



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Estabilización de subrasantes blandas con adición de lutitas y cenizas
de pisonay en la Av Prado, Abancay- Apurímac ,2022.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Cuellar Pumacayo, Cesar Augusto (orcid.org/0000-0001-9794-3563)

ASESOR:

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (orcid.org/0000-0002-4136-7189)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2023

Dedicatoria

En primer lugar, dedico mi investigación a Dios por haberme bendecido con salud y trabajo.

Con inmenso cariño y gratitud a mis padres y mi esposa e hijos, quienes, con esfuerzo y voluntad hicieron posible la formación y la finalización de mi estudio profesional

Agradecimiento

A la Universidad César Vallejo, que nos dio la oportunidad de alcanzar el gran objetivo de ser profesionales y A Dios que me ha acompañado en los momentos difíciles, brindándome fuerza para lograr mis objetivos. A mi familia que son mi motor para lograr mis metas.

Agradecimiento al Dr. Luis A. Vargas Chacaltana por su apoyo en el asesoramiento durante mi investigación

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de Gráficos y figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	22
3.1 Tipo y diseño de investigación	22
3.2 Variable y Operacionalización	23
3.3 Población, muestra y muestreo	24
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
3.5. Procedimientos.....	27
3.6. Método de análisis de datos.....	28
3.7. Aspectos éticos	28
IV. RESULTADOS.....	29
V. DISCUSIÓN.....	44
VI. CONCLUSIONES.....	52
VII.RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS.....	55
ANEXOS.....	58

Índice de tablas

Tabla 1	Características comunes de las lutitas	12
Tabla 2	Clasificación de suelos según Tamaño de partículas	15
Tabla 3	Clasificación AASHTO – SUCS	16
Tabla 4	Suelos según IP	17
Tabla 5	Categorías de Subrasante	18
Tabla 6	Número de calicatas para exploración de suelos	19
Tabla 7	Número de calicatas para exploración de suelos	20
Tabla 8	Cuadro de muestras	25
Tabla 9	Rangos y magnitudes de validez	26
Tabla 10	Rangos y magnitudes de Confiabilidad	27
Tabla 11	Ubicación y descripción técnica de las calicatas	32
Tabla 12	Granulometría	33
Tabla 13	Composición granulométrica y coeficientes C-01, C-02 y C-03	33
Tabla 14	Ch de muestra natural de las C-01, C-02 y C-03	34
Tabla 15	Categorización suelos SUCS y AASTHO C-01, C-02, C-03	35
Tabla 16	Límites de consistencia C-02 y C-03 muestra natural y con adición de 4.00%, 5.00% y 6.00% de LT y CDP	36
Tabla 17	OCH y MDS de C-02 y C-03 muestra natural y con adición de 4.00%, 5.00% y 6.00% de LT y CDP	38
Tabla 18	CBR de C-02 y C-03 muestra natural al 95% y con adición de 4.00%, 5.00% y 6.00% de LT y CDP	38
Tabla 19	Resumen	38

Índice de Gráficos y figuras

Figura 1 Clasificación de Rocas Sedimentarias.....	13
Figura 2 Clasificación AASHTO.....	15
Figura 3 Clasificación SUCS	16
Figura 4 Vista de arbusto pisonay	21
Figura 5 Ubicación del distrito de Abancay provincia de Abancay departamento de Apurímac en mapa del Perú	30
Figura 6 Ubicación del distrito de Abancay en mapa del Perú.....	30
Figura 7 Calicatas in situ C-01, C-02 y C-03	31
Figura 8 Análisis granulométrico	32
Figura 9 CH C-01, C-02 y C-03	34
Figura 10 Límites de consistencia.....	35
Figura 11 Límites de consistencia de C-02 y adición de 4.00%, 5.00% y 6.00% de LT y CDP	36
Figura 12 Límites de consistencia de C-03 y adición de 4.00%, 5.00% y 6.00% de LT y CDP	37
Figura 13 Proctor.....	36
Figura 14 OCH de C-02 Y C-03 de muestra natural y adición de 4.00%, 5.00% y 6.00% de LT y CDP	39
Figura 15 MDS de C-02 Y C-03 de muestra natural y adición de 4.00%, 5.00% y 6.00% de LT y CDP	39
Figura 16 Proctor.....	40
Figura 17 CBR de C-02 Y C-03 de muestra natural y adición de 4.00%, 5.00% y 6.00% de LT y CDP	39
Figura 18 CBR y Proctor.....	42

Resumen

La investigación tuvo como objetivo evaluar cómo influye la adición de lutitas y cenizas de pisonay en las propiedades físico-mecánicas en la subrasante de la Av. Prado, Apurímac-2022. La metodología empleada es de tipo aplicada, diseño experimental, nivel explicativo y enfoque cuantitativo. La población está compuesta por 700 mts. de la subrasante de la Av. Prado, distrito de Abancay. La muestra fue de 3 calicatas. Se evidencia que al adicionar LT y CDP en dosificaciones 4%, 5% y 6% en C-02 y C-03, los resultados fueron: IP disminuyó en: (2.73%, 8.37%,16.32%) y (4.47%, 15.89%, 19.81%), respectivamente; El OCH disminuyó para C-02 y C-03 en: (5.64%,15.78%,22.50%) y (1.44%,8.64%,10.96%), respectivamente; La MDS incrementó en C-02 y C-03 en: (2.25%, 3.29%, 4.55%) y (1.03%, 1.96%, 3.0%), respectivamente; El CBR en C-02 y C-03 incrementó en: (24.18%,114.55%,154.55%) y (34.43%,109.84%,149.18%), respectivamente. Se concluye que la adición de lutitas y cenizas de pisonay afectan positivamente a la subrasante fortaleciendo la resistencia, siendo la dosificación óptima 6%.

Palabras clave: Subrasante, suelo, cenizas de pisonay.

ABSTRACT

The research aimed to evaluate how the addition of shales and ashes of pisonay influences the physical-mechanical properties in the subgrade of Av. Prado, Apurímac-2022. The methodology used is applied, experimental design, explanatory level and quantitative approach. The population is composed of 700 meters. of the subgrade of Av. Prado, district of Abancay. The sample was 3 calicatas. It is evident that when adding LT and CDP in dosages 4%, 5% and 6% in C-02 and C-03, the results were: PI decreased in: (2.73%, 8.37%, 16.32%) and (4.47%, 15.89%, 19.81%), respectively; The OCH decreased for C-02 and C-03 in: (5.64%,15.78%,22.50%) and (1.44%,8.64%,10.96%), respectively; The MDS increased in C-02 and C-03 by: (2.25%, 3.29%, 4.55%) and (1.03%, 1.96%, 3.0%), respectively; CBR in C-02 and C-03 increased by: (24.18%,114.55%,154.55%) and (34.43%,109.84%,149.18%), respectively. It is concluded that the addition of shales and ashes of pisonay positively affect the subgrade strengthening the resistance, being the optimal dosage 6%.

Keywords: Subgrade, soil, pisonay ashes.

I.INTRODUCCIÓN

A nivel internacional el informe global de competitividad cuya edición data de diciembre del 2021 que recopila información 2020-2021 publicada en The World Economic Fórum manifiesta:

Que Chile, Ecuador y Panamá son considerados como los países que cuentan con vías de gran calidad a nivel de Latinoamérica, siendo Chile el país mejor posicionado con una puntuación de 5.2 ocupando a nivel mundial el puesto 24, por otro lado reporta que los países con carreteras en un mal estado son las naciones de Costa Rica, Paraguay y Haití, el informe es basado en la encuesta de The World Economic Fórum con un sondeo amplio de 14 mil líderes empresariales en 144 países, los criterios de puntuación que establece está basada en una escala que va desde 1 a 7 que examina la calidad que presenta la infraestructura vial de un país donde el valor de 7 representa extremadamente bien y el valor de 1 extremadamente pobre, el país de Haití al ser considerado como un país que cuenta con carreteras en un mal estado ocupa el último lugar en el ranking a nivel de Latinoamérica con una puntuación de 2.1, los 3 países mejores calificados son Emiratos Árabes Unidos con un puntaje de 6.4, Singapur con un puntaje de 6.3 y Suiza también con un puntaje de 6.3, la condición de las carreteras de una nación son agravantes que condicionan el crecimiento económico y a la vez social de un país, traduciendo que cuando existen altos costos para el desplazamiento, tiempos excesivos o muy poca confiabilidad en el transporte, la población será afectada por falta de accesos repercutiendo en los servicios de salud y educación primordialmente, así mismo es importante establecer una comparación entre América Latina y los países europeos, la primera tiene 0,05 kilómetros lineales pavimentados por cada km^2 , mientras que el segundo tiene 2,1 pavimentado por cada km^2 , por ello recomienda para América Latina que se trata solo de invertir más, sino hacer una inversión con mejores beneficios y hacerlo mejor. (World Economic Forum, 2021, p.52)

A nivel nacional el Sistema Nacional de Carreteras a través de datos estadísticos muestra lo siguiente:

Que solamente un 15.98% de nuestras vías están pavimentadas de forma adecuada, y que un 84.02% de nuestras vías están sin pavimentar contando solo con trochas carrozables o vías con afirmado, esta situación está sustentada desde una perspectiva técnica y condiciones naturales del suelo que han registrado la presencia de algunos suelos con característica inestable y con valores del CBR inferiores a las solicitaciones por las normas, además de evidenciar zonas húmedas y áreas blandas en varios tramos de las vías del país, escenario que ha sido contrarrestado con acciones de

estabilización mecánica con la utilización de materiales y/o aditivos que tienen la finalidad de mejorar las características mecánicas y físicas de los suelos en muchos casos resulta ser costosos por la carencia de estos materiales en las zonas insitu donde se pretende mejorar el comportamiento del suelo. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014)

A nivel regional la ciudad de Abancay en la actualidad se puede visualizar en las calles en diferentes tramos la presencia de deformaciones como hundimientos y agrietamientos longitudinales y transversales producto del incremento vehicular y del diseño inadecuado del pavimento que traen consigo el perjuicio al desplazamiento vehicular y por ende a la circulación de los vehículos, en escenario surge la necesidad de realizar una estabilización de la subrasante tomando como alternativa materiales que abundan en el distrito de Abancay con es el caso de las rocas sedimentarias como las lutitas; nuestra investigación estará delimitada en la av Prado a la altura de las oficinas de Emusap del distrito de la ciudad de Abancay donde presentan en las subrasantes suelos clasificados según SUCS en CL-ML, en donde se evidencia deformaciones, grietas longitudinales y transversales en el pavimento producto del incremento vehicular en estas calles.

Realizando un análisis sobre la problemática que viene suscitando en las calles del distrito de Abancay es necesario plantear como problema general: ¿Cómo influye la incorporación de lutitas y cenizas de pisonay en la estabilización de subrasantes blandas en la Av. Prado -Abancay -Apurímac? Como problemas específicos; el primer ¿Cómo influye la incorporación de lutitas y cenizas de pisonay en las propiedades físicas en la estabilización de subrasantes blandas en la Av. Prado -Abancay -Apurímac?, el segundo ¿Cómo influye la incorporación de lutitas y cenizas de pisonay en las propiedades mecánicas en la estabilización de subrasantes blandas en la Av. Prado -Abancay -Apurímac,2022? Y el tercero ¿Cómo influye la dosificación de lutitas y cenizas de pisonay en las propiedades físico-mecánicas en la estabilización de subrasantes blandas en la Av. Prado -Abancay -Apurímac?

Dentro de la justificación del planteamiento del problema, podemos fundamentar como justificación teórica lo siguiente las propiedades físico mecánicas del suelo cumple un rol importante por la construcción de vías, por ello la investigación se

direccionará en experimentar y analizar las condiciones del suelo para subrasantes blandas con la finalidad de mejorar las características de subrasantes blandas a través de la estabilización con adición de porcentajes de lutitas y cenizas de pisonay ; se tiene como justificación práctica la estabilización de las subrasantes del suelo que se pretende desarrollar por intermedio de adhesión de rocas sedimentarias como la lutita y cenizas de pisonay permitirá evaluar la propiedades físicas y mecánicas del suelo y establecer una proporción optima de lutita si se da el caso de obtener resultados alentadores, se tiene como justificación metodológica, la investigación se desarrollara aplicando la metodología científica, con un diseño cuasiexperimental que no podrá permitir manipular la variable lutita y cenizas de pisonay establecer la dosificación idónea de la misma, este trabajo de investigación planteada por la característica de tener un nivel tipo aplicada servirá de base para posteriores trabajos de investigación

Este trabajo de investigación fija como objetivo general: Determinar la influencia de la incorporación de lutitas y cenizas de pisonay en la estabilización de subrasantes blandas en la Av. Prado -Abancay -Apurímac; como objetivos específicos: el primero es determinar la influencia de la incorporación de lutitas y cenizas de pisonay en las propiedades físicas en la estabilización de subrasantes blandas en la Av. Prado -Abancay -Apurímac; la segunda determinar la influencia de la incorporación de lutitas y cenizas de pisonay en las propiedades mecánicas en la estabilización de subrasantes blandas en la Av. Prado -Abancay -Apurímac, y el tercero Determinar la influencia de la dosificación de lutitas y cenizas de pisonay en las propiedades físico mecánicas en la estabilización de subrasantes blandas en la Av. Prado -Abancay -Apurímac.

Teniendo en cuenta los problemas formulados y establecido los objetivos se formula las hipótesis, teniendo como hipótesis general: El comportamiento de las subrasantes blandas varia significativamente al estabilizarlas con la incorporación de lutitas y cenizas de pisonay en la Av. Prado-Abancay-Apurímac; las hipótesis específicas; la primera la incorporación de lutitas y cenizas de pisonay influye mínimamente en las propiedades físicas en la estabilización de subrasantes blandas en la Av. Prado -Abancay -Apurímac; la segunda la incorporación de lutitas y cenizas de pisonay influye considerablemente en las propiedades

mecánicas en la estabilización de subrasantes blandas en la Av. Prado -Abancay - Apurímac; y la tercera la dosificación de lutitas y cenizas de pisonay influye sustancialmente en las propiedades físico mecánicas en la estabilización de subrasantes blandas en la Av. Prado -Abancay -Apurímac

II.MARCO TEÓRICO

A fin de desarrollar este trabajo de investigación se indagó una serie de trabajos de investigación que se desarrollaron con anterioridad antes del presente, en el ámbito internacional tenemos a Castro (2020) en su tesis establecido como objetivo desarrollar el análisis de las características mecánicas de las subrasantes con el mejoramiento con rocas ígneas como el basalto con la incorporación de recebo común en distintas dosificaciones para obtener una proporción adecuada y óptima que pueda ser utilizada en el mejoramiento de la subrasante haciendo uso de una metodología, de investigación con diseño cuasiexperimental de tipo aplicada y obtuvo los siguientes resultados con una dosificación del 10% el CBR con una compactación de 95% arrojó un valor de 17.4% y con una compactación del 100% se obtuvo un valor de 28.9%, con una dosificación del 30 % el CBR con una compactación de 95% arrojó un valor de 18.4% y con una compactación del 100% se obtuvo un valor de 30.6%, con una dosificación del 50% el CBR con una compactación de 95% arrojó un valor de 18.6% y con una compactación del 100% se obtuvo un valor de 30.9% , el autor concluye que una dosificación que fluctuó entre un 30% y 70% de roca ígnea como el basalto podrá resultar óptimo como material de mejora para la subrasante de la zona de estudio, el cual se fundamenta en que se ajusta a la franja granulométrica, al Californian Bearing Ratio y al ensayo de ángeles de una sub base regular.

Goñas y Saldañas (2020) en su tesis establece como objetivo Determinar las mejores condiciones del suelo con el incremento de cenizas de carbón con los suelos finos y arcillosos y analizar los resultados de la resistencia al corte, para lo cual hizo uso de una metodología con diseño experimental y nivel descriptivo tipo explicativo y exploratorio obteniendo los siguientes resultados de los ensayos realizados para el suelo SM se obtuvo con una incorporación al suelo de 0% de ceniza de carbón una DMS de 1.55 gr/cm³, una %OCH de 13.40% y un CBR de 15.30%, con una incorporación al suelo de 20% de ceniza de carbón se obtuvo una DMS de 1.56gr/cm³ ,una %OCH de 14.77% y un CBR de 18.67% , con una incorporación al suelo de 23% de ceniza de carbón se obtuvo una DMS de 1.55 gr/cm³ ,una %OCH de 16.03% y un CBR de 18.97%, con una incorporación al suelo

de 25% de ceniza de carbón se obtuvo una DMS de 1.553 gr/cm³, una %OCH de 16.333% y un CBR de 19.267%, así mismo de los ensayos realizados para el suelo CH se obtuvo con una incorporación al suelo de 0% de ceniza de carbón una DMS de 1.302 gr/cm³, una %OCH de 26.667% y un CBR de 9.30%, con una incorporación al suelo de 20% de ceniza de carbón se obtuvo una DMS de 1.31gr/cm³, una %OCH de 28.60% y un CBR de 9.87%, con una incorporación al suelo de 23% de ceniza de carbón se obtuvo una DMS de 1.31 gr/cm³, una %OCH de 29.17% y un CBR de 10.03%, con una incorporación al suelo de 25% de ceniza de carbón se obtuvo una DMS de 1.31gr/cm³, una %OCH de 29.87% y un CBR de 10.87%, el autor con esta investigación concluye que al realizar la incorporación de las cenizas de carbón su acción es favorable predominantemente en los suelos expansivos como la arcilla, generando una compacta masa y elevando su nivel de compactación, por ende se visualiza que tanto el CBR y la resistencia al corte mejoran

Buitron & Enriquez (2018) en su tesis establece como objetivo realizar el estudio de las propiedades mecánicas y físicas de la subrasante del suelo a través de la utilización de la ceniza volcánica con proporciones de dosificación de cenizas de 10%, 20% y 30%, aplicando la metodología cuasi experimental, tipo explicativo donde obtuvo los siguientes resultados con una proporción de 10% de cal convencional arrojó una deformación unitaria de 1.48 % y una DMS de 1.75 gr/cm³ con una %OCH de 37%, con una proporción de 20 % de cal convencional arrojó una deformación unitaria de 1.24 % y una DMS de 1.73 gr/cm³ con una %OCH de 35%, con una proporción de 40 % de cal convencional arrojó una deformación unitaria de 1.05 % y una DMS de 1.76 gr/cm³ con una %OCH de 32% y concluye que Según investigaciones, la dosis ideal para los suelos expansivos es del 20%, la cual es avalada por los resultados de las propiedades.

Antecedentes nacionales tenemos: Según Huamán (2021) en su tesis fijo como objetivo determinar cómo la adición de roca basáltica afecta las propiedades de la subrasante de un pavimento flexible ubicada en el distrito de Lurigancho en Av. Las Torre, para esta investigación el autor utilizó una metodología con diseño de índole cuasi experimental, nivel explicativo con enfoque cuantitativo y con tipología aplicada obteniendo los siguientes resultados de los ensayos realizados se

caracterizó un suelo donde el LL es 23.8%, el LP es 23.8% y el IP 3.5%, con una dosificación de 0% de roca basalto, para una dosificación de 10% de roca basalto el LL es 23.0%, el LP es 21.2% y el IP 1.8%, para una dosificación de 20% de roca basalto el LL es 22.8%, el LP es 19.7% y el IP 3.1%, para una dosificación de 30% de roca basalto el LL es 21.1%, el LP es 18.7% y el IP 2.4%, para una dosificación de 40% de roca basalto el LL es 20.7%, el LP es 18.5% y el IP 2.2%, para una dosificación de 50% de roca basalto el LL es 20.2%, el LP es 18.3% y el IP 1.9%, en relación a la densidad máxima seca y optimo contenido de humedad (%) se obtuvo con una incorporación al suelo de 0% de roca basáltica una DMS de 1.970 gr/cm³ y una %OCH de 10.9%, con una incorporación al suelo de 10% de roca basáltica una DMS de 1.995gr/cm³ y una %OCH de 10.4%, con una incorporación al suelo de 20% de roca basáltica una DMS de 2.014 gr/cm³ y una %OCH de 9.7%, con una incorporación al suelo de 30% de roca basáltica una DMS de 2.119 gr/cm³ y una %OCH de 8.3%, con una incorporación al suelo de 40% de roca basáltica una DMS de 2.204 gr/cm³ y una %OCH de 7.9%, con una incorporación al suelo de 50% de roca basáltica una DMS de 2.297 gr/cm³ y una %OCH de 7.5%, respecto a CBR con una incorporación al suelo de 0% de roca basáltica al 100% de compactación se obtuvo 9.3%, al 95% de compactación se obtuvo 6.2%, con una incorporación al suelo de 10% de roca basáltica al 100% de compactación se obtuvo 12.0%, al 95% de compactación se obtuvo 7.8%, con una incorporación al suelo de 20% de roca basáltica al 100% de compactación se obtuvo 15.7%, al 95% de compactación se obtuvo 9.9%, con una incorporación al suelo de 30% de roca basáltica al 100% de compactación se obtuvo 20.2%, al 95% de compactación se obtuvo 9.9%, con una incorporación al suelo de 40% de roca basáltica al 100% de compactación se obtuvo 23.6%, al 95% de compactación se obtuvo 15.1% y con una incorporación al suelo de 50% de roca basáltica al 100% de compactación se obtuvo 27.5%, al 95% de compactación se obtuvo 17.7% y concluye que la adición de roca basáltica altera significativamente la MDS y la OCH del suelo de estudio en la Avenida en mención, aumentando la MDS en un 17% (de una MDS de 1.970 g/cm³ para suelo natural a una MDS de 2.297 g/cm³ para suelo combinado con 50% de roca basáltica) y disminuyendo el OCH ideal en un 31% (de una OCH de 10,9% para suelo arenoso natural a una OCH de 7,5%)

Cristobal & Quinte (2021) en su trabajo de investigación fijo como objetivo en su tesis establece como objetivo Identificar la variación en la estabilización de la subrasante con el incremento de porciones de cenizas se eucalipto en dosificaciones de 5%, 10% y 15% donde aplico la metodología con un diseño de índole experimental, con tipología aplicada, con un nivel con argumento explicativo con un matiz deductivo donde obtuvo los siguientes resultados de los ensayos realizados se caracterizó un suelo donde el LL es 32.95%, el LP es 17.45% y el IP 15.50%, con una dosificación de 0% de cenizas de eucalipto, para una dosificación de 5% de ceniza de eucalipto el LL es 42.01%, el LP es 29.57% y el IP 12.46%, para una dosificación de 10% de cenizas de eucalipto el LL es 33.23%, el LP es 26.31% y el IP 6.92%, para una dosificación de 15% de cenizas de eucalipto el LL es 33.32%, el LP es 28.21% y el IP 5.12%, en relación a la densidad máxima seca y optimo contenido de humedad (%) se obtuvo con una incorporación al suelo de 0% de cenizas de eucalipto una DMS de 1.808gr/cm³ y una %OCH de 10.52%, con una incorporación al suelo de 5% de cenizas de eucalipto una DMS de 1.84gr/cm³ y una %OCH de 9.89%, con una incorporación al suelo de 10% de cenizas de eucalipto una DMS de 1.997 gr/cm³ y una %OCH de 10.36%, con una incorporación al suelo de 15%de cenizas de eucalipto una DMS de 1.907gr/cm³ y una %OCH de 11.15%,respecto al CBR al 95% y módulo de resiliencia con una incorporación al suelo de 0% de cenizas de eucalipto se obtuvo 3.23% de CBR y un Mr de 5.16, con una incorporación al suelo de 5% de cenizas de eucalipto se obtuvo 4.67% de CBR y un Mr de 6.18, con una incorporación al suelo de 10% de cenizas de eucalipto se obtuvo 15.67% de CBR y un Mr de 13.32, con una incorporación al suelo de 15% de cenizas de eucalipto se obtuvo 7.54% de CBR y un Mr de 8.59 y concluye que la estabilización del suelo varió significativamente; el suelo con la adición de 10% de ceniza de eucalipto aumentó la DMS en 10,45%; el IP disminuyó en un 54,97%; la CBR aumentó un 385,14%; y el Mr aumentó un 157,94%.

Sialer (2021) En su trabajo de investigación fija como objetivo identificar cual es la incidencia en las subrasantes al adicionar piedra yesera y estabilizar la subrasante para la mejora de las propiedades del suelo en las vías no pavimentadas en la ciudad maestro de Chiclayo para lo cual empleo la metodología con diseño experimental tipología aplicada , con un nivel de argumento descriptivo y

explicativo con el que se obtuvo los siguientes resultados de los ensayos realizados se obtuvo con una incorporación al suelo de 0% de piedra yesera una DMS de 1.76 gr/cm³ y una %OCH de 18.47%, con una incorporación al suelo de 10% de piedra yesera se obtuvo una DMS de 1.56gr/cm³ y una %OCH de 9.71%, con una incorporación al suelo de 20 % de piedra yesera se obtuvo una DMS de 1.75 gr/cm³ y una %OCH de 11.03%, con una incorporación al suelo de 30% de piedra yesera una DMS de 1.94gr/cm³ y una %OCH de 11.88 %,respecto al CBR al 100% con una incorporación al suelo de 0% de piedra yesera se obtuvo 6.90%,con una incorporación al suelo de 10% de piedra yesera se obtuvo 10.50%, con una incorporación al suelo de 20% de piedra yesera se obtuvo 12.60%, con una incorporación al suelo de 30% de piedra yesera se obtuvo 13.90% y al CBR al 95% con una incorporación al suelo de 0% de piedra yesera se obtuvo 3.37%,con una incorporación al suelo de 10% de piedra yesera se obtuvo 8.15%, con una incorporación al suelo de 20% de piedra yesera se obtuvo %, con una incorporación al suelo de 30% de piedra yesera se obtuvo 9.68% y concluye que aplicando una adición del 30% de Piedra yesera se alcanza valores superiores de las características de la subrasante de la vía no pavimentada, así mismo no presenta índices de plasticidad por los cual son aceptables a las consideraciones establecidas por el ministerio de transportes y comunicaciones

In other languages as background, we have Hussain (2019),aims analyze the stabilization of expansive soils with NaOH dosages of 5%, 10%, 15% and 20% to improve the mechanical and physical characteristics of the soil. The methodology used in the present investigation is experimental and applied type and explanatory level. The results from the granulometric evaluation, the type of soil turned out to be expansive clay soil, With a dosage of 0% with sodium hydroxide, a LL of 68%, a LP of 32% and an IP of 36 were obtained, resulting in a DMS of 1,720 gr/cm³, a W% of 20, with a dosage of 5% with sodium hydroxide an LL of 56%, an LP of 27% and an IP of 29 were obtained, resulting in a DMS of 1.820 gr/cm³, a W% of 17.60, with a dosage of 10% with sodium hydroxide an LL was obtained of 47%, an LP of 25% and an IP of 23, resulted in a DMS of 1,850 gr/cm³, a W% of 16.30, with a dosage of 15% with sodium hydroxide, an LL of 35% was obtained, an LP of 20% and an IP of 15, resulted in a DMS of 1,940 gr/cm³, a W% of 15.54 and finally with a dosage

of 20% with sodium hydroxide, an LL of 30%, a LP of 17% and an IP of 5, resulted in a DMS of 1,860 gr/cm³, a W% of 16.08. Concluding By increasing NaOH in different proportions for the stabilization of expansive soils, the plasticity decreases, by continuing with the addition of NaOH, the LL and IP decrease drastically, in the dosage range of 0 to 15% NaOH, the DMS suffers an increase compared to the standard sample, however, when adding a percentage of 20% NaOH, the decrease in the MDS of the expansive soil is evidenced, in the dosage range of 0 to 15% NaOH, the unconfined compressive strength suffers an increase with respect to the standard sample, however, by adding a percentage of 20% NaOH, the decrease in the unconfined compressive strength of the expansive soil is evidenced.

Durmaz & Baran (2020) ,aims Determine the influence of walnut shell ash in clay soils in the subgrade stabilization process to improve both mechanical and physical properties, through dosages of walnut shell ash in percentages of 3%, 5%,10 %,15%;20%,25%,30%,35% and 40%. The results It was determined through the SUCS classification that the type of soil was clay soil (CH-OH) and with limits that had to be improved through stabilization, therefore with a dosage of 0% walnut shell ash, a CBR of 3.30%, LL of 67.90%, LP of 19.40%, IP of 48.50, DMS of 1.316 gr/cm³ and W% of 30.10, with a dosage of 3% of walnut shell ash was obtained. a CBR of 3.90%, a LL of 76.10%, a LP of 19.70%, an IP of 56.40, a DMS of 1,326 gr/cm³ and a W% of 29.80, with a dosage of 5% of walnut shell ash. obtained a CBR of 4.70%, a LL of 69.80%, a LP of 17.90%, an IP of 51.90, a DMS of 1,301 gr/cm³ and a W% of 29.30, with a dosage of 10% of walnut shell ash. A CBR of 6.30%, a LL of 77.10%, a LP of 25.00%, an IP of 52.00, a DMS of 1,310 gr/cm³ and a W% of 28.90 were obtained, with a dosage of 15% of shell ash. walnut, a CBR of 8.10%, an LL of 72.30%, an LP of 26.33%, an IP of 46.00, a DMS of 1,338gr/cm³ and a W% of 27.40, with a dosage of 20% of walnut shell ash, a CBR of 10.10% was obtained, an LL of 67.90%, an LP of 23.70%, an IP of 44.20, a DMS of 1,384 gr/cm³ and a W% of 21.30, with a dosage of 25% walnut shell ash, a CBR of 19.10% was obtained, a LL of 66.90%, a LP of 24.20%, an IP of 42.40, a DMS of 1,283 gr/cm³ and a W% of 30.30, with a dosage of 30% walnut shell ash, a CBR of 18.90% was obtained, a LL of 61.10%, a LP of 22.80%, an IP of 38.30, a DMS of 1,302 gr/cm³ and a W% of 27.60, with a dosage of 35% walnut shell ash, a CBR of 17.60% was obtained, a LL

of 59.70% , an LP of 23.50%, an IP of 36.20, a DMS of 1,319 gr/cm³ and a W% of 27.50 and finally with a dosage of 40% walnut shell ash, a CBR of 16.00% was obtained, an LL of 54.00%, a LP of 22.30%, an IP of 31.70, a DMS of 1,356 gr/cm³ and a W% of 28.00. Concluding that as the amount of walnut shell ash increased, the angle of internal friction (Φ) suffered an increase, and the cohesion (c) experienced a decrease, in addition to noting that with a dosage of 15% of this material a value of highest of the confined compressive strength of the clayey soil, between the interval of 15% and 20% of the walnut shell ash dosage, optimal values were obtained for the stabilization and improvement of the soil properties, therefore this study concludes that walnut shell ash can be applied to the stabilization of clay soils and generates economic savings, especially in the study area

Njihia (2021), aims Evaluate the efficacy of natural gravel and hydrated lime in stabilizing the subgrade and subbase of a red clay soil of low-volume roads in Nyeri County, Kenya, through dosages of natural gravel and hydrated lime ash in percentages of 20%,40%,60%,and 80%.The results It was determined through the SUCS classification that the type of soil was clayey (MH) and when performing the adhesion with a dosage of 0% natural gravel and hydrated lime, a CBR of 31.50%, LL of 59.10%, LP of 47.00%, IP of 12.00, DMS of 1,272 gr/cm³ and W% of 37.40, with a dosage of 10% natural gravel and hydrated lime, a CBR of 46.50%, LL of 54.60%, LP of 44.00%, IP of 10.60, DMS of 1.476 gr/cm³ and W% of 28.50, with a dosage of 40% natural gravel and hydrated lime, a CBR of 73.80%, LL of 50.40%, LP of 41.20%, IP of 9.20, DMS of 1.667 gr/cm³ and W% of 22.50, with a dosage of 60% natural gravel and hydrated lime, a CBR of 115%, LL of 46.40%, LP of 38.30%, IP of 8.10, DMS of 1.805 gr/ cm³ and W% of 20.20, with a dosage of 80% natural gravel and hydrated lime, a CBR of 130.20%, LL of 41.50%, LP of 34.30%, IP of 7.20, DMS of 1.931 gr/cm³ and W% was obtained. from 17.90. Concluding That the natural gravel used for the stabilization of clayey soils is effective since the reduction of plasticity and the increase in resistance were evidenced, and by adhering hydrated lime these characteristics improve more to meet the requirements that the subgrades and subbases must have , the optimal combinations between soil, gravel and hydrated lime were 79.8% soil, 4.1% hydrated lime and 16.1% natural gravel, specifically for the subgrade the optimal

mixture and for the subbase it was soil 32.1%, hydrated lime 2.9% and 65.0% natural gravel.

En cuanto a las bases teóricas sobre la investigación tenemos:

Las lutitas son definidas como rocas de tipo sedimentario con característica detrítica conformados por partículas de granos finos que tiene un tamaño que fluctúa entre ($1/256\text{ mm}$ y $1/16\text{ mm}$) su formación se asocia a lugares cuya característica se evidencia la existencia de llanuras fluviales que han sido expuestas a inundaciones (Tarbuck y Lutgens ,2005, p.25)

Por otro lado, “las lutitas son rocas que han sido formadas por un proceso de consolidación de partículas de granos muy finos, su estructura es de característica laminar, fiabile y muy fina, con fracturas casi planas paralelas a la estratificación” (Dávila,2011, p. 513)

Así mismo, las lutitas “son rocas cuya formación está dada por sedimentos de características muy finas donde el tamaño diametral es inferior a 0.063 mm, desde el punto de vista petrológico se define como aquella roca formada por silicatos lumínicos hidratados” (López ,2002, p.296).

Tabla 1 Características comunes de las lutitas

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
color	<i>variables segun su composición teniendo una tonalidad de color gris, marron y coloración ocre</i>
Dureza	<i>varia entre 2 y 5 segun la escala mosh</i>
Brillo	<i>Opaco</i>
Densidad	<i>2.2 – 2.85 gr/cm³</i>
Composición mineralógica	<i>Minerales de arcilla</i>
Textura	<i>Clastica</i>
Estructura	<i>laminar</i>
Tamaño de clastos	<i>menores a 0.063 mm de diametro</i>
Empaquetamiento	<i>conformada por particulas finas</i>
Tipo de fabrica	<i>origen lacustre o fluvial</i>
usos	<i>para la industria de la ceramica y la construcción</i>

Fuente: Gallegos (2020)

También se define a las lutitas en función a su composición del predominio del mineral de cuarzo, de la mica y del feldespato pueden ser lutitas micáceas, lutitas cuarzosas, lutitas feldespáticas, en función al tamaño pueden ser las limonitas ($1/256\text{ mm} - 1/16\text{mm}$) y las arcillitas ($< de 1/256\text{ mm}$), en función a la geometría de la fragmentación pueden ser lutitas fisiles las que se separan en planos paralelos y las lutitas no fisiles las que se separan en bloques o fragmentos. (Spikerman,2010, p. 231-232)

ROCAS SEDIMENTARIAS DETRÍTICAS			
Textura clástica Tamaño del clasto		Nombre del sedimento	Nombre de la roca
Grueso (más de 2 mm)		Grava (clastos redondeados)	Conglomerado
		Grava (clastos angulosos)	Brecha
Medio (de 1/16 a 2 mm)		Arena (Si el feldespato es abundante la roca se denomina arcosa)	Arenisca
Fino (de 1/16 a 1/256 mm)		Limo	Limolita
Muy fino (menos de 1/256 mm)		Arcilla	Lutita

Figura 1 Clasificación de Rocas Sedimentarias

Según el Ministerio de Economía y Finanzas indica que el concepto de la subrasante es:

Está definida como aquella superficie acabada de una vía en condición de tierra donde se dispone la estructura ya sea del afirmado o del pavimento, también se puede definir como el asiento de una estructura de un determinado pavimento y ser parte del prisma de la carretera durante la construcción entre la estructura de un pavimento y el terreno en condición natural en ese marco es importante realizar un adecuado mejoramiento de los suelos donde servirán de base para la colocación de los pavimentos, este mejoramiento se traduce en el proceso de estabilización de suelos (MEF,2015, p.53)

La subrasante es la parte fundamental del suelo, el cual debe estar en condiciones aceptables a fin de recibir la estructura del pavimento, esto es precisamente con un CBR igual o mayor al 6%. La subrasante y el tipo de tráfico pesado son dos aspectos determinantes en el diseño del pavimento, el mismo que tendrá repercusión si alguno de estos dos valores varia en sus

respectivos valores. No hay que olvidar que existen varias propuestas de diseño de pavimentos y no una sola, el diseño se tomará de acuerdo con las condiciones de la obra.

El concepto de la estabilización de suelos se define como:

Aquella técnica aplicada en el proceso de construcción de una carretera desarrollada con la finalidad de mejorar las características de los materiales que se encuentran en el terreno, características como la trabajabilidad, la resistencia al corte y la estabilidad de algunos materiales presente en el terreno, así mismo se puede definir como estabilidad de un suelo cuando en condiciones no favorables presentan capacidad de soportar cargas estáticas y en movimiento sin sufrir deformaciones que carácter considerables, en el caso de que los suelos presentes características negativas será necesario trabajar directamente con el suelo donde se realizar una sustitución de suelos, una combinación de suelos o un mejoramiento de sus propiedades (Angulo y Zavaleta ,2020,p.18)

Respecto a la estabilización de suelos consiste en mejorar las propiedades físicas y mecánicas, como la densidad, el tipo de suelo, específicamente el contenido de arcilla, el óptimo contenido de humedad y básicamente el CBR. Hay muchos estabilizadores que son químicos y causan impactos en el medio ambiente, la propuesta es minimizar ese impacto y incorporar el concepto de reutilización de residuos por el cual muchos de ellos están en la condición d deshechos.

También es “aquella acción de mejora de los suelos como la resistencia y la estabilidad volumétrica de la estructura, que incorpora un procedimiento ingenieril en la adición de materiales especiales, de una mezcla granulométrica y un proceso de densificación o compactación”. (Duque y Escobar, 2002, P. 154)

Por otro lado, la estabilización de subrasantes según MTC describe como:

Aquella acción de realizar el mejoramiento de las propiedades de índole físico de un determinado suelo, mejoramiento que se realiza por medio de procesos mecánicos y la adhesión de productos naturales, químicos o sintéticos, las estabilizaciones en forma general se hacen en aquellos suelos donde la subrasante es pobre o inadecuada (MTC 2014, P. 92)

El concepto de la granulometría es:

La granulometría tiene como objetivo especificar las texturas que puedan tener un suelo de forma similar a un perfil de estratigrafía, acción que se realiza mediante la utilización de tamices, es decir las texturas son representadas porcentualmente en función al peso de las partículas, es importante tener un suelo bien graduado para poder realizar la

densificación del suelo y obtener una óptima capacidad portante y mejor estabilidad volumétrica (Mohedas y Moreno, 2014, p.59)

Por otro lado, el MTC define a la granulometría como:

La representación de la distribución de las partículas presentes en el suelo en referencia al tamaño de las mismas, representación que se obtiene mediante el tamizado realizando los ensayos que se establecen según las especificaciones en el *ASTM D 422: Standard Test Method for Particle – size Analysis of Soils* y el ensayo *MTC E107* , a partir de estos se podrán estimar con una precisión aproximada las demás propiedades de interés, la norma técnica peruana define como aquella determinación de carácter cuantitativo de la distribución de las partículas del suelo en función a su tamaño, cuando las partículas tienen un tamaño mayor a 75mm se utiliza el tamizado, cuando las partículas tienen un tamaño menor a 75mm se utiliza la sedimentación. (MTC, 2014, p.3)

Tabla 2 Clasificación de suelos según Tamaño de partículas

<i>Tipo de Material</i>		<i>Tamaño de las partículas</i>
<i>Grava</i>		<i>75 mm – 4.75 mm</i>
<i>Arena</i>		<i>Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm</i>
		<i>Arena gruesa 2.00 mm – 0.425 mm</i>
		<i>Arena gruesa 0.425 mm – 0.075 mm</i>
<i>Material fino</i>	<i>Limo</i>	<i>0.075 mm – 0.005 mm</i>
	<i>Arcilla</i>	<i>Menor a 0.005 mm</i>

Fuente: MTC (2014)

Una vez realizada la determinación cuantitativa de las partículas de los suelos se desarrollará la descripción y clasificación en función a la metodología que es específica para construcción de vías donde indica de manera imperativa que la clasificación se realizará por AASHTO y SUCS.

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Figura 2. Clasificación AASHTO

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fina, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, poco de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediana, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micaesita o diatomáceas, limo elástico
	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa		
	Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico		
	Turba, suelo considerablemente orgánico		

Figura 3. Clasificación SUCS

Tabla 3 Clasificación AASHTO – SUCS

Clasificación de suelos AASHTO M – 145	Clasificación de suelo SUCS D – 2487
A - 1 - a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A - 1 - b	GM, GP, SM, SP
A - 2	GM, GC, SM, SC
A - 3	SP
A - 4	CL, ML
A - 5	ML, MH, CH
A - 6	CL, CH
A - 7	OH, MH, CH

Fuente: MTC (2014)

El concepto de la Plasticidad es:

Una característica de los suelos para conservar la estabilidad poniendo un límite de humedad para evitar la disgregación del suelo, en ese entender la plasticidad dependerá únicamente de las partículas finas por ello es necesario determinar los Límites de Atterberg los cuales relacionan el comportamiento del contenido de la humedad con el suelo (MTC, 2014, p. 31).

Tabla 4 Suelos según IP

<i>Indice de Plasticidad</i>	<i>Plasticidad</i>	<i>Características</i>
$IP > 20$	<i>Alta</i>	<i>suelos muy arcillosos</i>
$IP \leq 20$ $IP > 7$	<i>media</i>	<i>suelos arcillosos</i>
$IP < 7$	<i>baja</i>	<i>suelos poco arcillosos plasticidad</i>
$IP = 0$	<i>No plástico</i>	<i>suelos exentos de arcilla</i>

Fuente: Manual de Ensayos del MTC (2016)

Es importante tener en consideración que un alto contenido de arcilla presente en el suelo se convierte en un elemento completamente riesgoso en la subrasante.

CBR (*California Bearing Ratio*) es un indicador del suelo que mide la resistencia potencial de la base, subrasante y subbase “tomando en cuenta también los materiales reciclados utilizados para en el pavimento, para determinar este indicador se hace uso de un ensayo empírico que principalmente te permite evaluar la resistencia de los materiales de condición cohesiva donde el tamaño de las partículas menores a 19 mm ($3/4$ de pulg) “(NTP145, 2019, p.2)

Para la determinación del CBR se debe tomar en consideración lo siguiente:

Lo establecido en el ensayo *MTC E 132 CBR de suelos (laboratorio)*, en donde este último refiere que el ensayo se realiza generalmente son suelos preparados en el laboratorio, con determinadas condiciones controladas de densidad y humedad, pero no exige que se pueda realizar en muestras inalteradas (MTC, 2016, p.89)

Tabla 5 Categorías de Subrasante

<i>CATEGORÍAS DE SUBRASANTE</i>	<i>CBR</i>
<i>S0: Subrasante inadecuada</i>	<i>CBR < 3%</i>
<i>S1: Subrasante insuficiente</i>	<i>De CBR ≥ 3% A CBR < 6%</i>
<i>S2: Subrasante regular</i>	<i>De CBR ≥ 6% A CBR < 10%</i>
<i>S3: Subrasante buena</i>	<i>De CBR ≥ 10% A CBR < 20%</i>
<i>S4: Subrasante muy buena</i>	<i>De CBR ≥ 20% A CBR < 30%</i>
<i>S5: Subrasante excelente</i>	<i>CBR ≥ 30%</i>

Fuente: Manual de carreteras del MTC (2014)

Máxima Densidad Seca (MDS); “es aquel valor determinado producto de la utilización del esfuerzo utilizado, que deriva de la curva de compactación del ensayo y viene a ser el máximo valor” (NTP 339.141, 2019.P.4).

Por otro lado, el Contenido de Humedad (%W); “es el porcentaje de contenido de agua presente en el suelo que permite ser compactado al máximo peso unitario seco utilizando un esfuerzo de compactación” (NTP 339.141, 2019, P.5)

Para caracterizar las propiedades físicas y mecánicas de las subrasantes se realizarán calicatas de 1.5m de profundidad mínima.

Tabla 6 Número de calicatas para exploración de suelos

TIPO DE CARRETERA	PROFUNDIDAD (m)	NÚMERO MÍNIMO DE CALICATAS	OBSERVACIÓN
<i>Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 600 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.</i>	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km. x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km. x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km. x sentido 	<i>Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada</i>
<i>Carreteras duales o multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.</i>	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km. x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km. x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km. x sentido 	
<i>Carreteras de primera clase: carreteras con un IMDA entre 4000 y 2001 $\frac{veh}{día}$, de una calzada de dos carriles.</i>	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • 4 calicatas x km. 	
<i>Carreteras de segunda clase: carreteras con un IMDA entre 2000 – 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.</i>	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • 3 calicatas x km. 	
<i>Carreteras de tercera clase: carreteras con un IMDA entre 400 – 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.</i>	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • 2 calicatas x km. 	
<i>Carreteras de bajo volumen de tránsito: carreteras con un $IMDA \leq 200 \frac{veh}{día}$, de una calzada.</i>	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • 1 calicatas x km. 	

Fuente: MTC (2014)

Tabla 7 Número de calicatas para exploración de suelos

TIPO DE CARRETERA	Nº MR y CBR
<p><i>Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 $\frac{veh}{día}$, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Calzada 2 carriles por sentido: 1 MR cada 3 km. x sentido y 1 CBR cada 1 km. x sentido</i> • <i>Calzada 3 carriles por sentido: 1 MR cada 2 km. x sentido y 1 CBR cada 1 km. x sentido</i> • <i>Calzada 4 carriles por sentido: 1 MR cada 1 km. y 1 CBR cada 1 km. x sentido</i>
<p><i>Carreteras duales o multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Calzada 2 carriles por sentido: 1 MR cada 3 km. x sentido y 1 CBR cada 1 km. x sentido</i> • <i>Calzada 3 carriles por sentido: 1 MR cada 2 km. x sentido y 1 CBR cada 1 km. x sentido</i> • <i>Calzada 4 carriles por sentido: 1 MR cada 1 km. y 1 CBR cada 1 km x sentido</i>
<p><i>Carreteras de primera clase: carreteras con un IMDA entre 4000 – 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>1 MR cada 3 km. y 1 CBR cada 1 km.</i>
<p><i>Carreteras de segunda clase: carreteras con un IMDA entre 2000 – 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Cada 1.5 km. se realizará un CBR</i>
<p><i>Carreteras de tercera clase: carreteras con un IMDA entre 400 – 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Cada 2 km. se realizará un CBR</i>
<p><i>Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Cada 3 km. se realizará un CBR</i>

Fuente: MTC (2014)

Respecto a la definición de la ceniza de pisonay está conceptualizado o definido de la siguiente manera:

Es un arbusto cuyo denominación científica es *Erythrina falcata* (Pisonay) tiene un tamaño de mediano a pequeño, cuya altura fluctúa desde los 3 metros a 20 metros, se pueden encontrar con diámetros que oscilan en los 15cm a 50 cm, tiene la

característica de ser muy frondoso con abundante follaje, la corteza exterior de este arbusto es lenticelada con presencia de agrietamientos de color característico marrón claro, pertrechada de agujones cónicos, por otro lado la corteza interna se caracteriza por tener un color amarillento provista de vetillas longitudinales de coloración más oscura, esta especie se puede obtener en toda la región andina, ya que se encuentra presente en esta región, pero particularmente su presencia es abundante en la sierra del Perú como en los departamentos de Apurímac y Cusco. (Peña & Rodríguez, 2010, p.94)



Figura 2 Vista de arbusto pisonay

Por otro lado, la ceniza está definida “con el polvo de grano fino hecho de láminas de aluminio y varios oxidantes y álcalis que son producto de la combustión; también tiene naturaleza puzolánica y puede reaccionar con el calcio hidratado para producir elementos cementantes” (Braja, 2012, p.58).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Método: científico “Es la agrupación de técnicas, pasos, y metodologías que se utilizan con el objetivo de formular y dar solución a los problemas de investigación por intermedios de la comprobación de la hipótesis”. (Arias, 2013, p. 19)

La presente investigación se desarrollará con la observación directa y la recolección de datos en función a la dosificación de la lutita y las cenizas de pisonay.

Tipo: Aplicada: “Son investigaciones cuya finalidad es dar solución a los problemas, cuya característica es la aplicación y utilización de conocimientos” (Egg, 2011, p. 42). Es aplicada por qué existe información referente al tema a investigar en manuales, normas e investigaciones de otros autores donde participan las dos variables.

Nivel: Explicativo. “La investigación genera un sentido de entendimiento donde se centra en dar explicación a las causas de los fenómenos que se manifiestan bajo ciertas condiciones, y sumamente estructurado” (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014, p. 95). No solamente el presente estudio describirá información referente al tema a investigar, al contrario establecerá el porqué de los resultados detallando la comparación con la muestra patrón.

Diseño: Cuasi experimental. “Se diferencian de los experimentales puros ya que se ejerce un control mediano o casi nulo de las variables extrañas, los elementos participantes en la investigación se pueden asignar de manera aleatoria y algunas veces se toma control total” (Bernal, 2010, P. 146)

La investigación presente involucrará la manipulación de una variable en este caso será la roca lutita y las cenizas de pisonay donde se dosificará en porcentaje para la estabilización de las subrasantes de la zona de estudio.

3.2 Variable y Operacionalización

Variables de estudio:

Variables Independientes: Lutitas, cenizas de pisonay

Definición Conceptual

“Son rocas que han sido formadas por un proceso de consolidación de partículas de granos muy finos, su estructura es de característica laminar, fiable y muy fina, con fracturas casi planas paralelas a la estratificación” (Dávila, 2011, p. 513)

Definición Operacional

Se operacionaliza mediante sus dimensiones como son, la dosificación de la roca lutita en porcentajes de 3%, 3.5% y 4% que son las características de estas dimensiones

Dimensiones: Dosificación, granulometría,

Indicadores: 3%, 3.5% y 4% de rocas lutitas,

Escala de medición: De razón.

Definición Operacional

Se operacionaliza mediante sus dimensiones la dosificación de las cenizas de pisonay será en porcentajes de 1%, 1.5% y 2% que son las características de estas dimensiones, para cada dimensión se estableció indicadores.

Definición Conceptual

“Es un árbol con ramas espinosas, pubescentes, que alcanza hasta 14 m de altura; 7 m de diámetro de follaje y 4 dm de diámetro del tronco. Hojas alternas pinnadas con tres folíolos, el terminal más grande que los laterales, caducas en las ramas en floración” (Castillo, 2013, P.56)

Dimensiones: Dosificación,

Indicadores: 1%, 1.5% y 2% de cenizas de pisonay,

Escala de medición: De razón.

Variable Dependiente: Estabilización de Subrasante.

Definición Conceptual

define como aquella acción de realizar el mejoramiento de las propiedades de índole físico de un determinado suelo, mejoramiento que se realiza por medio de procesos mecánicos y la adhesión de productos naturales, químicos o sintéticos, las estabilizaciones en forma general se hacen en aquellos suelos donde la subrasante es pobre o inadecuada (MTC, 2014, P. 92)

Definición Operacional

Se operacionaliza mediante sus dimensiones que son las propiedades físicas y mecánicas de las subrasantes que son características que condicionan el comportamiento de la subrasante, para cada dimensión se establecerá tres indicadores.

Dimensión: Propiedades físicas y mecánicas

Indicadores: Densidad Máxima seca, contenido óptimo de humedad, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, CBR

3.3 Población, muestra y muestreo

Población.

la población es como aquel conjunto compuesto de elementos que tienen la condición de tener una o más características que pueden observarse desde un criterio tanto cualitativo o cuantitativo y que se pueden medir en ellos. (Córdova, 2003, p. 58)

En la presente investigación la población es de 5km que corresponde a la avenida Prado del distrito de Abancay.

Muestra.

Una muestra se define “como aquella fracción o parte cuya característica es ser representativa de un grupo, de un universo o de una población, que ha sido seleccionada por ciertas características que servirán para la investigación” (Del Cid, Méndez y Sandoval, 2011, p. 90)

En la presente investigación se tendrá una cantidad total de 12 muestras, que serán provenientes de las 3 calicatas que se excavarán cada 1km para el CBR y para la

caracterización del suelo 4 por 1km esto en referencia la manual de carreteras de suelos y pavimentos, de cada calicata se tendrá 6 muestras para cada dosificación

Tabla 8 Cuadro de muestras

	Dosificación				Total
	0%	3%	4%	5%	
	Muestras				
calicata N°01	C1-0	C1-5	C1-10	C1-15	12
calicata N°02	C2-0	C2-5	C2-10	C2-15	
calicata N°03	C3-0	C3-5	C3-10	C3-15	

Fuente: Propia

Muestreo

Se define “como aquel instrumento de mucha importancia en la investigación que permite al investigador realizar la selección de unidades representativas con la final de obtener la información requerida para la investigación” (Gómez, 2012, p. 34)

Para la presente investigación los elementos de la población que evaluaremos para obtener la muestra serán muestreo de matiz no probabilístico

Muestreo no probabilístico

“Es el procedimiento donde las muestras son sesgadas y el nivel de confiabilidad es difícil de determinar, no aplica los cálculos de probabilidad, ni la ley de azar” (Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero, 2014, P. 253)

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de Investigación

“son llamados a veces como medios de investigación y se definen como aquellas acciones, procedimientos y operaciones que conducen a la realización de la investigación” (Niño, 2011, p. 29). En la presente investigación se aplicará la técnica de la observación directa para recopilar información.

Observación directa Indica que “La observación directa es el procedimiento donde se recolecta la información y realizada por el mismo investigador por medio directo del sentido de la observación” (Baena, 2017, P. 72).

Instrumentos de recolección de datos

“Involucra aquellos recursos que emplea el investigador para obtener la información necesaria de los fenómenos o hechos que son materia de investigación, pudiendo ser registro de observaciones, fichas de recolección, cuestionarios y entre otro” (Muñoz, 2016, p. 95)

Validez.

Está definida como “aquella característica que deben tener los instrumentos de recolección de datos, la cual permite realizar la medición de las variables desde un punto de vista objetivo, veras y autentico” (Carrasco, 2006, p. 336)

El instrumento de validez de la investigación en curso es determinado por la metodología de juicio de expertos, donde se asigna una valoración a cada una de las variables, para ello se hará uso la tabla 9 donde se encuentra los rangos y magnitud de validez, el resultado valido será el promedio aritmético.

Tabla 9 Rangos y magnitudes de validez

<i>Rango</i>	<i>Interpretación</i>
0.53 a menos	<i>Validez nula</i>
0.54 a 0.59	<i>Validez baja</i>
0.60 a 0.65	<i>Valida</i>
0.66 a 0.71	<i>Muy Valida</i>
0.71 a 0.99	<i>Excelente validez</i>
1.00	<i>Validez perfecta</i>

Fuente: Oseda et al (2011)

Confiabilidad.

“Es una característica técnica que mide el grado de utilidad de los instrumentos de medición donde exactitud juega un rol preponderante con lo que se puede decir que la confiabilidad es un equivalente a la predictibilidad y estabilidad” (Ruiz, 2013, p. 83)

Tabla 10 Rangos y magnitudes de Confiabilidad

<i>Rango</i>	<i>Magnitud</i>
0.01 – 0.20	<i>Muy baja</i>
0.21 – 0.40	<i>Baja</i>
0.41 – 0.60	<i>Moderada</i>
0.61 – 0.80	<i>alta</i>
0.81 – 1.00	<i>Muy alta</i>

Fuente: Ruiz (2013)

3.5. Procedimientos

Para la presente investigación se desarrollará en la siguiente secuencia:

- ❖ La investigación se iniciará con la ubicación exacta de la cantera donde se encuentra la roca sedimentaria lutita con la finalidad de poder extraer el material necesario.
- ❖ Obtenido el material se realizará la reducción de tamaño con la finalidad de conseguir una granulometría trabajable.
- ❖ Se identificará los arbustos de pisonay que tengan las características de estar secos a semisecos, en caso de arbustos verdes, se procederá a realizar el secado a de forma natural.
- ❖ Después del secado de forma natural o en condición seca se procederá a realizar el quemado de los arbustos de pisonay con la finalidad de obtener la condición de ceniza.
- ❖ Se realizará 03 calicatas en el tramo donde se efectuará la estabilización de la subrasante con la finalidad de obtener las condiciones iniciales del suelo.

- ❖ Posterior a lo descrito se realizará la dosificación de lutita en proporciones de 3%,3.5% y 4% y cenizas de pisonay en proporciones de 1.0%,1.5% y 2.0%
- ❖ Se elaborará 12 muestras cada una con su dosificación correspondiente
- ❖ Se procederá a realizar los ensayos correspondientes y colocar los resultados en las fichas de recolección de datos para evaluar las características que involucra la evaluación del suelo.

3.6. Método de análisis de datos

El análisis de datos será la herramienta para establecer la veracidad de los resultados de los ensayos en las propiedades físicas y mecánicas

3.7. Aspectos éticos

La objetividad, la originalidad y la confidencialidad serán criterios éticos que se pondrán en práctica en esta investigación, además de respeto a la propiedad intelectual de los autores.

IV. RESULTADOS

Ubicación Geográfica

Nombre del proyecto:

La presente tesis tiene por título “Estabilización de subrasantes blandas con adición de lutitas y cenizas de pisonay en la Av. Prado, Apurímac-2022”.

Ubicación de la Zona de estudio:

La presente tesis se realizó en el distrito de Abancay, ubicada específicamente en la provincia de Abancay, departamento Apurímac, cuya coordenada es 13° 38'15" S con 72°52'43"O con una elevación de 2,385 msnm

El objetivo de la presente tesis es determinar la estabilización de subrasantes blandas con adición de lutitas (LT) y ceniza de pisonay (CDP) en porcentajes de M1=4% (3%LT+1%CDP), M2=5% (3.5%LT+1.5%CDP) y M3=6% (4%LT+2%CDP) en el mejoramiento de la estabilidad del suelo arcilloso para su uso como subrasantes en la Av. Prado, Apurímac – 2022.

El área de influencia de la presente tesis se encuentra ubicada en:

Región	:	Apurímac.
Departamento	:	Apurímac.
Provincia	:	Abancay.
Región Geográfica	:	Sierra.
Distrito	:	Abancay.

Localización geográfica del Proyecto



Figura 5. Ubicación del distrito de Abancay provincia de Abancay departamento Apurímac en el mapa del Perú



Figura 6. Ubicación del distrito de Abancay en el mapa del Perú.

Accesibilidad a la Zona de Estudio:

Para llegar al área de intervención, partiendo desde el terminal del distrito de Abancay con rumbo al centro poblado de Pueblo Joven Centenario, llegando a la Plaza de armas; a partir del cruce se inicia el área de estudio de la presente tesis.

Estado actual de la zona del proyecto:

La vía en estudio tiene muchas dificultades respecto al tránsito vehicular por lo cual se propone el estudio en una longitud de 700 metros lineales que corresponde a la población, se aprecia que existe un intenso tránsito de vehículos menores que dificultan el tránsito de los vehículos mayores o de más capacidad o alto tonelaje.

Trabajo de Campo

Ubicación de las calicatas

De acuerdo al manual de pavimentos urbanos corresponde realizar como muestra tres calicatas, para los cuales se asigna los códigos: C-01, C-02 y C-03



Figura 7. Calicatas en situ C-01, C-02, C-03

Se ha considerado realizar los ensayos en las calicatas C-02 y C-03, debido a que de las tres calicatas estas dos tienen diferente tipo de suelo, puesto que C-01 y C-02, tienen el mismo tipo de suelo.

Tabla 11: *Ubicación y descripción técnica de las calicatas*

Calicata	Progresiva	Profundidad	Lado	Coordenada
C-01	0 + 200	1.5	Derecho	E:0728420 N:8492332
C-02	0 + 400	1.5	Izquierdo	E:0728225 N:8492420
C-03	0 + 300	1.5	Derecho	E:0728164 N:8492515

Fuente: Elaboración propia.

Trabajo de laboratorio

La investigación se realizó en la Av. Prado en distrito de Abancay, Apurímac, se ejecutaron 03 calicatas “A Cielo Abierto” designando los códigos C-01, C-02 y C-03 ubicadas convenientemente. Las muestras obtenidas fueron analizadas y adicionó 4.00%, 5.00% y 6.00% de lutitas y ceniza de pisonay en M1, M2 y M3.

Objetivo específico 1: Determinar la influencia de la incorporación de lutitas y cenizas de pisonay en las propiedades físicas en la estabilización de subrasantes blandas en la Av. Prado -Apurímac,2022

Análisis granulométrico por tamizado

Se realizó bajo la norma ASTM C-136 ASTM D-422, MTC E 107, NTP 339.128), utilizando variedad de tamaño de mallas, para lograr las características físicas del terreno, disgregando y categorizando, dependiendo el tamaño.



Figura 8: Análisis granulométrico

Tabla 12: Granulometría

TAMIZ	ABERTURA	% QUE PASA		
	(mm)	C-01	C-02	C-03
3"	76.200	100.00	100.00	100.00
2"	50.800	100.00	100.00	100.00
1 ½"	38.100	100.00	100.00	100.00

1"	25.400	100.00	97.69	100.00
3/4"	19.050	98.75	97.69	98.42
1/2"	12.700	96.38	96.3	96.32
3/8"	9.525	96.01	95.06	94.86
1/4"	6.350	92.97	92.74	92.26
N°4	4.750	91.49	90.37	87.44
N°10	2.000	86.21	84.76	79.63
N°20	0.850	77.58	75.83	70.43
N°40	0.425	70.27	67.47	62.25
N°60	0.297	64.89	61.52	53.1
N°100	0.149	58.49	55.91	45.81
N°200	0.075	50.94	51.24	40.77

Fuente: Desarrollo propio

Tabla 13: *Composición granulométrica y coeficientes C-01, C-02, C-03*

Calicata	% Grava	% Arena	% Finos
C-01	8.51	40.55	50.94
C-02	9.63	39.13	51.24
C-03	12.56	46.67	40.77

Fuente: Desarrollo propio

Interpretación:

La tabla 7 presenta a C-01, C-02, C-03 son las arenas que simbolizan el 40.55%, 39.13%, 46.67% respectivamente. Las gravas se encuentran 8.51, 9.63 y 12.56%. Con respecto a los finos se encuentran 50.94%, 51.24% y 40.77%. Al añadir la parte constituyente compuesta de partículas gruesas (gravas+ arenas) simbolizan un valor: 49.06%, 48.76%, 59.23%, correspondientemente, característica del suelo granular.

Contenido de humedad

A continuación, mostramos los resultados para C-01, C-02 y C-03 en la Av. Prado son:

Tabla 14: CH de muestra natural C-01, C-02, C-03

Descripción	Resultados de calicatas		
	C-01	C-02	C-03
Contenido de humedad (%)	19.56	17.31	18.15

Fuente: Desarrollo propio

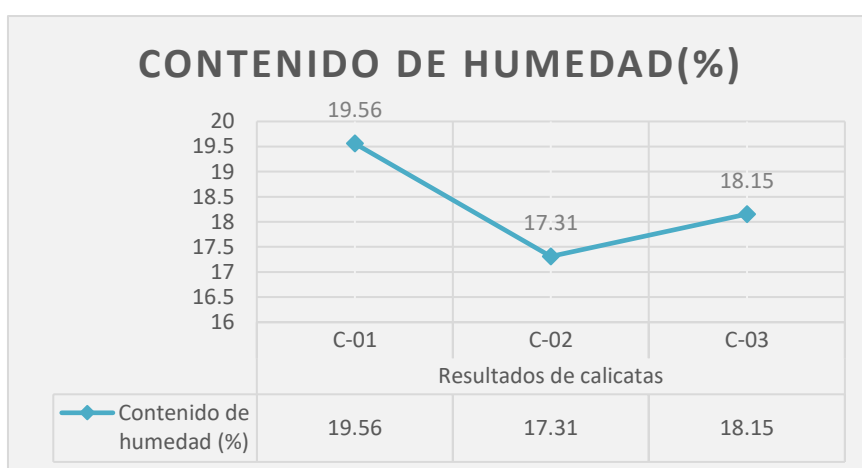


Figura 9: CH C-01, C-02 y C-03

Interpretación: Tabla 14 y figura 9 Para la C-01, C-02 y C-03 los resultados de contenido de humedad obtenidos: 19.56%, 17.31% y 18.15% correspondientemente.

El contenido de humedad de C-01 es mayor para nuestra investigación.

Clasificación de suelo SUCS Y AASTHO

Tabla 15: SUCS y AASTHO de C-01, C-02, C-03

Calicata	C-01	C-02	C-03
Profundidad (m)	1.50	1.50	1.50
Grava (%)	8.51	9.63	12.56
Arena (%)	40.55	39.13	46.67

Finos (%)	50.94	51.24	40.77
Clasificación SUCS	CL	CL	SC
Clasificación AASTHO	A-6	A-6	A-6

Fuente: Desarrollo propio

Interpretación: La tabla 15, clasificación SUCS y AASTHO de C-01: CL y A-6, C-02: CL y A-6 y C-03: SC y A-6

Límites de consistencia

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

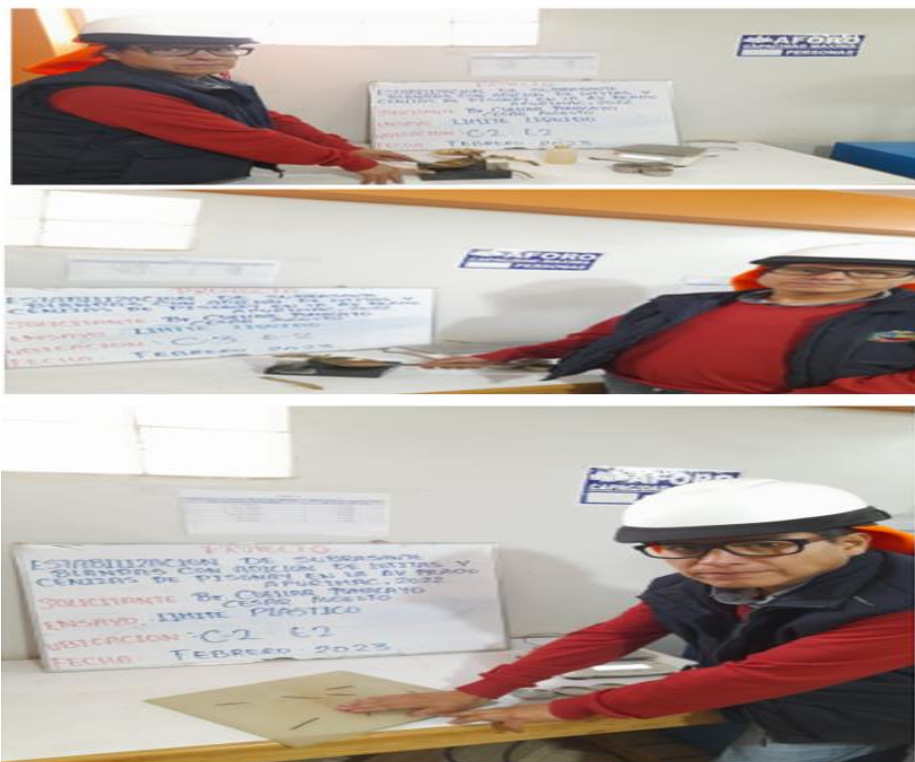


Figura 10: Límites de consistencia

Tabla 16: Límites de consistencia de C-02 y C-03 de muestra natural y con adición de 4.00%, 5.00% y 6.00% de LT y CDP

Calicata	LL (%)	LP (%)	IP (%)
C-2 Muestra natural	30.15	18.08	12.07
C-02 + 4% (3% LT+1% CDP),	29.23	17.49	11.74
C-02 + 5% (3.5% LT+1.5% CDP)	28.66	17.6	11.06

C-02 + 6% (4% LT+2% CDP)	27.18	17.08	10.1
C-3 Muestra natural	29.73	17.21	12.52
C-03 + 4% (3% LT+1% CDP),	28.68	16.72	11.96
C-03 + 5% (3.5% LT+1.5% CDP)	27.83	17.3	10.53
C-03 + 6% (4% LT+2% CDP)	26.34	16.3	10.04

Fuente: Desarrollo propio

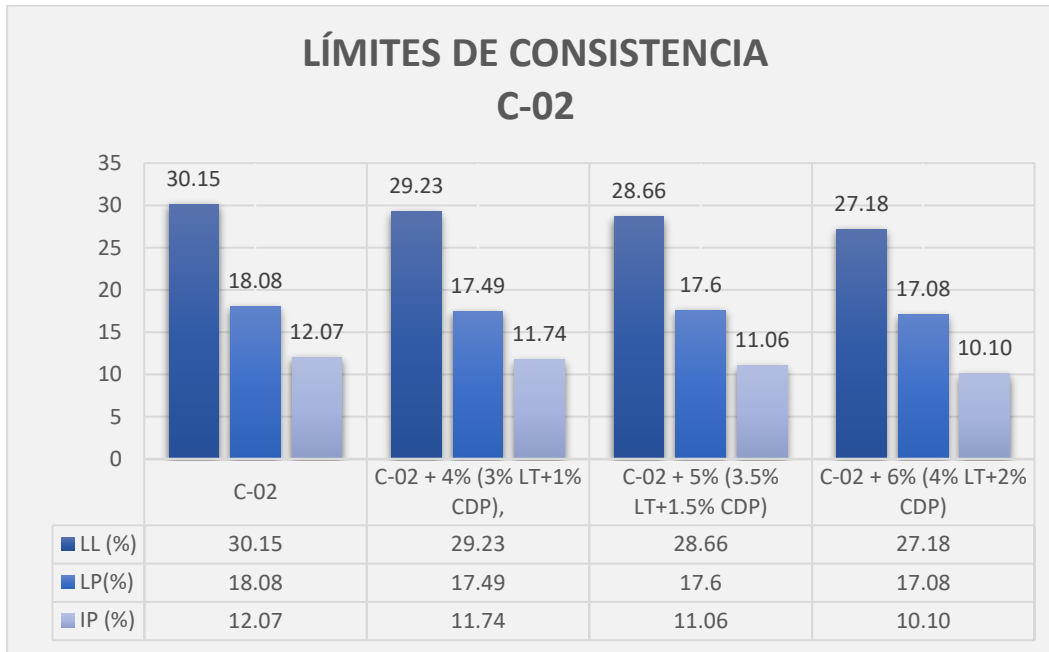


Figura 11: Límites de consistencia de C-02 y adición de 4.00% ,5.00% y 6.00% de LT y CDP

Interpretación: Figura 11: la muestra natural fue LL de 30.15%, LP de 18.08% e IP de 12.07%; adición de LT-CDP: 4%: LL de 29.23%, LP de 17.49% e IP de 11.74%; al 5.0% LL de 28.66%, LP de 17.6% e IP de 11.06% al 6.0%: LL de 27.18%, LP de 17.08% e IP de 10.10%. Observamos que el IP disminuyó en: 2.73%, 8.37% y 16.32%. Según MTC considera suelo de mediana plasticidad.

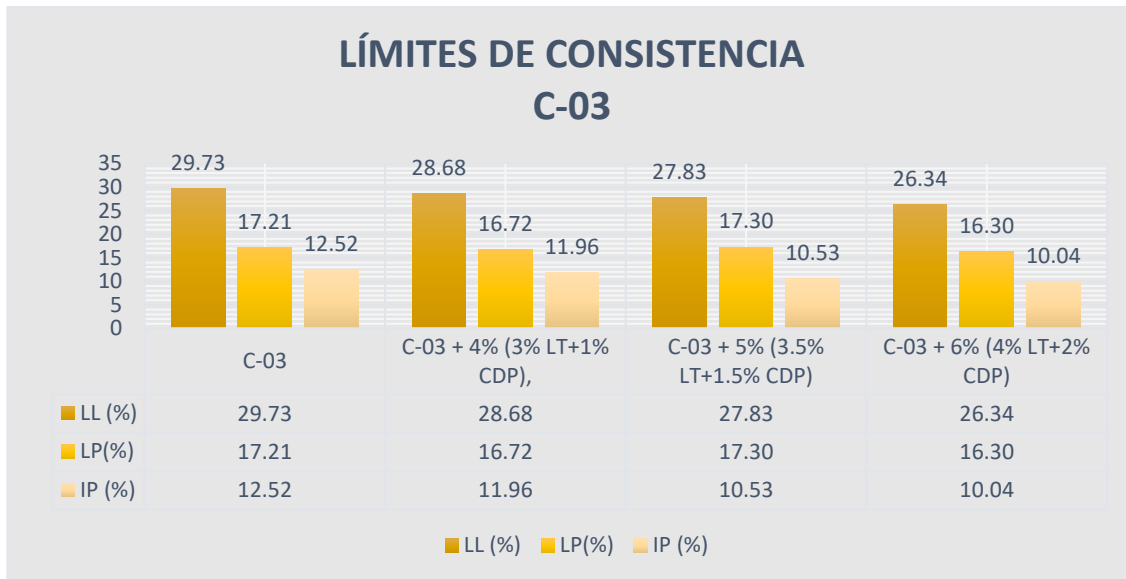


Figura 12: Límites de consistencia de C-03 y con adición 4.00% ,5.00% y 6.00% de LT y CDP

Interpretación: Figura 12: la muestra natural fue LL de 29.73%, LP de 17.21% e IP de 12.52%; adición de LT-CDP: 4%: LL de 28.68%, LP de 16.72% e IP de 11.96%; al 5.0% LL de 27.83%, LP de 17.30% e IP de 10.53% al 6.0%: LL de 26.34%, LP de 16.30% e IP de 10.04%. Observamos que el IP disminuyó en: 4.47%, 15.89% y 19.81%. Según MTC considera suelo de mediana plasticidad.

Objetivo específico 2: Determinar la influencia de la incorporación de lutitas y cenizas de pisonay en las propiedades mecánicas en la estabilización de subrasantes blandas en la Av. Prado -Apurímac,2022

Proctor modificado

Empleamos el método "C", determinando el contenido de humedad, DMS obtuvimos una curva de compactación. Para conseguir el OCH y MDS del terreno adicionando LT y CDP hay que conocer el peso específico de nuestra muestra de suelo natural con que se va a combinar, 4%, 5% y 6% de LT y CDP



Figura 13: Proctor

Tabla 17: OCH y MDS de C-02 y C-03 de muestra natural y con natural con adición de 4.00%, 5.00% y 6.00% de LT y CDP

Muestra	Identificación	Humedad Optima (%)	Densidad Máxima Seca (gr/cm3)
C-02	C-2 Muestra natural	15.78	1.825
C-02	C-02 + 4% (3% LT+1% CDP),	14.89	1.866
C-02	C-02 + 5% (3.5% LT+1.5% CDP)	13.29	1.885
C-02	C-02 + 6% (4% LT+2% CDP)	12.23	1.908
C-03	C-3 Muestra natural	12.50	1.936
C-03	C-03 + 4% (3% LT+1% CDP),	12.32	1.956
C-03	C-03 + 5% (3.5% LT+1.5% CDP)	11.42	1.974
C-03	C-03 + 6% (4% LT+2% CDP)	11.15	1.994

Fuente: Desarrollo propio

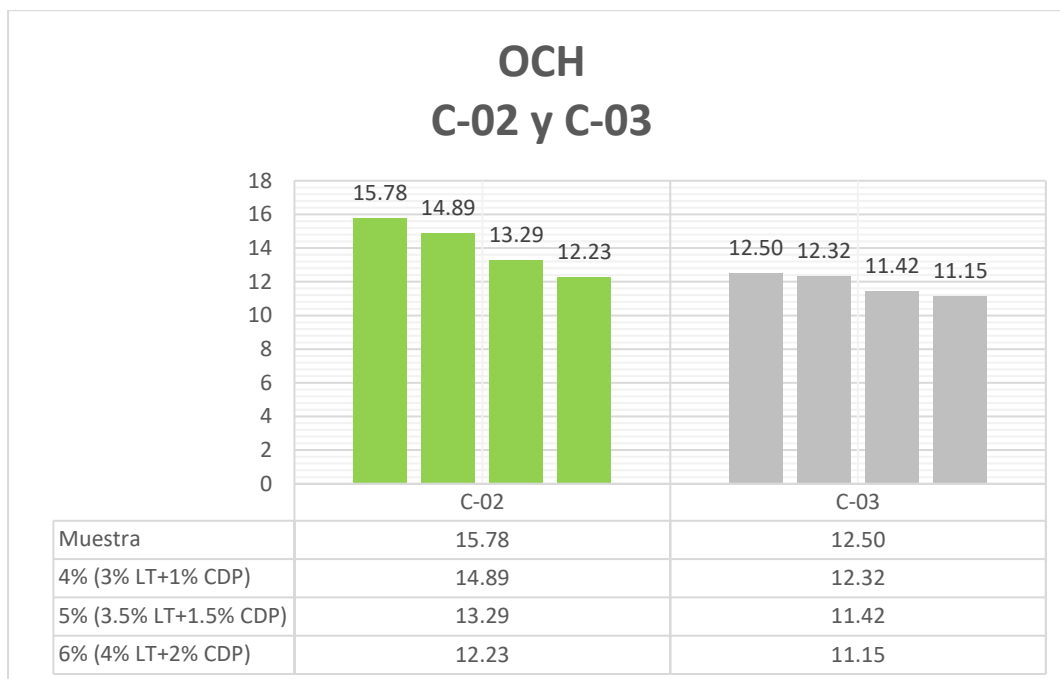


Figura 14: OCH de C-02 y C-03 de muestra natural y con adición de 4.00%, 5.00% y 6.00% de LT y CDP

Interpretación: Figura 14: Resultados OCH muestra natural de C-02: 15.78%, C-03: 12.50% y con la adición de LT-CDP al 4%, 5% y 6% fueron: para C-02: 14.89%, 13.29% y 12.23% disminuyó en 5.64%, 15.78% y 22.50%, para C-03: 12.32%, 11.42% y 11.15% disminuyó en 1.44%, 8.64% y 10.96%; respectivamente.

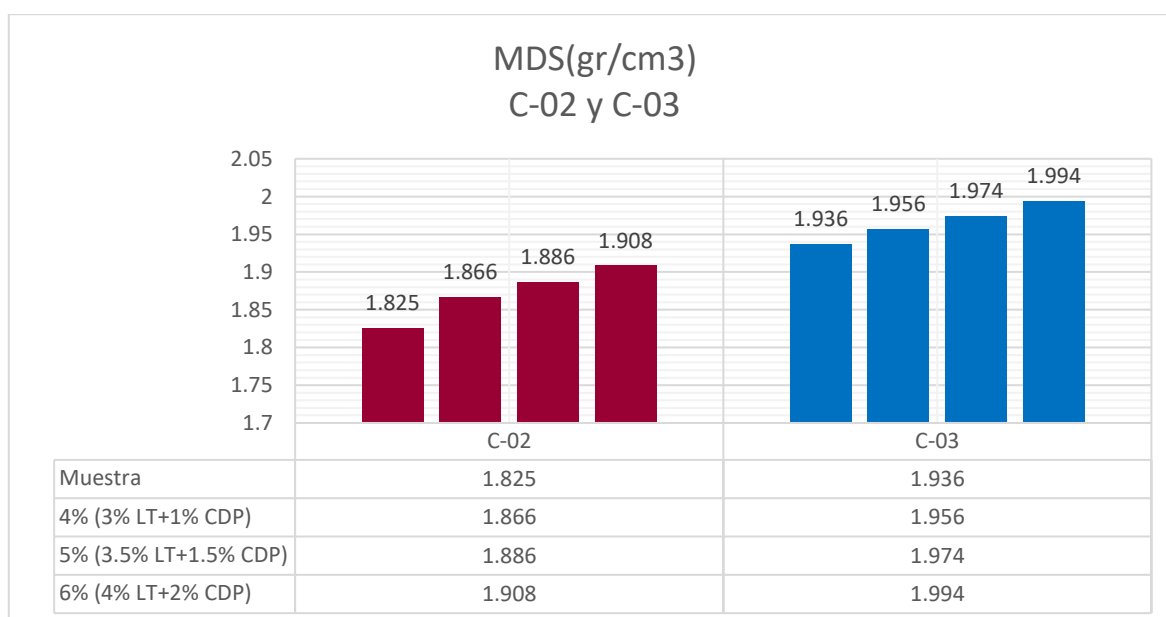


Figura 15: MDS de C-02 y C-03 de muestra natural y con adición de 4.00%, 5.00% y 6.00% de LT y CDP

Interpretación: La figura 15 la muestra natural C-02 y C-03 fueron: 1.825gr/cm³, 1.936gr/cm³, y con adición de LT-CDP al 4.00%,5.00% y 6.00% fueron: para C-02 fue 1.866gr/cm³, 1.886gr/cm³,1.908gr/cm³, incrementando en 2.25%, 3.29% y 4.55%, respectivamente; para C-03 fue 1.956gr/cm³, 1.974gr/cm³, 1.994gr/cm³, incrementó en 1.03%, 1.96% y 3.0%, respectivamente.

CBR

Para muestra natural y las dosificaciones de LT-CDP al 4%, 5% y 6% de MDS al 01" de penetración, efectuándose con contenido óptimo de humedad y estableció la prueba Proctor modificado. Teniendo la capacidad portante de muestras del terreno con 3 modelos sometidos a diferentes energías respecto al 10, 25 y 56 de N° golpes.



Figura 16: CBR

Tabla 18: CBR de muestra natural de C-02 y C-03 al 95% y con adición de 4.00%, 5.00% y 6.00% de LT y CDP

Muestra	Identificación	CBR al 95%
C-02	C-02	5.50
C-02	C-02 +4% (3% LT+1% CDP)	6.83
C-02	C-02 + 5% (3.5% LT+1.5% CDP)	11.80
C-02	C-02 + 6% (4% LT+2% CDP)	14.00
C-03	C-03	6.10
C-03	C-03 + 4% (3% LT+1% CDP)	8.20
C-03	C-03 + 5% (3.5% LT+1.5% CDP)	12.80
C-03	C-03 + 6% (4% LT+2% CDP)	15.20

Fuente: Propia

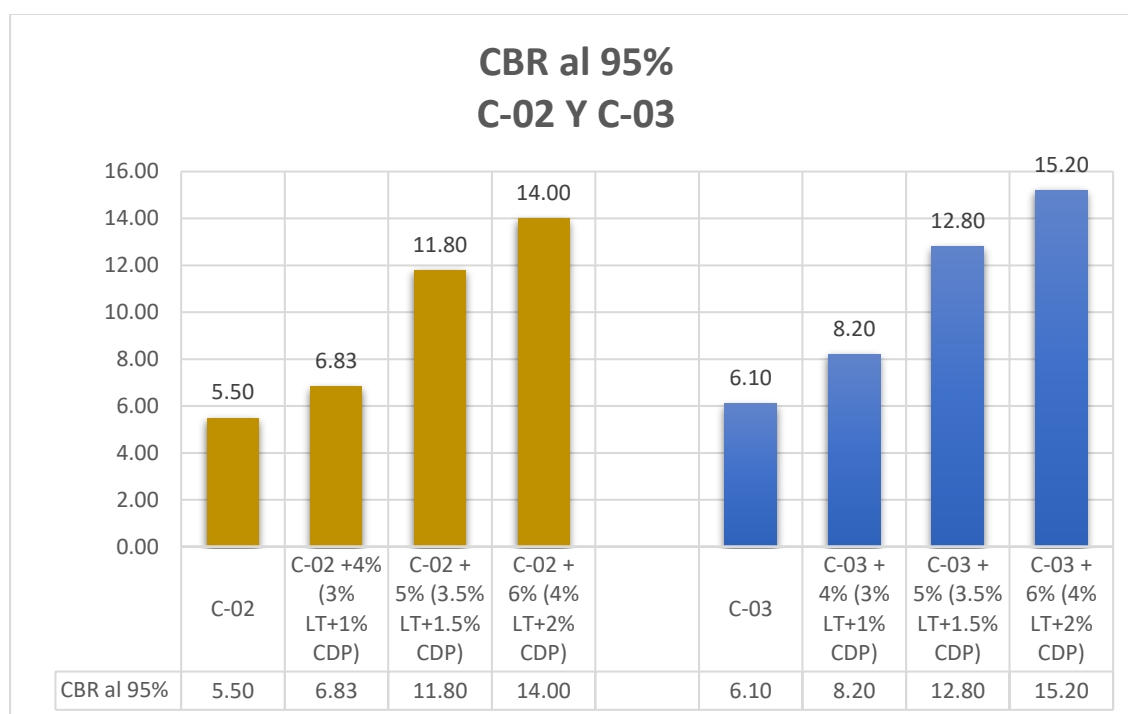


Figura 17: CBR de muestra natural de C-01 y C-02 al 95% y con adición de 4.00%, 5.00% y 6.00% de LT y CDP

Interpretación: Figura 17: resultados del CBR al 95% de MDS y al 01'' de penetración para muestra natural C-02: 5.50% y C-03: 8.20%, con adición de LT-CDP al 4.00%, 5.00% y 6.00% C-02 (6.83%, 11.80% y 14.00%) y (8.20%, 12.80% y 15.20%), el CBR incrementó en: (24.18%, 114.55%, 154.55%) y (34.43%, 109.84%, 149.18%).

Objetivo específico 3: Determinar la influencia de la dosificación de lutitas y cenizas de pisonay en las propiedades físico-mecánicas en la estabilización de subrasantes blandas en la Av. Prado -Apurímac,2022



Figura 18: CBR y Proctor

Tabla 19: Resumen

Descripción	IP (%)	OCH (%)	MDS (gr/cm ³)	CBR al 95 MDS (%)
C-02	12.07	15.78	1.825	5.5
C-02 +4% (3% LT+1% CDP)	11.74	14.89	1.866	6.83
C-02 + 5% (3.5% LT+1.5% CDP)	11.06	13.29	1.885	11.8
C-02 + 6% (4% LT+2% CDP)	10.1	12.23	1.908	14
C-03	12.52	12.5	1.936	6.1
C-03 + 4% (3% LT+1% CDP)	11.96	12.32	1.956	8.2
C-03 + 5% (3.5% LT+1.5% CDP)	10.53	11.42	1.974	12.8
C-03 + 6% (4% LT+2% CDP)	10.04	11.15	1.994	15.2

Fuente: Elaboración propia

Al adicionar LT-CDP en 4.0%, 5.00%, y 6.00% en C-02 y C-03, la dosificación afecta en las propiedades físicas y mecánicas de la siguiente manera:

IP

Afectó positivamente, disminuyendo en rango entre para C-02 (2.73% y 16.32%), para C-03 (4.47% y 19.81%).

OCH

Afectó positivamente en C-02 y C-03, al disminuir entre rango (5.64% y 22.50%) y (1.44% y 10.96%).

MDS

Afectó positivamente en C-01 y C-02, al incrementar entre rangos (2.25% y 4.55%) y (1.03% y 3.0%).

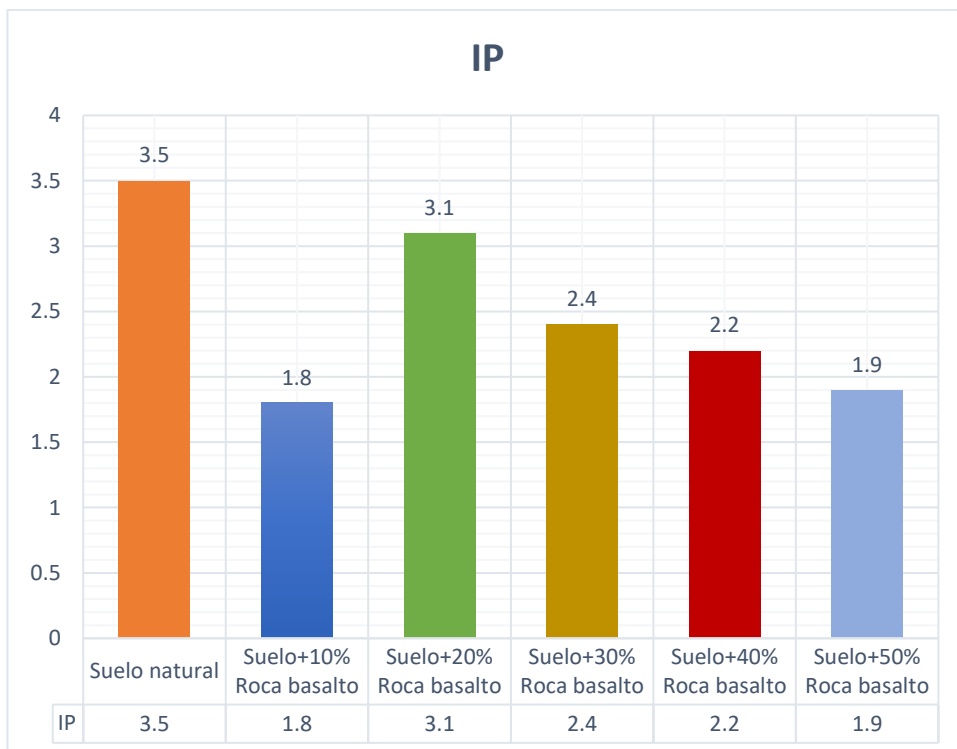
CBR

Afectó positivamente C-02 y C-03, al incrementar el CBR al 95% de MDS y 01'' de penetración entre (24.18% y 154.55%) y (34.43% y 149.18%)

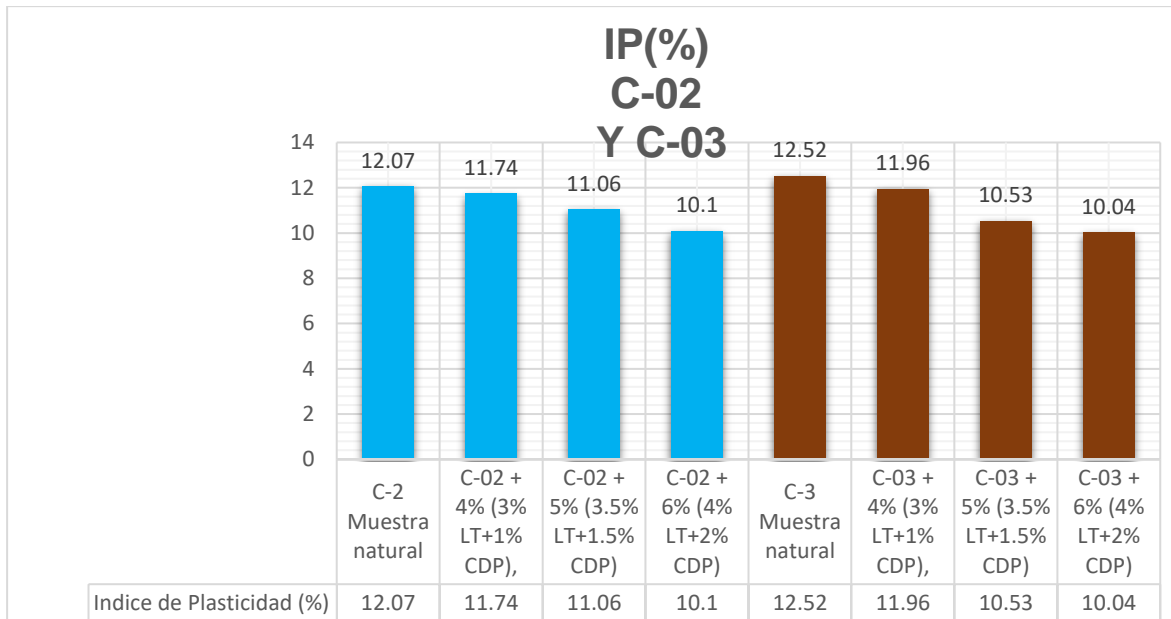
V. DISCUSIÓN

Objetivo específico 1: Determinar la influencia de la incorporación de lutitas y cenizas de pisonay en las propiedades físicas en la estabilización de subrasantes blandas en la Av. Prado -Apurímac,2022

Huamán (2021), el IP del patrón fue 3.5% al incorporar 10%, 20%,30%, 40% y 50% de RB: los resultados fueron :1.80%, 3.10%, 2.4%, 2.2% y 1.90%, el IP ha disminuido en:48.57%, 11.43%, 31.43%,37.14% y 45.71%.



El IP de la muestra patrón en C-02 y C-03 fue de 12.07% y 12.52%, al adicionar LT-CDP en 4.0%, 5.00%, y 6.00% fue C-2: 11.74%, 11.06% y 10.10%; C-3: 11.96%, 10.53% y 10.04%, respectivamente. Disminuyó en C-02: 2.73%, 8.37%,16.32% y C-03: 4.47%, 15.89%, 19.81%, respectivamente.



Interpretación: Para Huamán (2020), el IP redujo: 48.57%, 11.43%, 31.43%, 37.14% y 45.71%, en la actual investigación disminuyó en C-02 y C-03: 2.73%, 8.37%, 16.32% y C-03: 4.47%, 15.89%, 19.81%, respectivamente; ocurriendo una coincidencia con los resultados con Huamán.

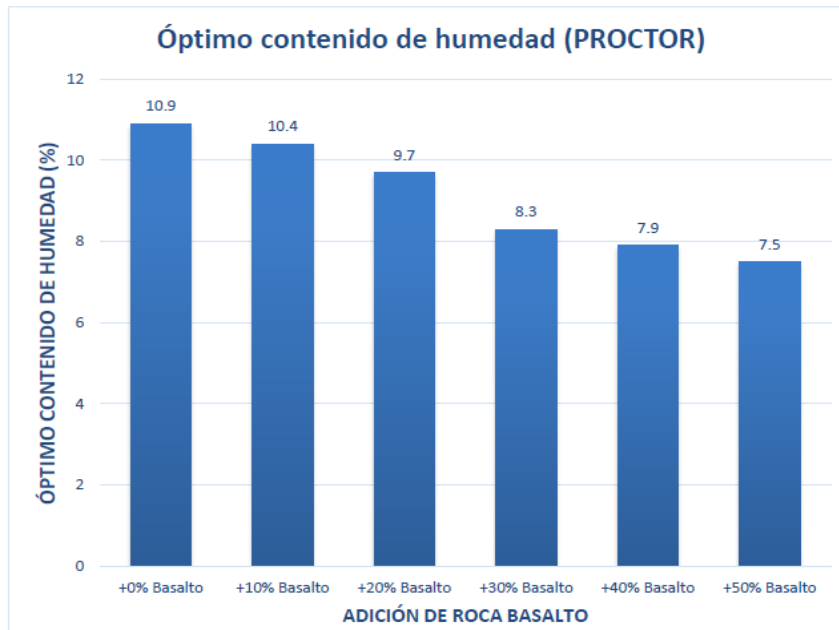
El IP de Huamán clasifica como suelo de baja plasticidad y la actual investigación clasifica como mediana plasticidad, según MTC.

El procedimiento de los ensayos fue apropiado en las muestras de adición de LT-CDP del suelo

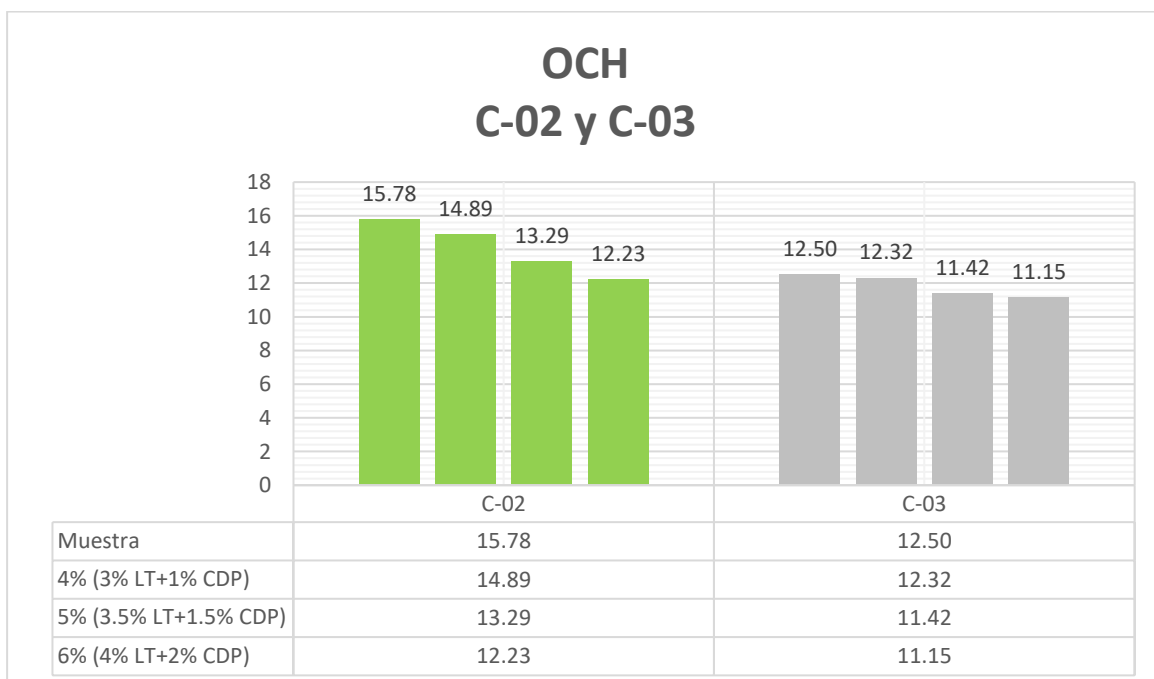
Objetivo específico 2: Determinar la influencia de la incorporación de lutitas y cenizas de pisonay en las propiedades mecánicas en la estabilización de subrasantes blandas en la Av. Prado, Apurímac-2022

Óptimo contenido de humedad

Huamán (2020), el OCH del suelo patrón fue 10.9% al incorporar 10%, 20%, 30%, 40% y 50% de RB los resultados logrados: 10.4%, 9.7%, 8.3%, 7.9% y 7.5%, disminuyó en: 4.59%, 11.01%, 23.85%, 27.52% y 31.19%.



En la actual tesis el OCH de muestra natural C-02 y C-03 fue 15.78%, 12.50% y al adicionar LT-CDP en 4.0%, 5.00%, y 6.00% los resultados fueron: C-02: {14.89%, 13.29%,12.23%}, y C-03: {12.32%, 11.42%,11.15%}; disminuyó para C-02 y C-03 en: (5.64%,15.78%,22.50%) y (1.44%,8.64%,10.96%), respectivamente.

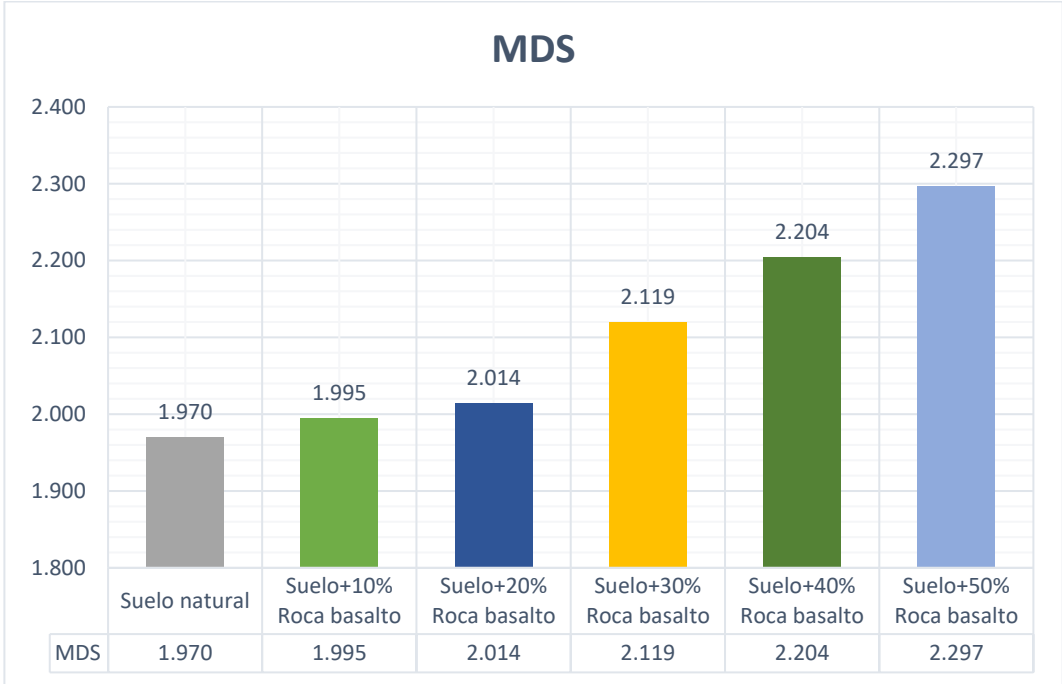


Interpretación: Para Huamán (2021), el OCH disminuyó en: 4.59%, 11.01%, 23.85%, 27.52% y 31.19%, y en la presente investigación disminuyó para C-02 y

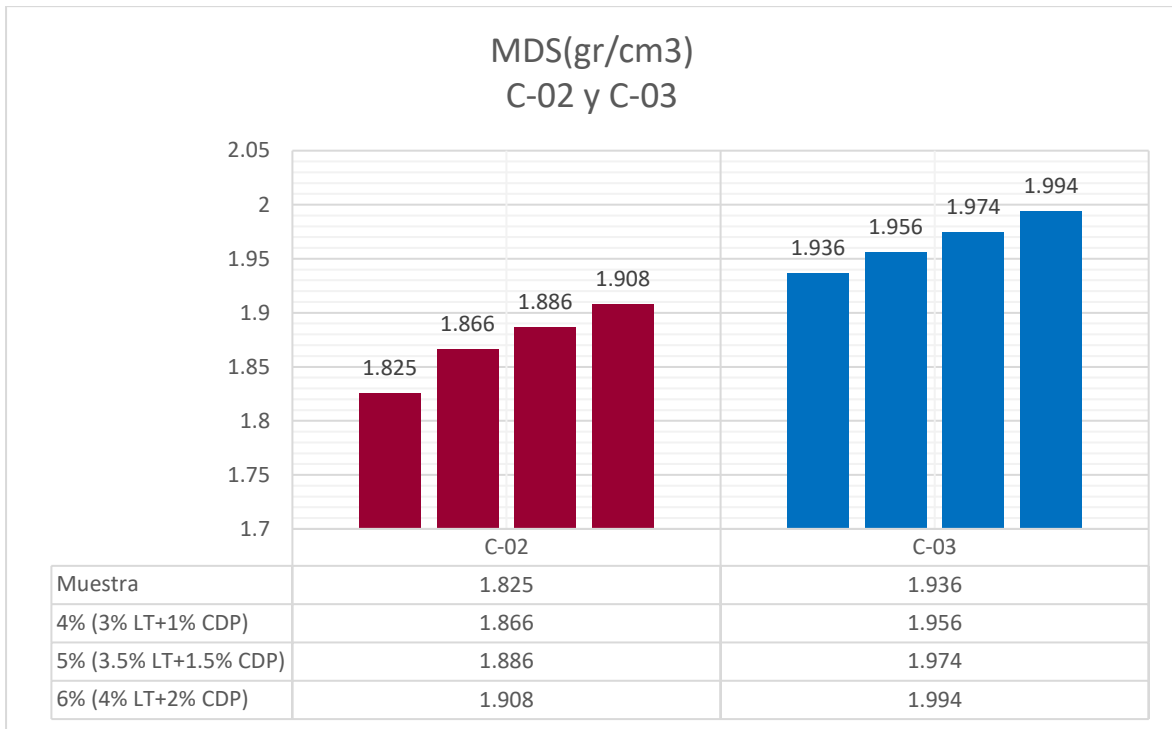
C-03 en: (5.64%,15.78%,22.50%) y (1.44%,8.64%,10.96%), respectivamente; existiendo una coincidencia con los resultados de Huamán.

Máxima densidad seca

Huamán (2021), MDS de patrón: 1.97 gr/cm³ y al incorporar 10%, 20%,30%, 40% y 50% de RB resultó: 1.995gr/cm³, 2.014gr/cm³,2.119gr/cm³, 2.204gr/cm³ y 2.297gr/cm³, incrementó en: 1.27%, 2.23%, 7.56%, 13.71% y 16.60%.



En la actual tesis la MDS de muestra natural de C-02 y C-03 fue 1.825gr/cm³, y 1.936 gr/cm³ al adicionar LT-CDP en 4.0%. 5.00%, y 6.00% los resultados fueron: C-02: (1.866gr/cm³, 1.8866gr/cm³, 1.908gr/cm³), C-03: (1.956gr/cm³, 1.974gr/cm³, 1.994gr/cm³) incrementando en C-2 y C-03 en: (2.25%, 3.29%, 4.55%) y (1.03%,1.96%,3.0%), respectivamente.



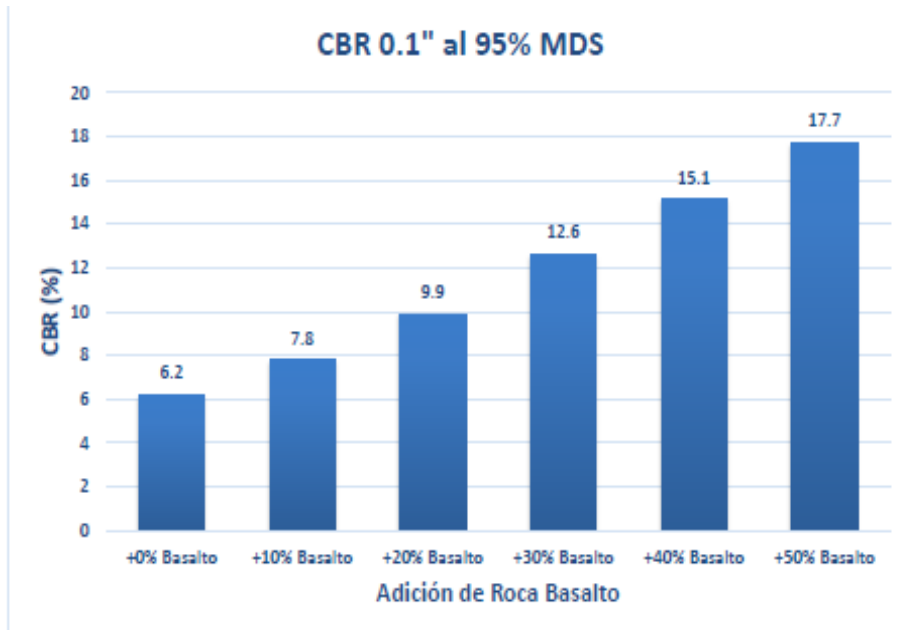
Interpretación: Para Huamán (2021), La MDS para la adición de RB incrementó: 1.27%, 2.23%, 7.56%, 13.71% y 16.60%, y en la actual tesis C-02 y C-03 incrementó en: (2.25%, 3.29%, 4.55%) y (1.03%,1.96%,3.0%), respectivamente, teniendo coincidencia con lo conseguido por Huamán.

La metodología del Proctor Modificado es apta, por que determinó los valores adicionando LT-CDP en 4.0%. 5.00%, y 6.00%

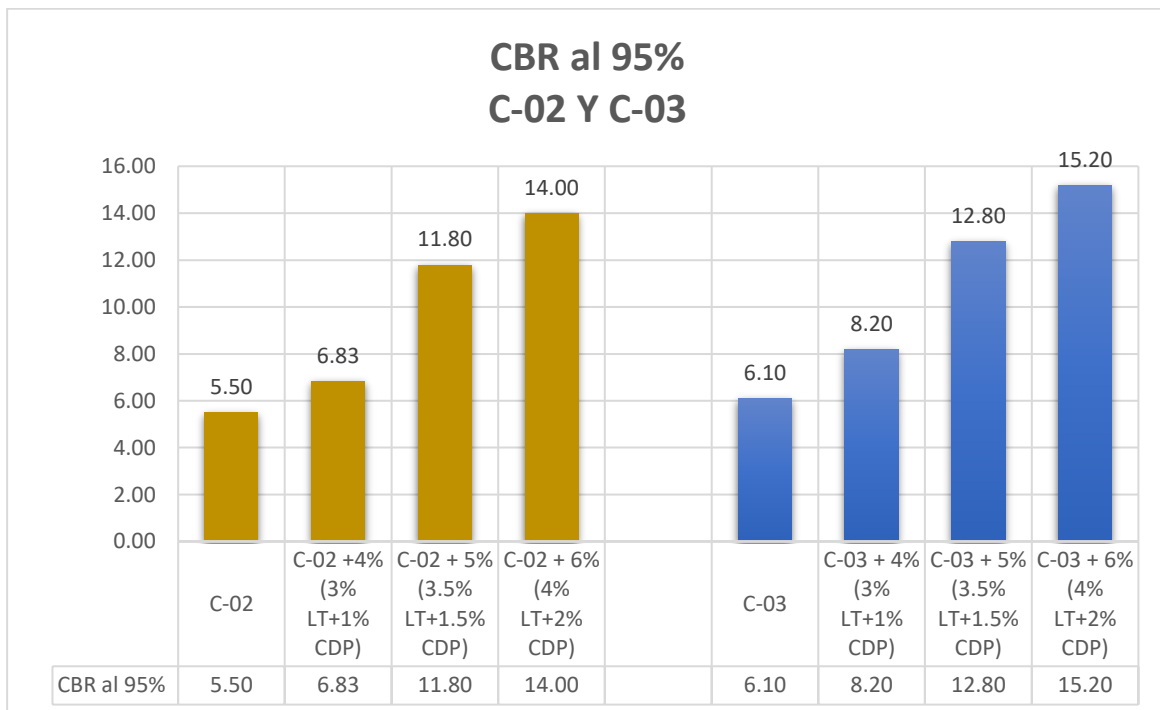
El método de Proctor modificado es apropiado porque identifica los valores adicionando LT-CDP en 4.0%. 5.00%, y 6.00%

CBR

Huamán (2021), el 95% de CBR de MDS el patrón fue 6.20%; y agregando 10%, 20%,30%, 40% y 50% de RB fue: 7.8%, 9.9%, 12.6%, 15.1% y 17.7%, aumentando en: 25.81%, 59.68%, 103.23%, 143.55% y 185.48%



En la tesis presente el CBR al 95% de MDS de la muestra patrón C-02 y C-03 fue: (5.50% y 6.10%) con la adición LT-CDP en 4.0%. 5.00%, y 6.00% resultados: C-02: (6.83%, 11.80%, 14.00%) y C-03: (8.20%, 12.80%, 15.20%) e incrementó:(24.18%,114.55%,154.55%),(34.43%,109.84%,149.18%),respectivamente.



Interpretación: Para Huamán (2021), el CBR para la adición de RB aumentó: 25.81%, 59.68%, 103.23%, 143.55% y 185.48%; en actual investigación incrementó:(24.18%,114.55%,154.55%),(34.43%,109.84%,149.18%),respectivamente, resultando coincidencia con lo hallado de Huamán.

Los resultados de Huamán cumplen con la categoría de subrasante regular y buena, y los de la presente cumplen con la condición de buena, de acuerdo con la norma MTC.

Los ensayos aplicados de CBR son aptos, porque determinaron los valores al realizar la adicionar LT-CDP en 4.0%. 5.00%, y 6.00%

Objetivo específico 3: Determinar la influencia de la dosificación de lutitas y cenizas de pisonay en las propiedades físico-mecánicas en la estabilización de subrasantes blandas en la Av. Prado, Apurímac-2022

Para Huamán (2021), para la adición de RB se tiene: el IP y OCH redujo; la MDS y el CBR incrementó a favor, optimando la resistencia del suelo.

Descripción	IP (%)	OCH (%)	MDS (gr/cm3)	CBR al 95 MDS (%)
Suelo natural	3.5	10.9	1.97	6.2
Suelo+10% RB	1.8	10.4	1.995	7.8
Suelo+20% RB	3.1	9.7	2.014	9.9
Suelo+30% RB	2.4	8.3	2.119	12.6
Suelo+40% RB	2.2	7.9	2.204	15.1
Suelo+50% RB	1.9	7.5	2.297	17.7

La actual tesis el IP y OCH disminuyó en C-02 y C-03; la MDS y CBR incrementó en C-02 y C-03.

Descripción	IP (%)	OCH (%)	MDS (gr/cm3)	CBR al 95 MDS (%)
C-02	12.07	15.78	1.825	5.50
C-02 +4% (3% LT+1% CDP)	11.74	14.89	1.866	6.83
C-02 + 5% (3.5% LT+1.5% CDP)	11.06	13.29	1.885	11.80
C-02 + 6% (4% LT+2% CDP)	10.10	12.23	1.908	14.00
C-03	12.52	12.50	1.936	6.10
C-03 + 4% (3% LT+1% CDP)	11.96	12.32	1.956	8.20
C-03 + 5% (3.5% LT+1.5% CDP)	10.53	11.42	1.974	12.80
C-03 + 6% (4% LT+2% CDP)	10.04	11.15	1.994	15.20

Para Huamán y nuestra investigación existe coincidencia en el IP, CBR, OCH y MDS.

Es trascendental referir que los resultados logrados cuando adicionamos LT-CDP en 4.0%. 5.00%, y 6.00% aportan en la subrasante.

Las pruebas de plasticidad, compactación y resistividad son aptas, debido a que determinaron valores en los respectivos ensayos

VI.CONCLUSIONES

1. De las propiedades físicas con adición de lutitas y cenizas de pisonay para la mejora de subrasante considera:

Determinó la caracterización de elementos para el terreno en la Av. Prado, Apurímac, categorizándolo como suelo arcilloso inorgánico para C-02, C-03, de mediana plasticidad, por el índice plástico se encuentra en rango de $7\% < IP < 20\%$ de acuerdo con clasificación SUCS. Y suelo granular cuya conducta total como subrasante es apta A-6 para C-01, C-02 y C-03, respecto a la clasificación AASHTO. Al adicionar LT-CDP en 4.0%, 5.00%, y 6.00% a la muestra patrón C-02 y C-03 el IP disminuyó en: (2.73%, 8.37%, 16.32%), y (4.47%, 15.89%, 19.81%), respectivamente.

2. De las propiedades mecánicas al incorporar LT-CDP en la muestra patrón C-02 y C-03, en dosificaciones 4.0%, 5.00%, y 6.00% para la mejora de la subrasante se tiene:

- El OCH disminuyó para C-02 y C-03 en: (5.64%, 15.78%, 22.50%) y (1.44%, 8.64%, 10.96%), respectivamente.
- La MDS incrementó en C-02 y C-03 en: (2.25%, 3.29%, 4.55%) y (1.03%, 1.96%, 3.0%), respectivamente.
- El CBR en C-02 y C-03 incrementó en: (24.18%, 114.55%, 154.55%) y (34.43%, 109.84%, 149.18%), respectivamente.

3. Al adicionar LT-CDP en 4.0%, 5.00%, y 6.00% en C-02 y C-03, la dosificación afecta en las propiedades físicas y mecánicas de la siguiente manera:

IP

Afectó positivamente, disminuyendo en rango entre para C-02 (2.73% y 16.32%), para C-03 (4.47% y 19.81%).

OCH

Afectó positivamente en C-02 y C-03, al disminuir entre rango (5.64% y 22.50%) y (1.44% y 10.96%).

MDS

Afectó positivamente en C-01 y C-02, al incrementar entre rangos (2.25% y 4.55%) y (1.03% y 3.0%).

CBR

Afectó positivamente C-02 y C-03, al incrementar el CBR al 95% de MDS y 01" de penetración entre (24.18% y 154.55%) y (34.43% y 149.18%)

VII. RECOMENDACIONES

1. En la revisión de los antecedentes se evidenció que en las pocas investigaciones que existen producto de la combinación de dos productos, no hay la combinación de algún tipo de roca con una ceniza, se recomienda la presente mezcla puesto que el CBR llegó a incrementar 149.18% respecto a la muestra patrón
2. Se recomienda incorporar el concepto de reutilización de los residuos con la finalidad que sean aprovechados por las diferentes especialidades, en este caso de la ingeniería, se evidencio que facilita la flexibilidad en los costos y favorece la conservación del Medio Ambiente y lo más importante aporta a las propiedades del suelo.
3. Se recomienda rigurosamente evaluar los antecedentes en las investigaciones de cualquier tema de estudio, con la finalidad de obtener información y contrastarla con las normas actuales para obtener la mayor información posible y establecer una ruta inicial en la investigación.
4. Se recomienda tener en consideración en todo momento los costos, a fin de no irrogar incrementos considerables en la estabilización de suelos, es necesario, por ejemplo, en el procedimiento de tratamiento del producto de aditivo se elija alguno que no requiera excesivas mejoras.

REFERENCIAS

- LOPEZ, J. M. (2002). *geologia aplicada a la ingenieria civil*. España: Inversiones Editoriales Dossat 2000.
- SPIKERMAN, J. P. (2010). *Elementos de Geología General*. Buenos Aires: Fundación de Historia Natural.
- AASHTO M 145. (2004). *Classification of soil and soil Aggregate Mixture for Highway Construction Purposes*.
- ARIAS, F. G. (2013). *Introducción a la Metodología Científica*. Caracas: Episteme C .A.
- BAENA, G. (2017). *Metodología de la investigación*. Mexico Df: Patria.
- BERNAL, C. (2010). *Metodología de la Investigación*. Bogota - Colombia: PEARSON.
- BUITRÓN LANDETA, S. K., & ENRÍQUEZ LEÓN, A. J. (2018). *Estudio De La Estabilización De Arcillas Expansivas De Manabí Con Ceniza Del Volcán Tungurahua*. Universidad Catolica de Colombia. Bogota: Tesis de Grado.
<https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/24277>
- CAÑAR TIVIANO, E. S. (2017). análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón. Ambato, Ecuador: Tesis de Grado. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30933>
- CARRASCO, S. (2006). *Metodología de la Investigación Científica*. Lima Perú: Ed. San Marcos.
- CASTRO MERCHAN, D. M. (2020). *Mejoramientos de subrasantes con roca ígnea basalto tomado de la mina san Pedro, Armero Guayabal*. Girardot- Colombia: Tesis de grado.
<http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/7770>
- CORDOVA ZAMORA, M. (2003). *Estadística descriptiva e inferencial*. Lima Perú: Moshera S.R.L.
- CRISTOBAL GAVANCHO, F. P. (2021). *EEstabilización de subrasante con cenizas de eucalipto, paraje turístico Piedra Parada, Concepción, Junín 2021*. Lima: Tesis de Grado.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47343>
- DAVILA, J. (2011). *Diccionario Geologico*. Lima: Ingemmet.
- DEL CID, A., MENDEZ, R., & SANDOVAL, F. (2011). *Investigación Fundamentos y Metodología*. Juárez-Mexico: Pearson.
- DUQUE, G. , & ESCOBAR, C. E. (2002). *Mecánica de Suelos*. Manizales.

- DURMAZ, Mahmut; BARAN, Yasemin;. (2020). *stabilization and experimental study of clay soils with nutshell ash*. Turkey.
- EGG, E. A. (2011). *Aprender a investigar: Nociones básicas para la investigación social*. Cordova - Argentina: Editorial Brujas.
- Forum, World Economic. (2021). *Informe Global de Competitividad 2020-2021*.
- GALLEGOS, J. (2020). La clasificación de las rocas sedimentarias. *Aepect*, 10.
- GOMEZ, S. (2012). *Metodología de la investigación*. Tlalnepantla-Mexico: Red Tercer Milenio C.S.
- HERNANDEZ, R., FERNANDEZ, C., & BAPTISTA, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGrawHill.
- HUAMAN HERBACIO, J. F. (2021). *Mejoramiento del suelo de una vía no pavimentada adicionando estabilizador y sellante en la Ca. Morales Bermúdez, Provincia de Huaral, Lima, 2018*. Lima: Tesis de Grado. Retrieved 20 de octubre de 2020, from <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25341>
- HUSSAIN, S. (2019). *stabilization of expansive soil using sodium hydroxide*. <http://docs.neu.edu.tr/library/6816227773.pdf>
- MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS;. (2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras*. Lima: Servicios Gráficos JMD s.r.l.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2014). *Manual de Carreteras -Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima: MTC.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2016). *Manuel de Ensayos de Materiales*. Lima: MTC.
- MOHEDAS, M., & MORENO , A. (2014). *Apertura y mantenimiento de vías forestales*. España: Ediciones Paraninfo.
- MUÑOZ, C. (2016). *Metodología de la Investigación*. México: Progreso S.A.
- NIÑO, V. M. (2011). *Metodología de la Investigación - Diseño y ejecución*. Bogota-Colombia: Ediciones de la U.
- NJIHIA HINGA, G. (2021). *performance of red soil stabilized with gravel and lime in construction of low-volume roads in nyeri county, kenya*. kenia: Tesis de Maestria.
- NTP 339.128. (2019). *Suelos.Metodo de ensayo para el analisis granulometrico*. Lima: Indecopi.
- NTP 339.129. (2019). *Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos*. Lima: INDECOPI.

- NTP 339.141. (2019). *Método de Para La Compactación del Suelo en Laboratorio utilizando una energía modificada (2700 Kn-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³)).* Lima: INDECOPI.
- NTP 339.145. (2019). *Metodo de ensayo CBR (Relación de Soporte de california) de suelos compactados en laboratorio.* Lima: INDECOPI.
- ÑAUPAS, H., VALDIVIA, M. R., PALACIOS, J. J., & ROMERO, H. E. (2014). *Metodología de la investigación Cuantitativa-Cualitativa y Redacción de la tesis.* Bogotá Colombia: Ediciones de la U.
- OSEDA, D., GONZALES, A., RAMIREZ, F., & GAVE, J. (2011). *¿Como aprender y enseñar investigación científica?* Huacavelica, Peru: Universidad Nacional de Huacavelica.
- ROJAS, D., & PAREDES, J. (2015). *Compendio de Geología General.* Lima: Empresa Editora Macro EIRL.
- RUIZ, C. (2013). *Instrumentos y Tecnicas de Investigación Educativa.* Houston Estados Unidos: Danaga.
- SIALER VALDIVIESO, R. W. (2021). *Estabilización de subrasantes de vías urbanas no pavimentadas con la aplicación de piedra yesera - Habilitación Urbana Ciudad El Maestro, Chiclayo, Lambayeque 2021.* Loreto: Tesis de Grado.
<http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1220>
- TARBUCK, E., & LUTGENS, F. (2005). *Ciencias de la tierra -una introducción a la geología física.* España: McGraw-Hill.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

TITULO: “Estabilización de subrasantes blandas con adición de lutitas y cenizas de pisonay en la Av. Prado, Apurímac-2022”.

AUTOR: Cuellar Pumacayo, Cesar Augusto

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema General ¿Cómo influye la incorporación de lutitas y cenizas de pisonay en la estabilización de subrasante blanda en Av. Prado, Apurímac-2022?	Objetivo General: Evaluar la influencia de la incorporación de lutitas y cenizas de pisonay en la estabilización de subrasantes blandas en Av. Prado, Apurímac-2022	Hipótesis General: La incorporación de lutitas y cenizas de pisonay influye significativamente en la estabilización de subrasantes blandas en Av. Prado, Apurímac-2022	Independiente	Lutitas (LT)	Dosificación	0% (0%LT + 0%CDP)	Ficha de recolección de datos de la balanza de medición
						4% (3%LT+1%CDP)	
						5% (3.5%LT+1.5%CDP)	
						6% (4%LT+2%CDP)	
Problemas Específicos ¿Cómo influye la incorporación de lutitas y cenizas de pisonay en las propiedades físicas en la estabilización de subrasantes blandas en la Av. Prado, Apurímac-2022?	Objetivos Generales Determinar la influencia de la incorporación de lutitas y cenizas de pisonay en las propiedades físicas en la estabilización de subrasantes blandas en Av. Prado, Apurímac-2022	Hipótesis Específicas la incorporación de lutitas y cenizas de pisonay influye positivamente en las propiedades físicas en la estabilización de subrasantes blandas en Av. Prado, Apurímac-2022	Dependiente	Subrasantes blandas	Propiedades físicas	Contenido de humedad (%)	NTP 339.127 MTC E-108
						Granulometría	NPT 339.141
						Limite Liquido (%)	NPT 339.129
						Índice de plasticidad (%)	
¿Cómo influye la incorporación de lutitas y cenizas de pisonay en las propiedades mecánicas en la estabilización de subrasantes blandas en la Av. Prado, Apurímac-2022?	Determinar la influencia de la incorporación de lutitas y cenizas de pisonay en las propiedades mecánicas en la estabilización de subrasantes blandas en Av. Prado, Apurímac-2022	La incorporación de lutitas y cenizas de pisonay influye positivamente en las propiedades mecánicas en la estabilización de subrasantes blandas en Av. Prado, Apurímac-2022				CBR (%)	NPT 339.145
¿Cómo influye la dosificación en la incorporación de lutitas y cenizas de pisonay en las propiedades físico mecánicas en la estabilización de subrasantes blandas en la Av. Prado, Apurímac-2022?	Determinar la influencia de la dosificación en la incorporación de lutitas y cenizas de pisonay en las propiedades físico mecánicas en la estabilización de subrasantes blandas en Av. Prado, Apurímac-2022	La dosificación de lutitas y cenizas de pisonay influye positivamente en las propiedades físico mecánicas en la estabilización de subrasantes blandas en Av. Prado, Apurímac-2022			Propiedades físicas	Máxima densidad seca (gms/cm ³) Contenido óptimo de humedad (%)	NPT 339-141 MTC E - 115

Anexo 2: Matriz de Operacionalización

TÍTULO: “Estabilización de subrasantes blandas con adición de lutitas y cenizas de pisonay en la Av. Prado, Apurímac-2022”.

AUTOR: Cuellar Pumacayo, Cesar Augusto

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Lutitas	Son rocas que han sido formadas por un proceso de consolidación de partículas de granos muy finos, su estructura es de característica laminar, fiable y muy fina, con fracturas casi planas paralelas a la estratificación (Dávila, 2011, p. 513)	Se operacionaliza mediante sus dimensiones como la dosificación de la roca lutita en porcentajes de 2%, 4% y 6%	Dosificación	0% 4% (3%LT+1%CDP)	Razón	Tipo de Investigación: Aplicada. Nivel de Investigación: Explicativo. Diseño de Investigación: Cuasi – Experimental. Enfoque: Cuantitativo. Población: 500m de la Av. Prado distrito Abancay Muestra: 6 calicatas, 24 muestras, Muestreo: No Probabilístico Técnica: Observación directa. Instrumento de recolección de datos: - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio. - Software de análisis de datos. (Excel)
Cenizas de Pisonay	Es un arbusto cuyo denominación científica es Erythrina falcata (Pisonay) tiene un tamaño de mediano a pequeño, cuya altura fluctúa desde los 3 metros a 20 metros, se pueden encontrar con diámetros que oscilan en los 15cm a 50 cm, tiene la característica de ser muy frondoso con abundante follaje (Peña y Rodríguez,2010, p.94)	Se operacionaliza mediante la dosificación las cenizas de pisonay en porcentajes de 3%,5% y 7%	Dosificación	5% (3.5%LT+1.5%CDP) 6% (4%LT+2%CDP)		
Estabilización de subrasantes	Acción de realizar el mejoramiento de las propiedades de índole físico de un determinado suelo, mejoramiento que se realiza por medio de procesos mecánicos y la adhesión de productos naturales, químicos o sintéticos, las estabilizaciones en forma general se hacen en aquellos suelos donde la subrasante es pobre o inadecuada. (MTC, 2014, P. 92)	Se operacionaliza mediante sus dimensiones que son las propiedades físicas y mecánicas de las subrasantes que son características que condicionan el comportamiento de la subrasante	Propiedades físicas	Contenido de humedad	Razón	
				Granulometría		
				Limite Liquido		
				Limite plástico		
Propiedades mecánicas	Índice de plasticidad					
	CBR					
	Máxima densidad seca					
Contenido óptimo de humedad						

Anexo 3: Resultados



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

CONTENIDO

1.0 GENERALIDADES

- 1.1. Objeto del Estudio
- 1.2. Ubicación y Descripción del Área en Estudios
- 1.3. Condiciones Climáticas de la Zona

2.0 GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA Y SISMICIDAD EN EL AREA EN ESTUDIO

- 2.1 Geomorfología
- 2.2 Geología
- 2.3 Geodinámica
- 2.4 Consideración Sísmica
 - 2.4.1 Intensidades
 - 2.4.2 Zonificación Sísmica
 - 2.4.3 Tipo de Suelo y Periodo
 - 2.4.4 Fuerza Horizontal Equivalente

3.0 INVESTIGACIONES DE CAMPO

- 3.1. Trabajo de Campo
 - 3.1.1. Calicata o Pozo de Exploración
 - 3.1.2. Muestreo y registros de Exploración

4.0 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

5.0 ENSAYOS DE LABORATORIO

- 5.1 Ensayos Estándar
- 5.2 Clasificación de Suelos

6.0 PERFILES ESTRATIGRAFICO

7.0 ANALISIS DE LA CIMENTACION

- 7.1 Subrasante
- 7.2 Estabilización de Subrasante

10.0 ANEXOS

RESULTADOS DE LABORATORIO



Ing. Elmer Huamán Sullá
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMACS A.C., RUC: 20602693423: REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Ríos 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco – Abancay – Apurímac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

CONTENIDO

1.0 GENERALIDADES

1.1 Objetivo del Estudio

El presente Informe Técnico tiene por objeto investigar el terreno de fundación del Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022". en la localidad de Abancay del distrito de Abancay – Abancay - Apurímac; por medio de trabajos de campo a través de pozos de exploración o calicatas "A Cielo Abierto", ensayos de laboratorios a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo, sus propiedades de resistencia, asentamientos y labores de Gabinete en base a los datos obtenidos de los perfiles estratigráficos, tipo y profundidad de cimentación, capacidad portante admisible, asentamientos, agresión del suelo al concreto, recomendaciones y conclusiones para la cimentación. El proceso seguido para los fines propuestos, fue el siguiente:

- ✓ Reconocimiento del terreno
- ✓ Distribución y ejecución de calicatas
- ✓ Tomas de muestras alteradas
- ✓ Ejecución de ensayos de laboratorio
- ✓ Evaluación de los trabajos de campo y laboratorio
- ✓ Perfil estratigráfico
- ✓ Análisis de la Capacidad Portante Admisible
- ✓ Calculo admisible permisibles
- ✓ Conclusiones y recomendaciones

"ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022". 1.2 Ubicación y descripción del área en estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en la localidad de Abancay, Distrito de Abancay, Provincia de Abancay - Departamento de Apurímac. Fue solicitado por BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO.

Departamento : Apurímac.
Provincia : Abancay.
Distrito : Abancay.
Lugar : Abancay



Ing. Elguer Huamán Salla
INGENIERO CIVIL
REG. C.P. 166845



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

MAPA DEL PERU



DEPARTAMENTO DE APURIMAC



PROVINCIA DE ABANCAY – DISTRITO ABANCAY

UBICACIÓN DISTRITAL Y AREA DE ESTUDIO



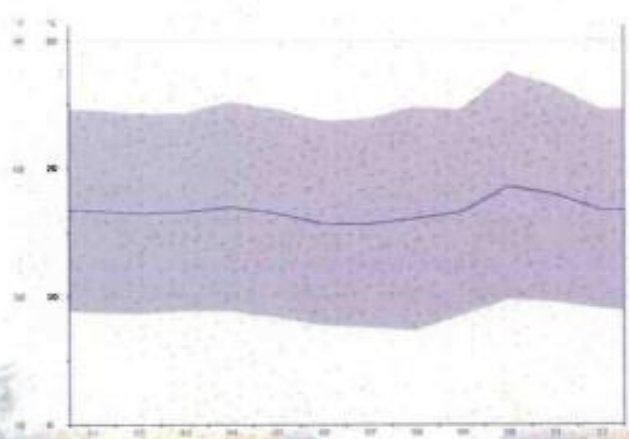
Elguar Huamán Sullá
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., Ruc: 20602693423: REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco – Abancay – Apurímac.
Cel: 957400022



1.3 Condiciones Climáticas de la zona

El clima aquí es suave, y generalmente cálido y templado. En invierno hay en Abancay mucho menos lluvia que en verano. Este clima es considerado Cwb según la clasificación climática de Köppen-Geiger. La temperatura media anual es 16.7 ° C en Abancay, Precipitaciones aquí promedias 685 mm.



A una temperatura media de 18.6 ° C, octubre es el mes más caluroso del año. El mes más frío del año es de 15.7 ° C en el medio de junio.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	16.7	16.5	16.6	17	16.5	15.7	15.7	16.1	16.6	18.6	18	16.8
Temperatura min. (°C)	8.8	8.7	8.9	8.9	8.4	7.8	7.6	7.4	8.6	9.8	9.6	9.1
Temperatura máx. (°C)	24.8	24.3	24.3	25.2	24.8	23.7	23.9	24.8	24.8	27.5	26.5	24.8
Precipitación (mm)	120	138	125	42	12	7	9	13	25	47	62	84

Entre los meses más secos y más húmedos, la diferencia en las precipitaciones es 132 mm. Las temperaturas medias varían durante el año en un 2.9 °C.

2.0 GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA Y SISMICIDAD EN EL AREA EN ESTUDIO

2.1 GEOMORFOLOGIA

Dentro de la información que nos podría ayudar en la elaboración del modelo, la geomorfología mediante la forma del terreno mostrara condiciones que favorecen la probabilidad de peligros en un sismo. Lo ideal es trabajar con un mapa de suelos, pero debido a la inexistencia de este nos concentraremos en la geomorfología, su utilización, de acuerdo a los materiales de depósito de las geoformas.

Ing° Elguer Huamán Salla
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845





2.2 GEOLOGIA

Representa una de las principales variables en la ocurrencia de sismos debido a que la geología de las diferentes zonas de la región de Apurímac es muy diversa, y están representadas por grandes características y sus diferentes tipos litológicos que la constituyen. La litología mediante la resistencia y fragilidad del material nos definirá zonas posibles de ocurrencias, ya que el material litológico más blando y/o suaves favorecerá la amplificación de los suelos. Aceleraciones máximas normalizadas: Los movimientos sísmicos de acuerdo a su aceleración toman diferentes valores que van desde los 0.01 hasta los 0.60 Gals (unidad de aceleración en el sistema cegesimal), en la región de Apurímac.

2.3 GEODINAMICA

En la zona del distrito de Abancay se dan un conjunto de procesos físicos y químicos que generan cambios notables, y riesgos de desastres naturales, en la epidermis terrestre, debido principalmente a la acción combinada de agentes geomorfológicos, como lluvias torrenciales, grandes avenidas de agua, vientos, movimientos sísmicos, etc. favorecidos por un conjunto de factores como: el clima, la fuerte pendiente, depósito de vertiente no consolidados, presencia de matriz arcillosa debajo del manto de derrubios, la funesta acción antrópica como la quema de la cobertura vegetal, la ampliación de carreteras o apertura de nuevas vías, etc.

Los principales procesos de geodinámica externa son: la reptación, las corrientes de barro o huaycos, los deslizamientos, los aludes de rocas, los aluviones y alud-aluviones

2.4 CONSIDERACIONES SISMICAS

2.4.1 Intensidades

Los sismos son procesos físicos y químicos que generan cambios notables, desastres naturales, en la superficie terrestre, debido al desplazamiento de placas oceánicas a partir de las zonas de tensión, y choque o colisión de estas placas con placas continentales en zonas de comprensión o subducción. (Uyeda, 1981:227-239). Los principales procesos de geodinámica interna que genera riesgo de desastres naturales en la Sub-Región son los sismos y que han tenido sus máximas intensidades de grado VI y VII en la escala de Mercalli modificada.

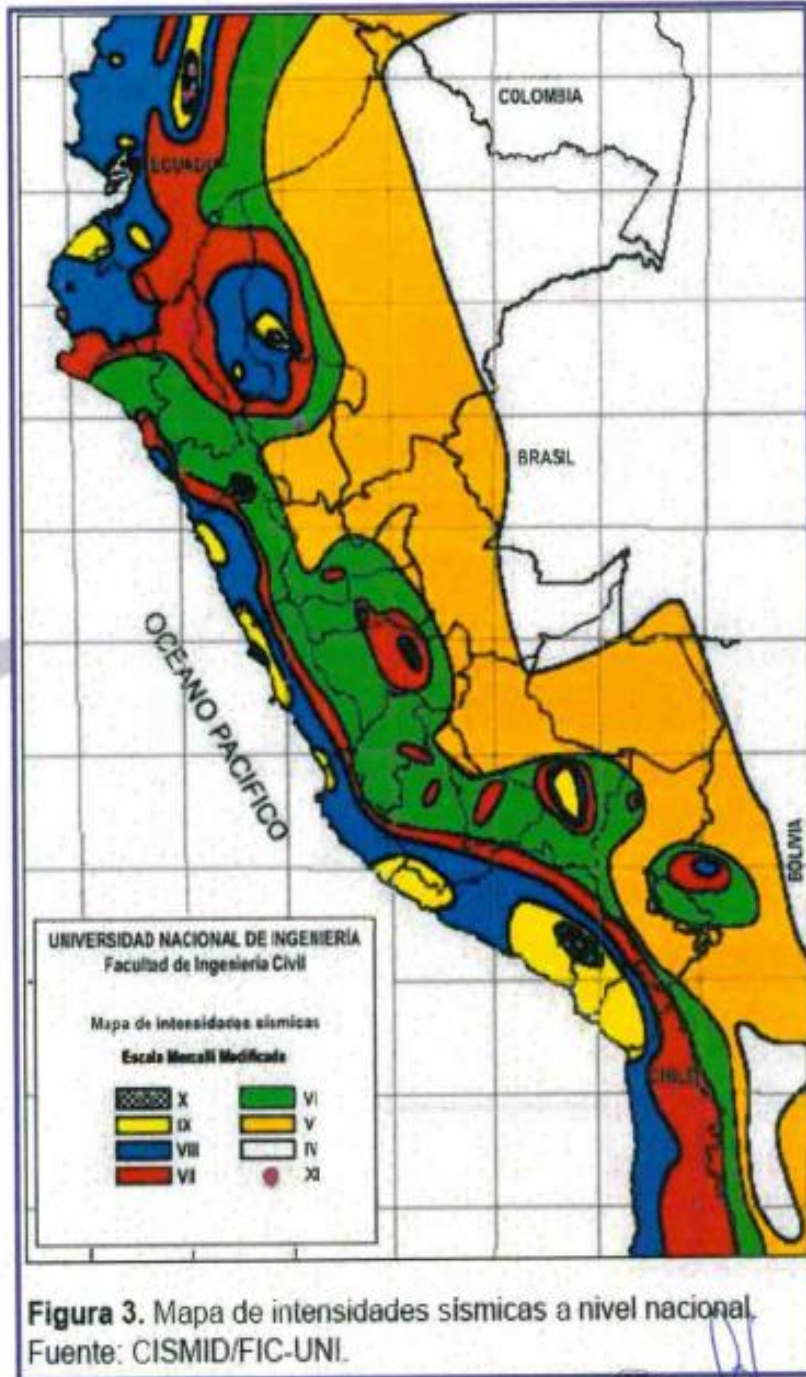


Ing. Elguet Huamán Sullá
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

MAPA DE INTENSIDAD SÍSMICA DEL PERU (figura N° 1)



 Ing. Elguer Huamán Salla
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., Ruc: 20602693423; REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios Ira Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurímac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

MAPA DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL PERU (figura N° 2)



SAYWITE APURIMACS.A.C., Ruc: 20602693423: REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
Cel: 957400022



2.4.2 Zonificación Sísmica

Dentro del territorio peruano se han establecido diversas zonas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor presencia de los sismos. Según el mapa de Zonificación Sísmica del Perú la localidad de Abancay del Distrito de Abancay, Provincia de Abancay y Departamento de Apurímac está comprendida en la Zona Sísmica 2, correspondiéndole una sismicidad Media y un factor de zona $Z=0.25$.

Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

2.4.3 Perfiles de suelo

Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte (V_s), o alternativamente, para suelos granulares, el promedio ponderado de los N_{60} obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar (SPT), o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada (S_u) para suelos cohesivos. Estas propiedades deben determinarse para los 30 m superiores del perfil de suelo medidos desde el nivel del fondo de cimentación, como se indica en el numeral 2.3.2.

Para los suelos predominantemente granulares, se calcula N_{60} considerando solamente los espesores de cada uno de los estratos granulares.

Para los suelos predominantemente cohesivos, la resistencia al corte en condición no drenada (S_u) se calcula como el promedio ponderado de los valores correspondientes a cada estrato cohesivo.

Este método también es aplicable si se encuentran suelos heterogéneos (cohesivos y granulares). En tal caso, si a partir de (N_{60}) para los estratos con suelos granulares y de (S_u) para los estratos con suelos cohesivos se obtienen clasificaciones de sitio distintas, se toma la que corresponde al tipo de perfil más flexible.

Perfil	V_s	N_{60}	S_u
S_1	> 1500 m/s	-	-
S_2	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S_3	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S_4	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S_5	Clasificación basada en el EMS		



Ing. Elmer Huamán Salla
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845



Parámetros de Sitio (S, Tp y Tl)

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos TP y TL dados en las Tablas N° 3 y N° 4.

ZONA \ SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₁	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₂	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₃	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₄	0,80	1,00	1,60	2,00

	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _l (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Tipo de Suelo y Período

De acuerdo a las normas de Diseño Sismo Resistente del Reglamento Nacional de Construcciones, al suelo de cimentación del mencionado estudio le corresponde un perfil de suelo tipo S₂.

2.4.4 Fuerza Horizontal Equivalente

La fuerza horizontal o cortante en la base debido a la acción sísmica se determinará mediante la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z * V * S * C * P}{R_d}$$

Dónde:

- Z = Factor de Zona
- U = Factor de Uso
- S = Factor de Suelo
- R_d = Factor de Ductilidad
- P = Peso de la Estructura



 Ing. Elmer Huamán Sullia
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

3.0 INVESTIGACION DE CAMPO

3.1 Trabajos de Campo

Correspondió a la etapa de prospección in-situ, donde se tomaron muestras de 03 calicatas de 1.50 m de profundidad, que permitieron caracterizar al suelo de fundación en el área delimitada para el Proyecto en Mención, tomándose muestras de las capas de suelo encontrado.



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

3.1.1 Calicata o Pozo de Exploración

Se programó la ejecución de 03 calicatas o pozo de exploración "A Cielo Abierto", designado como C-1, C-2 Y C-3 ubicadas convenientemente y con profundidad suficiente de 2.00 m.

3.1.2 Muestreo y Registros de Exploración

Las muestras de materiales obtenidas en los trabajos de campo fueron analizadas en LABORATORIO, para determinar sus propiedades y características físico - mecánicas fundamentales, tales como, Análisis Granulométricos por tamizado, Límites de Consistencia, Humedad, Pesos Unitarios, ensayos ejecutados siguiendo las normas vigentes.

4.0 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

5.0 ENSAYOS DE LABORATORIO.

Los ensayos de Laboratorio, fueron realizados en Laboratorio, bajos las normas de la American Society For Testing and Materials (A.S.T.M).

5.1 Ensayos Estándar

Se realizaron los siguientes ensayos:

- ✓ Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM C - 136)
- ✓ Límite de Consistencia (ASTM D - 4318):
 - Límite Líquido.
 - Límite Plástico.
 - Índice de Plasticidad.
- ✓ Humedad Natural (ASTM D - 2216)
- ✓ Pesos Específicos (ASTM - C128)
- ✓ Clasificación de Suelos SUCS (ASTM D - 2487)



5.2 Clasificación de Suelos

Las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) y AASHTO, las muestras restantes que no figuran en el cuadro fueron clasificados por pruebas sencillas de campo, observación y comparación con las muestras representativas ensayadas.

CUADRO DE CLASIFICACION DE SUELOS

CALICATA	C - 1
Profundidad (m)	1.50
Muestra	M-2
% Pasa Malla N° 4	91.49
% Pasa Malla N° 10	86.21
% Pasa Malla N° 40	70.27
% Pasa Malla N° 200	50.94
Límite Líquido	24.79
Límite Plástico	13.72
Índice Plástico	11.07



Ing. Eigner Huamán Sullá
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMACS A.C., Ruc: 20602693423. REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Ríos Ira Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurímac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Contenido de Humedad (%)	19.56
Clasificación de Suelos "SUCS"	CL
Clasificación de Suelos "AASHTO"	A-6

CUADRO DE CLASIFICACION DE SUELOS

CALICATA	C - 2
Profundidad (m)	1.50
Muestra	M-2
% Pasa Malla N° 4	90.37
% Pasa Malla N° 10	84.76
% Pasa Malla N° 40	67.47
% Pasa Malla N° 200	51.24
Limite Liquido	30.15
Limite Plástico	18.08
Índice Plástico	12.07
Contenido de Humedad (%)	17.31
Clasificación de Suelos "SUCS"	CL
Clasificación de Suelos "AASHTO"	A-6

CALICATA	C - 3
Profundidad (m)	1.50
Muestra	M-2
% Pasa Malla N° 4	87.44
% Pasa Malla N° 10	79.63
% Pasa Malla N° 40	62.25
% Pasa Malla N° 200	40.77
Limite Liquido	29.73
Limite Plástico	17.21
Índice Plástico	12.52
Contenido de Humedad (%)	18.15
Clasificación de Suelos "SUCS"	SC
Clasificación de Suelos "AASHTO"	A-6



6.0 PERFILES ESTRATIGRAFICOS.

❖ La descripción del perfil estratigráfico de la calicata es la siguiente:

Calicata N°	Tipo de Excavación	Prof. (m)	Nivel Freático
C-1	Manual	1.50	N. P
C-2	Manual	1.50	N. P
C-3	Manual	1.50	N.P



Ing. Elguer Huamán Sullá
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 146845



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Tabla del Perfil Estratigráfico Calicata N° 01

PROY. "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".					C-01
PROFUNDIDAD (cm)	SUCS	ESPESOR	SIMBOLO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	OBSERVACIONES
10	PT	0.30 m	-----	MATERIAL DE AFIRMADOS - MATERIAL PEDREGOSO	
20					
30					
40	CL	1.20 m		<p>Tipo de suelo: Arcilla inorgánica de baja plasticidad. Distribución de partículas del suelo: % Finos = 50.84 % Arenas = 40.55 % Gravas = 8.51 Límites de Atterberg: Límite Líquido = 24.79 % Límite Plástico = 13.72% Ind. De Plasticidad = 11.07% Otros datos: Tamaño máximo y forma de partículas = 2" /angulosas</p>	<p>Tipo de excavación: Manual Prof. de excavación: 1.50 m Nivel Freático: NO PRESENTA A FECHA DE ENERO DEL 2023</p>
50					
60					
70					
80					
90					
100					
110					
120					
130					
140					
150					




Ing. Elguier Huamán Sullta
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., Ruc: 20602693423; REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
 Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurímac.
 Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Tabla del Perfil Estratigráfico Calicata N° 02

PROY. "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".						C-02
PROFUNDIDAD (cm)	SUCS	ESPESOR	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	OBSERVACIONES	
10	PT	0.30 m	-----	MATERIAL DE AFIRMADOS - MATERIAL PEDREGOSO		
20						
30						
40	CL	1.20 m		Tipo de suelo: Arcilla inorgánica de mediana plasticidad. Distribución de partículas del suelo: % Finos = 51.24 % Arenas = 39.13 % Gravas = 9.63 Límites de Atterberg: Límite Líquido = 30.15 % Límite Plástico = 18.08% Ind. De Plasticidad = 12.07% Otros datos: Tamaño máximo y forma de partículas = 2" / angularosa	Tipo de excavación: Manual Prof. de excavación: 1.50 m Nivel Freático: NO PRESENTA A FECHA DE ENERO DEL 2023	
50						
60						
70						
80						
90						
100						
110						
120						
130						
140						
150						




Ing. Elguer Huamán Sullta
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., Ruc: 20602693423. REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurímac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Tabla del Perfil Estratigráfico Calicata N° 03

PROY. "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".					C-03
PROFUNDIDAD (cm)	SUCS	ESPESOR	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	OBSERVACIONES
10	PT	0.30 m	-----	MATERIAL DE AFRIMADOS - MATERIAL PEDREGOSO	
20					
30					
40	SC	1.20 m		Tipo de suelo: Arena Arcillosa con presencia de gravas. Distribución de partículas del suelo: % Finos = 40.77 % Arenas = 46.67 % Gravas = 12.56 Límites de Atterberg: Límite Líquido = 29.73 % Límite Plástico = 17.21 % Ind. De Plasticidad = 12.52 % Otros datos: Tamaño máximo y forma de partículas = 2" / angularosa	Tipo de excavación: Manual Prof. de excavación: 1.50 m Nivel Freático: NO PRESENTA A FECHA DE ENERO DEL 2023
50					
60					
70					
80					
90					
100					
110					
120					
130					
140					
150					




 Ing. Elguer Huamán Sullá
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., RUC: 20602693423; REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
 Urb. Victor Acosta Rios Ira Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurímac.
 Cel: 957400022



7.0 ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

7.1 Tipo y Profundidad de cimentación

De acuerdo al análisis de cimentación, trabajo de campo, ensayos de laboratorio, Descripción de los perfiles estratigráficos y características del proyecto se ha considerado un tipo de cimentación es de zapatas conectadas desplantados a una profundidad de 1.50 m en material:

Para la calicata C-1, perteneciente en la Clasificación SUCS que corresponde (CL, A-6), Arcilla de baja Plasticidad.

Para la calicata C-2, perteneciente en la Clasificación SUCS que corresponde (CL, A-6), Arcilla de mediana Plasticidad.

Para la calicata C-3, perteneciente en la Clasificación SUCS que corresponde (SC, A-6), Arena Arcillosa.

7.1 SUBRASANTE

La subrasante 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 explanada y la estructura del pavimento. La subrasante 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.

Es necesario conocer la estructura del estado inicial del suelo, donde se apoyará la estructura, para poder comprender como será su comportamiento y estructura ante las diferentes sollicitaciones externas antrópicas y geológicas a la que estará sometida.

Se identifican seis categorías de sub rasante en función del CBR de Diseño:

Categoría de Sub rasante	CBR
S0 : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1 : Subrasante Pobre	De CBR \geq 3% a CBR < 6%
S2 : Subrasante Regular	De CBR \geq 6% a CBR < 10%
S3 : Subrasante Buena	De CBR \geq 10% a CBR < 20%
S4 : Subrasante Muy Buena	De CBR \geq 20% a CBR < 30%



Se considerarán como materiales aptos para la coronación de la sub rasante suelos con CBR mayores de 6%. En caso de ser menor, se procederá a eliminar esa capa de material inadecuado y se colocará un material granular con CBR mayor a 6%; para su estabilización.

Además, se deberá prever que debajo del nivel de sub rasante en por lo menos unos 60cm se tenga suelos con CBR mayor al 6%.

De los análisis del material en la zona de estudio comprobamos que los suelos predominantes vienen estar constituida por arenas limo arcillosas, estos materiales tienen un valor de C.B.R. al 100% de la siguiente forma:



Ing.° Elguer Huamán Sullá
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

CARACTERÍSTICAS	C - 01	C - 02	C - 03
Clasificación	CL	CL	SC
Humedad natural (%)	19.56	17.31	18.15
Densidad Máxima Seca (gr/cm ³)	1.863	1.825	1.936
Contenido Óptimo de Agua (COA) (%)	15.43	15.78	12.50
California Bearing Ratio 95 % (CBR) (%)	5.20	5.50	6.10
California Bearing Ratio 100 % (CBR) (%)	6.92	7.07	7.43

7.2 ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZA DE PISONAY

Para la Calicata C-02

CARACTERÍSTICAS	Muestra Natural	4% (3%LT+1%CDP)	5% (3.5%LT+1.5%CDP)	6% (4%LT+2%CDP)
Clasificación	CL	CL	CL	CL
Límite Líquido	30.15	29.30	28.66	27.18
Límite Plástico	18.08	17.49	17.60	17.08
Índice de Plasticidad	12.07	11.74	11.06	10.10
Densidad Máxima Seca (gr/cm ³)	1.825	1.866	1.885	1.908
Contenido Óptimo de Agua (COA) (%)	15.78	14.89	13.29	12.23
California Bearing Ratio 95 % (CBR) (%)	5.50	6.83	11.80	14.00
California Bearing Ratio 100 % (CBR) (%)	7.07	8.39	15.44	18.03

*LT: lutitas

*CDP: Ceniza de Pisonay.



Para la Calicata C-03

CARACTERÍSTICAS	Muestra Natural	4% (3%LT+1%CDP)	5% (3.5%LT+1.5%CDP)	6% (4%LT+2%CDP)
Clasificación	SC	SC	SC	SC
Límite Líquido	29.73	28.68	27.83	26.34
Límite Plástico	17.21	16.72	17.30	16.30
Índice de Plasticidad	12.52	11.96	10.53	10.04
Densidad Máxima Seca (gr/cm ³)	1.936	1.956	1.974	1.994
Contenido Óptimo de Agua (COA) (%)	12.50	12.32	11.42	11.15
California Bearing Ratio 95 % (CBR) (%)	6.10	8.20	12.80	15.20
California Bearing Ratio 100 % (CBR) (%)	7.43	10.33	16.50	18.24

*LT: lutitas

*CDP: Ceniza de Pisonay.



Ing. Elguar Huamán Sandoval
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., RUC: 20602693423: REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Resultados de Laboratorio

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Ubicación: A.V PRADO
Distrito: ABANCAY

Provincia: ABANCAY
Región: APURÍMAC
Material: C-01 E-2
Carretera: 1.50 m

Fecha: FEBRERO, 2023

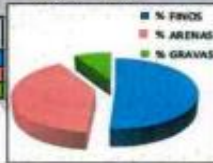
Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra inicial	885.0 gr	Muestra lavada y seca	444.0 gr	Peso Residual	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PLSO RET. (gr.)	PLSO CORR. (gr.)	% RET.	% PASA
3"	76.200	0.0	0.0	0.00	100.00
2"	50.800	0.0	0.0	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.00	100.00
1"	25.400	0.0	0.0	0.00	100.00
3/4"	19.000	11.2	11.2	2.52	97.48
1/2"	12.500	21.2	21.2	4.77	95.23
3/8"	9.525	3.2	3.2	0.72	99.28
1/4"	6.350	27.2	27.2	6.13	93.87
Nº 4	4.750	13.3	13.3	2.99	97.01
Nº 10	2.000	47.2	47.2	10.65	89.35
Nº 20	0.850	77.3	77.3	17.54	82.46
Nº 40	0.425	65.4	65.4	14.72	85.28
Nº 60	0.250	48.1	48.1	10.89	89.11
Nº 100	0.149	37.3	37.3	8.40	91.60
Nº 200	0.075	87.6	87.6	19.61	80.39
Demora		4.7	455.9	106.04	93.96
TOTAL		443.80	885.00	100.00	

LÍMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	4
Nº de Capas	1	2	3	4
Cap + S. Hum.	45.02	48.20	54.50	46.58
Cap + S. Seco	41.05	42.40	37.50	43.80
Agua	3.97	3.80	3.00	2.78
Peso Cap.	29.40	29.90	19.90	29.80
Peso S. seco	11.65	12.50	11.60	14.00
% Humedad	34.06	30.40	25.86	21.29
Nº de golpes	11	13	23	34

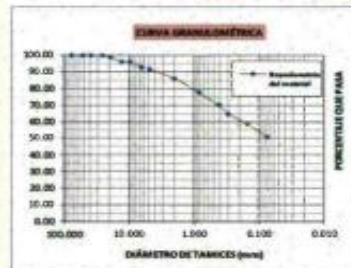
LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	4
Nº de Capas	1	2	3	4
Cap + S. Humeda	13.35	13.54	13.35	13.00
Cap + S. seco	12.94	13.11	12.95	12.6
Agua	0.41	0.43	0.38	0.40
Peso Capas	10	10	10.2	9.4
Peso S. seco	2.94	3.11	2.78	3.20
% Humedad	13.95	13.83	13.67	13.44

PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS	
% FINOS	10.65%
% ARENAS	40.50%
% GRAVAS	48.85%



LÍMITE LÍQUIDO	=	24.79 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	13.72 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	=	11.07 %

Peso tamiz Nº 4 (4.75mm)	97.49%
Peso tamiz Nº 200 (0.0075mm)	50.94%
U ₆₀	0.183060
U ₃₀₀	NO TIENE
U ₁₅₀	NO TIENE
Coefficiente de uniformidad (C _u)	NO TIENE
Grado de curvatura (C _c)	NO TIENE



CLASIFICACIÓN AASHTO	A-6 Suelo arcilloso
CLASIFICACIÓN SUCS	CL: Arcilla baja plasticidad.
OBSERVACIONES:	Suelo Tipo: Arcilla baja plasticidad, mezclas de arenas y arcillas inorgánicas.



Ing. Elmer Huamán Sullá
INGENIERO CIVIL
REG. O.P. 166845



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Lugar: A.V PRADO Provincia: ABANCAY Fecha: FEBRERO, 2
 Distrito: ABANCAY Departamento: APURIMAC
 Hecho por: Muestreo: INTERESADO Material: C-01 E-2.
 Profundidad: 1.50 m

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

ITEM	PROPIEDAD	RESULTADO DE ENSAYOS
01.01	% QUE PASA EL TAMIZ Nº4	91.49
01.02	% QUE PASA EL TAMIZ Nº10	86.21
01.03	% QUE PASA EL TAMIZ Nº40	70.27
01.04	% QUE PASA EL TAMIZ Nº100	58.49
01.05	% QUE PASA EL TAMIZ Nº200	50.94
01.06	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	NO TIENE
01.07	COEFICIENTE DE CONCAVIDAD	NO TIENE
01.08	INDICE DE GRUPO (%)	2
02.01	LIMITE LIQUIDO (%)	24.79
02.02	LIMITE PLÁSTICO (%)	13.72
02.02	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	11.07
03.01	HUMEDAD NATURAL (%)	19.56
CLASIFICACIÓN AASHTO		A-6 Suelo arcilloso
CLASIFICACIÓN SUCS		CL: Arcilla baja plasticidad.
Observaciones	Suelo Tipo: Arcilla baja plasticidad, mezclas de arenas y arcillas inorgánicas.	



[Signature]
 Ing. Elguar Huamán Sullta
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., RUC: 20602693423: REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
 Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
 Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Sector: A.V PRADO
Distrito: ABANCAI

Provincia: ABANCAI
Región: APURÍMAC

Fecha: FEBRERO, 2023

Calicata: C-01 E-2.
Profundidad: 1.50 m

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

CONTENIDO DE HUMEDAD			
ENSAYO	1	2	3
Cápsula N°	1	2	3
Peso suelo húmedo + cápsula	568.20	514.90	533.40
Peso suelo seco + cápsula	482.60	437.20	455.30
Peso del agua	85.60	77.70	78.10
Peso de la cápsula	45.80	48.20	46.70
Peso neto del suelo seco	436.80	389.00	408.60
% de Humedad	19.60	19.97	19.11



w (%) Promedio = 19.56





Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

PROCTOR MODIFICADO

NORMAS: MTC E-115, E-116 / ASTM D-1557, D-698 / AASHTO T-99

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

OLICITANTE : BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

COORDENADAS:

CAUCATA : Calzada Nº91 MSA

UBICACIÓN: Calzada Nº91 E-2

ESTE: NORTE:

FECHA : FEBRERO, 2023

REVISADO

Molde N° 1	Diámetro Molde Moldeado	4"	Volumen Molde	944	cm ³	N° de capas	8
		A	Peso Molde	4260	gr.	N° de golpes	25 Gp.
NUMERO DE ENSAYOS							
			1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	5,950	6,120	6,280	6,205		
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	1,684	1,854	2,014	1,931		
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	1,784	1,964	2,133	2,054		
Recipiente Vacío		-	-	-	-		
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	496,0	543,0	652,0	509,0		
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	456,0	489,0	570,0	430,0		
Peso de la Tara	gr.	14,0	15,0	15,0	10,0		
Peso del agua	gr.	40,0	55,0	82,0	79,0		
Peso del Suelo Seco	gr.	442	475	555	420		
Contenido de agua	%	9,0	11,6	14,8	18,8		
Densidad Seca del Suelo	gr/cc	1,636	1,759	1,859	1,720		
Densidad Máxima Seca			1,863	[gr/cm ³]	Humedad óptima		15,43 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Ing. Elguer Huamán Salla
INGENIERO CIVIL
REG. CP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., Ruc: 20602693423. REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM 1833 - 73

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Lugar: A V PRADO
Distrito: ABANCAY

Provincia: ABANCAY
Departamento: APURÍMAC
Muestra: C-01 E-2
Corte: 1.50 m

Fecha: FEBRERO, 2023

Solicitante: BACH, CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

DATOS DE LA MUESTRA				DIMENSIONES DEL MOLDE											
				Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03					
Humedad (Difusa) (%)	15.43			Diámetro	Altura	Área	Diámetro	Altura	Área	Diámetro	Altura	Área			
Densidad Fina (Máxima) (g/cm ³)	1.862	15.24	11.64	162.42	15.24	11.64	162.42	15.24	11.64	162.42	15.24	11.64	162.42		
95% Densidad (Seco Máximo) (g/cm ³)	1.760														
N° DE GOLPES POR CAPA	12			25			56								
CONDICIONES DE LA MUESTRA				SIN MOJAR			SATURADA			SIN MOJAR			SATURADA		
Peso del molde (g)	7580			7020			6920			6920			6920		
Volumen de la muestra (cc)	2124			2124			2124			2124			2124		
Muestra Humeda + Molde (g)	21650			19850			11350			12520			12635		
Muestra Humeda (g)	4070			4070			4340			4570			4555		
Densidad Humeda (g/cm ³)	1.92			1.92			2.04			2.15			2.16		
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA				MEDIO			MEDIO			MEDIO			MEDIO		
Peso de la capsula (g)	32.00			108.00			120.00			133.00			133.00		
Muestra Humeda + Capsula (g)	521.50			614.00			585.00			547.00			614.00		
Muestra Seca + Capsula (g)	454.30			542.00			410.30			525.00			547.00		
Muestra Seca (g)	369.50			442.00			490.30			380.00			429.80		
Contenido de Agua (g)	57.00			72.00			75.70			67.00			62.00		
Contenido de Humedad (%)	15.43			16.24			15.44			15.00			15.07		
Densidad Seca (g/cm ³)	1.860			1.848			1.770			1.769			1.803		
				EXPANSIÓN						EXPANSIÓN					
				LECT. DEFOR.		PULS.		LECT. DEFOR.		PULS.		LECT. DEFOR.		PULS.	
				LECT. DEFOR.	PULS.	%	LECT. DEFOR.	PULS.	%	LECT. DEFOR.	PULS.	%	LECT. DEFOR.	PULS.	%
MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN	0.00	13.05	0.00	1.2110			0.5124			0.7204			0.7221	0.0217	1.5640
	1.00	13.02	1.00	1.3400	0.1290	2.8579	0.5271	0.0597	1.3924	0.7321	0.0217	1.5640	0.7483	0.0243	0.7483
	2.00	13.10	2.00	1.3004	-0.0396	0.5700	0.5682	0.0141	0.3076	0.8264	0.0043	0.1680	0.8841	0.0077	0.1680
	3.00	13.04	3.00	1.3867	0.0757	0.3441	0.5294	0.0402	0.8770	0.8841	0.0077	0.1680	0.8841	0.0077	0.1680
	4.00	12.58	4.00	1.4260	0.0416	0.5103	0.5512	0.0248	0.3410	0.8412	-0.0071	0.1549	0.8412	-0.0071	0.1549
				FACTOR CARGA				FACTOR CARGA				FACTOR CARGA			
				DIAL	kg/cm ²	CBR	DIAL	kg/cm ²	CBR	DIAL	kg/cm ²	CBR	DIAL	kg/cm ²	CBR
ENSAYO DE PENETRACIÓN	0		0	0.00			0	0.00		0	0.00		0	0.00	
	0.050		11.52	1.57			18.64	0.26		30.11	1.84		45.85	2.87	
	0.080		20.65	1.87			35.95	1.25		45.85	2.87		71.41	3.59	
	0.075		37.88	1.89			55.41	2.86		71.41	3.59		106.12	4.50	
	0.100	70.31	45.15	2.29	3.30	71.65	3.70	5.27	54.15	4.27	6.90	121.65	6.29	7.97	
	0.125		61.24	3.27			90.12	4.70		140.62	7.77		162.85	8.43	
	0.150		75.20	3.69			107.45	5.55		162.85	8.43		192.63	10.27	
	0.200	105.48	80.45	4.78	4.53	124.32	6.46	8.14	162.85	8.43	7.97	192.63	10.27	10.27	
	0.300		106.12	4.50			144.71	7.53		192.63	10.27		230.63	12.27	
0.400		115.65	5.00			157.41	8.13								



Ing. Elmer Huamán Sullia
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., RUC: 20602693423: REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 3ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM 1833 - 73

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

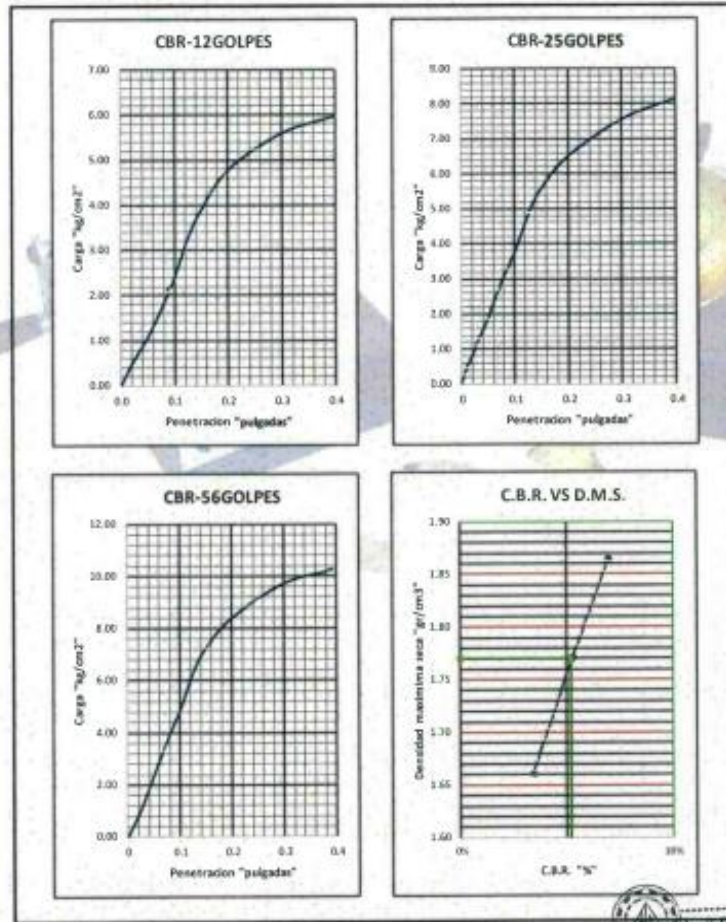
Ubicación: Lugar: A.V PRADO
Distrito: ABANCAY

Provincia: ABANCAY
Departamento: APURIMAC
Material: C-01 E-2.
Profundidad: 1.50 m

Fecha: FEBRERO, 2023

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

Humedad Óptima(%)	15.43
Densidad Seca Máxima(g/cm ³)	1.663
95% Densidad Seca Máxima(g/cm ³)	1.769



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%
12	15.43	1.66	4.59	3.39	C.B.R. 95% 6.29
25	15.44	1.77	3.03	5.27	C.B.R. 100% 6.92
56	15.47	1.80	2.84	6.92	

Ing. Elguer Huamán Salla
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMACS.A.C., RUC: 20602693423: REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

CALICATA N°02

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Ubicación: A V PRADO
Distrito: ABANCAY

Provincia: ABANCAY
Región: APURIMAC
Material: C-02 E-2
Cantera: 1.50 m

Fecha: FEBRERO, 2023

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra	912.0 gr	Muestra lavada y seca	486.0 gr	Peso Recipet.	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%PASA
5"	125.00	0.0	0.0	0.00	100.00
2"	50.800	0.0	0.0	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.00	100.00
1"	25.400	21.1	21.1	2.31	97.69
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.00	97.69
1/2"	12.700	12.6	12.6	1.38	96.30
3/8"	9.525	11.3	11.3	1.24	95.06
1/4"	6.350	21.2	21.2	2.33	92.74
N#4	4.750	21.6	21.6	2.37	90.37
N#10	2.000	51.2	51.2	5.61	84.76
N#20	0.850	81.4	81.4	8.93	75.83
N#40	0.425	76.2	76.2	8.36	67.47
N#60	0.250	54.3	54.3	5.96	61.52
N#100	0.149	51.1	51.1	5.60	55.91
N#200	0.075	42.6	42.6	4.67	51.24
Cuevella		10.5	467.3	51.24	0.00
TOTAL		455.16	912.00	100.00	

PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS	
% FINOS	51.24%
% ARENAS	39.13%
% GRAVAS	8.63%



LÍMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	4
N° de Cap.	1	2	3	3
Cap. + S. Hum.	40.12	41.19	39.05	39.15
Cap. + S. Seco	34.52	37.12	35.91	35.20
Agua	5.60	4.07	3.74	3.95
Peso Cap.	20.12	25.12	23.10	23.15
Peso S. seco	14.40	12.00	12.81	15.05
% Humedad	38.89	33.92	29.20	26.25
N° de golpes	12	18	27	35
LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula	1	2	3	4
Cap. + S. húmedo	15.2	13.74	13.52	15.41
Cap. + S. seco	14.81	13.39	13.08	14.95
Agua	0.39	0.35	0.44	0.46
Peso Cápsula	12.65	11.45	10.65	12.41
Peso S. seco	2.16	1.94	2.43	2.54
% Humedad	18.06	18.04	18.11	18.11

LÍMITE LÍQUIDO	= 38.15 %
LÍMITE PLÁSTICO	= 18.08 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	= 12.07 %

Pasa tamiz N° 4 (4.75mm)	90.37%
Pasa tamiz N° 200 (0.0075mm)	51.24%
D60	0.258915
D30	NO TIENE
C60	NO TIENE
Coefficiente de uniformidad (Cu)	NO TIENE
Grado de curvatura (Cc)	NO TIENE



CLASIFICACIÓN AASHTO	A-6 Suelo arcilloso
CLASIFICACIÓN SUCS	CL: Arcilla mediana plasticidad.
OBSERVACIONES:	Suelo Tipo: Arcilla mediana plasticidad, mezclas de arenas, limos y arcillas inorgánicas.

Ingeniero Elgher Huamán Sullta
INGENIERO CIVIL
REG. CP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., RUC: 20602693423: REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Ríos 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurímac.
Cel. 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos. "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Lugar: A.V PRADO Provincia: ABANCAY Fecha: FEBRERO, 2023
 Distrito: ABANCAY Departamento: APURIMAC
 Hecho por: Muestreo: INTERESADO Material: C-02 E-2.
 Profundidad: 1.50 m

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

ITEM	PROPIEDAD	RESULTADO DE ENSAYOS
01.01	% QUE PASA EL TAMIZ Nº4	90.37
01.02	% QUE PASA EL TAMIZ Nº10	84.76
01.03	% QUE PASA EL TAMIZ Nº40	67.47
01.04	% QUE PASA EL TAMIZ Nº100	55.91
01.05	% QUE PASA EL TAMIZ Nº200	51.24
01.06	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	NO TIENE
01.07	COEFICIENTE DE CONCAVIDAD	NO TIENE
01.08	INDICE DE GRUPO (%)	3
02.01	LIMITE LIQUIDO (%)	30.15
02.02	LIMITE PLASTICO (%)	18.08
02.02	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	12.07
03.01	HUMEDAD NATURAL (%)	17.31
CLASIFICACIÓN AASHTO		A-6 Suelo arcilloso
CLASIFICACIÓN SUCS		CL: Arcilla mediana plasticidad.
Observaciones	Suelo Tipo: Arcilla mediana plasticidad, mezclas de arenas, limos y arcillas inorgánicas.	



Ing. Elger Huamán Salla
 INGENIERO CIVIL
 REG. DIP. 166845



SAYWITE APURIMAC S.A.C., Ruc: 20602693423. REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
 Urb. Victor Acosta Rios Ira Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
 Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Sector: A.V PRADO
Distrito: ABANCAY

Provincia: ABANCAY
Región: APURIMAC

Fecha: FEBRERO, 2023

Calicata: C-02 E-2.
Profundidad: 1.50 m

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

CONTENIDO DE HUMEDAD			
ENSAYO	1	2	3
Cápsula N°	1	2	3
Peso suelo húmedo + cápsula	625.00	498.00	580.00
Peso suelo seco + cápsula	540.00	440.00	505.00
Peso del agua	85.00	58.00	75.00
Peso de la cápsula	50.00	100.00	77.00
Peso neto del suelo seco	490.00	340.00	428.00
% de Humedad	17.35	17.06	17.52

w (%) Promedio = 17.31



Ing. Elmer Huamán Sullta
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., Ruc: 20602693423; REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

PROCTOR MODIFICADO

NORMAS: MTC E-115, E-116 / ASTM D-1557, D-698 / AASHTO T-180

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

OLICITANTE : BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO
 CAUCATA : Calles N°2 3LN
 FECHA : FEBRERO, 2021

UBICACIÓN: Calles N°2 3LN
 COORDENADAS:
 ESTE: NORTE:
 REVISADO

Molde N° 1	Diámetro Molde Método	4"	Volumen Molde	944	cm ³	N° de capas	5
		A	Peso Molde	3657	gr.	N° de golpes	25 Gps.
NUMERO DE ENSAYOS							
			1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	5,289	5,412	5,528	5,564		
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,723	1,855	1,963	2,007		
Peso Volumétrico Humedo	gr.	1,825	1,965	2,079	2,126		
Recipiente Numero							
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	702.0	615.0	574.0	621.0		
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	658.0	565.0	520.0	549.0		
Peso de la Tara	gr.	50.0	120.0	145.0	95.0		
Peso del agua	gr.	44.0	50.0	54.0	81.0		
Peso del Suelo Seco	gr.	608	445	375	445		
Contenido de agua	%	7.2	11.2	14.4	18.2		
Densidad Seca del Suelo	gr/cm ³	1.702	1.767	1.818	1.799		
Densidad Máxima Seca		1.825	gr/cm ³	Humedad óptima	15.78	%	

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Ing. Elguer Huamán Sullta
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., RUC: 20602693423. REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
 Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
 Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos. "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM 1833 - 73

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Lugar: A.V PRADO
Distrito: ABANCAY

Provincia: ABANCAY
Departamento: APURIMAC
Muestra: C-02 E-2
Caveta: 1.50 m

Fecha: FEBRERO, 2023

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

DATOS DE LA MUESTRA				DIMENSIONES DEL MOLDE												
Humedad Óptima (%)	15.78			Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03						
Densidad Seca Máxima (g/cm³)	1.805			Dímetro	Altura	Área	Dímetro	Altura	Área	Dímetro	Altura	Área				
SS% (Densidad Seca Máxima/g/cm³)	1.734			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42				
N° DE GOLPES POR CAPA				12			25			56						
CONDICIONES DE LA MUESTRA				SIN MOJAR			SATURADA			SIN MOJAR			SATURADA			
Peso del molde (g)	8650			7250			6150									
Volumen de la Muestra (cm³)	2124			2124			2124									
Muestra Humeda + Molde (g)	11885			12880			11405			12657						
Muestra Humeda (g)	3945			4230			4155			4467						
Densidad Humeda (g/cm³)	1.81			1.93			1.96			2.08						
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA				MEDIO			MEDIO			MEDIO						
Peso de la capsula (g)	123.00			85.00			134.00			95.00						
Muestra Humeda + Capsula (g)	660.00			513.00			530.00			618.00						
Muestra Seca + Capsula (g)	536.70			452.00			476.00			543.00						
Muestra Seca (g)	413.70			357.00			342.00			408.00						
Contenido de Agua (g)	85.30			61.00			54.00			64.00						
Contenido de Humedad (%)	20.38			17.09			15.73			16.34						
Densidad Seca (g/cm³)	1.900			1.701			1.888			1.770						
MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN	DI	HE	INTERVALO (DIAS)	LECT. DI-04		EXPANSIÓN		LECT. DI-08		EXPANSIÓN		LECT. DI-04		EXPANSIÓN		
				LECT.	%	LECT.	%	LECT.	%	LECT.	%	LECT.	%	LECT.	%	
	0:00	12:02	0:00	2.5540		1.2142		0.5261		0.5261		0.0601		1.5111		
	1:00	12:10	1:00	2.1904	0.1384	2.0193	0.0897	1.3541	0.0897	1.3512	0.5865	0.0601	0.4182		0.2854	
	2:00	12:38	2:00	2.2014	0.0100	0.1563	0.0266	1.3241	0.0266	0.4363	0.0264	0.0182		0.2854		
3:00	12:35	3:00	2.2341	0.0327	0.2124	0.0582	1.3582	0.0361	0.2841	0.0105	0.0121		0.2854			
4:00	12:11	4:00	2.2854	0.0513	0.6828	0.4686	1.3885	0.0100	0.2245	0.0285	0.0100		0.2182			
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRACION			CARGA		FACTOR CARGA		CARGA		FACTOR CARGA		CARGA		FACTOR CARGA		
	CARGA			DI	kg/cm²	12	DI	kg/cm²	25	DI	kg/cm²	56	DI	kg/cm²	56	
	0			0	0.00		0	0.00		0	0.00		0	0.00		
	0.025			10.65	0.55		19.15	0.90		35.78	1.50		141.12	7.23		
	0.050			18.65	0.88		32.14	1.60		52.65	2.20		141.12	7.23		
	0.075			30.56	1.60		50.21	2.50		70.84	3.27		141.12	7.23		
	0.100			42.12	2.18	3.10	67.25	3.49	4.94	96.12	4.97	7.07	141.12	7.23		
	0.125			52.08	2.74		82.65	4.17		121.65	6.22		141.12	7.23		
	0.150			64.65	3.55		100.14	5.19		141.12	7.23		141.12	7.23		
	0.200			125.48	6.43	4.20	121.65	6.22	5.98	166.14	8.22	8.27	141.12	7.23		
0.300			112.60	5.62		148.12	7.45		169.45	8.23		141.12	7.23			
0.400			125.41	6.38		161.18	8.33		198.62	10.36		141.12	7.23			



Elguar Huamán Sullá
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM 1833 - 73

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

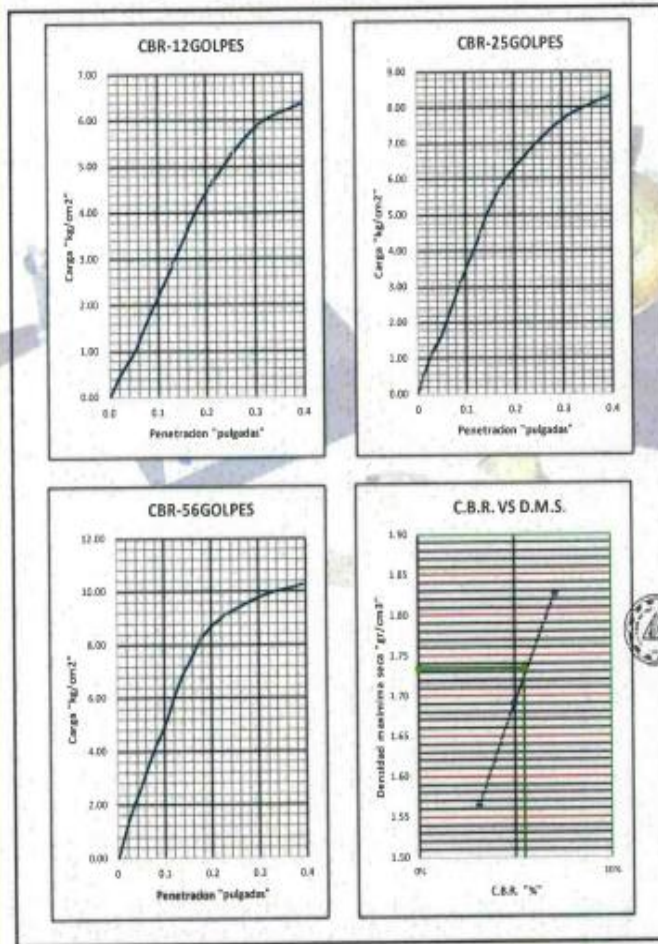
Ubicación: Lugar: A.V PRADO
Distrito: ABANCAY

Provincia: ABANCAY
Departamento: APURIMAC
Material: C-02 E-2.
Profundidad: 1.50 m

Fecha: FEBRERO, 2023

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

Humedad Optima(%)	15.78
Densidad Seca Máxima(g/cm ³)	1.825
95% Densidad Seca Máxima(g/cm ³)	1.734



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%
12	15.78	1.56	4.61	3.10	C.B.R. 95% 5.60
25	15.79	1.69	3.37	4.94	C.B.R. 100% 7.07
56	15.76	1.82	2.20	7.07	

Ing. Elger Huamán Sullas
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845



SAYWITE APURIMACS A.C., RUC: 20602693423. REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

CALICATA N°03

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Ubicación: **A.V PRADO**
Distrito: **ABANCAY**

Provincia: **ABANCAY**
Región: **APURÍMAC**
Material: **C-03 E-2**
Cantón: **1.50 m**

Fecha: **FEBRERO, 2023**

Solicitante: **BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra	1350 g	Muestra lavada y secada	815.0 g	Peso Recipet	0.0 g
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%PASA
3"	75.200	0.0	0.0	0.00	100.00
2"	50.800	0.0	0.0	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.00	100.00
1"	25.400	0.0	0.0	0.00	100.00
3/4"	19.050	21.3	21.3	1.58	98.42
1/2"	12.700	28.4	28.4	2.18	96.32
3/8"	9.525	19.7	19.7	1.48	94.86
1/4"	6.350	35.1	35.1	2.60	92.26
Nº4	4.750	85.1	85.1	4.82	87.44
Nº10	2.000	103.4	103.4	7.51	79.83
Nº20	0.850	124.2	124.2	9.20	70.43
Nº40	0.425	170.4	170.4	11.84	62.25
Nº60	0.250	193.6	193.6	14.29	53.10
Nº100	0.150	198.4	198.4	14.66	45.61
Nº200	0.075	68.1	68.1	5.04	40.77
Canchales		15.2	550.3	40.77	0.00
TOTAL		814.67	1350.00	100.00	

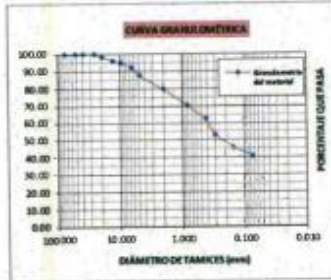
PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS	
% FINOS	45.61%
% ARENAS	45.61%
% GRAVAS	12.34%



LÍMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	4
Nº de Cúps	1	2	3	3
Cap. + S. Hum	41.52	38.41	35.10	34.65
Cap. + S. Seco	37.24	36.80	33.65	33.90
Agua	4.28	1.61	1.51	0.95
Peso Cúps	25.65	31.21	28.65	33.41
Peso S. seco	11.99	5.39	5.00	3.49
% Humedad	36.93	33.58	30.10	27.22
Nº de golpes	13	17	24	32

LÍMITE PLÁSTICO	
Muestra	1
Nº de Cúps	1
Cap. + S. hmedo	14.65
Cap. + S. seco	14.32
Agua	0.33
Peso Cúps	12.41
Peso S. seco	1.91
% Humedad	17.28

LÍMITE LÍQUIDO	= 29.73 %
LÍMITE PLÁSTICO	= 17.21 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	= 12.52 %
Pasa tamiz Nº 4 (4.75mm)	87.44 %
Pasa tamiz Nº 200 (0.0075mm)	45.77 %
Clas.	0.383487
U ₆₀	NO TIENE
U ₃₀	NO TIENE
U ₁₅	NO TIENE
Coefficiente de uniformidad (Cu)	NO TIENE
Grado de curvatura (Cc)	NO TIENE



CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-6 Suelo arcilloso
CLASIFICACIÓN SUCS:	SC: Arena Arcillosa.
OBSERVACIONES:	Suelo Tipo: Arena Arcillosa, mezclas de arenas y arcillas inorgánicas.

Ing. Elger Huamán Sullá
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 156845



SAYWITE APURÍMAC S.A.C., RUC: 20602693423; REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Ríos 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurímac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

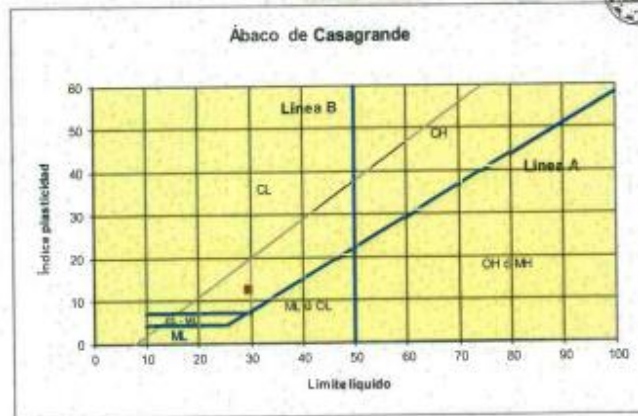
Ubicación: Lugar: A.V PRADO Provincia: ABANCAY Fecha: FEBRERO, 2023
 Distrito: ABANCAY Departamento: APURIMAC
 Hecho por: Muestreo: INTERESADO Material: C-03 E-2.
 Profundidad: 1.50 m

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

ITEM	PROPIEDAD	RESULTADO DE ENSAYOS
01.01	% QUE PASA EL TAMIZ N°4	87.44
01.02	% QUE PASA EL TAMIZ N°10	79.63
01.03	% QUE PASA EL TAMIZ N°40	62.25
01.04	% QUE PASA EL TAMIZ N°100	45.81
01.05	% QUE PASA EL TAMIZ N°200	40.77
01.06	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	NO TIENE
01.07	COEFICIENTE DE CONCAVIDAD	NO TIENE
01.08	INDICE DE GRUPO (%)	2
02.01	LIMITE LIQUIDO (%)	29.73
02.02	LIMITE PLÁSTICO (%)	17.21
02.02	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	12.52
03.01	HUMEDAD NATURAL (%)	18.15
CLASIFICACIÓN AASHTO		A-6 Suelo arcilloso
CLASIFICACIÓN SUCS		SC: Arena Arcillosa.
Observaciones	Suelo Tipo: Arena Arcillosa, mezclas de arenas y arcillas inorgánicas.	



Ing. *Blguer Huamán Sullá*
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 166845



SAYWITE APURIMAC S.A.C., RUC: 20602693423. REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
 Urb. Víctor Acosta Ríos 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurímac.
 Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Sector: A.V PRADO
Distrito: ABANCAY

Provincia: ABANCAY
Región: APURIMAC

Fecha: FEBRERO, 2023

Material: C-03 E-2,
Cantera: 1.50 m

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

CONTENIDO DE HUMEDAD			
ENSAYO	1	2	3
Cápsula N°	1	2	3
Peso suelo húmedo + cápsula	655.00	635.00	710.00
Peso suelo seco + cápsula	570.00	725.00	620.00
Peso del agua	85.00	110.00	90.00
Peso de la cápsula	100.00	120.00	125.00
Peso neto del suelo seco	470.00	605.00	495.00
% de Humedad	18.09	18.18	18.18

w (%) Promedio = 18.15



Ing. Elquer Huamán Sullta
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845



SAYWITE APURIMAC S.A.C., RUC: 20602693423; REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN RRB&S CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurímac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos. "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

PROCTOR MODIFICADO

NORMAS MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-190

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

OLICITANTE : BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

CAUCATA

Calleja Nº93 M/N

UBICACIÓN: Calleja Nº91 E-2

COORDENADAS:

ESTE: NORTE:

FECHA

FEBRERO, 2023

REVISADO

Molde Nº 1	Diámetro Molde Método	4"		Volumen Molde 944 cm ³	Peso Molde 4288 gr	Nº de capas 5		
		A	B			Nº de golpes	25 Gps.	
NUMERO DE ENSAYOS								
Peso Suelo = Molde	gr.	6,001	6,180	6,312	6,280			
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,755	1,914	2,046	2,004			
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,838	2,028	2,167	2,133			
Recipiente Numero								
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	610.0	702.0	598.0	617.0			
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	580.0	650.0	544.0	550.0			
Peso de la Tara	gr.	65.5	70.0	85.0	120.0			
Peso del agua	gr.	30.0	52.0	54.0	67.0			
Peso del Suelo Seco	gr.	515	580	449	430			
Contenido de agua	%	5.8	9.0	12.0	15.6			
Densidad Seca del Suelo	gr/cc	1.737	1.861	1.935	1.846			

Densidad Máxima Seca 1.936 (gr/cm³) Humedad óptima 12.50 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Ing. Elmer Huamán Sullá
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., Ruc: 20602693423- REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurímac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM 1833 - 73

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Lugar: A.V PRADO
Cerro: ABANCAY

Provincia: ABANCAY
Departamento: APURÍMAC
Material: C-03 E-2,
Corte: 1.50 m

Fecha: FEBRERO, 2023

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

DATOS DE LA MUESTRA				DIMENSIONES DEL MOLDE							
				Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03			
Humedad (Optim.) (%)	12.50			Diámetro	Altura	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura
Densidad Seca Máxima (g/cm ³)	1.926			15.24	11.64	15.24	11.64	15.24	11.64	15.24	11.64
95% (Densidad Seca Máxima) (g/cm ³)	1.859			15.24	11.64	15.24	11.64	15.24	11.64	15.24	11.64
N° DE GOLPES POR CAPA				12		25		25			
CONDICIONES DE LA MUESTRA				SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		SATURADA	
Peso del molde (g)				6270		7250		6150		7124	
Número de la Muestra (g)				2124		3124		3124		3124	
Muestra Humeda + MOJOS (g)				12002	12102	11565	11565	11565	12178	12790	12790
Muestra Humeda (g)				4012	4307	4310	4345	4625	4640	4640	4640
Densidad Humeda (g/cm ³)				1.89	1.92	2.00	2.00	2.06	2.16	2.16	2.16
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA				MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO	
Peso de la capsula (g)				125.00	110.00	130.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00
Muestra humeda + Capsula (g)				642.00	540.00	412.50	627.00	585.00	627.00	627.00	627.00
Muestra Seca + Capsula (g)				564.00	486.00	383.00	565.00	528.00	565.00	565.00	565.00
Muestra Seca (g)				464.00	376.00	233.00	439.00	403.00	439.00	439.00	439.00
Contenido de Agua (%)				54.00	52.00	28.30	47.00	37.00	37.00	37.00	37.00
Contenido de Humedad (%)				12.50	13.78	12.56	13.19	12.50	13.50	13.50	13.50
Densidad (g/cm ³)				1.679	1.681	1.833	1.807	1.906	1.833	1.833	1.833
				EXPANSIÓN				EXPANSIÓN			
				PULGAS		%		PULGAS		%	
				LECT. DEFOR.				LECT. DEFOR.			
				0.00	0.00	2.3310		1.5324		1.9502	
				1.00	12.05	2.4620	0.1310	2.8579	0.2947	3.3024	0.2597
				2.00	12.10	2.4954	0.0264	0.5759	0.0141	2.3076	0.0043
				3.00	12.08	2.4854	-0.0104	0.3442	0.0062	1.6464	0.0017
				4.00	12.10	2.5042	0.0188	0.3442	0.0062	0.8770	0.0020
				4.00	12.15	2.5128	0.0086	0.1789	0.0218	0.4756	0.0009
				FACTORES		FACTORES		FACTORES		FACTORES	
				DIAM.	kg/cm ²	DIAM.	kg/cm ²	DIAM.	kg/cm ²	DIAM.	kg/cm ²
				0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
				0.025	9.55	0.50	19.41	1.00	35.12	1.30	45.69
				0.050	35.67	1.22	39.52	2.04	69.69	2.53	88.83
				0.075	34.13	1.81	58.67	3.03	71.43	3.69	129.43
				0.100	70.31	2.41	3.54	76.12	3.83	105.12	5.73
				0.125	89.80	3.28	96.41	4.98	132.12	6.83	152.43
				0.150	79.21	4.15	110.85	5.72	152.43	7.88	175.43
				0.200	105.45	5.10	4.83	132.74	6.86	175.43	9.06
				0.300	115.11	5.10	152.3	7.87	281.5	10.41	141.17
				0.400	125.6	6.29	161.2	8.33	215.1	11.17	141.17



Ing. Elger Huamán Sullá
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., RUC: 20602693423; REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Ríos 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurímac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM 1833 - 73

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

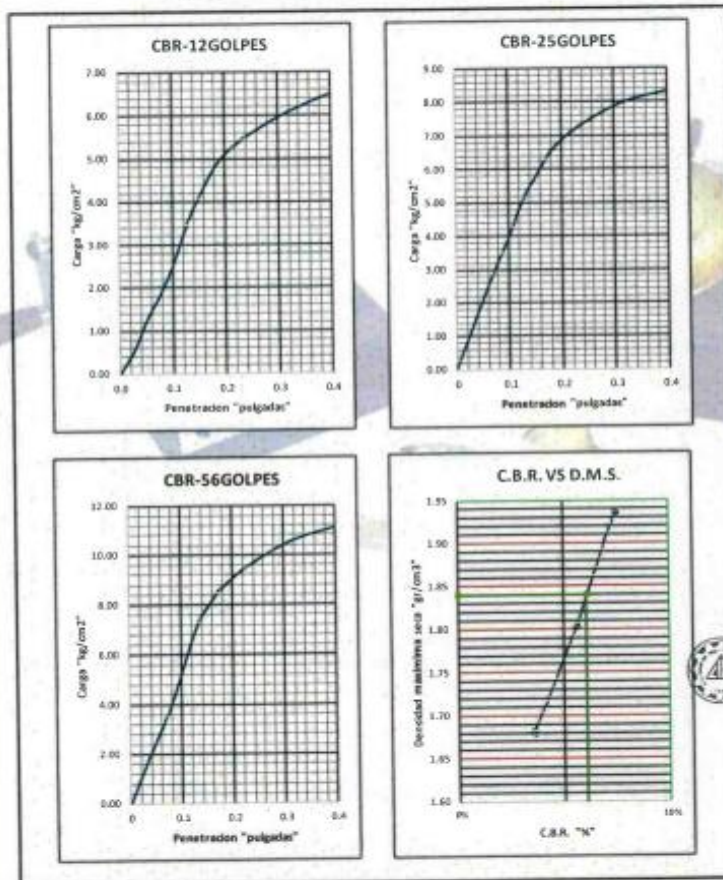
Ubicación: Lugar: A.V PRADO
Distrito: ABANCAY

Provincia: ABANCAY
Departamento: APURIMAC
Material: C-03 E-2.
Profundidad: 1.50 m

Fecha: FEBRERO, 2023

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

Humedad Óptima(%)	12.50
Densidad Seca Máxima(g/cm ³)	1.936
95% Densidad Seca Máxima(g/cm ³)	1.839



Ing° *Eduar Huamán Salla*
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%
12	12.50	1.88	3.96	3.04	C.B.R. 95% 6.10
25	12.50	1.90	2.98	5.60	C.B.R. 100% 7.43
56	12.50	1.94	2.16	7.43	

SAYWITE APURIMAC S.A.C., Ruc. 20602693423; REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Sector: A.V PRADO
Distrito: ABANCAY

Provincia: ABANCAY
Region: APURIMAC

Fecha: FEBRERO, 2023

Hecho por: Muestra: INTERESADO

Calsada: C-02 + Adición 3% lutitas y 1 % de Ceniza de Pisonay.
Profundidad: 1.50 m

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

LIMITES DE CONSISTENCIA

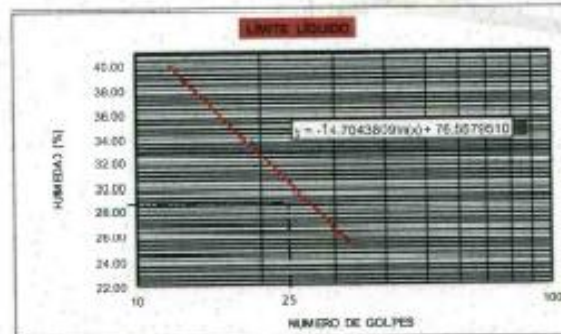
LIMITE LIQUIDO

Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsulas	1	2	3	4
Caps. + S. húmedo	38.99	39.58	33.80	31.60
Caps. + S. seco	39.12	37.20	32.12	30.28
Agua	3.87	2.38	1.66	1.32
Peso Cápsula	25.12	30.12	26.45	25.12
Peso S. seco	10.05	7.08	5.67	5.16
% Humedad	38.70	33.62	29.83	25.58
N° de golpes	13	19	24	32

LIMITE PLÁSTICO

Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsulas	1	2	3	4
Caps. + S. húmedo	15.12	15.98	14.12	15.31
Caps. + S. seco	14.67	15.97	13.72	14.91
Agua	0.45	0.41	0.40	0.40
Peso Cápsula	12.10	13.20	11.45	12.63
Peso S. seco	2.57	2.37	2.27	2.26
% Humedad	17.51	17.30	17.62	17.54

LIMITE LIQUIDO	29.23 %
LIMITE PLÁSTICO	17.49 %
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	11.74 %



Ing. Elger Huamán Sullá
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., RUC: 20602693423; REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurímac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

PROCTOR MODIFICADO

NORMAS: MTC E-115, B-116 / ASTM D-1557, D-698 / AASHTO T-180

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

ELICITANTE: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

CALICATA: C-42 - Adoleta 15/10/10 y 1 % de Cenizas de Pisonay.

FECHA: FEBRERO, 2023

UBICACIÓN: Carretera N° 103

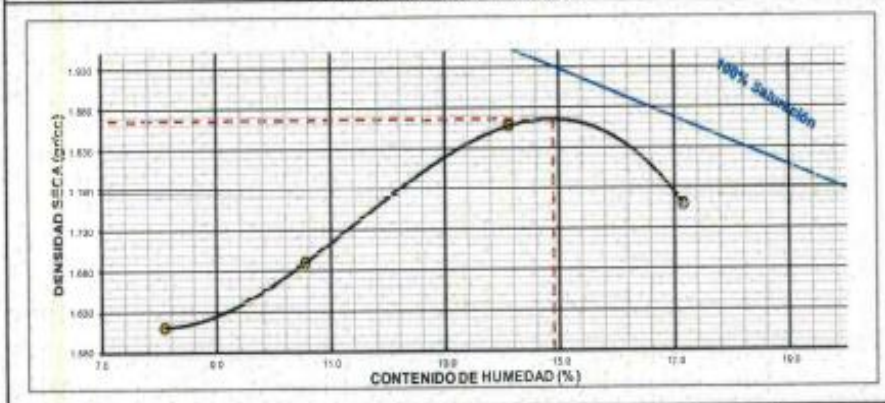
COORDENADAS:

ESTE: NORTE:

REVISADO:

Módulo N° 1	Diámetro Módulo (Módulo)	4"				N° de golpes	S
		A	Pequeño	Medio	Grande		
NUMERO DE ENSAYOS							
			1	2	3	4	
Peso Suelo + Módulo	gr.	5,201	5,320	5,558	5,593		
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,694	1,363	2,001	1,946		
Peso Volumétrico Humedo	gr.	1,742	1,888	2,120	2,061		
Recipiente Vacío		-	-	-	-		
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	514,0	598,0	520,8	640,0		
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	483,0	550,0	465,0	524,0		
Peso de la Tara	gr.	190,0	95,0	75,6	81,8		
Peso del agua	gr.	31,0	48,0	55,0	76,0		
Peso del Suelo Seco	gr.	383	455	389	443		
Contenido de agua	%	8,1	10,5	14,1	17,2		
Densidad Seca del Suelo	gr/cc	1,611	1,699	1,857	1,760		
Densidad Máxima Seca		1,866	(gr/cm ³)	Humedad óptima		14,89	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Ing. Elguer Huamán Sullá
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., Ruc: 20602693423- REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Ma. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM 1853 - 73

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Legir, A.V PRADO
Distrito: ABANCAY

Provincia: ABANCAY Fecha: FEBRERO, 2023
Departamento: APURÍMAC
Material: C-82 + Adición 3% lútilas y 1 % de Ceniza de Pisonay.
Carretera: 1.50 m

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

DATOS DE LA MUESTRA				DIMENSIONES DEL MOLDE											
Humedad Original(%)	14.93			Molde Nº 01			Molde Nº 02			Molde Nº 03					
Densidad Seca Máxima(g/cm ³)	1.666			Diámetro	Altura	Área	Diámetro	Altura	Área	Diámetro	Altura	Área			
95% Densidad Seca Máxima(g/cm ³)	1.772			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42			
Nº DE GOLPES POR CAPA				12			25			56					
CONDICIONES DE LA MUESTRA				SIN MOJAR			SATURADA			SIN MOJAR			SATURADA		
Peso del molde(g)	6250			7190			2124			2124			2124		
Volumen de la Muestra(cc)	2124			2124			2124			2124			2124		
Muestra Humeda + Molde(g)	12250			12360			11470			11490			12710		
Muestra Humeda(g)	4000			4957			4320			4340			4580		
Densidad Humeda(g/cm ³)	1.86			1.81			1.60			1.64			1.76		
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA				MEDIO			MEDIO			MEDIO			MEDIO		
Peso de la capsula(g)	88.00			120.90			110.00			75.00			83.00		
Muestra Humeda + Capsula(g)	600.00			470.00			517.00			507.00			701.00		
Muestra Seca + Capsula(g)	535.00			347.00			465.00			448.00			671.00		
Muestra Seca(g)	437.00			422.00			350.00			373.00			538.00		
Contenido de Agua(%)	65.00			88.00			52.00			59.00			63.00		
Contenido de Humedad(%)	74.87			76.11			74.90			75.82			78.87		
Densidad Seca(g/cm ³)	1.638			1.640			1.771			1.764			1.875		
MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN	EA	HORA	INTERVALO (MIN)	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN					
				LECT. DIFER.	PIELES	%	LECT. DIFER.	PIELES	%	LECT. DIFER.	PIELES	%			
	0.00	13.05	8.00	1.0610			0.3894			0.2401					
	1.00	13.02	1.00	1.1520	0.1390	2.8079	0.4481	0.0587	1.5024	0.2601	0.0490	8.6726			
	2.00	13.10	2.00	1.2184	0.0064	0.0758	0.4622	0.0141	0.3616	0.3144	0.0343	0.7483			
3.00	13.94	3.00	1.2342	0.0158	0.3847	0.5024	0.0402	0.8770	0.3321	0.0677	0.5680				
4.00	12.58	4.00	1.2412	0.0070	0.1527	0.5124	0.0100	0.2160	0.3330	0.0089	0.0196				
ENSAYO DE PENETRACIÓN	PENETRACIÓN N.º (kg/0.0448")	FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR			
		50AL	kg/cm ²	12		50AL	kg/cm ²	25		50AL	kg/cm ²	56			
	0	0	0.00			0	0.00			0	0.00				
	0.025	22.14	1.14			35.75	1.50			46.12	2.07				
	0.050	35.32	1.61			53.96	2.37			67.85	3.40				
	0.075	50.14	2.58			75.50	3.80			91.41	4.72				
	0.100	66.21	3.32	4.72		99.34	4.70	8.60		114.15	5.90	8.30			
	0.125	77.55	4.01			110.23	5.70			141.65	7.32				
	0.150	89.63	4.63			123.58	6.47			160.82	8.30				
	0.200	105.48	5.62	5.23		143.43	7.41	7.03		182.65	9.44	8.95			
0.300	122.43	6.38			183.82	8.47			238.45	10.77					
0.400	139.95	6.72			173.32	8.07			238.65	11.30					



Ing. Eguer Huamán Sullta
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 146845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., RUC: 20602693423: REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurímac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM 1833 - 73

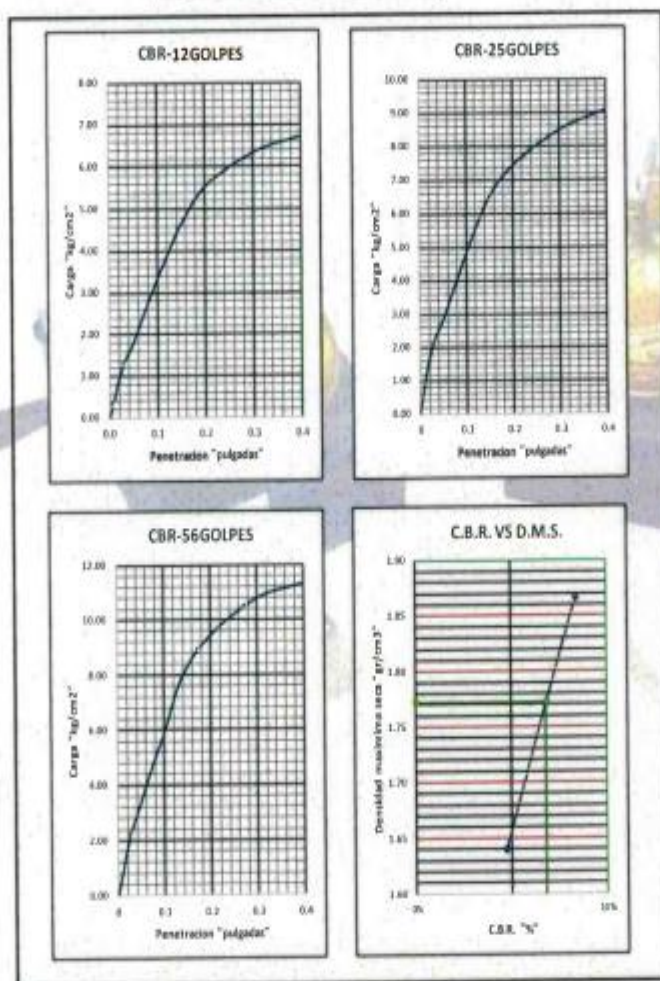
Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Lugar: A.V PRADO
Distrito: ABANCAY

Provincia: ABANCAY Fecha: FEBRERO, 2023
Departamento: APURIMAC
Material: C-D2 + Adición 3% lúttitas y 1 % de Ceniza de Pisonay,
Profundidad: 1.50 m

Solicitante: BACH. CÉSAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

Humedad Óptima(%)	14.89
Densidad Sólida Máxima(g/cm ³)	1.866
95% Densidad Sólida Máxima(g/cm ³)	1.772



GOLPES	MS	MDS	EXPANS %	C.B.R. %	C.B.R. 90% - 100%
12	14.87	1.84	3.93	4.72	C.B.R. 95% 6.83
25	14.86	1.77	2.71	6.80	C.B.R. 100% 8.39
56	14.82	1.87	1.81	8.39	



Ingeniero Elguer Huamán Sullá
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Sector: A.V PRADO
Distrito: ABANCAY

Provincia: ABANCAY
Región: APURÍMAC

Fecha: FEBRERO, 2023

Hecho por: Muestra: INTERESADO

Cálculo: C-02 + Adición 3.6 % lutitas y 1.5 % de Ceniza de Pisonay.
Profundidad: 1.50 m

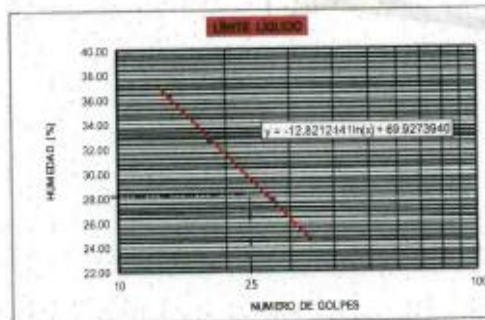
Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula	1	2	3	4
Caps. + S. húmedo	39.40	34.25	36.35	30.92
Caps. + S. seco	35.90	32.02	34.60	29.18
Agua	7.50	2.23	1.75	1.74
Peso Cápsula	30.00	25.18	26.32	22.12
Peso S. seco	6.90	6.84	6.70	7.06
% Humedad	38.23	32.60	27.87	24.65
N° de golpes	14	18	27	34

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula	1	2	3	4
Caps. + S. húmedo	16.02	14.65	13.96	15.02
Caps. + S. seco	15.57	14.13	13.45	14.52
Agua	0.45	0.52	0.53	0.50
Peso Cápsula	13.00	11.21	10.45	11.65
Peso S. seco	2.57	2.92	3.00	2.87
% Humedad	17.51	17.81	17.67	17.42

LÍMITE LÍQUIDO	28.66 %
LÍMITE PLÁSTICO	17.60 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	11.06 %




Ing. Alguer Huamán Sullá
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

SAYWITE APURÍMAC S.A.C., Ruc: 20602693423. REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mr. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurímac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
PROCTOR MODIFICADO
 NORMAS: MITC-E-115, E-118 / ASTM D-1557, D-698 / AASHTO T-99

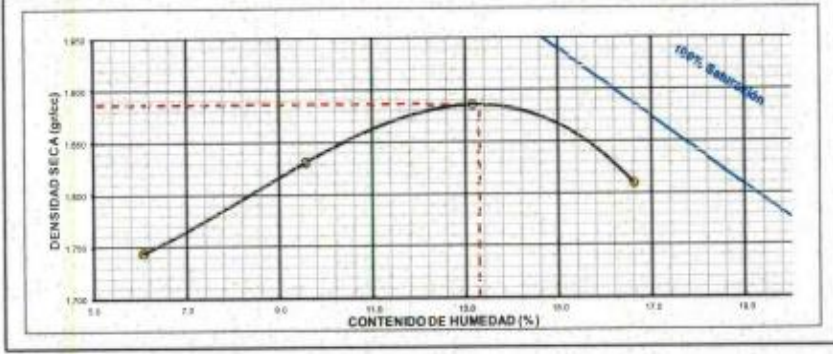
PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

DICITANTE: BACHE CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO
 CALICATA: C-40 + Admixta 1.5 % Lutita y 1.5 % Ash Cenizas de Pisonay
 FECHA: FEBRERO, 2023

UBICACIÓN: Calles N°9 E1
 ESTE: NORTE:
 REVISADO:

Muestra N°	Diámetro Molde Moldeo	A*	Volumen Molde		N° de capas	S
			A	Peso Molde		
NUMERO DE ENSAYOS						
			1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.		6,612	6,169	6,290	6,258
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.		1,746	1,894	2,014	1,992
Peso Volumétrico Hetero	gr.		1,850	2,006	2,133	2,105
Recipiente/ Número			-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.		626.0	615.0	791.0	521.0
Peso Suelo Seco + Tara	gr.		548.8	570.0	634.0	461.0
Peso de la Tara	gr.		75.0	100.0	125.0	100.0
Peso del agua	gr.		31.2	45.0	47.0	60.0
Peso del Suelo Seco	gr.		514	470	507	361
Contenido de agua	%		6.1	9.6	13.2	16.6
Densidad Seca del Suelo	gr/cc		1.744	1.851	1.885	1.800
Densidad Mixtura Seca			1.885	(gr/cm ³)	Humedad óptima	13.2%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Ing. Elmer Huamán Sullá
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., Ruc: 20602693423; REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
 Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
 Cel: 957400023



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM 1833 - 73

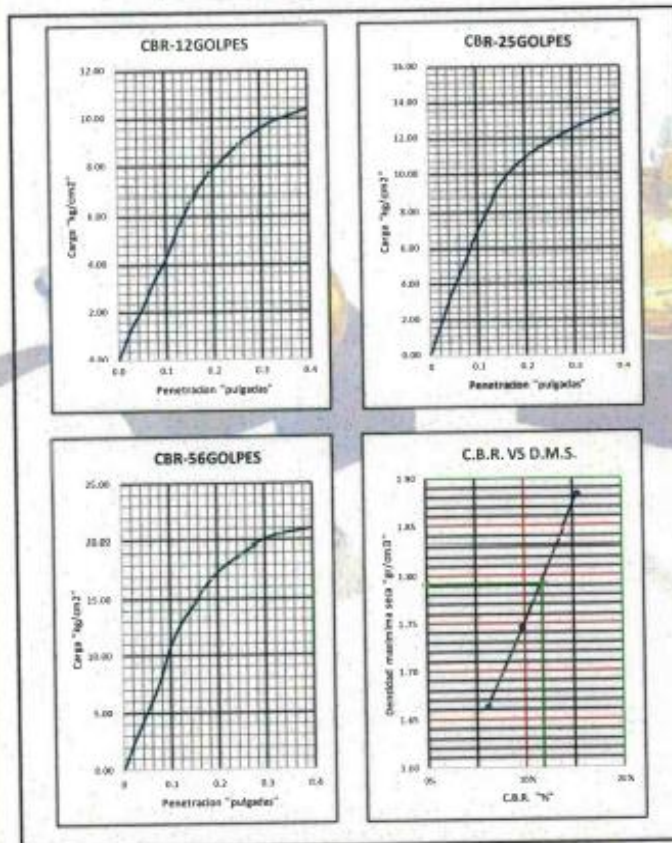
Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Lugar: A.Y PRADO
Distrito: ABANCAY

Provincia: ABANCAY Fecha: FEBRERO, 2023
Departamento: APURÍMAC
Material: C-02 + Adición 3.5 % lútilas y 1.5 % de Ceniza de Pisonay.
Profundidad: 1.50 m

Botulante: BADIIL, OGDAR AUGUETO CUELLAR PUMACAYO

Humedad Optima(%)	13.29
Densidad Seca Máxima(g/cm ³)	1.685
95% Densidad Seca Máxima(g/cm ³)	1.781



GOLPES	WS	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%
12	13.30	1.68	7.77	6.06	C.B.R. 95% 11.80
25	13.31	1.75	7.12	8.75	C.B.R. 100% 16.44
56	13.29	1.88	5.17	16.44	



Ing. Elguer Huamán Sullá
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., Roc: 20602693423: REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

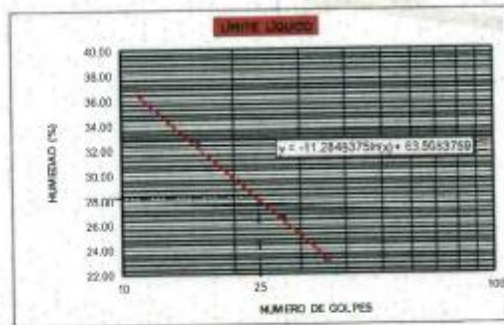
Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".
 Ubicación: Sector: A.V PRADO Provincia: ABANCAY Fecha: FEBRERO, 2023
 Distrito: ABANCAY Región: APURÍMAC
 Hecho por: Muestra: INTERESADO Calizata: C-02 + Adición 4 % luttas y 2 % de Ceniza de Pisonay.
 Profundidad: 1.50 m
 Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

LIMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula	1	2	3	4
Caps. + S. húmedo	35.41	39.50	38.52	39.67
Caps. + S. seco	32.50	37.20	37.05	38.20
Agua	2.48	2.50	1.47	1.47
Peso Cápsula	25.65	30.12	31.51	31.85
Peso S. seco	7.07	7.08	5.54	6.35
% Humedad	35.32	82.49	28.53	23.15
N° de golpes	12	16	27	35

LÍMITE PLÁSTICO				
Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula	1	2	3	4
Caps. + S. húmedo	17.32	18.21	16.98	16.01
Caps. + S. seco	15.88	17.83	16.50	15.52
Agua	0.46	0.38	0.46	0.49
Peso Cápsula	14.17	15.61	13.82	12.65
Peso S. seco	2.69	2.22	2.70	2.87
% Humedad	17.10	17.12	17.04	17.07

LÍMITE LÍQUIDO: 27.18 %
 LÍMITE PLÁSTICO: 17.08 %
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%): 10.10 %



Ing. Elger Huamán Sullta
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 166845



SAYWITE APURIMAC S.A.C., Ruc: 20602693423; REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
 Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mc. E, Ute. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
 Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

PROCTOR MODIFICADO

NORMAS: MTC E-115, E-116 / ASTM D-1557, D-698 / AASHTO T-99

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

DILITANTE: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

DALCATA: C-40 - Adición 4 % Lutitas y 1 % de Cenizas de Pisonay.

UBICACIÓN: Calle 1901 E-3

COORDENADAS

ESTE: NORTE:

FECHA: FEBRERO, 2023

REVISADO:

Módulo N° 1	Diámetro Módulo Módulo	4"		6"		7" de capas		5	
		a	a	g	g	g	g	g	g
				944	944				
				4266	4266				
									25 Gp.
NUMERO DE ENSAYOS									
				1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde	gr.	6,045	6,190	6,295	6,270				
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,779	1,924	2,029	2,004				
Peso Volumétrico Humedo	gr.	1,885	2,038	2,149	2,123				
Recipiente Numero		-	-	-	-				
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	628.0	538.0	627.0	498.0				
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	601.8	501.8	567.0	447.8				
Peso de la Tara	gr.	128.0	115.0	95.0	110.0				
Peso del agua	gr.	27.0	36.2	60.0	50.2				
Peso del Suelo Seco	gr.	481	387	472	338				
Contenido de agua	%	5.6	9.4	12.7	14.9				
Densidad Seca del Suelo	gr/cc	1.784	1.864	1.907	1.848				

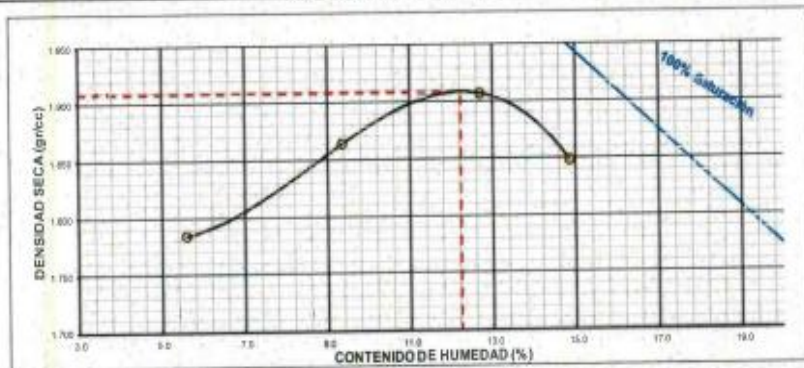
Densidad Máxima Seca

1.908 (gr/cc)

Humedad óptima

12.23 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Ing. Egoer Huamán Sullá
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., Ruc: 20602693423; REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Ms. E. Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM 1833 - 73

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Lugar: A.V PRADO
Distrito: ABANCAY

Provincia: ABANCAY Fecha: FEBRERO, 2023
Departamento: APURIMAC
Muestra: C-02 + Adición 4 % lútilas y 2 % de Ceniza de Pisonay.
Control: 1.50 m

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELIAR PUMACAYD

DATOS DE LA MUESTRA				DIMENSIONES DEL MOLDE															
Humedad Óptima(%)				Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03									
Densidad Seca Máxima(g/cm ³)				Diámetro	Altura	Área	Diámetro	Altura	Área	Diámetro	Altura	Área							
12.25				15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42							
1.913				12	23	06													
N° DE GOLPES POR CAPA				SIN MOJAR			SATURADA			SIN MOJAR			SATURADA						
CONDICIONES DE LA MUESTRA				SIN MOJAR			SATURADA			SIN MOJAR			SATURADA						
Peso del molde(g)				8750			7150			6100			6100						
Volumen de la Muestra(cc)				7124			2124			2124			2124						
Muestra Humeda + Molde(g)				12320			11420			12401			12708						
Muestra Humeda(g)				4070			3041			4270			4580						
Densidad Humeda(g/cm ³)				1.32			1.43			2.01			2.47						
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA				MEDIO			MEDIO			MEDIO			MEDIO						
Peso de la capsula(g)				98.00			70.00			102.00			110.00						
Muestra Humeda + Capsula(g)				474.00			489.00			532.00			601.00						
Muestra Seca + Capsula(g)				433.00			441.00			485.00			544.00						
Muestra Seca(g)				335.00			379.00			333.00			434.00						
Control de Agua(g)				41.00			49.00			37.00			37.00						
Control de Humedad(%)				12.24			13.24			12.37			13.13						
Densidad Seca(g/cm ³)				1.707			1.264			1.735			1.638						
MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN				DÍA		HORA		INTERVALO (MIN)		EXPANSIÓN			EXPANSIÓN						
				LECT. DEFOR.		PULGAS		%		LECT. DEFOR.		PULGAS		%					
				0.00		13.00		0.00		3.6098		0.0000		0.0000		0.2185			
				1.00		13.02		1.00		3.6120		0.0022		0.0060		0.2201			
				2.00		13.10		2.00		3.6384		0.0264		0.5759		0.2232			
3.00		13.04		3.00		3.6542		0.0158		0.3962		0.2544							
4.00		12.58		4.00		3.6596		0.0058		0.1222		0.2545							
ENSAYO DE PENETRACIÓN				PENETRADOR N° "VALDERRAMA"		CARGA PATRON "kg/cm ² "		FACTOR CORRECCIÓN			FACTOR CORRECCIÓN			FACTOR CORRECCIÓN					
				DIA		kg/cm ²		12		DIA		kg/cm ²		25		DIA		kg/cm ²	
				0		0		0.00		0		0.00		0		0		0.00	
				0.025		32.1		1.66		54.25		2.80		72.25		3.12		5.10	
				0.050		10.15		1.24		101.21		3.23		124.62		6.89		8.89	
				0.075		56.32		3.18		135.12		6.98		180.21		9.82		12.66	
				0.100		78.20		5.49		9.24		175.14		8.05		12.87		245.32	
				0.125		158.12		8.17		201.52		10.41		254.6		15.22		284.6	
				0.150		182.12		9.41		235.12		12.15		245.12		17.99		345.12	
				0.200		105.46		11.12		10.55		270.12		13.24		402.15		20.76	
0.300		293.12		12.33		332.65		15.64		430.12		22.64		450.41					
0.400		268.5		13.88		324.12		16.15		450.41		23.68		450.41					

Ing. Elver Huamán Sullá
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845



SAYWITE APURIMAC S.A.C., Ruc: 20602693423: REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 3ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM 1833 - 73

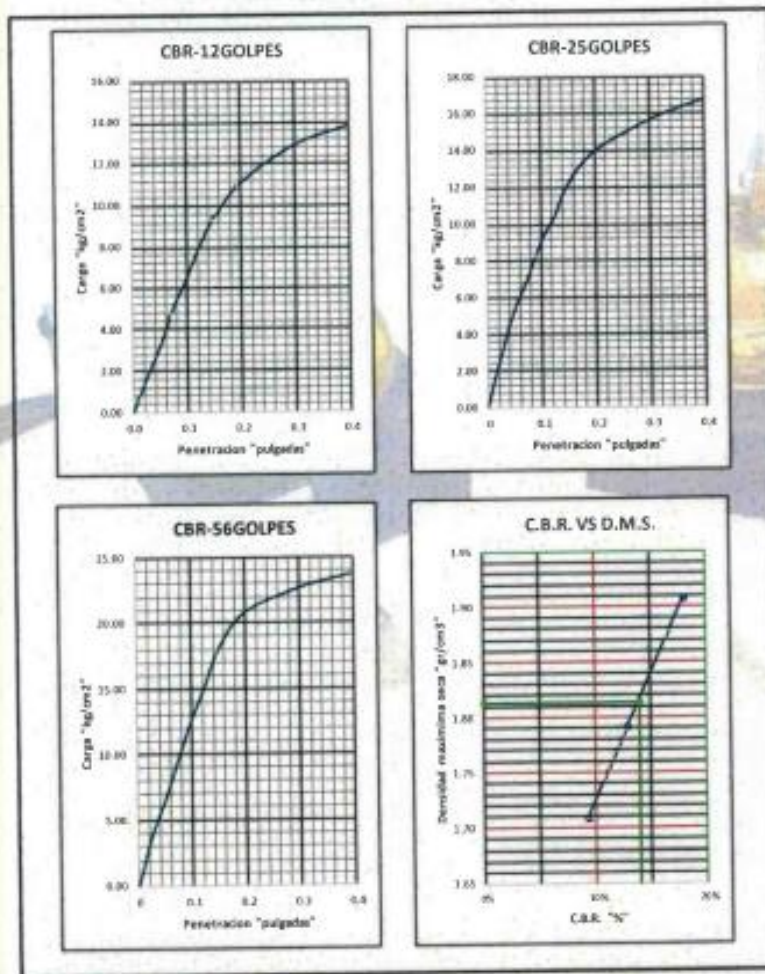
Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Lqpr: A.V PRADO
Distrito: ABANCAY

Provincia: ABANCAY Fecha: FEBRERO, 2023
Departamento: APURIMAC
Material: C-02 + Adición 4 % lutitas y 2 % de Ceniza de Pisonay.
Profundidad: 1,50 m

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

Humedad Óptima(%)	12,23
Densidad Seca Máxima(gramos)	1,908
95% Densidad Seca Máxima(gramos)	1,813



GOLPES	W%	MDS	EXPANS %	C.B.R %	C.B.R. 95% - 100%
12	12.24	1.71	1.08	9.24	C.B.R. 95% 14.80
25	12.27	1.78	0.79	12.87	C.B.R. 100% 18.00
56	12.20	1.91	0.57	18.03	



Ing° Elguar Huamán Sullta
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".
 Ubicación: Sector: A.V PRADO Provincia: ABANCAY Fecha: FEBRERO, 2023
 Distrito: ABANCAY Región: APURIMAC
 Hecho por: Muestra: INTERESADO Calzeta: C-03 + Adición 3% lutitas y 1 % de Ceniza de Pisonay.
 Profundidad: 1.50 m

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

LIMITES DE CONSISTENCIA

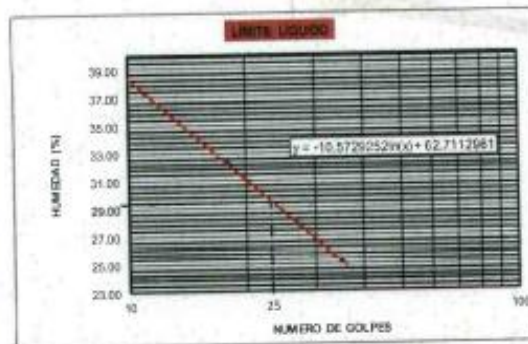
LIMITE LIQUIDO

Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula	1	2	3	4
Caps. + S. húmedo	38.60	37.10	39.19	38.63
Caps. + S. seco	34.12	34.23	37.22	37.14
Agua	4.48	2.87	1.97	1.49
Peso Cápsula	21.12	25.32	30.14	31.21
Peso S. seco	12.00	8.91	7.06	5.95
% Humedad	37.33	32.21	27.82	25.13
N° de golpes	11	18	27	35

LIMITE PLÁSTICO

Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula	1	2	3	4
Caps. + S. húmedo	18.90	16.21	15.43	16.45
Caps. + S. seco	18.36	15.78	15.05	16.03
Agua	0.54	0.43	0.38	0.42
Peso Cápsula	15.12	13.21	12.80	13.50
Peso S. seco	3.24	2.57	2.25	2.53
% Humedad	16.67	16.73	16.89	16.80

LIMITE LIQUIDO	28.68 %
LIMITE PLÁSTICO	16.72 %
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	11.96 %



Ing° Elguer Huamán Sullá
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 166845





Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

PROCTOR MODIFICADO.

NORMAS: MTC E-115, E-116 / ASTM D-1557, D-698 / AASHTO T-180

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

CLIENTE: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO
 CALICATA: 5-45 - Adifito 25 hectáreas y 1 Nudo Carretera de Pisonay.
 FECHA: FEBRERO, 2023

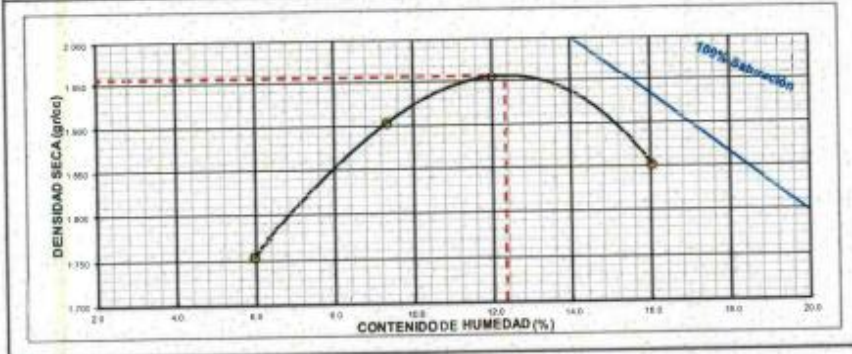
UBICACIÓN: Catata N° 1 E-2

COORDENADAS:
 ESTE: NORTE:

REVISADO:

Muestra N°	Diametro Malla / Método	g	Volumen Malla 944		cm ³	N° de capas	5
			cm ³	cm ³			
NUMERO DE ENSAYOS							
Peso Suelo + Malla	gr.	5,312	5,521	5,624	5,585		
Peso Suelo Humedo Comprimado	gr.	1,755	1,904	2,007	2,008		
Peso Volumétrico Humedo	gr.	1,859	2,081	2,190	2,148		
Recipiente Numero							
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	501.5	617.0	632.0	597.0		
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	488.0	575.0	575.0	519.0		
Peso de la Tara	gr.	126.0	125.0	190.0	95.0		
Peso del agua	gr.	21.5	42.0	57.0	68.0		
Peso del Suelo Seco	gr.	360	450	475	424		
Contenido de agua	%	6.0	9.3	12.0	16.0		
Densidad Seca del Suelo	gr/cm ³	1.755	1.903	1.955	1.851		
Densidad Máxima Seca		1.956	gr/cm ³	Humedad óptima		12.32	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Ing. Elger Huamán Sullá
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., RUC: 20602693423: REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
 Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurímac.
 Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM 1833 - 73

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Lugar: A Y PRADO
Distrito: ABANCAY

Provincia: ABANCAY Fecha: FEBRERO, 2023
Departamento: APURÍMAC
Material: C-03 + Adición 3% lútilas y 1 % de Ceniza de Pisonay,
Carretera: 1.50 m

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

DATOS DE LA MUESTRA				DIMENSIONES DEL MÓLDE															
				Molde N° 01				Molde N° 02				Molde N° 03							
Humedad (Optima) (%)	12.27			Diámetro	Altura	Area	Diámetro	Altura	Area	Diámetro	Altura	Area							
Densidad Seca (Muestra) (g/cm ³)	1.656	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42						
SS% (Densidad Seca Máxima) (g/cm ³)	1.656			12				25				56							
N° DE GOLPES POR CAPA				12				25				56							
CONDICIONES DE LA MUESTRA				SIN MOJAR				SATURADA				SIN MOJAR				SATURADA			
Peso del molde (g)	7560			8290				8290				8020							
Volumen de la Muestra (cc)	2124			2124				2124				2124							
Muestra Humeda + MOLD (g)	19820			12880				12880				12090							
Muestra Humeda + MOLD (g)	4050			4300				4340				4670							
Muestra Seca (g)	1.91			1.92				1.95				2.20							
Densidad Humeda (g/cm ³)	1.91			1.92				1.95				2.20							
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA				MEDIO				MEDIO				MEDIO							
Peso de la capsula (g)	82.00			75.00				100.00				120.00							
Muestra Humeda + Capsula (g)	574.00			603.00				819.00				526.00							
Muestra Seca + Capsula (g)	520.00			538.00				561.00				496.00							
Muestra Seca (g)	438.00			463.00				461.00				398.00							
Contenido de Agua (%)	54.00			55.00				57.00				45.00							
Contenido de Humedad (%)	12.33			14.04				12.30				12.33							
Densidad Seca (g/cm ³)	1.792			1.684				1.813				1.706							
				EXPANSIÓN				EXPANSIÓN				EXPANSIÓN							
				LECT. DEFOR.				LECT. DEFOR.				LECT. DEFOR.							
				PULGAS				PULGAS				PULGAS							
				%				%				%							
MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEFOR.				LECT. DEFOR.				LECT. DEFOR.							
	0.00	12:05	0.00	3.0310				2.8124				3.3715							
	1.00	12:33	1.00	3.0520	0.0510	1.1126	2.8321	0.0197	0.4258	3.3333	0.0218	0.4756							
	2.00	12:08	2.00	3.0684	0.1054	0.3459	2.8482	0.0171	0.2016	3.3076	0.0443	0.7483							
	3.00	12:10	3.00	3.0742	0.0158	0.3441	2.8504	0.0022	0.0770	3.2753	0.0077	0.1090							
4.00	12:15	4.00	3.0324	0.0380	0.1283	2.8382	0.0018	0.2274	3.3702	0.0009	0.0196								
				FACTOR CARGA				FACTOR CARGA				FACTOR CARGA							
				C88				C96				C96							
				DIAL				DIAL				DIAL							
				12				25				56							
				0				0				0							
				0.00				0.00				0.00							
				17.32				25.32				32.45							
				15.21				51.41				66.96							
				50.52				73.41				101.42							
				81.42				100.34				140.52							
				91.32				120.33				169.21							
				102.24				149.21				218.32							
				155.21				172.32				254.32							
				146.51				188.14				278.12							
				153.54				215.32				283.12							



Ing. Elgar Huamán Sullta
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., Ruc: 20602693423: REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lta. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM 1833 - 73

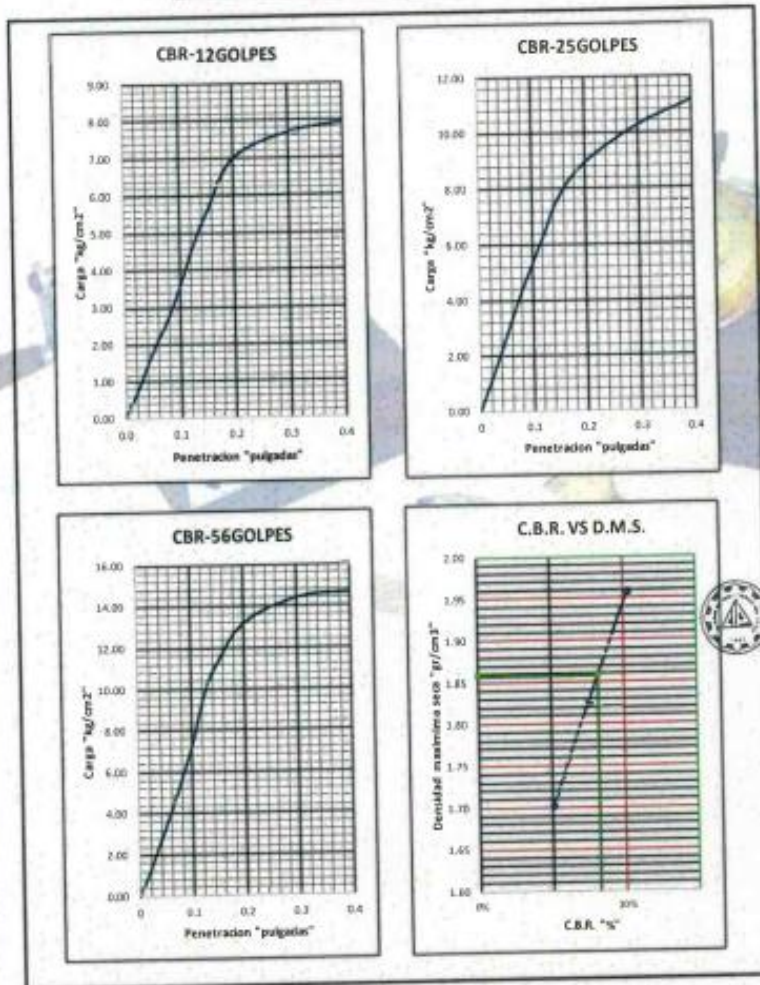
Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Lugar: A.V PRADO
Distrito: ABANCAY

Provincia: ABANCAY Fecha: FEBRERO, 2023
Departamento: APURÍMAC
Material: C-03 + Adición 3% lutitas y 1% de Ceniza de Piso
Profundidad: 1.50 m

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

Humedad Óptima(%)	12.32
Densidad Seca Máxima(g/cm ³)	1.956
90% Densidad Seca Máxima(g/cm ³)	1.858



Ing° Elguer Huamán Sullia
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%
12	12.33	1.78	2.21	5.03	C.B.R. 95% 8.20
25	12.36	1.82	1.87	7.51	C.B.R. 100% 10.39
56	12.31	1.96	1.41	10.33	

SAYWITE APURIMAC S.A.C., RUC: 20602693423; REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".
 Ubicación: Sector: A.V PRADO Provincia: ABANCAY Fecha: FEBRERO, 2023
 Distrito: ABANCAY Región: APURIMAC
 Hecho por: Muestra: INTERESADO Calicula: C-03 + Adición 3.5% lútilas y 1.5 % de Ceniza de Pisonay.
 Profundidad: 1.50 m

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

LÍMITES DE CONSISTENCIA

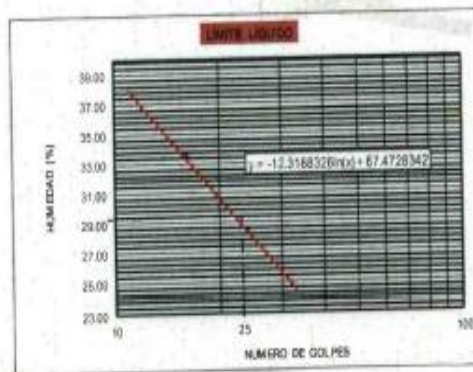
LÍMITE LÍQUIDO

Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula	1	2	3	4
Caps. + S. húmedo	37.51	35.29	31.54	40.12
Caps. + S. seco	35.87	31.31	29.20	39.15
Agua	1.69	1.98	2.34	0.97
Peso Cápsula	31.21	25.41	20.98	35.21
Peso S. seco	4.61	5.90	8.22	3.94
% Humedad	36.68	33.58	28.47	24.62
N° de golpes	12	16	24	32

LÍMITE PLÁSTICO

Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula	1	2	3	4
Caps. + S. húmedo	16.15	17.23	19.14	15.12
Caps. + S. seco	15.72	16.78	18.63	14.76
Agua	0.43	0.45	0.51	0.36
Peso Cápsula	13.21	14.15	15.12	12.85
Peso S. seco	2.51	2.63	3.41	2.11
% Humedad	17.13	17.11	17.89	17.06

LÍMITE LÍQUIDO	27.83 %
LÍMITE PLÁSTICO	17.30 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I _p)	10.53 %



Ing. Elguer Huamán Sullta
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.P. 166845



SAYWITE APURIMACS A.C., Ruc: 20602693423; REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
 Urb. Victor Acosta Ríos 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
 Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

PROCTOR MODIFICADO

NORMAS: MTC E-115, E-116 / ASTM D-1557, D-698 / AASHTO T-99

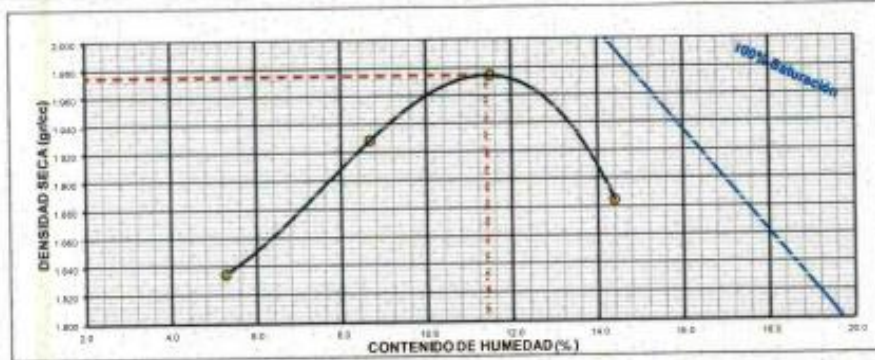
PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

OBJETIVO: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO
 CALIGATA: C-01+ Adición 3.8% lutitas y 1.5% de Cenizas de Pisonay.
 FECHA: FEBRERO, 2022

UBICACIÓN: Calles N°91 E-2
 ESTE: NORTE:
 REVISADO

Molde N° 3	Diámetro Molde (mm)	A	Volumen Molde		N° de capas	B
			Peso Molde	g/cc		
NUMERO DE ENSAYOS						
			1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.	5,380	5,535	5,635	5,592	
Peso Suelo Húmedo Compactado	gr.	1,823	1,975	2,078	2,035	
Peso Volumétrico Húmedo	gr.	1,951	2,095	2,201	2,156	
Recipiente Número		-	-	-	-	
Peso Suelo Húmedo + Tara	gr.	415.0	524.0	601.0	632.0	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	398.0	487.0	545.0	565.0	
Peso de la Tara	gr.	75.0	60.0	58.0	100.0	
Peso del agua	gr.	17.0	37.0	36.0	67.0	
Peso del Suelo Seco	gr.	323	437	487	465	
Contenido de agua	%	5.3	8.7	11.5	14.4	
Densidad Seca del Suelo	gr/cc	1.835	1.925	1.974	1.884	
Densidad Máxima Seca	gr/cc	1.974	Humedad Óptima	11.42	%	

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Ing. Elguer Huamán Sullá
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., RUC: 20602693423. REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
 Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
 Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM 1833 - 73

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Lugar: A V PRADO
Distrito: ABANCAY

Provincia: ABANCAY Fecha: FEBRERO, 2023
Departamento: APURIMAC
Material: C-03 + Adición 3.5% lútilas y 1.5 % de Cenizas de Pisonay.
Carretera: 1.50 m

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR FUMACAYO

DATOS DE LA MUESTRA				DIMENSIONES DEL MOLDE									
Humedad Optimal(%)	11.42	Molde Nº 01		Molde Nº 02				Molde Nº 03					
Densidad Seca Máxima(g/cm ³)	1.974	Diametro	Altura	Diametro	Altura	Área	Diametro	Altura	Área	Diametro	Altura	Área	
95% Densidad Seca Máxima(g/cm ³)	1.879	15.24	11.84	182.42	15.24	11.84	182.42	15.24	11.84	182.42	15.24	11.84	182.42
Nº DE GOLPES POR CAPA	12	25		50				50					
CONDICIONES DE LA MUESTRA		SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		SATURADA	
Peso del molde(g)	8290	2124		2124		2124		2124		2124		2124	
Volumen de la Muestra(cm ³)	12290	12301		12450		12460		12390		12201		12201	
Muestra Humeda + Molde(g)	4030	4041		4330		4370		4670		4681		4681	
Muestra Humeda(g)	1.90	1.90		3.04		3.06		2.20		2.20		2.20	
Densidad Humeda(g/cm ³)	1.90	1.90		2.43		2.43		1.79		1.79		1.79	
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO	
Peso de la capota(g)	75.00	95.90		100.00		123.00		132.00		132.00		132.00	
Muestra Humeda + Capota(g)	637.90	617.00		588.00		474.00		461.00		501.00		501.00	
Muestra Seca + Capota(g)	348.00	350.00		347.00		436.00		426.00		458.00		458.00	
Muestra Seca(g)	473.00	464.00		447.00		319.00		314.00		381.00		381.00	
Contenido de Agua(%)	54.00	58.00		61.30		68.00		61.80		63.00		63.00	
Contenido de Humedad(%)	11.42	12.50		11.41		12.14		11.42		11.91		11.91	
Densidad Seca(g/cm ³)	1.703	1.891		1.830		1.835		1.673		1.668		1.668	
MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN	DIA	HORA	INTERVALO (DÍAS)	EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			
				LECT. DEFOR.	FUELOS	%	LECT. DEFOR.	FUELOS	%	LECT. DEFOR.	FUELOS	%	
	0.00	12.05	0.00	4.9501		0.3949	4.0701	0.0000	0.0458	4.4500	0.0001	0.0676	
	1.00	12.10	1.00	5.9010	0.0181	0.5799	4.0902	0.0141	0.3076	4.4878	0.0043	0.7485	
	2.00	12.08	2.00	5.0290	-0.0264	0.5799	4.0902	0.0141	0.3076	4.4878	0.0043	0.7485	
	3.00	12.10	3.00	5.0454	-0.0158	0.3462	4.1264	0.0402	0.8770	4.4953	0.0017	0.1990	
4.00	12.13	4.00	5.0038	0.0202	0.1788	4.1285	0.0021	0.0458	4.4960	0.0000	0.0196		
ENSAYO DE PENETRACIÓN	PENETRACIÓN "PUNDA" (mm)	CARGA (kg/cm ²)	FACT. CARGA CBR		FACT. CARGA CBR		FACT. CARGA CBR						
			DIAL	mm/cm ²	DIAL	mm/cm ²	DIAL	mm/cm ²					
	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00				
	0.025	25.16	1.51	33.32	1.83	110.7	5.36	82.41	5.39				
	0.050	51.7	2.61	82.0	4.27	173.32	9.07	148.8	14.89				
	0.075	80.24	4.19	125.6	6.40	225.2	16.50	198.2	16.50				
	0.100	107.3	5.14	150.82	7.70	275.2	21.86	248.2	21.86				
	0.125	129.44	6.27	170.52	8.81	322.2	25.25	298.2	25.25				
	0.150	152.45	8.84	188.62	9.80	372.2	28.25	348.2	28.25				
	0.200	185.48	14.70	240	17.21	472.2	41.25	448.2	41.25				
	0.300	260.35	24.20	338.12	27.31	622.2	56.25	598.2	56.25				
0.400	368.45	37.71	468.12	42.82	822.2	76.25	798.2	76.25					



Ing. Elger Huamán Sullá
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMACS A.C., RUC: 20602693423. REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Ríos 1ra Etapa, Mz. E, Lta. 7, Tamburco - Abancay - Apurímac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM 1833 - 73

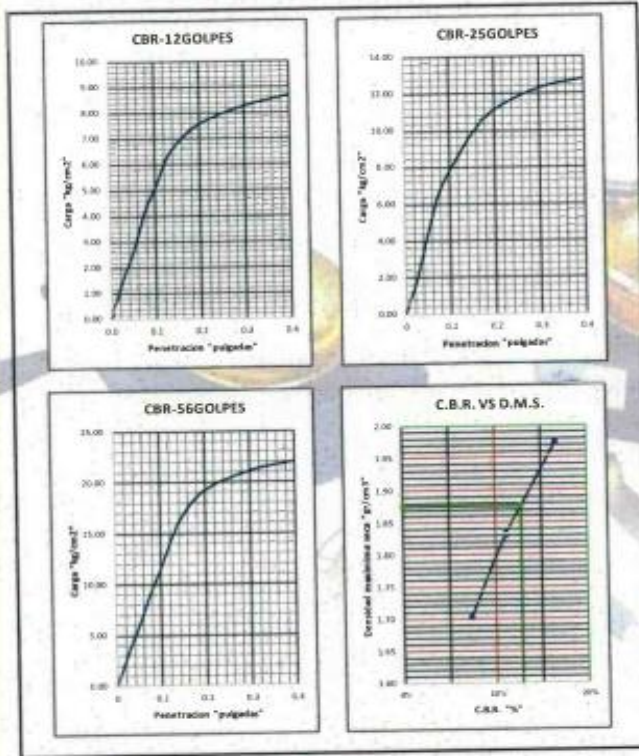
Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022"

Ubicación: Lugar: A.V PRADO
Distrito: ABANCAY

Provincia: ABANCAY Fecha: FEBRERO, 2023
Departamento: APURÍMAC
Material: C-03 + Adición 3.5% lútilas y 1.5 % de Ceniza de Pisonay.
Profundidad: 1.50 m.

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

Humedad Optima(%)	11.42
Densidad Sólida Máxima(g/cm ³)	1.974
95% Densidad Sólida Máxima(g/cm ³)	1.876



GOLPES	WS	MOI	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%
12	11.42	1.10	1.48	7.31	C.B.R. 80% 12.80
25	11.41	1.85	1.27	11.67	C.B.R. 100% 16.58
56	11.42	1.87	1.08	16.58	



Ing. Elger Huamán Sullta
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 146845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., Ruc: 20602693423. REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios Ira Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".
Ubicación: Sector: A.V PRADO Provincia: ABANCAY Fecha: FEBRERO, 2023
 Distrito: ABANCAY Región: APURÍMAC
Hecho por: Muestreo: INTERESADO Cálculo: C-03 + Adición 4% lútlitas y 2% de Ceniza de Pisonay. Profundidad: 1.50 m

Solicitante: BACH, CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

LIMITES DE CONSISTENCIA

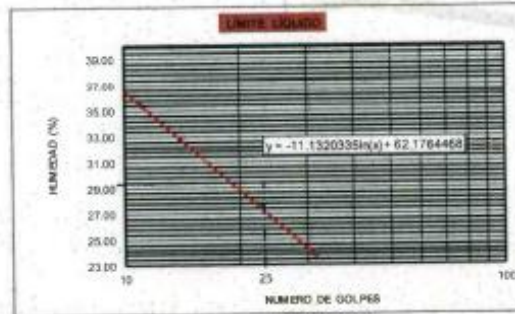
LÍMITE LÍQUIDO

Muestra	1	2	3	4
N° de Cápsula	1	2	3	4
Caps. + S. húmedo	34.65	36.15	35.84	31.41
Caps. + S. seco	33.29	34.66	34.69	30.35
Agua	1.36	1.49	1.15	1.06
Peso Cápsula	29.45	30.12	30.50	25.90
Peso S. seco	3.84	4.54	4.19	4.45
% Humedad	35.42	32.82	27.45	23.82
N° de golpes	11	14	23	31

LÍMITE PLÁSTICO

Muestra	1	2	3	4
N° de Lámina	1	2	3	4
Caps. + S. húmedo	15.60	14.13	10.73	16.24
Caps. + S. seco	15.30	13.75	10.24	15.85
Agua	0.30	0.38	0.49	0.39
Peso Cápsula	12.62	13.41	12.20	13.50
Peso S. seco	3.08	2.34	3.04	2.35
% Humedad	16.23	16.24	16.12	16.60

LÍMITE LÍQUIDO	26.34 %
LÍMITE PLÁSTICO	16.30 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	10.04 %



Ing° Elguer Huamán Sullia
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., Ruc: 20602693423: REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
 Urb. Victor Acosta Rios 3ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
 Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

PROCTOR MODIFICADO

NORMAS: MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-99

PROYECTO: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

OLICITANTE: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

CALCATA: C-07 - Anillo exterior y 2% de Ceras de Fosforo.

FECHA: FEBRERO, 2023

LUBICACIÓN: Catena Nº0 6-2

COORDENADAS:

ESTE: NORTE:

REVISADO:

Muestra Nº 1	Límite Máximo Móximo	4"	Volúmenes		Nº de capas	T
			A	B		
			944	3587		25 Gp.
			cm ³	gr.		
NUMERO DE ENSAYOS			1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	gr.		5,401	5,560	5,651	5,691
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.		1,844	2,003	2,094	2,045
Peso Volumétrico Humedo	gr.		1,933	2,122	2,218	2,166
Recipiente Numero			-	-	-	-
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.		501.0	614.0	574.0	610.0
Peso Suelo Seco + Tara	gr.		479.0	573.0	526.0	550.0
Peso de la Tara	gr.		110.0	120.0	100.0	95.0
Peso del agua	gr.		22.0	41.0	48.0	60.0
Peso del Suelo Seco	gr.		369	451	426	455
Contenido de agua	%		6.0	9.1	11.3	13.2
Densidad Seca del Suelo	gr/cc		1.843	1.946	1.994	1.914
Densidad Máxima Seca			1.994	(gr/cm ³)	Humedad óptima	11.15
						%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



Ing. Evar Huamán Sullta
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., Ruc: 20602693423- REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM 1833 - 73

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Lugar: A.V PRADO
Código: ABANCAY

Provincia: ABANCAY Fecha: FEBRERO, 2023
Departamento: APURÍMAC
Memor: C-03 + Adición 4% Arcillas y 2% de Ceniza de Pisonay.
Cantón: 1.50 m

Solicitante: BACH, CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

DATOS DE LA MUESTRA				DIMENSIONES DEL MÓLDE													
Humedad (Optim%)				Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03							
Densidad Seca (Mostr.) (g/cm³)				Dámetro	Altura	Área	Dámetro	Altura	Área	Dámetro	Altura	Área					
Densidad Seca (Máx.) (g/cm³)				15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42					
N° DE GOLPES POR CAPA				12			25			58							
CONDICIONES DE LA MUESTRA				SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		SATURADA			
Peso del molde (g)				7580		8250		8150		8150		8150		8150			
Volumen de la Muestra (cm³)				2124		2124		2124		2124		2124		2124			
Muestra Humeda - Molde (g)				11832		12391		12650		12680		12680		12680			
Muestra Humeda (g)				4253		4721		4400		4430		4710		4730			
Densidad Humeda (g/cm³)				1.91		2.22		2.07		2.08		2.22		2.23			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA				MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO			
Peso de la muestra (g)				37.00		79.00		60.00		120.00		111.00		75.00			
Muestra Humeda + Cacho (g)				515.00		500.00		507.00		620.00		528.00		614.00			
Muestra Seca + Cacho (g)				473.00		456.00		467.00		574.00		483.00		550.00			
Muestra Seca (g)				376.00		398.00		402.00		494.00		350.00		483.00			
Contenido de Agua (g)				42.00		46.00		45.00		64.00		37.00		56.00			
Contenido de Humedad (%)				11.37		11.82		11.19		11.85		11.14		11.98			
Densidad Seca (g/cm³)				1.715		1.682		1.683		1.684		1.690		1.696			
				EXPANSIÓN			EXPANSIÓN			EXPANSIÓN							
				LECT. DIFER.	PULSOS		LECT. DIFER.	PULSOS		LECT. DIFER.	PULSOS						
				DI	HOJA	INTERVALO (MIN)	%	DI	HOJA	INTERVALO (MIN)	%	DI	HOJA	INTERVALO (MIN)	%		
MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN				0.00	12.05	0.00	1.2930		1.5267		0.8281						
				1.00	12.10	1.00	1.2862	0.0232	0.5981	1.5524	0.0162	0.3504	0.9489	0.0100	0.2182		
				2.00	12.08	2.00	1.2949	-0.0127	-0.2771	1.5635	0.0101	0.2402	0.9562	-0.0082	-0.1789		
				3.00	12.10	3.00	1.3002	0.0103	0.2267	1.5750	0.0105	0.2369	0.9612	0.0090	0.1081		
				4.00	12.15	4.00	1.3088	0.0086	0.0121	1.5768	0.0018	0.0393	0.9652	0.0050	0.1081		
				FACTORES CARRA			FACTORES CARRA			FACTORES CARRA							
				DM	kg/cm²	12	DM	kg/cm²	25	DM	kg/cm²	58					
ENSAYO DE PENETRACIÓN				0	0	0.00		0	0.00		0	0.00					
				0.025		35.14	1.80		47.62	2.48		77.55	4.01				
				0.050		64.85	3.36		94.92	4.91		130.45	6.21				
				0.075		96.32	5.08		137.3	7.13		191.17	9.85				
				0.100	10.30	125.69	6.50	9.24	169.45	9.35	14.15	248.12	12.92	16.24			
				0.125		162.47	8.43		225.68	12.18		327.55	16.58				
				0.150		185.43	9.53		275.89	14.26		340.37	17.99				
				0.200	105.46	214.32	11.68	10.58	325.12	17.32	16.42	356.41	20.49	19.43			
				0.300		229.05	11.87		368.14	19.66		432.14	22.33				
0.400		236.94	12.33		375.42	19.49		440.33	22.77								



Ing. Elmer Huamán Sullá
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 166845

SAYWITE APURIMAC S.A.C., Ruc: 20602693423: REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Rios 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurimac.
Cel: 957400022



Estudio de Mecánica de Suelos: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM 1933 - 73

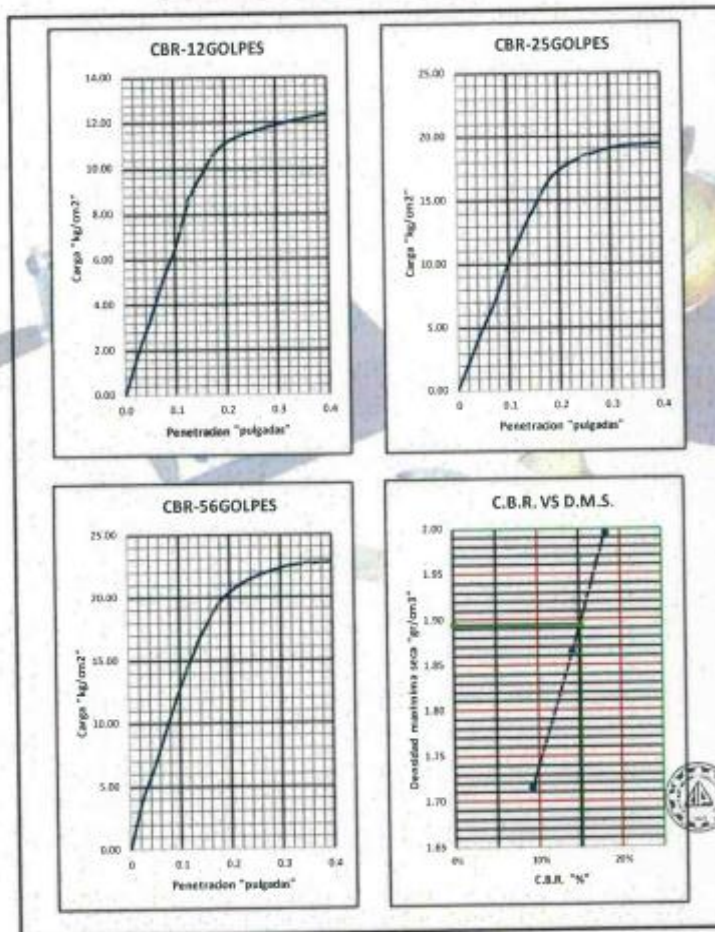
Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICIÓN DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV. PRADO, APURÍMAC-2022".

Ubicación: Lugar: A.Y PRADO
Distrito: ABANCAY

Provincia: ABANCAY Fecha: FEBRERO, 2023
Departamento: APURIMAC
Material: C-03 + Adición 4% lutitas y 2% de Ceniza de Pisonay
Profundidad: 1.50 m

Solicitante: BACH. CESAR AUGUSTO CUELLAR PUMACAYO

Humedad (p/mo)(%)	11.15
Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.994
95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.894



Ing. Elguier Huamán Sullá
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 156845

GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%
12	11.17	1.72	1.02	8.24	C.B.R. 95% 15.20
25	11.15	1.86	0.89	14.15	C.B.R. 100% 18.24
56	11.14	2.00	0.62	19.24	

SAYWITE APURIMAC S.A.C., Ruc: 20602693423; REALIZA LOS SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y OTRAS CONSULTORIAS EN OBRAS CIVILES.
Urb. Victor Acosta Ries 1ra Etapa, Mz. E, Lte. 7, Tamburco - Abancay - Apurímac.
Cel: 957400022

Anexo 4: Certificado de Calibración

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11


ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	148,78	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	153,55	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	108,47	µm
MALLA No. MESH No.	100	
SERIE No. SERIAL No.	58310	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 2,53	µm

FECHA 2022 - 11 - 07
DATE

FIRMA *Javier Lopez*
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11


ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	75,16	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	78,49	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	47,84	µm
MALLA No. MESH No.	200	
SERIE No. SERIAL No.	61259	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 1,80	µm

FECHA 2022 - 11 - 07
DATE

FIRMA *[Signature]*
SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11

ABERTURA PROMEDIO 419,59 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 426,28 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 272,17 μm
AVERAGE DIAMETER

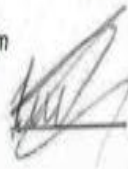
MALLA No. 40
MESH No.

SERIE No. 61153
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 5,65 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2022 - 11 - 07
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72

www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev4

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11

ABERTURA PROMEDIO 303,39 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 309,33 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 196,33 μm
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 50
MESH No.

SERIE No. 56887
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 4,05 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2022 - 11 - 07
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72

www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

AC-P-11-F-01 Rev4

TAMIZ CERTIFICADO PARA
ENSAYO TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11

ABERTURA PROMEDIO 24,94 mm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 25,18 mm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 3,57 mm
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 1"
MESH No.

SERIE No. 60541
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,56 µm
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2022-11-07
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72

www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



TAMIZ CERTIFICADO PARA
ENSAYO TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11

ABERTURA PROMEDIO 37,67 mm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 38,01 mm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 4,57 mm
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 1 1/2"
MESH No.

SERIE No. 61211
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,56 µm
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2022-11-07
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72

www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



06-011-20-01 Rev 04

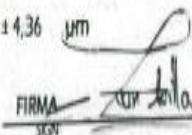
AC-P-T-F-01 Rev 04

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN-TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	251,72 μm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	258,34 μm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	155,55 μm
MALLA No. MESH No.	60
SERIE No. SERIAL No.	59895
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	$\pm 4,36 \mu\text{m}$
FECHA DATE	2022 - 11 - 07
FIRMA SIGN	

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 1B # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



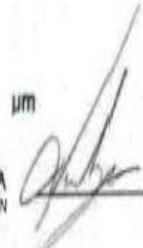
AC-P-11-F-01 Rev 4

TAMIZ CERTIFICADO PARA
ENSAYO TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN-TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	182,78 μm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	186,91 μm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	134,88 μm
MALLA No. MESH No.	80
SERIE No. SERIAL No.	59115
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	$\pm 2,63 \mu\text{m}$
FECHA DATE	2022 - 11 - 07
FIRMA SIGN	

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 1B # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-01 Rev 4



INFORME DE VERIFICACIÓN 048-2022 PLM

Solicitante: SAYWITE APURIMAC S.A.C.

Dirección: MZA. E LOTE. 7 URB. VICTOR ACOSTA RIOS (1 CDRA ARRIBA
LOZA DEPORTIVA C2P NARANJA) APURIMAC - ABANCAY -
ABANCAY

MARTILLO PARA PRUEBA DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Norma: INV E-142

Referencia: PS4

CARACTERÍSTICAS	RESULTADO	UNIDAD
Masa de la pesa	4,54	kg
Diámetro de la pesa	50,80	mm
Altura de caída del martillo	45,50	mm
Perforaciones en la camisa guía	8,00	und
Diámetro de los orificios de la camisa	9,56	mm

N° Serie: 0264957020-003

Fecha: 2022-12-05

Firma: 



INFORME DE VERIFICACIÓN 050-2022

Solicitante: SAYWITE APURIMAC S.A.C.

Dirección: MZA. E LOTE 7 URB. VICTOR ACOSTA RIOS (1 CDRA ARRIBA
LOZA DEPORTIVA C2P NARANJA) APURIMAC - ABANCAY -
ABANCAY

MOLDE PARA PRUEBA DE COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO

Norma: INV E-142

Referencia: PS3

CARACTERÍSTICAS	RESULTADO	UNIDAD
Altura caja del collar	9,60	mm
Diámetro externo del collar	173,20	mm
Altura del collar	61,00	mm
Diámetro interno del molde	151,90	mm
Altura del molde	116,80	mm
Altura caja del molde	9,49	mm
Altura de la base	13,80	mm

N° Serie: 0255598011-011

Fecha: 2022-12-05

Firma:



Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

Page / Pág 1 de 1

Equipo <i>Instrument</i>	HORNO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR LTDA	
Modelo <i>Model</i>	PG 2001	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	117	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	N.I.	
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	0 °C a 100 °C	
Solicitante <i>Customer</i>	SAYWITE APURIMAC S A C.	
Dirección <i>Address</i>	MZA. E LOTE. 7 URB. VICTOR ACOSTA RIOS (1 CDRA ARRIBA LOZA DEPORTIVA C2P NARANJA) APURIMAC - ABANCAY	
Ciudad <i>City</i>	ABANCAY	
Ubicación del Equipo <i>Place of the instrument</i>	LABORATORIO	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2022-12-05	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	01	

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

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

Firmas Autorizadas

Authorized signatures


Fis. Harold Jackson Orihuela Chipana
Coordinador Laboratorio de Metrología


Terc. Aaron Soriano Aguilar
Técnico Laboratorio de Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVIDO DEL MUNDO



No.

CERTIFICADO DE CALIBRACION 068-2022 PLM

OBJETO DE PRUEBA <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO	<i>Pag. 1 de 1</i>
RANGO(S) <i>Measurement range</i>	0-30 kg	
FABRICANTE <i>Manufacturer</i>	GHAUS	
MODELO <i>Model</i>	R31P30	
SERIE <i>Identification number</i>	8338500159	
INTERVALO CALIBRADO <i>Calibrated interval</i>	0-30 kg	
SOLICITANTE <i>Customer</i>	SAYWITE APURIMAC S.A.C.	
DIRECCIÓN <i>Address</i>	MZA. E LOTE. 7 URB. VICTOR ACOSTA RIOS (1 CDRA ARRIBA LOZA DEPORTIVA C2P NARANJA) APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY	
CIUDAD <i>City</i>	Abancay	
UBICACIÓN DEL INSTRUMENTO <i>Location of the instrument</i>	Laboretorio	
FECHA DE CALIBRACIÓN <i>Date of calibration</i>	2022 - 12 - 05	

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS
Number of pages of this certificate and documents attached

1

FIRMAS AUTORIZADAS
Authorized Signature(s)

Harold Jackson Orihuela Chipana
Coordinador Laboratorio Metrología

Aaron Salgado Huerto
Tecnico Laboratorio Metrología



CERTIFICADO DE CALIBRACION 069-2022 PLM

OBJETO DE PRUEBA

Instrument

RANGO(S)

Measurement range

FABRICANTE

Manufacturer

MODELO

Model

SERIE

Identification number

INTERVALO CALIBRADO

Calibrated interval

SOLICITANTE

Customer

DIRECCIÓN

Address

CIUDAD

City

UBICACIÓN DEL INSTRUMENTO

Location of the instrument

FECHA DE CALIBRACIÓN

Date of calibration

INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO

Pág. 1 de 1

0-6200 g

OHAUS

SJX6201/E

B742827661

6200 g

SAYWITE APURIMAC S.A.C.

MZA, E LOTE, 7 URB. VICTOR ACOSTA RIOS (1 CDRA ARRIBA LO

ABANCAY

LABORATORIO DE PINZUAR LTDA SUCURSAL DEL PERU
CAL, RICARDO PALMA NRO. 998 URB. SAN JOAQUIN PROV.
CONST. DEL CALLAO - PROV. CONST. DEL CALLAO -
2022 - 12 - 05

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS

Number of pages of this certificate and documents attached

FIRMAS AUTORIZADAS

Authorized Signatures(s)

Fis. Herold Jackson Orihuela Chipana
Coordinador Laboratorio Metrología

Elvis Quinte Huiza
Técnico Laboratorio Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 484 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 415-2022
Fecha de emisión : 2022 - 12 - 05

1. Solicitante : SAYWITE APURIMAC S.A.C.

Dirección : MZA. E LOTE. 7 URB. VICTOR ACOSTA RIOS - ABANCAY
- APURIMAC

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : MG LABORATORIOS
Modelo de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : 012-0921

Marca de Celda : MAVIN
Modelo de Celda : NS4-SI
Serie de Celda : HE0400185
Capacidad de Celda : 5t

Marca de indicador : HIGH WEIGHT
Modelo de Indicador : 315-X8
Serie de Indicador : 965268621

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. LAS SILVITAS NRO. 276 SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
05 - DICIEMBRE - 2022

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO CCP -	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	0340 - 005 - 22	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	18.5	18.5
Humedad %	72	73

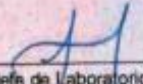
7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Coayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo, indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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

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



PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 484 - 2022

Página . 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	501,05	500,45	-0,21	-0,09	500,75	-0,15	0,12
1000	1002,75	1000,90	-0,28	-0,09	1001,83	-0,18	0,19
1500	1502,90	1499,00	-0,19	0,07	1500,95	-0,05	0,26
2000	2002,85	1999,45	-0,14	0,03	2001,15	-0,05	0,17
2500	2503,45	2498,85	-0,02	0,05	2499,65	0,01	0,06
3000	2999,55	2997,80	0,05	0,07	2998,18	0,06	0,03
3500	3499,05	3498,20	0,06	0,05	3498,13	0,05	0,00
4000	3999,50	4000,10	0,01	0,00	3999,80	0,01	-0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) \cdot 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 1,0008x - 1,9271$

Donde: x: Lectura de la pantalla
y: Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

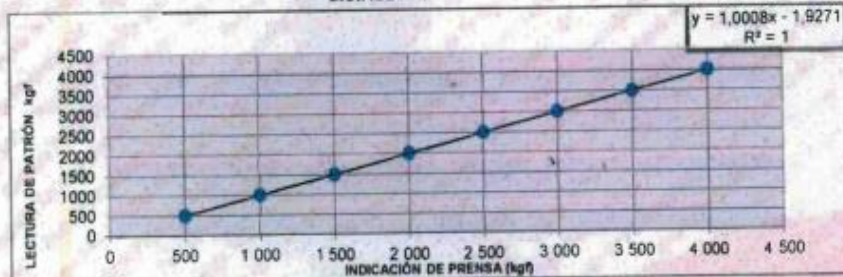
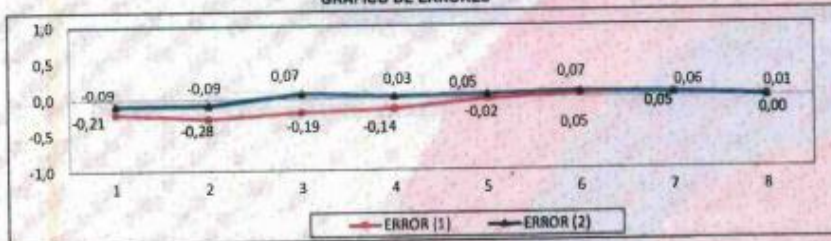


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Tel. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

Anexo 5: Boleta de servicios

SAYWITE APURIMAC S.A.C.

URB. VICTOR ACOSTA RIOS MZA. E LOTE. 7 1 CDRA ARRIBA LOZA
DEPORTIVA C2P NARANJA
ABANCAY - ABANCAY - APURIMAC

FACTURA ELECTRONICA

RUC: 20602693423

E001-29

Fecha de Emisión	: 21/03/2023	Forma de pago: Contado
Señor(es)	: CUELLAR PUMACAYO CESAR : AGUSTO	
RUC	: 10420933270	
Establecimiento del Emisor	: URB. VICTOR ACOSTA RIOS MZA. E : LOTE. 7 1 CDRA ARRIBA LOZA : DEPORTIVA C2P NARANJA : APURIMAC-ABANCAY-ABANCAY	
Tipo de Moneda	: SOLES	
Observación	:	

Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario	ICBPER
1.00	UNIDAD	POR SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS ENSAYOS Y ANALISIS TECNICO PARA FINES DE TESIS ESTABILIZACION DE SUBRASANTES BLANDAS CON ADICION DE LUTITAS Y CENIZAS DE PISONAY EN LA AV PRADO APURIMAC 2023	2542.372882	0.00

Valor de Venta de Operaciones Gratuitas :

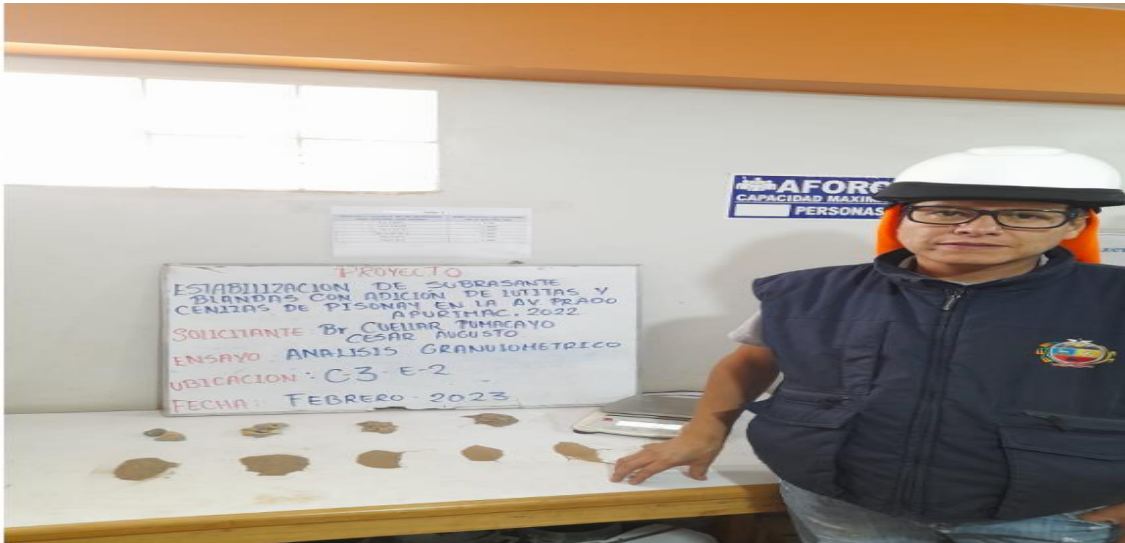
SON: TRES MIL Y 00/100 SOLES

Sub Total Ventas :	<input style="width: 100%;" type="text" value="S/ 2,542.37"/>
Anticipos :	<input style="width: 100%;" type="text" value="S/ 0.00"/>
Descuentos :	<input style="width: 100%;" type="text" value="S/ 0.00"/>
Valor Venta :	<input style="width: 100%;" type="text" value="S/ 2,542.37"/>
ISC :	<input style="width: 100%;" type="text" value="S/ 0.00"/>
IGV :	<input style="width: 100%;" type="text" value="S/ 457.63"/>
ICBPER :	<input style="width: 100%;" type="text" value="S/ 0.00"/>
Otros Cargos :	<input style="width: 100%;" type="text" value="S/ 0.00"/>
Otros Tributos :	<input style="width: 100%;" type="text" value="S/ 0.00"/>
Monto de redondeo :	<input style="width: 100%;" type="text" value="S/ 0.00"/>
Importe Total :	<input style="width: 100%;" type="text" value="S/ 3,000.00"/>

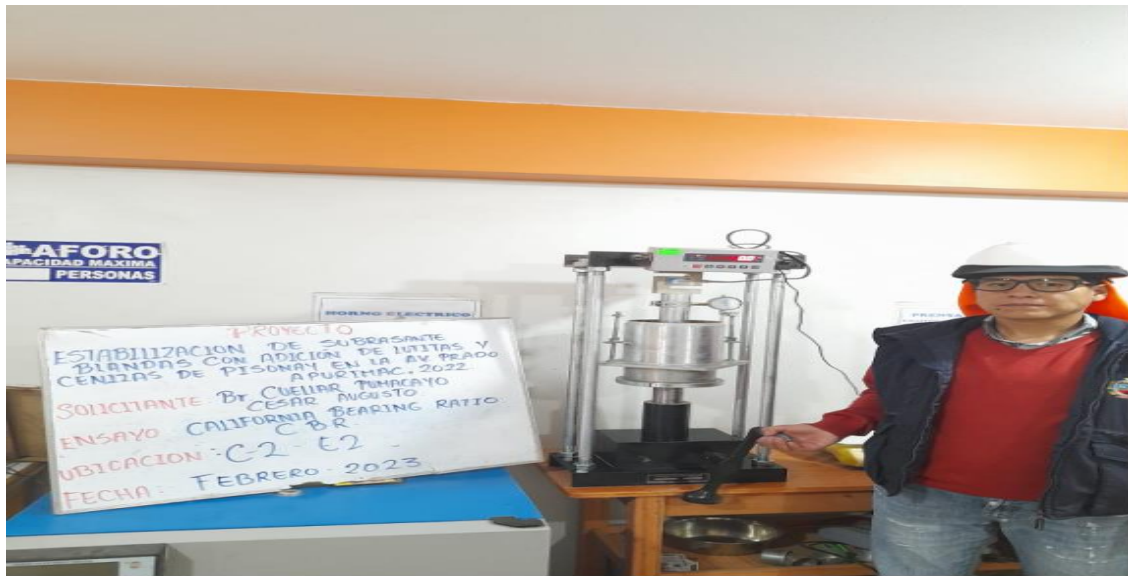
Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.

Anexo 6: Panel fotográfico

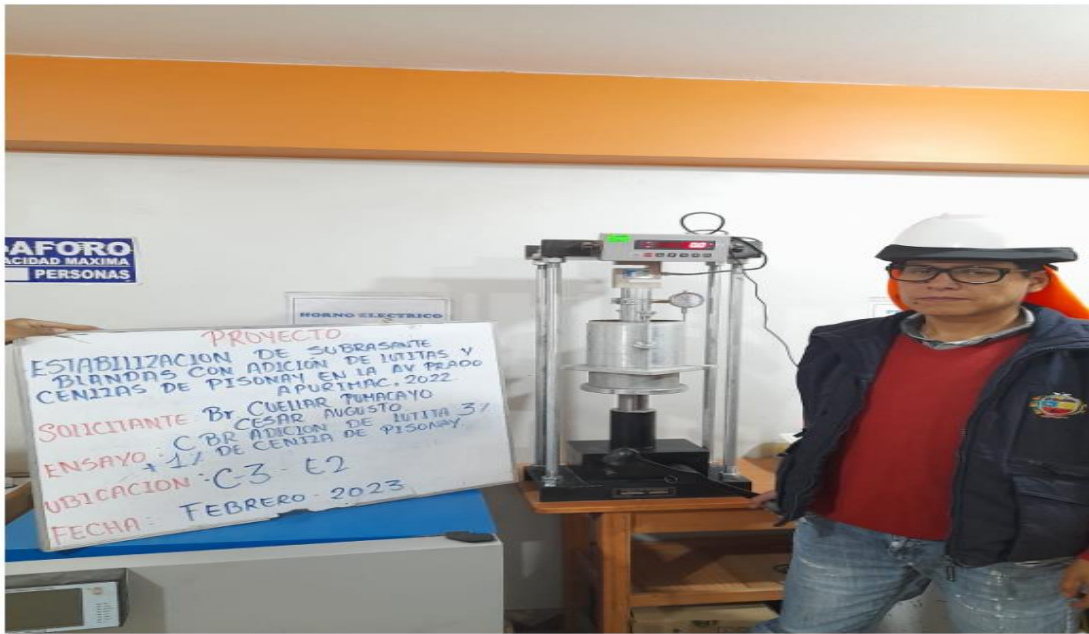
Análisis granulométrico

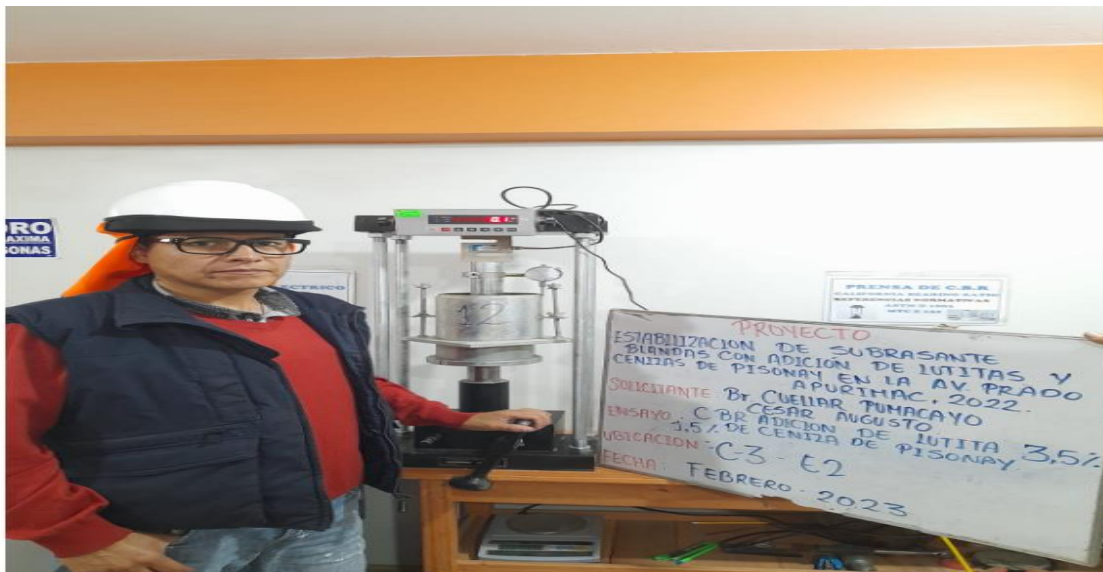


CBR



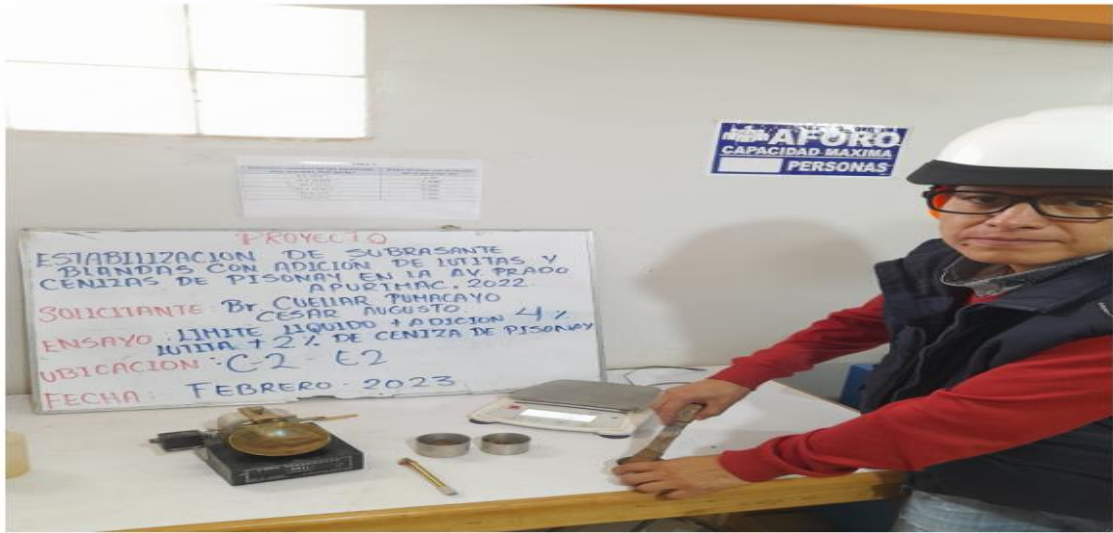




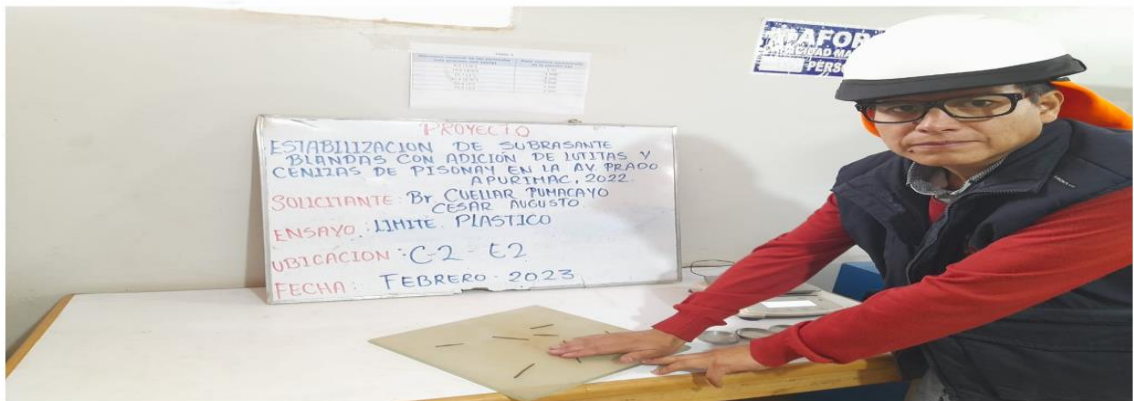


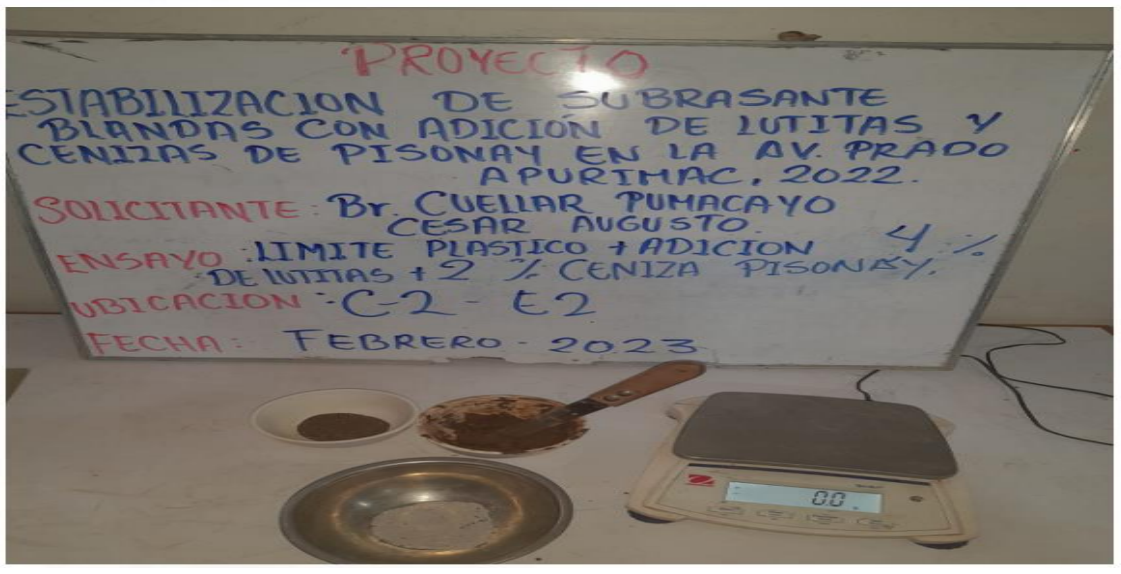
Límites de Consistencia

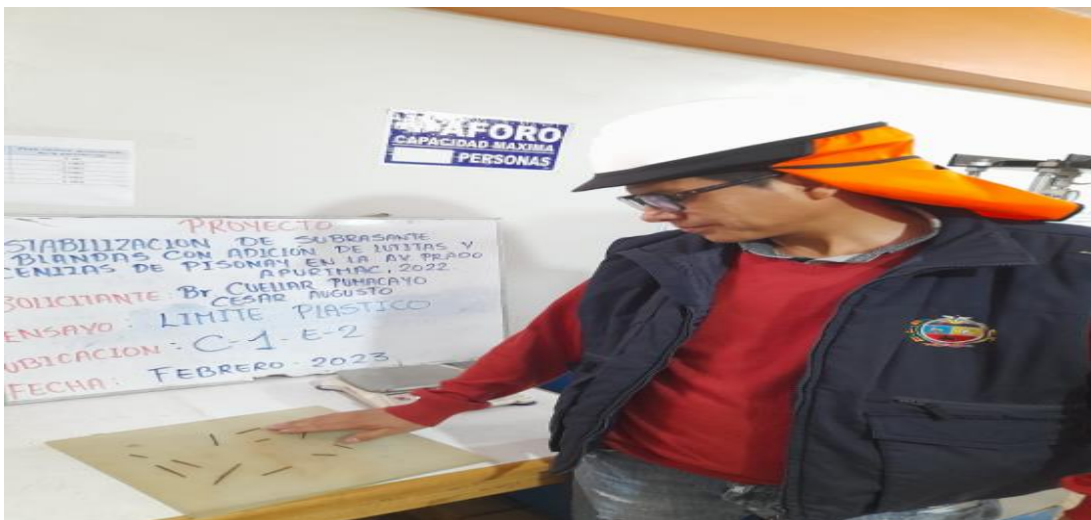
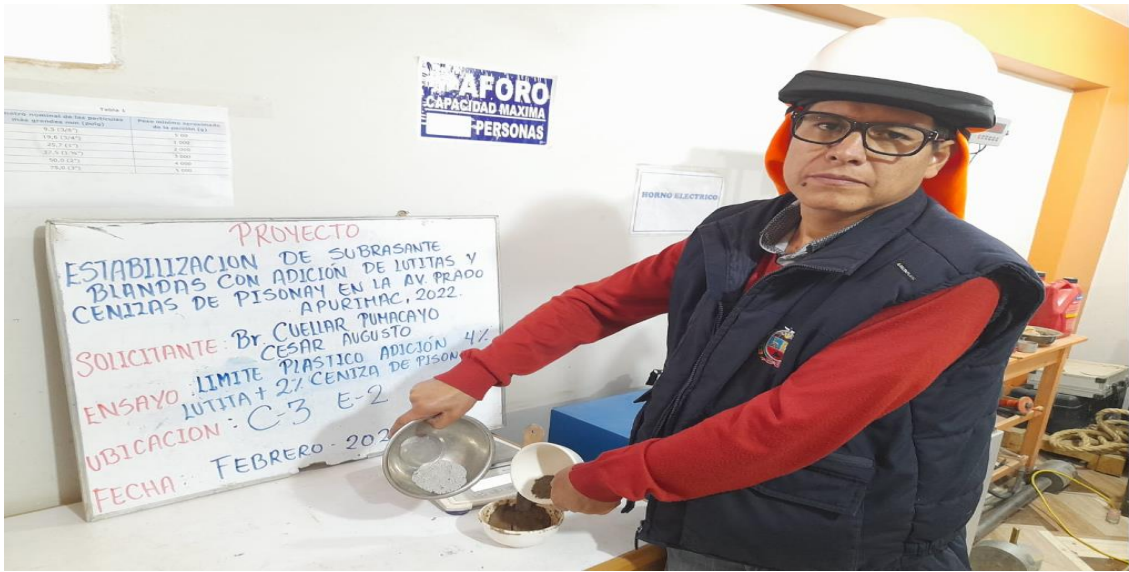














Proctor







Calicatas











UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Estabilización de subrasantes blandas con adición de lutitas y cenizas de pisonay en la Av Prado, Abancay- Apurímac ,2022.", cuyo autor es CUELLAR PUMACAYO CESAR AUGUSTO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 03 de Abril del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA DNI: 09389936 ORCID: 0000-0002-4136-7189	Firmado electrónicamente por: LAVARGASV el 03- 04-2023 16:42:34

Código documento Trilce: TRI - 0540431