

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“ESTABILIZACIÓN CON CONCHAS DE
MEJILLÓN Y CAL EN LA SUBRASANTE DE LA
CARRETERA DE PÍAS, PATAZ 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

Carlos Jeanpier Hernandez Terrones
Edil Brando Velasquez Paredes

Asesor:

Mg. Germán Sagástegui Vásquez
<https://orcid.org/0000-0003-3182-3352>
Trujillo - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Nixon Peche Melo	70615775
	Nombre y Apellidos	N.º DNI

Jurado 2	Luis Alva Reyes	42013371
	Nombre y Apellidos	N.º DNI

Jurado 3	Wiston Azañedo Medina	41526075
	Nombre y Apellidos	N.º DNI

INFORME DE SIMILITUD

TESIS_FINAL_1.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de internet	5%
2	repositorio.upn.edu.pe Fuente de internet	3%
3	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	1%
4	www.scribd.com Fuente de internet	1%
5	vsip.info Fuente de internet	1%
6	www.coursehero.com Fuente de internet	1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de internet	<1%
8	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
9	repositorio.upao.edu.pe Fuente de internet	

DEDICATORIA

Carlos Jeanpier Hernandez Terrones

A mi madre Blanca Erlita Terrones Hinostroza y mi padre Cesar Augusto Hernández Briones que con su apoyo y confianza me ha permitido avanzar en cada logro y objetivo que me he planteado. Así mismo a mis hermanos por ser siempre el apoyo que me permite avanzar en la vida.

Edil Brando Velasquez Paredes

A mi querida madre Elena Paredes Arroyo y querido padre Presvitero Edil Velasquez Sarmiento por todos los consejos y enseñanzas que me dieron desde el comienzo, por todo el sacrificio que dieron para poder lograr ser el profesional de hoy en día soy. También a mis hermanos por los consejos, las experiencias, las anécdotas vividas que me sirvieron para cada día ser mejor en la vida. Y a todas las amistades que lograron de cierta forma sumar en el desarrollo y aprendizaje de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Carlos Jeanpier Hernandez Terrones

Primeramente, agradezco a Dios, también a mis padres, a mis hermanos, a los docentes de la universidad, pero en especial a mi asesor: Ing. German Sagastegui Vásquez que nos apoyado en este camino tan importante con la sabiduría para el elaborar este proyecto.

Edil Brando Velasquez Paredes

En primer lugar, a Dios, por todo lo bueno y malo qué pasó en el transcurso de mi vida personal y universitaria. Segundo a mis padres por el apoyo incondicional y los valores dados desde mi niñez, tercero a mis hermanos y familiares por los consejos dados en todo el transcurso de mi vida. También agradecer a mis mentores que en el transcurso de la carrera me brindaron sus conocimientos, en el especial a un gran amigo y próximamente colega, el Ing. Germán Sagastegui Vásquez por la ayuda constante en todo el proceso de mi vida universitaria y con los conocimientos para el desarrollo de esta tesis

TABLA DE CONTENIDOS

JURADO EVALUADOR.....	2
INFORME DE SIMILITUD.....	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDOS	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad Problemática	11
1.2. Formulación del Problema.....	32
1.3. Objetivos	32
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	34
CAPÍTULO III. RESULTADOS	50
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	63
REFERENCIAS	69
ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Efectividad de agentes estabilizadores que se deben cumplir.....	19
Tabla 2 Tabla de tamaño de tipo de suelo	20
Tabla 3 Tipo de suelo y textura de acuerdo a su clasificación americana	22
Tabla 4 Guía resumen para la determinación al tacto para diferentes clases textuales	23
Tabla 5 Tabla de sensación con su predominio en su tipo de suelo	25
Tabla 6 Clasificación del suelo según SUCS.....	26
Tabla 7 Clasificación del suelo según SUCS y AASHTO	27
Tabla 8 Matriz de clasificación de variables.....	34
Tabla 9 Matriz de Operacionalización de variables.....	35
Tabla 10 Número de ensayos y adición de conchas de mejillón y cal.....	36
Tabla 11 Análisis granulométrico por tamizado C1	50
Tabla 12 Límites de consistencia C1	51
Tabla 13 Contenido de humedad C1	51
Tabla 14 Compactación Proctor Modificado C1	52
Tabla 15 Contenido de humedad de Proctor C1	52
Tabla 16 Análisis granulométrico por tamizado C2	53
Tabla 17 Límites de consistencia C2	54
Tabla 18 Contenido de humedad C2	55
Tabla 19 Compactación Proctor Modificado C2	55
Tabla 20 Contenido de humedad de Proctor C2	56
Tabla 21 Análisis granulométrico por tamizado C3	57
Tabla 22 Límites de consistencia C3	57

Tabla 23 Contenido de humedad C3	58
Tabla 24 Compactación Proctor Modificado C3	59
Tabla 25 Contenido de humedad de Proctor C3	59
Tabla 26 Resultados de los ensayos CBR en calicatas	60
Tabla 27 Dosificación de adición de 2% cal + 3% concha de mejillón en CBR.....	61
Tabla 28 Resultados de los ensayos CBR en C2 al 95% MDS (0.1”).....	62
Tabla 29 Resultados del ensayo del Proctor Modificado C2 adicionando cal y conchas de mejillón.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Partículas que componene el suelo.....	20
Figura 2 Triángulo textura americana	21
Figura 3 Estructura del suelo.....	25
Figura 4 Clasificación de suelos según ASSHTO	26
Figura 5 Partes del mejillón.....	31
Figura 6 Proctor Modificado C1.....	53
Figura 7 Proctor modificado C2	56
Figura 8 Proctor modificado C3	60
Figura 9 Densidad seca vs CBR	61

RESUMEN

En esta investigación se evaluó la estabilización de la subrasante de una carretera en Pías, Pataz, utilizando cal y conchas de mejillón. El tipo de investigación fue aplicada, con un diseño experimental y muestreo es no probabilístico. Se estudió tres calicatas en la vía de tres kilómetros, clasificándolas por AASHTO suelo arcilloso plástico y SUCS arcillo de baja plasticidad. Se calculó el CBR de la calicata C2 con diferentes porcentajes de cal y conchas de mejillón. Los resultados mostraron un CBR inicial de 7.04 por ciento y una mejora significativa del CBR (38.00 por ciento) al aplicar 2 por ciento de cal y 3 por ciento de conchas de mejillón. Además, se obtuvo una densidad máxima seca de 1600 kg/m³ y un contenido de humedad óptimo de 7 por ciento en el ensayo de Proctor Modificado. En conclusión, se determinó que la cal y las conchas de mejillón mejoran las propiedades físico – mecánicas de la subrasante, lo que resultó en una mejora significativa en el CBR y pasó de una subrasante inadecuada a excelente.

Palabras clave: subrasante, CBR, Proctor modificado.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

A nivel mundial a través del tiempo, los humanos han buscado una manera factible de como trasladarse con objetivos de mercado o llevar cosas hacia otros lugares por medio terrestre, por ello la población comenzó a buscar la forma de realizar caminos que les sea apropiados para llegar a sus destinos es así que hicieron las carreteras como medios donde enlazan las distancias un lugar a otro para ser más factible trasladarse, dando un soporte homogéneo en el suelo que permita a las personas viajar de una manera rápida y en buenas condiciones, actualmente esto está normalizado con reglamentos y leyes, por ende las carreteras se recorren distintos tipos de zonas, así como también lugares lejanos, zonas que tienen diferencia según su lugar geográfico como la serranía, la selva y la costa en todo el Perú, también existen distintos tipos de suelo, por ejemplo tenemos el arcilloso, este es dificultoso por su baja capacidad de soportar un diseño de carretera hecha por pavimento, por tal motivo se mezcla con aditivos químicos y orgánicos para una buena estabilización así obteniendo finalmente una resistencia óptima para luego realizar un diseño de pavimento.

En un artículo de la Universidad Tecnológica Nacional señala que las carreteras a nivel mundial a pesar que es denominado como una estructura uniforme donde las vías de comunicación terrestre se forma con uno o más capas de materiales sobre un terreno acondicionado solo rigen a ciudades principales donde muchas zonas rurales aledañas no cuentan con el funcionamiento de tránsito vehicular correcto dando disconformidad y un uso no óptimo para la operación realizada. (Giordani & Leone, 2018)

Así mismo, en el artículo titulado Manual de Carreteras, la red carretera que dicta es muy importante ya que gran parte de la economía se mueve a través de las mismas, en los últimos años la inversión para la construcción de nuevas vías es limitada, y se han buscado nuevas estrategias para continuar con la construcción de nuevas redes y brindar el mantenimiento a las ya existentes para tener un nivel adecuado y así seguir siendo competitivos económicamente. (Navarro Hudiel, 2008).

Además, podemos mencionar que, según la encuesta de comisarias del INEI sobre víctimas de accidentes de tránsito en el 2002, se estima que hubo un total de dos mil ciento cincuenta y nueve accidentes de tránsito en el Perú durante ese año (INEI, Encuesta de comisarías sobre accidentes de tránsito, 2020)

El INEI en su encuesta de comisarias sobre accidentes de tránsito en el 2020 indica “Según las denuncias de la encuesta, en el año 2020 se estima un total de seiscientos cuarenta y tres accidentes de tránsito por despiste en el Departamento de La Libertad” (INEI, Denuncias de accidente de Tránsito no fatales por tipo, 2020)

Según la comunidad Andina el número de accidentes en la Zona Andina del Perú aumento al año pasado por el motivo de las nuevas carreteras donde se están colocando pavimentación o mejoramiento de vías de transporte terrestre siendo en área rural la más inadecuada por sus carreteras peligrosas que no están uniformes como dictan las leyes. (Andina, 2020).

“Análisis de la estabilización de subrasantes con uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en el Perú”

Abanto, L. y Salinas, E. (2021) Se trata de llevar a cabo un estudio sobre la estabilización de subrasantes en el Perú mediante el uso de Ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal, su metodología simple donde esta es descriptiva donde revisan cincuenta artículos referenciales para determinar en su características de un hecho o fenómeno de su comportamiento y estructura de suelo de subrasante, de acuerdo con la revisión de varios artículos, se ha determinado que en los últimos diez años, la capacidad portante del suelo en el Perú ha presentado fallas para el pavimento flexible. Varios investigadores han realizado ensayos en laboratorio para evaluar la adición de diferentes porcentajes de cal y ceniza de bagazo de caña de azúcar, obteniendo resultados positivos en la mejora de las subrasantes y siguiendo las normas correspondientes. La presente investigación proporciona una guía para la estabilización que, de diferentes tipos de suelos mediante la adición de cal, lo que resulta en porcentajes insuperables, así como también usando cal a la subrasante del suelo y otro agregado en este caso ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) se obtienen que es un material estabilizador para muchos tipos de suelos.

“Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante”

Castro, A. (2017) La intención de esta investigación es averiguar si la ceniza de cáscara de arroz puede utilizarse para estabilizar suelos arcillosos, específicamente para la subrasante de pavimentos. EL procedimiento que se desarrolla es experimental porque con ensayos de laboratorio de acuerdo al manual de ensayo de materiales de la subrasante

se quiere identificar las propiedades físicas mecánicas y químicas de las nuestros del suelo arcilloso y ceniza de cascara de arroz. De acuerdo a sus resultados obtenidos se ve que el CBR aumentó para ambas combinaciones, sin embargo, la combinación de cal y ceniza de cascara de arroz permitió obtener valores más altos de capacidad de soporte de resistencia aumentando un CBR al 100 por ciento y aumentando la máxima densidad seca del Proctor modificado del 5 por ciento al 38.5 por ciento, lo que equivale a un aumento de seis veces. Este aumento se logró al agregar un 20 por ciento de ceniza de cáscara de arroz. La presenta investigación aporta la utilización de cal y otros componentes como aditivo hacia el suelo arcilloso para aumentar la densidad de la carretera en su subrasante, así como aumenta su CBR de un suelo sin aditivos mediante uso de un laboratorio para poder sacar sus componentes físicos, químicos y mecánicos del suelo.

“Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho”

Mamani, L. y Yataco, A. (2017) Determinar la incidencia de la ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales, en la estabilización del suelo arcilloso, en el Departamento de Ayacucho. Su metodología de este proyecto se busca el uso de nuevas técnicas de innovación tecnológica para la estabilización de suelos arcillosos agregando aditivos en este caso cenizas con su respectivo proceso de laboratorio donde se obtendrán resultados según las normas vigentes. La combinación arcilla-ceniza respecto a sus ensayos mecánicos de Corte Directo según norma ASTM D3080, curado a 7 y 14 días incrementa los parámetros de resistencia al corte, tales como: esfuerzo al corte, ángulo

de fricción interna y cohesión, demostrando así el eficiente uso de estos residuos. Esta investigación aporta a nuestro proyecto la innovación de nuevos aditivos estabilizador como el uso de ceniza de fondo que puede haber para una correcta estabilización de tipo de suelo arcilloso para con pruebas de laboratorio se puede ver el incremento de parámetros llevándolo a un laboratorio para sus pruebas dando resultados positivos.

“Estabilización de la subrasante del suelo del Centro Poblado San Ignacio con ceniza de concha de abanico, con fines de pavimentación, distrito de Guadalupito – La Libertad, 2019”

Estrada, D. y Ventura, P. (2019) Determinar si podía utilizarse para estabilizar el suelo de la subrasante en el centro poblado San Ignacio en el Distrito de Guadalupito, La Libertad, 2019. Se llevó a cabo un experimento en un laboratorio, siguiendo los procedimientos establecidos en su normativa aplicables y registrando todas las observaciones para obtener resultados precisos. El autor concluyó que la adición de ceniza de concha de abanico al 4 por ciento, 6 por ciento y 8 por ciento mejoró el CBR de la muestra en un 12 por ciento aproximadamente en comparación con los resultados de la propiedad física del suelo. Además, se observó que cuanto mayor era el porcentaje de ceniza de concha de abanico agregado, mejor era el CBR. La presente investigación aporta en el proyecto el resultado de una mejor estabilización hacia la subrasante de un suelo mediante un laboratorio cumpliendo las normativas correspondientes a ley que al mezclar la subrasante con el agregado de aditivo con cal orgánica este caso conchas de abanico e inorgánica mejora en su estabilización.

“Evaluación de la carretera que une los Caseríos Cruz Colorada – Cenolen del distrito de Pías – Provincia de Pataz – Región de la Libertad, Propuesta de mejora - 2019”

Castrejón, K. y De la Cruz, U. (2019) Realizar la evaluación de la carretera que conecta los caseríos de Cruz Colorada y Cenolen del distrito de Pías, provincia de Pataz en el departamento de La Libertad. El enfoque utilizado fue cuantitativo, y se basó en el análisis descriptivo explicativo. Se seleccionaron muestras del tramo de la carretera y se realizaron los ensayos correspondientes. Los resultados mostraron que el 84.6 por ciento de las pendientes cumplen con la normativa del Ministerio de Transporte, mientras que el 15.4 por ciento no lo hacen. En cuanto al radio mínimo el 89.12 por ciento cumple con la normativa y el 10.88 por ciento no lo hace. Finalmente, se observó que el peralte cumple en su totalidad. Para llevar a cabo esta evaluación se empleó la estadística elemental. Esta investigación nos ayuda a saber el problema de suelo que tiene el distrito de Pías en su carretera mediante prueba de laboratorio mediante normas y cumplan con parámetros establecidos según el manual de carreteras: diseño geométrico DG – 2018.

Bases Teórica

Carretera:

Camino de vías para el tránsito de vehículos livianos y pesados donde hay un eje o dos, cuyas características de su geometría debe estar en el Manual de Carreteras establecida por las normas vigentes del Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (MTC, 2018).

Es una vía donde se circula automóviles y vehículos de carga, donde es rápida y es muy segura con un volumen de circulación considerable.

Subrasante:

Está determinada por el espesor de las capas de pavimento, sirve para determinar el espesor de corte o de terraplén; la pendiente transversal es la misma que la corona de igual manera su función es la de mantener el espesor de los pavimentos según esté la sección en tangente, curva o transición. El ancho de subcorona es la distancia horizontal de ésta con los taludes del terraplén, cuneta o corte, está en función del ancho de corona.

A) Tipos de caminos con superficie de rodadura no pavimentada

- a. Camino de tierra, constituido por suelo natural
- b. Camino de grava, por una capa de revestimiento con material natural pétreo.
- c. Camino afirmado por una capa de revestimiento en materiales de canteras y dosificados naturales o por zarandes.
 - Afirmado con grava naturales.
 - Afirmado con grava homogeneizado mediante chancado.
- d. Caminos afirmados con superficie de rodadura estabilizada con materiales industriales.
 - Afirmado con grava tratada con materiales como; asfalto, cemento, cal, aditivos químicos entre otros.
 - Suelos naturales estabilizados con: material granular y finos ligantes, asfalto, cemento, cal, entre otros.

Pavimento:

Es su superficie de rodamiento por los distintos tipos de vehículos que se forma por agrupamiento de capas de distintos materiales destinados para distribución y transmitir cargas aplicadas por el tránsito diario. (Maldonado, A., 2006)

Estabilización:

La estabilización de un suelo es un procedimiento que busca aumentar su resistencia al unir partículas de manera más eficiente y asegurar que las condiciones de humedad en las que trabaja el suelo estén dentro de los rangos establecidos. Esto garantiza una buena estabilidad de las cargas, una variación volumétrica mínima y un aumento en la durabilidad de dicha capa (Beviá García & Bañón Blázquez, 2000).

Los suelos con poca capacidad de carga requieren ser estabilizado cuando se realizan excavaciones en sus condiciones de equilibrio, estableciendo un mejoramiento requerido en resistencia de sus suelos y estabilidad de un modo químico físico y mecánico.

Estabilización Con Cal

Su dosificación depende el tipo de arcilla en el suelo. Se tendrá que agregar de 2 por ciento al 8 por ciento de cal por peso seco del suelo (Beviá García & Bañón Blázquez, 2000), este porcentaje debe ser determinado por un laboratorio teniendo los siguientes pasos:

- Estimar su porcentaje en cal con función de Ph.
- Elaborar especímenes en su ensayo de comprensión a la humedad optima y máxima densidad seca
- Determinar el contenido de cal para el cual su resistencia no debe aumentar en una forma importante
- Elaborar un gráfico de resistencia y porcentaje de cal
- Todo suelo para construcción de suelo-cal debe ser limpio y no tener más de tres por ciento de su peso en materia orgánica, así como la fracción de suelo que pase por una malla de N°40 en Índice de Plasticidad entre 10 y 50.

- Su espesor no debe ser mayor a un tercio del espesor de la capa compactada de Suelo-Cal.
- El agua que se debe usar para esas bases de Suelo-Cal debe ser limpia y no contener materia orgánica y libre de sales, ácidos o materiales perjudiciales.

Tabla 1

Efectividad de Agentes Estabilizadores que se deben cumplir.

Tipo de Suelo	Arcillas Finas	Arcillas Gruesas	Limos Finos	Limos Gruesos	Arenas Finas	Arenas Gruesas
Tamaño de partícula (mm)	<0.0006	0.0006-0.002	0.002-0.01	0.01-0.06	0.06-0.4	0.4-2.0
Estabilidad volumétrica	Muy Pobre	Regular	Regular	Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno
Cal	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Cemento	NO	NO	NO	NO	SI	SI
Asfalto	NO	NO	NO	NO	SI	SI

Fuente: Elaboración Propia

Textura del suelo

Todo suelo este compuesto por partículas minerales de diferentes tamaños. De gruesas como en arena, mediana como los limos y pequeñas como la arcilla (Beviá García & Bañón Blázquez, 2000). Los tamaños diferentes de la partículas se clasifican de acuerdo a esta escala siguiente en la tabla 2.

Tabla 2

Tabla de tamaño de Tipo de Suelo

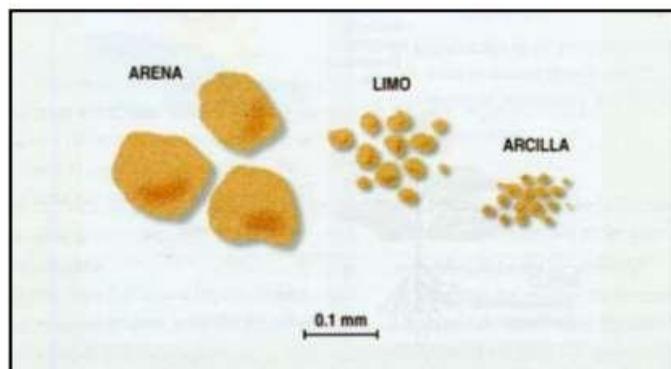
Tamaño	Tipo de Suelo
0 a 2 Micrones	Arcilla
2 a 20 Micrones	Limo
20 a 200 Micrones	Arena Fina
200 a 2,000 Micrones	Arena Gruesa
X>2000 Micrones	Gravilla y Grava

Fuente: Elaboración Propia

De estas a simple vista que se puedan ver es la Arena, mientras que lo limos y arcillas son tan pequeños que solo pueden verse con lente de aumento o microscopio.

Figura 1:

Partículas que componen el suelo

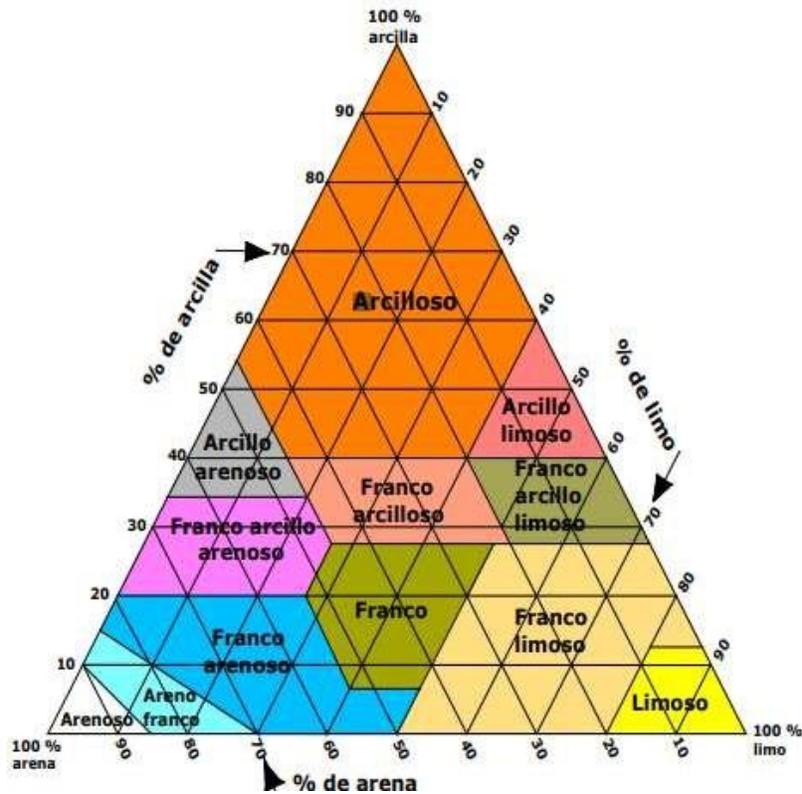


Nota: Ciancaglioni

Existe dos escalas de clasificación de textura: La internacional y la americana, de estas la última es la cual es más utilizada. Son conocidas como el triángulo de textura. Donde se fija los límites porcentuales de cada componente.

Figura 2

Triángulo textura americana



Nota: Ciancaglini

De acuerdo a la Figura 2 Triángulo textura americana, para fines prácticos los suelos se clasifican como una familia de textura que se denominan como pesados (textura fina), medios (textura intermedia) y livianos (textura gruesa). En el siguiente cuadro se verá las doce clases texturales de acuerdo a su clasificación americana.

Tabla
Tipo de suelos y textura de acuerdo a su clasificación americana

Tipos de suelo	Textura Relación	arena-limo- arcilla (%)	Símbolo
Liviano	Arenoso	90-5-5	A
	Arenoso Franco	80-15-5	Af
Medios	Franco Arenoso	65-25-10	Fa
	Franco	40-40-20	F
	Franco limoso	20-65-15	FL
	Franco arcilloso arenoso	35-35-30	FAa
Pesados	Franco arcilloso	35-30-35	FA
	Franco arcilloso limoso	10-35-55	FAL
	Limoso	10-85-5	L
	Arcilloso Arenoso	55-5-40	Aa
	Arcilloso Limoso	5-50-45	AL
	Arcilla	10-20-60	A

Nota: Ciancaglini

Tabla 4

Guía resumen para la determinación al tacto para diferentes clases texturales

Textura	Aparencia y sensación	
	Suelo seco	Suelo Húmedo
Arenosa	Suelta granos simples que se sienten ásperos. Cuando se aprieta el suelo entre los dedos, la masa se desintegra.	No se puede formar una bola (se disgrega). No forma cinta cuando se pasa entre el dedo pulgar e índice. Sensación al tacto: Muy áspera
Semejanza: Arena de construcción		
Arenosa franca	Al tacto es áspero, pero con la sensación de presencia de partículas más finas. Si se deja caer se dispersan partículas muy finas que las vuela la brisa o el viento.	Forma una bola que se disgrega cuando se toca. No forma cinta cuando se pasa entre el dedo pulgar e índice. Al tacto es áspero. Al secarse el suelo en los dedos se observa un color beige o blanquecino.
Semejanza: Suelos típicos en médanos y dunas		
Franco Arenosa	Se rompe fácilmente. Al principio la textura aparece suave, pero a medida que se frota, empieza a dominar una sensación arenosa.	Forma una bola que permite una manipulación cuidadosa sin romperse. Forma una cinta de hasta 3 cm de largo. Cuando se frota entre los dedos pulgar e índice es suave al principio, pero al frotar domina una sensación más áspera
Semejanza: Material de bordos de canales (por efecto de la monda)		
Franca	Los agregados se rompen bajo presión moderada. Los terrenos pueden ser firmes. Cuando se pulveriza, la sensación al tacto no es ni suave ni áspera que se torna arenosa a medida que se frota.	Forma una bola que puede ser manipulada suavemente sin que se desintegre. Forma una cinta de hasta 3 cm de largo. Al tacto no se percibe ni suave ni áspero.
Franco limosa	Los agregados son muy firmes, pero se pueden romper bajo presión moderada. Los terrones son de firmes a duros. Cuando el suelo es pulverizado, la sensación al tacto es suave similar al talco o la harina.	Forma una bola que puede ser manipulada sin que se rompa. Forma una cinta de hasta 3 cm de largo. Cuando se frota entre el pulgar y el índice la sensación es suave.
Franco arcillosa	Agregados muy firmes y duros, resistentes a dejarse romper con la mano. Cuando se pulveriza, el suelo presenta una sensación	Un molde de este suelo es muy maleable. Se puede formar una cinta de hasta 5 cm de largo Cuando se frota entre el pulgar y el índice,

	áspera al tacto, debido a los pequeños agregados que persisten.	forma una cinta que no se siente ni suave ni áspero.
Franco Arcillo limosa	Agregados firmes y duros, resistentes a dejarse romper con la mano. Cuando se pulveriza, la sensación al tacto es suave	Un molde de este suelo es muy maleable. Se puede formar una cinta de hasta 5 cm de largo Cuando se frota entre el pulgar y el índice, se siente suave.
Arcillo limosa Arcillosa	Agregados de consistencia dura muy resistentes a dejarse romper con la mano. Cuando se pulverizan se perciben muy suaves.	Un molde de este material resiste considerablemente la manipulación. Se pueden formar cintas flexibles de más de 5 cm de largo sin romperse. Cuando se frota entre el índice la sensación es muy suave al tacto. En los netamente arcillosos la sensación es plástica.

Nota: Ciancaglini

El análisis textural o granulométrico

Estructura de grano simple: Este es más frecuente en los suelos arenosos, por los granos de arena que no se unen entre sí y hay disgregación fácilmente.

Estructura granular: Este es más frecuente en suelos que ya han sido cultivados. Donde sus terrenos no son muy grandes y son más o menos redondeados.

Estructura de bloques: Sus terrones son más o menos cuadrados y algo más grandes que los de granular. Suelen tener abundante espacio poroso y grietas. Demasiado común en suelos con textura franca y franco arcillosa.

Estructura prismática: Sus terrones son más gruesos y alargados. Donde se presenta en suelos cultivados y de la familia de textura fina.

Estructura laminar: Fácilmente de identificar porque su suelo está conformado por laminas delgadas dispuestas en forma horizontal. Muy común los suelos que predomina

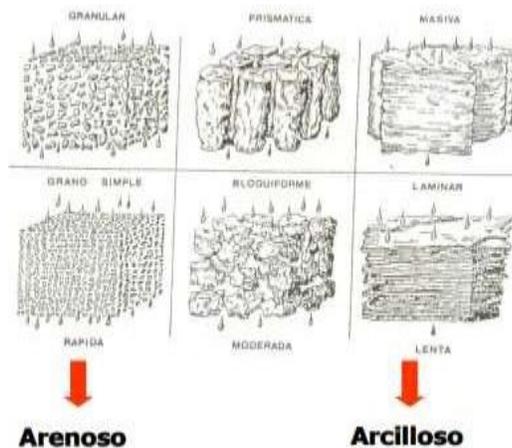
el limo (Franco limoso, limoso) y en terrenos vírgenes (también llamado no cultivados).

Estructura masiva: En este caso no se forman terrones y el suelo se observa compacto. Muy común en los suelos arcillosos y que no han sido cultivados.

Se entiende por consistencia del suelo a la resistencia a la ruptura de los agregados, es decir la mayor o menor tendencia a molerse en polvo o en fragmentos.

Figura 3

Estructura del suelo



Nota: Ciancaglini

La forma de sentir 3 tipos básicos de textura es:

Tabla 5

Tabla de sensación con su predominio en su tipo de suelo

Sensación al tacto	Predominio de Fracciones
Áspera	Arena
Sedosa	Limo y Suelos Arcillosas Ligeras
Adherente, plástica	Arcilla y limo

Nota: Garzón, Garrido e Hidalgo.

Clasificación de suelos (SUCS): Propuesto por Arthur Casagrande, para tener partículas gruesas y suelos con partículas finas separados usando la malla N°200, aquellos que se retienen en dicha malla son determinados suelos gruesos, se determina gruesos cuando el suelo es más del 50 por ciento retenido en el tamiz malla N° 200, si pasa más del 50 por ciento se determina fino.

Tabla 6

Clasificación del suelo según SUCS

Tipo de Suelo	Prefijo	Subgrupo	Sufijo
Grava	G	Bien gradada	W
Arena	S	Probablemente gradada	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Límite líquido bajo (<50)	H

Nota: Garzón, Garrido e Hidalgo.

Figura 4

Clasificación de suelo según AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
	A-1		A-3 ^A	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...	...	...	B				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.	N.P.	...	B				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. ^B
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo			

Nota: Bowles Joseph.

Sistema de clasificación ASSHTO: esta dicha clasificación contiene siete grupos, a partir del A-1 hasta el A-7.

Tabla 7

Clasificación del suelo según SUCS y AASHTO

Clasificación de suelos AASHTO M-145	Clasificación de suelos SUCS ASTM-D-2487
1-1 GW, GP, GM, SW, SP, SM	
1-2 -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

Nota: Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Análisis Granulométrico

Es un ensayo básico que permite dar una característica a un tipo de suelo específico, lo que es más utilizado porque ofrece una aproximación adecuada a sus características del suelo como su capacidad portante, deformabilidad o su permeabilidad.

Ayuda a conocer las dimensiones de los gratos y partículas que se conforma en el terreno para obtener una representación, hay dos tipos de ensayo, la granulometría por tamiz, son partículas de 125 milímetros hasta 0.075 milímetros granulometría sedimentación, menor a 0.075 milímetros. (Norma ASTM D422)

Análisis de granulometría por tamizado

Este se pasa por muestra seca y disgregada pesada por tamices dispuestos de mayor a menor cobertura, agitando pasa a través de ellos, con este proceso se determina el porcentaje del material para retener de cada uno de los tamices, para poder realizar la curva granulométrica. (Norma ASTM D422)

Información obtenida por un análisis granulométrico

Cuando se realiza un análisis granulométrico sobre el terreno se busca obtener principalmente los siguientes datos:

- Impermeabilidad del suelo: suelen ser terrenos de grano muy fino que tienen poros demasiado pequeños que evitan el paso del agua, aun así, permiten el paso lento del vapor de agua por capilaridad.
- La distribución de los tipos de partículas: a través de lo anteriormente mencionado se puede obtener la frecuencia con la que se presentan ciertos tipos de partículas en el terreno, y así conocer cuales prevalecen sobre otras.
- El diámetro efectivo del suelo: es el tamaño de partícula para el cual el 10 por ciento de ese material, tiene un tamaño menor, y corresponde a e igual a 10 por ciento en la curva granulométrica, de modo que el 10 por ciento de las partículas son más finas que el diámetro efectivo, y el 90 por ciento más grueso.

Ensayo de humedad

Finalidad de conocer el contenido de humedad que tiene la muestra del suelo seleccionada, por lo que primeramente es pesar el material y luego llevar al horno,

para poder apreciar su variación de su peso, así calculando el contenido de humedad diferenciado con el peso inicial, para calcular el contenido de esta humedad. (Norma NPT 339.127.2019)

Límite de Atterberg: El contenido de agua donde su consistencia del suelo se transforma de un estado plástico (límite plástico PL) a un estado líquido (límite líquido LL) así como de un estado semisólido (límite de contracción SL) a un estado plástico, tiene una resistencia al corte sin el drenaje. Esta cantidad de agua que tiene en el límite de Atterberg y otras propiedades físicas, dependen principalmente de composición como su tipo de mineral, distribuido en sus partículas. (Norma NTP 339.129.1999)

- Límite Líquido: es conocido por su contenido de humedad en porcentaje con relación a su peso seco, esto cambiando de su estado líquido a su estado plástico, los suelos que generalmente tiene alta plasticidad tienen una resistencia diminuta en el límite líquido según Atterberg es de 25g/cm².
- Límite plástico: es su contenido de humedad donde su suelo tiene que agrietarse al inicio hasta que esta se amase de forma de una barra rodándolo en un vidrio.
- Método de los rollos, según (INCOTEC,2012, p66) el límite se obtiene amasando y manipulando manualmente rollos de 3 milímetros de diámetro para que su contenido de gravimetría de agua disminuya hasta que se descomponga y no se pueda armar otro rollo. Esto se conoce como límite plástico.
- Índice de plasticidad: es una sustracción entre el límite plástico y límite líquido, señalando estos estudios de ensayos.
-

Proctor modificado

Se permite determinar para poder obtener la relación entre O.C.H (Humedad del Suelo) y M.D.S (Mapeo Digital de Suelo), obteniendo el resultado de la relación de curva de su compactación. (Norma NTP 339.141.1999)

Capacidad de soporte

En ingeniería de carreteras la prueba de CBR se realiza para poder determinar la resistencia del suelo de subrasante y con estos valores se podrá diseñar el espesor del pavimento, sin embargo, su resistencia se determina por la capacidad de carga. Por lo tanto, se intenta relación que: (Norma ASTM D1883)

$$\text{CBR} = (\text{carga de penetración/carga estándar}) * 100\%$$

Donde se puede determinar:

- Densidad y humedad.
- Grado de expansión del material
- Resistencia a la penetración

CBR (California Bearing Ratio)

Determina y da a conocer su capacidad de soporte que tiene el suelo, ya sea cohesivo y granular, en pocas palabras es conocer su capacidad del suelo para soportar carga bajo ruedas. Es un método empírico para pavimento flexible. Su valor que se obtiene en la prueba forma parte de varios métodos de diseño de pavimento. Su aplicación cuando el efecto de su contenido en agua de compactación sobre CBR es pequeño como sus materiales es de grano grueso sin ninguna cohesión, o también se tiene en cuenta diferentes tipos de contenido de agua de su compactación se determina en el nivel óptimo de contenido con su compactación específica. (Norma ASTM D1883)

Su peso unitario seco es normal al porcentaje mínimo de compactación que se permite por especificación de compactación de campo. Se evaluará que dosificaciones generan más resistencia para un mejor cálculo de su dosificación óptima.

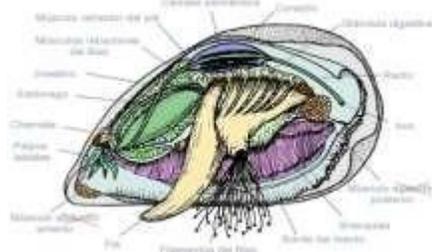
Conchas de Mejillón

Las conchas de mejillón conocidos como choros son moluscos filtradores que viven en agua dulce donde es muy frecuente en verse en platos peruanos por su sabor y valor económico se encuentra en la Costa Peruana y básicamente en todo el mundo en zonas costeras de agua dulce combinada con agua salada.

Su composición para el uso de suelo contiene carbonato cálcico, nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y magnesio donde el carbonato es casi total de su composición en el cual va muy bien en suelos arcillosos como alternativa de cal orgánica, se utiliza para corregir los suelos incrementando su pH. (Constumatica, 2018)

Figura 5

Partes del Mejillón



Nota: Gastronomía de José Soler

Permeabilidad del suelo

Es la capacidad de un cuerpo para permitir un paso fluido de partículas, sin que el dicho tránsito altere su estructura interna. Esta propiedad se puede determinar de manera objetiva, es también el sentido de conductividad dependiendo para que se emplea, se cuantifica como la velocidad de traslación de agua en el seno del terreno

a una gradiente unitaria. Siendo los suelos sistemas con 2 o 3 fases, como partícula tanto sólido y líquido, estos medios se llaman “porosidad”. Se dice que es permeable cuando tiene vacíos continuos, donde estos vacíos tienen todos los tipos de suelo, esto incluye el suelo arcilloso que tenga más compactación, la circulación que tiene el agua de esta masa es una diferencia de magnitud, en pocas palabras es la facultad con la que el agua pasa a través de sus poros, tiene un efecto económico y de dificultad para encontrar maneras constructivas. (Norma ASTM D 2434)

1.2. Formulación del Problema

¿Cómo es la estabilización de conchas de mejillón y cal en la subrasante del suelo arcilloso en la carretera de Pías – Pataz 2022?

1.3. Objetivos

Objetivo General

Determinar la estabilización con concha de mejillón y cal en la subrasante en la carretera de Pías, Pataz 2022.

Objetivos Específicos

O.E 1.- Evaluar las características mecánicas de la capa de subrasante de la vía en Pías, Pataz.

O.E 2.- Encontrar la cantidad adecuada de conchas de mejillón y cal que se deben utilizar en la subrasante de la carretera de Pías para obtener el mejor resultado posible.

O.E 3.- Evaluar las características mecánicas de la subrasante al agregar conchas de mejillón y cal.

Hipótesis General

La estabilización de las conchas de mejillón y cal mejorará de una manera significativa en la subrasante de la carretera de Pías, Pataz 2022.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Tipo de investigación

Por su propósito

El propósito de esta investigación es aplicado, ya que se utiliza el conocimiento previo para resolver el problema de investigación. Además, se basa en los resultados, descubrimientos y soluciones planteadas en los objetivos. (Fernández Collado, Hernández Sampieri, & Baptista Lucio, 2014)

Diseño de investigación

Por su diseño

En este experimento, se manipulan ciertos porcentajes de las variables independiente (Subrasante y Conchas de Mejillón) para modificar las propiedades mecánicas de la variable dependiente (Estabilización). De esta manera, se controla la influencia de una variable independiente en la variable dependiente en un estudio experimental (Fernández Collado, Hernández Sampieri, & Baptista Lucio, 2014).

Tabla 8

Matriz de clasificación de variables

Variab les	Relación	Naturaleza	Forma de medición	Escala de medición
Conchas de mejillón y cal	Independiente	Cuantitativa	Directa	Intervalo
Subrasante	Dependiente	Cuantitativa	Directa	Intervalo

Matriz de operacionalización de variables

Tabla 09

Matriz de Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de medición
Conchas de Mejillón y cal	<p>Óxido de calcio alcalino y de color blanco, obtenido a partir de la calcinación de la piedra Caliza (Constumatica, 2018).</p> <p>La concha de mejillón es un material compuesto, constituida por carbonato cálcico y pequeñas cantidades de otros elementos. (Paz-Ferreiro, Baez-Bernal, Castro Insúa, & García Pomar, 2012)</p>	<p>Para obtener las características de la cal y conchas de Mejillón para su desarrollo ante la subrasante del suelo obtendremos propiedades físicas de esta.</p>	Dosificaciones	1% cal + 2% concha de mejillón	Guía de observación	Intervalo
				2% cal + 3% concha de mejillón		
				3% cal + 4% concha de mejillón		
Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de medición
Subrasante	<p>Suelo es una mezcla de materiales sólidos, líquidos y gaseosos, que se conocen como propiedades físicas o mecánicas del suelo: textura permeabilidad, porosidad, drenaje, consistencia, profundidad efectiva. (Sánchez Delgado, 2014)</p>	<p>Para determinar las propiedades mecánicas del suelo se recomienda medir con diferentes tipos de ensayos, desde el proctor modificado, ensayo CBR, permeabilidad y % de absorción.</p>	Propiedades mecánicas	<p>Proctor (%)</p> <p>CBR (5)</p> <p>Permeabilidad (cm/seg)</p> <p>Análisis granulométrico (5%)</p>	Guía de observación	de Intervalo

Población y Muestra

Población

Su población son los pavimentos con estabilización en la subrasante en el distrito de Pías.

Muestra

La muestra son los pavimentos con estabilización de conchas de mejillón y cal en la subrasante en el distrito de Pías. La muestra son 3 calicatas para un mejor resultado dada en la observación de la subrasante para mejorar su suelo, con dimensiones de 1 m de ancho x 1 m largo x 1.50 m de profundidad, servirá para todos sus ensayos en el laboratorio GRUPO IMG “Ingeniería, materiales y geotecnia”

Tabla 10

Numero de ensayos y adición de conchas de mejillón y cal

Código de calicatas	N° de ensayos	Adición Conchas de Mejillón y Cal
C-1	7	
C-2	7	
	2	1% cal+ 2% concha de mejillón
	2	2% cal + 3% concha de mejillón
	2	3% cal+ 4% concha de mejillón
C-3	7	

Nota: Elaboración Propia

Técnicas e Instrumentos de Recolección y Análisis de Datos

Técnicas de Recolección de Datos

Se utilizará la técnica de guía observación dado que los tesisistas podrán observar los estratos que generarán las calicatas (C1, C2 y C3) cada mil metros en el suelo de la carretera de Pías, de esa manera se apreciará las propiedades físicas del suelo para su posterior análisis en laboratorio y así determinar sus propiedades mecánicas.

Instrumentos

Los instrumentos en la investigación que han utilizado son: equipo de laboratorio de suelo para poder desarrollar los ensayos de las muestras de terreno natural de la carretera de Pías mediante el otro instrumento que es la Guía de Observación y otro ensayo de muestra de la carretera de Pías con aditivo de Cal y concha de mejillón, normas, manuales, computadora para su digitación así poder procesar los resultados obtenidos del laboratorio en una ficha de observación.

Materiales, Instrumentos y Métodos

Los Materiales y equipos empleados en la presente investigación son los siguientes:

- ✓ Celular
- ✓ Cuaderno y lapiceros de apunte.
- ✓ Equipos de protección personal, para la realización de los ensayos.
- ✓ Botiquín de emergencia.
- ✓ Computadora con conexión a internet, para la elaboración de los informes y resultados de los ensayos.
- ✓ Sacos y bolsas, para obtención de la muestra.
- ✓ Pancarta y plumones.

Análisis de Datos

En esta investigación se analizará los datos estadísticos de los resultados de laboratorio. Los instrumentos que se utilizara serán gráficos, tabla de frecuencia, mediante Software Microsoft Excel 2016. Para poder realizar los procesos se está cumpliendo con las fechas programadas. Para una mejor evidencia de estos resultados obtenidos se ha llenado una rubrica para la evaluación de instrumento, así nuestro asesor pueda calificar y admitir los procesos que se están laborado para obtener un resultado óptimo de acuerdo a investigación.

Procedimiento

Descripción del procedimiento

Como primer paso lo que se tuvo que hacer es observar el lugar para poder identificar el problema de la carretera así haciendo calicatas cada mil metros de cada tramo, así poder obtener las muestras que fueron trasladadas al GRUPO IMG “Ingeniería, materiales y geotecnia”, donde se realizaron los ensayos de mecánica de suelos bajo las normativas mencionada anteriormente. Posteriormente se obtuvo los resultados de su comparación y analización de su comportamiento de estabilización en diferentes porcentajes añadidos de cal orgánica e inorgánica.

Preparación de los equipos móviles y equipos de protección personal:Equipos móviles

Se utilizaron los equipos móviles cuya finalidad es obtener evidencia para el trabajo que se ha presentado.

Inspección visual del lugar

El día 15 de enero del 2022 visitamos el lugar donde vamos a realizar dicho proyecto que está a 15 min de distrito de Pías hacia Cruz Colorada, viendo por su suelo arcilloso la dificultad de tránsito de vehículos fácil y sencillo, también se consultó a los lugareños sobre

los accidentes de tránsito que hay por esas zonas por el tipo de suelo que se tiene y en épocas de lluvia.

Extracción de la muestra

Para obtener de las muestras se realizaron 3 calicatas en el tramo de la carretera de Pías a cada mil metros. las dimensiones de las calicatas fueron de 1 metros de ancho x 1 metro de largo x 1.5 metros de profundidad. El material obtenido de las calicatas fue puesto en sus respectivos sacos, donde estos a continuación fueron llevados al laboratorio.

Procedimiento de los ensayos de laboratorio

Contenido de humedad

- Se extrae la muestra de arena a 1.5 m de profundidad.
- Se pesa el recipiente antes mencionado en donde se pondrá la arena.
- Se pesa el recipiente con la arena.
- Se lleva al horno durante 24 horas.
- Se emplea las fórmulas para poder encontrar los resultados.

Límite líquido

- Se llega a pulverizar la muestra de arena con un martillo.
- Se tamiza la muestra por la malla N° 40.
- Tomar 200 gr. de la muestra para poder ensayarla.
- Se agrega 20 ml de agua a la muestra.
- Se mezcla la muestra con el agua con una espátula hasta que tome consistencia, generando una pasta.
- Se coloca una parte de la muestra en la copa de Casagrande, el acanalador separar 13 mm.

- Se empieza a contar los golpes dados con el cono de Casagrande, hasta que el canal se cierre

Límite plástico

- Se toma las muestras de arena con diferentes cantidades de humedad.
- Luego se prosigue a que se amase hasta poder hacer una esfera.
- Se hace pequeños barriles en tiras.
- Girarlos sobre el vidrio.
- Se anota los datos obtenidos.

Cálculo

$$LL = W^n \left[\frac{N}{25} \right]^{0.121}$$

$$L = kW^n$$

- ✓ **N** = Número de golpes que causan el cierre de la ranura para el contenido de humedad
- ✓ **W** = Contenido de humedad del suelo, para N golpes.
- ✓ **K** = Factor ver en la tabla.

Cálculo Índice de plasticidad

IP

$$IP = LL - LP$$

Cálculo de liquidez o fluidez **IL**

$$IL = \frac{W - LP}{LL - LP} \times 100\%$$

Cálculo índice de consistencia **IC**

$$IC = \frac{l - w}{LL - LP} \times 100\%$$

Cálculo índice de contracción **IS**

$$IS = LP - LC$$

Donde:

- ✓ **IL** = índice líquido
- ✓ **W** = Humedad del suelo
- ✓ **LL** = Límite líquido del suelo
- ✓ **LP** = Límite plástico del suelo

Ensayo Granulométrico

El presente ensayo permite obtener la distribución por tamaño de las partículas que presentan en una muestra de suelo. asimismo, es posible también su clasificación mediante sistemas como AASHTO o SUCS

Equipos:

- ✓ -Balanza digital de precisión 0.1 gr.
- ✓ -Horno a temperaturas $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ✓ -Juego de tamices: N°4, N°8, N°10, N°16, N°20, N°30, N° 40, N°50, N°60, N°100, N°200 + tapa y fondo.
- ✓ -Bandeja y cepillo metálico

Procedimiento:

- ✓ Primero se pesa la tara a utilizar para la muestra.
- ✓ Se agrega la muestra de manera vertical y en caída libre en la tara para ser pesado y luego llevarlo al horno, por 24 horas.
- ✓ Se retira la muestra del horno y se deja enfriar al aire libre, luego se pesa la muestra para determinar el contenido de humedad del material.
- ✓ Se procede a lavar la muestra.
- ✓ Una vez lavada la muestra por la malla número 200, el material retenido debe secarse en el horno por 24 horas
- ✓ Pasadas las 24 horas se extrae el material y se pesa. Y se determina el porcentaje de finos, lavamos pesamos y tomar datos.

Cálculos:

Ya obtenido los porcentajes del tamiz, se procede a calcular suporcentaje:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso material retenido en tamiz}}{\text{Peso total de la muestra}} * 100$$

$$\% \text{ Pasa} = 1 - \% \text{ retenido}$$

Cálculo Cu y Cc con interpolación

$$\frac{X - X1}{X2 - X1} = \frac{Y - Y1}{Y2 - Y1}$$

Cálculo para D10:

$$D10 = \frac{D2 - D1}{\text{Log}\%2 - \text{Log}\%1} * \text{Log}10 - \text{Log}1$$

Cálculo para D30:

$$D30 = \frac{D2 - D1}{\text{Log}\%2 - \text{Log}\%1} * \text{Log}30 - \text{Log}1$$

Cálculo para D60:

$$D60 = \frac{D2 - D1}{\text{Log}\%2 - \text{Log}\%1} * \text{Log}60 - \text{Log}1$$

Cálculo Cu y Cc:

$$Cu = \frac{D60}{D10}$$

$$Cc = \frac{(D30)^2}{(D10 * D60)}$$

Ensayo Densidad relativa

✓ Equipos:

- ✓ Meza vibrador 50HZ
- ✓ Molde metálico estándar
- ✓ Embudo con descarga 25mm de diámetro y 150mm de largo
- ✓ Bandeja metálica
- ✓ Balanza digital de precisión 0.1 gr.
- ✓ Horno a temperaturas de 110 °C ± 5 °C

Procedimiento:

- ✓ Se recolecta la muestra en la bandeja metálica
- ✓ Se calibra el molde metálico, con ayuda de un vernier.
- ✓ Se procede a llenar el molde metálico estándar, con la muestra.
- ✓ Se enraza la muestra en el molde, seguido registramos supeso del molde en la balanza.
- ✓ Se somete al molde a la meza vibradora durante un periodo de 5 minutos.
- ✓ Finalmente se procede a tomar datos.

Cálculos:

Cálculo Densidad mínima:

$$Y d \text{ min} = \frac{W1 - Mm}{Vm}$$

Donde:

- ✓ **Mm** = Peso del molde
- ✓ **W1** = Peso del molde + suelo
- ✓ **Vm** = Volumen del molde.

Ensayo Proctor modificado

Equipos

- ✓ Moldes Cilíndricos 4"
- ✓ Pisón o martillo
- ✓ Horno a temperaturas $110 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- ✓ Balanza digital de precisión 0.1 gr.

- ✓ Tamices ($\frac{3}{4}$ ", $\frac{3}{8}$ ", n°4)
- ✓ Bandejas
- ✓ Moldes Cilíndricos 4"
- ✓ Pisón o martillo
- ✓ Horno a temperaturas $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ✓ Balanza digital de precisión 0.1 gr.
- ✓ Tamices ($\frac{3}{4}$ ", $\frac{3}{8}$ ", n°4)
- ✓ Bandejas

Cálculos:

Cálculo Contenido de humedad:

$$h\% = \frac{(Rec+Suelo\ húmedo) - (Rec+suelo\ seco)}{(Rec+suelo\ seco) - \text{Peso recipiente}} \times 100$$

Donde:

Dsm = Densidad seca de la muestra

Pms = Peso suelo húmedo

V = Volumen del molde

Cálculo densidad Húmeda:

$$D_{hm} = \frac{(\text{Peso del molde} + \text{suelo húmedo}) - w_{molde}}{V}$$

Donde:

- ✓ ***D_{hm}*** = Densidad húmeda de la muestra
- ✓ ***w_{molde}*** = Peso del molde
- ✓ ***V*** = Volumen del molde.

Ensayo de CBR

Equipos:

- ✓ Pisón o martillo
- ✓ Placa perforada + vástago
- ✓ Collarín
- ✓ Espaciador
- ✓ Pesas en forma de anillos
- ✓ Dial de deformación
- ✓ Indicador de presión

Procedimiento:

Para compactación

- ✓ Se procede a pesar el molde con la base.
- ✓ Se coloca el collarín y el disco espaciador.
- ✓ Se sitúa el papel filtro, para evitar el tapado de suelo en futuros ensayos.
- ✓ Se calca la muestra en la bandeja, y luego a cada molde en diferentes grados de compactación.
- ✓ El número de golpes es de 12, 25 y 56 para cada capa.
- ✓ Se termina la compactación, se retira el collarín, para luego rasar la superficie del molde.

Para inmersión

- ✓ Se coloca la superficie de la muestra, en la placa se perfora con vástago, y sobre estos los anillos necesarios.
- ✓ Se ubica el trípode con el dial de deformación,

sobre el molde.

- ✓ Se registra lectura antes de sumergir en la tina.

Para expansión

- ✓ Se sumerge el molde en un pozo o tina, durante 4 días.
- ✓ Se saca el molde del agua dejamos secar 15 minutos, y procedemos a pesar el molde.
- ✓ Se procede al ensayo de penetración.

Para penetración

- ✓ Se coloca las pesas de sobrecarga sobre la muestra.
- ✓ Se pone el pisón de penetración.
- ✓ Se aplica a 44 N. de carga en el indicador de presión y el dial dedeformación.
- ✓ Finalmente se desmonta el molde, se escoge una muestra para luego determinar su humedad y anotación de datos.

El ensayo de tamizado para el análisis granulométrico de suelos por tamizado según la norma ASTM D 422, En primer lugar, se pesaron los tamices que se iban a utilizar. Luego, se colocó la muestra en el tamiz y se agitó. Después, se pesó el tamiz con la muestra y se registró la información. Finalmente, los datos obtenidos se ingresaron en un formato para realizar el cálculo del material retenido, permitiendo determinar los porcentajes de gravas, arenas y finos presentes en la muestra.

El procedimiento para determinar el contenido de humedad natural según la norma ASTM D-2216, consiste en tomar una muestra y colocarla en recipientes metálicos previamente

pesados. Luego, se introduce la muestra en una estufa a 110°C durante 16 horas para su secado. Después de este tiempo, se retiran los recipientes metálicos y se vuelven a pesar, obteniendo así los datos necesarios para calcular el contenido de humedad.

Se llevaron a cabo los ensayos de los Límites de Atterberg según la norma ASTM D-4318. el Límite Líquido se determinó utilizando de la cuchara de Casagrande, donde se añadió agua a la muestra y se mezcló con una cierta cantidad de golpes hasta que se unió. Luego se colocó la muestra unida en un recipiente metálico y se secó en una estufa a 110°C durante 16 horas. Para el Límite Plástico, se agregó agua a la muestra y se formaron pequeñas esferas que se frotaron con la yema de los dedos sobre una placa de vidrio hasta formar varillas de 3mm de diámetro y 10 cm de largo. Después se frotaron hasta que se secaron y quebraron, y se colocaron en recipientes metálicos para secar en la estufa a 110°C durante 16 horas. El Índice de Plasticidad se determinó restando los resultados obtenidos del límite líquido y el límite plástico.

Se realizó el ensayo de Proctor según la norma ASTM D-1557, el cuál consistió en utilizar un molde cilíndrico de metal que se pesó y se midió para determinar su volumen. Se agregó la muestra en el molde en cinco capas y se compactó con 25 golpes por cada capa. Después, se volvió a pesar el molde con la muestra dosificada y se extrajo una parte de la muestra en un recipiente metálico previamente pesado. Luego, se pesó el recipiente con la muestra y se colocó en la estufa a 110°C durante 16 horas para determinar el contenido de humedad óptimo y la máxima densidad seca del suelo.

El ensayo de CBR según la norma ASTM D-1883 se llevó a cabo añadiendo agua a la muestra hasta alcanzar el contenido de humedad óptimo obtenido en el ensayo de Proctor. Posteriormente, la muestra se compactó en el molde estandarizado de CBR en tres capas

utilizando diferentes cantidades de golpes (12,25 y 56) con una maza de 2.5 kg, dejándola caer desde una altura de 305mm. Luego se niveló el molde y se desmontó y volvió a montar al revés. A continuación, se sumergió el molde en agua y se colocó la placa perforada y el vástago con los pesos necesarios para calcular la sobrecarga y se situó el trípode de medida en el borde del molde para tomar lecturas diarias del micro comparador durante un mínimo de 4 días. Por último, se retiró la muestra del agua, se escurrió y se secó en el exterior aplicando carga sobre el pistón de penetración mediante la prensa CBR y se registraron lecturas de la curva presión-penetración.

También se da el desarrollo a dicha investigación sus **aspectos éticos**:

Esta investigación es autentica por su procedimiento metodológico y estado acorde ala realidad problemática, por lo tanto, nos comprometemos a que esta información de la investigación el recojo de información esta avalada con bases teóricas, y las normas que se han requerido dando veracidad a dicha investigación, también es transparente ya que nuestros datos son incuestionables.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

OE. 1. Determinar las propiedades mecánicas de la subrasante

La investigación consta de 3 km por ello se realizó 3 calicatas a cada km. C1, C2, C3.

Calicata C1

Tabla 11

Análisis granulométrico por tamizado C1

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que pasa
3/8"	9.500				100.00
N° 4	4.750				100.00
N° 8	2.360				100.00
N° 16	1.180				100.00
N° 30	0.600				100.00
N° 40	0.425	19.00	4.20	4.20	95.8
N° 50	0.300	16.90	3.7	7.90	92.1
N° 100	0.150	20.0	4.4	12.20	87.8
N° 200	0.075	15.0	3.3	15.5	84.5
Fondo	-	385.2	84.5	100.0	
		456.0	100		

En la tabla se observa el análisis granulométrico por tamizado del suelo natural donde contamos con los pesos retenidos en el tamiz N° 40 de 19.0 gr., tamiz N° 50 de 16.9gr., tamiz N° 100 de 20.0 gr., tamiz N° 200 de 15.0 gr., haciendo una suma de 456.0 gr.

Tabla 12

Límites de consistencia CI

Diseño de Mezcla N.º 3 (17% de vacíos)							
Cristal N°	Wh + cristal (grs)	Ws + cristal (grs)	W agua (grs)	W cristal (grs)	Ws (grs)	Humedad (%)	N° golpes
LÍMITE LÍQUIDO							
1	73.7	71.94	1.76	67.11	4.83	36.4	16
2	84.1	82.78	1.32	79.0	3.78	34.9	24
3	78.98	78.01	0.97	75.07	2.94	33.0	35
LÍMITE PLÁSTICO							
1	83.85	83.26	0.59	79.92	3.34	17.7	17.7
2	84.05	83.2	0.85	78.11	5.09	5.09	16.7
3	76.5	75.03	1.47	65.0	10.03	10.03	14.7
Límite líquido	34.8	Límite plástico	16.3	Índice de plasticidad	18.4		

En la tabla 12 se muestra los límites de consistencia, donde se obtuvo 34.8 límite líquido, 16.3 límite plástico y 18.4 índice de plasticidad.

Tabla 13

Contenido de humedad CI

Descripción	1	2	3
Peso del recipiente g	50.24	46.84	42.1
Peso del recipiente + muestra húmeda	88.54	85.5	80.4
Peso del recipiente + muestra seca (g)	86.21	83.24	78.16
Peso del agua (g)	2.33	2.26	2.24
Peso de muestra seca (g)	35.97	36.4	36.06
Humedad (%)	6.48	6.21	6.21
Humedad Promedio (%)		6.30	

En la Tabla 13 se observa los ensayos de humedad en C1, como resultado se obtuvo el promedio para el porcentaje de humedad de 6.30 por ciento.

Tabla 14

Compactación Proctor Modificado C1

Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo (g)	5132.89	5245.00	5318.00	5339.00	5324.00
Peso del suelo húmedo (g)	1406.89	1519.00	1592.00	1613.00	1598.00
Humedad Calculada %	0.20	5.45	8.33	12.32	16.30
Densidad Húmeda (g/cm ³)	1.496	1.615	1.693	1.715	1.699
Densidad Seca (g/cm ³)	1.493	1.532	1.563	1.527	1.461

La Tabla 14 presenta los resultados de Proctor hallados para elaboración del gráfico de densidades (Curva) para C1

Tabla 15

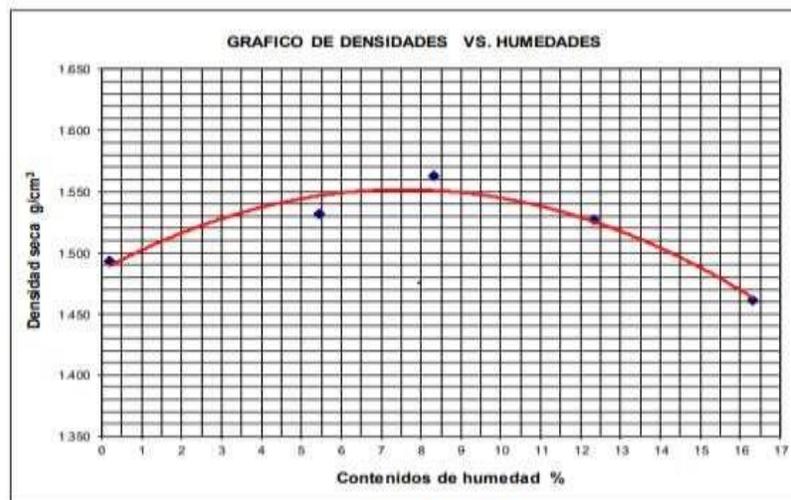
Contenido de Humedad de Proctor C1

Muestra #	1	2	3	4	5					
Rec + suelo húmedo (g)	121.8	152.00	172.4	196.3	156.7	152.4	147.63	157.86	136.84	132.30
Rec + suelo seco (g)	121.7	151.81	166.94	190.45	149.84	146.21	137.84	145.54	125.48	120.54
Peso del recipiente (g)	68.31	64.54	67.21	82.63	66.82	72.56	58.23	45.72	58.23	45.72
Peso del suelo seco (g)	53.39	87.27	99.73	107.82	83.02	73.65	79.61	99.82	67.25	74.82
Peso del agua (g)	0.10	0.19	5.46	5.85	6.86	6.19	9.79	12.32	11.36	11.76
Contenido de Humedad (%)	0.19	0.22	5.47	5.43	8.26	8.40	12.30	12.34	16.89	15.72
Humedad promedio (%)	0.20	5.45			8.33		12.32		16.30	

La Tabla 15 se puede apreciar los resultados obtenidos de humedad de Proctor en las 5 muestras ensayadas para C1: 0.20%, 5.45%, 8.33%, 12.32%, 16.30%

Figura 6

Proctor Modificado C1



En la figura 6 como resultado para C1 obtuvimos 1.550 g/cm³ de Densidad Máxima y 9.00 por ciento en su Humedad óptima

Calicata C2

Tabla 16

Análisis granulométrico por tamizado C2

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que pasa
3/8"	9.500				100.00
N° 4	4.750				100.00
N° 8	2.360				100.00
N° 16	1.180				100.00
N° 30	0.600				100.00
N° 40	0.425	26.0	5.6	5.6	94.4
N° 50	0.300	19.6	4.3	9.9	90.1
N° 100	0.150	18.1	3.9	13.8	86.2
N° 200	0.075	11.1	2.4	16.2	83.8
Fondo	-	385.2	83.8	100.0	
		460.0	100		

En la tabla se observa el análisis granulométrico por tamizado del suelo natural donde contamos con los pesos retenidos en el tamiz N° 40 de 26.0 gr., tamiz N° 50 de 19.6gr., tamiz N° 100 de 18.1 gr., tamiz N° 200 de 11.1 gr., haciendo una suma de 460.0 gr.

Tabla 17

Límites de consistencia C2

Diseño de Mezcla N.º 3 (17% de vacíos)							
Cristal N°	Wh + cristal (grs)	Ws + cristal (grs)	W agua (grs)	W cristal (grs)	Ws (grs)	Humedad (%)	N° golpes
LÍMITE LÍQUIDO							
1	74.94	73.23	1.71	68.5	4.73	36.2	17
2	86.96	85.25	1.71	80.39	4.86	35.2	23
3	79.17	78.23	0.94	75.43	2.8	33.6	34
LÍMITE PLÁSTICO							
1	84.14	83.19	0.95	78.06	5.13	18.5	
2	76.62	75.03	1.59	66.0	9.03	17.6	
3	84.27	83.35	0.92	76.3	7.05	13.0	
Límite líquido	35.0	Limite plástico	16.4	Índice de plasticidad	18.6		

En la tabla 17 se muestra los límites de consistencia, donde se obtuvo 35.0 límite líquido, 16.4 límite plástico y 18.6 índice de plasticidad.

Tabla 18

Contenido de humedad C2

Descripción	1	2	3
Peso del recipiente g	56.45	59.24	56.24
Peso del recipiente + muestra húmeda	89.74	92.15	89.65
Peso del recipiente + muestra seca (g)	87.24	89.64	87.24
Peso del agua (g)	2.5	2.51	2.41
Peso de muestra seca (g)	30.79	30.4	31
Humedad (%)	8.12	8.26	7.77
Humedad Promedio (%)		8.05	

En la Tabla 18 se observa los ensayos de humedad en C 2, como resultado se obtuvo el promedio para el porcentaje de humedad de 8.05 por ciento.

Tabla 19

Compactación Proctor Modificado C2

Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo (g)	5132.89	5245.00	5318.00	5339.00	5324.00
Peso del suelo húmedo (g)	1406.89	1519.00	1592.00	1613.00	1598.00
Humedad Calculada %	0.17	6.10	9.33	13.01	16.03
Densidad Húmeda (g/cm ³)	1.496	1.615	1.693	1.715	1.699
Densidad Seca (g/cm ³)	1.494	1.522	1.550	1.518	1.465

La Tabla 19 presenta los resultados de Proctor hallados para elaboración del grafico de densidades (Curva) para C2.

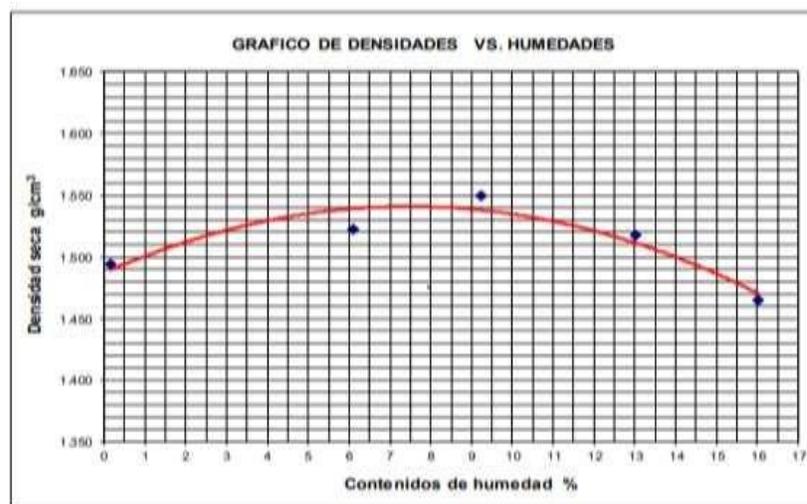
Tabla 20

Contenido de Humedad de Proctor C2

Muestra #	1	2	3	4	9					
Rec + suelo húmedo (g)	133.56	138.72	157.42	156.85	154.23	136.99	142.71	165.42	138.90	156.42
Rec + suelo seco (g)	133.43	138.59	152.48	151.48	146.95	131.24	133.54	152.48	127.48	141.51
Peso del recipiente (g)	52.41	62.53	71.42	63.52	62.89	72.56	61.23	55.41	58.23	45.72
Peso del suelo seco (g)	81.02	76.06	81.06	87.96	84.06	58.68	72.31	97.07	69.25	95.79
Peso del agua (g)	0.13	0.13	4.94	5.37	7.28	5.75	9.17	12.94	11.42	14.91
Contenido de Humedad (%)	0.16	0.17	6.09	6.11	8.66	9.80	12.68	13.33	16.49	15.57
Humedad promedio (%)	0.17	6.10		9.23		13.01		16.03		

La Tabla 20 se puede apreciar los resultados obtenidos de humedad de Proctor en las 5 muestras ensayadas para C2: 0.17%, 6.10%, 9.23%, 13.01%, 16.03%.

Figura 7
Proctor Modificado C2



En la figura 7 como resultado para C2 obtuvimos 1.540 g/cm³ de Densidad Máxima y 8.50 por ciento en su Humedad óptima.

Calicata C3

Tabla 21

Análisis granulométrico por tamizado C3

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que pasa
3/8"	9.500				100.00
N° 4	4.750				100.00
N° 8	2.360				100.00
N° 16	1.180				100.00
N° 30	0.600				100.00
N° 40	0.425	16.3	3.3	3.3	96.7
N° 50	0.300	18.6	3.7	7.0	93.0
N° 100	0.150	18.1	3.6	10.6	89.4
N° 200	0.075	11.1	2.2	12.8	87.2
Fondo	-	436.8	87.2	100.0	
		501.0	100		

En la tabla se observa el análisis granulométrico por tamizado del suelo natural donde contamos con los pesos retenidos en el tamiz N° 40 de 16.3 gr., tamiz N° 50 de 18.6gr., tamiz N° 100 de 18.1 gr., tamiz N° 200 de 11.1 gr., haciendo una suma de 501.0 gr.

Tabla 22

Límites de consistencia C3

Diseño de Mezcla N.º 3 (17% de vacíos)							
Cristal N°	Wh + cristal (grs)	Ws + cristal (grs)	W agua (grs)	W cristal (grs)	Ws (grs)	Humedad (%)	N° golpes
LÍMITE LÍQUIDO							
1	85.65	83.96	1.69	79.32	4.64	36.4	16
2	97.39	94.04	3.35	84.3	9.74	34.3	23
3	90.12	89.12	1	86.15	2.97	33.7	33

LÍMITE PLÁSTICO

1	86.18	84.91	1.27	78.0	6.91	18.4
2	95.1	94.15	0.95	88.2	5.95	16.0
3	85.13	84.44	0.69	79.6	4.84	14.3
Límite líquido	34.8	Límite plástico	16.2	Índice de plasticidad	18.6	

En la tabla 22 se muestra los límites de consistencia, donde se obtuvo 34.8 límite líquido, 16.2 límite plástico y 18.6 índice de plasticidad.

Tabla 23

Contenido de humedad C3

Descripción	1	2	3
Peso del recipiente g	52.08	55.86	61.41
Peso del recipiente + muestra húmeda	92.54	96.87	92.54
Peso del recipiente + muestra seca (g)	90.21	94.24	90.58
Peso del agua (g)	2.33	2.63	1.96
Peso de muestra seca (g)	38.13	38.38	29.17
Humedad (%)	6.11	6.85	6.72
Humedad Promedio (%)		6.56	

En la Tabla 23 se observa los ensayos de humedad en C3, como resultado se obtuvo el promedio para el porcentaje de humedad de 6.56 por ciento.

Tabla 24

Compactación Proctor Modificado C3

Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo (g)	5,114.00	5,245.00	5,312.00	5324.00	5,314.00
Peso del suelo húmedo (g)	1,388.00	1,519.00	1,586.00	1,598.00	1,588.00
Humedad Calculada %	0.21	3.96	7.76	10.76	16.68
Densidad Húmeda (g/cm ³)	1.476	1.615	1.686	1.699	1.689
Densidad Seca (g/cm ³)	1.473	1.554	1.565	1.534	1.447

La Tabla 24 presenta los resultados de Proctor hallados para elaboración del grafico de densidades (Curva) para C3

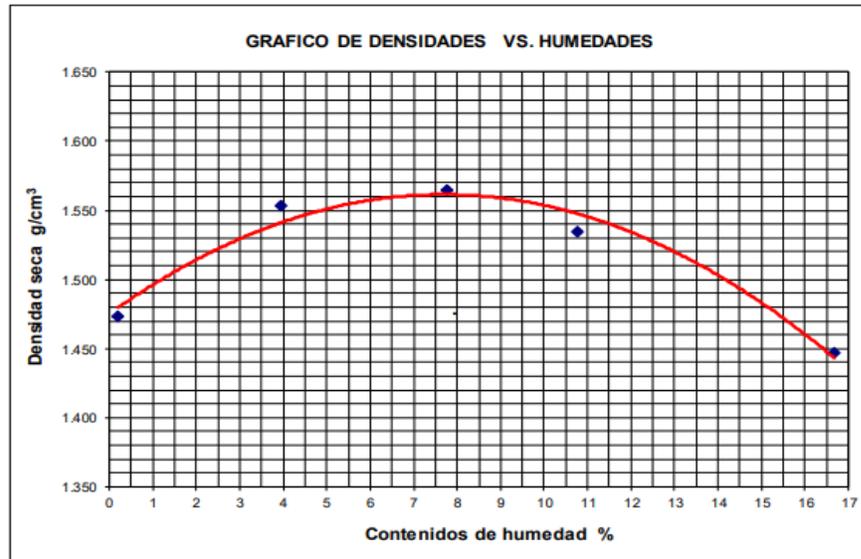
Tabla 25

Contenido de Humedad de Proctor C3

Muestra #	1	2	3	4	5					
Rec + suelo húmedo (g)	145.23	155.63	138.96	144.10	149.63	153.85	146.75	157.23	159.86	136.54
Rec + suelo seco (g)	145.03	155.42	135.48	140.45	142.45	145.84	136.24	147.44	147.22	124.84
Peso del recipiente (g)	48.75	53.63	45.72	50.01	48.77	43.96	35.89	58.82	65.45	59.45
Peso del suelo seco (g)	96.28	101.79	89.76	90.44	93.68	101.88	100.35	88.62	81.77	65.39
Peso del agua (g)	0.20	0.21	3.48	53.65	7.18	8.01	10.51	9.79	12.64	11.70
Contenido de Humedad (%)	0.21	0.21	3.88	4.04	7.66	7.86	10.47	11.05	15.46	17.89
Humedad promedio (%)	0.21	3.96		7.76			10.76		16.68	

La Tabla 25 se puede apreciar los resultados obtenidos de humedad de Proctor en las 5 muestras ensayadas para C3: 0.21%, 3.96%, 7.76%, 10.76%, 16.68%

Figura 8
Proctor Modificado C3



En la figura 8 como resultado para C3 obtuvimos 1.560 g/cm³ de Densidad Máxima y 8 por ciento en su Humedad Optima

O.E 2.- Determinar el porcentaje óptimo de conchas de mejillón y cal en la subrasante de la carretera Pías.

Tabla 26

Resultados de los ensayos CBR en calicatas

CBR	CBR AL 95% MDS (0.1")		
	12 golpes	25 golpes	56 golpes
CBR Calicata 1	6.90	7.58	8.63
CBR Calicata 2	6.90	7.35	7.88
CBR Calicata 3	7.35	9.23	10.65

En la tabla se observa los resultados de CBR de las calicatas realizadas: CBR C1 a los 12 golpes 6.90%, 25 golpes 7.58%, 56 golpes 8.63%, CBR C2 a los 12 golpes 6.90%, 25 golpes 7.35%, 56 golpes 7.88%, CBR C3 a los 12 golpes 7.35%, 25 golpes 9.23%, 56 golpes 10.65%.

Tabla 27

Dosificación de adición de 2% Cal + 3% concha de mejillón en CBR

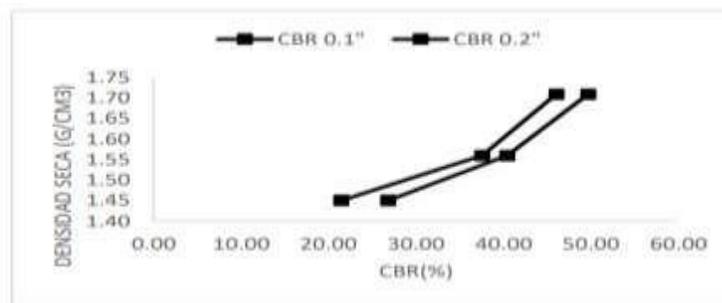
GOLPES	Penetración (pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga Unit. (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.48	6.9	21.45
12	0.2	2.76	10.3	26.83
25	0.1	2.59	6.9	37.58
25	0.2	4.17	10.3	40.45
56	0.1	3.18	6.9	46.06
56	0.2	5.12	10.3	49.70

GOLPES	Densidad (kg/m³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (MPa)
12	1480	21.45	26.83
25	1570	37.58	40.45
56	1690	46.06	49.70

En la tabla con porcentaje de 2% cal + 3% concha de mejillón en CBR tenemos a los resultados a los 12 golpes CBR 0.1" con 21.45 por ciento 25 golpes con 37.58 por ciento, 56 golpes con 46.06 por ciento, a los 12 golpes CBR 0.2" con 26.83 por ciento, 25 golpes con 40.45 por ciento, 56 golpes con 49.70 por ciento

Figura 9

Densidad seca vs CBR



En la Figura 9 se presenta graficados los resultados obtenidos del ensayo Proctor CBR para C2 + 2% Cal + 3% concha de mejillón en 0.1" y 0.2"

O.E 3.- Determinar las propiedades mecánicas de la subrasante adicionado las conchas de mejillón y cal

Tabla 28

Resultados de los ensayos CBR en C2 al 95% MDS (0.1")

CBR	CBR AL 95% MDS (0.1")		
	12 golpes	25 golpes	56 golpes
CBR + 1% cal + 2% concha de mejillón	17.18	29.11	36.16
CBR 2% cal + 3% concha de mejillón	21.45	37.58	46.06
CBR 3% cal + 4% concha de mejillón	21.45	37.58	46.06

En la tabla 28 se observa los resultados CBR +1% cal + 2% concha de mejillón a los 12 golpes 17.18%, 25 golpes 29.11%, 56 golpes 36.16%, CBR + 2% cal + 3% concha de mejillón a los 12 golpes 21.45%, 25 golpes 37.58%, 56 golpes 46.06%, CBR + 3% cal + 4% concha de mejillón a los 12 golpes 21.45%, 25 golpes 37.58% y 56 golpes 46.06%

Tabla 29

Resultados del ensayo de Proctor Modificado C2 adicionado cal y Concha de mejillón

Nº DE CALICATA	DENSIDAD SECA MAXIMA (kg/m ³)	HUMEDAD OPTIMA (%)
C2 + 1% cal + 2% concha mejillón	1610	7.00
C2 + 2% cal + 3% concha mejillón	1630	7.00
C2 + 3% cal + 4% concha mejillón	1640	7.00

En la tabla 29 se observa los resultados del Proctor modificado para C2 + 1% cal + 2% concha mejillón tiene 1610 kg/m³ densidad seca máxima y 7 por ciento de humedad óptima, C2 + 2% cal + 3% concha mejillón tiene 1630 kg/m³ densidad seca máxima y 7 por ciento de humedad óptima, C2 + 3% cal + 4% concha mejillón tiene 1640 kg/m³ y 7 por ciento de humedad óptima.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

Respecto al ensayo de contenido de humedad mediante la NTP 339.127, en las tablas 14, 19 y 26 de las calicatas C1, C2, C3 respectivamente, las mismas fueron excavadas 1.50m según normativa obtenidas de la subrasante de la carretera de Pías, Pataz. Si el nivel de humedad natural del suelo se encuentra dentro del rango opción o por debajo de él, se podrá compactar el suelo de forma natural con la adición de una cantidad adecuada de agua. Por otro lado, si el nivel de humedad natural del suelo supera el nivel óptimo, se requerirá aumentar la energía de compactación para lograr una adecuada densidad del suelo (Abanto Espinoza & Salinas Sanchez , 2021)

Respecto al análisis granulometría por tamizado En la tabla 12 se detalla los resultados de la calicata C1, según la curva granulométrica, cuenta con una mayor incidencia en finos, con un porcentaje de finos de 84.5 por ciento, de arena 15.5 por ciento y de grava 0 por ciento en la calicata C2 presenta un porcentaje de finos de 83.8 por ciento, 16.2 por ciento de arena y de grava 0 por ciento; finalmente en la calicata C3 presenta 87.2 por ciento de finos, 12.8 por ciento de arena y de grava 0 por ciento Según el estudio el material cuenta 0 por ciento de grava, esto implica que el material no es uniforme, ya que las piedras o gravas brindan resistencia a la fuerza de corte (Ministerio de Transporte y Comunicaciones 2013)

Según el límite de Atterberg se detalla en la calicata C1, el límite líquido 34.8 por ciento. límite plástico con un valor de 16.3 por ciento y un índice plasticidad 18.4 por ciento en la calicata C2, el límite líquido 35.0 por ciento, límite plástico con un valor de 16.4 por ciento y un índice de plasticidad 18.6 por ciento y en la calicata C3, el límite líquido 34.8

por ciento límite plástico con un valor de 16.2 por ciento, índice de plasticidad 18.6 por ciento; el límite de plasticidad indica la magnitud del intervalo de humedades por ello la subrasante de la carretera Pías, se trata de un tipo de suelo arcillo que presenta una baja plasticidad. La plasticidad es una propiedad de los suelos finos (arcillas y limos). Atterberg observó que un incremento en el porcentaje de arcilla produce un aumento en ambos límites de plasticidad en la escala de humedad y consecuente aumento en el número de plasticidad (Estudios Geotécnicos, 2013).

En la prueba Proctor modificado, el propósito es determinar la densidad máxima seca (DMS) y el nivel de humedad óptima de una subrasante. La técnica de compactación de suelos se centra en la eliminación del aire que se encuentra en el suelo a través de la aplicación de energía, con el propósito de obtener una menor permeabilidad, una mayor resistencia y una menor deformación del suelo. (Lique, R. & León L. 2018). Los resultados muestran en la calicata C1 una densidad máxima seca 1550 kg/m^3 y un contenido de humedad del suelo 9 por ciento, en la calicata C2 una densidad máxima seca de 1540 kg/m^3 y un contenido de humedad del suelo 8.50 por ciento, en la calicata C3 una densidad máxima seca 1560 kg/m^3 y su contenido de humedad óptimo es de 8.00 por ciento, esto implica esto datos demuestra que con parámetros establecidos en la normativa para suelos CL.

Con respecto a los resultado del ensayo de CBR de C1 y C2, donde se obtuvo los valores en estado natural de las 2 calicatas de 7.04 por ciento y la calicata C3 se obtuvo en estado natural de 9 por ciento al 95 por ciento de la Densidad Máxima Seca a 0.1", siendo una subrasante regular para las 3 calicatas según la normativa se ubica en el rango de ≥ 6 CBR < 10 , al comparar las 3 calicatas podemos observar el de menor CBR son las calicatas C1

o C2 , por ello consideramos la calicata C2 según la normativa indica considerar la más desfavorable para evaluar los siguientes ensayos, así mismo se le aumentó en porcentajes de cal y concha de mejillón, 1% de cal + 2% de concha de mejillón el CBR aumenta a 28.50 por ciento en la C2 ubicándose en la categoría muy buena, en 2% cal + 3% concha de mejillón aumenta a 38.00 por ciento siendo una subrasante excelente, en 3% cal + 4% concha de mejillón aumenta 38.00 por ciento siendo una subrasante excelente. (Estrada y Ventura, 2019) en su investigación indica que al adicionar conchas de abanico en porcentajes de 4 por ciento, 6 por ciento y 8 por ciento aumenta en un 12 por ciento aproximadamente en el CBR tomando ello en nuestra investigación al considerar la concha de mejillón también adicionando Cal lo que genera un aumento significativamente en la subrasante de regular a una subrasante muy buena y excelente.(Castro Cuadra, 2017) indica en su investigación la utilización de cal y ceniza de cascara de arroz para mejorar la subrasante, se planteó dos combinaciones que permitió valores altos de capacidad de soporte gracias al ensayo de CBR teniendo de 5 por ciento de la subrasante a 38.5 por ciento, es decir aumenta 6 veces, en nuestra investigación al considerar cal y conchas de mejillón de en una subrasante de 7.04 por ciento mejora a 38.00 por ciento, es decir aumenta 5 veces la capacidad de soporte con 2% de cal y 3% de conchas de mejillón, se mejora la resistencia y sus propiedades de los ensayos que se ha hecho, este aumento se da por la composición del material químicamente procesado de la concha de mejillón ayuda al mejoramiento del suelo.

Limitaciones

La realización de los trabajos en campo se culminó, pero se tuvo algunas limitaciones de acceso por problemas de transportes debido a la coyuntura política del país y por motivos de lluvias.

Los laboratorios también fueron otras limitantes para la realización de los ensayos debido a la demanda y poder acceder a realizarlo, por ello tuvimos una prolongación de plazo de realización.

Implicancias

A partir de los resultados obtenidos me implicó poder verificar si estábamos dentro de los parámetros en el caso de los contenidos humedad, límites de Atterberg.

En la normativa de Suelos, geotecnia, geología y pavimentos verificar la cantidad de calicatas para la realización de mi investigación

A partir del desarrollo de ensayos buscar las normativas para los procedimientos

Conclusiones

Se determinó que las conchas de mejillón mejoran sus propiedades mecánicas del suelo natural, con California Bearing Ratio (CBR), se observó a una subrasante natural de 7.04 por ciento al adicionar un 2% de cal + 3% de conchas de mejillón aumenta un 38.00 por ciento convirtiendo la subrasante de regular a muy buena. Así mismo en el Proctor modificado teniendo la calicata desfavorable luego del análisis de las 3 calicatas se cuenta con una densidad seca 1540 kg/m^3 y su contenido óptimo de humedad 8.50 por ciento, al adicionar los porcentajes de cal y concha de mejillón para todos los porcentajes de adición aumenta a 1600 kg/m^3 y su contenido de humedad disminuye a un 7.00 por ciento. Con estos resultados se está obteniendo un mejor comportamiento ante posibles deformaciones en la subrasante y evitando a que con el paso del tiempo tenga inconveniente la carretera.

Los resultados indicaron que el uso de conchas de mejillón y cal en una proporción del 2 por ciento y 3 por ciento respectivamente, mejora las características mecánicas del suelo natural. Al utilizar esta mezcla en un ensayo de CBR, se logró un valor de 38.00 por ciento para la subrasante, es decir 5 veces más el valor del terreno natural, de esta forma se adquirió una subrasante muy buena.

Se determinó según SUCS la granulometría tenemos un suelo arcillo de baja plasticidad (CL) y según AASHTO tenemos un suelo arcilloso plástico (A-6) Según el estudio el material cuenta 0 por ciento de grava, esto implica el material no es uniforme, ya que las piedras proporcionan resistencia a la fuerza de corte

Recomendaciones

Se recomienda a los estudiantes que están por realizar su tesis que se consideren otros porcentajes para lograr una tendencia más fuerte así de esta manera, poder tener el porcentaje ideal de otras opciones para la estabilización de la subrasante, tener mejores comportamientos antes tantas deficiencias de nuestras carreteras, cuando están expuestas antes las lluvias o mayores soportes de cargas.

Se sugiere realizar un análisis de precios unitarios de estabilizantes para evaluar el costo y comparar cual es las alternativas más favorables sobre todo para las carreteras de bajo volumen tránsito.

Se recomienda usar cal y conchas de mejillón como estabilizantes de suelos en futuros proyectos de carreteras para los gobiernos locales como se observa, mejora la subrasante de una manera correcta y excelente.

REFERENCIAS

Abanto Espinoza, L. C., & Salinas Sanchez , E. (2021). Análisis de la estabilización de subrasante con uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en el Perú. Trujillo, Trujillo, Perú: Universidad Privada del Norte. Recuperado el 18 de Mayo de 2022, de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29043>

Andina, C. (2020). Accidentes de Tránsito en la Comunidad Andina, 2019. Lima: CAN.

Castrejón Bocanegra, K. W., & De la Cruz Perez, U. P. (2019). Evaluación de la carretera que une los Caseríos Cruz Colorada – Cenolen del distrito de Pías – provincia de Pataz – región de La Libertad, propuesta de mejora - 2019. Chimbote, Chimbote , Perú: Universidad Cesar Vallejo. Recuperado el 18 de Mayo de 2022, de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/41952>

Bañon, L y Beviá, j. (2000). Manuales de carreteras. Volumen 2: Construcción y mantenimiento. Alicante España: Ortiz e hijos, contratistas de obras, S.A.

Bowles Joseph, (1982). Manual de Laboratorio de suelos en Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Castro Cuadra, A. F. (2017). Estabilizacion de suelos arcillosos con ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante. Lima, Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingenieria. Recuperado el 18 de Mayo de 2022, de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/10054/1/castro_ca.pdf

Ciancaglini, N. (2005). R- 001- Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico. San Juan: Estación Experimental Agropecuaria San Juan. Recuperado el 18 de Mayo de 2022, de

Constumatica. (12 de Abril de 2018). CONSTRUMATICA. Obtenido de Constumatica:

Estrada Espinoza, D. J., & Ventura Ruiz, P. J. (2019). “Estabilización de la subrasante del suelo del Centro Poblado San Ignacio con ceniza de concha de abanico, con fines de pavimentación, distrito de Guadalupito – La Libertad, 2019”. Chimbote, Chimbote, Perú: Universidad César Vallejo. Recuperado el 18 de Mayo de 2022, de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56947>

Fernández Collado, C., Hernández Sampieri, R., & Baptista Lucio, M. d. (2014). Metodología de la Investigación (Sexta ed.). Santa Fé, Santa Fé, México: Mc Graw W-HILL/INTERAMERICANA EDITORES. S.A. Recuperado el 01 de Mayo de 2022.

Garzón Roca, J., Garrido De La Torre, ME., Hidalgo Signes, C. (2017). Clasificación de un suelo según SUCS. Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/84314>.

Giordani, C., & Leone, D. (2018). PAVIMENTOS. Universidad Tecnologica Nacional Facultad Regional Rosario, 6.

INEI. (2020). Denuncias de accidente de Tránsito no fatales por tipo. Lima.

INEI. (2020). Encuesta de comisarías sobre accidentes de tránsito. Lima.

Lique, R. & León L. 2018 artículo científico “Influencia de la energía de compactación en la densidad máxima y contenido óptimo de humedad de suelo granular; Universidad Nacional de Cajamarca, Perú

Maldonado, A., (2006) “Guía para el control y el aseguramiento de la calidad de construcción de pavimentos flexibles elaborados con mezclas asfálticas en caliente en El Salvador”, Universidad de El Salvador, EL Salvador

Mamani Barriga, L. E., & Yataco Quispe, A. A. (2017). Estabilización de Suelos Arcillosos Aplicando Ceniza de Madera de Fondo, Producto de Ladrilleras Artesanales en el Departamento de Ayacucho. Lima: Universidad San Martín de Porres. Recuperado el 18 de Mayo de 2022, de https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/3635/mamani_yataco.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MTC (2014) Clasificación del suelo según SUCS y AASHTO

MTC. (2018). Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018. Ministerio General de Caminos y Ferrocarriles, Lima. Lima: MTC. Recuperado el 18 de Mayo de 2022, de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf

Navarro Hudiel, S. (2008). Manual de Topografía- Planimetría. Navarro, 130.

Norma ASTM D1883 (2009) Método de ensayo CBR (relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio

Norma ASTM D 2434 (2009) Determinación del coeficiente de permeabilidad

Norma ASTM D422 Análisis granulométrico por tamizado

Norma Técnica Peruana NTP 339.127 (2019) “Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo”

Norma Técnica Peruana NTP 339.129 (1999) “Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos”

Norma Técnica Peruana NTP 339.141 (1999) “Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada”

Paz-Ferreiro, J., Baez-Bernal, D., Castro Insúa, J., & García Pomar, M. I. (2012). Effects of mussel shell addition on the chemical and biological properties of a Cambisol,.
Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653511013774>

Sánchez Delgado, A. Y. (2014). PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS SUELOS.

ANEXOS



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D 422**

PROYECTO	ESTABILIZACIÓN CON CONCHAS DE MEJILLÓN Y CAL EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA DE PÍAS, PATAZ 2022.
MUESTRA	C1
SOLICITANTES	CARLOS JEANPIER HERNANDEZ TERRONES EDIL BRANDO VELASQUEZ PAREDES
UBICACIÓN	PÍAS, PATAZ

TAMIZADO MATERIAL	GRANULOMETRÍA ASTM D 422 (mm)					OBSERVACIONES	Humedad natural	E-30
	ABERTURA (mm)	PESO RET. g	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA			
3"	76.200				100.00			
2"	50.800				100.0			
1.18"	30.200				100.0			
1"	25.400				100.0			
3/4"	19.000				100.0			
1/2"	12.500				100.0			
3/8"	9.500				100.0			
Nº4	4.750				100.0			
Nº10	2.000				100.0			
Nº150	1.000				100.0			
Nº20	0.850				100.0			
Nº40	0.425	19.0	4.3	95.7	4.3			
Nº60	0.250	19.8	3.7	96.3	3.7			
Nº100	0.150	20.0	4.4	95.6	4.4			
Nº200	0.075	19.0	3.3	96.7	3.3			
< N°200	Finis	305.2	84.8	15.2	15.2			
Total		406.2	100.0					

CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS
 Grava (%) -
 Arena (%) 15.5
 Fines (%) 84.5
 C50 -
 C60 -
 D10 -
 C_u -
 C_c -
 LIMITES DE CONSISTENCIA
 LL 34.8
 LP 18.3
 IP 16.4
 CLASIFICACION DE SUELOS
 SUCS CL
 AASTHO A-6



Observaciones
 Muestra extraída por el solicitante y traída al laboratorio en un Mab (muestras ataradas en bolsas).
 Muestra parcialmente húmeda sin presencia de material orgánico.
 Suelo de color marrón claro, generalmente suelo arcilloso.

[Firma]
 Ing. Jorge Armando Velasco
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP Nº 197304
 GRUPO IMG

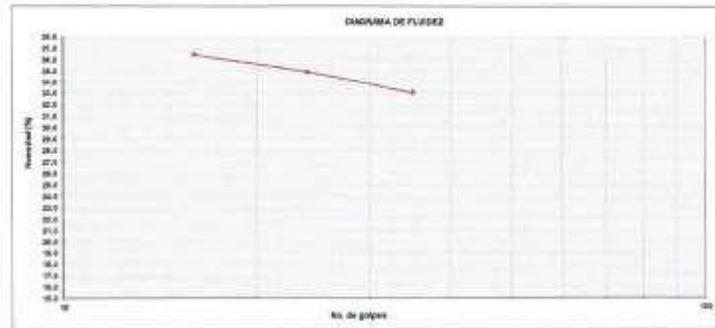


DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA
NTP 339.129

PROYECTO	1.	ESTABILIZACIÓN CON CONCHAS DE MEJILLÓN Y CAL EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA DE PÍAS, PATAZ 2022
MUESTRA	2.	E3
SOLICITANTES	3.	CARLOS JEANPIER HERNANDEZ TERRONES EDIL BRANDO VELASQUEZ PAREDES
UBICACIÓN	4.	PÍAS, PATAZ

ESPECIAL No.	W _L - CORRAL (%)	W _P - CORRAL (%)	W _L - ASHA (%)	W _P - ASHA (%)	W _L - UNIFIL (%)	W _P - UNIFIL (%)	HUMEDAD (%)	No. BOLAS
LÍMITE LÍQUIDO								
1	72.7	71.84	1.78	87.11	4.83	36.4	16	
2	84.1	82.78	1.32	79	3.78	34.9	24	
3	78.96	78.01	0.97	75.07	3.94	33.0	35	
LÍMITE PLÁSTICO								
1	83.88	83.28	0.59	79.92	3.34	17.7		
2	84.26	83.2	0.86	78.11	3.09	16.7		
3	78.5	75.03	1.47	83	10.03	14.7		

Límite líquido	34.8
Límite plástico	18.3
Índice de plasticidad	16.4



Observaciones
Muestra extraída por el solicitante y traída al laboratorio en un saco (muestras almacenadas en bolsas).
Muestra parcialmente humedecida sin presencia de material orgánico.
Suelo de color marrón claro, generalmente suelo arcilloso.

JPH
Ing. Jorge Jeanpierre Filadelfo
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG.

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
NPT 339.127

PROYECTO	ESTABILIZACIÓN CON CONCHAS DE MEJILLÓN Y CAL EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA DE PÍAS, PATAZ 2022
MUESTRA	CI
SOLICITANTES	CARLOS JEANPIER HERNANDEZ TERRONES EDIL BRANDO VELASQUEZ PAREDES
SUBCACIÓN	PÍAS, PATAZ

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DEL RECIPIENTE g	30.29	46.84	42.3
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA	88.54	83.3	80.4
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA g	86.21	83.34	78.18
PESO DEL AGUA g	2.33	2.26	2.24
PESO DE MUESTRA SECA g	35.97	36.4	36.06
HUMEDAD (%)	6.48	6.21	6.21
HUMEDAD PROMEDIO (%)	6.30		

Observaciones
Muestra extraída por el solicitante y traída al laboratorio en 3 Bolsas (muestras alteradas en bolsas)
Muestra parcialmente húmeda sin presencia de material orgánico.
Suelo de color marfil claro, generalmente suelo arcilloso.

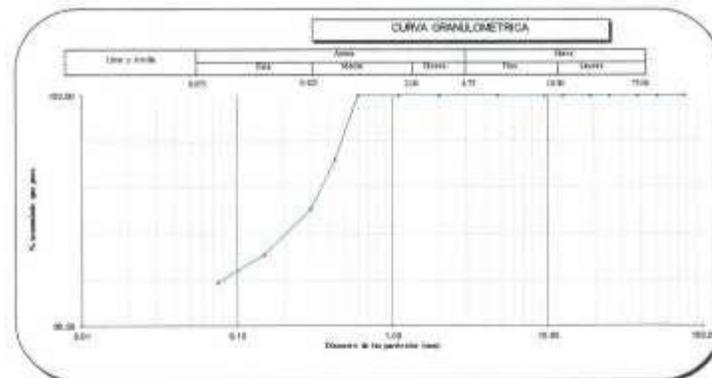

Ing. Jorge Ferraltes Tiznado
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 187384
GRUPO IMG

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D 422**

PROYECTO	ESTABILIZACIÓN CON CONCHAS DE MEJILLÓN Y CAL EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA DE PÍAS, PATAZ 2022
MUESTRA	C2
SOLICITANTES	CARLOS JEANPIER HERNANDEZ TERRONES EDIL BRANDO VELASQUEZ PAREDES
UBICACIÓN	PÍAS, PATAZ

MATERIAL MUESTRA	GRANULOMETRÍA NF 200 (75 µm)					OBSERVACIONES	Humedad natural 9.0%
	APERTURA MM	PESO RET. g	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA		
2"	50.800				100.0		
2"	50.800				100.0		
1 1/2"	37.500				100.0		
1"	25.000				100.0		
3/4"	18.750				100.0		
3/8"	9.375				100.0		
3/16"	4.687				100.0		
Nº4	4.750				100.0		
Nº10	1.900				100.0		
Nº18	1.100				100.0		
Nº30	0.600				100.0		
Nº40	0.425	28.0	5.6	94.4			
Nº50	0.297	18.0	4.3	95.7			
Nº60	0.250	18.1	3.6	96.4			
Nº75	0.175	11.1	2.4	97.6			
*Nº100	Fondo	385.2	83.0	100.0			
Total		480.0	100.0				

CLASIFICACIONES GRANULOMÉTRICAS	
Grava (%)	-
Arena (%)	16.2
Finos (%)	83.8
D30	-
D60	-
D90	-
Cu	-
Cc	-
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LL	55.0
LP	15.4
IP	15.0
CLASIFICACION DE SUELOS	
UCS	CL
AASHI	A-6



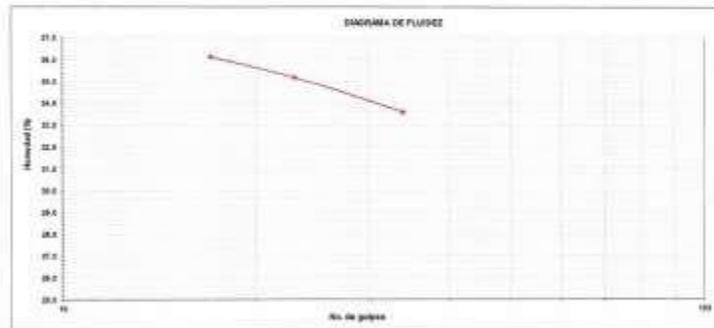


DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA
NTP 339.129

PROYECTO	ESTABILIZACIÓN CON CONCHAS DE MEJILLÓN Y CAL EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA DE PÍAS, PATAZ 2022
MUESTRA	C3
SOLICITANTE	CARLOS JEANPIER HERNÁNDEZ TERRONES EDIL BRANDO VELÁSQUEZ PAREDES
UBICACIÓN	PÍAS, PATAZ

GRANUL. No.	GRANUL. No. 1	GRANUL. No. 2	W	P	W	W	W	No. GOLPES
mm	mm	mm	APAR. mm	mm	mm	mm	mm	
LÍMITE LÍQUIDO								
1	74.94	73.23	1.71	88.5	4.73	38.2		17
2	88.96	85.05	1.71	80.59	4.88	35.2		23
3	79.17	78.23	0.84	76.43	2.8	33.8		34
LÍMITE PLÁSTICO								
1	84.14	83.19	0.26	79.00	5.13	18.5		
2	76.62	75.03	1.59	69	9.03	17.5		
3	84.27	83.33	0.92	76.3	7.03	13.0		

Límite líquido	35.0
Límite plástico	18.4
Índice de plasticidad	16.6



Observaciones
Muestra extraída por el solicitante y traída al laboratorio en Mob (muestras ahorradas en bolsas).
Muestra parcialmente húmeda en presencia de material orgánico.
Sueldo de color marrón claro, generalmente suelo arcilloso.

Javier
Ing. Jorge Ferrantes Turianses
REPRESENTANTE LEGAL
COP N° 157384
GRUPO IMG



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
NPT 339.127

PROYECTO	ESTABILIZACIÓN CON CONCHAS DE MEJILLÓN Y CAL EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA DE PÍAS, PATAZ 2022
MUESTRA	C2
SOLICITANTES	CARLOS JEANPIER HERNANDEZ TERRONES EDIL BRANDO VELASQUEZ PAREDES
UBICACIÓN	PÍAS, PATAZ

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DEL RECIPIENTE g	56.85	59.24	56.24
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA	89.74	92.13	89.65
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA g	87.24	89.64	87.24
PESO DE AGUA g	2.5	2.51	2.41
PESO DE MUESTRA SECA g	30.79	30.4	31
HUMEDAD (%)	8.12	8.26	7.77
HUMEDAD PROMEDIO (%)	8.05		

Observaciones
Muestra extraída por el solicitante y traída al laboratorio en en Bols (muestras almacenadas en bolsas).
Muestra parcialmente húmeda sin presencia de material orgánico.
Suelo de color marrón claro, generalmente suelo arcilloso.

[Firma]
Ing. Jorge Ferrero Velasquez
REPRESENTANTE LEGAL
DIP. N° 197384
GRUPO IMG



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D 422**

PROYECTO	ESTABILIZACIÓN CON CONCHAS DE MEJILLÓN Y CAL EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA DE PÍAS, PATAZ 2022
MUESTRA	C5
SOLICITANTES	CARLOS JEANPIER HERNANDEZ TERRONES EDIL BRANDO VELASQUEZ PAREDES
UBICACIÓN	PÍAS, PATAZ

MALLA NORMADA	GRANULOMETRÍA (NF 100-108-00)					OBSERVACIONES	Humedad natural	E.50
	ARETEJA (gms)	PESO NETO (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA			
2"	76.000				100.00			
2"	66.000				100.0			
1 1/2"	27.000				100.0			
1"	28.000				100.0			
3/4"	18.000				100.0			
1/2"	12.000				100.0			
3/8"	9.000				100.0			
2/4"	4.250				100.0			
N°10	2.000				100.0			
N°18	1.180				100.0			
N°30	0.600				100.0			
N°40	0.420	16.3	3.3	3.3	96.7		34.8	
N°50	0.297	16.8	3.7	7.0	93.0		18.2	
N°100	0.149	18.1	3.8	10.8	89.2		15.5	
N°200	0.075	11.1	2.2	13.0	87.2			
+N°200	Fondo	88.9	87.2	93.0				
Tota		100.0	100.0					

CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS

Grava (%)

Arena (%) 12.8

Fines (%) 87.2

D60 -

D30 -

D10 -

Cu -

Co -

LIMITES DE CONSISTENCIA

LL 34.8

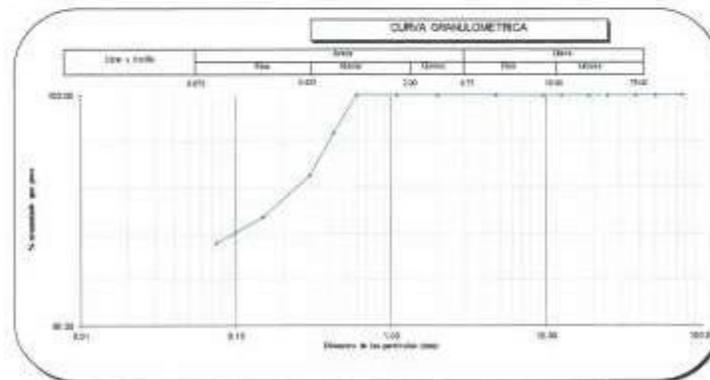
LP 18.2

IP 15.5

CLASIFICACION DE SUELOS

SLCS CL

AASHO A-6



Observaciones

Muestra extraída por el solicitante y traída al laboratorio en un Mób (muestras alteradas en bolsas).

Muestra parcialmente húmeda sin presencia de material orgánico.

Suelo de color marrón claro, generalmente suelo arcilloso.

[Firma]

Ing. Juan P. Terrones Villacres

REPRESENTANTE LEGAL

CAD N° 197304

GRUPO IMG

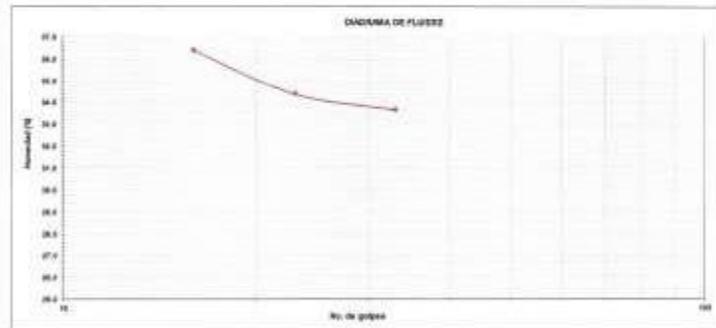


**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA
NTP 339.129**

PROYECTO	:	ESTABILIZACIÓN CON CONCHAS DE MEJILLÓN Y CAL EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA DE PÍAS, PATAZ 2022.
MUESTRA	:	CS
SOLICITANTES	:	CARLOS JEANPIER HERNANDEZ TERRONES EDILBRANDO VELASQUEZ PAREDES
UBICACIÓN	:	PÍAS, PATAZ

CEMENTAL (%)	W _L (%)	W _P (%)	IP	IP	W _L (%)	W _P (%)	NUMERO	NO. SOLICITANTES
CEMENTAL (%)	CEMENTAL (%)	CEMENTAL (%)	ADSA	CEMENTAL (%)	CEMENTAL (%)	CEMENTAL (%)		
LÍMITE LÍQUIDO								
7	85.80	83.00	1.80	70.32	4.84	30.4	18	
3	87.30	84.04	3.26	84.3	9.74	54.4	23	
3	80.12	80.12	1	85.15	2.37	33.7	33	
LÍMITE PLÁSTICO								
7	86.18	84.91	1.27	73	5.91	18.4		
3	95	84.15	0.95	88.2	5.95	16.0		
3	85.73	84.44	0.89	79.8	4.84	14.2		

Límite líquido	34.2
Límite plástico	16.2
Índice de plasticidad	18.0



Observaciones
 Muestra estrada por el solicitante y traída al laboratorio en en Meb (muestras aboradas en bolsas).
 Muestra parcialmente húmeda sin presencia de material orgánico.
 Suelo de color marro claro, generalmente suelo arcilloso.

Jorge Terrones Velasquez
 Ing. Jorge Terrones Velasquez
 REGISTRADO EN EL REGISTRO NACIONAL DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS
 C.O.P. N° 197384
 GRUPO IMG



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
NPT 339.127

PROYECTO	ESTABILIZACIÓN CON CONCHAS DE MEJILLÓN Y CAL EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA DE PÍAS, PATAZ 2022
MUESTRA	CI
SOLICITANTES	CARLOS JEANPIER HERNANDEZ TERRONES EDIL BRANDO VELASQUEZ PAREDES
UBICACIÓN	PÍAS, PATAZ

DESCRIPCIÓN	1	2	3
PESO DEL RECIPIENTE g	52.08	55.88	61.41
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA HUMEDA	92.54	95.87	92.54
PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA g	90.21	94.34	90.58
PESO DEL AGUA g	2.33	2.43	1.96
PESO DE MUESTRA SECA g	38.13	38.38	29.17
HUMEDAD (%)	6.11	6.35	6.72
HUMEDAD PROMEDIO (%)	6.56		

Observaciones
Muestra extraída por el solicitante y traída al laboratorio en en Mbb (muestras obtenidas en bolsas).
Muestra parcialmente húmeda en presencia de material orgánico.
Suelo de color marrón claro, generalmente suelo arcilloso.


Ing. Jorge Román Velásquez
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG



**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)**

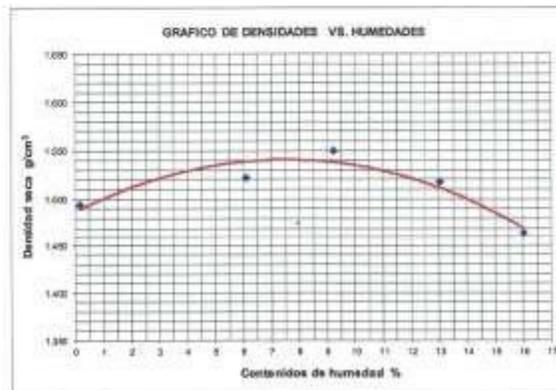
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN CON CONCHAS DE MEJILLÓN Y CAL EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA DE PÍAS, PATAZ 2022		
SOLICITADO:	CARLOS JEANPIER HERNANDEZ TERRONES EDIL BRANDO VELASQUEZ PAREDES		
UBICACIÓN:	PIAS, PATAZ		
Volumen molde:	040.42	cm ³	
Peso molde:	3728	g	
Muestra:	C-2		
	Peso del martillo:	4.5 kg	
	Altura de caída:	450 mm	
	# de capas:	5	
	Golpes por capa:	25	

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5	
Peso del molde + suelo húmedo	g	5132.09	5245.00	5318.00	5339.00	5324.00
Peso del suelo húmedo	g	1406.09	1518.00	1592.00	1613.00	1598.00
Humedad calculada	%	0.17	6.10	9.23	13.01	16.03
Densidad húmeda	g/cm ³	1.466	1.615	1.663	1.715	1.699
Densidad seca	g/cm ³	1.494	1.622	1.600	1.618	1.465

Contenido de humedad

Muestra #	1	2	3	4	5						
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	133.56	136.73	157.43	156.05	154.23	136.99	142.71	155.42	136.95	156.42
Rec + suelo seco	g	133.43	136.59	152.48	151.49	148.55	131.34	133.54	152.48	127.45	141.51
Peso del recipiente	g	52.41	62.53	71.42	63.52	62.69	72.99	61.23	56.41	58.23	45.72
Peso del suelo seco	g	81.02	78.06	81.06	87.95	84.06	58.69	72.31	97.07	69.25	95.79
Peso del agua	g	5.13	0.13	4.94	5.37	7.28	5.75	9.17	12.94	11.42	14.91
Contenido de Humedad	%	6.18	0.17	6.09	6.11	8.86	9.80	12.68	13.33	16.40	15.57
Humedad promedio	%	0.17		6.10		9.23		13.01		16.03	





**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)**

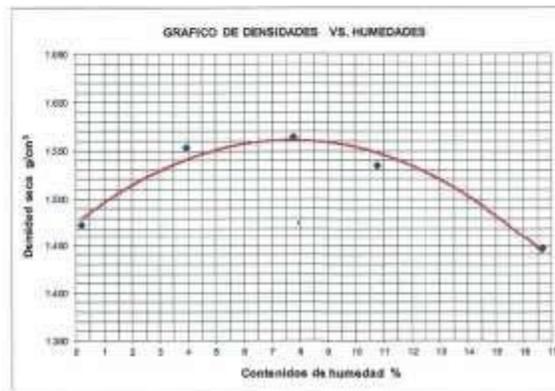
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN CON CONCHAS DE MEJILLÓN Y CAL EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA DE PÍAS, PATAZ 2022		
SOLICITADO:	CARLOS JEANPIER HERNANDEZ TERRONES EDL. BRANDO VELASQUEZ PAREDES		
UBICACIÓN:	PIAS, PATAZ		
		Peso del martillo:	4.5 kg
		Altura de caída:	450 mm
Volumen molde: 940.42 cm ³		# de capas:	5
Peso molde: 3726 g		Golpes por capa:	25
Muestra: C-3			

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo: g	5114.00	5245.00	5312.00	5324.00	5314.00
Peso del suelo húmedo: g	1366.00	1519.00	1566.00	1596.00	1586.00
Humedad calculada: %	0.21	3.98	7.76	10.76	16.88
Densidad húmeda: g/cm ³	1.470	1.615	1.686	1.698	1.689
Densidad seca: g/cm ³	1.473	1.564	1.565	1.534	1.447

Contenido de humedad

Muestra #	1	2	3	4	5
Recipiente #					
Rec + suelo húmedo: g	145.23	155.63	135.36	144.10	146.63
Rec + suelo seco: g	145.03	155.42	135.48	140.45	142.45
Peso del recipiente: g	48.75	53.83	45.72	50.01	46.77
Peso del suelo seco: g	96.28	101.79	89.76	90.44	95.68
Peso del agua: g	0.20	0.21	3.48	3.65	7.58
Contenido de Humedad: %	0.21	0.21	3.88	4.04	7.86
Humedad promedio: %	0.21	3.98	7.76	10.76	16.88



Densidad Máxima:
1.680 g/cm³

Humedad óptima:
8.00 %

Javier
Ing. Jorge Ferreras Valverde
REPRESENTANTE LEGAL
COP N° 197364
GRUPO IMG



**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)**

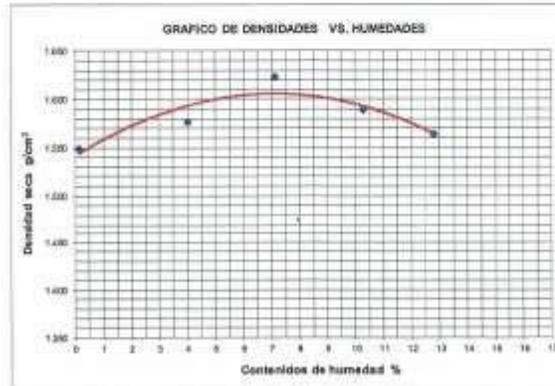
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN CON CONCHAS DE MEJILLÓN Y CAL EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA DE PÍAS, PATAZ 2022.		
SOLICITADO:	CARLOS JEANPIER HERNANDEZ TERRONES EDIL BRANDO VELASQUEZ PAREDES		
UBICACIÓN:	PÍAS, PATAZ		
Volumen molde:	940,42	cm ³	
Peso molde:	3728	g	
Muestra:	C-2 + 1% cal + 2% concha de mejillón		
	Peso del martillo:	4,5 kg	
	Altura de caída:	450 mm	
	# de capas:	5	
	Golpes por capa:	25	

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	5184,00	5288,00	5381,00	5374,00	5394,00
Peso del suelo húmedo	g	1458,00	1542,00	1635,00	1648,00	1658,00
Humedad calculada	%	0,12	4,00	7,12	10,27	12,78
Densidad Húmeda	g/cm ³	1,550	1,640	1,739	1,792	1,793
Densidad seca	g/cm ³	1,548	1,577	1,623	1,588	1,593

Contenido de humedad

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Peso + suelo húmedo	g	134,75	142,89	185,85	146,23	139,75	186,23	132,45	152,34	147,63	157,68
Peso + suelo seco	g	134,68	142,73	182,45	142,84	134,45	180,24	129,94	143,15	137,45	146,21
Peso del recipiente	g	52,41	62,63	71,42	63,52	62,59	72,59	61,23	66,41	66,23	45,72
Peso del suelo seco	g	82,27	80,20	91,03	79,32	71,86	67,65	64,71	67,74	71,22	69,49
Peso del agua	g	0,07	0,12	3,40	0,39	0,30	0,99	0,51	0,19	10,18	12,65
Contenido de Humedad	%	0,09	0,15	3,74	4,27	7,41	8,83	10,06	10,47	12,85	12,71
Humedad promedio	%	0,12		4,00		7,12		10,27		12,78	



Densidad Máxima:
1,810 g/cm³

Humedad óptima:
7,00 %

Jorge Fernando Vilamero
Ing. Jorge Fernando Vilamero
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG



**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339,141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)**

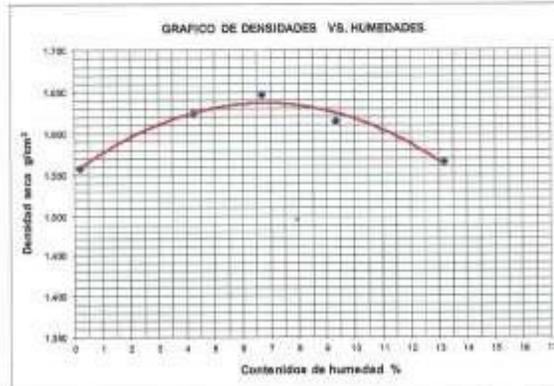
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN CON CONCHAS DE MEJILLÓN Y CAL EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA DE PÍAS, PATAZ 2022		
SOLICITADO:	CARLOS JEANPIER HERNANDEZ TERRONES EDIL BRANDO VELASQUEZ PAREDES		
UBICACIÓN:	PÍAS, PATAZ		
Volumen molde:	940.42	cm ³	
Peso molde:	3726	g	
Muestra:	C-2 + 3% cal + 4% concha de mejillón		
Peso del martillo:			4.5 kg
Altura de caída:			450 mm
# de capas:			5
Golpes por capa:			25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	5194.00	5318.00	5378.00	5395.00	5392.00
Peso del suelo húmedo	1468.00	1562.00	1652.00	1660.00	1666.00
Humedad calculada	0.20	4.24	6.70	9.35	13.18
Densidad Húmeda	1.561	1.603	1.757	1.785	1.772
Densidad seca	1.358	1.624	1.546	1.614	1.585

Contenidos de humedad

Muestra #	1	2	3	4	5
Recipiente #					
Peso + suelo húmedo	123.63	135.26	132.49	122.85	144.23
Peso + suelo seco	123.80	135.06	126.02	119.94	138.45
Peso del recipiente	48.75	53.63	45.72	50.01	46.77
Peso del suelo seco	74.75	81.43	80.30	69.93	89.68
Peso del agua	5.15	0.18	3.47	3.01	5.79
Contenido de Humedad	0.17	0.22	4.17	4.31	6.45
Humedad promedio	0.20				





INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883

PROYECTO	ESTABILIZACIÓN CON CONCHAS DE MEJILLÓN Y CAL EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA DE PÍAS, PATAZ 2022
MUESTRA	D-1
AUTORES	CARLOS JEANPIER HERNANDEZ TERRONES EDIL BRANDO VELASQUEZ PAREDES
UBICACIÓN	PÍAS, PATAZ

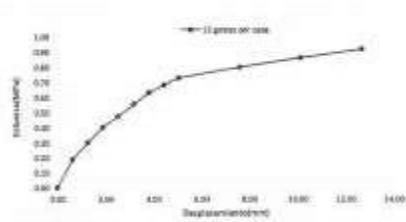
DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	50
Peso del molde (g)	7027	7030	7021
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12123	11988	11784
Peso suelo húmedo (g)	5100	4958	4763
Volumen cúbico (cm ³)	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.40	2.34	2.24
Densidad seca (g/cm ³)	1.44	1.40	1.34
Contenido de humedad (%)	40.28	40.71	40.33

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	50
Peso + suelo húmedo (g)	88.65	88.64	88.65
Peso + suelo seco (g)	85.49	85.04	85.23
Peso del recipiente (g)	82.00	82.40	82.51
Peso del suelo seco (g)	3.49	2.64	2.72
Peso del agua (g)	2.70	3.17	2.71
Contenido de humedad (%)	43.25	43.33	43.25
Humedad promedio (%)	43.28		

Ensayo de CBR		12 golpes por caja		
Penetración (mm)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (cm ²)	Deflexión (mm)
0.000	0.00	0	0.001833	0.00
0.003	0.64	0.38	0.001833	0.39
0.009	1.27	0.58	0.001833	0.50
0.015	1.91	0.78	0.001833	0.60
0.100	3.84	0.87	0.001833	0.68
0.125	5.18	1.07	0.001833	0.75
0.150	6.81	1.22	0.001833	0.80
0.175	8.46	1.42	0.001833	0.88
0.200	9.58	1.63	0.001833	0.93
0.300	13.61	2.18	0.001833	1.00
0.400	21.05	2.67	0.001833	1.08
0.500	22.70	3.18	0.001833	1.10

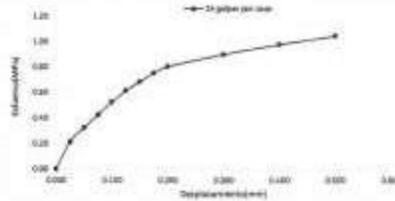


J.P.
Ing. Jorge Ferrero Velasquez
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197304
GRUPO IMG



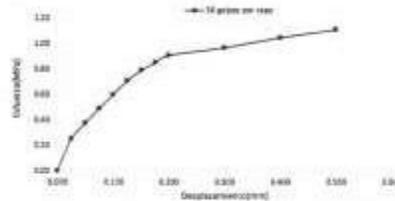
Ensayo de CBR 35 golpes por tasa

Penetración (0.05)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)
0.000	0.00	0.00	0.000000	0.00
0.025	0.64	0.41	0.000042	0.21
0.040	1.27	0.82	0.000083	0.32
0.075	3.81	0.82	0.000162	0.42
0.100	5.08	1.01	0.000203	0.52
0.125	6.35	1.18	0.000244	0.61
0.150	7.62	1.32	0.000285	0.68
0.175	8.89	1.48	0.000326	0.75
0.200	10.16	1.50	0.000367	0.80
0.300	15.24	1.74	0.000552	0.90
0.400	20.32	1.89	0.000737	0.98
0.500	25.40	2.01	0.000922	1.08

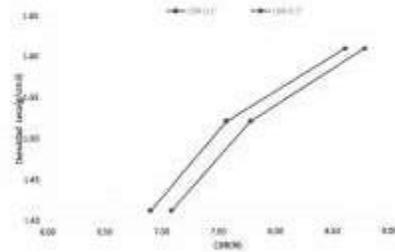


Ensayo de CBR 14 golpes por tasa

Penetración (0.05)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)
0.000	0.00	0	0.000000	0.00
0.025	0.64	0.48	0.000042	0.25
0.040	1.27	0.71	0.000083	0.37
0.075	3.81	0.84	0.000162	0.48
0.100	5.08	1.12	0.000203	0.66
0.125	6.35	1.36	0.000244	0.78
0.150	7.62	1.52	0.000285	0.78
0.175	8.89	1.64	0.000326	0.88
0.200	10.16	1.75	0.000367	0.97
0.300	15.24	1.87	0.000552	0.97
0.400	20.32	2.02	0.000737	1.08
0.500	25.40	2.14	0.000922	1.11



GOLPES	Penetración (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Carga unit. (kg)	CBR (%)
12	0.1	0.48	8.3	6.36
12	0.2	0.73	20.3	7.08
25	0.1	0.51	8.3	7.98
25	0.2	0.80	20.3	7.78
38	0.1	0.50	8.3	8.88
38	0.2	0.81	20.3	8.78



GOLPES	DEMOCAO (kg/cm ²)	CBR 0.1" (No)	CBR 0.2" (No)
12	1.01	8.82	7.08
25	1.52	7.58	7.78
38	1.91	8.87	8.78

M.O.S	1.010	g/cm ³
WUM (0.3)	1.47	g/cm ³
CHAL 85% H2O	1.8	g
CHAL 100% H2O	2.1	g

[Signature]
Ing. Jorge Román de Tolauro
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 107384
GRUPO IMG

INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883

PROYECTO	ESTABILIZACIÓN CON CONCHAS DE MEJILLÓN Y CAL EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA DE PÍAS, PATAZ 2022
MUESTRA	C-2
AUTORES	CARLOS JEANPIER HERNANDEZ TERRONES EDIL BRANDO VELASQUEZ PAREDES
UBICACIÓN	PÍAS, PATAZ

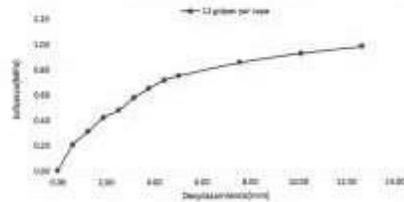
DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
Nº de golpes	12	25	50
Peso del molde (g)	7927	7939	7911
Peso del molde + suelo húmedo (g)	13284	13194	13724
Peso suelo húmedo (g)	5357	5255	5813
Volumen (ml)	3123.7	3123.7	3123.7
Densidad húmeda (g/cm³)	1.58	1.66	1.77
Densidad seca (g/cm³)	1.38	1.43	1.55
Contenido de humedad (%)	15.79	14.18	15.38

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	50
Peso + suelo húmedo (g)	88.74	87.8	89.88
Peso + suelo seco (g)	82.36	81.61	84.81
Peso del molde (g)	85.29	86.05	87.84
Peso del suelo seco (g)	29.16	26.8	27.13
Peso del agua (g)	2.78	2.45	2.28
Contenido de humedad (%)	12.00	14.38	14.18
Humedad promedio (%)	13.78	14.18	15.33

Escala de CBR		Cilindros por capa		
Penetración (mm)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (cm²)	Esfuerzo (kg/cm²)
0.080	0.20	0	0.001833	0.00
0.095	0.40	0.30	0.001833	0.20
0.090	0.27	0.89	0.001833	0.31
0.075	1.41	0.91	0.001833	0.42
0.100	2.84	0.92	0.001833	0.48
0.125	3.35	1.11	0.001833	0.51
0.150	3.87	1.23	0.002032	0.60
0.175	4.45	1.34	0.002032	0.71
0.200	5.08	1.45	0.002032	0.76
0.300	7.45	1.89	0.002032	0.98
0.400	10.15	2.79	0.002032	0.99
0.500	13.70	3.99	0.002032	0.98

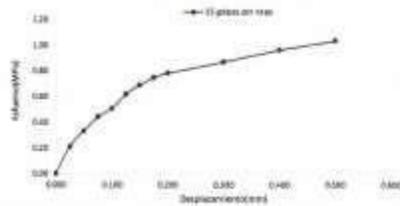


[Firma]
Ing. Jorge Ferrer Ruiz Polanco
REPRESENTANTE LEGAL
C.O.P. N° 197.354
GRUPO IMG



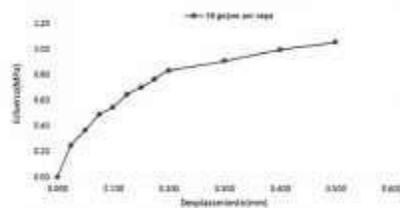
Prueba de CBR 25 golpes por capa

Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (kPa)
0.00	0.00	0.00	0.00
0.03	0.04	0.41	0.09
0.05	0.27	0.64	0.42
0.07	1.01	0.85	1.19
0.10	3.94	0.85	4.63
0.12	8.16	1.19	6.86
0.15	9.81	1.53	6.41
0.17	4.41	1.64	2.69
0.20	5.08	1.51	3.36
0.30	7.61	1.66	4.58
0.40	10.15	1.85	5.48
0.50	12.70	2.00	6.35

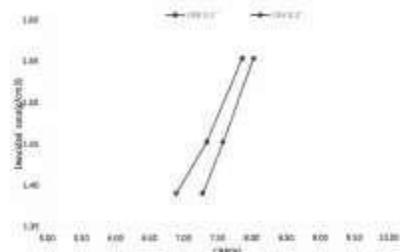


Prueba de CBR 10 golpes por capa

Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (kPa)
0.00	0.00	0.00	0.00
0.03	0.04	0.47	0.08
0.05	0.27	0.7	0.39
0.07	1.01	0.84	1.20
0.10	3.94	1.06	3.72
0.12	8.16	1.24	6.58
0.15	9.81	1.36	7.21
0.17	4.41	1.47	3.00
0.20	5.08	1.4	3.63
0.30	7.61	1.75	4.35
0.40	10.15	1.90	5.34
0.50	12.70	2.05	6.20



GOLPES	Penetración (mm)	Esfuerzo (kPa)	Carga unit (kPa)	CBR (%)
10	0.1	0.48	6.9	6.90
12	0.1	0.75	10.7	10.70
25	0.1	0.81	9.9	9.90
25	0.1	0.78	10.9	10.90
50	0.1	0.84	6.9	7.80
50	0.1	0.81	10.7	8.08



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
10	1.85	6.90	7.28
12	1.85	10.70	7.58
25	1.85	9.90	7.58
50	1.85	7.80	8.08

M.D.S	1.80	gr/cm ³
MINIMO 0.51	1.46	gr/cm ³
CBR AL 99% MED	7.4	%
CBR AL 50% MED	7.8	%

[Signature]
Ing. Jorge Rodríguez Villalobos
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG



**INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883**

PROYECTO	ESTABILIZACIÓN CON CONCHAS DE MEJILLÓN Y CAL EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA DE PÍAS, PATAZ 2022		
MUESTRA	C-3		
AUTORES	CARLOS JEANPIER HERNANDEZ TERRONES	•	•
	EDIL BRANDO VELASQUEZ PAREDES	•	•
UBICACIÓN	PÍAS, PATAZ		

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7907	7925	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11288	11588	11714
Peso suelo húmedo (g)	3381	3663	3793
vs volumen cm ³	3122.7	3122.7	3122.7
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.08	1.17	1.21
Densidad seca (g/cm ³)	1.27	1.49	1.58
Contenido de humedad (%)	14.58	14.34	14.66

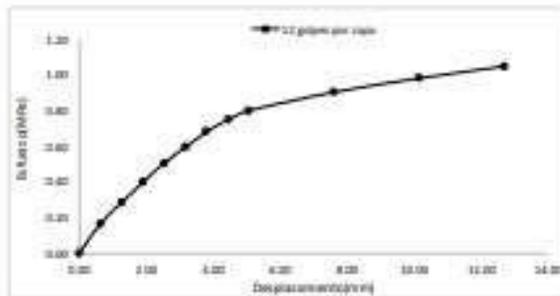
Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo	80.24	79.36	101.78
Rec + suelo seco	82.61	78.95	97.87
Peso del recipiente	80.02	80.4	71.35
Peso del suelo seco	15.79	16.55	26.64
Peso del agua	2.83	2.63	2.82
Contenido de Humedad	14.47	14.68	14.36
Humedad promedio	14.58		14.66

Ensayo de CBR

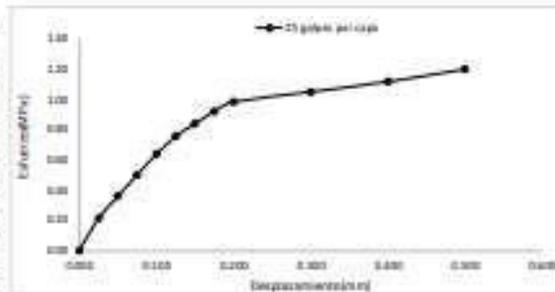
12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (tN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.500	0.80	0.00	0.001002	0.00
0.625	0.94	0.32	0.001002	0.17
0.750	1.27	0.55	0.001002	0.18
0.875	1.81	0.77	0.001002	0.40
1.000	2.54	0.98	0.001002	0.51
1.125	3.18	1.15	0.001002	0.60
1.250	3.81	1.52	0.001002	0.68
1.375	4.45	1.45	0.001002	0.75
1.500	5.09	1.55	0.001002	0.80
1.625	7.62	1.75	0.001002	0.91
1.750	10.16	1.90	0.001002	0.98
1.875	12.70	2.03	0.001002	1.05



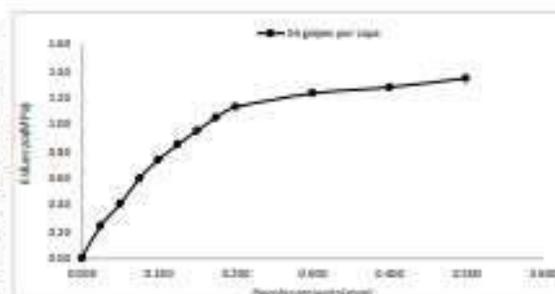
Ensayos de CBR 25 golpes por capa

Penetración (mm)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (cm ²)	Esfuerzo (MPa)
0.000	0.00	0.00	0.001002	0.00
0.025	0.64	0.47	0.001002	0.21
0.050	1.27	0.69	0.001002	0.36
0.075	1.91	0.97	0.001002	0.50
0.100	2.54	1.23	0.001002	0.60
0.125	3.18	1.48	0.001002	0.76
0.150	3.81	1.62	0.001002	0.84
0.175	4.45	1.78	0.001002	0.93
0.200	5.08	1.90	0.001002	0.99
0.300	7.62	2.03	0.001002	1.05
0.400	10.16	2.10	0.001002	1.12
0.500	12.70	2.32	0.001002	1.20

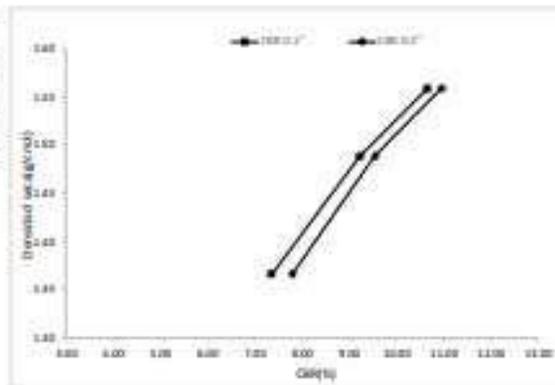


Ensayos de CBR 50 golpes por capa

Penetración (mm)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (cm ²)	Esfuerzo (MPa)
0.000	0.00	0.00	0.001002	0.00
0.025	0.64	0.47	0.001002	0.24
0.050	1.27	0.78	0.001002	0.40
0.075	1.91	1.15	0.001002	0.60
0.100	2.54	1.42	0.001002	0.73
0.125	3.18	1.64	0.001002	0.85
0.150	3.81	1.84	0.001002	0.95
0.175	4.45	2.03	0.001002	1.05
0.200	5.08	2.18	0.001002	1.12
0.300	7.62	2.28	0.001002	1.23
0.400	10.16	2.47	0.001002	1.28
0.500	12.70	2.6	0.001002	1.35



GOLPES	Penetración (mm)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.51	6.9	7.26
12	0.2	0.86	10.3	7.79
25	0.1	0.64	6.9	8.23
25	0.2	0.86	10.3	8.56
50	0.1	0.73	6.9	10.66
50	0.2	1.13	10.3	10.96



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1' (%)	CBR 0.2' (%)
12	1.27	7.26	7.79
25	1.49	8.23	8.56
50	1.55	10.66	10.96

M.D.S	1.500	g/cm ³
85%(M.D.S)	1.48	g/cm ³
CBR AL 95% MDS	8	%
CBR AL 100% MDS	12	%



**INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883**

PROYECTO	:	ESTABILIZACIÓN CON CONCHAS DE MEJILLÓN Y CAL EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA DE PÍAS, PATAZ 2022
MUESTRA	:	C-2 + 1% cal + 2% concha de mejillón
AUTORES	:	CARLOS JEANPIER HERNANDEZ TERRONES EDIL BRANDO VELASQUEZ PAREDES
UBICACIÓN	:	PÍAS, PATAZ

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	13	25	54
Peso del molde (g)	7931	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11125	11543	12050
Peso suelo húmedo (g)	3401	3715	4129
Volumen (cm ³)	2121.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.60	1.75	1.95
Densidad seca (g/cm ³)	1.42	1.54	1.72
Contenido de humedad (%)	11.19	12.28	12.13

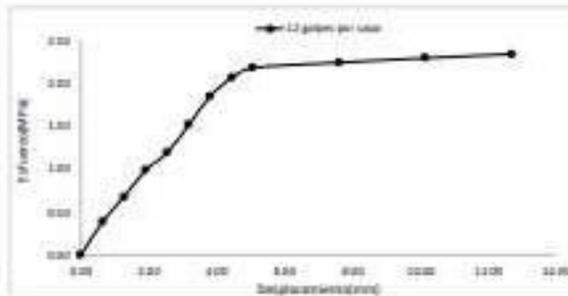
Datos de humedad del ensayo

Muestra #	1	2	25	54		
Rec + suelo húmedo (g)	88.78	88.75	88.22	84.78	87.95	84.75
Rec + suelo seco (g)	80.59	85.06	85.23	81.94	85.54	81.53
Peso del recipiente (g)	80.11	85.53	82.82	71.55	87.13	86.74
Peso del suelo seco (g)	18.48	21.54	22.41	20.39	18.41	26.79
Peso del agua (g)	2.37	2.69	1.08	2.83	2.42	3.25
Contenido de humedad (%)	12.17	12.43	12.99	12.39	12.15	12.11
Humedad promedio (%)	12.19		12.28		12.13	

Ensayo de CBR

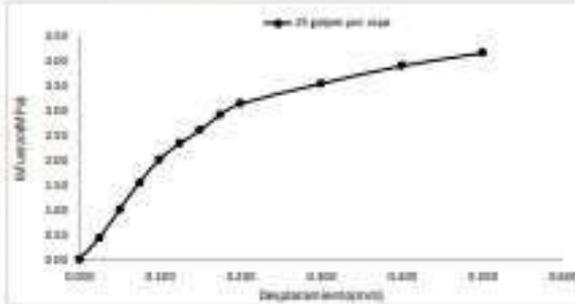
12 golpes por capa

Penetración (mm)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (MPa)
0.000	0.00	0.00	0.000000	0.00
0.021	0.64	0.74	0.000000	0.28
0.062	1.27	1.30	0.000000	0.67
0.075	1.81	1.80	0.000000	0.98
0.100	2.54	2.29	0.000000	1.18
0.125	3.18	2.60	0.000000	1.51
0.150	3.81	3.05	0.000000	1.84
0.175	4.45	3.58	0.000000	2.06
0.200	5.08	4.20	0.000000	2.17
0.300	7.62	4.52	0.000000	2.34
0.400	10.16	4.42	0.000000	2.29
0.500	12.70	4.51	0.000000	2.33



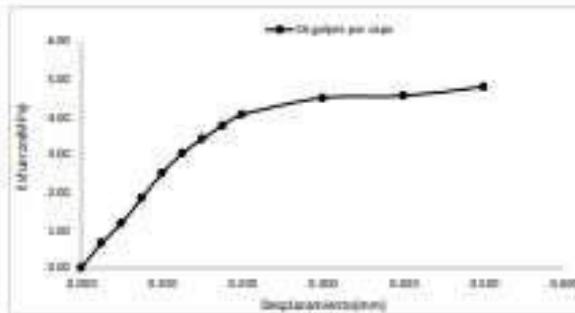
Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (mm)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (MPa)
0.000	0.00	0	0.000932	0.00
0.025	0.64	0.82	0.000932	0.42
0.050	1.27	1.62	0.000932	0.96
0.075	1.91	2.96	0.000932	1.54
0.100	2.54	3.88	0.000932	1.91
0.125	3.18	4.48	0.000932	2.32
0.150	3.82	5	0.000932	2.58
0.175	4.45	5.5	0.000932	2.90
0.200	5.08	6.03	0.000932	3.12
0.300	7.62	6.81	0.000932	3.52
0.400	10.16	7.5	0.000932	3.88
0.500	12.70	8	0.000932	4.14

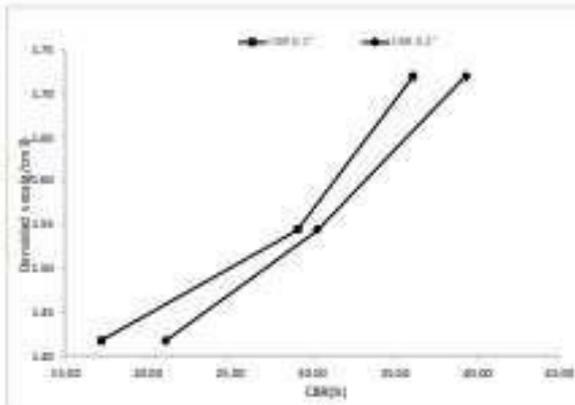


Ensayo de CBR 50 golpes por capa

Penetración (mm)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (MPa)
0.000	0.00	0	0.000932	0.00
0.025	0.64	1.26	0.000932	0.66
0.050	1.27	2.25	0.000932	1.19
0.075	1.91	3.57	0.000932	1.85
0.100	2.54	4.82	0.000932	2.48
0.125	3.18	5.64	0.000932	3.00
0.150	3.82	6.58	0.000932	3.42
0.175	4.45	7.25	0.000932	3.76
0.200	5.08	7.83	0.000932	4.05
0.300	7.62	8.89	0.000932	4.50
0.400	10.16	9.79	0.000932	4.92
0.500	12.70	9.20	0.000932	4.79



GOLPES	Penetración (mm)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit. (MPa)	CBR (%)
13	0.3	1.18	6.9	17.88
13	0.3	1.17	10.3	21.11
25	0.3	2.01	6.9	29.11
25	0.3	1.13	10.3	30.30
50	0.3	1.46	6.9	34.94
50	0.3	4.05	10.3	39.25



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1' (%)	CBR 0.2' (%)
13	1.42	17.88	21.11
25	1.54	29.11	30.30
50	1.72	34.94	39.25

M.D.S	1.51	g/cm ³
95% M.D.S	1.51	g/cm ³
CBR AL 95% M.D.S	28.5	%
CBR AL 100% M.D.S	30.3	%



INDICE DE CBR DE SUELOS

ASTM D 1883

TITULO	1	ESTABILIZACION CON CONCHAS DE MEJILLON Y CAL EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA DE PÍAS, PATAZ 2022
MAESTRO AUTORES	1	C-2 + 2% cal + 3% concha de mejillón CARLOS JEANPIER HERNANDEZ TERRONEDE BRANDIO VELASQUEZ PAREDES PIAS, PATAZ

DATOS DE ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	50
Peso de molde (g)	7503	7507	7521
Peso de molde + suelo húmedo (g)	11638	11607	11678
Peso suelo húmedo (g)	4135	4100	4157
Volumen molde	2103	2103	2120
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.94	1.91	1.93
Densidad seca (g/cm ³)	1.85	1.855	1.71
Contenido de humedad (%)	13.11	13.33	13.17

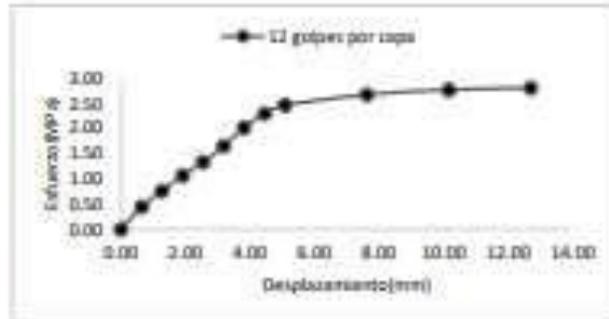
Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	50
Molde + suelo húmedo (g)	99.80	80.00	99.20
Molde + suelo seco (g)	94.50	81.00	92.00
Peso del recipiente (g)	76.30	53.00	67.00
Peso del suelo seco (g)	17.80	28.00	25.00
Peso del agua (g)	2.20	2.30	3.20
Contenido de humedad (%)	12.36	13.12	13.36
Humedad promedio (%)	12.72	13.24	13.19

ENSAYO DE CBR

12 golpes por capa

Penetracon (mm)	Penetracon (mm)	Carga (Kts)	Área (m ²)	Esfuerzo (kgp/cm ²)
0.000	0.00	0.00	0.007032	0.00
0.025	0.64	0.87	0.007032	0.45
0.050	1.27	1.88	0.007032	0.76
0.075	1.91	2.68	0.007032	1.07
0.100	2.54	3.35	0.007032	1.36
0.125	3.18	3.79	0.007032	1.65
0.150	3.81	3.85	0.007032	1.87
0.175	4.45	4.44	0.007032	2.20
0.200	5.09	4.77	0.007032	2.47
0.225	5.72	5.78	0.007032	2.88
0.250	6.36	6.80	0.007032	3.37
0.300	7.93	8.83	0.007032	4.87

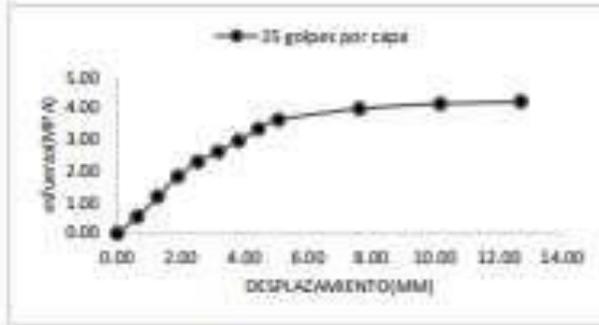


[Firma]
Ing. Jorge Terrones Villaveja
REPRESENTANTE LEGAL
DIP N° 197384
GRUPO IMC



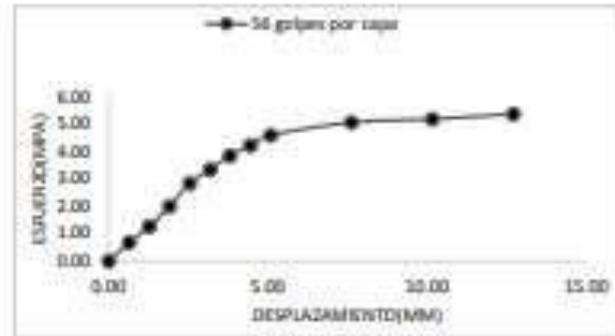
Ensayo de CBR 35 golpes por capa

Penetración (mm)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (cm ²)	Estiramiento (mm)
0.0000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.0200	0.69	1.09	0.001932	0.39
0.0500	1.27	2.29	0.001932	1.19
0.0750	1.91	3.52	0.001932	1.92
0.1000	2.54	4.46	0.001932	2.26
0.1250	3.18	5.07	0.001932	2.62
0.1500	3.81	5.73	0.001932	2.97
0.1750	4.43	6.46	0.001932	3.35
0.2000	5.08	7.09	0.001932	3.69
0.3000	7.62	7.72	0.001932	4.02
0.4000	10.16	8.02	0.001932	4.19
0.5000	12.70	8.18	0.001932	4.25

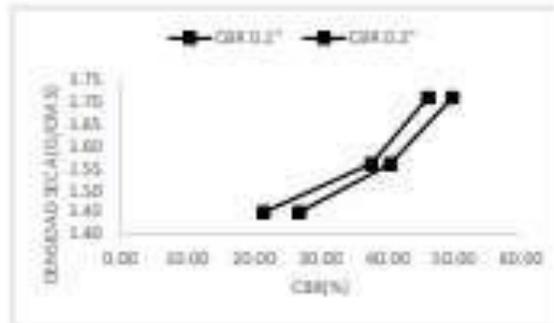


Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (mm)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (cm ²)	Estiramiento (mm)
0.0000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.0200	0.64	1.37	0.001932	0.64
0.0500	1.27	2.84	0.001932	1.27
0.0750	1.91	3.90	0.001932	1.91
0.1000	2.54	5.48	0.001932	2.54
0.1250	3.18	6.45	0.001932	3.18
0.1500	3.81	7.41	0.001932	3.81
0.1750	4.43	8.19	0.001932	4.22
0.2000	5.08	8.86	0.001932	4.69
0.3000	7.62	9.77	0.001932	5.09
0.4000	10.16	10.00	0.001932	5.18
0.5000	12.70	10.20	0.001932	5.29



OCIOSO	Penetración (mm)	Estiramiento (mm)	Carga (kN)	CBR (%)
12	0.7	1.38	6.8	27.43
15	0.7	2.07	10.3	26.93
20	0.7	2.20	6.8	27.68
25	0.7	3.00	10.7	46.63
30	0.7	2.80	6.8	46.26
35	0.7	4.32	10.7	49.52



GOZPES	Estiramiento (mm)	CBR 0.2' (%)	CBR 0.2'' (%)
12	1.38	27.43	26.93
25	1.38	27.68	46.63
35	1.71	46.26	49.52

M.D.S	1.63	g/cm ³
80%(M.D.S)	1.55	g/cm ³
CBR AL 95% MDS	38	%
CBR AL 100% MDS	44	%

Javier
Ing. Jorge Ferrer Velazquez
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG



Fotografía 1: Ubicación de Calicatas en la Carretera de Pías



Fotografía 2: Carretera de Pías



Fotografía 3: Medición para Calicata



Fotografía 4: Excavación de calicata C1



Fotografía 5: Excavación de calicata C2



Fotografía 6: Excavación de calicata C3



Fotografía 7: Medición de 1.50 de profundidad de calicata



Fotografía 8: Granulometría del material



Fotografía 9: Peso de cada malla para la granulometría



Fotografía 10: Colocación de anillo para el ensayo CBR



Fotografía 11: Compactación con pisón



Fotografía 12: Peso de molde con material



Fotografía 13: Uso de equipo de carga en el ensayo para la capacidad de soporte



Fotografía 14: Colocación de material en copa de casa grande para límites



Fotografía 15: Material luego de los golpes considerados



Fotografía 16: Material en forma de hilos alargados a 3 mm



Fotografía 17: Colocación de material de hilos alargados al horno



Fotografía 18: Peso del molde para ensayo de Proctor modificado



Fotografía 19: Colocación de agua para el contenido de humedad óptima



Fotografía 20: Colocación de material en capas y compactado para el ensayo de Proctor