y)(Al_4.Fe_4.Mg_4.Mg_6)O_{20}]$. Tienden a formar grumos de materia, que hace que reduzca su área con la presencia de agua y tiene una menor expansividad en comparación con el montmorilonitas, su comportamiento mecánico es favorable en la ingeniería (19 pág. 15). **Estabilización de suelos**; al ser sometida el suelo a una determinada carga se conoce cómo crítica esta provoca en él una deformación no reversible con el deslizamiento de dos masa adyacentes, la capacidad portante se denomina a la carga crítica, comprendida cómo el margen de resistencia, su aplicación es permitida por que ha sido comprobado con los ensayos de laboratorio y por el práctico resultado (21 pág. 87). **Sub rasante**; es la

superficie de terraplén o también el fondo de las excavaciones en un terreno natural que resiste la estructura de la vía, los suelos seleccionados están formados de propiedades favorables y por capas están compactadas para que la superficie sea estable en un adecuado estado, de manera que esta no se vea dañada por la carga de diseño que ejerce la carga vehicular (21 pág. 24). **Agave**, la familia del agave es agavaceae y su género es furcraea, su origen está en américa tropical, la forma de la planta tiene de roseta con hojas compactas de tallos cortos y raíces que se profundizan hasta los tres metros en el interior del suelo, las hojas tienen forma lineal el largo es diez veces más que el ancho que terminan en punta, generalmente las hojas son espinosas según los autores (22). **El agave** tiene una altura de 2 a 7 metros, sus hojas están pobladas densamente en forma alargada que tiene de 1 a 3 metros de largo y de 10 a 20 centímetros de ancho, sus hojas tienen dentados espinosos, durante su vida el agave solo florece una vez y luego muere. La planta germina sus semillas al caer ala piso las semillas caen ya formadas por esto la planta es vivípara. El agave crece con facilidad de forma silvestre es nativa de las regiones andinas se cultivan en los valles de Perú y Ecuador. nombre común (fique cabuya, penca, fique perulero, maguey, cavul, cabuya, blanca, agave, chuchao, cocuiza). Composición de la cabuya, su constitución físico químico mineralógico son el agua, celulosa, minerales y su materia orgánica (23 pág. 7).

Tabla1

composición de hoja de agave

elementos	% en la hoja	% útil	Utilización
fibra	5	4	industria textil empaques
jugo	70	40	extracción de esteroides
estopa	8	3	pulpa papel
bagazo	17	10	material de construcción abonos

Fuente: Baldeón Cajo, José Enrique

Tabla2*componentes químicos del agave*

Fibra		Savia	Bagazo	
cenizas	0.07%	Clorofila	Cenizas	0.122
Celulosa	73.80%	Caratenoides		0.0364
Resinas,		Saponinas	Proteínas	
Ceras y	1.90	azucares	Elementos	9.84%
Grasa			Nitrogenatos	7129.00%
Lignina	11.30	Resinas	Calcio	0.2165
		Flavonoides	Fósforos	0.09%
Pentosanos	10.50	Acidos	Magnesio	0.20%
		Orgánicos		
		Alquitranes	Fósforo	1.81%
		Aguau	Solido	0.04%
total	98.20	Lignina	Cobre	14%
		Calcio	Hierro	647%
		Lipoides	Magnesio	33%
		Fosforo	Zinc	17%

Fuente: Baldeón Cajo, José Enrique**Tabla3***Componentes mineralógicas del agave*

Elementos	Hoja
Nitrógeno	1.32%
Fósforo	0.49%
Potacio	7.56%
Calcio	3.58%
Magnesio	0.72%
Sodio	0.40%
Hierro	52.20 ppm
Cobre	8.10 ppm
Magnesio	45.60 ppm
Zinc	35 ppm
Boro	14.5
Cobalto	Trazas
Cloro	Trazas

Fuente: Baldeón Cajo, José Enrique

Propiedades físicas mecánicas de los suelos: **Granulometría**, el resultado granulométrico dependerá de su tamaño y distribución que está conformado el suelo, para determinar se tiene diferentes procedimientos, para el material de

grano grueso se procede con el cribado por mallas, para el material fino su proceso se dará mediante la sedimentación. Se tiene las siguientes clasificaciones granulométricas tales como: en base a la clasificación de Suecia se da la clasificación internacional (19).

Tabla4

Tamaño y distribución de granulometría en mm

Tamaño en mm			
2.00	0.2	0.002	0.0002
Arena Gruesa	Arena Fina	Limo	Ultra-Arcilla (coloides)

Fuente: Ballarte Moreno y otros.

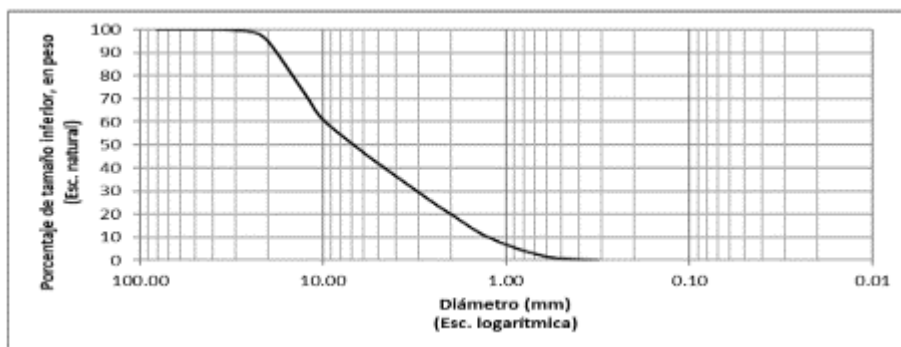
Tamaño en mm							
0.6	0.2	0.06	0.02	0.006	0.002	0.0006	0.0002
Media	Fina	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina (coloides)
ARENA				LIMO		ARCILLA	

Fuente: Ballarte Moreno y otros.

Representación de la granulometría. granulometría es representada gráficamente con una curva donde las ordenadas sean las partículas de menor tamaño que el de las abscisas. Se da de acuerdo a la amplitud de los tamaños gruesos a muy finos, la escala utilizada es semilogarítmica.

Figura1

Curva granulométrica de un suelo



Fuente: Ballarte Moreno y otros.

Allen Hazen ha propuesto que el coeficiente de uniformidad sea.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Dónde:

D60: El tamaño debe ser igual o menos del 60%.

D10: El tamaño debe ser más o menos que el 10%.

Los suelos que tienen $C_u < 3$, resultan muy uniformes.

El coeficiente de curvatura se define con la ecuación:

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

Donde se define que D30 es análoga a los D10 y D60 anteriormente, para los suelos bien graduados, C_c muestra un valor de 1 a 3.

Ensayo granulométrico (cribado por mallas). En este ensayo la muestra pasara por un juego de tamices que varían de tamaño descendentemente y granulométricamente hasta la malla n° 200 la abertura es de (0.074 mm), para esto la parte extraído del suelo que se va a ensayar estará seca y si es posible lavado, el suelo que queda retenido se pasa en cada tamiz y así se obtendrá el porcentaje respecto al total, se determina el porcentaje de suelo que se acumula al pasar por cada tamiz, de tal manera que este dato pertenece al eje de las abscisas, y así se obtienen los puntos para la gráfica de la curva granulométrica (19).

Tabla5

Abertura de tamices

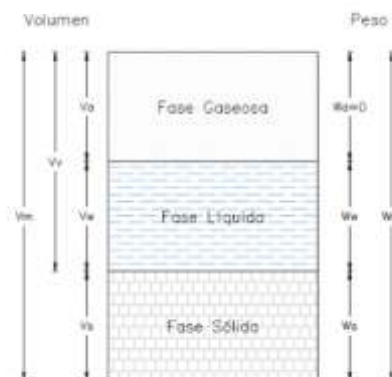
TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75.000
2"	50.800
1 (1/2)"	38.100
1"	25.400
3/4"	19.000
3/8"	9.500
N° 4	4.760
N°10	2.000
N°20	0.840
N°40	0.425
N°60	0.260
N°140	0.106
N°200	0.075

Fuente: Ballarte Moren y otros.

Relaciones volumétricas (fases del suelo), los componentes del suelo están compuesto por tres fases: sólida líquida gaseosa. Estas, en forma didáctica, pueden separarse para el desarrollo de las relaciones peso-volumen, cómo podemos observar a continuación:

Figura2

Relación de peso-volumen.



Fuente: Ballarte Moreno y otros.

Dónde

V_m = Volumen total del suelo.

V_s = Volumen sólida muestra.

V_v = Volumen vacíos muestra.

V_w = Volumen líquida de muestra.

V_a = Volumen gaseosa.

W_m = Peso total suelo.

W_s = Peso sólida de muestra.

W_w = Peso líquida de muestra.

W_a = Peso gaseosa muestra.

Relaciones fundamentales, El índice de poros (e), está relacionada entre el volumen vacío y volumen sólido de suelo.

Ecuación1

Índice de poros.

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

porosidad (n), se relaciona con el volumen total de suelo y el volumen vacío.

Ecuación2

Porosidad.

$$n = \frac{V_v}{V_m}$$

A partir de las dos ecuaciones anteriores, se obtiene:

Ecuación3

Porosidad a partir de las dos ecuaciones anteriores.

$$n = \frac{V_v}{V_m} = \frac{V_v}{V_s + V_v} = \frac{\frac{V_v}{V_s}}{\frac{V_s}{V_s} + \frac{V_v}{V_s}} = \frac{e}{1 + e}$$

El grado saturación (S), es relaciona con el volumen vacíos del suelo y el volumen agua.

Ecuación4

Rango de saturación.

$$S (\%) = \frac{V_w}{V_v} \times 100$$

Contenido de humedad (w), se relaciona con el peso sólidos del suelo y el peso agua.

Ecuación5

Contenido de humedad.

$$W (\%) = \frac{V_w}{V_s} \times 100$$

Peso específico húmedo (γ), se relaciona con el peso total y volumen total del suelo.

Ecuación6

Peso específico húmedo.

$$\gamma = \frac{w_m}{V_m}$$

El peso específico seco (γ_d), se relaciona con el peso sólidos y el volumen total suelo.

Ecuación7

Peso específico seco.

$$\gamma_d = \frac{W_m}{V_m}$$

Densidad máxima, mínima y relativa, la relación mínima de vacíos del suelo se presenta con la densidad máxima, ocurre al momento de la compactación uno de las maneras es apisonando la muestra del suelo en un recipiente esto se hace por capas mediante el uso de una varilla lisa, se apisona uniformemente evitando apiconar las capas compactadas anteriormente, al finalizar se enrasa el material y se realizará el proceso (19 pág. 26).

Ecuación8

Densidad máxima.

$$\gamma_{max} = \frac{W_{max}}{V_T}$$

Dónde

γ_{max} = Densidad máxima.

W_{max} = Peso del suelo compactado.

V_T = Volumen total del recipiente.

La densidad mínima está referida al estado más suelto posible, donde el suelo presentará una máxima relación de vacíos. Uno de los métodos es llenar el recipiente con volumen conocido llenando la muestra de suelo utilizando una cuchara, sin descargarlo a una altura mayor a 50mm por arriba del canto del recipiente. Habiendo culminado el proceso, se enrasa el material y se continua a pasarlo.

Ecuación9

Densidad mínima.

$$\gamma_{min} = \frac{W_{min}}{V_T}$$

Dónde

γ_{min} = Densidad mínima.

W_{min} = Peso del suelo suelto.

V_T = Volumen total del recipiente.

la compacidad relativa tiene que ver con el grado de compacidad de muestra granular natural, con la relación del aumento de vacíos y la amplitud de variación se determina.

Ecuación10

Compacidad relativa.

$$C_r = \frac{e_{m\acute{a}x} - e_{nat}}{e_{m\acute{a}x} - e_{m\acute{i}n}}$$

Dónde

C_r = Compacidad Relativa.

$e_{m\acute{a}x}$ = Relación vacíos máximo.

e_{nat} = Relación vacíos natural.

$e_{m\acute{i}n}$ = Relación vacíos mínimo.

La expresión de compacidad relativa en términos de densidad mínima y máxima:

Ecuación11

Compacidad relativa en términos de densidad mínima y máxima.

$$C_r = \frac{e_{m\acute{a}x} - e_{nat}}{e_{m\acute{a}x} - e_{m\acute{i}n}} \times \frac{\gamma_{m\acute{a}x}}{\gamma_{nat}}$$

Dónde

γ_{nat} = Densidad natural.

γ_{min} = Densidad mínima.

$\gamma_{m\acute{a}x}$ = Densidad máxima.

Tabla6

Compacidad relativa vs estado de material

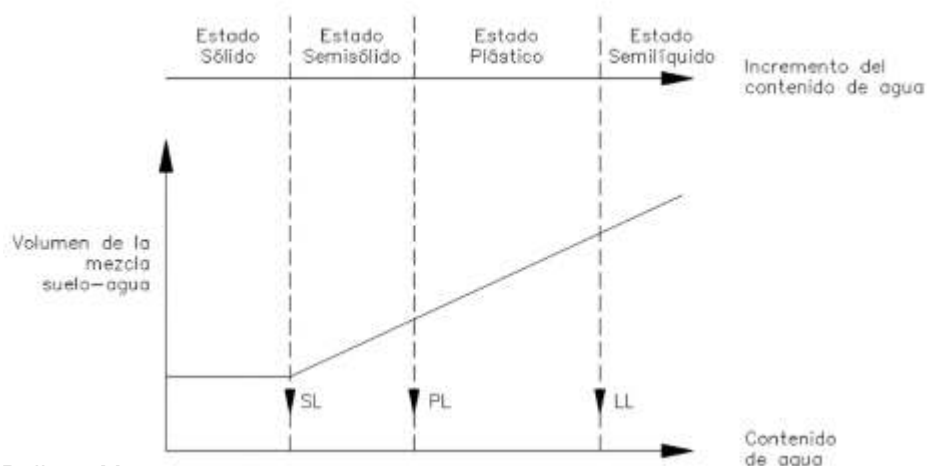
CR(%)	ESTADO DE MATERIAL
0-15	Muy Flojo
16-35	Flojo
36-65	Medio
66-85	Denso
86-100	Muy Denso

Fuente: Crespo, C. 2004

Plasticidad, “el material es capaz de soportar rápidas deformaciones, sin rebote elástico, sin variar volumétricamente visible y sin demorarse y sin mostrar grietas” (17). Atterberg nos habla de la existencia de los siguientes límites: **límite líquido (L.L.)**, Es el límite entre el estado semilíquido (fluido viscoso) y plástico. Se determina con el ensayo de la copa Casagrande. **Límite Plástico (L.P.)**, se encuentra en medio del estado semisólido y plástico (apariencia sólida). Su definición es la menor humedad, se puede formar barras circulares del suelo de tamaño 3.2mm de diámetro sin deshacerse al roce con la mano y una superficie lisa. **Límite de Contracción (L.C.)**, Es el agua incorporado con el suelo y no tiene cambios de volumen con la desgaste de agua (19).

Figura3

Límites de Atterberg



Fuente: Ballarte Moreno y otros.

Plástico (I.P.) de un suelo.

Ecuación12

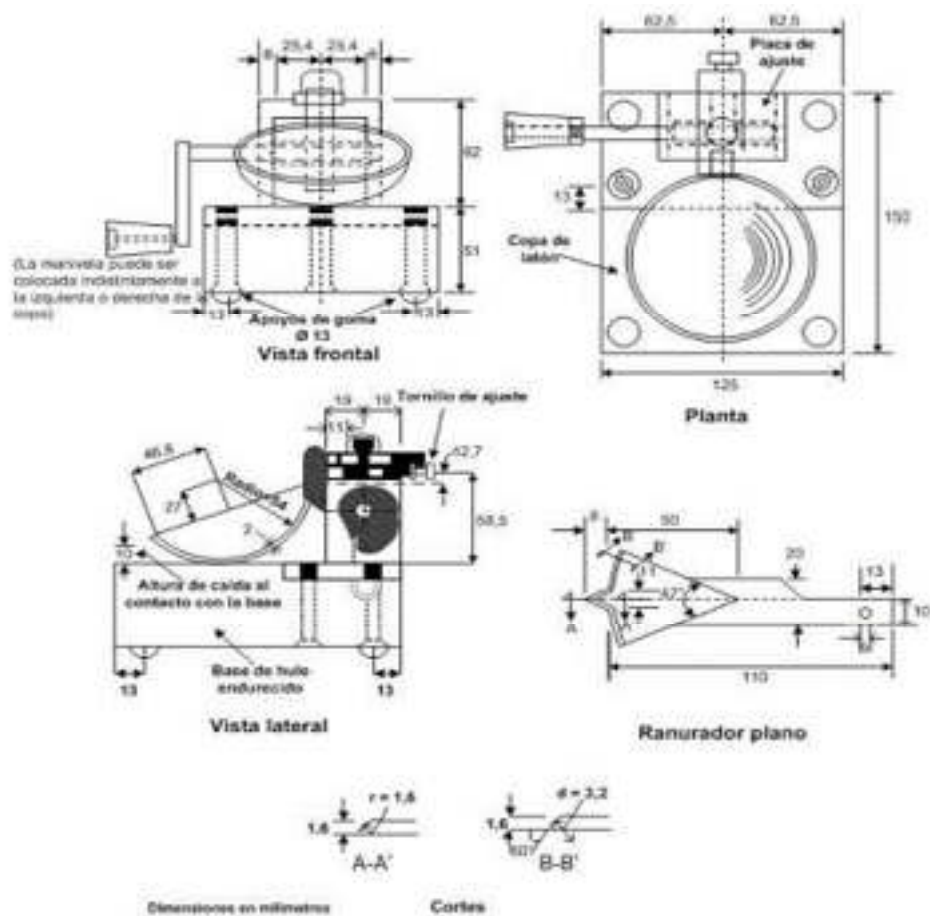
Índice de plasticidad.

$$IP = LL - PL$$

El índice plástico nos muestra la cantidad de humedad donde los suelos cohesivos tienen características de material plástico. cuando el índice de plasticidad sea menos a 7, se dirá que su plasticidad de la muestra es baja; si el índice de plasticidad es de 7 a 17, se dirá que la plasticidad es medianamente; si el índice de plasticidad es mayor a 17, se dirá que su plasticidad es alto (19 pág. 30). **Límite líquido**, para el LI la técnica usada se basará utilizando la copa Casagrande, es una copa material bronce donde se repetirá varias veces la caída de una altura de 1 cm.

Figura4

Copa de Casagrande



Fuente: Ballarte Moreno y otros.

Figura5

Muestra del suelo antes y después del suelo.

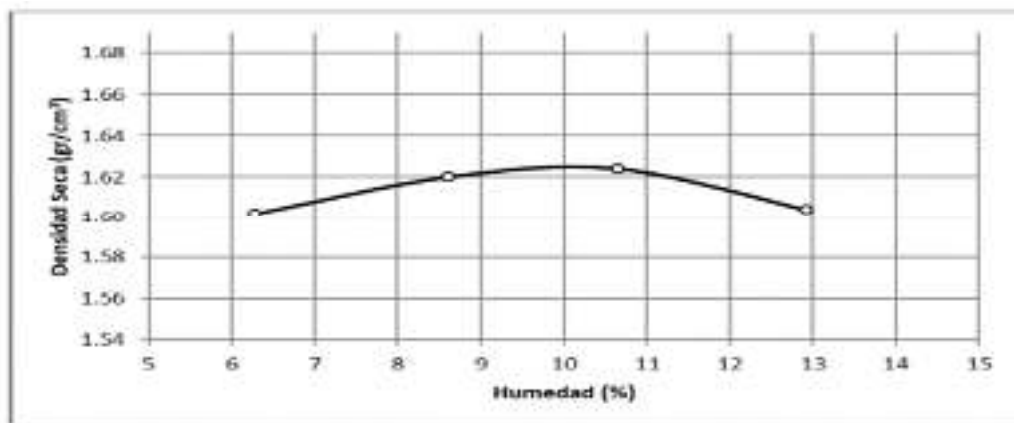


Fuente: Ballarte moreno y otros.

En el ensayo se necesita de 150 g a 200g de muestra del material que atraviesa el tamiz N°40. Esta se incorpora en la copa hasta una profundidad de aproximada de 10mm en el punto más bajo. Mediante el uso de acanalador se divide la muestra por lamita al interior de la copa, se genera un hundimiento de 2mm de ancho en la plataforma de la copa. Mediante el número de golpes se determina el contenido húmedo de la muestra, para este ensayo se hace varias repeticiones , el ensayo finaliza obteniendo tres distintos números de golpes que son 25-35, 20-30, 15-25 golpes (19 pág. 31 y 32). **Límite plástico**, para su determinación se necesita 20 gr. De muestra que pasa en el tamiz n°40, se hace una bola de masa con el material y el agua, la muestra tiene que ser de 1.5-2 gr. se hace una masa con agua destilada hasta formar una esfera. La porción de la muestra es de 1.5 g a 2.0 g de la esfera. Con limitad de la muestra se forma elipsoides y luego formar barras cilíndricas de 3.2mm de diámetro se tiene que rodar en contacto con superficie lisa esto se hace manualmente, se usa vidrio esmerilado, hasta desmoronarse o agrietarse. después, se determina el contenido de humedad del suelo y el proceso se repetirá con la otra mitad de la muestra. El límite plástico se obtiene del promedio de ambos contenidos de humedades (19). **Compactación**, Proctor nos dice que al aplicar al suelo a una determinada energía de compactación, su peso en volumen cambia con respecto a la humedad que tiene, haciendo una curva que tiene un punto máximo que presenta el máximo peso volumétrico de suelo (24).

Figura6

Curva densidad seca - humedad



Fuente: Crespo Villalaz, Carlos.

La curva es presentada en un plano de dos dimensiones, el porcentaje de humedad corresponde al eje (x) y la densidad seca corresponden al eje (y). La curva es relacionada al valor máximo cuando la humedad es adecuada y con la densidad seca máxima.

La energía empleada calculamos con la siguiente fórmula:

Ecuación13

Energía específica de compactación.

$$E = \frac{W \cdot H \cdot N}{V}$$

Dónde:

E = Energía específica compactación (kg-cm/cm³).

W = Peso pisón (Kg).

H = Altura de caída pisón (cm).

N = Cantidad total de golpes.

V = Volumen total suelo compactado.

Al subir la energía que se usa en la compactación para un mismo suelo, la densidad máxima seca aumenta y la óptima humedad baja. El cambio de energía específica para compactar depende del tipo suelo. Las pruebas conocidas de compactación son las que se realizan con Energía Estándar (Proctor Estándar) y con Energía Modificada (Proctor Modificado). **Proctor Modificado**, en el ensayo se utiliza la Energía Modificada de 2700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³). tiene tres métodos que se pueden usar, cada uno con sus especificaciones y la granulometría es el principal punto que diferencia entre ellas. Método A, se empleará el método cuando el 20% o menos del peso del material es retenido en la malla N°4 (4.75mm), Molde de 4" de diámetro, Material que pasa por el tamiz N°4, la Compactación será de 5 capas y 25 golpes por cada una, Se utilizará 2.3 kg (5 lbm) de la muestra. Método B, el método es empleado cuando el 20% o más del peso del material se queda en el tamiz N°4 (4.75mm) y el 20% o menos de la muestra es retenido en el tamiz 3/8" (9.5mm). Molde de 4" de diámetro, Material que pasa por el tamiz 3/8", se compactará en 5 capas y 25 golpes por cada una, Se usan 2.3 kg (5 lbm) de material de muestra por espécimen. Método C, el método es empleado cuando el 20% o más se queda el material en el tamiz 3/8" (9.5mm) y el 30% o menos del material es retenido en el tamiz 3/4" (19.0mm). Molde de 6" de diámetro, muestra que pasa por el tamiz 3/4", se compactará en 5 capas y 56 golpes por cada una, Se usan 5.9 kg (13 lbm) de material de suelo por espécimen. Al seleccionar el método, se tomará la muestra que corresponde y se determinará la humedad que contiene. La mínima preparación de especímenes con humedades distintas son cuatro, de manera que éstos tengan un contenido cercano al apropiado. Se recomienda mínimamente al menos dos especímenes tengan una humedad menor al óptimo; y los otros dos, sean mayor. La diferencia de humedad entre especímenes debe ser del 2% y no deberán pasar del 4%. Los especímenes se compactan en capas y con golpes según muestra el método seleccionado. Después de haber terminado la compactación, se determinará masa volumétrico seco de la muestra y su humedad que contiene. Teniendo los cuatro pesos volumétricos y sus humedades respectivas, se dibuja la curva densidad-humedad, en la curva se ubicará el adecuado humedad que contiene y la mayor

Densidad Seca (19). Con la siguiente ecuación se calculará la densidad húmeda:

Ecuación14

Densidad húmeda del espécimen compactado.

$$\rho_m = 1000x \frac{(M_t - M_{md})}{V}$$

Dónde.

ρ_m = Densidad húmeda espécimen compactado (M/m³)

M_t = Masa espécimen húmedo molde (kg)

M_{md} = Masa molde de compactación (kg)

V = Volumen molde de compactación (m³)

La densidad seca se calcula mediante la ecuación:

Ecuación15

Densidad seca del espécimen compactado.

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{w}{100}}$$

Dónde

ρ_d = Densidad seca espécimen compactado (M/m³)

w = Contenido humedad (%)

Ensayo C.B.R. (California Bering Ratio), Esta se creó en California en el año 1929, a partir de la fecha el ensayo se volvió común en Europa y Estados Unidos, es un método que se usa para clasificar el suelo que se utiliza en carreteras o como material básico en el desarrollo de vías. El C.B.R. determina la resistencia al corte del suelo en condiciones controladas de humedad y densidad, lo que permite obtener una relación de carga en (%). El C.B.R. se obtiene de la prueba de penetración, que evalúa la fuerza de los suelos y son parámetros de compactación que se obtienen de la prueba de proctor modificado

(8). A partir de las muestras se adquieren las relaciones de soporte que tiene el mismo contenido de humedad y peso unitario que se halla en el suelo.

La humedad crítica se obtiene cuando el suelo se encuentra saturado, por esto, el método original considera el ensayo de los especímenes luego de estar sumergido en agua por un tiempo de 96 horas confinado en el molde con una sobrecarga igual al peso del pavimento que actuará sobre el suelo (21).

Tabla7

Categoría de subrasante de CBR

Categorías de Sub rasante	CBR
S0: Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante insuficiente	De CBR >= 3% a CBR < 6%
S2: Subrasante regular	De CBR >= 6% a CBR < 10%
S3: Subrasante buena	De CBR >= 10% a CBR < 20%
S4: Subrasante muy buena	De CBR >= 20% a CBR < 30%
S5: Subrasante excelente	CBR >= 30%

Fuente: MTC. 2014.

Marco normativo de los ensayos: Análisis granulométrico ASTM D 422, el método determina los porcentajes de muestra que pasan por cada tamiz, hasta el tamiz (N° 200) (22). Límite líquido y plástico ASTM D 4318, el método determina el límite líquido plástico índice de plasticidad de la muestra, el agua natural que contiene el suelo se utilizan para los límites para dar su relativa consistencia o índice de la cantidad de agua que contiene (26). Contenido de humedad ASTM D 2266 ASTM D 4643, el contenido líquido de la muestra de suelo, se relaciona el peso agua contenida en la muestra que sería el peso inicial, la muestra es secado en el horna y de allí se obtiene otro peso, se expresa en porcentaje (27). Clasificación de Sucs ASTM D 2487, clasifica suelos gruesos y finos, basándose el porcentaje que pasa en el tamiz #200 (0,075 mm). Si lamitad del suelo pasa por el tamiz 200, se diira que el suelo es grueso, se sub-clasifica como grava o arena usando el tamiz #4. De lo contrario el suelo es fino, se sub clasifica en arcilla o limo según los valores resultantes de límites plástico líquido (28). Clasificación de suelos AASHTO M-145. Ensayo de compactación Proctro Modificado ASTM D 1557, para la compactación se estudia la influencia que

ejerce en el proceso del contenido del agua inicial del suelo, el valor inicial del contenido de agua es fundamental para la compactación que se quiere lograr.

Se puede ver, que, en contenidos de humedad que hacen, con respecto a valores que disminuyen, a partir de esto se tendrá un alto específico seco por lo tanto la compactación mejora (26). Ensayo CBR ASTM D 1983 MTC E 132, una vez clasificada los suelos para caminos, se elabora un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo, a partir del cual se determina el programa de ensayos para establecer el CBR la resistencia del suelo que está referido al 95% de MDS (máxima densidad seca) y una penetración de carga de 2.54 mm (21).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación: aplicativo, por que define la casualidad y sus aplicaciones, esta investigación viene siendo del tipo aplicativo de un plan de método detallado que nos permite visualizar un mayor campo de teorías sobre los problemas de la sociedad, de la misma manera se puede dar solución a problemas de un lugar en específico (30 pág. 93). En esta investigación se aplicarán conocimientos establecidos y procesos que ya están descritos por esto es de tipo aplicativo.

3.1.2. Diseño de investigación:

- **Diseño experimental:** Tiene estrategias de plan que desarrolla para dar la información necesaria obtenida de esa manera contestar la problemática que se genera en la investigación (30 pág. 93). El presente estudio es experimental, **cuasi experimental** el objetivo es analizar la influencia en el campo del estudio, se aplicaran muestras (30).
- **Diseño no experimental:** El nivel para esta investigación es **explicativo** por que determina la causa - efecto entre la savia de agave y los suelos arcillosos (30).
- **Enfoque de investigación:** Es **cuantitativo**, “en la presente investigación se utilizará la recolección de valores numéricos para comprobar la hipótesis, en la investigación se va a comparar los datos numéricos que se obtendrán con los ensayos que se realizarán” (31).

3.2. Variables y operacionalización

Variable de estudio:

Variable independiente: savia de hoja de agave.

- **Definición conceptual:** “Es una sustancia de color verde ocre, sus características pueden variar de acuerdo a su edad, época del año y fertilidad del suelo” (32 pág. 27).
- **Definición operacional:** se evalúa el uso de la savia de la hoja de agave cómo sustitución, el cual será extraído mecánicamente para ser sometido a los ensayos.
- **Dimensión:** Dosificación.
- **Indicadores:** 60%, 80%, 100% de la savia de agave.
- **Escala de medición:** De razón

Variable Dependiente: propiedades físicas-mecánicas de los suelos arcillosos.

- **Definición Conceptual:** La proporción de los componentes determina varias propiedades que es conocida como propiedades físicas o mecánicas delos suelos (33).
- **Definición operacional:** para el análisis del mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo arcilloso se estabilizará con la savia de agave y realizando pruebas de compactación (Proctor Modificado) y ensayo de CBR para determinar la capacidad de soporte del suelo.
- **Dimensión:** propiedades físicas y mecánicas.
- **Indicadores:** granulometría, plasticidad, contenido de humedad, clasificación de SUCS, Proctor Modificado, CBR.
- **Escala de medición:** De razón.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población: se refiere al contexto de manera global que abarca un sector que denota los elementos que se originaran en el estudio se da en ámbitos especiales (34), en este caso la población es de 150 ml del jirón Francisco Huaraz Ancash.

- **Criterios de inclusión:** Delimita la población considera los aspectos en su totalidad considera propiedades características de la población a estudiar (34). en la investigación se tomará como muestra de suelos arcillosos de 150 ml que se encuentran en el jirón Francisco Huaraz Ancash.

- **Criterio de exclusión:** Delimita la población y excluye los aspectos, características propiedades de la población a estudiar (34). En esta investigación no se utilizarán filamentos que no sea la savia de la hoja de agave.

3.3.2. Muestra: “La muestra es el enfoque selectivo puntual, el cual se considera representativo del mismo” (30). En este caso la muestra se considera igual que la población por ser una población pequeña, la muestra es de 150 ml del jirón Francisco donde se realizarán 3 calicatas cada 50 m basándome en la NTP CE.10, Para realizar los ensayos de Proctor Modificado y CBR.

3.3.3. Muestreo: es tomar una parte de un conjunto y luego estudiar la características (34). Se aran 3 calicatas, las calicatas se realizarán según la NTP 339.162.2001, ya que esta nos permitirá una observación directa del terreno y tomar la muestra respectiva para realizar los ensayos, luego se llevará al laboratorio para conocer los efectos de la savia de la hoja de agave en las propiedades del suelo arcilloso en diferentes porcentajes: 60%, 80%, 100%.

Tabla8

Diseño de porcentajes en función a un litro

Diseño de porcentajes al 60%, 80% y al 100%, en función a 1ltr		
Nombre	Savia de Agave (%)	Agua (%)
M - 1	0%	100%
M - 2	60%	40%
M - 3	80%	20%
M - 4	100%	0%

Fuente: elaborado por el autor

Tabla9

Número de muestras por ensayo

Ensayos	Patrón	60%	80%	100%	Sub total	Total
Proctor Modificado	4	4	4	4	16	28
CBR	3	3	3	3	12	

Fuente: elaborado por el autor

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnica de investigación

Ayuda a la recopilación de información que se necesita en una investigación mediante la aplicación elaboración de planes que están detallados (34 pág. 53). El método que se usará será mediante la observación de forma directa el diseño será experimental ya que podemos observar medir entender las causa efectos.

Observación directa

El investigador recolecta su propia información utilizando el sentido de la observación (31 pág. 72).

Instrumentos de recolección de datos

Describe el objetivo de la investigación planteada mediante instrumentos que facilitaran las respuestas que buscamos al momento de investigar (35 pág. 314).

Validez

Consiste en afirmar que el resultado sea de variable independiente y no sea de otras circunstancias que vayan intervenir y también tienen que ser controladas para no tener consecuencias negativas (34 pág. 36).

Confiabilidad

“La confiabilidad de instrumento determinado de medición refiere que debe producirse resultados iguales en el mismo muestra las repetidas veces que se hace” (35). La confiabilidad del presente estudio estará respaldada por los certificados de calibración vigente que se utilizaran en los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos.

3.5. Procedimientos:

Etapa 01: Estudio de campo

Extracción del agave

Etapa 02: Ensayo del agave

Análisis químico del agave. Cloro, Potasio, Calcio, Hierro, Zinc, PH.

Etapa 03: Ensayos en laboratorio de mecánica de suelos, los ensayos de laboratorio se realizarán con la recomendación de expertos y basándose en la norma técnica E 050 y MTC.

Ensayo de laboratorio de suelos

Análisis granulométrico ASTM D 422

Límite líquido y plástico ASTM D 4318

Contenido de humedad ASTM D 2266 ASTM D 4643

Clasificación de Sucs ASTM D 2487

Clasificación de suelos AASHTO M-145

Ensayo de compactación Proctro Modificado ASTM D 1557

Ensayo CBR ASTM D 1983 MTC E 132.

Etapa 04: obtener resultados con porcentajes de sustitución de 60%, 80% y 100% de la savia de la hoja de agave.

3.6. Método de análisis de datos: Se describe las operaciones que se realizaran con los datos obtenidos cómo codificación tabulación registro clasificación (34).

En esta investigación, los resultados se darán mediante las pruebas de laboratorio de mecánica de suelos con las dosificaciones establecidas de la savia de agave, se realizarán cuadros comparativos, análisis estadísticos y gráficos; se hará uso de Microsoft Excel para procesar los datos que se recolectara.

3.7. Aspectos éticos: El presente estudio redactado cumple con las exigencias de veracidad y autenticidad; el contenido que se desarrollado en los diferentes capítulos respeta las citas de las teorías redactadas, y conceptos que están detalladas en la referencia bibliográfica, como manda la universidad en donde se acota el título, autor de cada investigación

mencionada, año y número de página de donde se obtuvo la información, cumpliendo la normativa ISO – 690, Apa séptima edición, además el trabajo que se realizara en campo es clasificado solo para el empleo en el presente estudio.

3.8. Desarrollo de la investigación:

3.8.1. Desarrollo del objetivo 01

Determinar el procedimiento de la obtención de la savia de agave en la ciudad de Huaraz.

Ubicación

Para la obtención del agave no se tuvo dificultad de acceso, porque se pudo encontrar en la misma ciudad de Huaraz no se viajó a zonas alejadas, la savia se obtuvo en el sector Shancayan en los alrededores de la ciudad universitaria de la universidad San Pedro, distrito de Independencia, donde se encuentra en su habitud natural a una altitud de 3049 msnm.

Figura7

Ubicación para la extracción de las hojas de agave



fuelle: Google maps

Acceso

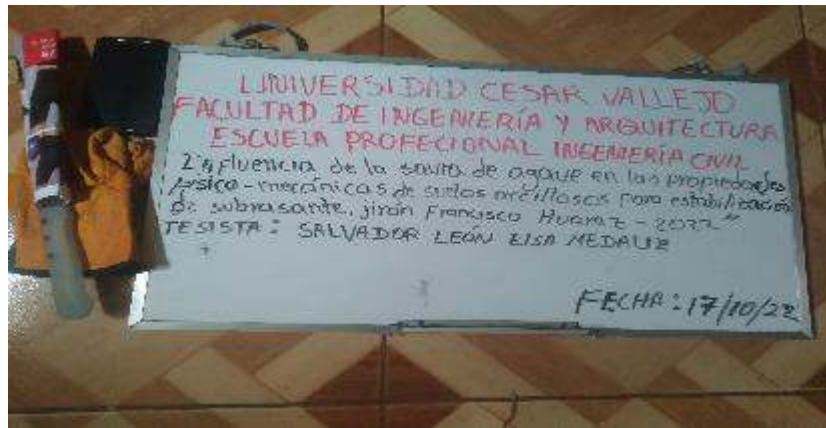
Para llegar al lugar donde se encuentra el agave desde el centro de Huaraz se puede tomar la línea B, el tiempo de viaje es de 10 minutos.

Herramientas para la extracción

Para su extracción de la hoja de agave se utilizó las siguientes herramientas como son: una pizarra, cuchillo, un par de guantes, un celular para tomar fotografías, casco.

Figura8

Herramientas para la extracción de la hoja de agave



fuentes: Elaborado por el autor.

Recolección de la hoja de agave

Para su recolección primero se cortaron las hojas de agave, luego se lavaron y se almacenaron en costales para ser llevados al lugar donde se sacó la savia de agave. La cantidad de hojas cortadas fueron de 20 unidades, el tiempo empleado fue de 1 hora, la recolección se realizó con la ayuda de dos personas.

Figura9

Recolección de las hojas de agave



fuentes: Elaborado por el autor.

Figura10

Muestra para el ensayo químico



fuentes: Elaborado por el autor.

Obtención de la savia de agave

Para su obtención de la savia de agave primero se tuvo que llevar las hojas de agave al lugar donde se encuentra la maquina exprimidor de caña de azúcar, del lugar de recolección al lugar donde se encuentra la maquina exprimidor se empleó un tiempo de 5 minutos yendo en taxi. Para luego extraer la savia con la ayuda del exprimidor, para recolectar la savia del agave se usó recipientes en este caso baldes, de esta manera obtener la savia de la hoja de agave, la cantidad extraída de la savia de agave fue de 8 litros, el tiempo de extracción de la savia fue de 2 horas.

Figura11

Máquina para extraer la savia de agave



fuentes: Elaborado por el autor.

Figura12

Proceso de extracción de la savia de agave



fuelle: Elaborado por el autor.

Figura13

Obtención de los 8 litros de la savia de agave



fuelle: Elaborado por el autor.

Luego de haber extraído la savia de agave se procedió a pasar el líquido por una coladera para eliminar las impurezas que hayan caído en la savia durante su extracción.

Figura14

Proceso de la eliminación de impurezas



fuentes: Elaborado por el autor.

3.8.2. Desarrollo del objetivo 02

Determinar las propiedades físicas con el uso de la savia de agave en suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz – 2022.

Para determinar el objetivo 02 se realizarán los ensayos de carácter físico que son: Análisis granulométrico ASTM D 422, Límite líquido y plástico ASTM D 4318, Contenido de humedad ASTM D 2266 ASTM D 4643, Clasificación de Sucs ASTM D 2487, Clasificación de suelos AASHTO M-145. Para realizar estos ensayos se necesitan muestras de suelo, para lo cual se extrajo dicha muestra mediante 03 calicatas de profundidad de 1.5 m como se indica en el Manual de Carretera 2014. Estos ensayos de carácter físico se realizarán en un laboratorio de mecánica de suelos.

Extracción del material para sub rasante – jirón francisco, distrito de Independencia, Huaraz Ancash.

Ubicación

El jirón Francisco está ubicado en la urbanización Sierra Hermosa distrito de Independencia provincia de Huaraz Ancash a una altitud de 3049 msnm, en la fotografía se puede ver que el pasaje Francisco es un pasaje que no está pavimentada a simple vista se puede observar que el tipo de suelo es arcilloso por lo que se expande al contacto con el agua en este caso el agua de las lluvias que es muy frecuentes en la época de meses lluviosos.

Figura15

Ubicación del jirón Francisco



fuelle: Google maps

fuelle: Elaborado por el autor

Acceso.

Para llegar al jirón Francisco desde el centro de Huaraz se toma la línea B, el tiempo de recorrido es de 10 minutos.

Herramientas a utilizar

Para la excavación de calicatas se utilizó pico, barreta y lampa.

Figura 15

Herramientas para la excavación de calicatas



fuelle: Elaborado por el autor.

Excavación de la calicata 01

La excavación de la primera calicata se realizó a los 50 m del comienzo del tramo del pasaje francisco, de medidas de 1 x 2 m y una profundidad de 1.50 m, se empleó un peón para su excavación por un tiempo de 2 días, se pudo observar en la excavación de la calicata que el suelo se muestra que es de estrato arcilloso.

Figura16

Calicata 01



fuentes: Elaborado por el autor.

Excavación de la calicata 02.

La excavación de la segunda calicata se realizó a los 100 m del comienzo del tramo del pasaje francisco, de medidas de 1 x 2 m y una profundidad de 1.50 m, se empleó un peón para su excavación por un tiempo de 2 días, se pudo observar en la excavación de la calicata que el suelo se muestra que es de estrato arcilloso al igual que la primera calicata.

Figura17

Calicata 02



fuentes: Elaborado por el autor.

Excavación de la calicata 03

La excavación de la tercera calicata se realizó a los 150 m del comienzo del tramo del pasaje francisco, de medidas de 1 x 2 m y una profundidad de 1.50 m, se empleó un peón para su excavación por un tiempo de 2 días, se pudo observar en la excavación de la calicata que el suelo se muestra que es de estrato arcilloso al igual que la primera y segunda calicata.

Figura18

Calicata 03



fuentes: Elaborado por el autor.

obtención del material

Después de la excavación de las calicatas se procedió a recolectar la muestra de suelo haciendo uso de la herramienta manual como lampa y también se utilizaron costales para llenar las muestras.

Figura19

Obtención de la muestra de suelo



fuentes: Elaborado por el autor.

Ensayo de Granulometría ASTM D 422

Después de la excavación de las calicatas y recolección de muestras de cada uno de las tres calicatas, las muestras de suelo se llevaron al laboratorio de mecánica de suelos para realizar el ensayo granulométrico, se procedió con el cuarteo dividiendo la muestra en cuatro partes iguales para luego ser lavadas con la ayuda de la malla n° 200.

Se realizó el lavado del material con la ayuda de la malla n° 200 y el chorro del agua, la muestra se lavó hasta que quede claro el agua de esa manera permitiendo pasar los finos por la malla 200. El tiempo de lavado fue de 1 hora, la cantidad de muestra fue de 53.680 kg.

Figura20

Lavado del material para el ensayo granulométrico



fuentes: Elaborado por el autor.

Luego de ser lavado la muestra se llenó en bandejas para secarlo en el horno eléctrico a una temperatura de 110 °c durante 24 horas.

Figura21

Secado de la muestra en el horno eléctrico



fuentes: Elaborado por el autor.

Una vez secado la muestra se realizó el ensayo de granulometría por tamizado haciendo uso de los diferentes tamices como el tamiz de 1 ½" donde el peso retenido fue de 625 gramos, en el tamiz de 1" se retuvo 2090 gramos, en el de ¾" el peso retenido es de 1830 gramos, 1/2" el peso retenido es de 2830 gramos, 3/8" el peso retenido es de 2845 gramos, ¼" el peso retenido es de 3390 gramos, n°4 el peso retenido es de 2350 gramos, n°10 el peso retenido es de 95.3 gramos, n°16 el peso retenido es de 63 gramos, n°20 el peso retenido es de 42.8 gramos, n°30 el peso retenido es de 39.4 gramos, n°40 el peso retenido es de 54.9 gramos, n°50 el peso retenido es de 16.7 gramos, n°60 el peso retenido es de 25.8 gramos, n°100 el peso retenido es de 65.4 gramos, n°200 el peso retenido es de 84.7 gramos, el peso retenido en bandeja es de 450 gramos material que paso el tamiz n°200, la cantidad de grava es de 15.960 kg y la cantidad de finos es de 37.720 kg haciendo un total de 53.680 kg.

Figura22

Tamizado de la muestra



fuentes: Elaborado por el autor.

Figura23

Pesado de la muestra retenido en cada tamiz



fuentes: Elaborado por el autor.

Ensayo de Contenido de Humedad ASTM D 2266 ASTM D 4643.

Para realizar este ensayo se tomaron dos muestras donde el peso húmedo inicial es de 756.6 gramos y 861 gramos.

Figura24

Muestra húmedo



fuentes: Elaborado por el autor.

Después de haber pesado las muestras se procede a ingresar al horno eléctrico a 110 °c durante 24 horas, Luego de sacar las muestras del horno se procede a pesar nuevamente, la diferencia del peso húmedo y seco será la cantidad de agua que tiene la muestra, para calcular el porcentaje de humedad se divide el peso del agua entre el peso seco de la muestra, en este caso el porcentaje de humedad es de 1.5%.

Figura25

Muestras ingresadas al horno eléctrico



fuentes: Elaborado por el autor.

Ensayo Límite Líquido y Plástico ASTM D 4318

Para realizar el ensayo Límite Líquido se pasó la muestra por la malla numero 40 obteniendo una cantidad de 300 gramos por cada muestra ya que el ensayo se realizó para las tres calicatas y también para los porcentajes de 60%, 80% y 100% de sustitución del agua por la savia de agave.

Los objetos utilizados para el ensayo son: la copa de Casa Grande, espátula, recipientes pequeños, ranurador, malla número 40, horno eléctrico de 110°C, balanza eléctrica.

Figura26

Materiales para el ensayo de Límite Líquido



fuentes: Elaborado por el autor.

Para el ensayo se mezcla el agua con el material que se pasó por el tamiz n° 200 para luego poner esta mezcla en la copa de Casgrande enrazando y después pasar el ranurador por el centro haciendo una ranura para luego tratar de juntar la ranura mediante el número de golpes, donde el rango de golpes es de 25 a 35 golpes; de 20 a 30 golpes y de 15 a 25 golpes.

Figura27

Ensayo de límite Líquido



fuentes: Elaborado por el autor.

Luego se tomó una parte de la muestra para llenar en un recipiente pequeño y pesar en la balanza para ser llevado al horno eléctrico de 110 °c durante 24 horas, después de sacar las muestras del horno se pesó todo esto se realizó para determinar el contenido de humedad. Con los datos obtenidos de contenido de humedad y número de golpes se dibuja la gráfica, para determinar cuál es el límite líquido a los 25 golpes.

Figura28

Muestras del Límite Líquido



fuelle: Elaborado por el autor.

Para realizar el ensayo del límite plástico se tomó 20 gramos de la muestra del límite líquido, de los 20 gramos de muestra se tomó unos 2 gramos para moldearlo en forma elipsoide sobre una lámina de vidrio dándole forma cilíndrica teniendo un diámetro uniforme de 3.2 mm hasta que se mostró el agrietamiento.

Figura29

Ensayo de Límite Plástico



fuelle: Elaborado por el autor.

Luego se procedió a llenar las muestras en los recipientes pequeños para ser pesados y llevarlos al horno eléctrico a una temperatura de 110 °c por un tiempo de 24 horas, después de sacar las muestras del horno se pesaron y con estos datos se obtuvo el contenido de agua, el límite plástico se determinó haciendo el promedio de los resultados de humedades del ensayo.

Figura30

Muestra del Límite Plástico



fuentes: Elaborado por el autor.

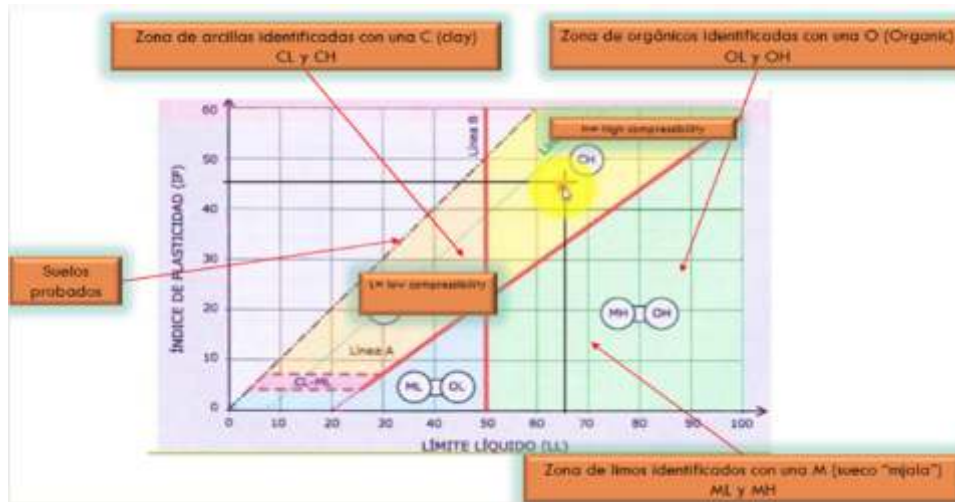
Con los datos de límite líquido y plástico se obtuvo el resultado del índice de plasticidad, el índice plástico y el límite líquido son datos para la clasificación de Sucs.

Clasificación de Sucs ASTM D 2487

Para la clasificación de Sucs primero se analizó el porcentaje que paso por el tamiz n° 200 donde el porcentaje que paso fue de 33.9% con este resultado se puede ver que el porcentaje que paso es menor al 50% por lo tanto se puede decir que es un suelo que pertenece a un suelo grueso, cómo la muestra pertenece a un suelo grueso se analizó el porcentaje que pasa por el tamiz n° 4 donde el porcentaje pasante es de 74% es mayor del 50% por lo que pertenece a las arenas, y cómo el porcentaje de finos es mayor al 12% por que el porcentaje que pasa el tamiz 200 es 33.9% se analizó con el límite plástico e índice de plasticidad.

Figura31

Clasificación de Sucrs con el (LL vs IP)



<http://www.plataformadigitaldi.ugto>.

3.8.3. Desarrollo del objetivo 03

Determinar las propiedades mecánicas con el uso de la savia de agave en suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz – 2022.

Para el desarrollo del objetivo 03 se realizarán los ensayos de carácter mecánico que son los siguientes ensayos: Ensayo de compactación Proctor Estandar ASTM D, Ensayo CBR ASTM D 1983. Para realizar estos ensayos primero se realizarán los ensayos de carácter físico donde se conocerán las propiedades físicas del suelo. En el ensayo Proctor Modificado se obtuvo la densidad seca y el óptimo contenido de humedad con los porcentajes de 60; 80; y 100 de la savia de agave, con estos datos obtenidos se realizó el ensayo de CBR.

Ensayo de compactación Proctor Modificado

Los materiales usados para el ensayo son los siguientes: molde de 6" de diámetro con su respectivo pisón o martillo, tamiz de 3/8" a n° 4, bandeja grande, espátula, probeta para medir el agua, balanza, horno eléctrico.

Para realizar el ensayo primero se identificó el método a utilizar, con la ayuda de los resultados de granulometría se identificó el método "B" donde especifica lo siguiente:

el método se emplea si el 20% o menos es retenido en el tamiz 3/8" y mayor al 20% es retenido en el tamiz n°4, cumplió con los requisitos del método "B" por lo tanto el ensayo se realizó con el material que para el tamiz de 3/8" a n° 4.

Figura32

Tamizado de material para el ensayo Proctor Modificado



fuelle: Elaborado por el autor.

Después de tamizar el material se procedió a pesar, donde se consideró para cada molde la cantidad de 5 kg de material haciendo un total de 80 kg para los 16 moldes, donde se usaron 4 moldes por cada porcentaje incluido el patrón. La cantidad de agua se consideró en función del peso del material en este caso 5kg por molde, para el patrón se utilizó las siguientes cantidades de agua: para el molde 01 la cantidad de agua fue de 90ml que es el 3% de los 5kg del material, para el molde 02 la cantidad de agua fue de 150ml que es el 5% de los 5kg del material, para el molde 03 la cantidad de agua fue de 210ml que es el 7% de los 5kg del material, para el molde 04 la cantidad de agua fue de 270ml que es el 9% de los 5kg del material.

Figura33

Ensayo Proctor Modificado para el patrón



fuelle: Elaborado por el autor.

para el 60% de sustitución del agua por savia de agave se utilizó las siguientes cantidades de agua y savia: para el molde 01 la cantidad de agua fe de 36ml y la cantidad de la savia de agave fe de 54 ml la suma de ambos dio un total de 90 ml que es el 3% de los 5kg del material, para el molde 02 la cantidad de agua fe de 60 ml y la cantidad de la savia de agave fe de 90 ml la suma de ambos dio un total de 150 ml que es el 5% de los 5kg del material, para el molde 03 la cantidad de agua fe de 84 ml y la cantidad de la savia de agave fe de 126 ml la suma de ambos dio un total de 210 ml que es el 7% de los 5kg del material, para el molde 04 la cantidad de agua fe de 108 ml y la cantidad de la savia de agave fe de 162 ml la suma de ambos dio un total de 270 ml que es el 9% de los 5kg del material.

Figura34

Ensayo de Proctor Modificado para el 60% de la savia de agave



fuelle: Elaborado por el autor.

para el 80% de sustitución del agua por savia de agave se utilizó las siguientes cantidades de agua y savia: para el molde 01 la cantidad de agua fe de 20 ml y la cantidad de la savia de agave fe de 70 ml la suma de ambos dio un total de 90 ml que es el 3% de los 5kg del material, para el molde 02 la cantidad de agua fe de 30 ml y la cantidad de la savia de agave fe de 120 ml la suma de ambos dio un total de 150 ml que es el 5% de los 5kg del material, para el molde 03 la cantidad de agua fe de 42 ml y la cantidad de la savia de agave fe de 168 ml la suma de ambos dio un total de 210 ml que es el 7% de los 5kg del material. para el molde 04 la cantidad de agua fe de 50 ml y la cantidad de la savia de agave fe de 220 ml la suma de ambos dio un total de 270 ml que es el 9% de los 5kg del material.

Figura35

Ensayo Proctor Modificado para el 80 de la savia de agave



fuentes: Elaborado por el autor.

para el 100% de sustitución del agua por savia de agave se utilizó las siguientes cantidades de savia: para el molde 01 la cantidad de savia fe de 150 ml que es el 5% de los 5kg del material, para el molde 02 la cantidad de savia fe de 210 ml que es el 7% de los 5kg del material, para el molde 03 la cantidad de savia fe de 270 ml que es el 9% de los 5kg del material, para el molde 04 la cantidad de agua fe de 330 ml que es el 11% de los 5kg del material.

Figura36

Ensayo Proctor Modificado para el 100% de agave



fuelle: Elaborado por el autor.

Luego se procedió con el mezclado del material con el agua y la savia de agave para cada uno de las combinaciones en los porcentajes de 60%, 80% ,100% de sustitución del agua por savia de agave y también se hizo la mezcla para el patrón combinando el material con el agua. se pudo observar que la savia de agave en menor cantidad que el agua humedece más rápido a la muestra de suelo.

Figura37

Mezclado del material con el agua y savia de agave



fuelle: Elaborado por el autor.

Se procedió con la compactación aplicando 25 golpes por cada capa, el número de capas fue cinco.

El procedimiento se realizó para cada uno de las muestras para lo cual se utilizó el molde para compactación de 6" con su respectivo pisón.

Figura38

Compactación para Proctor Modificado



fuentes: Elaborado por el autor.

Se procedió con el desmoldado de la parte superior del molde luego para ser pesado la muestra húmeda más el molde después se ingresó al horno eléctrico a 110°C durante 24 horas, una vez seco la muestra se volvió a pesar el molde más suelo seco la resta de suelo húmedo y seco dio el porcentaje de agua, se calculó el porcentaje de humedad con los datos de peso suelo húmedo menos peso de suelo seco todo eso dividido entre el peso seco y multiplicado por 100, para el cálculo de la densidad seca se calculó con los datos de densidad seca y porcentaje de humedad, con estos datos de porcentajes de humedad y densidad seca se dibujó la gráfica de donde se obtuvo la densidad seca y el porcentaje óptimo de humedad para cada uno de los porcentajes de 60%, 80%, 100% de sustitución del agua por savia de agave y también para el patrón.

Figura39

Desmoldado y pesado de la muestra



fuentes: Elaborado por el autor.

Ensayo CBR ASTM D 1883 California Bearing Ratio (Relación de Soporte de California)

El objetivo del ensayo fue determinar la relación de soporte CBR, el CBR se utilizó para evaluar la capacidad de soporte del suelo para sub rasante del jirón Francisco. Para el ensayo anteriormente se determinó la humedad óptima y densidad seca con el ensayo de Proctor Modificado. La muestra que se utilizó tuvo las mismas características que la muestra de Proctor Modificado es decir que se usó el material que pasó el tamiz de 3/8" a n° 4, se preparó 5 kg de muestra por cada molde, en total se usó 60 kg de muestra para los 12 moldes.

Los materiales y equipos que se usaron fueron los siguientes: Prensa parecido al que se usa para el ensayo de compresión esta se utiliza para forzar la penetración del pistón en el espécimen, molde cilíndrico de metal de 1524 mm de diámetro interior y 1778 mm de altura, disco espaciador circular de 1508 mm de diámetro y 6137mm de espesor, pistón para compactación, aparato para medir la expansión, pesas, pistón de penetración, dial con recorrido de 25 mm, horno eléctrico de 110 \pm 5°C, Balanza, tamices 3/8" a n° 4.

Figura40

Materiales y equipos para el ensayo de CRB

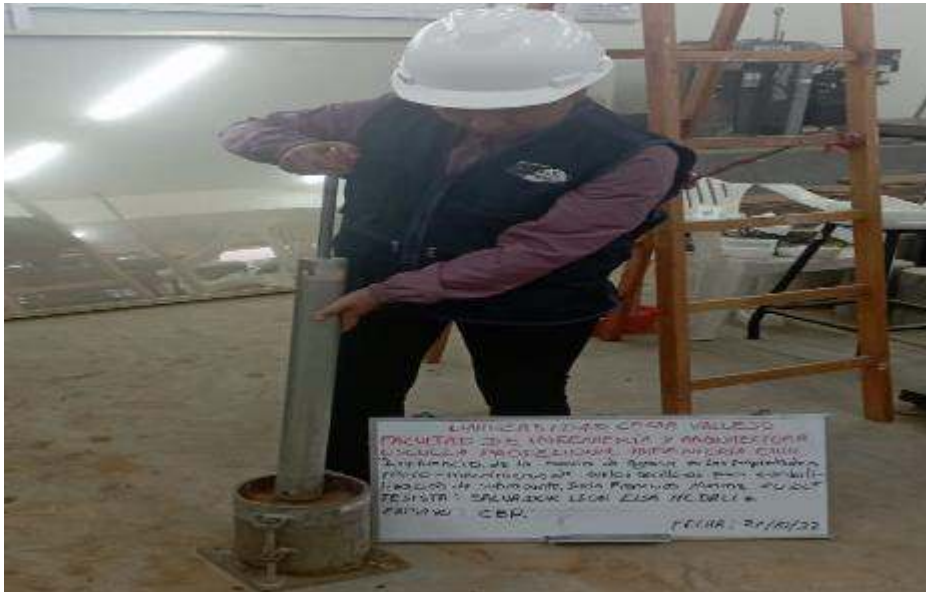


fuelle: Elaborado por el autor.

Para realizar el procedimiento del ensayo se conoció la humedad natural del suelo que en este caso fue cero por que la muestra se llevó al horno un día antes, se le añadió la cantidad de agua de acuerdo a la humedad óptima que resulto en el ensayo de Proctor Modificado, para el patrón la humedad óptima fue de 11.64%, para el porcentaje 60% de sustitución del agua por savia de agave la humedad óptima fue de 8.41%, para el porcentaje 80% de sustitución del agua por savia de agave la humedad óptima fue de 8.59%, para el porcentaje 60% de sustitución del agua por savia de agave la humedad óptima fue de 9.32%. Para realizar la prueba se utilizaron tres moldes por cada porcentaje del aditivo natural que son de 60%, 80%, 100% de savia de agave incluido el patrón que hacen un total de 12 moldes. Luego se compactó el espécimen de cada molde con una dinámica de 56 golpes por cada capa el número de capas fue 5, también se repitió la dinámica para los 25 golpes y 12 golpes. Terminando la compactación se quitó el collarín y se enrasó el espécimen. Se desmoldó el molde y se volvió a montar invertido sin el disco espaciador colocando el papel filtro entre la base y molde.

Figura41

Compactación de espécimen para CBR



fuentes: Elaborado por el autor

Para la inmersión sobre el espécimen invertido se coloca la placa perforando con un vástago y sobre ella los anillos como sobrecarga. Luego se tomó la primera lectura para medir el linchamiento anotando la fecha y hora. Se procedió a sumergir en agua los moldes con la sobrecarga colocado dejando acceso al agua por la parte superior e inferior del espécimen por un periodo de 96 horas por tratarse de una muestra de suelo arcilloso.

Figura42

Especimen sumergido en agua por 96 horas para ensayo CBR



fuentes: Elaborado por el autor.

Al terminar el tiempo de inmersión se volvió a medir el hinchamiento. Luego del tiempo de haber sumergido los moldes se sacó para escurrir durante 15 minutos, se procede retirando la sobrecarga y la placa perforada de inmediato se pesó y se realizó la penetración.

Figura43

Pesado del espécimen después del tiempo de sumergido



fuelle: Elaborado por el autor.

Se procedió con la penetración con una velocidad uniforme de 1,27 mm (0.05") por minuto, así mismo se fe anotando los diales, finalmente se desmoldó y se sacó una muestra de la parte de penetración para determinar su humedad.

Figura44

Ensayo de penetración CBR



fuelle: Elaborado por el autor.

3.8.4. Desarrollo del objetivo 04

Determinar el costo de la investigación “influencia de la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz – 2022”.

Para determinar el costo de la investigación se realizaron los metrados según las partidas que corresponden para la estabilización de sub rasante de 150 m del jirón Francisco, así mismo se analizó los costos para luego determinar el costo del patrón y con los porcentajes de sustitución y finalmente hacer las comparaciones con respecto al patrón y ver cuál es el más favorable para cumplir con la calidad y costo mínimo.

IV. RESULTADOS

Objetivo 1

Determinar el procedimiento de la obtención de la savia de agave en la ciudad de Huaraz.

Realizando el procedimiento de obtención de la savia de agave se obtuvo 8 litros de savia.

Rango. Límite y método empleado en el ensayo

Tabla10

Rango. Límite y método empleado en el ensayo

Determinación o parámetro	Rango especificado	límite de detección	Método empleado
Calcio	No especifica	No aplica	USAQ-ME-04 AAS
Cloro	No especifica	No aplica	NTP 311.091
Hierro	No especifica	No aplica	USAQ-ME-04 AAS
pH	No especifica	No aplica	APHA 4500 HB
Potasio	No especifica	No aplica	USAQ-ME-04 AAS
Zinc	No especifica	No aplica	USAQ-ME-04 AAS

fuelle: Elaborado por el autor.

Tabla11

Resultado del ensayo químico

Código de lab.	Determinación o parámetro	Referencia y/o codificación del cliente	Valor obtenido	Unidad
218	Cloro	PLANTA DE AGAVE	0.021	%
	Potacio	PLANTA DE AGAVE	0.200	%
	Calcio	PLANTA DE AGAVE	0.120	%
	Hierro	PLANTA DE AGAVE	0.005	%
	Zinc	PLANTA DE AGAVE	0.004	%
	pH	PLANTA DE AGAVE	6.8	
	Peso específico	PLANTA DE AGAVE	1.004	gr/cm3

fuelle: Elaborado por el autor.

Interpretación

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis químico, se puede ver que tiene bajos porcentajes de hierro y zinc, mientras que para el cloro potasio y calcio tiene un porcentaje considerable, el pH del agave es de 6.8 en comparación con el agua que es de pH 7 se puede decir que el pH del agave es ácido porque es menor que el neutro pH 7, ya que el pH es la medida de acidez que indica la cantidad de iones de hidrógeno presentes en una solución o sustancia, el peso específico del agave es de 1.004 gr/cm³.

Objetivo 2

Determinar las propiedades físicas con el uso de la savia de agave en suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz – 2022.

Clasificación según SUCS Y AASHTO. Para determinar la clasificación de suelos según los métodos mencionados se realizó los ensayos de granulometría, contenido de humedad, límite líquido y plástico, con estos datos se obtuvo la clasificación de suelos según SUCS Y AASHTO.

Clasificación SUCS: Para esta clasificación se tomó los datos de granulometría de acuerdo al porcentaje de material que pasó el tamiz n° 4 al n° 200, también se utilizaron los datos resultantes de límite líquido límite plástico e índice de plasticidad.

Clasificación AASHTO: Se utilizó la granulometría para ello se usó la muestra que pasaron el tamiz n° 10, n° 40 y n° 200; se utilizó también el resultado del límite líquido (LL), límite plástico (LP), índice de plasticidad (IP) y el índice de grupo (IG). Para conocer el índice de grupo se utilizan los valores de LL, LP y el porcentaje que pasa el tamiz n° 200.

Tabla12*Resumen de la clasificación SUCS y AASHTO*

CALICATA	C-01	C-02	C-03
Profundidad	1.50 m	1.50 m	1.50 m
Progresiva (m)	0 + 50	0 + 100	0 + 150
Tamiz n° 4	70.2	69.39	68.01
Tamiz n° 10	63.1	62.13	60.35
Tamiz n° 40	48.2	46.73	44.16
Tamiz n° 200	33.9	31.92	30.62
Límite Líquido	28.35	28.28	28.39
Límite Plástico	15.59	15.57	16.03
Índice de Plasticidad	12.76	12.71	12.36
SUCS	SC	SC	SC
AASHTO	A-2-6(0)	A-2-6(0)	A-2-6(0)

fuente: Elaborado por el autor.

Interpretación

Según los resultados de la clasificación SUCS se realizó para las calicatas C-01, C-02, C-03, los porcentajes que pasaron el tamiz n° 200 son menores a lamitad de la muestra de suelo; donde C-01 es el suelo más deficiente con valores de LL= 28.39, LP=15.59 y IP=12.76 por lo tanto es un suelo de arena arcillosa (SC). Para la clasificación AASHTO de igual manera se realizó para las tres calicatas C-01, C-02, C-03, se evaluaron los porcentajes que pasan por los tamices n° 10, n° 4, n° 200; los límites líquido y plástico e índice de plasticidad; índice de grupo (IG); el resultado es un suelo de arena arcillosa A-2-6 (0).

Límites de Atterberg. El ensayo se realizó de acuerdo a la norma AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318, tanto para el patrón cómo para los porcentajes de sustitución del agua por la savia de agave en 60%, 80% y 100%.

Tabla13

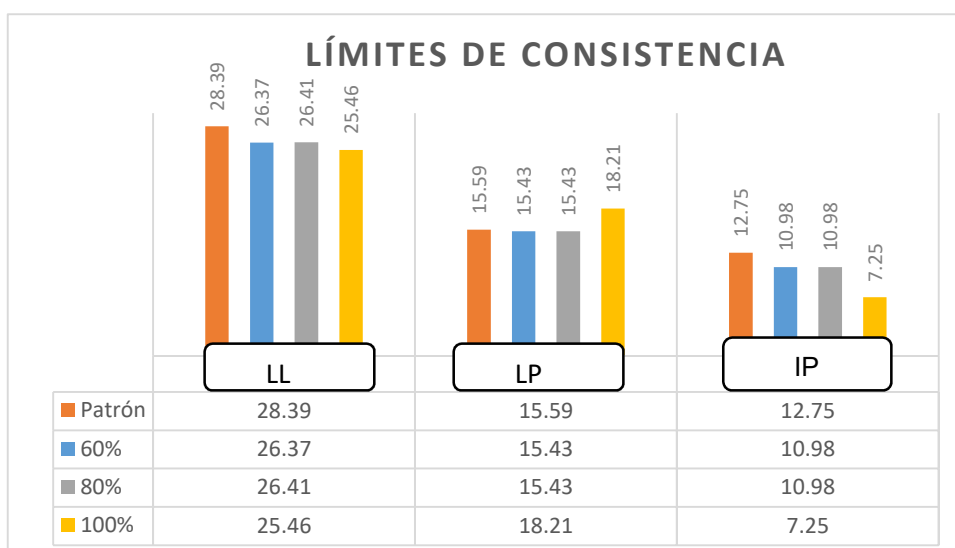
Límites de consistencia

Descripción	LL	LP	IP
C-01	28.39	15.59	12.75
C-02	28.28	15.57	12.71
C-03	28.35	16.03	12.36
sustitución del agua por savia de agave en C-01			
60%	26.37	15.43	10.94
80%	26.41	15.43	10.98
100%	25.46	18.21	7.25

fuelle: *Elaborado por el autor.*

Figura45

Comparación de límites de consistencia del patrón y los porcentajes de sustitución



fuelle: *Elaborado por el autor.*

Interpretación

De acuerdo a la tabla 8 y la figura 45 se puede observar que los resultados del patrón de la calicata 01 son: LL= 28.39, LP= 15.59, IP= 12.75. Para el 60% de sustitución del agua por savia de agave los resultados son: LL= 26.37, LP= 15.43, IP= 10.98. Para el 80% de sustitución del agua por savia de agave los resultados son: LL= 26.41, LP= 15.43, IP= 10.98. Para el 100% de sustitución del agua por savia de agave los resultados son: LL= 25.46, LP= 18.21, IP= 7.25. Se puede ver que con los porcentajes de sustitución con savia de agave los valores de límites de consistencia bajan.

Prueba de normalidad para la contrastación de hipótesis

Tabla14

Análisis estadístico para límites de consistencia

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	8.49	3	2.83	1.18	0.026	4.07
Dentro de los grupos	19.22	8	2.40			
Total	27.70	11				

fuelle: Elaborado por el autor.

Regla de discusión:

Si el valor (probabilidad) $P \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis nula y se define que hay diferencias en al menos un grupo con 95% de confiabilidad.

Si el valor (probabilidad) $P > 0.05$ se acepta la hipótesis nula se define que los grupos son iguales con 95% de confiabilidad.

conclusión

De acuerdo a la prueba estadística con el análisis de varianza el nivel de significancia es de 0.05, en la prueba estadística realizada el resultado de probabilidad es de 0.026 y es menor al nivel de significancia por lo tanto los grupos de límites del patrón y los límites con porcentajes de sustitución son diferentes en al menos un grupo con el 95% de confiabilidad.

Objetivo 3

Determinar las propiedades mecánicas con el uso de la savia de agave en suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz – 2022.

Ensayo de Proctor Modificado. Para el ensayo se usó la norma ASTM D-698 AASHTO –T-180-D, el ensayo se realizó para el patrón y los porcentajes de sustitución del agua por el aditivo natural que es la savia de agave en los porcentajes de 60%, 80%, 100%; en total se hicieron cuatro muestras para cada

porcentaje de sustitución más el patrón, cómo resultado se tiene las humedades óptimas y las densidades secas para cada porcentaje y el patrón.

Para el patrón 0% de sustitución de la savia de agave se tiene los siguientes resultados:

M-1 densidad seca 1.73 gr/cc y porcentaje de humedad de 7.8%

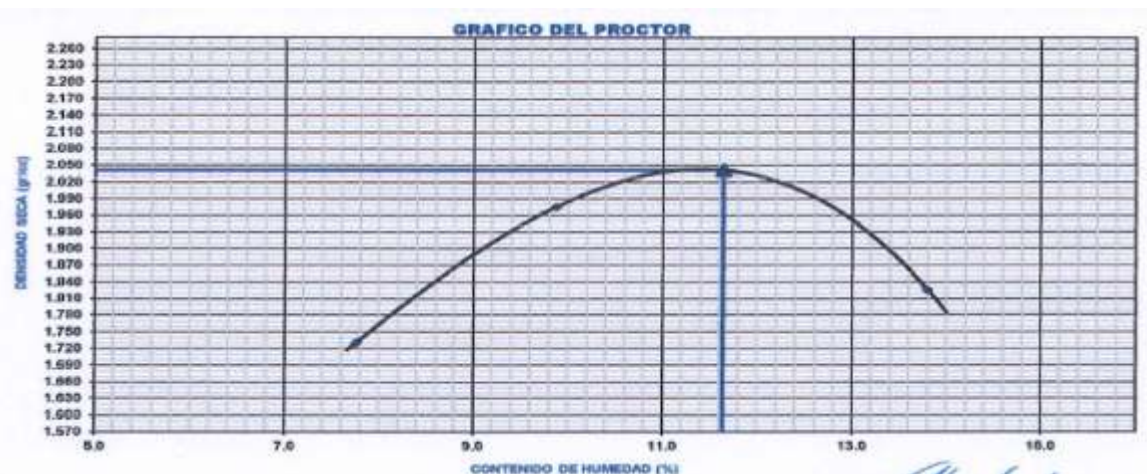
M-2 densidad seca 1.97 gr/cc y porcentaje de humedad de 9.9%

M-3 densidad seca 2.04 gr/cc y porcentaje de humedad de 11.6%

M-4 densidad seca 1.83 gr/cc y porcentaje de humedad de 13.8%

Figura46

Compactación del suelo para el patrón



fuente: Elaborado por el autor.

Densidad máxima seca = 2.041 gr/cc

Humedad óptima = 11.64%

Para 60% de sustitución del agua por la savia de agave se tiene los siguientes resultados:

M-1 densidad seca 1.83 gr/cc y porcentaje de humedad de 5.02%

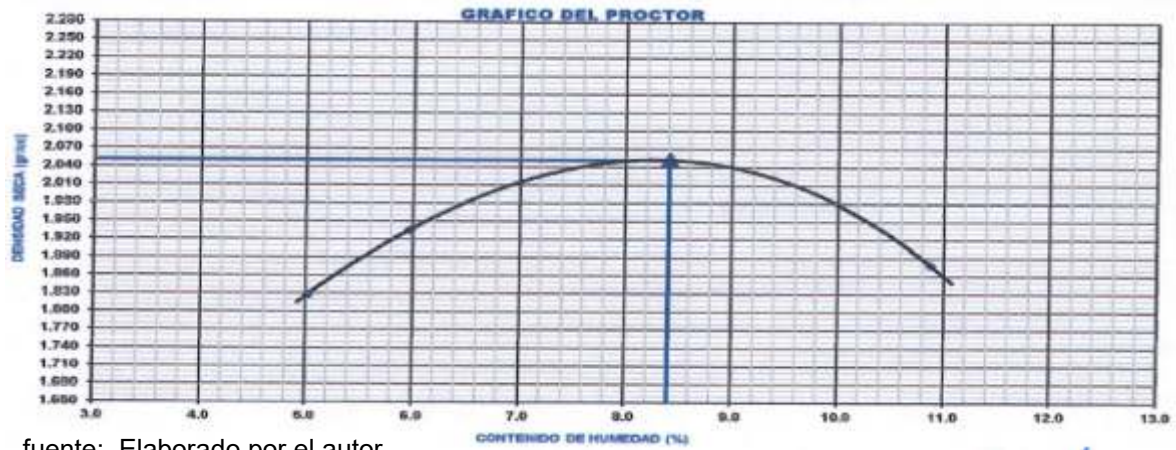
M-2 densidad seca 1.94 gr/cc y porcentaje de humedad de 5.97%

M-3 densidad seca 2.05 gr/cc y porcentaje de humedad de 8.41%

M-4 densidad seca 1.89 gr/cc y porcentaje de humedad de 10.88%

Figura47

Compactación de suelo para el 60% de savia de agave



fuelle: Elaborado por el autor.

Densidad máxima seca = 2.052 gr/cc

Humedad óptima = 8.41%

Para el 80% de sustitución del agua por la savia de agave se tiene los siguientes resultados:

M-1 densidad seca 1.88 gr/cc y porcentaje de humedad de 6.04%

M-2 densidad seca 2.05 gr/cc y porcentaje de humedad de 7.40%

M-3 densidad seca 2.10 gr/cc y porcentaje de humedad de 8.59%

M-4 densidad seca 1.97 gr/cc y porcentaje de humedad de 10.93%

Figura48

Compactación del suelo para el 80% de savia de agave



fuelle: Elaborado por el autor.

Densidad máxima seca = 2.098 gr/cc

Humedad óptima = 8.59%

Para el 100% de sustitución del agua por la savia de agave se tiene los siguientes resultados:

M-1 densidad seca 1.74 gr/cc y porcentaje de humedad de 6.57%

M-2 densidad seca 2.03 gr/cc y porcentaje de humedad de 8.69%

M-3 densidad seca 2.05 gr/cc y porcentaje de humedad de 9.32%

M-4 densidad seca 1.85 gr/cc y porcentaje de humedad de 11.85%

Figura49

Compactación del suelo para el 100% de savia de agave



fuelle: Elaborado por el autor.

Densidad máxima seca = 2.049 gr/cc

Humedad óptima = 9.32%

Comparaciones de la densidad seca máxima y la humedad óptima del patrón con los porcentajes de sustitución del agua por savia de agave al 60%, 80%, y 100%. Para hacer las comparaciones se utilizó los datos de cada uno de las humedades óptimas y densidades secas máximas del patrón y de las respectivas sustituciones del aditivo natural en este caso se trata de la savia de agave.

Tabla15

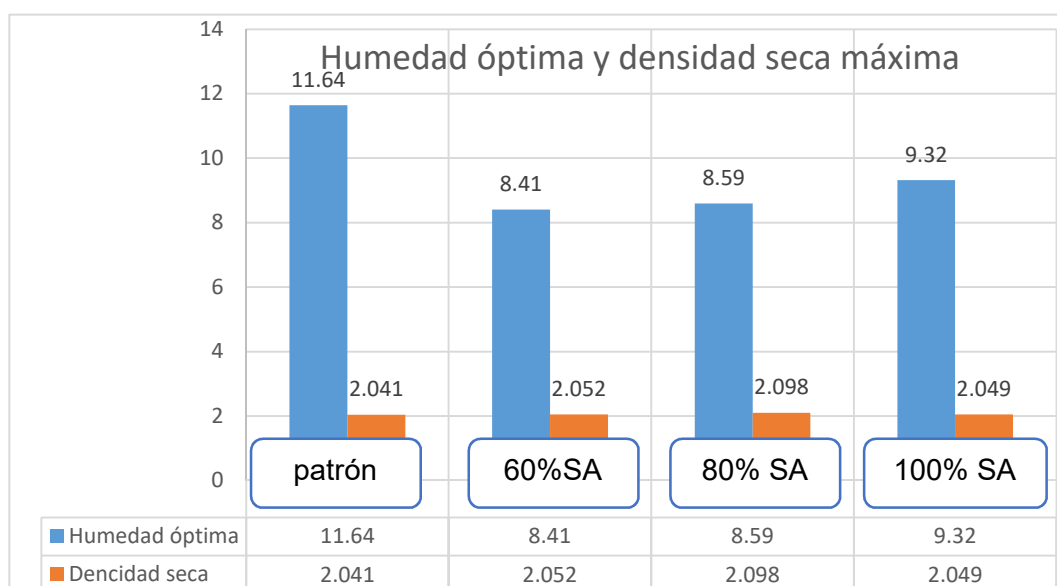
Resultados de densidad seca máxima y humedad óptima

Muestra de suelo	profundidad (m)	contenido de humedad óptimo (%)	Máxima densidad seca (gr/cc)
Patrón C-01	1.50 m	11.64%	2.041
P + 60% SA	1.50 m	8.41%	2.052
P + 80% SA	1.50 m	8.59%	2.098
P + 100% SA	1.50 m	9.32%	2.049

fuelle: Elaborado por el autor.

Figura50

Humedad óptima y densidad seca máxima



fuelle: Elaborado por el autor.

Interpretación

Los resultados para el patrón son la humedad óptima es de 11.64% y la densidad seca máxima es de 2.041, respecto al P+60%AS la humedad óptima es de 8.41% y la densidad seca máxima es de 2.052, respecto al P+80%AS la humedad óptima es de 8.59% y la densidad seca máxima es de 2.098, respecto al P+60%AS la humedad óptima es de 9.32% y la densidad seca máxima es de 2.049, las humedades óptimas varían en caso de las densidades secas máximas su variación es menor, se observa que para el patrón se utilizó mayor cantidad de agua para su compactación que para la sustitución de los porcentajes.

Prueba de normalidad para la contrastación de hipótesis

Tabla16

Análisis estadístico para humedad óptima del patrón y los porcentajes de sustitución

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	23.06	3	7.69	1.38	0.30	3.49
Dentro de los grupos	66.96	12	5.58			
Total	90.02	15				

fuelle: Elaborado por el autor.

Regla de discusión:

Si el valor (probabilidad) $P \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis nula y se define que hay diferencias en al menos un grupo con 95% de confiabilidad.

Si el valor (probabilidad) $P > 0.05$ se acepta la hipótesis nula se define que los grupos son iguales con 95% de confiabilidad.

Conclusión

De acuerdo a la prueba estadística con el análisis de varianza el nivel de significancia es de 0.05, en la prueba estadística realizada el resultado de probabilidad es de 0.30 y es mayor al nivel de significancia por lo tanto los grupos de humedades del patrón y las humedades con porcentajes de sustitución son iguales con el 95% de confiabilidad.

Ensayo CBR (Relación de Soporte California)

El ensayo se realizó de acuerdo a la norma ASTM D-1983, AASHTO T-193, para el patrón y para los porcentajes de sustitución del agua por savia de agave al 60%, 80%, y 100%, el objetivo del ensayo fue determinar los resultados de CBR para el patrón y los porcentajes de adición para luego hacer las comparaciones de resultados con respecto al patrón.

Resultados de penetración CBR del patrón.

Figura51

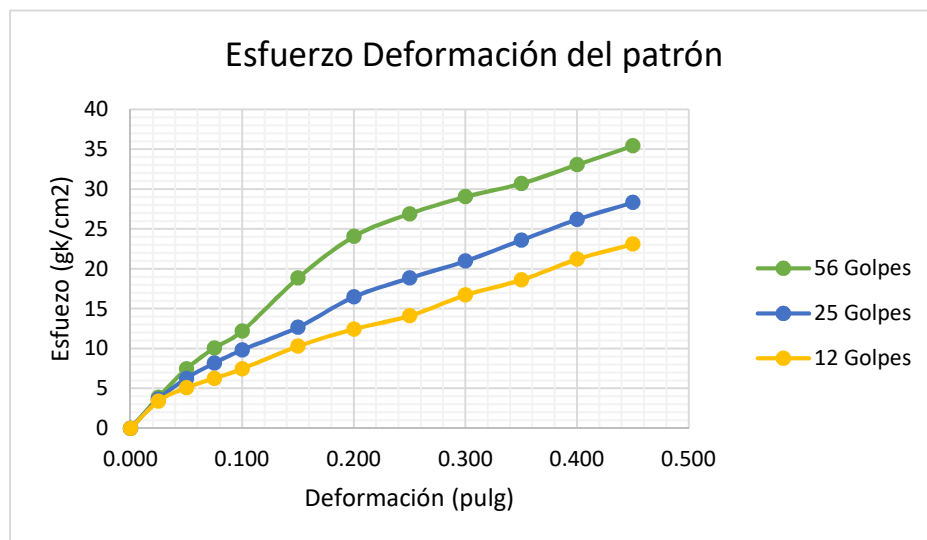
Resultado de penetración de CBR para el patrón

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3					
		Lectura		Carga Ensayo		CBR %	Lectura		Carga Ensayo		CBR %	Lectura		Carga Ensayo	
		Dial (div)	kg	kg/cm2	Dial (div)		kg	kg/cm2	Dial (div)	kg		kg/cm2			
0.000		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00			
0.252		17	82.4	4.26		18	77.8	4.82		15	73.3	3.78			
0.500		32	150.3	7.77		27	127.7	6.60		22	105.0	5.43			
0.752		43	200.1	10.34		35	163.9	8.47		27	127.7	6.60			
1.000	70.00	52	240.9	12.44	17.78	44	204.7	10.57	15.10	32	160.3	7.77	11.09		
1.500		81	417.5	21.57		54	240.9	12.91		44	204.7	10.57			
2.000	106	100	458.2	23.87	22.55	85	390.3	20.16	19.20	68	313.3	18.19	15.42		
2.500		114	521.6	26.98		90	412.9	21.33		75	345.0	17.83			
3.000		123	582.3	29.05		99	453.7	23.44		81	372.2	19.23			
3.937		130	594.0	30.69		110	503.6	26.01		89	408.4	21.10			
5.000		140	639.3	33.03		121	553.3	28.58		100	458.2	23.67			

fuentes: Elaborado por el autor.

Figura52

Gráfica de esfuerzo deformación del patrón



fuentes: Elaborado por el autor.

Interpretación

De acuerdo a la figura 52 se puede ver el esfuerzo deformación del patrón donde se observa que las curvas van creciendo de acuerdo al número de golpes, a mayor cantidad de golpes los valores de la curva son mayores. De la figura 51 se observa los resultados de CBR que son los siguientes:

A los 12 golpes de 1" el CBR es de 11.09 y el de 2" el CBR es de 15.42, a los 25 golpes de 1" el CBR es de 15.10 y el de 2" el CBR es de 19.20, a los 56 golpes de 1" el CBR es de 17.78 y el de 2" el CBR es de 22.55.

Resultados de penetración CBR del 60% de sustitución:

Figura53

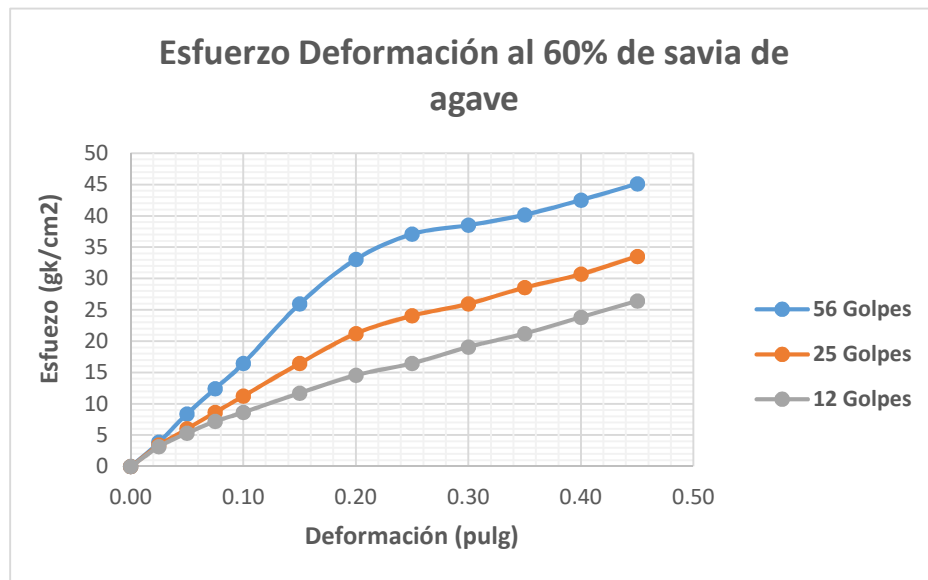
Resultado de penetración de CBR para el 60% de sustitución

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3					
		Lectura Dial (div)	Carga Ensayo		CBR %	Lectura Dial (div)	Carga Ensayo		CBR %	Lectura Dial (div)	Carga Ensayo		CBR %
			kg	kg/cm2			kg	kg/cm2			kg	kg/cm2	
0.000		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00	
0.252		17	82.4	4.20		15	73.3	3.79		14	68.8	3.55	
0.500		36	168.4	8.70		20	123.1	6.36		23	109.6	5.66	
0.752		53	245.4	12.68		37	173.0	8.94		31	145.8	7.63	
1.000	70.00	70	322.4	16.66	23.70	40	222.8	11.51	16.44	33	154.8	8.00	11.43
1.500		110	503.5	26.01		70	322.4	16.66		50	231.0	11.99	
2.000	105	125	571.4	29.52	28.11	90	412.9	21.33	20.32	60	313.3	16.19	15.42
2.500		140	639.3	33.03		102	467.3	24.14		75	345.0	17.83	
3.000		180	729.8	37.71		110	503.5	26.01		85	394.8	20.40	
3.937		170	775.1	40.04		121	553.3	28.58		95	435.6	22.50	
5.000		190	820.3	42.38		130	594.0	30.69		106	485.4	25.08	

fuelle: Elaborado por el autor.

Figura54

Gráfica de esfuerzo deformación para el 60% de sustitución



fuelle: Elaborado por el autor.

Interpretación

De acuerdo a la figura 54 se puede ver el esfuerzo deformación del patrón donde se observar que las curvas van creciendo de acuerdo al número de golpes, a mayor cantidad de golpes los valores de la curva aumentan.

De la figura 53 se observa los resultados de CBR que son los siguiente: A los 12 golpes de 1" el CBR es de 11.43 y el de 2" el CBR es de 15.42, a los 25 golpes de 1" el CBR es de 16.44 y el de 2" el CBR es de 20.32, a los 56 golpes de 1" el CBR es de 23.79 y el de 2" el CBR es de 28.11.

Resultados de penetración CBR del 80% de sustitución:

Figura55

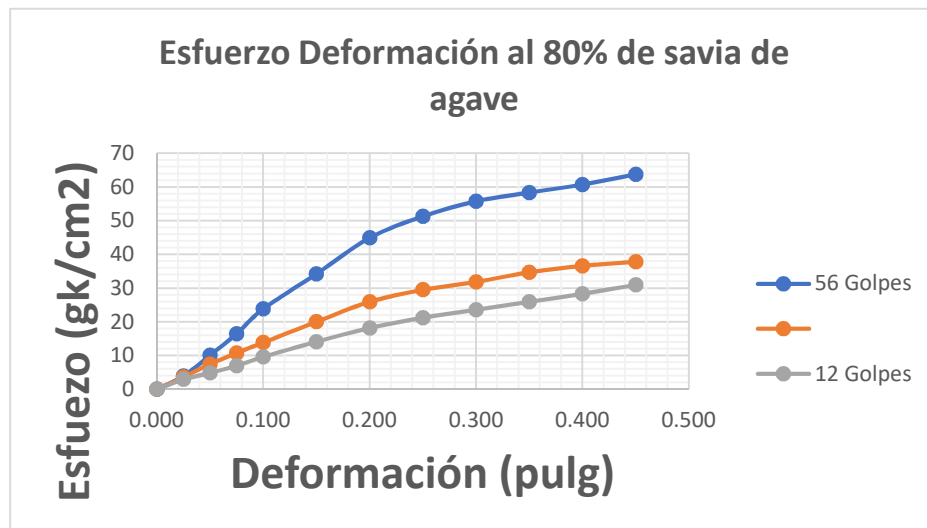
Resultados de penetración de CBR al 80% de sustitución

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		Lectura Dial (div)	Carga Ensayo		CBR %	Lectura Dial (div)	Carga Ensayo		CBR %	Lectura Dial (div)	Carga Ensayo		CBR %
			kg	kg/cm2			kg	kg/cm2			kg	kg/cm2	
0.000		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00	
0.252		17	82.4	4.26		16	77.8	4.02		13	64.3	3.32	
0.500		47	218.2	11.27		24	114.1	5.89		21	100.5	5.19	
0.752		70	322.4	16.68		46	213.7	11.04		30	141.3	7.30	
1.000	70.00	111	508.0	26.26	37.49	50	272.6	14.08	20.12	41	191.1	9.87	14.10
1.500		145	681.9	34.20		85	390.3	20.16		60	277.1	14.32	
2.000	105	190	865.6	44.72	42.59	110	503.5	26.01	24.77	84	365.8	19.93	18.90
2.500		217	987.8	51.03		125	571.4	28.52		90	412.9	21.33	
3.000		236	1073.8	55.47		135	616.7	31.88		100	458.2	23.67	
3.937		247	1123.5	58.05		147	671.0	34.67		110	503.5	26.01	
5.000		257	1168.0	60.38		155	707.2	36.54		120	548.6	28.35	

fuentes: Elaborado por el autor.

Figura56

Gráfica de esfuerzo deformación para el 80% de sustitución.



fuentes: Elaborado por el autor.

Interpretación

De acuerdo a la figura 56 se puede ver el esfuerzo deformación del patrón donde se observa que las curvas van creciendo de acuerdo al número de golpes, a mayor cantidad de golpes los valores de la curva aumentan. De la figura 55 se observa los resultados de CBR que son los siguiente: A los 12 golpes de 1" el CBR es de 14.10 y el de 2" el CBR es de 18.98, a los 25 golpes de 1" el CBR es de 20.12 y el de 2" el CBR es de 24.77, a los 56 golpes de 1" el CBR es de 37.49 y el de 2" el CBR es de 42.59.

Resultados de penetración CBR del 80% de sustitución:

Figura57

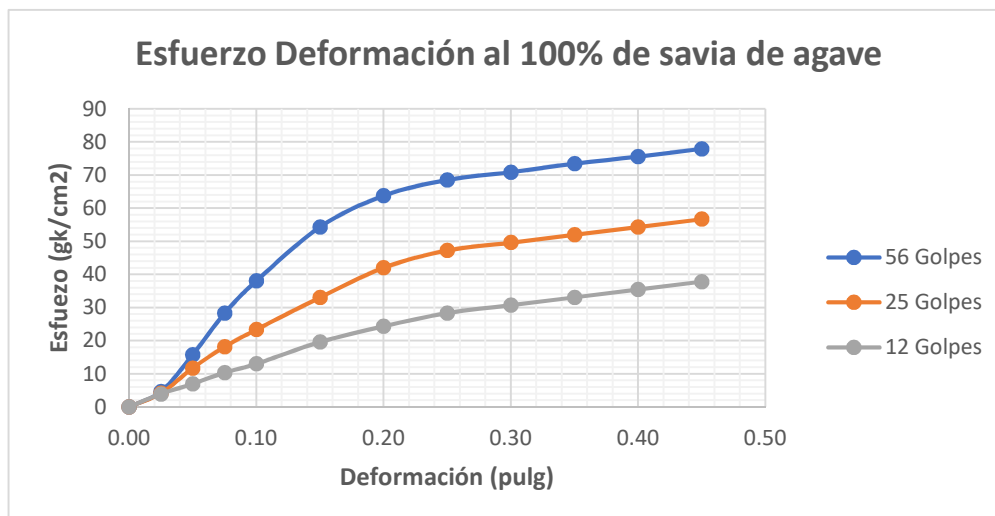
Resultado de penetración de CBR al 100% de sustitución.

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		Lectura		Carga Ensayo		Lectura		Carga Ensayo		Lectura		Carga Ensayo	
		Dial (div)	kg	kg/cm2	CBR %	Dial (div)	kg	kg/cm2	CBR %	Dial (div)	kg	kg/cm2	CBR %
0.000		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00	
0.252		20	96.0	4.97		18	85.9	4.49		17	82.4	4.26	
0.500		67	306.9	15.95		50	231.8	11.99		30	141.3	7.30	
0.752		120	548.8	28.35		77	354.1	18.29		44	204.7	10.57	
1.000	70.00	161	734.4	37.94	54.20	99	453.7	23.44	33.48	58	268.0	13.85	19.78
1.500		230	1046.6	54.07		140	639.3	33.03		73	336.0	17.36	
2.000	105	270	1227.6	63.42	80.40	178	811.3	41.81	38.92	115	526.1	27.18	25.89
2.500		290	1318.1	68.10		200	910.9	47.06		130	594.0	30.89	
3.000		300	1383.3	70.43		210	956.1	48.40		140	639.3	33.03	
3.937		311	1413.1	73.01		220	1001.4	51.73		150	684.6	35.37	
5.000		320	1453.8	75.11		230	1046.6	54.07		160	729.6	37.71	

fuelle: Elaborado por el autor.

Figura58

Gráfica de esfuerzo deformación para el 100% de sustitución.



fuelle: Elaborado por el autor.

Interpretación

De acuerdo a la figura 58 se puede ver el esfuerzo deformación del patrón donde se observa que las curvas van creciendo de acuerdo al número de golpes, a mayor cantidad de golpes los valores de la curva aumentan. De la figura 57 se observa los resultados de CBR que son los siguiente: A los 12 golpes de 1" el CBR es de 19.78 y el de 2" el CBR es de 25.89, a los 25 golpes de 1" el CBR es de 33.48 y el de 2" el CBR es de 39.92, a los 56 golpes de 1" el CBR es de 54.20 y el de 2" el CBR es de 60.40.

Comparación de resultados de CBR con respecto al patrón. En la siguiente tabla se muestra los resultados del CBR al 100% y al 95%, donde se pueden hacer las comparaciones de resultado respecto al patrón.

Tabla17

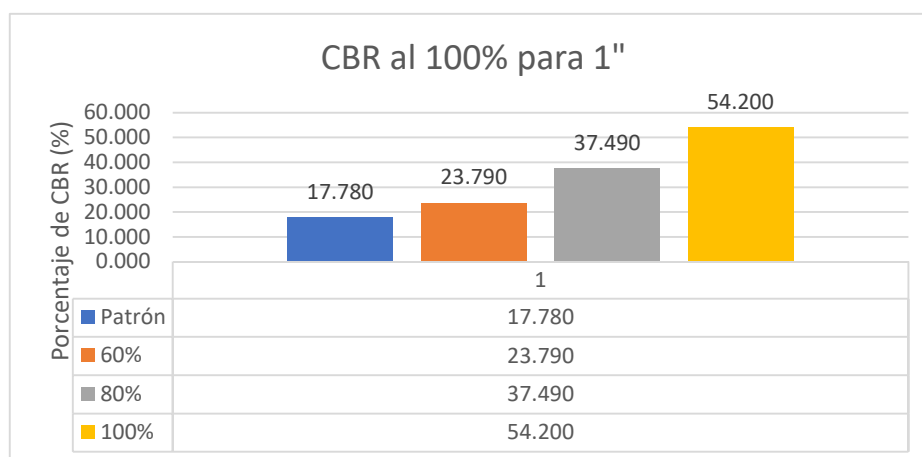
Tabla de comparación de resultados de CBR

DESCRIPCIÓN	PATRÓN C-1	P+60% SA	P+80% SA	P+100% SA
Max. Densidad seca	2.041	2.052	2.098	2.049
Expansión (%)	1.820	1.910	2.170	2.340
CBR al 100% 1"	17.780	23.790	37.490	54.200
CBR al 100% 2"	22.550	28.110	42.590	60.400
CBR al 95% 1"	11.800	18.770	23.910	38.800
CBR al 95% 2"	16.000	22.850	28.200	45.050

fuelle: Elaborado por el autor.

Figura59

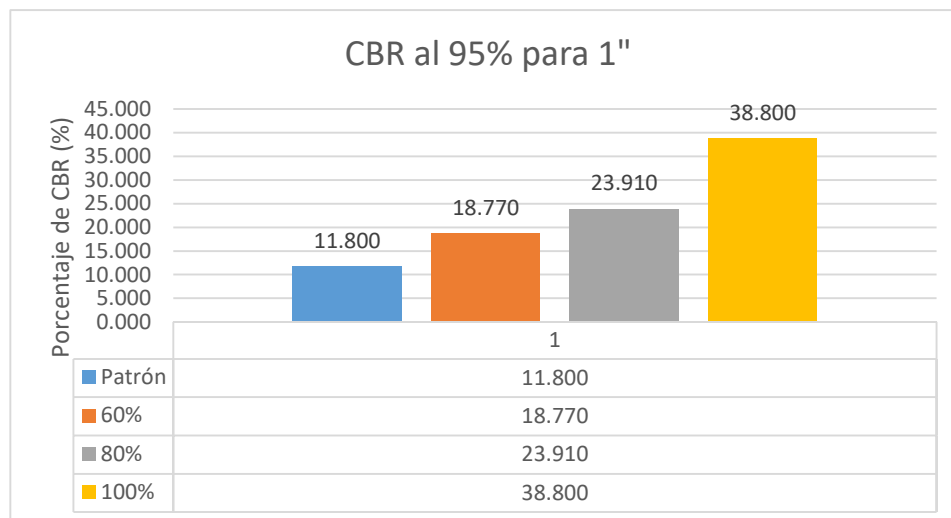
Comparación de CBR al 100% para 1" respecto al patrón



fuelle: Elaborado por el autor.

Figura 60

Comparación de CBR al 95% para 1" respecto al patrón



fuentes: Elaborado por el autor

Interpretación

De acuerdo a la tabla 17 y a la figura 59 el patrón con CBR al 100% de 1" muestra un resultado de 17.78% según el MTC corresponde a una categoría de sub rasante buena. para el 60% de sustitución del agua por savia de agave tiene un resultado de 23.79% que corresponde a una sub rasante muy buena comparando con el patrón ha mejorado aumentando un 6.01% de CBR. para el 80% de sustitución del agua por savia de agave tiene un resultado de 37.49% que corresponde a una sub rasante excelente comparando con el patrón ha mejorado aumentando un 19.71% de CBR. para el 100% de sustitución del agua por savia de agave tiene un resultado de 54.2% que corresponde a una sub rasante excelente comparando con el patrón ha mejorado aumentando un 36.42% de CBR.

De acuerdo a la tabla 17 y la figura 60 el patrón con CBR al 95% de 1" muestra un resultado de 11.80% según el MTC corresponde a una categoría de sub rasante buena. para el 60% de sustitución del agua por savia de agave tiene un resultado de 18.77% que corresponde a una sub rasante buena comparando con el patrón ha mejorado aumentando un 6.97% de CBR. para el 80% de sustitución del agua por savia de agave tiene un resultado de 23.91% que corresponde a una sub rasante muy buena comparando con el patrón ha mejorado aumentando un 12.11% de CBR.

para el 100% de sustitución del agua por savia de agave tiene un resultado de 38.8% que corresponde a una sub rasante excelente comparando con el patrón ha mejorado aumentando un 27% de CBR.

Tabla18

Categoría de sub rasante para los porcentajes de sustitución según MTC para CBR al 95%

Categoría de sub rasante según MTC 2014	
Muestra	Categoría de sub rasante según el manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos: Sección suelos y pavimentos.
M-01 PATRÓN	Sub rasante buena
M-02 SAVIA DE AGAVE AL 60%	Sub rasante buena
M-03 SAVIA DE AGAVE AL 80%	Sub rasante muy buena
M-03 SAVIA DE AGAVE AL 100%	Sub rasante excelente

fuelle: Elaborado por el autor.

Prueba de normalidad para la contrastación de hipótesis

Tabla19

Análisis estadístico de CBR del patrón y los porcentajes de sustitución

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3532.762	4	883.190	82.645	0.000	5.192
Dentro de los grupos	53.433	5	10.687			
Total	3586.194	9				

fuelle: Elaborado por el autor.

Regla de discusión:

Si el valor (probabilidad) $P \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis nula y se define que hay diferencias en al menos un grupo con 95% de confiabilidad.

Si el valor (probabilidad) $P > 0.05$ se acepta la hipótesis nula se define que los grupos son iguales con 95% de confiabilidad.

Conclusión

De acuerdo a la prueba estadística con el análisis de varianza el nivel de significancia es de 0.05, en la prueba estadística realizada el resultado de probabilidad es de 0.000 y es menor al nivel de significancia por lo tanto los grupos de CBR del patrón y CBR con porcentajes de sustitución en al menos un grupo existen diferencias con el 95% de confiabilidad.

Objetivo 4

Determinar el costo de la investigación “influencia de la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz – 2022”.

Para determinar el costo de la investigación se hizo un análisis de costos del patrón que es un presupuesto con material de préstamo, para los porcentajes de sustitución del agua por savia de agave en los porcentajes de 60%, 80%, 100% el presupuesto se realizó con material propio.

Tabla20

Presupuesto con material de préstamo y con porcentajes de sustitución con material propio

Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
Presupuesto con material de préstamo				65367.39
Obras provicionales				
Cartel de obra (3.00 x 3.00)	und	1.00	670.03	670.03
Movilización desmovilización de equipo y maquinaria	glb	1.00	10500.00	10500.00
Obras preliminares				
Limpieza manual de terreno	m2	675.00	0.30	202.50
Trazo y replanteo topográfico	km	0.15	850.00	127.50
Movimiento de tierra				
Corte de material suelto	m3	1012.50	3.52	3564.00
Mejoramiento de sub rasante con material de préstamo	m3	337.50	109.54	36969.75

Conformación de base	m3	101.25	5.07	513.34
Pavimento				
Rígido	m3	101.25	30.32	3069.90
Transporte				
Transporte de material excedente de 150 m a mas	m3	1518.75	6.42	9750.38
Presupuesto con 60% de savia de agave con material propio				30415.14
Obras provicionales				
Cartel de obra (3.00 x 3.00)	und	1.00	670.03	670.03
Movilización desmovilización de equipo y maquinaria	glb	1.00	10500.00	10500.00
Obras preliminares				
Limpieza manual de terreno	m2	675.00	0.30	202.50
Trazo y replanteo topográfico	km	0.15	850.00	127.50
Movimiento de tierra				
Corte de material suelto	m3	1012.50	3.52	3564.00
Mejoramiento de sub rasante con 60% de savia de agave	m3	337.50	25.00	8437.50
Conformación de base	m3	101.25	5.07	513.34
Pavimento				
Rígido	m3	101.25	30.32	3069.90
Transporte				
Transporte de material excedente de 150 m a mas	m3	518.75	6.42	3330.38
Presupuesto con 80% de savia de agave con material propio				31090.14
Obras provicionales				

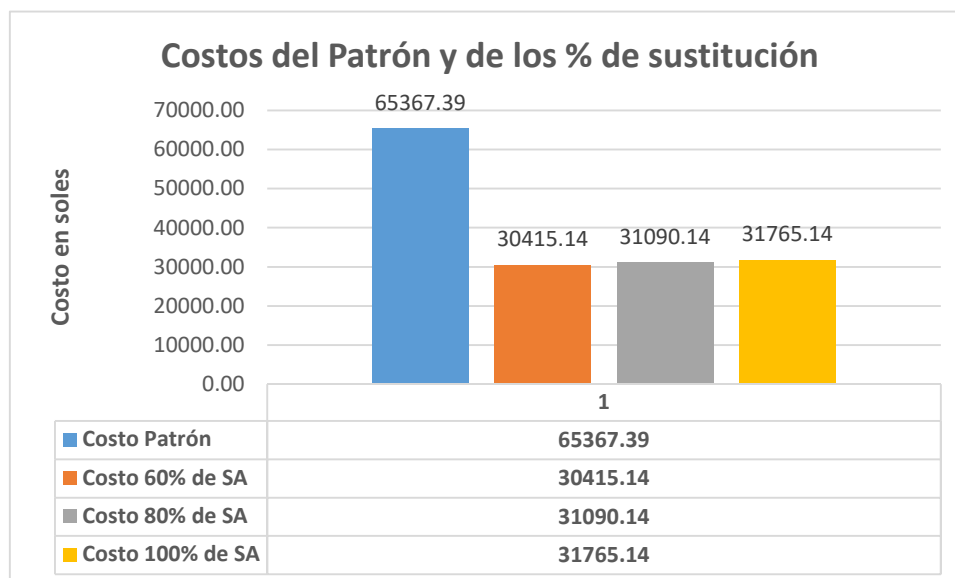
Cartel de obra (3.00 x 3.00)	und	1.00	670.03	670.03
Movilización desmovilización de equipo y maquinaria	glb	1.00	10500.00	10500.00
Obras preliminares				
Limpieza manual de terreno	m2	675.00	0.30	202.50
Trazo y replanteo topográfico	km	0.15	850.00	127.50
Movimiento de tierra				
Corte de material suelto	m3	1012.50	3.52	3564.00
Mejoramiento de sub rasante con 80% de savia de agave	m3	337.50	27.00	9112.50
Conformación de base	m3	101.25	5.07	513.34
Pavimento				
Rígido	m3	101.25	30.32	3069.90
Transporte				
Transporte de material excedente de 150 m a mas	m3	518.75	6.42	3330.38
Presupuesto con 100% de savia de agave con material propio				31765.14
Obras provicionales				
Cartel de obra (3.00 x 3.00)	und	1.00	670.03	670.03
Movilización desmovilización de equipo y maquinaria	glb	1.00	10500.00	10500.00
Obras preliminares				
Limpieza manual de terreno	m2	675.00	0.30	202.50
Trazo y replanteo topográfico	km	0.15	850.00	127.50
Movimiento de tierra				
Corte de material suelto	m3	1012.50	3.52	3564.00

Mejoramiento de sub rasante con 100% de savia de agave	m3	337.50	29.00	9787.50
Conformación de base	m3	101.25	5.07	513.34
Pavimento				
Rígido	m3	101.25	30.32	3069.90
Transporte				
Transporte de material excedente de 150 m a mas	m3	518.75	6.42	3330.38

fuelle: Elaborado por el autor.

Figura61

Comparación de costos del patrón y los porcentajes de sustitución



fuelle: Elaborado por el autor.

Interpretación

En la tabla 19 se muestra los presupuestos del jirón Francisco que tiene 150 ml para mejorar la sub rasante, en caso del presupuesto con material de préstamo que es para el patrón sin sustitución de la savia de agave tiene cómo presupuesto un monto de 65367.39.

Para el caso del 60% se sustitución del agua por savia de agave para mejoramiento de sub rasante con material propio se tiene un presupuesto 30415.14 en comparación con el presupuesto de mejoramiento de sub rasante con material de

préstamo es mucho menor la diferencia es de 34952.25. Para el caso del 80% se sustitución del agua por savia de agave para mejoramiento de sub rasante con material propio se tiene un presupuesto 31090.14 en comparación con el presupuesto de mejoramiento de sub rasante con material de préstamo es mucho menor la diferencia es de 34277.25. Para el caso del 100% se sustitución del agua por savia de agave para mejoramiento de sub rasante con material propio se tiene un presupuesto 31765.14 en comparación con el presupuesto de mejoramiento de sub rasante con material de préstamo es mucho menor la diferencia es de 33277.25.

Para el 100% de sustitución del agua por savia de agave según el resultado de CBR corresponden a un suelo excelente que supera el 30% de CBR, analizando los costos el costo es favorable para el mejoramiento de sub rasante es con el uso del 100% de sustitución del agua por savia de agave.

Prueba de normalidad para la contrastación de hipótesis

Tabla21

Análisis estadístico del costo para patrón y los porcentajes de sustitución

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2692062376	4	673015594.1	2.98	0.13	5.19
Dentro de los grupos	1127738205	5	225547641			
Total	3819800581	9				

fuelle: Elaborado por el autor.

Regla de discusión:

Si el valor (probabilidad) $P \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis nula y se define que hay diferencias en al menos un grupo con 95% de confiabilidad.

Si el valor (probabilidad) $P > 0.05$ se acepta la hipótesis nula se define que los grupos son iguales con 95% de confiabilidad.

Conclusión

De acuerdo a la prueba estadística con el análisis de varianza el nivel de significancia es de 0.05, en la prueba estadística realizada el resultado de probabilidad es de 0.13 y es mayor al nivel de significancia por lo tanto los grupos de costo del patrón y costos con porcentajes de sustitución se acepta la hipótesis nula se define que los grupos son iguales con 95% de confiabilidad.

V. DISCUSIÓN

Las limitaciones de la investigación son que la savia de agave no se puede utilizar en porcentajes mayores al 20% en caso del concreto ya que la resistencia a compresión baja.

Respecto a las implicancias se puede manifestar que el uso de la savia agave van a dar cómo consecuencia un gran aporte a la ingeniería civil en lo que es la estabilización de suelos dado que va a permitir mejorar el suelo sin utilizar material de préstamo por lo que el costo de estabilización del suelo será favorable.

Respecto al ensayo químico que se realizó en la presente investigación se determinó el pH de 6.8 del agave, 0.021% de cloro, 0.2% de potasio, 0.12% de calcio, 0.005% de hierro, 0.004% de Zinc, 1.004 gr/cm³ de peso específico. Comparando con los resultados de la investigación de Huaman y Reaño (2021), en este caso utilizó el cactus san pedro echinopsis obteniendo un peso específico de 1.011 ge/cm³ se puede observar que los pesos específicos son diferentes ya que son diferente plantas utilizadas en las investigaciones.

Para la clasificación de suelos se utilizó la clasificación SUCS Y AASHTO. Según los resultados de la clasificación SUCS el tipo de suelo resultó arena arcillosa (SC) para las calicatas C-01, C-02, C-03, donde C-01 es el suelo más deficiente con valores de LL= 28.39, LP=15.59 y IP=12.76. Para la clasificación AASHTO de igual manera se realizó para las tres calicatas C-01, C-02, C-03, se evaluaron los porcentajes que pasan por los tamices n° 10, n° 4, n° 200; los límites líquido y plástico e índice de plasticidad; índice de grupo (IG); el resultado es un suelo de arena arcillosa A-2-6 (0).

Corroborando con Huaman y Reaño (2021) que también utilizo el método SUCS y ASSHTO para la clasificación de suelos, cómo resultado según SUCS tuvo un suelo MH limo elástico y para la clasificación ASSHTO A-7-5(20) arcilla y limo plástico.

En cuanto a los límites de consistencia se realizaron para el patrón y para los porcentajes de sustitución, resultados del patrón de la calicata 01 son: LL= 28.39, LP= 15.59, IP= 12.75. Para el 60% de sustitución del agua por savia de agave los resultados son: LL= 26.37, LP= 15.43, IP= 10.98. Para el 80% de

sustitución del agua por savia de agave los resultados son: LL= 26.41, LP= 15.43, IP= 10.98. Para el 60% de sustitución del agua por savia de agave los resultados son: LL= 26.46, LP= 18.21, IP= 7.25. Se puede ver que con los porcentajes de sustitución con savia de agave los valores de límites de consistencia bajan con respecto al patrón. Comparando con la investigación de Campos (2022), donde realizó los límites de consistencia para el patrón y los porcentajes de 25%, 35%, 45% de mucílago de penca de nopal, obteniendo el índice de plasticidad (IP) para el patrón de 5; para el porcentaje de adición del 25% de nopal IP=5; para el porcentaje de adición del 35% de nopal IP=4; para el porcentaje de adición del 45% de nopal IP=3, se puede ver que también los límites de consistencia bajan con respecto al patrón al igual que en la investigación. Comparando con la investigación de Huaman y Reaño (2021), también hizo las comparaciones para el patrón y para los porcentajes de 30%, 60%, 90% de mucilago de cactus san pedro donde obtuvo los siguientes resultados: IP para el patrón = 36.05, IP para 30% de mucilago de cactus san pedro = 27.84, IP para 60% de mucilago de cactus san pedro = 28.84, IP para 90% de mucilago de cactus san pedro = 30.87, comparando con respecto al patrón los límites de consistencia son menores, se puede ver que al realizar los límites de consistencia con la savia de agave, penca de nopal y cactus san pedro bajan con respecto al patrón.

En el ensayo de Proctor Modificado la mayor densidad seca es para el porcentaje de sustitución de 80% de savia de agave con resultado de máxima densidad seca de 2.098 gr/cm³ y humedad optima de 8.59%. Comparando con los resultados de Huaman y Reaño (2021), donde realizó los procedimientos respectivos para el ensayo Proctor y resultó una mayor densidad seca con el porcentaje de 60% de sustitución de cactus san pedro con una densidad seca de 1.54 gr/cm³ y humedad optima de 27.71%, se puede ver que hay similitudes en ambas investigaciones ya que al sustituir la savia de agave y cactus san pedro contribuyen con la densidad seca del suelo en comparación con los patrones y los demás porcentajes de sustitución.

Para el ensayo de **CBR al 100%** realizado con el porcentaje de sustitución del agua por 80% de savia de agave el resultado es de 37.49% lo

cual según el MTC corresponde a una sub rasante excelente, ya que el CBR del patrón fe de 17.78% correspondiendo a una sub rasante buena y se puede ver que mejoró por lo que el 80% de sustitución de savia de agave contribuye con la resistencia del suelo aumentando la capacidad portante. Para el ensayo de **CBR al 95%** realizado con el porcentaje de sustitución del agua por 100% de savia de agave el resultado es de 38.8% lo cual según el MTC corresponde a una sub rasante excelente, ya que el CBR del patrón fe de 11.80% correspondiendo a una sub rasante buena y se puede ver que mejoró por lo que el 100% de sustitución de savia de agave contribuye con la resistencia del suelo aumentando la capacidad portante. Comparando con la investigación de Huaman y Reaño (2021) se encuentran similitudes ya que a mayor porcentaje de sustitución obtuvo un mayor CBR al 95%, en este caso para el 90% de sustitución de mucilago de cactus san pedro obtuvo un CBR de 7.45% que según el MTC corresponde a una sub rasante regular con respecto al patrón mejoró ya que el CBR fe de 2.18%, se puede ver que contribuyo con la mejora de la sub rasante. Comparando con la investigación de Campos (2022) se encuentran similitudes ya que a mayor porcentaje de sustitución obtuvo un mayor CBR al 95%, en este caso para el 40% de sustitución mucilago del nopal obtuvo un CBR de 12% que según el MTC corresponde a una sub rasante buena con respecto al patrón mejoró ya que el CBR fe de 6.20% que corresponde a una sub rasante regular, se puede ver que contribuyo con la mejora de la sub rasante.

Se puede observar que para la investigación se tiene un CBR de 38.8% comparando con Campos que tiene un CBR de 12%, Huaman y Reaño obtuvieron un CBR de 7.45%, la presente investigación tiene un mejor resultado.

En cuanto al costo del presupuesto se demuestra que la mejora de sub rasante con el porcentaje de sustitución de 100% de savia de agave contribuye con la reducción del costo del jirón Francisco ahorrando 48.59% resulta que es una alternativa razonable y económica.

Comparando con la investigación de Espinosa y Velásquez (2018) se encuentra similitudes en cuanto el costo por m³ para mejorar sub rasante en este caso utilizó ceniza de caña de azúcar, el costo por m³ es de 26.68 soles y el costo de la presente investigación para mejorar la sub rasante del jirón

Francisco con 100% de sustitución del agua por savia de agave es de 29 soles por m³, comparando las dos investigaciones los costos por m³ son similares.

VI. CONCLUSIONES

Se concluye que la savia de agave se puede utilizar como sustituyente del agua en porcentajes representativas para este caso el 100% resulta favorable para mejorar la sub rasante del suelo, ya que a mayor porcentaje de savia de agave se obtiene un mejor resultado.

Respectos a los ensayos realizados se determinó las características físico-mecánicas del suelo de la calicata C-01 como grupo de control, donde se concluye que C-01 es el suelo más deficiente con valores de $LL= 28.39$, $LP=15.59$ y $IP=12.76$ por lo tanto es un suelo de arena arcillosa (SC) según la clasificación SUCS. Para la clasificación AASHTO se evaluaron los porcentajes que pasan por los tamices n° 10, n° 4, n° 200; los límites líquido y plástico e índice de plasticidad; índice de grupo (IG); el resultado es un suelo de arena arcillosa A-2-6 (0). La densidad máxima seca es de 2.041 gr/cm^3 y una humedad óptima de 11.64% con un CBR al 95% de 11.8.

Para el ensayo de Proctor el grupo de control es la calicata C-01 se concluye que el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca con la sustitución del agua por savia de agave para el grupo experimental 1 con porcentaje de 60% de savia de agave alcanzó una máxima densidad seca de 2.052 gr/cm^3 y una humedad óptima de 8.41%, para el grupo experimental 2 con porcentaje de 80% de savia de agave alcanzó una máxima densidad seca de 2.098 gr/cm^3 y una humedad óptima de 8.59%, para el grupo experimental 3 con porcentaje de 100% de savia de agave alcanzó una máxima densidad seca de 2.049 gr/cm^3 y una humedad óptima de 9.32%.

Los resultados demuestran que la máxima densidad seca se encuentra en el grupo experimental 2 donde corresponde al porcentaje de 80% de sustitución del agua por savia de agave que es mayor que la densidad seca del patrón C-01 que llega a 2.041 gr/cm^3 con humedad óptima de 11.64%. se demuestra que las propiedades mecánicas mejoran a través de la compactación y se determinó que el óptimo porcentaje de sustitución corresponde al grupo experimental 2 con el porcentaje de 80% de savia de agave.

Respecto al CBR para C-01 como grupo de control se concluye que el suelo arena arcillosa logró estabilizarse con sustitución del agua por savia de

agave, para el grupo experimental 1 con el 60% de sustitución del agua por savia de agave en relación con la densidad seca y el óptimo contenido de humedad se obtuvo un CBR al 95% de 18.77%, para el grupo experimental 2 con el 80% de sustitución del agua por savia de agave en relación con la densidad seca y el óptimo contenido de humedad se obtuvo un CBR al 95% de 23.91%, para el grupo experimental 3 con el 100% de sustitución del agua por savia de agave en relación con la densidad seca y el óptimo contenido de humedad se obtuvo un CBR al 95% de 38.8%, en este caso el mejor resultado de CBR es el grupo experimental 3 con porcentaje de sustitución de 100% de savia de agave ya que resulta económico y también favorable para mejorar la sub rasante del jirón Francisco en comparación con el patrón C-01 que tiene un CBR de 11.8% y un costo elevado para su estabilización con material de préstamo.

Se concluye que el uso de la savia de agave contribuye con el costo para los 150 m del mejoramiento del sub rasante del jirón Francisco con un costo de 31765.14 soles, con respecto al mejoramiento de sub rasante con material de préstamo que tiene un costo de 65367.39 soles, por lo que representa un ahorro de 48.59%.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar investigaciones con porcentajes menores al 60%, 80%, y 100% de sustitución de savia de agave ya que estos porcentajes dieron muy buenos resultados, pero al utilizar menores porcentajes se tendrían menores costos y puede ser que también contribuyan con el mejoramiento de sub rasante.

Se recomienda realizar otras investigaciones con otras variedades de agave cómo el agave verde o penca verde, también se recomienda realizar las investigaciones en otros tipos de suelo cómo suelos de arcillas y limos.

Se recomienda el uso de la savia de agave en campo, ya que de acuerdo a los resultados se puede comprobar que su uso es factible técnica y económicamente, mejorando la sub rasante para suelos de arena arcillosa.

Se recomienda hacer investigaciones con savia de agave para suelos arcillosos en cimentaciones superficiales realizando el ensayo de corte directo.

Se recomienda el uso de la savia de agave para estabilización de suelos y también usarlo cómo objeto de investigación para otros temas de ingeniería.

REFERENCIAS

1. **CASTILLO, I.** *Efecto de NanoSio₂ sobre los límites de consistencia en arcillas de exLago de Texcoco.* México : s.n., 2019.
2. **Campos Martinez, Jason Brajam.** *Adición del mucílogo de penca del nopal para estabilizar el suelo en el jorón Manco Cápac, Pilcomayo, Huancayo, 2022.* Huancayo : s.n., 2022.
3. **Camargo Vasquez, Stiwart y Duran Vergara, Juan Sebastian.** *Evaluación de las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos de baja plasticidad mediante el uso del cemento para capa de rodadura en vías terciarias.* Cartagena de Indias : s.n., 2018.
4. **López Martínez, Marco Antonio.** *Mejoramamiento de las propiedades físico mecánicas de los suelos arenosos del sector de Pomasqui para cimentaciones superficiales y contrapisos, mediante el uso de cemento tipo mh.* Quito : Tesis, 2017.
5. **Cañar Tiviano, Edwin Santiago.** *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de los suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón.* Ecuador : Tesis, 2017.
6. **Benites Zapata, Verónica.** *Adobe estabilizado con extracto de cabuya (furcraea andina).* Piura : tesis, 2017.
7. **Aquiño Bobadilla, Berkeley Marino y Condor, Espinoza Orlando.** *Efecto de adición porcentual de extracto de maguey y estiercol de vaca en la elaboración de adobe, Huanchac, Huaraz, 2021".* Huaraz : Tesis, 2021.
8. **Huamán Roca, Jesús y Reaño Quispe, Marco Antonio.** *Efecto del mucilago de cactus San pedro Echinopsis Pachanoi, en estabilización de suelos, caso: carretera Huilcarpay, 2021.* Lima : tesis, 2021.
9. **Campos Martinez, Jason Brajam.** *Adición del mucílogo de penca del nopal para eatabilizar el suelo en el jirón Manco Cápac, Pilcomayo, Huancayo, 2022.* Lima : tesis, 2022.
10. **Peñaranda Quito, Anyelly Carmen.** *Resistencia a compresión y abración del adobe compactado con sustitución del agua por goma de tuna en porcentajes de 5%, 10%, y 15%, Haraz-Ancash.* Huaraz : s.n., 2018.
11. **Espinoza Chuquino, Alexis Euler y Velásquez Pérez, Jhonatan Julián.** *Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azucar en el tramo de Pinar-Marian, Distrito de Independencia 2018.* Huaraz : s.n., 2018.
12. **Cavana Valverde, Marco Antonio.** *"MEJORAMIENTO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE (CBR) AL ADICIONAR EL ESTABILIZANTE QUÍMICO CAL A LA SUB –RASANTE DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE BAJOTRÁNSITO PARIA – WILCAHUAIN, HUARAZ, 2017".* Huaraz : s.n., 2017.
13. *Stability of slopes in residual soils.* **Laurence, Wesley.** 2011.

14. **López Daza, Ximena del pilar y Torbisco Ascue, Dasarella Bheatriz.** *Aprovechamiento de la fibra de cabuya para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de la mezcla tradicional de adobe en una unidad de albañilería en el distrito de Abancay, departamento de Apurímac. lima : s.n., 2020.*
15. *Estabilización química de suelos - materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión).* **Rivera, Jhonatathan F., y otros.** 2022.
16. *Artículo de revisión científica.* **Estudiante , De Ingeniería Civil.** 2020.
17. **Crespo Villalaz, Carlos.** *Mecanica de suelos y cimentaciones.* México : *Limusa Noriega Editores,* 1980.
18. **Hodgson, J.** *Muestra y descripción de suelos.* Barcelona : s.n., 1987. págs. 18-23. Vol. 8.
19. **Ballarte Moreno, José Victor Alfredo y Capcha Hernandez, Paulo Sergio.** *Mejoramiento de las propiedades mecánicas de las arenas con fines de cimentación superficial utilizando cal y cenizas de hojas de caña de azucar.* 2018.
20. **Dal - Re, R.** *Caminos rurales proyectos y construcción .* España : *Mundi prensa,* 2001.
21. **Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos.** Lima : s.n., 2014.
22. **Blanco, Lorena M. y Muñoz, Alberto Roy.** *Pulpeo de Cabuya (Furcraea cabuya).* Junio de 1991.
23. **Baldeón Cajo, José Enrique.** *Estudio de retención de materiales pasados en aguas sintéticas (preparadas en laboratorio) utilizando cómo lecho filtrante la fibra de cabuya furcraea andina cómo alternativa de biorremediación.* 2013.
24. **Crespo villalaz.** *Mecánica de suelos y cimentaciones.* México : México, 1980. pág. 18.
25. **NORMA E.050.** *Reglamento nacional de construcciones suelos y cimentaciones.* Lima. Lima : s.n.
26. **civilgeeks.com ingeniería y construcción.** [En línea] <https://civilgeeks.com/2011/04/18/ensayo-astm-d-4318-84-en-espanol/>.
27. **Library.** [En línea] <https://1library.co/article/contenido-de-humedad-ntp-astm-d-a-generalidades.yngr9gjz>.
28. **El blog de Álvaro Boiero.** [En línea] <https://geo-webonline.com/sistema-unificado-de-clasificacion-del-suelo/#:~:text=El%20Sistema%20Unificado%20de%20Clasificaci%C3%B3n%20del%20Suelo%20%28SUCS%29,de%20uso%20m%C3%A1s%20extendido%20en%20la%20pr%C3%A1ctica%20geot%C3%A9cnica..>
29. **Vsip House.** [En línea] <https://vsip.info/ensayo-proctor-modificado-ntp-339141-astm-d-1557-pdf-free.html>.

30. **Hernandez-Sampieri, R y Mendoza, C. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Mexico DF : Mc Graw Hill Education, 2018.**
31. **Baena , Guillermina. Metodología de la investigación. Mexico : Patria, 2017.**
32. **Peinado, J. E., y otros. Guia ambiental del sub sector fiquero. s.l. : Panamericana formas y impresos S.A., 2006.**
33. **Sánchez, Delgado Alba. Mecánica de suelos. 2014.**
34. **Arias, Fidias. El proyecto de investigacion, introducción a la metodologia científica. Venezuela : Caracas, 2012.**
35. **Hernandez, R, Fernandez, C y Baptista, Lucio. Metodología de la investigación. Mexico DF : McGraw-Hill, 2014.**
36. **Guía para la elaboración de estudios de caso sobre la gobernanza de los recursos naturales. LEÓN, Mauricio y MUÑOZ, Cristina. Santiago : s.n., 2019, Recursos naturales y desarrollo - CEPAL, págs. 22-28.**
37. **Dal-Re, R. Caminos rurales proyectos y construcción . España : Mundi-prensa, 2001.**
38. **Montoya, Javier y Pinto, Vega Fancisco. cimentaciones. Mérida : s.n., 2010.**
39. **Gutierrez, Gabriel. Capitulo III Botánica. Medellin : s.n.**
40. **—. Botánica capitulo III. Medellin : s.n.**

ANEXOS

- **Matriz de Consistencia**

TÍTULO: "influencia de la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022"

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
"influencia de la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022"						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL				
¿Cómo influye la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022?	Evaluar Cómo influye la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, Huaraz - 2022	E el uso de la savia de la hoja de agave influye positivamente en las propiedades físicas y mecánicas de los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz -2022	V. INDEPENDIENTE . Savia de la hoja de agave.	Dosificación de la savia de la hoja de agave.	Sustitución al 60% Sustitución al 80% Sustitución al 100%	Formatos de ensayos de laboratorios estandarizados y validados. Equipos y materiales del laboratorio de mecánica de suelos. Equipos topográficos.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICAS				
PE1. ¿Cuál es el procedimiento para la obtención de la savia de agave en la ciudad de Huaraz?	OE1. Determinar el procedimiento de la obtención de la savia de agave en la ciudad de Huaraz.	HE1. Obtención de la savia de agave en la ciudad de Huaraz	V. DEPENDIENTE. Propiedades físico mecánicas de los suelos arcillosos.	Propiedades físicas y mecánicas	Granulometría, plasticidad, contenido de humedad, clasificación de sucs, proctor modificado, CBR.	
PE2. ¿Cuáles son las propiedades físicas del uso de la savia de agave en los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022?	OE2. Determinar las propiedades físicas con el uso de la savia de agave en suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022.	HE2. El uso de la savia de la hoja de agave influye positivamente en las propiedades físicas de los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022.				

<p>PE3. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas del uso de la savia de agave en los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022?</p>	<p>OE3. Determinar las propiedades mecánicas con el uso de la savia de agave en suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022.</p>	<p>HE3. El uso de la savia de la hoja de agave influye positivamente en las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022.</p>				
<p>PE4. ¿Cómo influye el costo en la investigación "influencia de la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022"?</p>	<p>OE4. Determinar el costo de la investigación "influencia de la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022"</p>	<p>HE4. El costo influye positivamente en la investigación "influencia de la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022".</p>				

• **Tabla de Operacionalización de Variables**

TÍTULO: "influencia de la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022"

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
"influencia de la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022"						
VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICIÓN
V. independiente: savia de la hoja de agave	El agave es una planta que pertenece a la familia agvacaee y es de género furcraea, la forma de la planta es de roseta con hojas compactas de tallos cortos y su raíz se profundiza a tres metros bajo tierra, las hojas son espinosas.(Blanco, Lorena M.; Muñoz, Alberto Roy).se evalúa el uso de la savia de la hoja de agave cómo sustitución, el cual será extraído mecánicamente para ser sometido a los ensayos.	“Es una sustancia de color verde ocre, sus características pueden variar de acuerdo a su edad, época del año y fertilidad del suelo” (Peinado, y otros.)	Dosificación de la savia de la hoja de agave	Sustitución al 60% Sustitución al 80% Sustitución al 100%	ficha de recopilación de datos y dosificación	Razón
V. Dependiente: Propiedades físico mecánicas de los suelos arcillosos.	su identificación dependerá de la solidez ya que el suelo arcilloso tiende a cambiar, los suelos que están en los subsuelos son arcillosos secos que son muy compactos duros en su estado seco que al añadir agua se vuelve plástico(Crespo villalaz).“La proporción de los componentes determina una serie de propiedades que se conocen como propiedades físicas o mecánicas del suelo: textura, estructura, color, permeabilidad, porosidad, drenaje, consistencia, profundidad efectiva” (Sánchez, Delgado Alba).	para el análisis del mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo arcilloso se estabilizará con la savia de la hoja de agave y realizando pruebas de compactación (proctor modificado) y ensayo de CBR para determinar la capacidad de soporte del suelo.	Propiedades físicas y mecánicas	Granulometría, plasticidad, contenido de humedad, clasificación de sucs, proctor modificado, CBR.	Normas: ASTM D 422, ASTM D 4318, ASTM D 2266 ASTM D 4643, CI ASTM D 2487, ASTM D 1557, ASTM D 1983	Razón

• Instrumento de recolección de datos



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

PROYECTO: "Influencia de la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022"

ELABORADO: Salvador León, Elsa Medaliz

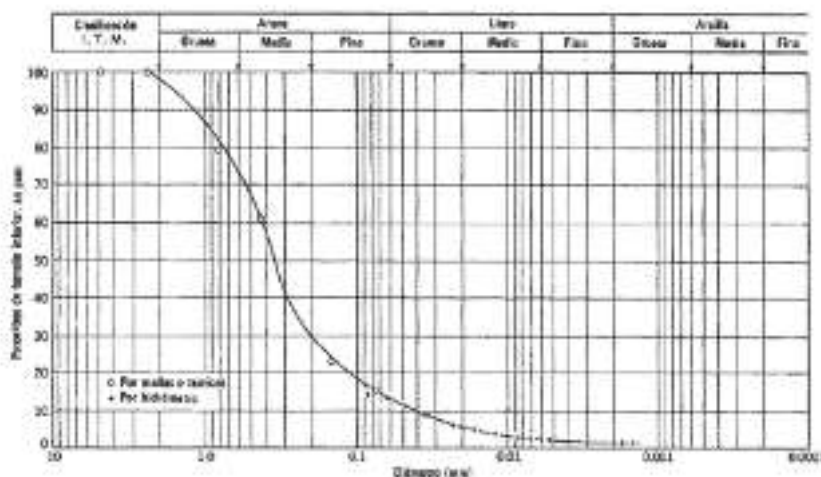
UBICACIÓN: Departamento de Ancash, Provincia Huaraz, Distrito Independencia.

FECHA:

Peso seco inicial	
Peso seco lavado	
Peso perdido por lavado	

Calicata :	
Estrato :	
Prof.(m) :	

Tamiz (Abertura)	Peso retenido (gr.)	Retenido parcial (%)	Retenido acumulado	Pasante (%)	Valor de índice de grupo (IG)
N°	(mm)				Clasificación (S.U.C.S)
2 1/2"	76.2				Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio). Arena limosa SM
2"	50.8				
1 1/2"	37.5				
1"	22.5				
3/4"	19				Pasa el tamiz N° 4 (%) :
1/2"	12.5				Pasa el tamiz N° 200 (%) :
3/8"	9.5				D60 (mm) :
1/4"	6.3				D30 (mm) :
N° 4	4.75				D10 (mm) :
N° 10	2				Cu
N° 16	1.19				Cc
N° 20	0.85				
N° 30	0.6				
N° 40	0.425				Límite líquido LL
N° 50	0.297				Límite plástico LP
N° 60	0.25				Índice plástico IP
N° 100	0.15				
N° 200	0.075				
< 200					
Total					



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL - LIMA
MIMDEZ SILVA TORRES YONDI
INGENIERO CIVIL
CIP N° 265672

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL - LIMA
GUAYANAY VARGAS EDGAR C.
INGENIERO CIVIL
CIP N° 272298

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL - LIMA
FRANCISCO LEONARDI
INGENIERO CIVIL
CIP N° 255282



LÍMITE LÍQUIDO y PLÁSTICO ASTM D 4318

PROYECTO: "Influencia de la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022"

ELABORADO: Salvador León, Elsa Medaliz

UBICACIÓN: Departamento de Ancash, Provincia Huaraz, Distrito Independencia.

FECHA:

LÍMITE LÍQUIDO y PLÁSTICO ASTM D 4318				
			N° de muestra:	M - 01
			Profundidad :	
Ensayo N°				
Resipiente N°				
N° de golpes				
Peso de suelo húmedo + Tara (g)				
Peso de suelo seco + Tara (g)				
Peso de tara (g)				
Peso del agua (g)				
Peso del suelo seco (g)				
Contenido de agua (%)				

LÍMITE PLÁSTICO				
			N° de muestra: M-01	
			Profundidad :	
Ensayo N°				
Resipiente N°				
Peso de suelo húmedo + Tara (g)				
Peso de suelo seco + Tara (g)				
Peso de tara (g)				
Peso del agua (g)				
Peso del suelo seco (g)				
Contenido de agua (%)				
Promedio				




 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL - LIMA

MÉNDEZ SILVA JORGE YORDI
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 265872


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL - LIMA

HUAYANAY VARGAS EDGAR C.
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 273268


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL - LIMA

FLORES TORRES LEOCADIO
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 255200



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2266

PROYECTO: "influencia de la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos para estabilizar rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022"

ELABORADO: Salvador León, Elsa Medaliz

UBICACIÓN: Departamento de Ancash, Provincia Huaraz, Distrito Independencia.

FECHA:

ENSAYO N°	M - 1	M - 2
Peso de la tara + MH		
Peso de la tara + MS		
Peso de la tara		
Peso del agua		
Peso de la muestra seca		
Contenido de humedad (%)		
Humedad promedio		

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental - Ancash - Huaraz

MÉNDEZ SILVA JORGE YORDI
INGENIERO CIVIL
CIP N° 266872

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL - LIMA

HUAYANEY VARGAS EDGAR C.
INGENIERO CIVIL
CIP N° 273268

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental - Lima

VARGAS LEUCADIO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 255280



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR ESTANDAR ASTM D

PROYECTO: "influencia de la savia de agave en las propiedades fisico-mecánicas de los suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022"
ELABORADO: Salvador León, Elsa Medaliz
UBICACIÓN: Departamento de Ancash, Provincia Huaraz, Distrito Independencia.
FECHA:

Table with 5 columns: Muestra Patron, Diámetro molde, Volumen molde, m3, N° de capas; Molde, Peso molde, gr., N° de golpes.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Table with 6 columns: DETERMINACIÓN N°, 1, 2, 3, 4. Rows include: Peso de molde + suelo húmedo, Peso de molde, Peso de suelo húmedo, Volumen de molde, Densidad humeda, Porcentaje de humedad, Densidad seca.

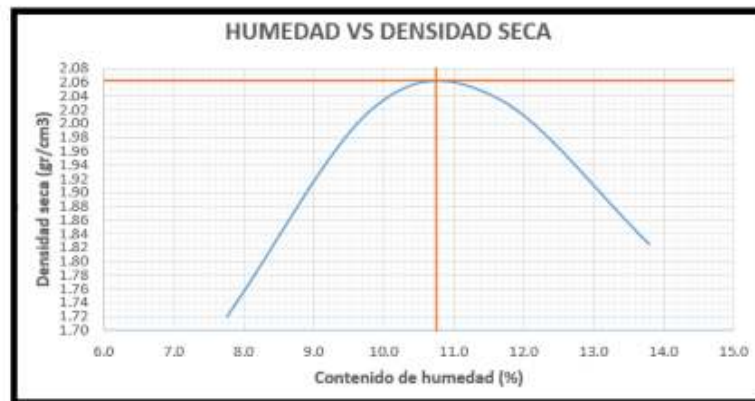
CONTENIDO DE AGUA

Table with 6 columns: N° de recipiente, 1, 2, 3, 4. Rows include: Peso esp. + suelo húmedo, Peso esp. + suelo seco, Agua, Peso de capsula, Peso de suelo húmedo, Peso de suelo seco, Porcentaje de humedad.

RESULTADOS

Table with 2 columns: Densidad máxima seca (gr/cm3), Humedad óptima.

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Logo and signature of MENDOZA SILVA JORGE YONDI, INGENIERO CIVIL, CIP N° 265872.

Logo and signature of HUAYANET YAGAS EDGAR C., INGENIERO CIVIL, CIP N° 273208.

Logo and signature of INGENIERO CIVIL, CIP N° 255200.

- **Certificado de validación de instrumento de recolección de datos.**

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Izaguirre Leocadio Gavy Madona
 N° de registro CIP: 255200
 Especialidad: ING-CIVIL
 Autor del instrumento: Br. Salvador León, Elsa Medaliz
 Instrumento de evaluación: Análisis granulométrico por tamizado ASTM 422, Límite líquido y plástico ASTM D 4318,
 Contenido de humedad ASTM D2266 Y ASTM D 4643, Ensayo de compactación Proctor Modificado ASTM D 1557,
 Ensayo de corte directo ASTM D 3080.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1)	DEFICIENTE(2)	ACEPTABLE(3)	BUENA (4)	EXCELENTE(5)
CRITERIOS	INDICADORES			
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.			
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Selos arcillosos en toda sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.			
ACTUALIDAD	científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Suelos arcillosos.			
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan originalidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivo de la investigación.			
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.			
INTERNACIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responde a los objetivos, hipótesis y variable del estudio			
CONSISTENCIA	permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.			
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Suelos arcillosos			
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto proponen el propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.			
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento			
PUNTAJE TOTAL				50

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 5.0 Huaraz 09 de septiembre del 2022


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Conv. Depto. Lima

 Gavy Madona Izaguirre Leocadio
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 255200

I. DATOS GENERALESApellidos y nombres del experto: Mendez Silva Jorge YordiN° de registro CIP : 265872Especialidad : TNE. CIVIL

Autor del instrumento : Br. Salvador León, Elsa Medaliz

Instrumento de evaluación: Análisis granulométrico por tamizado ASTM 422, Límite líquido y plástico ASTM D 4318,

Contenido de humedad ASTM D2266 Y ASTM D 4643, Ensayo de compactación Proctor Modificado ASTM D 1557,

Ensayo de corte directo ASTM D 3080.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

	MUY DEFICIENTE (1)	DEFICIENTE(2)	ACEPTABLE(3)	BUENA (4)	EXCELENTE(5)
CRITERIOS	INDICADORES				
CLARIDAD					X
OBJETIVIDAD					X
ACTUALIDAD					X
ORGANIZACIÓN					X
SUFICIENCIA					X
INTERNACIONALIDAD					X
CONSISTENCIA					X
COHERENCIA					X
METODOLOGÍA					X
PERTINENCIA					X
PUNTAJE TOTAL					30

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

5.0

Huaraz 09 de septiembre del 2022

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Huayaney Vargas Edgar C.

N° de registro CIP : 273268

Especialidad : ING. CIVIL

Autor del instrumento : Br. Salvador León, Elsa Medaliz

Instrumento de evaluación: Análisis granulométrico por tamizado ASTM 422, Límite líquido y plástico ASTM D 4318,

Contenido de humedad ASTM D2266 Y ASTM D 4643, Ensayo de compactación Proctor Modificado ASTM D 1557,

Ensayo de corte directo ASTM D 3080.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE(2) ACEPTABLE(3) BUENA (4) EXCELENTE(5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Selos arcillosos en toda sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Suelos arcillosos.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan originalidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivo de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTERNACIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responde a los objetivos, hipótesis y variable del estudio					X
CONSISTENCIA	permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Suelos arcillosos					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto proponen el propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento					X
PUNTAJE TOTAL		50				

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

5.0

Huaraz 09 de septiembre del 2022


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL - LIMA
Edgar C. Vargas
HUAYANEY VARGAS EDGAR C.
INGENIERO CIVIL
CIP N° 273268

- Resultados de ensayos realizados



CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUCARO S.A.C.

RUC N° 20601203759 - MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CONTENIDO DE HUMEDAD		
(ASTM D-2216 - 71)		
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS		
TESIS : "INFLUENCIA DE LA SAVIA DE AGAVE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE SUELOS ARCILLOSOS PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, JIRÓN FRANCISCO HUARAZ - 2022"		
DISTRITO: INDEPENDENCIA PROVINCIA: HUARAZ DEPARTAMENTO: ANCASH SOLICITA : BACH. SALVADOR LEÓN, ELSA MEDALIZ MATERIAL : SUELOS CANTERA : PROG. (KM.) : 0 + 050		
		FECHA: 03-Nov-22
DATOS DE LA MUESTRA		
CALICATA	: 1	PATRÓN
MATERIAL	: SUELOS	MUESTRA : 1
KM.	:	
PROF. (M)	: 1.50	

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM - D-2216

SUELOS

MUESTRA	M - 01	
	1	2
FRASCO N°		
(1) Pfr + P.S.H. (gr.)	756.60	861.00
(2) Pfr + P.S.S. (gr.)	747.80	851.10
(3) P agua (gr) (1)-(2)	8.80	9.90
(4) Pfr (gr)	170.10	167.00
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	577.70	684.10
(6) C. Humedad (%) (3)/(5)	1.52%	1.45%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	1.49%	

NOTA:

Pfr = Peso del frasco
 P.S.H. = Peso del suelo húmedo
 P.S.S. = Peso del suelo seco
 P agua = Peso del agua

CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUCARO S.A.C.

Huaman Celmi Wilder Rodrigo
 DNI: 31678081
 GERENTE GENERAL

David Nina E
 ING. HENRY DAVID NINA EDUARDO
 CIP N° 155007
 INGENIERO CIVIL

Guillermo Collupe Duran
 Tec. Suelos, Concreto, Asfaltos.



CONSULTORES Y SERVICIOS MÚLTIPLES HUCARO S.A.C.

RUC N° 20601203759 - MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CONTENIDO DE HUMEDAD	
(ASTM D-2216 - 71)	
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS · CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
TESIS : "INFLUENCIA DE LA SAVIA DE AGAVE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE SUELOS ARCILLOSOS PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, JIRÓN FRANCISCO HUARAZ - 2022"	
DISTRITO: INDEPENDENCIA	
PROVINCIA: HUARAZ	
DEPARTAMENTO: ANCASH	
SOLICITA : BACH. SALVADOR LEÓN, ELSA MEDALIZ	
MATERIAL : SUELOS	
CANTERA :	
PROG. (KM.) : 0 + 100	
FECHA: 03-Nov-22	
DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: 2
MATERIAL	: SUELOS
KM.	:
PROF. (M)	: 1.50
MUESTRA : 1	

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM - D-2216


SUELOS

MUESTRA	M - 01	
	1	2
FRASCO N°		
(1) Pfr + P.S.H. (gr.)	759.70	864.20
(2) Pfr + P.S.S. (gr.)	750.80	854.40
(3) P agua (gr) (1)-(2)	8.90	9.80
(4) Pfr (gr)	173.50	171.50
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	577.30	682.90
(6) C. Humedad (%) (3)/(5)	1.54%	1.44%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	1.49%	

NOTA:

Pfr = Peso del frasco
P.S.H. = Peso del suelo húmedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
P agua = Peso del agua

CONSULTORES Y SERVICIOS MÚLTIPLES HUCARO S.A.C.


Huaman Cetimi Wilder Rodrigo
DNI: 31678081
GERENTE GENERAL


ING. HENRY DAVID NINA EDUARDO
CIP N° 155007
INGENIERO CIVIL


Guillermo Callupe Duran
Tec. Suelos, Concreto, Asfaltos.



CONSULTORES Y SERVICIOS MÚLTIPLES HUCARO S.A.C.

RUC N° 20601203759 - MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CONTENIDO DE HUMEDAD	
(ASTM D-2216 - 71)	
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
TESIS : "INFLUENCIA DE LA SAVIA DE AGAVE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE SUELOS ARCILLOSOS PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, JIRÓN FRANCISCO HUARAZ - 2022"	
DISTRITO: INDEPENDENCIA PROVINCIA: HUARAZ DEPARTAMENTO: ANCASH SOLICITA : BACH. SALVADOR LEÓN, ELSA MEDALIZ MATERIAL : SUELOS CANTERA : PROG. (KM.) : 0 + 150	
FECHA: 03-Nov-22	
DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA : 3	MUESTRA : 1
MATERIAL : SUELOS	
KM. :	
PROF. (M) : 1.50	

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM - D-2216

SUELOS

MUESTRA	M - 01	
	1	2
FRASCO N°		
(1) Pfr + P.S.H. (gr.)	765.80	869.80
(2) Pfr + P.S.S. (gr.)	750.70	859.60
(3) P agua (gr) (1)-(2)	15.10	10.20
(4) Pfr (gr)	175.40	174.50
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	575.30	685.10
(6) C. Humedad (%) (3)/(5)	2.62%	1.49%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	2.06%	

NOTA:

Pfr = Peso del frasco
P.S.H. = Peso del suelo húmedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
P agua = Peso del agua

CONSULTORES Y SERVICIOS MÚLTIPLES HUCARO S.A.C.


Huaman Celmi Wilder Rodrigo
DNI: 31678081
GERENTE GENERAL


ING. HENRY DAVID NINA EDUARDO
CIP N° 155007
INGENIERO CIVIL


Guillermo Callupe Duran
Tec. Suelos, Concreto, Asfalto.



CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUCARO S.A.C.

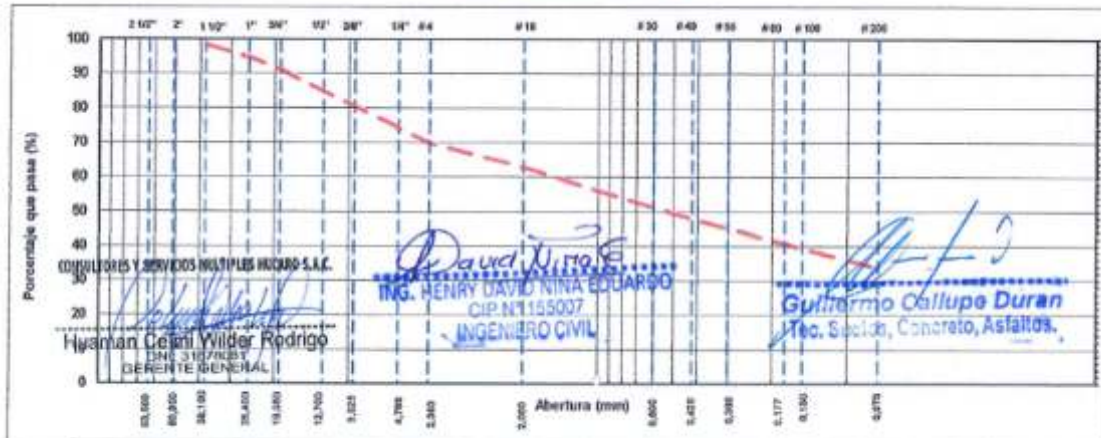
RUC N° 20601203759 - MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, MTC E 204)	
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
PROYECTO :	"INFLUENCIA DE LA SAVA DE AGAVE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE SUELOS ARCILLOSOS PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE, JIRON FRANCISCO HUARAZ - 2022"
DISTRITO :	INDEPENDENCIA
PROVINCIA :	HUARAZ
DEPARTAMENTO :	ANCASH
SOLICITA :	BACH. SALVADOR LEÓN, ELSA MEDALIZ
MATERIAL :	SUELOS
CALICATA :	1 PATRÓN
PROG (KM.) :	0 + 600
FECHA: 03/11/2022	

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA :	1	TAMAÑO MAXIMO :	2"
MUESTRA :	1	PESO INICIAL :	53,680.0 g
MATERIAL :	SUELOS	FRACCION LAVADA SECA :	0.0
PROF. (M) :	1.50		

TAMIZ	AASHTO T-27 (MM)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	REVENIDO AJUSTADO	POROYABLE % QUE PASA	ESPECIFICACIONES MISO B	FORMULA DE TRABAJO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89							
3"	76.200	0.0						
2 1/2"	63.500	0.0						%Peso Piedra: 29.8%
2"	50.800	0.0						% Peso arena: 70.2%
1 1/2"	38.100	644.16	1.2	1.2	98.8			Límite Líquido (LL): 29.35
1"	25.400	2,093.52	3.9	5.1	94.9			Límite Plástico (LP): 15.89
3/4"	19.050	1,625.12	3.4	8.5	91.5			Índice Plástico (IP): 13.76
1/2"	12.700	2,845.04	5.3	13.8	86.2			Clasificación (USCS): MC
3/8"	9.525	2,845.04	5.3	19.1	80.9			Clasificación (AASHTO): A-2-6 (1)
1/4"	6.325	3,381.84	6.3	25.4	74.6			Humedad (%): 9.15
# 4	4.750	2,361.92	4.4	29.8	70.2			
# 8	2.360	-	0.0	29.8	70.2			
# 10	2.000	3,811.28	7.1	36.9	63.1			
# 15	1.180	2,522.95	4.7	41.6	58.4			
# 20	0.840	1,717.76	3.2	44.8	55.2			
# 30	0.600	1,556.72	2.9	47.7	52.3			OBSERVACIONES :
# 40	0.420	2,200.88	4.1	51.8	48.2			
# 50	0.300	644.16	1.2	53.0	47.0			
# 60	0.177	1,016.92	1.9	54.9	45.1			
# 100	0.150	2,630.32	4.9	59.8	40.2			
# 200	0.075	3,381.84	6.3	66.1	33.9			
< N° 200	FONDO	18,197.52	33.9	100.0				
FRACCIÓN TOTAL		37,683.4						
TOTAL		53,680.0						

CURVA GRANULOMETRICA



JR. LOS SAUCES N° 425 BARRIO DE QUINUACOA - INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH



CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUCARO S.A.C.

RUC N° 20601203759 - MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, MTC E 204)	
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
PROYECTO :	"INFLUENCIA DE LA SAVIA DE AGAVE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE SUELOS ARCILLOSOS PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, JIRON FRANCISCO HUARAZ - 2022"
DISTRITO :	INDEPENDENCIA
PROVINCIA :	HUARAZ
DEPARTAMENTO :	ANCASH
SOLICITA :	BACH. SALVADOR LEÓN, ELSA MEDALIZ
MATERIAL :	
CALICATA :	2
PROG. (KM.) :	0+100
FECHA: 03/11/2022	

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA :	2	TAMAÑO MAXIMO :	2"
N° MUESTRA :	1	PESO INICIAL :	54,056.4 g
MATERIAL :	SUELOS	FRACCION LAVADA SECA :	0.0
PROP. (M)	1.50		

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	FORMULA DE	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	% QUE PASA	MUSOS	TRABAJO	
3 1/2"	89.89							
3"	76.200	0.0						
2 1/2"	63.500	0.0						%Peso Piedra: 30.4%
2"	50.800	0.0						% Peso arena: 69.6%
1 1/2"	38.100	695.50	1.3	1.3	98.7			Límite Líquido (LL): 28.28
1"	25.400	2,120.50	3.9	5.2	94.8			Límite Plástico (LP): 16.57
3/4"	19.050	1,800.50	3.5	8.7	91.3			Índice Plástico (IP): 12.71
1/2"	12.700	2,900.00	5.4	14.1	85.9			Clasificación(SUCS): SC
3/8"	9.525	2,950.30	5.5	19.6	80.4			Clasif. (AASHTO): A-2-6 (0)
1/4"	6.325	3,430.50	6.3	25.9	74.1			Humedad (%): 8.50
# 4	4.750	2,410.20	4.5	30.4	69.6			
#8	2.360	-	0.0	30.4	69.6			
# 10	2.000	3,910.20	7.2	37.6	62.4			
# 16	1.190	2,610.30	4.8	42.4	57.6			
# 20	0.840	1,765.40	3.3	45.7	54.3			
# 30	0.600	1,610.10	3.0	48.7	51.3			
# 40	0.420	2,250.40	4.2	52.8	47.2			OBSERVACIONES :
# 50	0.300	720.80	1.3	54.2	45.8			
# 60	0.177	1,152.30	2.1	56.3	43.7			
# 100	0.150	2,680.50	5.0	61.3	38.7			
# 200	0.075	3,420.50	6.3	67.6	32.4			
< N° 200	FONDO	17,520.60	32.4	100.0				
FRACCION		37,640.9						
TOTAL		54,056.4						

CURVA GRANULOMETRICA



IR. LOS SAUCES N° 425 BARRIO DE QUINUACOCCHA - INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH



CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUCARO S.A.C.

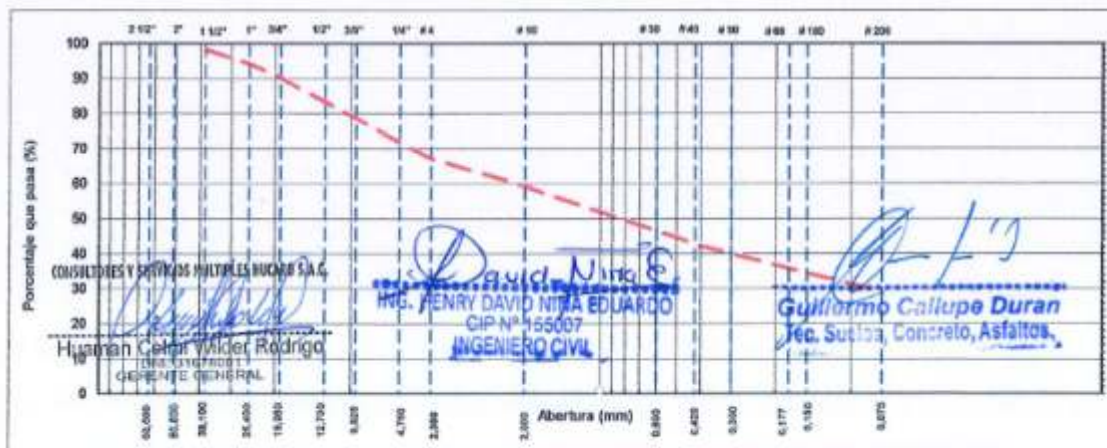
RUC N° 20601203759 - MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, MTC E 204)	
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
PROYECTO :	"INFLUENCIA DE LA SAVA DE AGAVE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE SUELOS ARCILLOSOS PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE, JIRON FRANCISCO HUARAZ - 2022"
DISTRITO :	INDEPENDENCIA
PROVINCIA :	HUARAZ
DEPARTAMENTO :	ANCASH
SOLICITA :	BACH. SALVADOR LEÓN, ELSA MEDALIZ
MATERIAL :	SUELOS
CALICATA :	3
PROG. (KM.) :	0 + 150
FECHA: 03/11/2022	

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA :	3	TAMAÑO MÁXIMO :	2"
N° MUESTRA :	1	PESO INICIAL :	52,678.8 g
MATERIAL :	SUELOS	FRACCIÓN LAVADA SECA :	0.0
PROF. (M) :	1.50		

TAMIZ	AMBIENTADO (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE % QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUBO B	FORMULA DE TRABAJO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	89.89							
3"	76.200	0.0						
2 1/2"	63.500	0.0						%Peso Piedra: 32.6%
2"	50.800	0.0						% Peso arena: 67.4%
1 1/2"	38.100	750.60	1.4	1.4	98.0			Límite Líquido (LL): 28.39
1"	25.400	2,226.30	4.2	5.6	94.4			Límite Plástico (LP): 16.83
3/4"	19.000	1,995.60	3.8	9.4	90.6			Índice Plástico (IP): 13.36
1/2"	12.700	3,010.20	5.7	15.1	84.9			Clasificación(SUCS): SC
3/8"	9.525	3,120.50	5.9	21.1	78.9			Clasifia (AASHTO): A-2-6 (0)
1/4"	6.325	3,560.60	6.8	27.8	72.2			Fluvelat (%) : 8.80
# 4	4.750	2,520.60	4.8	32.6	67.4			
#8	2.360	-	0.0	32.6	67.4			
# 10	2.000	4,110.20	7.8	40.4	59.6			
# 16	1.190	2,720.30	5.2	45.6	54.4			
# 20	0.840	1,856.60	3.5	49.1	50.9			
# 30	0.600	1,720.60	3.3	52.4	47.6			OBSERVACIONES :
# 40	0.420	2,360.20	4.5	56.8	43.2			
# 50	0.300	850.60	1.6	58.5	41.5			
# 60	0.177	1,230.60	2.3	60.8	39.2			
# 100	0.150	2,610.50	5.3	66.1	33.9			
# 200	0.075	2,420.50	4.6	70.7	29.3			
< N° 200	FONDO	15,420.30	29.3	100.0				
FRACCIÓN		35,500.4						
TOTAL		52,678.8						

CURVA GRANULOMETRICA



JR. LOS SAUCES N° 425 BARRIO DE QUINUACOCCHA - INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH



CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUCARO S.A.C.

RUC N° 20601203759 - MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
TESIS: "INFLUENCIA DE LA SAVIA DE AGAVE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE SUELOS ARCILLOSOS PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, JIRÓN FRANCISCO HUARAZ - 2022"	
DISTRITO:	INDEPENDENCIA
PROVINCIA:	HUARAZ
DEPARTAMENTO:	ANCASH
SOLICITA:	BACH. SALVADOR LEÓN, ELSA MEDALIZ
CALICATA:	1 PATRÓN
PROG (KM.):	0 + 050
FECHA: 03/11/2022	

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	: 1	ESTRUCTURA:	
PRUEBA	: 1	MATERIAL:	SUELOS
PROF. (m)	: 1.50		

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		23	29	31
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	50.50	50.10	50.10
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	45.10	45.00	45.10
PESO DE AGUA	(g)	5.40	5.10	5.00
PESO DEL TARRO	(g)	25.50	26.00	26.70
PESO DEL SUELO SECO	(g)	18.60	18.20	18.40
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.03	28.02	27.17
NUMERO DE GOLPES		19	28	35

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		9	25	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	33.20	27.90	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	32.20	27.00	
PESO DE AGUA	(g)	1.00	0.90	
PESO DEL TARRO	(g)	26.20	20.00	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	6.00	6.20	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	16.67	14.52	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	28.35
LIMITE PLASTICO	15.59
INDICE DE PLASTICIDAD	12.76

OBSERVACIONES



CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUARO S.A.C.

RUC N° 20601203759 - MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
TESIS: "INFLUENCIA DE LA SAVIA DE AGAVE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE SUELOS ARCILLOSOS PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, JIRÓN FRANCISCO HUARAZ - 2022"	
DISTRITO:	INDEPENDENCIA
PROVINCIA:	HUARAZ
DEPARTAMENTO:	ANCASH
SOLICITA:	BACH. SALVADOR LEÓN, ELSA MEDALIZ
CALICATA:	1 ADITIVO 60%
PROG (KM.):	0 + 050
FECHA: 03/11/2022	

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	:1 ESTRUCTURA:
PRUEBA	:2 MATERIAL: SUELOS
PROF. (m)	:1.50

LIMITE LIQUIDO					
N° TARRO		17	21	29	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		45.70	48.80	50.90	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		40.70	44.40	46.00	
PESO DE AGUA (g)		5.00	4.40	4.90	
PESO DEL TARRO (g)		22.20	27.50	26.50	
PESO DEL SUELO SECO (g)		18.50	16.90	19.50	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		27.03	26.04	25.13	
NUMERO DE GOLPES		19	29	35	

LIMITE PLASTICO					
N° TARRO		13	21		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		31.00	26.40		
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		30.30	25.50		
PESO DE AGUA (g)		0.70	0.90		
PESO DEL TARRO (g)		25.00	20.40		
PESO DEL SUELO SECO (g)		5.30	5.10		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		13.21	17.65		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	26.37
LIMITE PLASTICO	15.43
INDICE DE PLASTICIDAD	10.94

OBSERVACIONES



CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUCARO S.A.C.

RUC N° 20601203759 - MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LIMITE DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40 (NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
TESIS: "INFLUENCIA DE LA SAVIA DE AGAVE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE SUELOS ARCILLOSOS PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE. JIRÓN FRANCISCO HUARAZ - 2022"	
DISTRITO: INDEPENDENCIA PROVINCIA: HUARAZ DEPARTAMENTO: ANCASH SOLICITA: BACH. SALVADOR LEÓN, ELSA MEDALIZ CALICATA: 1 ADITIVO 80% PROG (KM.): 0 + 050 FECHA: 03/11/2022	

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA : 1	ESTRUCTURA:
PRUEBA : 3	MATERIAL: SUELOS
PROF. (m) : 1.50	

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		11	33	27
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	45.90	49.00	51.60
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	40.80	44.60	46.60
PESO DE AGUA	(g)	5.10	4.40	5.00
PESO DEL TARRO	(g)	22.20	27.50	26.90
PESO DEL SUELO SECO	(g)	18.60	17.10	19.70
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.42	25.73	25.38
NUMERO DE GOLPES		19	27	34

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		13	21	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	31.00	26.40	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	30.30	25.50	
PESO DE AGUA	(g)	0.70	0.90	
PESO DEL TARRO	(g)	25.00	20.40	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	5.30	5.10	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	13.21	17.65	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	26.41
LIMITE PLASTICO	16.43
INDICE DE PLASTICIDAD	10.98

OBSERVACIONES



CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUCARO S.A.C.

RUC N° 20601203759 - MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

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

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
TESIS: "INFLUENCIA DE LA SAVIA DE AGAVE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE SUELOS ARCILLOSOS PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, JIRÓN FRANCISCO HUARAZ - 2022"	
DISTRITO: INDEPENDENCIA PROVINCIA: HUARAZ DEPARTAMENTO: ANCASH SOLICITA: BACH. SALVADOR LEÓN, ELSA MEDALIZ CALICATA: 1 ADITIVO 100% PROG (KM.): 0 + 050	
FECHA: 03/11/2022	

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	: 1	ESTRUCTURA:	
PRUEBA	: 4	MATERIAL:	SUELOS
PROF. (m)	: 1.50		

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		7	32	22
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	45.30	48.70	51.40
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	40.50	44.40	46.60
PESO DE AGUA	(g)	4.80	4.30	4.80
PESO DEL TARRO	(g)	22.10	27.30	26.80
PESO DEL SUELO SECO	(g)	18.40	17.10	19.80
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.09	25.15	24.24
NUMERO DE GOLPES		19	29	35

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		9	25	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	30.80	25.40	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	29.90	24.70	
PESO DE AGUA	(g)	0.70	0.70	
PESO DEL TARRO	(g)	26.20	20.70	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.70	4.00	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	18.92	17.50	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	25.46
LIMITE PLASTICO	18.21
INDICE DE PLASTICIDAD	7.25

OBSERVACIONES



CONSULTORES Y SERVICIOS MÚLTIPLES HUCARO S.A.C.

RUC N° 20601203759 - MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO AASHTO - T-180-D

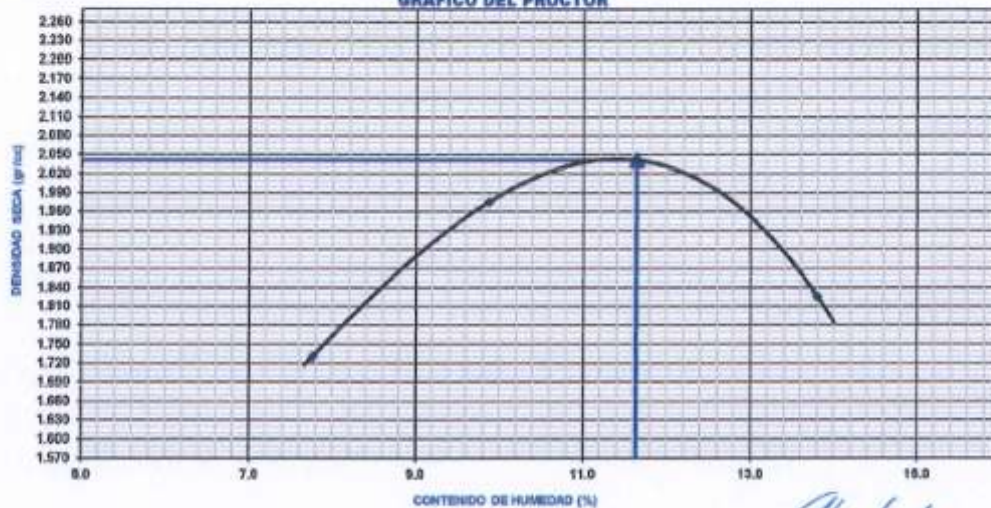
TESIS	: "INFLUENCIA DE LA SAVIA DE AGAVE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE SUELOS PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE JIRÓN FRANCISCO HURAZ - 2022"		
DISTRITO	: INDEPENDENCIA		
PROVINCIA	: HUARAZ		
DEPARTAMENTO	: ANCASH		
SOLICITA	: BACH. SALVADOR LEÓN, ELSA MEDALIZ		
MATERIAL	: SUELOS		
CANTERA	:		
CALICATA	: 1	PATRÓN	
PROG (KM.)	: 0 + 050		
		FECHA:	03/11/2022

Golpes / Capas:	25	Peso de martillo:	4.54	Altura de Molde (cm):	11.70
Numero de Capas:	5	Diametro de Molde estandar (cm):	10.16	Volumen de molde (cm ³):	919.00

METODO: "A"

VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	919.00				PESO DEL MOLDE (gr.)	4006				
NUMERO DE ENSAYOS					1	2	3	4		
PESO SUELO + MOLDE (gr)					5720.00	6000.00	6100.00	5815.00		
PESO DEL MOLDE (gr)					4006.00	4006.00	4006.00	4006.00		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)					1714.00	1994.00	2094.00	1909.00		
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)					1.605	2.170	2.279	2.077		
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)					1.731	1.975	2.041	1.825		
CONTENIDO DE HUMEDAD										
RECIPIENTE Nro					27	49	46	18		
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)					942.10	938.10	871.50	1152.20		
PESO SUELOS SECO + TARA (gr)					586.50	867.00	798.90	1032.60		
PESO DE LA TARA (gr)					170.20	167.00	175.20	165.60		
PESO DE AGUA (gr)					55.60	69.10	72.60	119.60		
PESO DE SUELO SECO (gr)					716.30	700.00	623.70	866.80		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)					7.76	9.87	11.64	13.90		
PESO VOLUMETRICO SECO					1.731	1.975	2.041	1.825		
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.041				gr/cc		HUMEDAD OPTIMA:		11.64	

GRAFICO DEL PROCTOR



CONSULTORES Y SERVICIOS MÚLTIPLES HUCARO S.A.C.

Human Celmi Wilder Rodrigo
DNI: 31679081
GERENTE GENERAL

David Nino E
ING. HENRY DAVI NINA EDUARDO
CIP N° 155007
INGENIERO CIVIL

Gulherme Calupe Duran
Tec. Suelos, Concreto, Asfaltos.



CONSULTORES Y SERVICIOS MÚLTIPLES HUCARO S.A.C.

RUC N° 20601203759 - MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

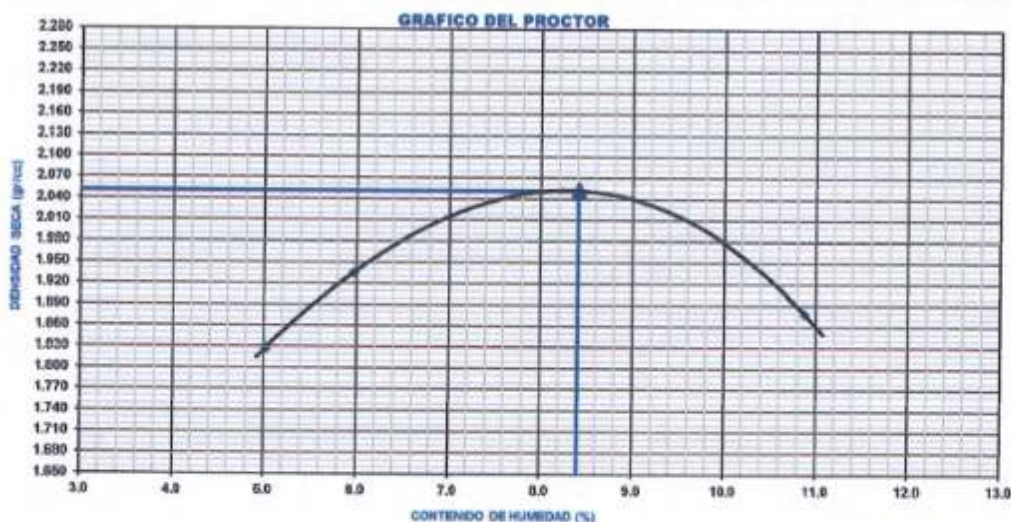
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

AASHTO - T-180-D

TESIS	: "INFLUENCIA DE LA SAVIA DE AGAVE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE SUELOS PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE JIRÓN FRANCISCO HURAZ - 2022"		
DISTRITO	: INDEPENDENCIA		
PROVINCIA	: HUARAZ		
DEPARTAMENTO	: ANCASH		
SOLICITA	: BACH. SALVADOR LEÓN, ELSA MEDALIZ		
MATERIAL	: SUELOS		
CANTERA	:		
CALCATA	: 1	ADITIVO 60%	
PROG (KM.)	: 0 + 050		FECHA: 03/11/2022

Golpes / Capas:	25	Peso de martillo:	4.54	Altura de Molde (cm):	11.70
Numero de Capas:	5	Diametro de Molde estandar (cm):	10.16	Volumen de molde (cm ³):	919.00

METODO : "A"						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	919.00				PESO DEL MOLDE (gr.) :	4006
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4		
PESO SUELO + MOLDE (gr)	5770.00	5890.00	6050.00	5920.00		
PESO DEL MOLDE (gr)	4006.00	4006.00	4006.00	4006.00		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	1764.00	1884.00	2044.00	1914.00		
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.919	2.050	2.224	2.083		
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.828	1.935	2.052	1.878		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE No.	14	20	22	29		
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1325.50	1242.20	968.00	935.00		
PESO SUELOS SECO + TARA (gr)	1174.90	1182.10	905.80	860.80		
PESO DE LA TARA (gr)	187.00	175.30	185.90	170.30		
PESO DE AGUA (gr)	50.60	60.10	82.20	75.10		
PESO DE SUELO SECO (gr)	1007.00	1006.80	738.80	690.50		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.02	6.07	8.41	10.88		
PESO VOLUMETRICO SECO	1.828	1.935	2.052	1.878		
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.052	gr/cc	HUMEDAD OPTIMA:		8.41	



CONSULTORES Y SERVICIOS MÚLTIPLES HUCARO S.A.C.

Huaman Celmi Wilder Rodrigo
 DNI: 31678081
 GERENTE GENERAL

ING. HENRY DAVID NIMA EDUARDO
 CIP N° 155007
 INGENIERO CIVIL

Guillermo Galupe Duran
 Tec. Suelos, Concreto, Asfaltos.



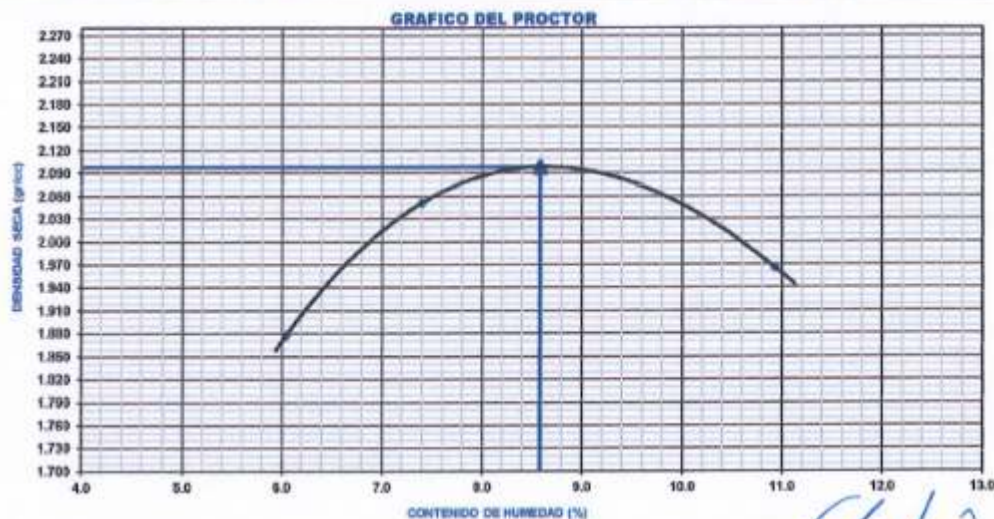
CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUCARO S.A.C.

RUC N° 20601203759 - MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO	
AASHTO - T-180-D	
TESIS	: "INFLUENCIA DE LA SAVIA DE AGAVE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE SUELOS PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE JIRÓN FRANCISCO HUÍRAZ - 2022"
DISTRITO	: INDEPENDENCIA
PROVINCIA	: HUARAZ
DEPARTAMENTO	: ANCASH
SOLICITA	: BACH. SALVADOR LEÓN, ELSA MEDALIZ
MATERIAL	: SUELOS
CANTERA	:
CALICATA	: 1 ADITIVO 80%
PROG (KM.)	: 0 + 050
FECHA: 09/11/2022	

Golpes / Capas:	25	Peso de martillo:	4,54	Altura de Molde (cm):	11,70
Numero de Capas:	5	Diametro de Molde estandar (cm):	10,16	Volumen de molde (cm³):	919,00

METODO : "A"					
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	919,00		PESO DEL MOLDE (gr) :		4006
NUMERO DE ENSAYOS					
PESO SUELO + MOLDE (gr)	1	2	3	4	
PESO SUELO + MOLDE (gr)	5835,00	6030,00	6100,00	6010,00	
PESO DEL MOLDE (gr)	4006,00	4006,00	4006,00	4006,00	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	1829,00	2024,00	2094,00	2004,00	
DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)	1,990	2,202	2,279	2,181	
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1,877	2,051	2,058	1,956	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE Nro.	14	20	22	26	
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1011,00	1012,00	941,80	956,70	
PESO SUELOS SECO + TARA (gr)	963,10	953,20	880,40	881,10	
PESO DE LA TARA (gr)	169,80	156,40	160,20	171,00	
PESO DE AGUA (gr)	47,90	58,80	61,40	77,90	
PESO DE SUELO SECO (gr)	793,30	784,80	715,20	710,10	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6,04	7,40	8,58	10,98	
PESO VOLUMÉTRICO SECO	1,877	2,051	2,058	1,956	
DENSIDAD MÁXIMA SECA:	2,098	gr/cc	HUMEDAD ÓPTIMA:	8,69	



CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUCARO S.A.C.

Huaman Cefmi Wilcer Rodrigo
 DNI: 31674091
 GERENTE GENERAL

ING. HENRY DAVID NINA EDUARDO
 CIP N° 155007
 INGENIERO CIVIL

Guillermo Calupe Duran
 Tec. Suelos, Concreto, Asfalto.



CONSULTORES Y SERVICIOS MÚLTIPLES HUCARO S.A.C.

RUC N° 20601203759 - MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO	
AASHTO - T-100-D	
TESIS	: "INFLUENCIA DE LA SAVIA DE AGAVE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE SUELOS PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE JIRÓN FRANCISCO HURAZ - 2022"
DISTRITO	: INDEPENDENCIA
PROVINCIA	: HUARAZ
DEPARTAMENTO	: ANCASH
SOLICITA	: BACH. SALVADOR LEÓN, ELSA MEDALIZ
MATERIAL	: SUELOS
CANTERA	:
CALICATA	: 1 ADITIVO 100%
PROG (KM)	: 0 + 050
FECHA: 03/11/2022	

Golpes / Capas: 25	Peso de martillo: 4.54	Altura de Molde (cm): 11.70
Numero de Capas: 5	Diametro de Molde estandar (cm): 10.16	Volumen de molde (cm3): 919.00

METODO: "A"					
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	PESO DEL MOLDE (gr) :				
	1	2	3	4	
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	
PESO SUELO + MOLDE (gr)	5710.00	6030.00	6065.00	5910.00	
PESO DEL MOLDE (gr)	4006.00	4006.00	4006.00	4006.00	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	1704.00	2024.00	2059.00	1904.00	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.854	2.202	2.240	2.072	
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.740	2.026	2.049	1.852	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE Nro.	14	20	22	26	
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1095.90	1070.90	1040.90	1120.30	
PESO SUELOS SECO + TARA (gr)	1039.70	999.90	966.00	1020.20	
PESO DE LA TARA (gr)	567.70	185.50	165.60	175.20	
PESO DE AGUA (gr)	57.20	72.40	74.60	100.10	
PESO DE SUELO SECO (gr)	871.00	833.00	800.40	845.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.57	8.69	9.32	11.85	
PESO VOLUMETRICO SECO	1.740	2.026	2.049	1.852	
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.049	gr/cc	HUMEDAD OPTIMA:		9.32



CONSULTORES Y SERVICIOS MÚLTIPLES HUCARO S.A.C.

Juan Carlos Wilder Rodrigo
 DNI: 31874081
 GERENTE GENERAL

ING. HENRY DAVID NINA EDUARDO
 CIP N° 155007
 INGENIERO CIVIL

Guillermo Callupe
 Tec. Suelos, Concreto, Asfalto



CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUCARO S.A.C.

RUC N° 20601203759 - MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR NORMA ASTM D 1983, AASHTO T-193

TEMA	:	"INFLUENCIA DE LA SAVIA DE AGAVE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE SUELOS ARCILLOS PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, JIRÓN FRANCISCO HUARAZ - 2022"
DISTRITOS	:	INDEPENDENCIA
PROVINCIA	:	HUARAZ
DEPARTAMENTO	:	ANCASH
SOLICITA	:	BACH SALVADOR LEÓN ELBA MEDALIZ
MATERIAL	:	SUELOS
CALICATA	:	1 PATRÓN
CANTERA	:	
PROG (RM.)	:	0 + 050

FECHA: 03/11/2022

		4		6		5	
N° Capa		6		6		5	
Golpes por capa N°		66		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)		12620	12725	12540	12460	12320	12635
Peso de molde (gr)		7975	7975	7984	7984	7995	7995
Peso del suelo húmedo (gr)		4645	4750	4556	4476	4325	4640
Volumen del molde (cm ³)		2050	2050	2069	2069	2024	2024
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.268	2.317	2.202	2.163	2.137	2.292
Humedad (%)		10.54	11.52	10.65	10.24	10.59	20.42
Densidad seca (gr/cm ³)		2.050	2.078	1.990	1.962	1.932	1.993
Tarro N°		27	20	49	32	39	44
Tarro + Suelo húmedo (gr)		924.0	911.7	844.3	805.2	857.7	1001.0
Tarro + Suelo seco (gr)		882.1	834.6	859.5	837.0	791.8	890.0
Peso del Agua (gr)		71.90	77.10	74.80	68.20	65.90	141.00
Peso del tarro (gr)		170.20	165.40	167.00	170.80	169.30	169.00
Peso del suelo seco (gr)		681.9	689.2	702.5	666.2	622.5	690.4
Humedad (%)		10.54	11.52	10.65	10.24	10.59	20.42
Promedio de Humedad (%)		10.54	11.52	10.65	10.24	10.59	20.42

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/10/2022	10	0.00	0.000			0.000			0.000		
27/10/2022	10	24.00	1.200	2.100		1.300	2.600		1.500	3.100	
28/10/2022	10	48.00	1.500		1.82	1.600		2.25	1.700		2.89
29/10/2022	10	72.00	1.700	115.300		1.900	115.300		2.400	115.300	
30/10/2022	10	96.00	2.100			2.600			3.100		

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		Lectura		Carga Ensayo kg	CBR %	Lectura		Carga Ensayo kg	CBR %	Lectura		Carga Ensayo kg	CBR %
		Dial (mm)	kg			Dial (mm)	kg			Dial (mm)	kg		
0.000		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00	
0.252		17	82.4	4.26		16	77.8	4.02		15	73.3	3.78	
0.500		32	150.3	7.77		27	127.7	6.60		22	105.0	5.43	
0.752		43	200.1	10.34		35	163.9	8.47		27	127.7	6.60	
1.000	70.00	52	240.9	12.44	17.75	44	204.7	10.57	15.10	32	150.3	7.77	11.09
1.500		91	417.9	21.57		54	249.9	12.91		44	204.7	10.57	
2.000	105	100	458.2	23.87	22.55	65	320.3	20.18	19.20	68	313.3	16.18	15.42
2.500		114	521.6	28.85		90	412.0	21.33		75	345.0	17.83	
3.000		123	562.3	29.58		99	453.7	23.44		81	372.2	19.23	
3.937		130	594.0	30.69		110	503.5	25.01		89	408.4	21.10	
5.000		140	639.3	33.03		121	553.3	28.58		100	458.2	23.87	

CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUCARO S.A.C.

Huamán Celmi Wilder Rodrigo
DNI: 31678081
GERENTE GENERAL

David Nina E
ING. HENRY DAVID NINA EDUARDO
CIP N° 155007
INGENIERO CIVIL

Guillermo Collupe Duran
Tec. Suelos, Concreto, Asfaltos.



CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUCARO S.A.C.

RUC N° 20601203759 - MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

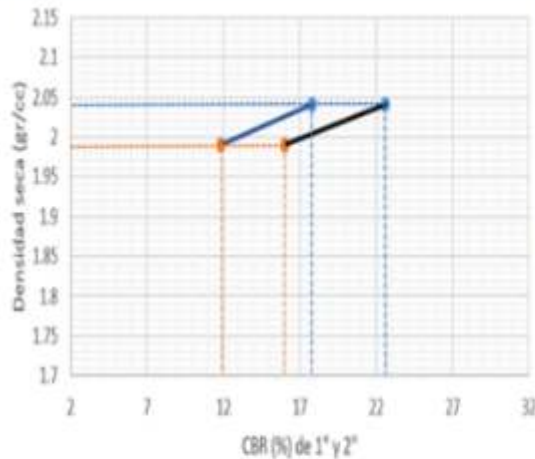
ENSAYO DE CBR AASHTO T-193

TESIS : "INFLUENCIA DE LA SAMBA DE AGAVE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE SUELOS ARCILLOSOS PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE.
JIRÓN FRANCISCO HUARAZ - 2022"

DISTRITOS : INDEPENDENCIA
 PROVINCIA : HUARAZ
 DEPART. : ANCASH
 SOLICITA : BACH. SALVADOR LEÓN, ELISA MEDALIZ
 MATERIAL : SUELOS
 CALICATA : 1 PATRÓN
 CANTERA :
 PROG (KM) : 0 + 050

FECHA : 03/11/2022

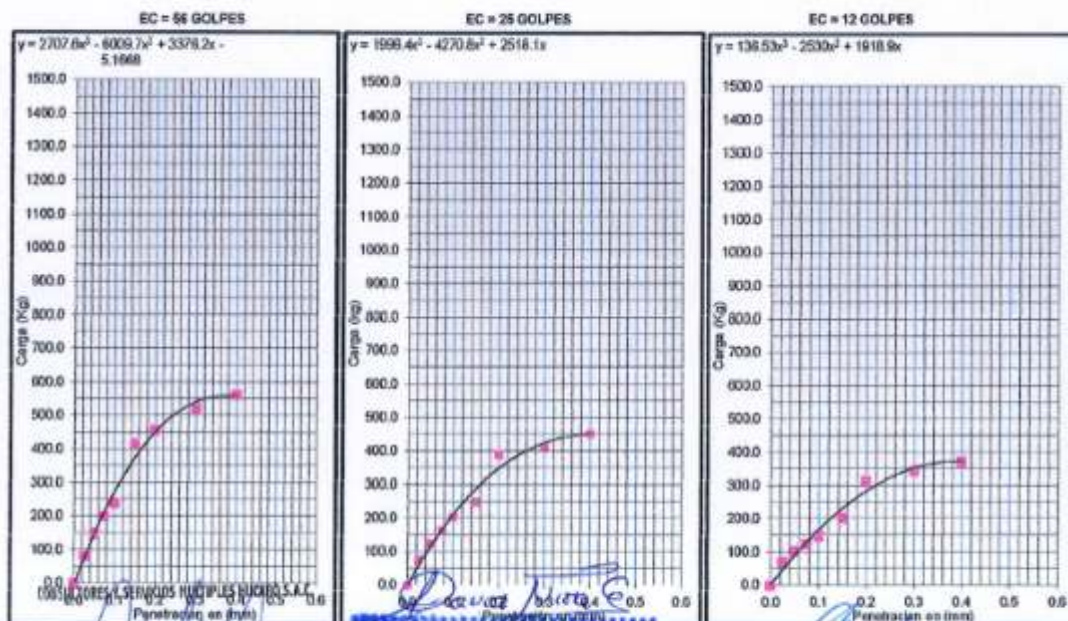
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	17.78	0.2"	22.55
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	11.80	0.2"	16.00

Datos del Proctor	
Densidad Seca	2.041 gr/cc
Optimo Humedad	11.84 %

OBSERVACIONES:



Huamán Germi Wilder Rodrigo
 DNI: 31678081
 GERENTE GENERAL

ING. HENRY DAVID NINA EDUARDO
 CIP N° 155007
 INGENIERO CIVIL

Gulifermo Callupe Duran
 Ing. Suelos, Concreto, Asfalto



CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUCARO S.A.C.

RUC N° 20601203759 - MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR NORMA ASTM D 1583, AASHTO T-193

TITULO	"INFLUENCIA DE LA SAVIA DE AGAVE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE SUELOS ARCILLOS PARA ESTABILIZACIÓN DE BARRASANTE, JIRÓN FRANCISCO HUIARAZ - 2022"	
DISTRITOS	INDEPENDENCIA	
PROVINCIA	HUARAZ	
DEPARTAMENTO	ANCASH	
SOLICITA	BACH. SALVADOR LEÓN ELSA MEDALIZ	
MATERIAL	SUELOS	
CALICATA	1 ADITIVO 60%	
CANTERA		
PROG (CM)	D + 050	
FECHA: 03/11/2022		

		1		2		3	
		6	5	6	5	6	5
Golpes por capa N°		55		26		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	12680	12750	12360	12561	12320	12379
Peso de molde	(gr)	7061	7061	7972	7972	7971	7971
Peso del suelo húmedo	(gr)	4719	4789	4388	4589	4349	4408
Volumen del molde	(cm ³)	2037	2037	2015	2015	2041	2041
Densidad húmeda	(gr/cm ³)	2.317	2.351	2.178	2.277	2.131	2.150
Humedad	(%)	12.86	14.41	9.20	17.61	9.16	12.55
Densidad seca	(gr/cm ³)	2.653	2.655	1.895	1.936	1.952	1.919
Tarro N°		11	12	16	15	13	10
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	895.6	945.0	948.0	935.0	822.8	802.4
Tarro + Suelo seco	(gr)	800.1	847.6	883.0	820.0	869.3	820.0
Peso del Agua	(gr)	95.40	98.00	66.00	115.00	63.50	82.40
Peso del tarro	(gr)	158.40	166.80	185.80	167.00	165.70	165.20
Peso del suelo seco	(gr)	741.7	680.2	717.2	653.0	683.6	654.8
Humedad	(%)	12.86	14.41	9.20	17.61	9.16	12.55
Promedio de Humedad	(%)	12.86	14.41	9.20	17.61	9.16	12.55

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
28/10/2022	10	0.00	0.000			0.000			0.000		
27/10/2022	10	24.00	1.200	2.200		1.300	2.650		1.500	3.150	
28/10/2022	10	48.00	1.500		1.91	1.600		2.30	1.700		2.73
29/10/2022	10	72.00	1.800	115.300		1.900	115.300		2.400	115.000	
30/10/2022	10	96.00	2.200			2.000			3.100		

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		Lectura		Carga Ensayo		Lectura		Carga Ensayo		Lectura		Carga Ensayo	
		Dial (div)	kg	kg/cm ²	CBR %	Dial (div)	kg	kg/cm ²	CBR %	Dial (div)	kg	kg/cm ²	CBR %
0.000		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00	
0.252		17	82.4	4.26		15	73.3	3.79		14	68.8	3.51	
0.500		26	108.4	8.70		28	123.1	6.30		23	109.6	5.60	
0.752		33	145.4	12.68		37	173.6	8.94		31	145.8	7.63	
1.000	70.03	70	302.4	16.66	25.79	48	222.8	11.61	10.41	35	154.8	8.00	11.43
1.500		110	503.5	26.01		79	322.4	16.66		50	231.5	11.68	
2.000	100	125	571.4	29.52	29.11	99	412.9	21.33	20.32	66	313.3	16.15	15.42
2.500		140	639.3	33.03		102	467.3	24.14		75	345.8	17.63	
3.000		160	729.8	37.71		110	503.8	26.01		88	394.8	20.40	
3.957		170	775.1	40.04		121	553.3	28.58		95	435.8	22.50	
5.000		180	820.3	42.30		130	594.0	30.69		108	485.4	25.08	

CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUCARO S.A.C.

Huaman Celmi Wilder Rodrigo
 GERENTE GENERAL

ING. HENRY DAVID NINA EDUARDO
 CIP N° 155007
 INGENIERO CIVIL

Guillermo Callupe Duran
 Ing. Suelos, Concreto, Asfalto.



CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUCARO S.A.C.

RUC N° 20601203759 - MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

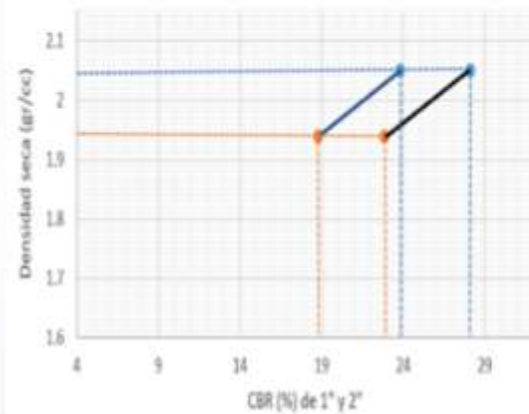
ENSAYO DE CBR AASHTO T-193

TESIS : "INFLUENCIA DE LA SAVA DE AGUAVE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE SUELOS ARCILLOSES PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE, JIRON FRANCISCO HUARAZ - 2022"

DISTRITOS : INDEPENDENCIA
 PROVINCIA : HUARAZ
 DEPART. : ANCASH
 SOLICITA : BACH. SALVADOR LEON, ELSA MEDALIZ
 MATERIAL : SUELOS
 CALICATA : 1 ADITIVO 00%
 CANTERA :
 PROG (KM) : 0 + 050

FECHA : 03/11/2022

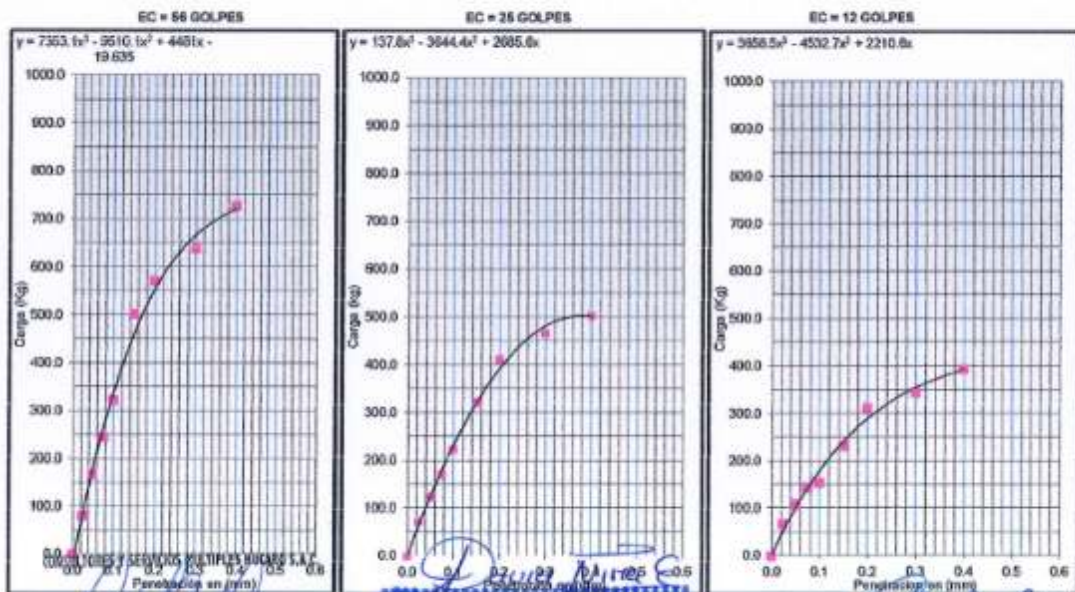
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	23.79	0.2"	28.11
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	18.77	0.2"	22.85

Datos del Proctor	
Densidad Seca	2.052 gr/cc
Optimo Humedad	8.41 %

OBSERVACIONES:



Human Celmi Wilder Rodrigo
 DNI: 31875881
 GERENTE GENERAL

ING. HENRY DAVID NINA EDUARDO
 CIP N° 155007
 INGENIERO CIVIL

Guliano Calupe Duran
 Testigos, Concreto, Asfaltos,
 ANCASH



CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUCARO S.A.C.

RUC N° 20601203759 - MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR NORMA ASTM D 1983, AASHTO T-193

TESIS :	"INFLUENCIA DE LA SAVIA DE AGAVE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE SUELOS ARCILLOS PARA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE, JIRÓN FRANCISCO HUARAZ - 2022"	
DISTRITOS :	INDEPENDENCIA	
PROVINCIA :	HUARAZ	
DEPARTAMENTO :	ANCASH	
SOLICITA :	BACH. SALVADOR LEÓN, ELSA MEDALIZ	
MATERIAL :	SUELOS	
CALICATA :	1 ADITIVO 80%	
GANTERA :		
PROG (P.M.) :	0 + 050	
FECHA: 03/11/2022		

Molde N°	4		5		6	
	5		5		5	
N° Capa	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12720	12727	12596	12482	12449	12637
Peso de molde (gr)	7974	7974	7983	7683	7991	7991
Peso del suelo húmedo (gr)	4746	4753	4607	4479	4449	4646
Volumen del molde (cm ³)	2050	2050	2069	2069	2024	2024
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.315	2.319	2.227	2.165	2.198	2.295
Humedad (%)	10.42	11.84	10.63	13.36	10.50	23.71
Densidad seca (gr/cm ³)	2.097	2.073	2.013	1.910	1.985	1.855
Tarro N°	27	20	49	32	39	44
Tarro + Suelo húmedo (gr)	924.5	913.0	844.1	805.0	857.1	1000.0
Tarro + Suelo seco (gr)	852.2	834.0	809.3	819.0	791.4	840.0
Peso del Agua (gr)	72.30	79.00	74.80	87.00	65.70	160.00
Peso del tarro (gr)	158.40	166.80	165.80	167.00	165.70	165.20
Peso del suelo seco (gr)	693.8	657.2	703.5	651.0	625.7	674.8
Humedad (%)	10.42	11.84	10.63	13.36	10.50	23.71
Promedio de Humedad (%)	10.42	11.84	10.63	13.36	10.50	23.71

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/10/2022	10	0.00	0.000			0.000			0.000		
27/10/2022	10	24.00	1.400	2.000		1.500	2.500		1.800	3.000	
28/10/2022	10	48.00	1.800		1.73	1.700		2.17	1.800		2.80
29/10/2022	10	72.00	1.800	115.300		1.900	115.300		2.100	115.000	
30/10/2022	10	96.00	2.000			2.500			3.000		

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3					
		Lectura Dial (mm)	Carga Ensayo kg	CBR %	Lectura Dial (mm)	Carga Ensayo kg	CBR %	Lectura Dial (mm)	Carga Ensayo kg	CBR %			
0.000		0	0.0	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00			
0.252		17	82.4	4.26	18	77.8	4.02	13	84.3	3.32			
0.500		47	218.2	11.27	24	114.1	5.66	21	109.5	5.16			
0.752		70	322.4	16.68	48	213.7	11.04	30	141.3	7.30			
1.000	70.00	111	500.0	24.26	37.43	35	272.4	14.08	20.12	41	101.1	5.67	14.10
1.500		145	691.9	34.20		85	399.3	20.16		60	277.1	14.32	
2.000	105	180	855.0	44.72	42.59	110	503.5	26.01	24.77	84	365.8	19.90	18.90
2.500		217	987.8	51.03		125	571.4	29.52		90	412.9	21.32	
3.000		236	1073.8	55.47		135	616.7	31.89		100	459.2	23.67	
3.937		247	1123.5	58.95		147	671.0	34.67		110	503.5	26.01	
5.000		257	1188.0	60.38		155	797.3	36.54		120	548.8	28.35	

CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUCARO S.A.C.

Juan Carlos Wilder Rodrigo
 DNI: 31679081
 GERENTE GENERAL

ING. HENRY DAVID NINA EDUARDO
 CIP N° 155007
 INGENIERO CIVIL

Guillermo Collupe Duran
 Tec. Suelos, Concreto, Asfaltos.

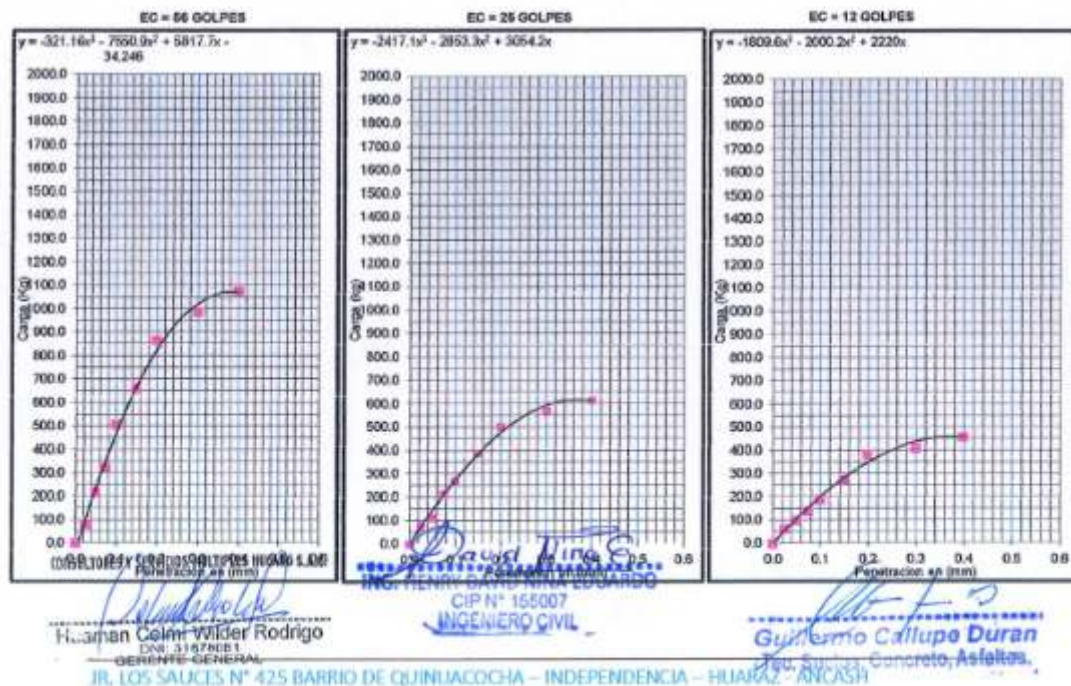
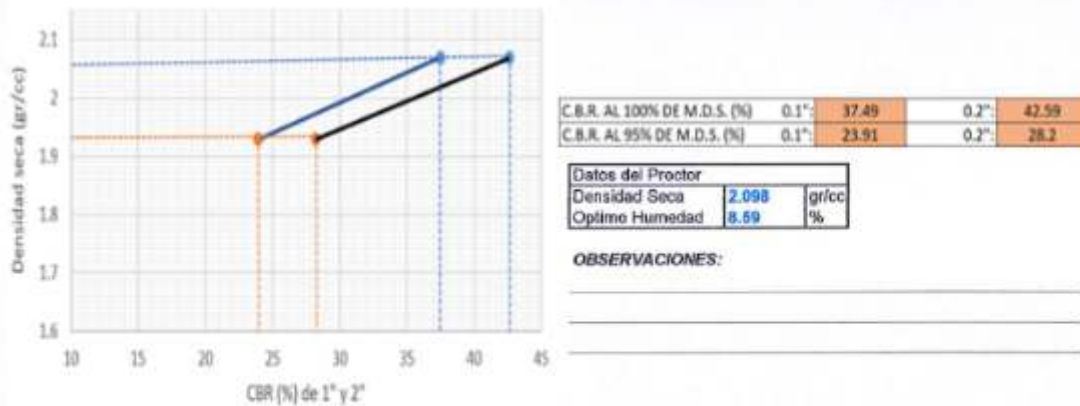


CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUCARO S.A.C.

RUC N° 20601203759 - MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR AASHTO T-193	
TESIS :	"INFLUENCIA DE LA SABA DE AGAVE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE SUELOS ARCILOSOS PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE, JIRON FRANCISCO HUARAZ - 2022"
DISTRITOS :	INDEPENDENCIA
PROVINCIA :	HUARAZ
DEPART. :	ANCASH
SOLICITA :	BACH. SALVADOR LEÓN, ELSA MEDALIZ
MATERIAL :	SUELOS
CALICATA :	1 ADITIVO 80%
CANTERA :	
PROG (KM) :	0 + 050
FECHA: 03/11/2022	

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR





CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUCARO S.A.C.

RUC N° 20601203759 - MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR NORMA ASTM D 1983, AASHTO T-193

TEMA :	"INFLUENCIA DE LA SAVA DE AGAVE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE SUELOS ARCILLOS PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE, JIRON FRANCISCO HUARAZ - 2022"	
DISTRITOS :	INDEPENDENCIA	
PROVINCIA :	HUARAZ	
DEPARTAMENTO :	ANCASH	
DOLICITA :	DACH. SALVADOR LEÓN, ELSA MEDALIZ	
MATERIAL :	SUELOS	
CALICATA :	1 ACITIVO 100%	
CANTERA :		
PROG. (KM.) :	0 + 000	
		FECHA: 03/11/2022

	1		2		3	
	5		5		5	
N° Capa	56		25		12	
Golpes por capa N°						
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12500	12765	12340	12565	12300	12310
Peso de molde (gr)	7981	7981	7972	7972	7971	7971
Peso del suelo húmedo (gr)	4539	4794	4368	4593	4329	4339
Volumen del molde (cm ³)	2037	2037	2015	2015	2041	2041
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.228	2.353	2.168	2.279	2.121	2.126
Humedad (%)	8.82	11.12	8.97	11.29	9.02	14.07
Densidad seca (gr/cm ³)	2.047	2.118	1.990	2.048	1.946	1.884
Tarro N°	11	14	16	26	13	33
Tarro + Suelo húmedo (gr)	885.2	848.8	848.8	834.7	822.2	804.4
Tarro + Suelo seco (gr)	827.4	867.9	885.1	857.1	808.6	813.2
Peso del Agua (gr)	67.80	77.90	64.50	77.60	62.60	91.20
Peso del tarro (gr)	158.40	167.60	165.80	169.50	165.70	165.10
Peso del suelo seco (gr)	769.0	700.3	719.3	687.6	693.9	648.1
Humedad (%)	8.82	11.12	8.97	11.29	9.02	14.07
Promedio de Humedad (%)	8.82	11.12	8.97	11.29	9.02	14.07

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/10/2022	10	0.00	0.000			0.000			0.000		
27/10/2022	10	24.00	1.300	2.300		1.400	2.700		1.600	3.200	
28/10/2022	10	48.00	1.600		1.91	1.700		2.34	1.800		2.77
29/10/2022	10	72.00	1.600	115.300		1.600	115.300		2.500	115.000	
30/10/2022	10	96.00	2.200			2.700			3.200		

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3			
		Lectura Dial (mm)	Carga Ensayo kg	CBR %	Lectura Dial (mm)	Carga Ensayo kg	CBR %	Lectura Dial (mm)	Carga Ensayo kg	CBR %	
0.000		0	0.0	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00	
0.202		30	86.0	4.97	18	86.6	4.46	17	82.4	4.20	
0.509		67	338.8	15.95	50	231.6	11.96	30	141.3	7.30	
0.752		120	548.8	26.30	77	354.1	18.20	44	204.7	10.57	
1.000	70.00	151	734.4	37.94	99	453.7	23.44	58	268.0	13.85	
1.500		230	1046.6	54.07	140	639.3	33.03	73	336.0	17.36	
2.000	105	270	1227.6	63.42	170	811.3	41.91	90.00	415	528.1	27.16
2.500		290	1318.1	68.16	200	910.5	47.05	130	594.0	30.66	
3.000		300	1383.3	70.43	210	966.1	48.40	140	639.3	32.00	
3.937		311	1413.1	73.01	220	1001.4	51.73	150	684.4	35.37	
0.000		320	1453.4	75.11	230	1046.6	54.07	160	729.8	37.71	

CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUCARO S.A.C.

Husman Celmir Wilder Rodrigo
 DNI: 31876091
 GERENTE GENERAL

ING. HENRY DAVID NINA EDUARDO
 CIP N° 155007
 INGENIERO CIVIL

Romeo Cali
 Ing. Suolos, Concreto, Asfalto

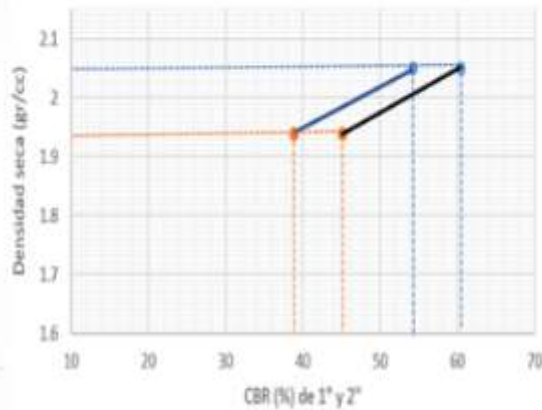


CONSULTORES Y SERVICIOS MULTIPLES HUCARO S.A.C.

RUC N° 20601203759 - MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ENSAYO DE CBR AASHTO T-193	
TESIS :	"INFLUENCIA DE LA GAYA DE AGAVE EN LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE SUELOS ARCILLOSOS PARA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE, JRÓN FRANCISCO HUARAZ - 2022"
DISTRITOS :	INDEPENDENCIA
PROVINCIA :	HUARAZ
DEPART. :	ANCASH
SOLICITA :	BACH. SALVADOR LEÓN, ELISA MEDALIZ
MATERIAL :	SUELOS
CALICATA :	1 ADITIVO 100%
CANTERA :	
PROG (KM) :	0 + 050
FECHA : 03/11/2022	

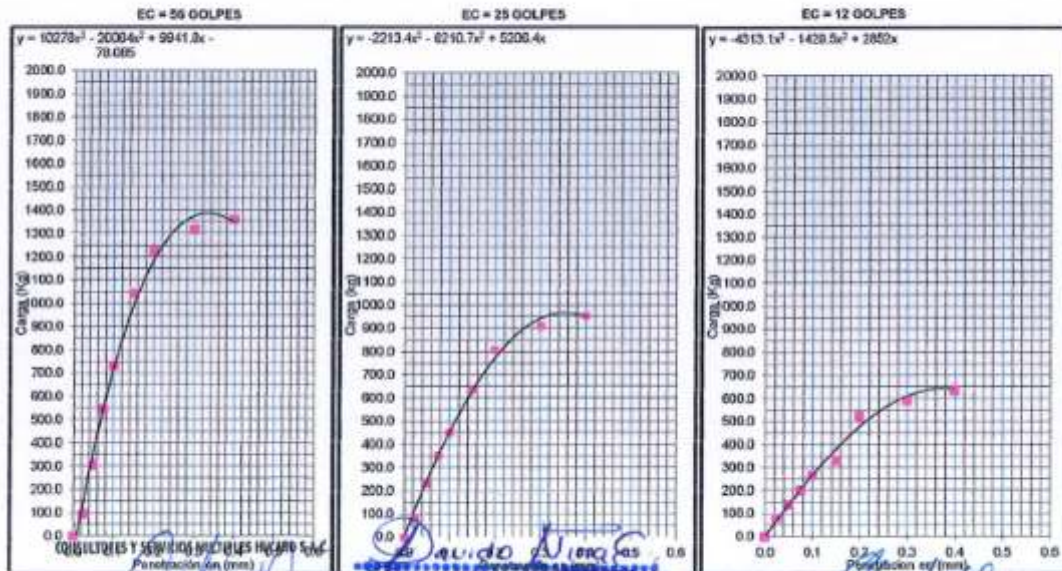
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	54.2	0.2"	60.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	38.80	0.2"	45.05

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.049	gr/cc
Optimo Humedad	9.32	%

OBSERVACIONES:



Huaman Celmi Wilder Rodrigo
GERENTE GENERAL

ING. RENEY DAVID XINA EDUARDO
CIP N° 155007
INGENIERO CIVIL

Gulherme Collupe Duran
Tec. Suelos, Concreto, Asfaltos.

IMFORME DE ENSAYO	N°	112-2022
--------------------------	-----------	-----------------

Ciente:	ELSA SALVADOR LEÓN
Dirección del cliente:	No especifica
Referencia USAQ:	218
Muestra:	Planta de Agave
N° de cotización:	No aplica
Fecha de recepción:	24/11/2022
Fecha de emisión de informe:	31/11/2022
Presentación de la muestra:	Planta contenida en un taper
Referencia de la muestra:	No aplica

Este ensayo no puede ser reproducido total ni parcialmente, excepto con la autorización del laboratorio. Los informes de ensayo sin la firma del responsable no son válidos. Cualquier observación adicional a la muestra se detalla al final del informe de ensayo.

El método desarrollado y los límites de detección (en caso aplique), son detallados a continuación de la tabla de resultados. La muestra podrá ser devuelta en el plazo de 15 días calendario después de entregado el informe de ensayo, pasado el tiempo indicado no se aceptarán reclamos ni devoluciones (no aplica para muestras perecibles).


PERCY YAQUE LÓPEZ MARILUZ
QUÍMICO
CQP. 876



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA



UNIDAD DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS

IMFORME DE ENSAYO

N°

112-2022

Resultado de ensayo

Código Lab.	Determinación o parámetro	Referencia y/o codificación del cliente	Valor obtenido	Unidad
218	Cloro	PLANTA DE AGAVE	0.021	%
	Potasio	PLANTA DE AGAVE	0.200	%
	Calcio	PLANTA DE AGAVE	0.120	%
	Hierro	PLANTA DE AGAVE	0.005	%
	Zinc	PLANTA DE AGAVE	0.004	%
	pH	PLANTA DE AGAVE	6.8	
	Peso específico	PLANTA DE AGAVE	1.004	gr/cm ³

RDL-2022

Página 2 de 3



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA



UNIDAD DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS

IMFORME DE ENSAYO

N°

112-2022

Rango, límite y método empleado en el ensayo

<i>Determinación o Parámetro</i>	<i>Rango especificado</i>	<i>Límite de detención</i>	<i>Método empleado</i>
Calcio	No especifica	No aplica	USAQ-ME-04 AAS
Cloro	No especifica	No aplica	NTP 311.091
Hierro	No especifica	No aplica	USAQ-ME-04 AAS
pH	No especifica	No aplica	APHA 4500 HB
Potasio	No especifica	No aplica	USAQ-ME-04 AAS
Zinc	No especifica	No aplica	USAQ-ME-04 AAS

RDL-2022

Página 3 de 3

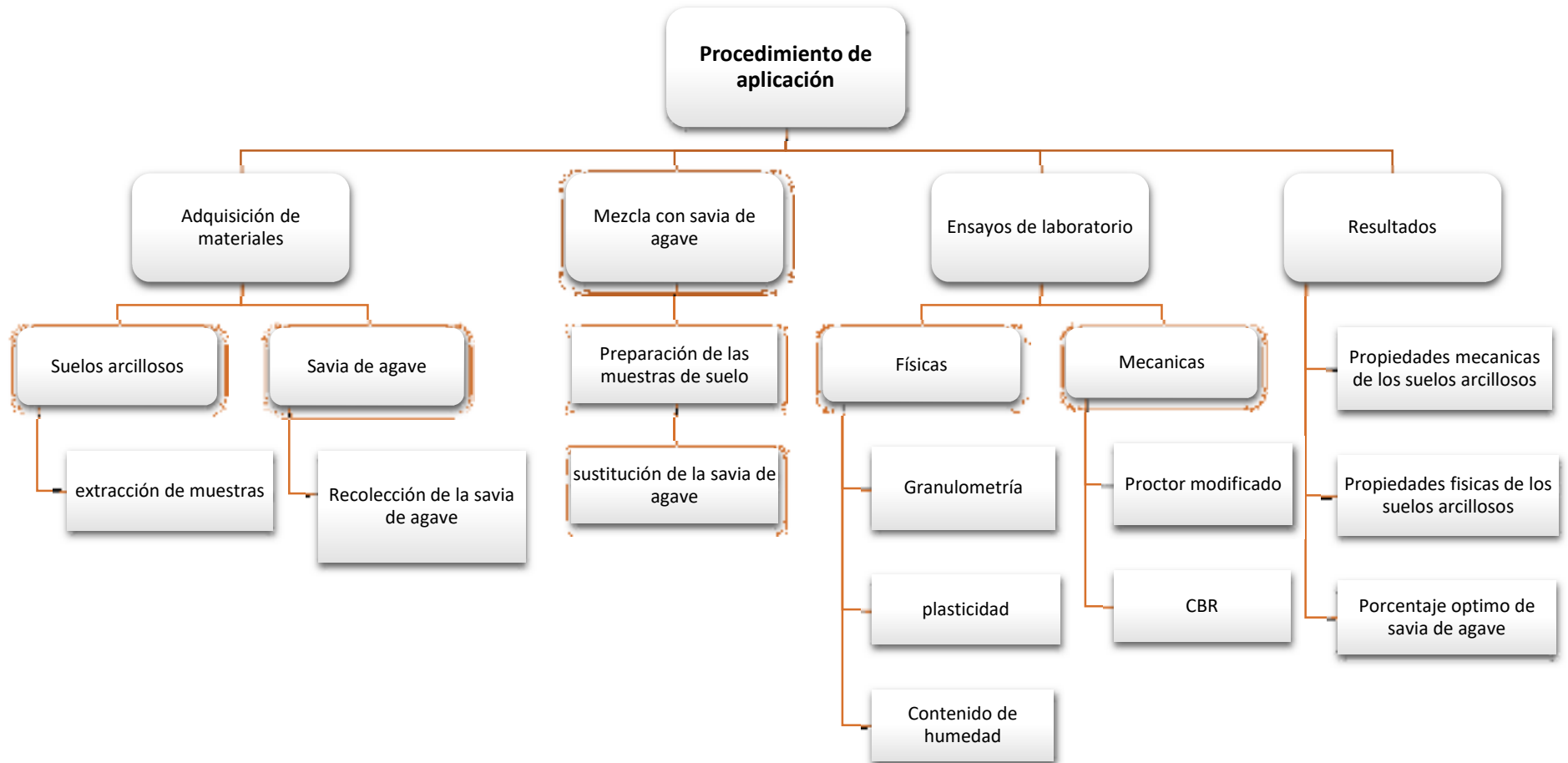
Anexo 6. Cuadro de dosificación y resultados de antecedentes

TÍTULO: "influencia de la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, jirón Francisco Huaraz - 2022"

AUTOR: Br. Salvador León, Elsa Medaliz.

	Autor	Título	Año	Savia, fibra, mucilago, aditivo agregado	Porcentaje de adición (%)	resistencia	CBR (%)
tesis internacionales	CAMARGO Y DURAN	Evaluación de las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos de baja plasticidad mediante el uso del cemento para capa de rodadura en vías terciarias	2018	Cemento	10%, 12% 14%	45 psi 74 psi 89 psi	
	LÓPEZ MARTINEZ MARCO ANTONIO	Mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de los suelos arenosos del sector de Pomasqui para cimentaciones superficiales y contrapisos, mediante el uso de cemento tipo mh.	2017	cemento tipo MH	3%		130
	CAÑAR TIVIANO EDWIN SANTIAGO	Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de los suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón	2017	Ceniza de carbon	20% 23%		9.9 10
tesis nacionales	BENITES ZAPATA VERONICA	Adobe estabilizado con extracto de cabuya (furcraea andina)	2017	Extracto de cabuya	100%	27.10 kg/cm2	
	AQUIÑO BOBADILLA Y OTROS	"Efecto de adición porcentual de extracto de maguey y estiercol de vaca en la elaboración de adobe, Huanchac, Huaraz, 2021"	2021	Extracto de maguey	100%	16.44 kg/cm2	
				Estiercol de vaca	15%		
	HUAMAN Y REAÑO	Efecto del mucilago de cactus San pedro Echinopsis Pachanoi, en estabilización de suelos, caso: carretera Huilcarpay, 2021	2021	Mucilago de cactus san pedro	30% 60% 90%		3.98 4.87 7.45
CAMPOS MARTINEZ JASON BRAJAN	Adición del mucílago de penca del nopal para eatabilizar el suelo en el jirón Manco Cápac, Pilcomayo, Huancayo, 2022	2022	Mucílago de nopal	25% 35% 40%		7 10 12	

• **Procedimientos**



- Aspectos administrativos

Tabla22

Gastos de bienes y servicios

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
01		Bienes			985.00
01.01	Útiles de Escritorio	und	1	S/.50	S/.50
01.02	Internet	mes	6	S/.90	S/.540
01.03	Impresión	und	1	S/.20	S/.20
01.04	Modulo	und	1	S/.45	S/.45
01.05	Luz	mes	6	S/.30	S/.180
01.06	Transporte de material	und	1	S/.150	S/.150

Fuente: elaborado por el autor

Tabla23

Gastos de ensayos en laboratorio de suelos

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
2					3650.00
	Ensayo de laboratorio				
2.1	Análisis granulométrico ASTM D 422	Und	1	320.00	320.00
2.2	Límite líquido y plástico ASTM D 4318	Und	1	200.00	200.00
2.3	Contenido de humedad ASTM D 2266 ASTM D 4643	Und	1	30.00	30.00
2.4	Clasificación de sucs ASTM D 2487	Und	1	210.00	210.00
2.5	Clasificación AASHTO M-145	Und	1	210.00	210.00
2.6	Ensayo de compactación Proctor Modificado ASTM D 1557	Und	4	250.00	1000.00

Fuente: elaborado por el autor

Tabla24*Gasto del ensayo químico*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDA D	PRECI O	PARCIA L
3	Ensayo Químico				750.00
3.1	Composición química del agave	Und	1	750.00	750.00

Fuente: elaborado por el autor**Tabla25***Gasto total*

GASTO TOTAL				
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	PARCIAL (S/.)	
4	TOTAL		5385.00	
4.1	Bienes y SERVICIOS	Glb	985.00	
4.2	Ensayo de suelos	Glb	3650.00	
4.3	Ensayo químico	Glb	750.00	

Fuente: elaborado por el autor

- **Normativa**

MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS R.D. N° 10-2014-MTC/14

La Sub rasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento afirmado.

La sub rasante es el asiento directo de la estructura del pavimento y forma parte del prisma de la carretera que se construye entre el terreno natural allanado o explanado y la estructura del pavimento. La sub rasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado, de tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que proviene del tránsito. Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño de la estructura del pavimento que se colocará encima. En la etapa constructiva, los últimos 0.30m de suelo debajo del nivel superior de la sub rasante, deberán ser compactados al 95% de la máxima densidad seca obtenida del ensayo proctor modificado (MTC EM 115).

Los suelos por debajo del nivel superior de la sub rasante, en una profundidad no menor de 0.60 m, deberán ser suelos adecuados y estables con $CBR \geq 6\%$. En caso de que el suelo, debajo del nivel superior de la sub rasante, tenga un $CBR < 6\%$ (sub rasante Insuficiente o sub rasante inadecuada), corresponde estabilizar los suelos, para lo cual el Ingeniero Responsable analizará según la naturaleza del suelo alternativas de solución, como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de cimentación, estabilización química de suelos, estabilización con geo sintéticos, elevación de la rasante, cambiar el trazo vial, eligiéndose la más conveniente técnica y económica. En el Capítulo 9 Estabilización de Suelos, se describen diversos tipos de estabilización de suelos.

Con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales de la sub rasante se llevarán a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios o calicatas de 1.5 m de profundidad mínima; el número mínimo de calicatas por kilómetro.

Los suelos encontrados serán descritos y clasificados de acuerdo a la metodología para construcción de vías, la clasificación se efectuará obligatoriamente por AASHTO y SUCS.

Granulometría: representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas (Ensayo MTC E107). A partir de la cual se puede estimar, con mayor o menor aproximación, las demás propiedades que pudieran interesar.

La Plasticidad: es la propiedad de estabilidad que representa los suelos hasta cierto límite de humedad sin disgregarse, por tanto la plasticidad de un suelo depende, no de los elementos gruesos que contiene, sino únicamente de sus elementos finos. El análisis granulométrico no permite apreciar esta característica, por lo que es necesario determinar los Límites de Atterberg.

Los Límites de Atterberg establecen cuán sensible es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad (agua), definiéndose los límites correspondientes a los tres estados de consistencia según su humedad y de acuerdo a ello puede presentarse un suelo: líquido, plástico o sólido. Estos límites de Atterberg que miden la cohesión del suelo son: el límite líquido (LL, según ensayo MTC E 110), el límite plástico (LP, según ensayo MTC E 111) y el límite de contracción (LC, según ensayo MTC E 112).

El índice de plasticidad indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP grande corresponde a un suelo muy arcilloso; por el contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso.

Ensayos CBR: (ensayo MTC E 132), una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO y SUCS, para caminos contemplados en este manual, se elaborará un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo en estudio, a partir del cual se determinará el programa de ensayos para establecer el CBR

que es el valor soporte o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54 mm.

Categorías de Sub rasante

Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante Insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

- Panel fotográfico

Figura62

Ubicación del Jirón Francisco



Figura63

Fotografía de las calicatas



Figura64

Obtención de la savia de agave



Figura65

Muestras de límites de consistencia y humedad



Figura66

Muestra para el ensayo de Proctor Modificado



Figura67

Secado de las muestras después de haber sido sumergido para el ensayo de CBR.



Figura68

Ensayo de CBR





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VILDOSO FLORES ALEJANDRO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "influencia de la savia de agave en las propiedades físico-mecánicas de suelos arcillosos para estabilización de sub rasante, Jirón Francisco Huaraz - 2022", cuyo autor es SALVADOR LEON ELSA MEDALIZ, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

HUARAZ, 08 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VILDOSO FLORES ALEJANDRO DNI: 10712728 ORCID: 0000-0003-3998-5671	Firmado electrónicamente por: AVILDOSOFL el 09- 12-2022 19:04:26

Código documento Trilce: TRI - 0479831