



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Uso de piedra caliza para el camino vecinal de plataforma entre
Lamud – Chaquil, distrito de Lamud – Luya - Amazonas”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Castañeda Garrido, Linder Guido (orcid.org/0000-0001-8121-8412)

Revilla Hidalgo, Santos Elías (orcid.org/0000-0002-7142-0641)

ASESOR:

Mg. Solar Jara, Miguel Angel (orcid.org/0000-0002-8661-418X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

MOYOBAMBA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedicar este esfuerzo; a Dios, por la aurora, que nos permite observar cada día.

A nuestros Padres, por su apoyo absoluto en cada momento de mi vida, es la motivación primordial y la fuerza para la realización de este trabajo de investigación.

Agradecimiento

Agradezco a nuestra alma mater, que nos ha dado la oportunidad de aprender y mejorar en nuestra formación profesional, con la excelente formación académica.

A mis Docentes, que forman parte de la familia de la ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL, en el cual, en el transcurso del tiempo nos transmitieron su experticia, motivación y los valores.

Índice de Contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de graficos y figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	14
3.2. Variable y operacionalización	14
3.3. Población, muestra y muestreo	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.5. Procedimientos	18
3.6. Método de análisis de datos	19
3.7. Aspectos éticos.....	19
IV. RESULTADOS.....	20
V. DISCUSIÓN	34
VI. CONCLUSIONES	36
VII. RECOMENDACIONES	37
REFERENCIAS.....	
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1: Extensión de la red vial existente del SINAC, según tipo de superficie por años 2018-2021	3
Tabla 2: Operacionalización de variables	15
Tabla 3: Procedimientos	18
Tabla 4: Distribución y metros excavados por sondeo	22
Tabla 5: Granulometría del espécimen extraído del suelo.....	25
Tabla 6: Ensayo Contenido de Humedad	26
Tabla 7: Resultado del ensayo Proctor modificado.....	27
Tabla 8: Resultados de CBR para calicata	27
Tabla 9: Combinación de material de acuerdo a su proporción para el suelo arenoso y PC	28
Tabla 10: Resultado del ensayo proctor modificado al 3%.....	29
Tabla 11: Resultado de CBR para calicata al 3%.....	30
Tabla 12: Resultado del ensayo proctor modificado al 6%.....	30
Tabla 13: Resultado de CBR para calicata al 6%.....	31
Tabla 14: Síntesis de resultados de Ensayos.....	32

Índice de graficos y figuras

Figura 1: Cantera Chaquil	24
Figura 2: Cantera Chaquil	25
Figura 3: Curva densidad seca vs Contenido de humedad	27
Figura 4: CBR a 2.5mm de penetración (%).....	28
Figura 5: Curva densidad seca vs Contenido de humedad al 3%	29
Figura 6: CBR a 2.5mm de penetración al 3% (%).....	30
Figura 7: Curva densidad seca vs Contenido de humedad al 6%	30
Figura 8: CBR a 2.5mm de penetración al 6% (%).....	31
Figura 9: Excavación de calicata para extracción de muestra.....	41
Figura 10: Extracción de muestra de la Calicata N°01	41
Figura 11: Cantera Chaquil (Piedra Caliza).....	42
Figura 12: Ensayo de granulometría de la muestra extraída.....	42
Figura 13: Ensayo de Limites de Consistencia.....	43
Figura 14: Ensayo de contenido de humedad de la muestra extraída	43
Figura 15: Ensayo de Proctor Modificado	44
Figura 16: Ensayo de CBR de la muestra extraída	44

Resumen

Los senderos son de monumental trascendencia, debido a que sirve de conexión para pueblos o sociedades aledañas, enlazando de esta forma la costa, sierra y la selva. Según lo expresado por el MTC en el año 2019, que exhibe que tenemos 140 184.2 km. sin pavimentar, siendo una cantidad cuantiosa de kilómetros de carreteras que presentan fallas en su superficie de rodadura, por ende, es fundamental el mejoramiento de las vías, puesto que las condiciones actuales que presenta dificultan el acceso a la población aledaña. La presente investigación está orientado a menguar el problema del déficit de vías sin pavimentar, y brindar un adecuado nivel de transitabilidad dentro del distrito de Lámud (Luya, Amazonas), proponiendo como material de pavimento, la piedra caliza en el camino vecinal que conecta la ciudad de Lámud con Chaquil, puesto que, presenta atractivos turísticos como las cavernas de Quiocta, único acceso hacia los restos arqueológicos Quiocta, asimismo, conecta a los distritos de Trita, Luya Viejo y Santa Catalina. Metodológicamente, consiste en el progreso de una vía a nivel de material de piedra caliza de 7+060 Km. de longitud, donde la vía en proyección está considerada como vía no pavimentada de Bajo Volumen de Transito (T0). Para esta acción, se efectuará en dos fases de la investigación, que consta en campo, que es la obtención de muestra de la subrasante, para luego en gabinete, determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo extraído y de la mezcla suelo-caliza, obteniendo las características óptimas para la pavimentación del camino vecinal.

Palabras clave: Suelo, piedra caliza, transitabilidad.

Abstract

The trails are of monumental importance, because they serve as a connection for surrounding towns or societies, thus linking the coast, mountains and jungle. As expressed by the MTC in the year 2019, which shows that we have 140,184.2 km. unpaved, being a large number of kilometers of highways that have flaws in their rolling surface, therefore, it is essential to improve the roads, since the current conditions that it presents make access difficult for the surrounding population. The present investigation is aimed at reducing the problem of the deficit of unpaved roads, and provide an adequate level of passability within the district of Lámud (Luya, Amazonas), proposing as a pavement material, limestone in the neighborhood road that connects the city of Lámud with Chaquil, since it presents tourist attractions such as the Quiocta caverns, the only access to the Quiocta archaeological remains, it also connects the districts of Trita, Luya Viejo and Santa Catalina. Methodologically, it consists of the progress of a road at the level of limestone material of 7+060 km in length, where the projected road is considered as an unpaved road with Low Traffic Volume (T0). For this action, it will be carried out in two phases of the investigation, which consists in the field, which is the obtaining of a sample of the subgrade, for later in the cabinet, to determine the physical-mechanical properties of the extracted soil and of the soil-limestone mixture, obtaining the optimal characteristics for the paving of the neighborhood road.

Keywords: Soil, limestone, walkability.

I. INTRODUCCIÓN

El Perú es muy diverso geográficamente y es difícil comunicarse con las zonas rústicas, en situaciones de acuerdo al terreno en el cual se localizan para erigir el carril de conexión. En la mecánica del suelo, mucho de estos terrenos naturales no son adecuados para las construcciones, deben mejorarse y se requiere de la explotación de canteras para estabilizar el suelo donde se pretende construir carreteras, generando finalmente un aumento en ocasiones y efectivos gastados en gasolina para movilizar materiales de yacimiento a los sitios de construcción.

En la actualidad, existen proyectos que los gobiernos locales y regionales desean ejecutar, pero en los estudios básicos de ingeniería constatan el estado situacional del proyecto y en muchos casos se encuentran con problemas, siendo uno de ellos la deficiencia en las propiedades físicas-mecánicas del suelo, cuando existen subrasantes con capacidad portante baja, se debe realizar el mejoramiento del suelo o sustitución por otro suelo que si cumpla las características requeridas, pero ello genera grandes movimientos de tierra y por consiguiente grandes costos económicos. Es por esta razón, que antes de cambiar o variar la subrasante de capacidad portante baja, se debería efectuar los estudios de mecánica de suelos con nuevos materiales adicionales para optar por el método adecuado.

Existen una gran variedad de tipos de estabilizadores, tales como estabilizadores químicos, físicos y mecánicos. Está regulado principalmente por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), y las normas nacionales de construcción CE-010 y otras normas. El suelo a una profundidad de al menos 0,60 m por debajo de la parte superior del suelo debe ser un suelo bueno y saludable con un CBR $\geq 6\%$. Si el CBR del suelo por debajo de la parte superior de la pendiente es inferior al 6% (mala ley o pendiente mala), se requiere estabilización de la pendiente y el ingeniero a cargo sugerirá alternativas según la naturaleza de la pendiente. Considere la propuesta. Grado B.

Estabilización mecánica, reposición del subsuelo, estabilización química del suelo, estabilización geo sintética, aumento de taludes, cambio de trazado vial,

selección de la solución técnica y económicamente más ventajosa. Donde tenemos la propiedad importante para examinar en la subrasante es la propiedad física (granulometría, densidad de campo, contenido de humedad, límite de consistencia), y propiedad de rigidez (CBR). En la presente indagación, se plantea el uso de la piedra caliza para el camino vecinal de plataforma entre Lamud – Chaquil, como un aditivo, para optimizar la propiedad de la subrasante y optimar la característica física y/o mecánica de un suelo pobre, tal como la resistencia a la capacidad de soporte (CBR), indagando en el caso de un buen comportamiento ante el esfuerzo y deformación del suelo y de la estructura que se coloque. El presente estudio es experimental y se basa en estudios de muestra de suelo en estado oriundo, analizada en un laboratorio de mecánica del suelo, y el análisis de las muestras experimentales con la adición de piedra caliza para analizar los cambios en su propiedad mecánica al complementar diferentes porcentajes de piedra caliza.

La experimentación de la investigación se efectuará de acuerdo a la Norma MTC, ya que es el ente rector del transporte y el transporte terrestre a nivel nacional, es la autoridad competente para desarrollar la normativa y controlar su cumplimiento para la gestión de la infraestructura vial. Este trabajo de investigación pretende contribuir a la ingeniería vial, por lo cual se cumplirá con responsabilidad y ética los procedimientos a fin de obtener resultados que verdaderamente sirva de apoyo en la investigación de futuros estudiantes y profesionales de la ingeniería civil.

Realidad problemática

Nuestro antecesor histórico Incaico, sobresalieron por su obra de ingeniería y más que nada por la red vial o además denominado senderos del Inca (Qhapaq Ñan), que ha sido un sistema de vía de gigante distancia que enlazaba las localidades relevantes de la sierra y de la costa, facilitaba su dialogo con los diversos poblados enlazados en el recuadro del proceso efusivo inca y, simultáneamente, establecían un cierto medio de incorporación administrativa y político, cultural y económica.

Lo cual se da a resaltar, es la calzada incaica, puesto que, parte importante del camino del Inca y la red vial transversal ha estado cubierta por bloque de roca o lajas, en el transcurrir del tiempo, todavía persisten. Los senderos son de monumental trascendencia, debido a que sirve de enlace para pueblos o sociedad aledaña, enlazando de esta forma la costa, sierra y la selva.

Analizando lo expresado por el MTC desde el año 2018-2021, se presenta un estancamiento del desarrollo de pavimentación de la superficie de rodadura, teniendo un margen de variación mínimo, lo cual indica la urgencia por atender las carreteras no pavimentadas, puesto que, por factores climáticos, el tránsito vehicular y falta de mantenimiento, se genera fallas en la superficie de rodadura, dificultando el acceso a las localidades aledañas.

Esto repercute en mayor magnitud, en el factor económico, ya que, es más difícil de transportar sus mercancías y generar ingresos para su localidad.

Tabla 1: *Extensión de la red vial existente del SINAC, según tipo de superficie por años 2018-2021*

Año	Total SINAC	PAVIMENTADA				NO PAVIMENTADA			
		Nacional	Departamental	Vecinal 1/	Sub total	Nacional	Departamental	Vecinal	Sub total
2018	168				26			111	141
	473	21 434	3 623	1 859	916	5 676	23 882	999	557
2019	168				28			111	140
	954	22 172	4 261	2 336	770	4 881	23 378	925	184
2020	168				28			111	140
	882	22 217	4 262	2 318	797	4 832	23 562	691	085
2021 (Jul.)	175,589	22 535	4 262	2 782	579	4 511	23 689	811	010

Para mejorar cada camino, el gobierno peruano necesita de una gran inversión, pero para hacerlo, debe priorizar qué caminos atender. Las opciones recomendadas, son técnicas de estimación de superficie de caminos y su funcionalidad en cada índice resultante.

En la actualidad existen proyectos que los gobiernos locales y regionales desean ejecutar, pero en los estudios básicos de ingeniería constatan el estado situacional del proyecto y en muchos casos se encuentran con problemas, siendo uno de ellos la deficiencia en la propiedad física y mecánica del suelo,

cuando existen subrasantes con capacidad portante baja, se debe realizar el mejoramiento del suelo existente o sustitución por otro suelo que si cumpla las características requeridas, pero ello genera grandes movimientos de tierra y por consiguiente grandes costos económicos.

Es por esta razón, que antes de cambiar o variar la subrasante de CBR bajo, se debería efectuar los estudios de mecánica de suelos con nuevos materiales adicionales para optar por el método adecuado. Se propone un material cementante, como la piedra caliza, como un aditivo para mejorar las propiedades del subsuelo, y los estudios de mecánica de suelos pueden diseñar pavimentos estructurales que conlleven a un correcto desempeño en campo y control en vía.

Formulación del problema

¿Cómo influirá la propuesta del uso de piedra caliza para el camino vecinal de plataforma entre Lamud – Chaquil para la transitabilidad vehicular distrito de Lamud – Luya -Amazonas?

Justificación de la Investigación

La investigación del uso de piedra caliza para el camino vecinal de plataforma entre Lamud – Chaquil, para la transitabilidad vehicular del distrito de Lamud, favorecerá a la localidad puesto que, con el uso de la piedra caliza, la carretera otorgará mayor facilidad de acceso al mercado optimizando la seguridad y tiempo.

Justificación metodológica

Es fundamental el uso de la piedra caliza en la vía, puesto que, el camino vecinal presenta fallas en la superficie de rodadura, dificultando el acceso a la población aledaña.

Justificación económica y social

El beneficio económico y social, que aportará el uso de la piedra caliza, es el mejoramiento de la calzada y la reducción del tiempo de recorrido, obteniendo

una proximidad geoestratégica hacia el mercado, en el cual, se adecua la calidad del tránsito vehicular, para el transporte personal y de sus mercancías.

Hipótesis

La propuesta del uso de piedra caliza para el camino vecinal de plataforma entre Lamud – Chaquil para la transitabilidad vehicular distrito de Lamud, optimizará el acceso para una transitabilidad eficaz, beneficiando a los pueblos aledaños de la carretera.

Objetivos

Objetivo general:

Proponer el uso de piedra caliza para el camino vecinal de plataforma entre Lamud – Chaquil para la transitabilidad vehicular distrito de Lamud – Luya - Amazonas.

Objetivo específico:

- Reconocer el camino vecinal Lamud – Chaquil, para la extracción de la muestra de suelo de la subrasante.
- Efectuar ensayos de laboratorio, para determinar las características físicas y mecánicas del suelo extraído.
- Evaluar el porcentaje de piedra caliza en la mezcla de suelo para obtener los mayores valores de resistencia a la compresión.
- Analizar las propiedades en estado natural de la muestra de suelo y con las dosificaciones de suelo-caliza.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la investigación

Reconocer la fase de desperfecto que presenta una carretera es un elemento fundamental en el régimen de sostenimiento de pavimentos, en consecuencia, por medio de este se puede lograr una influencia del pendiente del estado del suelo. Hay un incontable número de procedimientos que acceden hacer una influencia futura de la etapa de un pavimento, uno más exacto que otro, pero todo dicho concuerda en que si se balancea con un parámetro riguroso de la situación presente se obtendrá una proyección precisa (Peraza García, 2016).

Pérez, Cañar & Santiago (2017) Estudiaron la estabilización de dos suelos con propiedades diferentes y crearon combinaciones con tres porcentajes de ceniza de carbón: 20, 23 y 25%. Se realizaron ensayos de compresión sin restricciones, en suelos distinguidos como cangahua y arcillas de alta plasticidad para establecer la resistencia al corte. El análisis comparativo se reseña a la evaluación estadística de propiedad como la humedad, la plasticidad, la resistencia CBR y la resistencia al corte entre dos suelos y sus diferentes mezclas, y se analizan en detalle los beneficios de usar ceniza de carbón para optimar las propiedades naturales y los defectos y el sustrato.

Ruiz & Guerra (2018) estudiaron la estabilización de suelos arenosos con el fin de determinar el efecto de la añadidura de ceniza de cascarilla de arroz activada con álcali, en la estabilización ecológica de mezclas suelo-sedimento para usanza en caminos no pavimentados. El límite de Atterberg brindó mejores propiedades de floculación cuando la mezcla contiene 65 % suelo + 35% sedimento. De manera similar, la prueba de análisis químico y de fase revelaron que el RCCA incinerado contenía 96,57 % de CaO y el CCA contenía 94,10 % de SiO₂.

Behak & Pérez (2018) caracterizaron un material combinado por suelo arenoso, ceniza de cascarilla de arroz y cal, posiblemente aprovechable para su uso en pavimentación. El objetivo fue determinar las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla. El suelo arenoso se extrajo cerca de Montevideo. Se llevó a cabo

en el horno de una fábrica de arroz sancochado de la localidad de Treinta y Tres. Se utilizó CCA residual de la combustión de la cáscara. El análisis de los efectos de desemejantes mezclas de suelo que contienen CCA y cal sobre la constitución mineral se realiza mediante difractogramas de rayos X, parámetros de compresión óptimos, CBR, resistencia a la compresión no confinada, resistencia a la tracción diametral y durabilidad.

Vacca & Larrahondo (2019) sostuvo que después de realizar varias pruebas para límites como líquidos y plásticos, la mezcla de RPCC mostró una reducción en los límites líquidos, subiendo al 100 % de RPCC, y al agregar un 10 % resultó que tampoco era plástico. y 20%, y 40% con la adición de RPCC. En resumen, señalan que su trabajo de indagación supone el grado de degradación de las subestructuras arcillosas cuando se contaminan con la ignición de cenizas.

Goñas (2019) actualizó la capacidad de carga del suelo mediante la adición de ceniza de carbón. De acuerdo con los resultados de las calicatas 1 y 2, la adición de cenizas de carbón (15%, 20% y 25%), mejora las propiedades mecánicas del C.B.R con superficie tipo (CH, OH), pero no es adecuado como material. Esto se debe a que, el CBR es 3,5% y 3,7%, que está por debajo del valor mínimo (en este caso 6% dado en el MTC). El desenlace de su trabajo es que al momento de agregar un 25% de residuo carbónico, el subsuelo de fondo de las dos calicatas 1 y 2, mostró un comportamiento importante debido a que aumentaron los valores de CBR de las muestras patrón.

Galves & Aponte (2019) intentaron demostrar una mejora en la propiedad geotécnica de la mezcla suelo-ceniza y favorecer a la investigación sobre los beneficios de reutilizar este material residual. La prueba de corte directo se realizó utilizando muestras que consistían en 0, 10, 20, 30 y 40 % de ceniza en correspondencia con el peso seco del suelo. El resultado de corte directo muestran que la composición de 10% de ceniza tiene una mayor tenacidad al corte que el suelo puro. Para corroborar, los resultados de la prueba CU triaxial muestran que la resistencia al corte y el módulo elástico del compuesto son más altos que los del grado puro y más altos que los del suelo natural.

Mondragón & Sevillano (2019) en su investigación sobre mezclas asfálticas utilizando ceniza de cascarilla de arroz mostraron un acrecentamiento de la resistencia en comparación con las mezclas asfálticas, indicando así que el CCA transfiere las propiedades adhesivas de la mezcla, como también en la etapa de fraguado se incrementa la rigidez y la estabilidad, se mengua la fracción de vacíos, y por lo tanto, se incrementa la durabilidad del pavimento plástico, ya que este es importante para obtener resistencia a la deformación por carga.

Argandoña & Palomino (2019) indica que hubo un ligero aumento en el límite de plasticidad, límite líquido e índice de plasticidad, y también hubo una ligera disminución en la densidad máxima del suelo, de lo contrario, era el comportamiento de la capacidad de carga del suelo. Mostraron una optimización significativa debido a la presencia de ceniza de concha caliza, aumentando los valores de CBR de 4,45% de la condición natural en suelos arcillosos a 28,09%. En el Manual de Caminos - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, se clasifica como muy bueno en la categoría Subgrado. El alto contenido de sílice (86,80%) en la ceniza de cascarilla de arroz, afirma que este material es un estabilizador permisible para suelos arcillosos.

Bueno & Torre (2019) cuyo objetivo principal, es optimar la estabilidad de la superficie de residuos de carbono en el sector Pinal del sector Independencia de Huaraz. Como efecto de sus pruebas en el Laboratorio de Límite de Consistencia, Proctor agregó (3,5,10%) residuos de carbono al CBR combinado y obtuvo derivaciones favorables para la estabilidad del suelo y sus propiedades físicas y mecánicas. La absorción del 5% de ceniza de carbón en suelos con 95% CBR arrojó un porcentaje máximo de 14,32% con una densidad seca de 2100 g/cm³, CH de 14,605% y una disminución del índice de plasticidad de 11,1. % Al 3 %, la expansión del suelo también se puede reducir del 0,86 % al 0,20 %.

Lavado, Cusinga & Castro (2020) demostraron que mezclar ceniza de cascarilla de arroz con suelo arcilloso del subsuelo, resultó en un aumento exitoso de CBR a valores mala de más del 6% y mejoró sus propiedades mecánicas. Ha

demostrado ser una alternativa económica, produciendo menos emisiones que la producción de cemento. en comparación con la cal y el cemento, que son procesos más complejos.

Romero & Solar (2020) evaluaron el impacto de los porcentajes de ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y residuos de cascarilla de abanico (RCCA) en el índice CBR de suelos pertenecientes a la vía de acceso al centro de San Rafael en el distrito de San Pedro de Lleo. Las variables independientes con más 4%, 6% y 8% CCA y 1%, 2% y 3% RCCA son las combinaciones óptimas de 3% RCCA y 8% CCA, con valores de 51, 37% 0.1. 0,2" CBR y 0,2" CBR fue 52,60%. Comparando estos valores con índices CBR de 0,1" y 0,2" obtenidos de suelos naturales de 8,13% y 8,63%, respectivamente, los beneficios obtenidos son claros. Este aumento se debe a la estabilización del suelo debido a la composición química de la ceniza de cascarilla de arroz. Los residuos de vieiras contenían grandes cantidades de óxido de calcio (CaO), dióxido de carbono y silicio (SiO₂).

Carrasco & Mayker (2021) Se evaluó el impacto del uso de CC para la estabilización de suelos de carreteras, se inició la extracción de pozos, se realizaron pruebas granulométricas y se agregó CC a los límites de consistencia, proctor modificado y CBR, densidad seca máxima. En los resultados varían significativamente de 1,572 g/ cm³ a 1.553 g/cm³ MDS, con CH del 22% al 21,8%. En términos de capacidad de carga, 8 % de CC de 3,46 % a 5,32 % de MDS de CBR a 95 %, 4,06 % a 6,5 % de MDS para 100 % de CBR y 21,90 % de CH agregado dan resultados favorables.

López & Zapata (2021) revelan que el uso de ceniza de cascarilla de arroz ayuda a aumentar la resistencia del subsuelo, con valores que van desde 3,6% a 5,4% para CBR, con un porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz de 6%, mostrando óptimo en agua es de 12,20%. Por lo tanto, se puede ver que el uso de ceniza de cascarilla de arroz en combinación con la subestructura, tiende a reducir la absorción de agua y se convierte en suelo, lo que lo hace más estable.

Chirinos, Rodríguez & Sócrates (2021) llevan a cabo una revisión sistemática de los métodos existentes de estabilización de suelos arcillosos para optimar el CBR con fines de pavimentación. Como resultado, se encontró que las propiedades de los suelos tipo CL y tipo CM eran pobres, y la ceniza de cascarilla de arroz era el aditivo más adecuado, lo que mejoraba las propiedades mecánicas de CBR. Se ultima que la adición de CCA no solo mejora las propiedades mecánicas del CBR, sino que también promete beneficios financieros y ambientales.

Cubas & Chávez (2016) El objetivo fue evaluar la ceniza de carbón de horno de ladrillos en Lambayeque, como estabilizador de suelos para caminos no pavimentados usando activación alcalina. Las muestras obtenidas por preparación de pozos se enriquecieron con ceniza de carbón en porcentajes de 7%, 14% y 21%, y luego se fracturaron y curaron en diferentes tipos de ambientes durante 7 días. Se ultimó que la ceniza de carbón mejora la estabilidad del suelo de caminos no pavimentados a través de la activación alcalina, por lo que se recomienda utilizar ceniza de carbón de la muestra 2 en suelos con peculiaridades SP-SC.

Bermejo (2018) recopila la información técnica necesaria para realizar un estudio sobre el efecto de la añadidura de una mezcla de ceniza volante de cascarilla de maní y cal sobre la propiedad físico-mecánica del suelo en Trujillo-Víctor Larco Herrera, Región Libre de Buenos Aires. Se encontró que la ceniza tiene propiedades como reactividad, propiedades puzolánicas e hidráulicas y mejor trabajabilidad, y se utilizó como soporte teórico adicional para su aplicación.

Base teórica

Ensayos Físicos

Este ensayo debe ser efectuado de acuerdo al manual de ensayo de materiales para carreteras del MTC.

a) Determinación del contenido de Humedad

El peso del agua removida se determina secando el suelo húmedo en un horno controlado a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}^*$ hasta peso constante. El peso de la tierra que queda después del secado al horno, se toma como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso al secarse se define como el peso de humedad.

$$\text{Contenido De Humedad} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

El presente ensayo, fue ejecutado en base a la norma MTC E 108 – Determinación del contenido de humedad de un suelo.

b) Análisis Granulométrico por Tamizado

Este análisis en suelo, nos permite cuantificar la proporción de partículas que componen el suelo y clasificarlas según su tamaño. Se utilizan varios tamices para realizar esta prueba. A continuación se muestran los números de tamices y sus aperturas según la norma.

c) Límite de Atterberg

Límite de Atterberg o límite de consistencia, establece la sensibilidad del suelo al contenido de humedad y define límite correspondiente a cuatro fases de consistencia dependiendo del contenido de humedad. Dependiendo de esto, los suelos pueden describirse como: plásticos, líquidos, sólidos o semisólidos. Estos límites de Atterberg que computan la cohesión del suelo con el límite de plasticidad y el límite líquido. La prueba debe realizarse en suelo que pase un tamiz #40.

d) Índice de plasticidad

Esta prueba se ejecutó de acuerdo con el estándar MTC E 111 del Manual de prueba de materiales de MTC, se calcula como la diferencia entre el límite líquido y el límite de plasticidad. El índice de plasticidad se enuncia mediante la siguiente fórmula:

$$IP=LL-LP$$

Se utiliza para indicar el grado de humedad en el que, el suelo permanece en estado plástico (antes de pasar al estado líquido), ayudando a clasificar correctamente el suelo.

Ensayos Mecánicos

a) Proctor Modificado:

Una prueba de Proctor modificada, realizada en el laboratorio para establecer el contenido de humedad y la unidad de sequedad de un suelo compactado en capas de espesores específicos, con un pistón de 10 lbf que se deja caer desde una altura específica y genera energía. Se puede establecer una relación con el peso. Compresión de 2700 kN-m/m³. Este ensayo permite establecer la máxima densidad seca del suelo en relación con el nivel de humedad a una determinada energía de compactación.

Esta prueba se aplica solo a suelos con una retención de partículas del 30 % o menos en una pantalla de 3/4 de pulgada (19,0 mm). Los suelos con un 30 % o más de retención en un tamiz de 3/4 de pulgada se realizan utilizando el método de prueba de corrección de contenido de humedad y peso unitario estándar para suelos que contienen partículas de gran tamaño (ASTM 4718).

b) Ensayo CBR

Este ensayo es una de las pruebas más comunes y relativamente sencillas, que permite conocer la resistencia del subsuelo, y se utiliza para el diseño

de pavimentos, para evaluar la resistencia en subcapas, subsuelos y subsuelos. Este ensayo se realiza sobre suelos preparados en condiciones de humedad y densidad, aunque también se puede realizar sobre muestras inalteradas tomadas del suelo.

Marco conceptual

Afirmado: Se define afirmado como una superficie compactada de material de granos gruesos naturales o artificiales, con gradación típica que absorbe de manera continua las cargas generados por el paso de automóviles. Debe de tener el conjunto adecuado de material fino arcilloso que consienta conservar conglomeradas las moléculas. Generalmente su funcionamiento es dado para superficies de rodadura en trochas carrozables y otras vías no pavimentadas.

Carretera: La carretera es la ruta de transporte terrestre por el cual se conectan las diferentes ciudades de uso público, que es diseñada y creada principalmente para el tránsito de vehículos.

Geotecnia: Es una disciplina de la Ingeniería Civil que estudia las interacciones que se suscitan entre las edificaciones y el suelo, además al relacionarse con la Ingeniería Geológica son fundamentales para la evaluación del terreno en una construcción.

Impacto ambiental: Es el cambio o variación del medio ambiente que es un efecto debido a la intervención y actividad del ser humano, tanto este impacto generado puede ser negativo o positivo, respectivamente el negativo presenta un rompimiento del equilibrio ecológico, provocando daños graves y perjuicio en el entorno, como por ejemplo la contaminación de los ríos, lagos o mares con la basura o el derrame de petróleo, los desechos de la construcción entre otros.

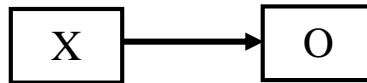
Mejoramiento: Consecuencia de mejorar, progreso o transición de una causalidad que presenta condición escasa hacia un mejor estado. Tramos: Se conoce como tramo, a cualquier fracción de una vía estimada entre una y otra sección transversal con tipologías de esbozo homogéneo.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de indagación: La presente indagación es de particularidad **Básica** no experimental, puesto que, no manipula ninguna variable.

Diseño de indagación: De acorde a la técnica de contrastación es **descriptivo no experimental**, ya que sólo se incorporará la dimensión preliminarmente determinada.



En el que:

X: Simboliza la zona en la que se efectúan el estudio.

O: Simboliza la indagación derivada de la muestra

3.2. Variable y operacionalización

Si verificamos las variables que se presentan en el objetivo general, se divide en dos variables en la investigación, siendo las siguientes:

- **Variable Dependiente** : Camino vecinal
- **Variable Independiente** : Piedra Caliza

Tabla 2: Operacionalización de variables

Variable	Def. Conceptual	Def. Operacional	Dimensión	Indicador	Esc. de medición
Camino Vecinal	Vía terrestre vecinal para el tránsito de vehículo no motorizado y motorizado, peatones y animales, con irregularidad de la vía férrea (MTC-2013)	En la vía Lamud – Chaquil Para La Transitabilidad Vehicular, se va a efectuar el mejoramiento con piedra caliza de acuerdo a su topografía y terreno para que se relacione con el estudio.	Levantamiento o topográfico	Altimetría	msnm.
				Angulo de inclinación	m/m
				Perfil Long.	Km, m
				Sección transversal	m2, m3
			Diseño Geométrico	IMD	Veh/día
				Veh. de diseño	m
				T.C.P.	%
				Vel. diseño	Km/h
				Radio	m
				Pendiente	m/m
				Peralte	%
			Estudio de Mecánica de Suelos	Contenido de Hum.	%
				Granulometría	%
				Límite de Consistencia	%
				C.B.R.	%

				Peso específico	gr/cm3
				Proctor modificado	%
Piedra Caliza	Roca de iniciación sedimentaria dispuesta primordialmente de carbonato de calcio o calcita, derivada de un cúmulo mecánico de fragmento de este mineral, por precipitación química (MTC-2013)	El uso de la piedra caliza en la vía Lamud – Chaquil Para La Transitabilidad Vehicular, se va a efectuar de acuerdo a su topografía y terreno para que se relacione con el estudio de la presente investigación.	Estudio de Mecánica de Suelos	Contenido de Hum.	%
				Granulometría	%
				Límite de consistencia	%
				C.B.R.	%
				Peso específico	gr/cm3
				Proctor modificado	%

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

El área influyente correspondería a la zona de la vía vecinal Lamud – Chaquil, ubicada en el sitio de Lamud, perteneciente a la provincia de Luya, Amazonas; que será efectuada como población.

Inclusión: Se efectuará el estudio fundamental para mejorar la superficie de rodadura del camino.

Exclusión: Se excluirá el material que no cumpla con la especificación técnica según el resultado obtenido.

Muestra:

Por ser un muestreo no probabilística – asistido, se determinará puntos críticos a lo largo de la trayectoria de la vía, de acuerdo a la normativa de diseño.

Muestreo:

El muestreo es no probabilístico – dirigido, puesto que solo se recolecto las muestras de la ruta crítica de la población

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas: La habilidad a ser manejada es la observación, en la que se visualizará el acontecer actual de la vía y se clasificará la información según la normativa.

Instrumentos: Fichas de observación del MTC, este formato permite recolectar información para posteriormente analizarlos, siendo los siguientes: Datos general, topografía, daños en la superficie, canteras y fuente de agua, obra de arte y drenaje, señalización y puntos críticos. Estos presentes formatos son validados por el MTC, debido a que está aprobado y normado por la misma Entidad.

3.5. Procedimientos

La zona de trabajo es la vía vecinal el uso de piedra caliza para el camino vecinal de plataforma entre Lamud – Chaquil Para La Transitabilidad Vehicular Distrito De Lamud – Amazonas. Comprendido por toda su extensión de km 7+060 km, camino vecinal que contiene materia granular de afirmado. Para esto se recorrerá el tramo de la vía en el viaje de 15 min. solo de ida, en la primera semana se efectuará la extracción de calicatas ubicada en cada tramo crítico de la carretera y concordando con la topografía. Luego serán llevadas las muestras al laboratorio, para ser analizadas. Una vez obtenidos los resultados del laboratorio, se procede con el análisis y diseño del camino vecinal según la normativa, siendo parte de este procedimiento de gabinete que consiste en desarrollar el mejoramiento de la vía.

Estudios físicos- mecánicos: se ejecutó los diferentes ensayos como su contenido de humedad, granulometría, además el límite de Atterberg consiste en limite líquido y limite plástico, así mismo Proctor modificado, y también CBR, como lo determina la Norma Técnica Peruana.

Dosificación: se tomó 2 dosificaciones 3% y el 6%, de Piedra Caliza, para la sustitución del suelo a analizar. A continuación, en la siguiente tabla se detalla las etapas comprende el diseño de la propuesta de solución.

Tabla 3: *Procedimientos*

PROCESO	DESCRIPCION	TIPO
1	Obtención de los materiales	Exploración de 01 calicata Piedra Caliza Granulometría Límites de Attemberg
2	Recolección de datos	Clasificación Sucs y ASSHTO Proctor Modificado CBR
3	Análisis de recolección de datos	Se analiza los datos del laboratorio de suelos mediante hojas de Cálculo.

4	Resultados	Se redacta de acuerdo a los resultados obtenidos
5	Conclusiones	Logrando los objetivos establecidos en la investigación
6	Recomendaciones	Se recomienda de acuerdo a la experiencia, para tener en cuenta en próximas investigaciones

3.6. Método de análisis de datos

Para estudio de la información recopilada usase el software especializado, como: Microsoft Office Excel (para cálculo de datos), AutoCAD “Civil 3D 2021 (Aplicación de datos “topográficos para diseño “de la vía).

3.7. Aspectos éticos

Académica, la consideración ética es una compostura de claridad y honestidad de una investigación, este es componente primordial a la moralidad científica (Sanchez Tamay, 2020, p. 32).

Profesional, La documentación prestada por la Municipalidad Provincial de Luya, análisis técnicos y páginas del Estado, se nombrará todos los orígenes de referencia. Así mismo, las tesis citadas como referencia, están susodichas al término de la frase.

IV. RESULTADOS

Reconocimiento y extracción de muestra

- Reconocimiento de Campo

✓ Ubicación geográfica y altitud

El área en estudio, concierne al Distrito de LÁMUD, Provincia de LUYA, Región de AMAZONAS; se localiza dentro de las Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 SUR: 172458.40E– 9321427.98N inicio de tramo (0+000) y 168347.77E– 9319568.42N fin de tramo (6+772), con una altitud de 2411 y 2770 m.s.n.m

Localidad	: Lámud – Chaquil
Distrito	: Lámud
Provincia	: Luya
Departamento	: Amazonas

✓ Vías de acceso y tiempo de llegada

Desde Chachapoyas, capital de Amazonas: Se sigue la carretera asfaltada a la localidad de Pedro Ruiz, en ese tramo en el centro poblado de Cáclic se desvía hacia la izquierda cruzando el Puente Cáclic, siguiendo la vía hacia la ciudad de Luya – Lámud, en material de asfalto.

- Chachapoyas – Cáclic (Pavimentado): 20 Min
- Cáclic – Luya (Pavimentado): 34 Min
- Luya – Lámud (Pavimentado): 06 Min
- Lamud – Chaquil (Afirmado): 21 Min

✓ Clasificación de la Vía

- Según su Jurisdicción: Camino Vecinal
- Según su demanda: vía substancia del estudio califica como una Trocha Carrozable, teniendo en cuenta, que el IMDA es menor a 200 veh/día.
- Según orografía: carretera tipo II y III, velocidad directriz 30 kph.

✓ **Derecho de Vía**

El derecho de vía para una carretera es de 16 metros, empero, de acuerdo al Capítulo 304.09 del volumen del Manual de Carreteras del MTC, refleja una carencia dominante del derecho de vía con un ancho de calzada constante.

✓ **Velocidad Directriz**

A partir de dicho capítulo, para una vía de tercera clasificación, con una orografía tipo 2, la rapidez de diseño recomendado varía entre 40-90 km/h, mientras que, para una orografía tipo 3 la rapidez de diseño es de 30 -50 Km/h. La rapidez de diseño para el plan **será de 30 km/h.**

✓ **Características geométricas de la vía**

Se han tomado como parámetros las características topográficas del terreno, condiciones climáticas y volumen de tráfico; detallados en la ingeniería del proyecto; la cual ha sido complementada en el presente, cuyas características geométricas son las siguientes:

- Clasif. por demanda : Trocha carrozable.
- Clasif. por orografía : Terreno ondulado y accidentado (tipo2 y tipo 3)
- Velocidad Directriz : 30 Km. / h
- Pendiente máx. : 10.00 %
- Pendiente máx. excepcional : 12.00 %
- Longitud de transición : 30 m.
- Ancho de "Calzada : 4 m.
- Cuneta : 0.25x0.30

- **Extracción de Muestras**

Los compromisos realizados durante la época de investigación, se puede compendiar de subsiguiente manera:

- Compilación y estudio de la investigación, conteniendo estudio anterior de reconocimiento de campo.
- Excavación de calicata, con extracción de muestras para ensayos en laboratorio: **01 calicata.**

La operatividad de la carretera presentará dificultades, durante su construcción y operatividad, para estar en franja de circunstancias natural compleja, por proceso hidrodinámico y geodinámico que afectarán la estabilidad de la sección de la vía, los cuales se intensificarán en los periodos de lluvias intensas (octubre - marzo).

Síntesis de trabajo realizado

El trabajo realizado durante la investigación, se puede compendiar de la subsiguiente manera:

- Excavación de 01 calicata para ensayos de laboratorio:

Tabla 4: *Distribución y metros excavados por sondeo*

TIPO	COTA DE INICIO	PROFUNDIDAD
C-01	2618.23	1.50

- Ensayo físicos y mecánicos de laboratorio de la muestra del suelo extraído, se resumen en el siguiente cuadro:

Geotecnia

La indagación geotécnica fue acabada como fragmento de la exploración geológica y geotécnica, con la substancia de tener la indagación necesaria para el progreso del estudio, y ha alcanzado el trabajo de cárcava de calicatas y recuperación de muestras de rocas.

- **Calicatas:** Se perforó un total de 01 calicata, cuya característica principal es la siguiente:
 - **Método** : Manual, a tajo abierto con toma de muestra alterada e inalterada.

- **Área** : 1 .0 x 1.50m.
- **Profundidad** : 1.50m.
- **Registro** : Natural, densidad, clase de suelo, contextura Granulométrica Humedad.

Por otra parte, permitió la producción de muestra alterada e inalterada para ser enviada al laboratorio para el ensayo respectivo y conocer su propiedad físico-mecánica.

Canteras:

El trabajo de campo consistió en la colocación de cantera y su valoración superficial, distanciamiento con relación al eje de la carretera, acceso, posible usanza, etc. Se ha definido 02 (una) fuente de material como cantera próximas a la trocha.

- Calicatas Y Muestreos: Se efectuó la cárcava de calicata en las canteras, con el propósito de lograr la característica, uniformidad, grosor y constitución litológica del material.

El ensayo correspondiente que se ha estimado es lo siguiente:

- Límite Líquido
- Límite Plástico
- Granulometría
- CBR

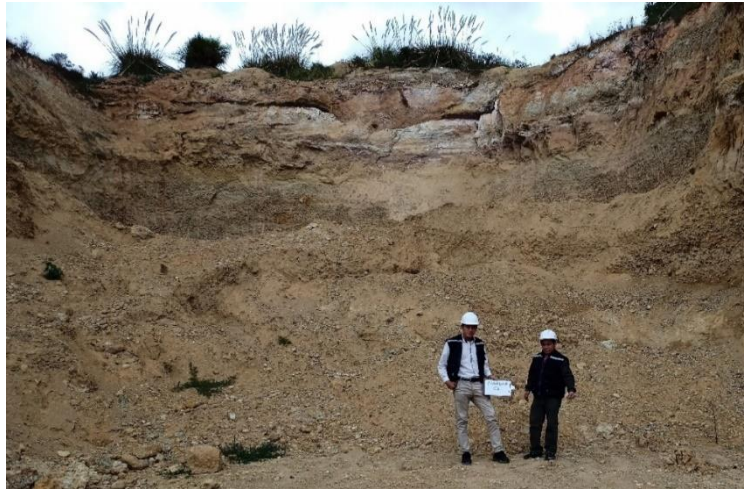
Cantera n°01 chaquil

Es de propiedad privada y se encuentra ubicada a costado de la trocha carrozable (km 2+910), fuera del área de estudio; se encuentra hacia el lado derecho de la carretera Lámud – Chaquil, conformada por un material de tipo roca sedimentaria (Caliza). Se apreció una capacidad aproximada de 45,000 m³ de material de Piedra Caliza.

Motivo de que la cantera se encuentra a un costado de la carretera su explotación se puede realizar en cualquier época del año.

- **Explotación** : Todo el año.
- **Equipo para explotación** : Tractor s/oruga
Excavadora s/oruga
Cargador Frontal
Zaranda
Chancadora
- **Propiedad** : Privada.
- **Potencia** : 45,000 m³
- **Rendimiento** : 60%.
- **Materiales a Extraer** : Piedra Caliza y Afirmado

Figura 1: Cantera Chaquil



Ensayos de Laboratorio de Suelos

Para establecer las características del espécimen extraído del suelo en estudio, se somete a ensayos físicos, como la granulometría por tamizado, contenido de humedad, Limite de Atterberg e índice de plasticidad, como también a los ensayos mecánicos, como el Proctor modificado y el ensayo CBR.

Ensayos Físicos:

Granulometría por Tamizado: A través de este ensayo se determina la proporción de partículas que constituyen del suelo. A continuación, se exhibe los factores resultantes obtenidos en el presente ensayo:

Tabla 5: *Granulometría del espécimen extraído del suelo*

Calicata	C-1
Peso Seco Inicial	495.82 gr
Peso Seco Lavado	484.49 gr.
Peso perdido por lavado	24.6 gr.

Figura 2: Cantera Chaquil

Tamiz(Apertura)		Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)
N°	(mm)				
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	22.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.50	4.57	0.0	0.94	99.06
1/4"	6.30	2.48	0.0	1.46	98.54
N° 4	4.75	0.71	0.1	1.60	98.40
N° 10	2.00	9.17	2.1	3.49	96.51
N° 20	0.850	32.17	2.6	10.13	89.87
N° 30	0.600	89.75	9.6	28.66	71.34
N° 40	0.425	43.58	6.1	37.65	62.35
N° 60	0.250	75.42	33.2	53.22	46.78
N° 100	0.150	85.67	37.6	70.90	29.10
N° 200	0.075	105.49	4.4	92.68	7.32
< 200		35.48	4.3	100.0	0.0
Total		484.49			100.0

Según la clasificación AAHSTO, el suelo estudiado pertenece a un Material Granular de Excelente a bueno como subgrado A-2-6 (Grava y Arena arcillosa o limosa). Sin embargo, en la clasificación SUCS, arroja un suelo de partículas gruesas limpias (Arena mal graduada con arcilla SP-SC).

Contenido de Humedad:

Se determina con la relación, que indica el porcentaje de agua en correspondencia con el peso del suelo seco, se efectúa hallando el peso

del agua eliminada, secando el suelo en estado natural hasta un peso no variable en el horno.

Tabla 6: *Ensayo Contenido de Humedad*

ENSAYO N°	C-1
Peso de tara + MH	728.91
Peso de tara + MS	629.30
Peso de tara	133.48
Peso del agua	99.61
MS	495.82
Contenido de humedad (%)	20.09

En el presente ensayo ha sido efectuado en fundamento a la norma MTC E 108, el contenido de humedad obtenido **es relativamente bajo**.

Límites de Atterberg: El límite de Atterberg o límite de Consistencia establece la sensibilidad del suelo al contenido de humedad y define límites correspondientes a cuatro estados de consistencia dependiendo del contenido de humedad, lo que permite representar el suelo en consecuencia.

Límite Plástico: No presenta límite plástico por la humedad relativamente baja.

Límite Líquido: No presenta límite plástico por la humedad relativamente baja.

Índice de Plasticidad: Este ensayo se ejecutó de acuerdo a la norma MTC E 111, no presenta de índice de plasticidad.

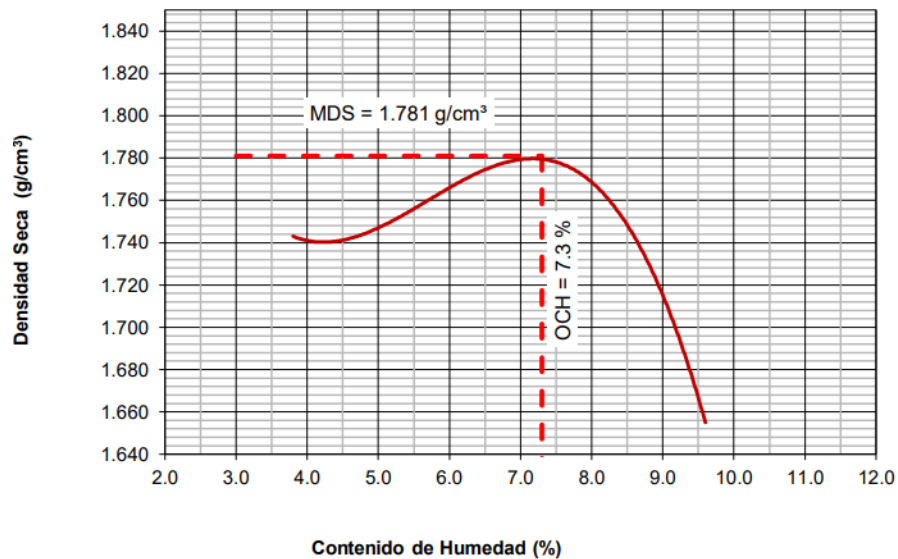
Ensayos Mecánicos

Proctor Modificado: El ensayo Proctor modificado a ejecutarse en laboratorio nos permite instaurar la correlación entre el contenido de agua y el peso unitario seco del suelo compactado.

Tabla 7: Resultado del ensayo Proctor modificado

Proctor Modificado		
Muestras	Optimo Contenido de Humedad % (OCH)	Máxima Densidad Seca g/cm ³ (MDS)
CALICATA 1	7.3%	1.781 g/cm ³

Figura 3: Curva densidad seca vs Contenido de humedad

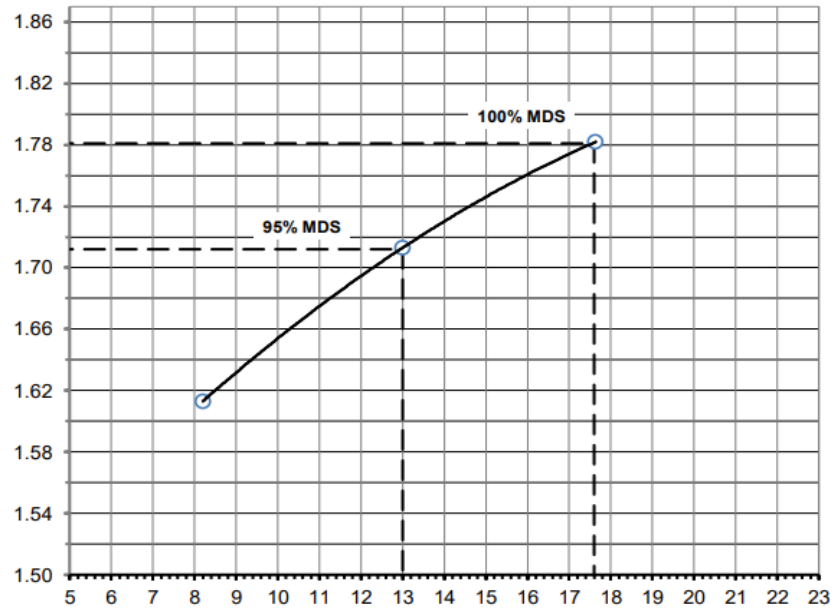


Ensayo de CBR: Este ensayo permite conocer la resistencia del suelo, mayormente usado para el diseño de pavimentos.

Tabla 8: Resultados de CBR para calicata

Muestra	CBR al 95%	CBR al 100%
CALICATA 1	13.0 %	17.6 %

Figura 4: CBR a 2.5mm de penetración (%)



Proporción de piedra caliza

Para establecer la proporción óptima de piedra caliza en el suelo investigado, se precisó agregar desemejantes cantidades de piedra caliza dependiendo del peso del suelo seco. El suelo arcilloso y la piedra caliza se desecaron en horno y luego se acopiaron en recipientes de plástico. Las mezclas de suelo y piedra caliza se midieron cada una por peso de acuerdo con los porcentajes indicados, los porcentajes de las mezclas y los símbolos asociados con cada material en las combinaciones de suelo de arcilla y piedra caliza y arena gruesa.

Tabla 9: *Combinación de material de acuerdo a su proporción para el suelo arenoso y PC*

Combinación	Porcentaje de suelo arenoso	Porcentaje de Piedra Caliza	Simbología
Suelo de arena mal graduada con arcilla.	100	0	S
Piedra Caliza	0	100.00	PC
Combinación 1	97.00	3.00	S97PC3
Combinación 2	94.00	6.00	S94PC6

En la tabla, se establece una enumeración a cada tipo de espécimen que se analizara:

S97 – PC3: Suelo al 97% y Piedra Caliza al 3%

S94 – PC6: Suelo al 94% y Piedra Caliza al 6%

Para determinar el porcentaje óptimo de caliza para la estabilización de suelos franco-arenosos, se ejecutaron varios ensayos de laboratorio con muestras de suelo natural y se deben realizar mezclas de estos con porcentajes de los materiales utilizados. Las derivaciones obtenidas en estos ensayos son fundamentales, para precisar los parámetros de trabajo óptimos para la estabilización de obras de gran envergadura en carreteras. Una muestra representativa de caliza, se sometió a pruebas de caracterización física y mecánica. Para conocer las propiedades de resistencia de las arenas arcillosas estabilizadas con caliza se utilizan como coeficientes los valores obtenidos de los ensayos CBR.

Ensayos mecánicos al 3%:

Proctor Modificado: Una prueba Proctor modificada realizada en el laboratorio permite establecer la relación entre el contenido de humedad y el peso seco del suelo compactado en un encofrado en capas de dimensiones específicas utilizando un matraz de 10 lbf.

Tabla 10: Resultado del ensayo proctor modificado al 3%

Muestras	Proctor Modificado	
	Optimo Contenido de Humedad % (OCH)	Máxima Densidad Seca g/cm ³ (MDS)
CALICATA 1	8.2%	1.791 g/cm ³

Figura 5: Curva densidad seca vs Contenido de humedad al 3%

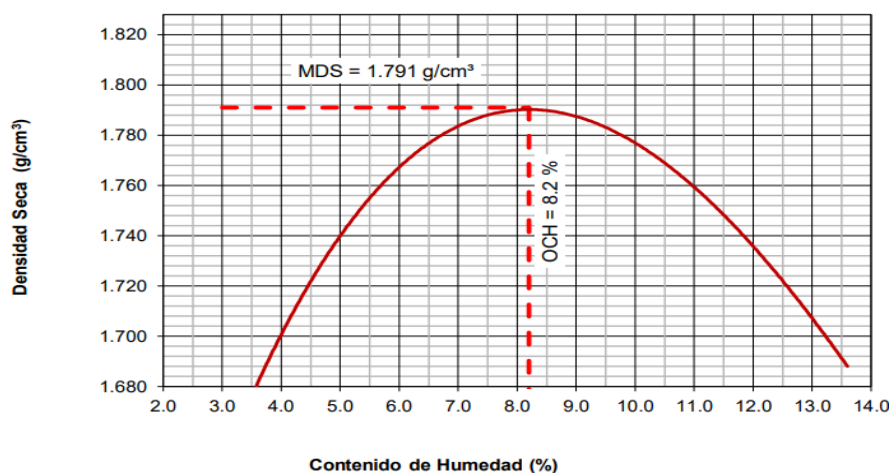
Ensayo de CBR: Esta prueba es una de las pruebas más frecuentes y relativamente simples y se usa principalmente en el diseño de aceras para proporcionar resistencia del suelo, subrasante, subrasante y potencial de

subrasante. Esta prueba se realiza en suelo experimentado en condiciones de humedad y densidad, pero también se puede realizar en muestras de suelo no alteradas.

Tabla 11: Resultado de CBR para calicata al 3%

Muestras	CBR al 95%	CBR al 100%
CALICATA 1	17.5%	24.0 %

Figura 6: CBR a 2.5mm de penetración al 3% (%)



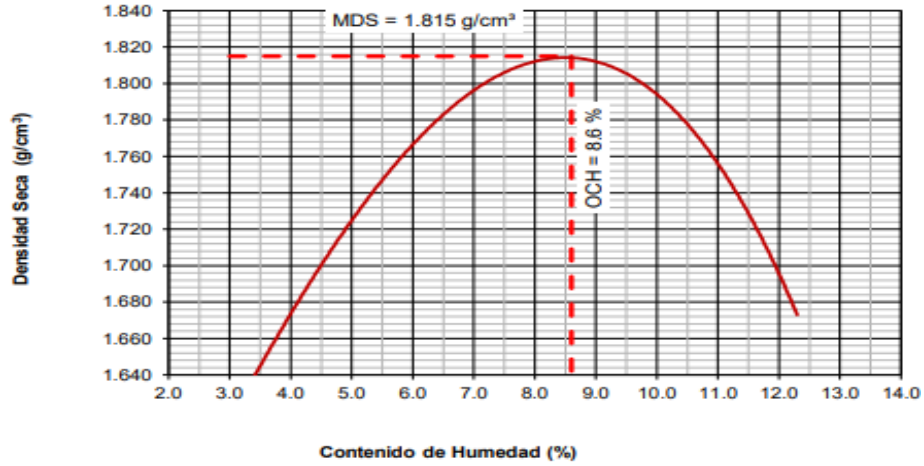
Ensayos mecánicos al 6%:

Proctor Modificado: La prueba Proctor modificada, realizada en el laboratorio, utiliza un matraz de 10 lbf para establecer la correlación entre el contenido de humedad y el peso seco del suelo compactado en un encofrado en capas de dimensiones específicas.

Tabla 12: Resultado del ensayo proctor modificado al 6%

Muestras	Proctor Modificado	
	Optimo Contenido de Humedad % (OCH)	Máxima Densidad Seca g/cm3 (MDS)
CALICATA 1	8.6%	1.815 g/cm ³

Figura 7: Curva densidad seca vs Contenido de humedad al 6%

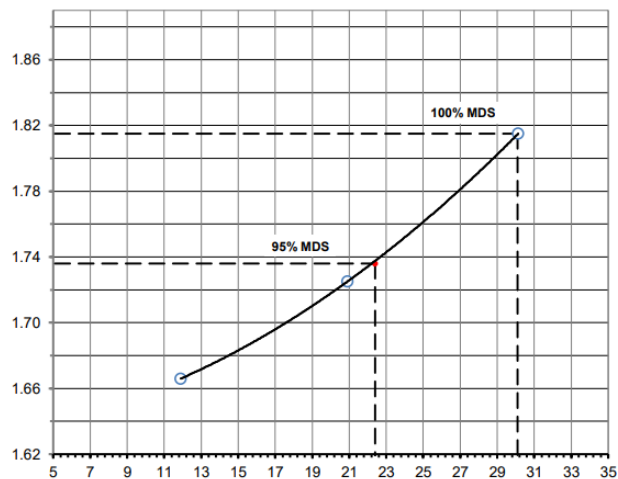


Ensayo de CBR: Es relativamente complejo, conocer la resistencia del suelo para valuar la resistencia potencial de las calzadas. Esta prueba se realiza en suelo preparado en condiciones de humedad y densidad, pero también se puede realizar en muestras de suelo no alteradas.

Tabla 13: Resultado de CBR para calicata al 6%

Muestras	CBR al 95%	CBR al 100%
CALICATA 1	22.4 %	30.1 %

Figura 8: CBR a 2.5mm de penetración al 6% (%)



Análisis de resultados

De los ensayos efectuados en el presente estudio, se logró corroborar el mejoramiento de la subrasante, con porcentajes de 3% Y 6% de Piedra Caliza (PC), como se exhibe en la siguiente tabla:

Tabla 14: Síntesis de resultados de Ensayos

	Est. Natural	Con PC al 3%	Con PC al 6%	Observaciones
- Proctor Modificado				
OCH	7.3%	8.20%	8.60%	-Se observa un aumento de 0.90 a 1.30
MDS	1.781 g/cm ³	1.791 g/cm ³	1.815 g/cm ³	-Se observa un aumento de 0.01 a 0.034
- CBR				
AI 95%	13.0%	17.5%	22.40%	- La capacidad de soporte de la subrasante, aumentó de 4.5% a 9.4%.
AI 100%	17.6 g/cm ³	24.0 g/cm ³	30.1 g/cm ³	-La capacidad de soporte aumentó de 6.4 a 12.5

Se ha evidenciado un aumento en los índices de las propiedades mecánicas del suelo, el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca aumento ligeramente al ser sometido al porcentaje de 3% de adición de PC, como también, la capacidad de soporte de la subrasante, aumentó de 4.5%.

La muestra al ser mezclada con un porcentaje mayor a 3% de PC, los resultados obtenidos han presentado una mejora considerable de sus propiedades mecánicas, por ejemplo, al ser mezclado con PC al 6%, el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca aumentó a 8.60% y 1.815 respectivamente, de la misma forma la capacidad de soporte de la subrasante, aumentó a 22.40%, con un margen superior de 9.4%.

Por lo tanto, se demuestra que la Piedra Caliza (PC), influye positivamente en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, además de que, a mayor proporción de dosificación, se evidencia un aumento del óptimo contenido de humedad (OCH) y la máxima densidad seca (MDS), lo que termina optimizando la capacidad de soporte de la subrasante.

V. DISCUSIÓN

La presente investigación de mejoramiento del camino vecinal, está encaminado con los requisitos mínimos de diseños de la normativa vigente, concerniente a mejoramiento de proyectos de infraestructura vial, donde se establece el parámetro necesario para el diseño y funcionamiento en el tiempo de vida del proyecto.

Concerniente al reconocimiento de campo, el relieve superficial del terreno en el espacio de investigación del proyecto, se consiguió una orografía ondulada y accidentada (Tipo 2 y Tipo 3) de pendiente transversal entre 3-40%, pero con pendiente longitudinal de terreno para la vía de 3% hasta 13%, con respecto a la normativa es de carácter ondulada y accidentada cuando es más alto la pendiente, para la ejecución se requiere de movimiento importante de tierra según el DG-2018. No obstante, según Enríquez (2016), esta topografía es particular en la sierra, en su estudio se encontró un relieve y pendiente congruentemente acentuadas.

Con respecto a los ensayos de mecánica de suelos del proyecto, en el cual se esboza el diseño, se obtuvo una muestra de suelo en el lugar donde no se intercepte el tráfico y en el lugar estratégico, como establece el Manual de Carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2014), quien tuvo suelo de arena mal graduada con arcilla con un CBR de la subrasante de 13.0% que es considerado en estas zonas, que se debe realizar trabajos de mejoramiento de subrasante. En este tramo se recomienda el empleo de taludes de corte 1 :3 con banquetas a 5.00m de altura. El talud de relleno recomendado es de 1:1.5.

En la clasificación que presenta el suelo encontrado, se determinó un suelo SP-SC, clasificación de acuerdo al SUCS, el suelo de acuerdo a su constitución granulométrica presenta un mediano contenido de arena mal graduada con arcilla ($\geq 50\%$ de fracción gruesa que pasa el tamiz n.º 4), con un CBR promedio al 95% de la subrasante de 13.0%. No obstante, en el dato obtenido por Acosta y Becerra (2016), quien tuvo suelos arcillosos con un CBR de la subrasante de 10.15%, que se calificó como Regular, por ser un CBR menor a 15%.

En el estudio de la cantera se localizó una propiedad privada que encuentra ubicada a costado de la trocha carrozable (km 2+910) del punto de inicio, fuera del área de influencia del estudio de **Cantera N°01 Chaquil**, con un granular material, fragmento de roca, arena y grava presenta una potencia de 45,000 m³ constituido por Piedra Caliza. El fragmento tiene forma alargada plana.

Con respecto al diseño geométrico de la carretera, su categorización por demanda, trocha carrozable y categorización por orografía (terreno ondulado y accidentado tipo 2 y tipo 3), para este tipo de vía se considera 4.00 m de superficie de rodadura y cuneta lateral de 0.60m (total de 5.20 de plataforma en sección cerrada), este valor se encuentra dentro del rango que establece las normas para tal efecto. El mejoramiento de la subrasante, se determina teniendo en cuenta el volumen de tráfico, y basados en los resultados geológicos y geotécnicos.

VI. CONCLUSIONES

1. Se logró el reconocimiento del camino vecinal Lamud – Chaquil, con los datos del estado actual de la zona a intervenir en la localidad de Lamud, tanto como la cartografía o topografía existente de la zona en estudio. Al efectuar la topografía se evidenció el relieve de carácter ondulado con unas pendientes de 11-30%, se logró identificar la cantera con material de Piedra Caliza (CANTERA N°01 CHAQUIL), con una potencialidad de 45 000 m³.
2. Al efectuar los ensayos de laboratorio, se determinó las características del suelo, como, en la clasificación que presenta, se determinó un suelo SP-SC, clasificación de acuerdo al SUCS, el suelo de acuerdo a su constitución granulométrica presenta un mediano contenido de arena mal graduada con arcilla ($\geq 50\%$ de fracción gruesa que pasa el tamiz n.º 4), con un CBR promedio al 95% de la subrasante de 13.0%.
3. Se evaluó el porcentaje de piedra caliza en la mezcla de suelo, en donde, la muestra al ser mezclada con un porcentaje de 3% y 6% de Piedra Caliza, los resultados obtenidos han presentado una mejora considerable de sus propiedades mecánicas.
4. Se analizó las propiedades en estado natural de el indicio del terreno y con las dosificaciones de suelo-caliza, en el cual, al ser mezclado con Piedra Caliza al 3%, se ha registrado un aumento en los índices de las propiedades mecánicas del suelo, el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca, como también, la capacidad de soporte de la subrasante, aumentó de 4.5%. Por consiguiente, al ser mezclado con Piedra Caliza al 6%, el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca aumentó a 8.60% y 1.815 respectivamente, de la misma forma la capacidad de soporte de la subrasante, aumentó a 22.40%, con un margen superior de 9.4%.

VII. RECOMENDACIONES

1. Como se evidenció en la presente investigación, que la Piedra Caliza, resultó un estabilizador para suelos, mejorando su resistencia a la capacidad de soporte de la subrasante, por consiguiente, se insta a extender con las investigaciones con desemejantes tipos de suelos.
2. Para mejorar las propiedades del suelo, depende de muchos factores como las características física-mecánicas del suelo y las circunstanciales climatológicas, por lo tanto, se recomienda valorar el potencial estabilizador que poseerá la Piedra Caliza en los diferentes tipos de suelos.
3. En la ejecución del proyecto se debe efectuar considerando el efecto climático del lugar como en temporada de lluvia, para que se evite problemas en la construcción.

REFERENCIAS

- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2008). Manual de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito EG-CBT2008, Peru.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (2017), guía de Ensayo de Materiales, Perú, 1268 pp.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (2014), guía Sección, Suelos y Pavimentos, Perú, 301 pp.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2018), Manual de carreteras: Diseño geométrico DG-2018, Perú, 195p
- MINISTERIO DE TRANSPORTE CENTROAMERICANO (2015), Manual centroamericano de normas para el diseño de carreteras. Diseño geométrico 2015, Centroamérica, 350p.
- Instituto de la Construcción y Gerencia. *Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos.*
- Ruiz y Guerra (2018) Influencia de la adición de ceniza de cáscara de arroz activada alcalinamente sobre la estabilización ecológica de la mezcla suelo - sedimento en la provincia de virú.
<https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11041>
- Behak, L., & Peres, W. (2018). Effect of burning temperature on alkaline reactivity of rice husk ash with lime. *Road Materials and Pavement Design.*
- Vacca y Larrahondo (2019), Degradación del módulo resiliente, debida a residuos producto de combustión de carbón, en arcillas de baja plasticidad
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S071850732019000300225&script=sci_arttext&tIng=e
- Goñas (2019) Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada.
<http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/CNI/article/view/589>
- Galves y Aponte (2019) Estudio experimental del comportamiento geotécnico de suelo arenoso mejorado con ceniza proveniente de la quema de madera y carbón de las ladrilleras artesanales del distrito del Lurigancho, Lima
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/648674>
- Pérez Collantes (2014). Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada. 2014

Cubas & Chávez (2016). Evaluación de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y aplicación en carreteras no pavimentadas. 2016

ANEXOS

Anexo N°01: Panel Fotográfico

Figura 9: Excavación de calicata para extracción de muestra



Figura 10: Extracción de muestra de la Calicata N°01



Figura 11: Cantera Chaquil (Piedra Caliza)



Figura 12: Ensayo de granulometría de la muestra extraída



Figura 13: Ensayo de Límites de Consistencia

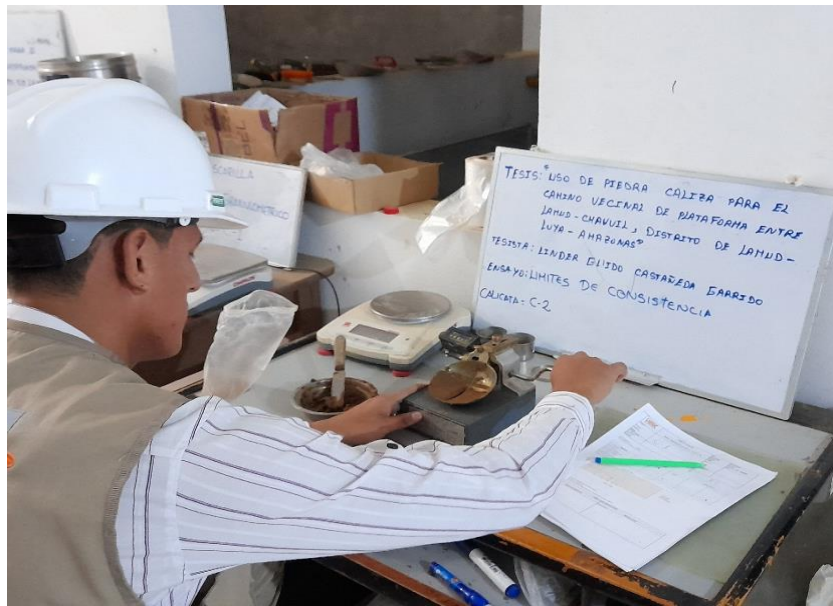


Figura 14: Ensayo de contenido de humedad de la muestra extraída



Figura 15: Ensayo de Proctor Modificado

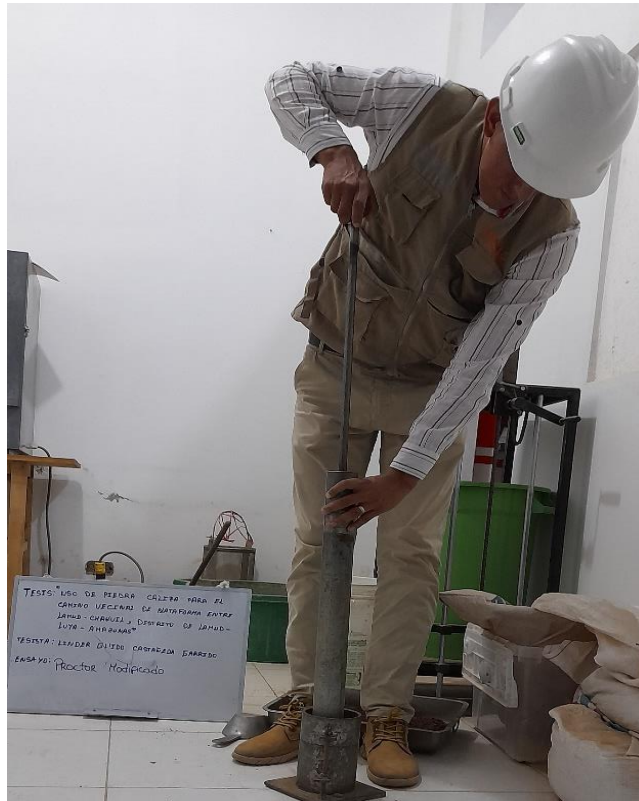



Figura 16: Ensayo de CBR de la muestra extraída



Anexo N°02: Estudio de Mecánica de Suelos

 GRUPO DASAT <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	"USO DE PIEDRA CALIZA PARA EL CAMINO VECINAL DE PLATAFORMA ENTRE LAMUD – CHAQUIL, DISTRITO DE LAMUD – LUYA - AMAZONAS"	FECHA: JULIO - 2022
	REG. DE ESTUDIO N°026-2021	

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

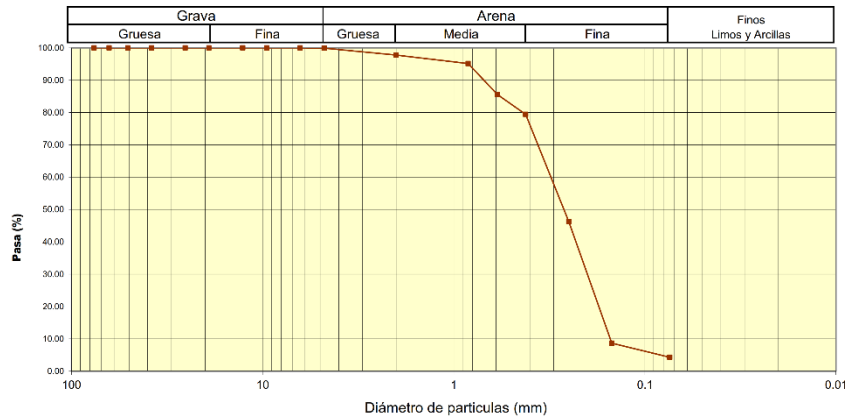
SOLICITA : Revilla Hidalgo, Santos Elias
 Castañeda Garrido Linder Guido
TESIS : "Uso de piedra caliza para el camino vecinal de plataforma entre Lamud – Chaquil, distrito de Lamud – Luya - Amazonas"
MUESTRA : TERRENO NATURAL C1
LUGAR : Camino vecinal Lamud - Chaquil
FECHA : 04/07/2022

Peso Seco Inicial	495.82 gr.	CALICATA	: C - 1
Peso Seco Lavado	484.49 gr.	ESTRATO	: M - 1
Peso perdido por lavado	24.6 gr.	PROF. (m)	: 0.00 a 1.50

Tamiz(Abertura)	N°	(mm)	Peso Retenido(gr.)	Retenido Parcial(%)	Retenido Acumulado(%)	Pasante (%)	Clasificació AASHTO
2 1/2"		76.20	0.0	0.0	0.0	100.0	Material granular,excelente a bueno como subgrado
2"		50.80	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"		37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"		22.50	0.0	0.0	0.0	100.0	A-2-6 Grava y arena arcillosa o limosa
3/4"		19.00	0.0	0.0	0.0	100.0	Valor del índice de grupo (G) : 0
1/2"		12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.)
3/8"		9.50	4.57	0.0	0.94	99.06	Suelo de partículas gruesas limpias.
1/4"		6.30	2.48	0.0	1.46	98.54	Arena mal graduada con arcilla
N° 4		4.75	0.71	0.1	1.60	98.40	SP-SC
N° 10		2.00	9.17	2.1	3.49	96.51	
N° 20		0.850	32.17	2.6	10.13	89.87	Pasa tamiz N° 4 (%) : 98.40
N° 30		0.600	89.75	9.6	28.66	71.34	Pasa tamiz N° 200 (%) : 7.32
N° 40		0.425	43.58	6.1	37.65	62.35	D60 (mm) : 0.38
N° 60		0.250	75.42	33.2	53.22	46.78	D30 (mm) : 0.17
N° 100		0.150	85.67	37.6	70.90	29.10	D10 (mm) : 0.09
N° 200		0.075	105.49	4.4	92.68	7.32	Cu 4.26
< 200			35.48	4.3	100.0	0.0	Cc 0.81
Total			484.49			100.0	

límite líquido LL	0
límite plástico LP	0
índice plasticidad IP	0

CURVA GRANULOMETRICA




GRUPO DASAT
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DARLIN M. AVELLANEDA HERNÁNDEZ
 LABORATORISTA
 CIP N° 77914385

GRUPO DASAT
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DARWIN J. SÁNCHEZ TAMAYO
 INGENIERO CIVIL
 CIP 22863

 GRUPO DASAT <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	"USO DE PIEDRA CALIZA PARA EL CAMINO VECINAL DE PLATAFORMA ENTRE LAMUD – CHAQUIL, DISTRITO DE LAMUD – LUYA - AMAZONAS"	FECHA: JULIO - 2022
	REG. DE ESTUDIO N°026-2021	

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	Revilla Hidalgo, Santos Elías		
	Castañeda Garrido Linder Guido		
TESIS	"Uso de piedra caliza para el camino vecinal de plataforma entre Lamud – Chaquil, distrito de Lamud – Luya - Amazonas"		
LUGAR	Camino vecinal Lamud - Chaquil		
		NIVEL FREÁTICO (m.)	No presenta
FECHA	04/07/2022	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 1 M - 1	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50


MUESTRA		PROFUNDIDAD		CARACTERÍSTICAS
Simbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	
			M - 1	De -0.00 a -1.50 m. Arena mal graduada arenas con grava, pocos finos o sin finos de color beige claro , no presenta plasticidad, sin gravas de grano y textura fina a media, de compacidad compacto y en estado ligeramente humedo.

GRUPO DASAT
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DARLIN M. VELLANDA HERNANDEZ
LABORATORISTA
N° 17914305

GRUPO DASAT
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS


DARWIN J. SANCHEZ TAMAYO
INGENIERO CIVIL
CIP° 228633

	"USO DE PIEDRA CALIZA PARA EL CAMINO VECINAL DE PLATAFORMA ENTRE LAMUD – CHAQUIL, DISTRITO DE LAMUD – LUYA - AMAZONAS"	FECHA: JULIO - 2022
	REG. DE ESTUDIO N°026-2021	

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

SOLICITA : Revilla Hidalgo, Santos Elías
Castañeda Garrido Linder Guido

TESIS : "Uso de piedra caliza para el camino vecinal de plataforma entre Lamud – Chaquil, distrito de Lamud – Luya - Amazonas"

MUESTRA : CALICATA-01

LUGAR : Camino vecinal Lamud - Chaquil

FECHA : 04/07/2022


ENSAYO N°	C-1
Peso de tara + MH	728.91
Peso de tara + MS	629.30
Peso de tara	133.48
Peso del agua	99.61
MS	495.82
Contenido de humedad (%)	20.09

NOTA : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.


GRUPO DASAT
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
DARLIN N. AVELLANA HERNANDEZ
 LABORATORISTA
 N° N° 77914385

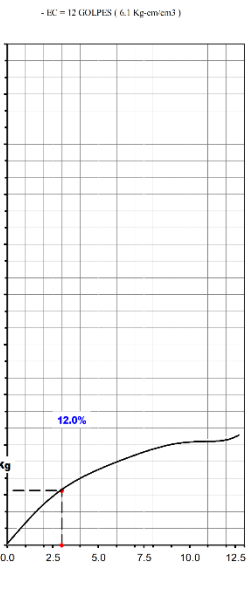
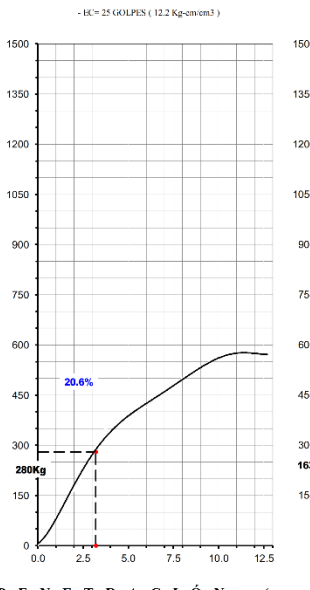
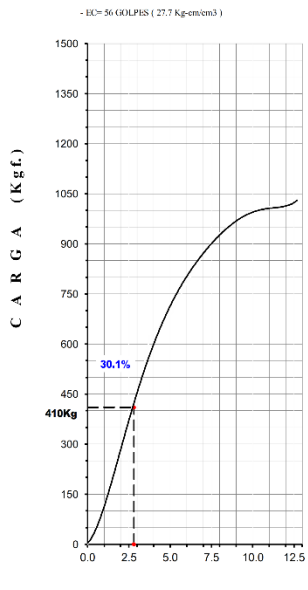
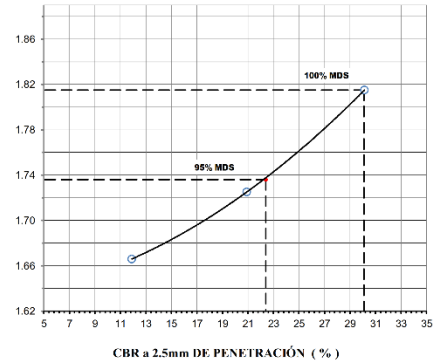
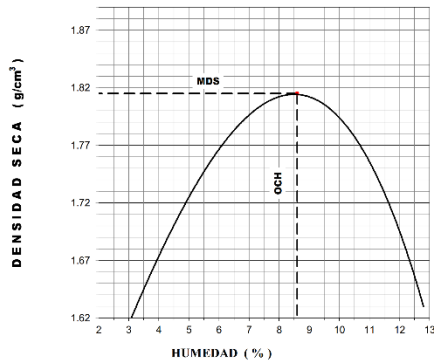

GRUPO DASAT
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DARWIN J. SANCHEZ TAMAYO
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 228633

 GRUPO DASAT <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	"USO DE PIEDRA CALIZA PARA EL CAMINO VECINAL DE PLATAFORMA ENTRE LAMUD – CHAQUIL, DISTRITO DE LAMUD – LUYA - AMAZONAS"	FECHA: JULIO - 2022
	REG. DE ESTUDIO N°026-2021	

RELACION DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]-EXPERIMENTAL-6%

SOLICITA	Revilla Hidalgo, Santos Elias y Castañeda Garrido Linder Guido	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS	"Uso de piedra caliza para el camino vecinal de plataforma entre Lamud – Chaquil, distrito de Lamud – Luya - Amazonas"	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.815
		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.6
		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	30.1
MATERIAL	TERRENO NATURAL C - 1	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	22.4
		EMBEBIDO :	4 DIAS
	FECHA : 04-07-2022	EXPANSIÓN :	
		ABSORCIÓN :	1.2 %
		HUMEDAD DE PENETRACIÓN :	9.8 %




P E N E T R A C I Ó N (m m)

GRUPO DASAT
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DARLIN M. AVELLANEDA HERNANDEZ
 LABORATORISTA
CIP N° 17914365

GRUPO DASAT
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DARWIN J. SANCHEZ TAMAY
 INGENIERO CIVIL
CIP N° 228633

	*USO DE PIEDRA CALIZA PARA EL CAMINO VECINAL DE PLATAFORMA ENTRE LAMUD – CHAQUIL, DISTRITO DE LAMUD – LUYA - AMAZONAS*	FECHA: JULIO - 2022
	REG. DE ESTUDIO N°026-2021	

**RELACION DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL-6%
NORMA ASTM D- 1883**

SOLICITA : Revilla Hidalgo, Santos Elias
Castañeda Garrido Linder Guido
 TESIS : *Uso de piedra caliza para el camino vecinal de plataforma entre Lamud – Chaquil, distrito de Lamud - Luya - Amazonas.
 MATERIAL : TERRENO NATURAL C-1
 FECHA : 04/07/2022


Características						
Numero de Molde		1	2	3		
Numero de Capas		5	5	5		
Numero de Golpe		56	25	12		
Energia Compactacion [kg-cm]/cm ²		27.7	12.2	6.1		
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)		8,155.0	7,910.0	7,600.0		
02 - Peso del molde (g)		4,100.0	4,100.0	3,950.0		
03 - Peso suelo humedo (g)		4,055.0	3,810.0	3,650.0		
04 - Volumen de molde, cm ³		2,082.000	2,059.000	2,041.000		
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)		1.948	1.850	1.788		
06 - Tarro N°		0.0	0.0	0.0		
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)		499.0	605.0	611.0		
08 - Peso suelo seco + tarro (g)		479.2	577.6	583.3		
09 - Peso del agua (g)		19.8	27.4	27.7		
10 - Peso del tarro (g)		208.0	202.0	204.6		
11 - Peso suelo seco (g)		271.2	375.6	378.7		
12 - Contenido de humedad (%)		7.3	7.3	7.3		
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)		1.815	1.725	1.666		
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01						
Dia 02						
Dia 03						
Dia 04						
Expansión, %						
Absorción						
Numero de molde		1	2	3		
01 - Peso suelo humedo antes (g)		4,055.0	3,810.0	3,650.0		
02 - Peso suelo embebido + molde (g)		8,200.3	7,970.4	7,668.0		
03 - Peso del molde (g)		4,100.0	4,100.0	3,950.0		
04 - Peso suelo embebido (g)		4,100.3	3,870.4	3,718.0		
05 - Peso del agua absorbida (g)		45.3	60.4	68.0		
06 - Peso del suelo seco (g)		3,779.1	3,551.0	3,401.2		
07 - Absorción de agua (%)		1.2	1.7	2.0		
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	9.0	66.2	8.0	61.9	6.0	53.4
1.3	32.0	163.9	18.0	104.4	12.0	78.9
1.9	55.0	261.6	32.0	163.9	19.0	108.7
2.5	78.0	359.35	44.0	214.88	28.0	146.90
3.2	104.0	469.8	62.0	291.4	34.0	172.4
3.8	139.0	618.5	77.0	355.1	42.0	206.4
5.08	158.0	699.3	81.0	372.1	45.0	219.1
7.6	208.0	911.7	108.0	486.8	60.0	282.9
10.16	228.0	996.7	126.0	563.3	66.0	308.4
12.7	236.0	1030.7	128.0	571.8	71.0	329.6
Carga [%]	359.35 kgf. [26.4%]		214.88 kgf. [15.8%]		146.9 kgf. [10.8%]	


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

 DARLIN M. AVELLANEDA HERNANDEZ
 LABORATORISTA
 N° 1791438


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

 DARWIN J. SANCHEZ TAJAN
 INGENIERO CIVIL
 CIP 228633

	"USO DE PIEDRA CALIZA PARA EL CAMINO VECINAL DE PLATAFORMA ENTRE LAMUD – CHAQUIL, DISTRITO DE LAMUD – LUYA - AMAZONAS"	FECHA: JULIO - 2022
	REG. DE ESTUDIO N°026-2021	

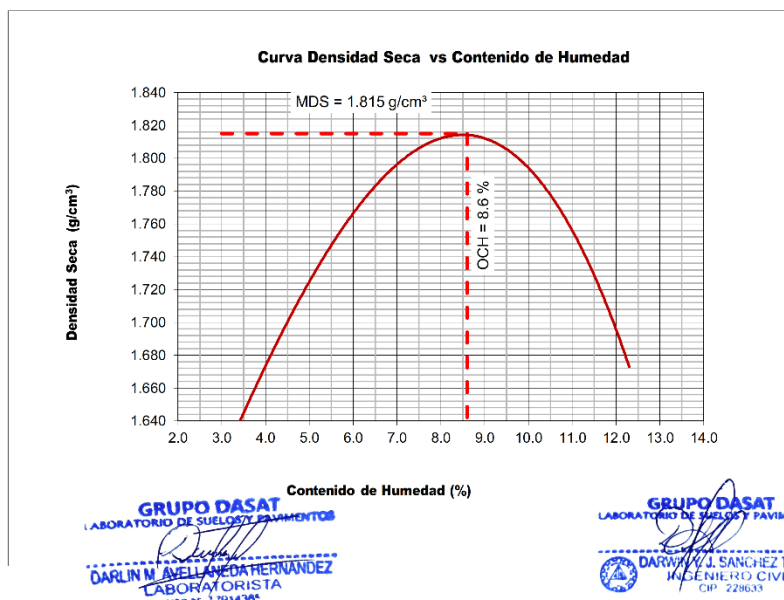
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL-6%

NORMA ASTM D- 698/ MTC E 116

SOLICITA : Revilla Hidalgo, Santos Elias
 Castañeda Garrido Linder Guido
 TESIS : "Uso de piedra caliza para el camino vecinal de plataforma entre Lamud – Chaquil, distrito de Lamud – Luya - Amazonas"
 MATERIAL : TERRENO NATURAL C-1
 FECHA : 04/07/2022

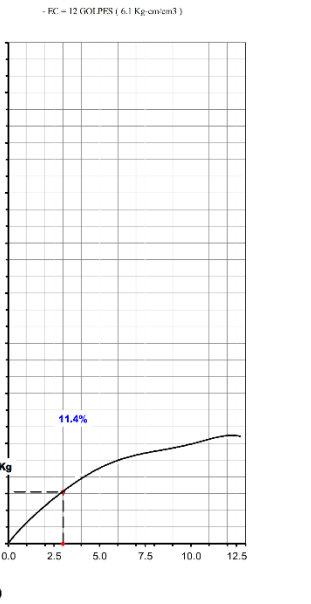
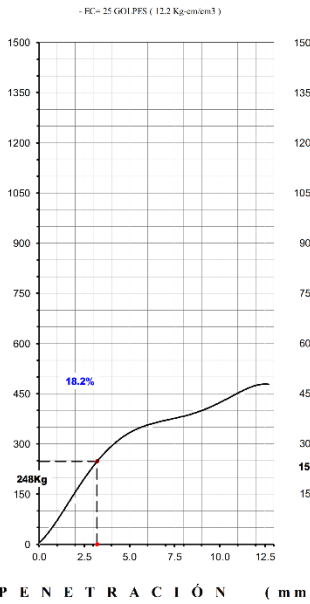
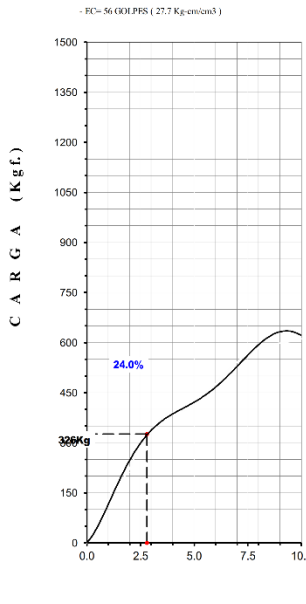
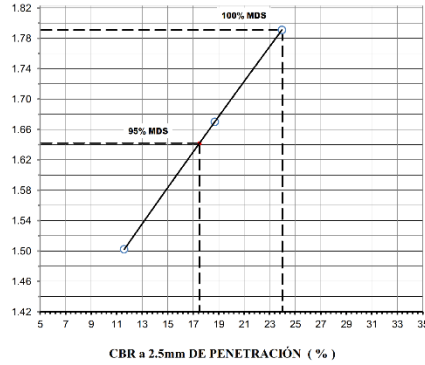
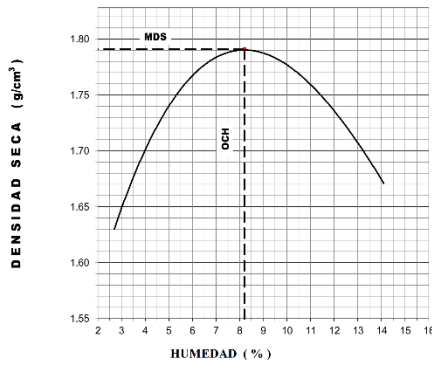
Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	(600 KN-m/m ³ (12 400 pie-lbf/pie ³))			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3770	3973	4078	3974
02 - Peso del Molde (g)	1979.0	1979.0	1979.0	1979.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1791.0	1994.0	2099.0	1995.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	1062.0	1062.0	1062.0	1062.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.686	1.878	1.976	1.879
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	488.0	512.0	498.0	509.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	479.0	494.0	472.9	472.0
09 - Peso del agua (g)	9.0	18.0	25.1	37.0
10 - Peso del tarro (g)	205.0	200.0	200.0	170.0
11 - Peso suelo seco (g)	274.0	294.0	272.9	302.0
12 - Contenido de Humedad (%)	3.3	6.1	9.2	12.3
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.633	1.770	1.810	1.673

Contenido Optimo Humedad **8.6 %** Densidad Seca Maxima, **1.815 g/cm³**



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]-EXPERIMENTAL-3%

SOLICITA	Revilla Hidalgo, Santos Elias y Castañeda Garrido Linder Guido	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS	"Uso de piedra caliza para el camino vecinal de plataforma entre Lamud - Chaquil, distrito de Lamud - Luya - Amazonas"	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.791
		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.2
		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	24.0
MATERIAL	TERRENO NATURAL C - 1	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	17.5
	FECHA: 04-07-2022	EMBEBIDO: 4 DIAS	EXPANSIÓN:
		ABSORCIÓN: 1.1%	HUMEDAD DE PENETRACIÓN: 9.3%




GRUPO DASAT
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DARLIN M. AVELLANEDA HERNANDEZ
 LABORATORISTA
 CIP: N° 17914368

GRUPO DASAT
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DARWIN J. SANCHEZ TAMAY
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 228633

 GRUPO DASAT	"USO DE PIEDRA CALIZA PARA EL CAMINO VECINAL DE PLATAFORMA ENTRE LAMUD – CHAQUIL, DISTRITO DE LAMUD – LUYA - AMAZONAS"	FECHA: JULIO - 2022
	REG. DE ESTUDIO N°026-2021	

RELACION DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL-3%
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : Revilla Hidalgo, Santos Elias
Castañeda Garrido Linder Guido

TESIS : "Uso de piedra caliza para el camino vecinal de plataforma entre Lamud – Chaquil, distrito de Lamud – Luya - Amazonas"


MATERIAL : TERRENO NATURAL C-1

FECHA : 04/07/2022

Características						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	25	12			
Energia Compactacion [kg-cm]/cm ²	27.7	12.2	6.1			
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,074.0	7,700.0	7,215.0			
02 - Peso del molde (g)	4,100.0	4,100.0	3,950.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	3,974.0	3,600.0	3,265.0			
04 - Volumen de molde, cm ³	2,082.000	2,059.000	2,041.000			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)	1.909	1.748	1.600			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	330.0	560.0	470.0			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	314.0	544.0	454.0			
09 - Peso del agua (g)	16.0	16.0	16.0			
10 - Peso del tarro (g)	70.0	205.0	208.0			
11 - Peso suelo seco (g)	244.0	339.0	246.0			
12 - Contenido de humedad (%)	6.6	4.7	6.5			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.791	1.670	1.502			
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01						
Dia 02						
Dia 03						
Dia 04						
Expansión, %						
Absorción						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	3,974.0	3,600.0	3,265.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,115.0	7,748.1	7,270.2			
03 - Peso del molde (g)	4,100.0	4,100.0	3,950.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	4,015.0	3,648.1	3,320.2			
05 - Peso del agua absorbida (g)	41.0	48.1	55.2			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,729.4	3,437.7	3,065.6			
07 - Absorción de agua (%)	1.1	1.4	1.8			
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	8.0	61.9	6.0	53.4	4.0	44.9
1.3	34.0	172.4	17.0	100.2	12.0	78.9
1.9	43.0	210.6	23.0	125.7	19.0	108.7
2.5	66.0	308.36	40.0	197.89	22.0	121.40
3.2	76.0	350.9	54.0	257.4	33.0	168.1
3.8	84.0	384.8	62.0	291.4	41.0	202.1
5.08	92.0	418.8	70.0	325.4	45.0	219.1
7.6	128.0	571.8	83.0	380.6	58.0	274.4
10.16	138.0	614.3	94.0	427.3	64.0	299.9
12.7	158.0	699.3	106.0	478.3	69.0	321.1
Carga [%]	308.36 kgf. [22.7%]		197.89 kgf. [14.5%]		121.4 kgf. [8.9%]	


 DARLIN M. AVELLANEDA HERNANDEZ
 LABORATORISTA
 N° N° 1 7914385


 DARWIN J. L. SANCHEZ TAMAYO
 INGENIERO CIVIL
 CIP 22863

	"USO DE PIEDRA CALIZA PARA EL CAMINO VECINAL DE PLATAFORMA ENTRE LAMUD – CHAQUIL, DISTRITO DE LAMUD – LUYA - AMAZONAS"	FECHA: JULIO - 2022
	REG. DE ESTUDIO N°026-2021	

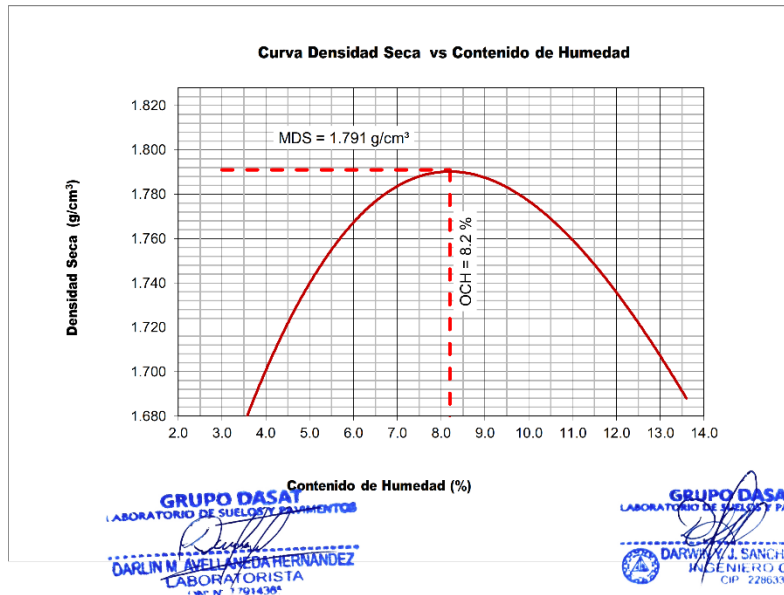
PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL-3%


NORMA ASTM D- 698/ MTC E 116

SOLICITA : Revilla Hidalgo, Santos Elias
 Castañeda Garrido Linder Guido
 TESIS : "Uso de piedra caliza para el camino vecinal de plataforma entre Lamud – Chaquil, distrito de Lamud – Luya - Amazonas"
 MATERIAL : TERRENO NATURAL C-1
 FECHA : 04/07/2022

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	(600 KN-m/m3 (12 400 pie-lbf/pie3))			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3798	3945	4050	4015
02 - Peso del Molde (g)	1979.0	1979.0	1979.0	1979.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1819.0	1966.0	2071.0	2036.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	1062.0	1062.0	1062.0	1062.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.713	1.851	1.950	1.917
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	420.0	475.0	325.0	636.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	409.0	461.0	303.0	585.0
09 - Peso del agua (g)	11.0	14.0	22.0	51.0
10 - Peso del tarro (g)	66.0	206.0	64.0	210.0
11 - Peso suelo seco (g)	343.0	255.0	239.0	375.0
12 - Contenido de Humedad (%)	3.2	5.5	9.2	13.6
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.660	1.755	1.786	1.688

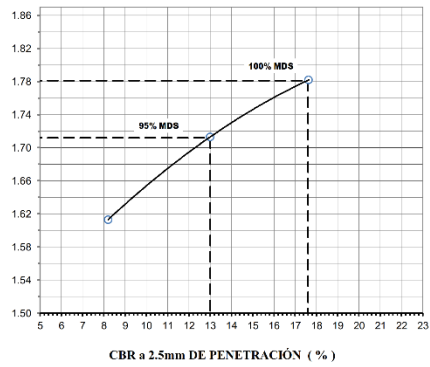
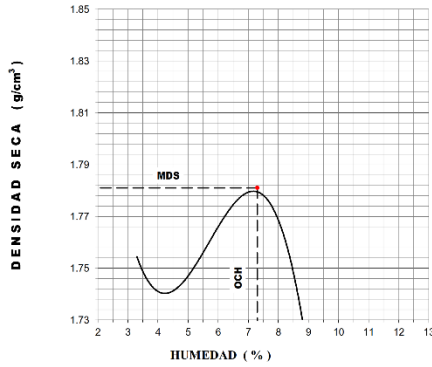
Contenido Optimo Humedad **8.2 %** Densidad Seca Maxima, **1.791 g/cm³**



 GRUPO DASAT <small>LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</small>	"USO DE PIEDRA CALIZA PARA EL CAMINO VECINAL DE PLATAFORMA ENTRE LAMUD – CHAQUIL, DISTRITO DE LAMUD – LUYA - AMAZONAS"	FECHA: JULIO - 2022
	REG. DE ESTUDIO N°026-2021	

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1883]

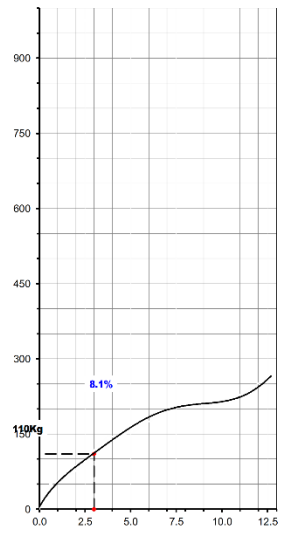
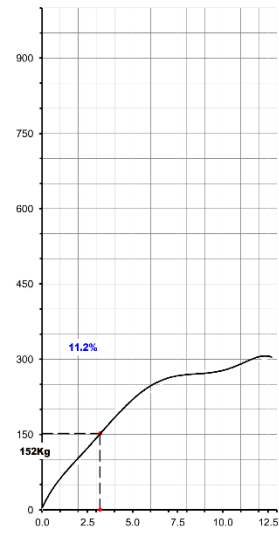
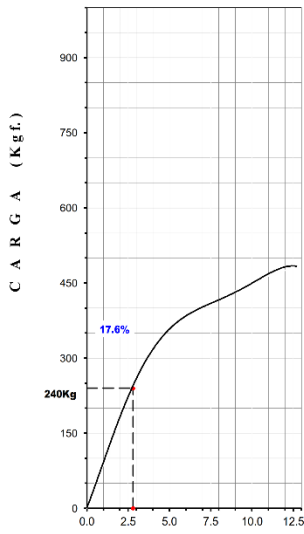
SOLICITA	Revilla Hidalgo, Santos Elias y Castañeda Garrido Linder Guido	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS	"Uso de piedra caliza para el camino vecinal de plataforma entre Lamud – Chaquil, distrito de Lamud – Luya - Amazonas"	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.781
		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.3
		CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	17.6
		CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	13.0
MATERIAL	TERRENO NATURAL C - 1	EMBEBIDO : 4 DIAS	EXPANSIÓN :
	FECHA : 04-07-2022	ABSORCIÓN :	0.4 %
		HUMEDAD DE PENETRACIÓN :	7.7 %



- EC - 56 GOLPES (27.7 Kg/cm²)

- EC - 25 GOLPES (12.2 Kg/cm²)

- EC - 12 GOLPES (6.1 Kg/cm²)




P E N E T R A C I Ó N (m m)

GRUPO DASAT
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DARLIN M. AVELLANEDA HERNÁNDEZ
 LABORATORISTA
 N° N° 17914304

GRUPO DASAT
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DARWIN J. SANCHEZ TAMAYO
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 228633

	"USO DE PIEDRA CALIZA PARA EL CAMINO VECINAL DE PLATAFORMA ENTRE LAMUD – CHAQUIL, DISTRITO DE LAMUD – LUYA - AMAZONAS"	FECHA: JULIO - 2022
	REG. DE ESTUDIO N°026-2021	

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR
NORMA ASTM D- 1883

SOLICITA : Revilla Hidalgo, Santos Elias
Castañeda Garrido Linder Guido

TESIS : "Uso de piedra caliza para el camino vecinal de plataforma entre Lamud – Chaquil, distrito de Lamud – Luya - Amazonas"

MATERIAL : TERRENO NATURAL C-1

FECHA : 04/07/2022


Características						
Numero de Molde		1	2	3		
Numero de Capas		5	5	5		
Numero de Golpe		56	25	12		
Energia Compactacion [kg-cm/cm ³]		27.7	12.2	6.1		
Densidad Seca [CBR]						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)		8,095.0	7,899.0	7,498.0		
02 - Peso del molde (g)		4,100.0	4,100.0	3,950.0		
03 - Peso suelo humedo (g)		3,995.0	3,799.0	3,548.0		
04 - Volumen de molde, cm ³		2,082.000	2,059.000	2,041.000		
05 - Densidad suelo humedo (g/cm ³)		1.919	1.845	1.738		
06 - Tarro N°		0.0	0.0	0.0		
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)		688.4	700.0	651.0		
08 - Peso suelo seco + tarro (g)		654.2	664.4	618.9		
09 - Peso del agua (g)		34.2	35.6	32.1		
10 - Peso del tarro (g)		208.0	202.0	204.6		
11 - Peso suelo seco (g)		446.2	462.4	414.3		
12 - Contenido de humedad (%)		7.7	7.7	7.7		
13 - Densidad del suelo seco (g/cm ³)		1.782	1.713	1.613		
Saturación						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01						
Dia 02						
Dia 03						
Dia 04						
Expansión, %						
Absorción						
Numero de molde		1	2	3		
01 - Peso suelo humedo antes (g)		3,995.0	3,799.0	3,548.0		
02 - Peso suelo embebido + molde (g)		8,109.8	7,920.2	7,517.8		
03 - Peso del molde (g)		4,100.0	4,100.0	3,950.0		
04 - Peso suelo embebido (g)		4,009.8	3,820.2	3,567.8		
05 - Peso del agua absorbida (g)		14.8	21.2	19.8		
06 - Peso del suelo seco (g)		3,710.6	3,527.4	3,292.9		
07 - Absorción de agua (%)		0.4	0.6	0.6		
Penetración						
Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	8.1	62.3	6.2	54.3	5.1	49.6
1.3	18.2	105.3	10.3	71.7	7.2	58.5
1.9	36.0	180.9	15.0	91.7	11.0	74.7
2.5	48.0	231.88	22.0	121.40	15.0	91.66
3.2	56.0	265.9	28.0	146.9	23.0	125.7
3.8	65.0	304.1	39.0	193.6	27.0	142.6
5.08	79.0	363.6	43.0	210.6	30.0	155.4
7.6	90.0	410.3	57.0	270.1	42.0	206.4
10.16	100.0	452.8	59.0	278.6	44.0	214.9
12.7	107.2	483.4	65.0	304.1	56.0	265.9
Carga [%]	231.88 kgf. [17%]		121.4 kgf. [8.9%]		91.66 kgf. [6.7%]	


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

 DARLIN M. AVELLANEDA HERNANDEZ
 LABORATORISTA
 N° 17914304


 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

 DARWIN J. SANCHEZ TAMAYO
 INGENIERO CIVIL
 CIP 228633

	"USO DE PIEDRA CALIZA PARA EL CAMINO VECINAL DE PLATAFORMA ENTRE LAMUD – CHAQUIL, DISTRITO DE LAMUD – LUYA - AMAZONAS"	FECHA: JULIO - 2022
	REG. DE ESTUDIO N°026-2021	

PROCTOR MODIFICADO
NORMA ASTM D- 698/ MTC E 116

SOLICITA : Revilla Hidalgo, Santos Elias
Castañeda Garrido Linder Guido

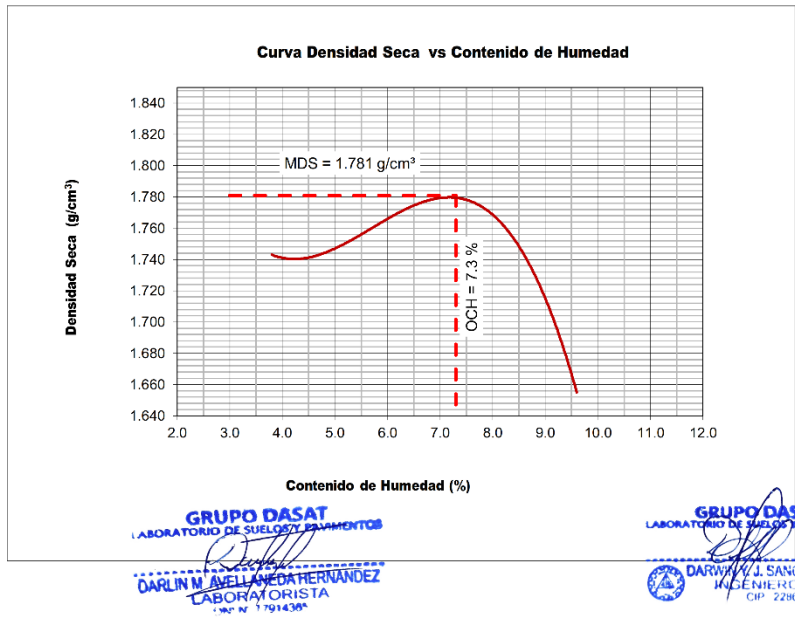
TESIS : "Uso de piedra caliza para el camino vecinal de plataforma entre Lamud – Chaquil, distrito de Lamud – Luya - Amazonas"

MATERIAL : TERRENO NATURAL C-1

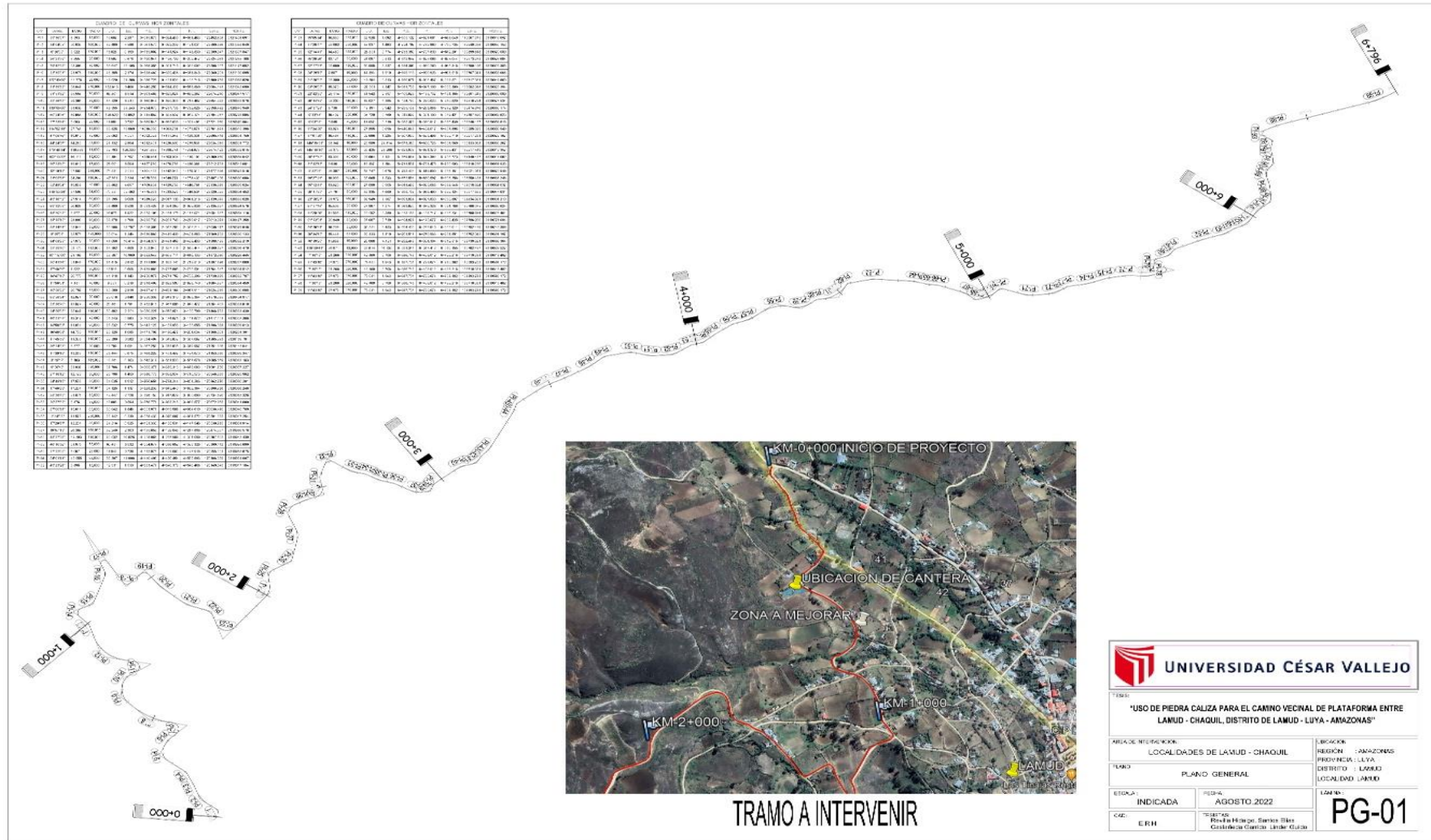
FECHA : 04/07/2022

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	(600 KN-m/m3 (12 400 pie-lbf/pie3))			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3900	3950	4010	3905
02 - Peso del Molde (g)	1979.0	1979.0	1979.0	1979.0
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1921.0	1971.0	2031.0	1926.0
04 - Volumen del Molde (cm ³)	1062.0	1062.0	1062.0	1062.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.809	1.856	1.912	1.814
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	611.0	575.0	670.0	685.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	596.0	555.0	637.0	640.0
09 - Peso del agua (g)	15.0	20.0	33.0	45.0
10 - Peso del tarro (g)	205.0	200.0	200.0	170.0
11 - Peso suelo seco (g)	391.0	355.0	437.0	470.0
12 - Contenido de Humedad (%)	3.8	5.6	7.6	9.6
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.743	1.758	1.777	1.655

Contenido Optimo Humedad **7.3 %** Densidad Seca Maxima, **1.781 g/cm³**



Anexo N°02: Planos topográficos





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MIGUEL ANGEL SOLAR JARA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - MOYOBAMBA, asesor de Tesis titulada: "Uso de piedra caliza para el camino vecinal de plataforma entre

Lamud – Chaquil, distrito de Lamud – Luya - Amazonas", cuyos autores son REVILLA HIDALGO SANTOS ELIAS, CASTAÑEDA GARRIDO LINDER GUIDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, 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.

MOYOBAMBA, 09 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MIGUEL ANGEL SOLAR JARA DNI: 18148900 ORCID: 0000-0002-8661-418x	Firmado electrónicamente por: MASOLARJ el 10-11- 2022 16:39:40

Código documento Trilce: TRI - 0438340