



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estabilización del suelo con cal y estiércol para aumentar la
resistencia de la vía El Tubo-Pedregal, 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Navas Armas, Alvaro Manuel (orcid.org/0000-0003-4814-3070)

Adrianzen Valladares, Hernan (orcid.org/0000-0003-2933-2036)

ASESOR:

Dr. Alzamora Román, Hermer Ernesto (orcid.org/0000-0002-2634-7710)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHICLAYO – PERÚ

2022

Dedicatoria

Por ser el soporte incondicional y los forjadores de nuestro camino dedicamos nuestra tesis a nuestros padres.

A todo el conjunto de docentes que gracias a los conocimientos y experiencias transmitidas nos motivaron para culminar nuestra carrera profesional.

Navas Armas Alvaro M.
Adrianzen Valladares Hernán

Agradecimiento

A Dios

Nuestro creador que con su misericordia y amor nos brinda salud y vida para poder lograr nuestras metas trazadas.

A nuestros padres

Por su gran amor inmensurable y los valores impartidos y formarnos como seres humanos de bien.

A nuestro asesor

Por ser el orientador, motivador para culminar con nuestra formación profesional.

A mi esposa

Ing. Gaby Burga Tapia por el apoyo incondicional durante esta etapa profesional y mis hijos Liam y Arella por ser los promotores para lograr mis metas.

Navas Armas Alvaro M.

A mi esposa

Vanessa Meneses Vega y a mi hija Micaela por ser el soporte en mi vida.

Adrianzen Valladares Hernán.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	14
3.2. Variables y operacionalización.....	15
3.3. Población, muestra y muestreo:.....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5. Procedimientos.....	19
3.6. Método de análisis de datos.....	20
3.7. Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN.....	45
VI. CONCLUSIONES.....	50
VII. RECOMENDACIONES.....	52
REFERENCIAS.....	53
ANEXOS.....	58

Índice de tablas

Tabla 1. Total de muestras	17
tabla 2. Ensayos de laboratorio de suelos	20
tabla 3. Número de calicatas para exploración de suelos.....	22
tabla 4. Número de ensayos Mr y CBR.....	31
tabla 5. Máxima densidad seca del proctor modificado C-01.....	32
tabla 6. Máxima densidad seca del proctor modificado C-03.....	33
tabla 7. Maxima densidad seca del proctor modificado C-04.....	33
tabla 8. Máxima densidad seca del proctor modificado C-08.....	34
tabla 9. Resumen de la resistencia del suelo C-01	34
tabla 10. Resumen de los límites de consistencia con adición con cal.....	35
tabla 11. Resumen de la resistencia del suelo con adición de cal al 95% MDS	35
tabla 12. Resumen de la resistencia del suelo con adición de cal al 100% MDS	36
tabla 13. Resumen del contenido de humedad con adición de cal	36
tabla 14. Resumen de límites de consistencia con adición de estiércol de caballo	36
tabla 15. Máxima densidad seca y resistencia del suelo con adición de estiércol al 95% MDS	37
tabla 16. Máxima densidad seca y resistencia del suelo con adición de estiércol al 100% MDS	37
tabla 17. Resumen de contenido de humedad con adición de estiércol de caballo.....	38
tabla 18. Evaluación de impactos ambientales aplicando la Matriz de Leopold.....	42
tabla 19. Medición de impactos	43
tabla 20. Valoración de los impactos sobre las características físicas - químicas (Matriz de Leopold).....	43
tabla 21. Valoración de los impactos sobre las características bióticas (Matriz de Leopold)	44
tabla 22. Valoración de los impactos sobre las características socioeconómicos (Matriz de Leopold).....	44

Índice de figuras

Figura 1. Registro de calicatas.....	23
figura 2. Macrolocalización del area en estudio.....	39
figura 3. Area de influencia directa.....	40

Resumen

La presente investigación plantea realizar la estabilización del suelo con cal y estiércol de caballo con el fin de aumentar la resistencia de la vía El Tubo – Pedregal garantizando así las condiciones de transitabilidad peatonal y vehicular de la población beneficiada. El área de influencia directa que comprende es desde el Km 0+00 hasta el Km 8+000 pues están conformados por suelos arcillosos, lo que dificulta tener una subrasante adecuada para la construcción de una vía.

La metodología empleada para el desarrollo de esta investigación comprende: Los trabajos realizados en campo, en esta fase se realizó el reconocimiento del área directa, extracción de muestras de suelo y se recopilación de información; y los trabajos de gabinete, en esta fase se realizó el ensayo muestras en su estado natural y adicionando los porcentajes de cal y estiércol de caballo en el laboratorio de mecánica de suelos para finalmente realizar la interpretación de los resultados y la información obtenida.

Palabras Clave: Estabilización del suelo, resistencia del suelo, mecánica de suelos.

Abstract

The present investigation proposes to carry out the stabilization of the soil with lime and horse manure in order to increase the resistance of the El Tubo - Pedregal road, thus guaranteeing the conditions of pedestrian and vehicular traffic of the benefited population. The area of direct influence that it comprises is from Km 0+00 to Km 8+000 since they are made up of clayey soils, which makes it difficult to have an adequate subgrade for the construction of a road.

The methodology used for the development of this research includes: The work carried out in the field, in this phase the recognition of the direct area, extraction of soil samples and information collection was carried out; and cabinet work, in this phase the samples were tested in their natural state and adding the percentages of lime and horse manure in the soil mechanics laboratory to finally perform the interpretation of the results and the information obtained.

Keywords: Soil stabilization, soil strength, soil mechanics.

I. INTRODUCCIÓN

Los suelos en los que la humanidad ha construido, se han asentado o se ha trasladado a lo largo de la historia y en muchos casos han reflejado su ineficiencia, por ello en el proceso evolutivo de nuestra sociedad nos hemos visto impulsados por la búsqueda del mejoramiento tanto científico como técnico y aplicable, a manos de los profesionales de anteriores épocas como actuales. La estabilización de suelos es una actividad de lo más usual en lo que respecta al rubro de viabilidad, ingeniería civil o geotecnia, por tanto, el avance de estudios que nos aporten soluciones eficientes y aplicables con respecto al mejoramiento de suelos nos resulta satisfactorio.

Debido a los distintos agentes externos y propios de los suelos las carreteras se vuelven intransitables, ya sea por la baja resistencia del suelo por la presencia de arcilla u otros factores que generan deformaciones en partes de la trocha carrozable y/o pavimento, ocasionando accidentes, daños a las propiedades adyacentes, etc. También llega a afectar directamente a los transeúntes y las viviendas cercanas por la contaminación a causa del polvo, el cual se puede controlar con aglutinantes.

Por otro lado, cuando el suelo pierde materia orgánica genera el empobrecimiento de sus condiciones y características físicas y mecánicas, esto genera inconvenientes con respecto a la estructura que se realice ya sea la porosidad o mayor compactación del suelo. Del mismo modo, los suelos que tienen presencia de arcilla en su composición carecen de materia orgánica, provocando así un aumento significativo en la cohesión de las partículas más finas presentes en el terreno. En el caso del suelo de la vía El Tubo – Pedregal se identifica como arcilloso, el cual se ve afectado por la ausencia de material orgánico, por esto uno de los indicadores que suelen afectar al suelo natural son sus propiedades físicas caracterizadas por el drenaje inadecuado y la baja presencia de agregación. Por tanto, el aporte de material tipo estiércol y cal aportaran las propiedades faltantes para el enriquecimiento del suelo, ayudando así a conservar las propiedades adecuadas para el suelo, ya que la materia orgánica es un agente que estará presente de manera activa favoreciendo la

agregación y la transformación de las características mecánicas y físicas de un suelo.

Según investigaciones, la aplicación de cal para el mejoramiento de suelos ha sido utilizada con gran éxito en diferentes países del mundo, consiguiendo aumentar la vida útil de las vías no pavimentadas así como su mantenimiento, reflejando la solución económica que representa al ofrecer superficies adecuadas y con un alto rendimiento frente al paso de vehículos y de agentes externos como la lluvia o humedad; condiciones que se ven presentes en la zona de Pedregal con las lluvias a lo largo del año.

Identificada la problemática que queremos tratar en nuestra investigación y el cual será objeto de estudio son: La falta de estabilización del suelo, presencia de agentes externos como la lluvia y el daño que genera el paso de vehículos de peso considerable.

Entonces ¿Es posible la estabilización del suelo mediante la adición de cal y estiércol de caballo de la vía El Tubo-Pedregal? Y también deberíamos plantearnos en ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas del suelo?, ¿Cuál es la influencia al incorporar el 2.5% y 5.5% de estiércol de caballo sobre las propiedades del suelo?, ¿Cuál es la influencia al incorporar 4.5% y 8.5% de cal sobre las propiedades del suelo? ¿Cuál será el porcentaje de cal - estiércol óptimo de adición?, y por último ¿Cuál es el impacto ambiental al realizar la estabilización con cal y estiércol de caballo?

La investigación tiene **objetivo general**: Realizar la estabilización del suelo con cal y estiércol para aumentar la resistencia de la vía El Tubo – Pedregal.

Por consiguiente, los **objetivos específicos** trazados para desarrollar esta investigación son los siguientes: Determinar las características físicas y mecánicas del suelo, determinar la influencia al incorporar el 2.5% y 5.5% de estiércol de caballo sobre las propiedades del suelo, determinar la influencia al incorporar 4.5% y 8.5% de cal sobre las propiedades del suelo, determinar el porcentaje de cal - estiércol óptimo de adición y determinar el impacto ambiental.

Al realizar la investigación de manera exitosa podemos plantear la siguiente **hipótesis**: El suelo reflejará su mejoramiento al adicionar la proporción óptima de cal y estiércol de caballo. Y también podremos identificar nuestras **hipótesis específicas** de acuerdo a nuestros problemas específicos, siendo estos los siguientes: Aplicando los ensayos de laboratorio, se pueden analizar las características físicas y mecánicas del suelo; la incorporación del 2.5% y 5.5% de estiércol de caballo tendrá influencia sobre las propiedades del suelo, la incorporación del 4.5% y 8.5% de cal tendrá influencia sobre las propiedades del suelo, el porcentaje óptimo reflejara el aumento de las propiedades del suelo; la estabilización del suelo con cal y estiércol de caballo genera un impacto positivo.

La **justificación** del trabajo de investigación recae en los aspectos tanto técnicos, como académicos y sociales, puesto que: por la parte **técnica** podremos realizar las pruebas correspondientes de acuerdo al manual de carreteras (suelos, geología, geotecnia y pavimentos) y las Normas Técnicas Peruanas pertinentes de acuerdo a nuestra línea y objeto de investigación, por otro lado podremos identificar como **académico** la experiencia y los ensayos que se llevarán a cabo para el aprendizaje y el enriquecimiento de conocimiento por parte de los investigadores respecto a la carrera de Ingeniería Civil, y por último podremos reconocer como aspecto **social** el aporte a nuevas tecnologías para el mejoramiento de diferentes zonas y áreas que se vean afectadas por una mala calidad de suelo y las alternativas que se podrán brindar con los resultados que se muestren en la experimentación y finalización de este trabajo de acuerdo al uso de los agregados de cal y estiércol de caballo para mejorar significativamente la calidad de suelo.

II. MARCO TEÓRICO

Correspondiente a la recopilación de datos para la sustentación del proyecto de investigación tenemos las siguientes.

A nivel internacional tenemos a Quijano et al. (2018), donde plantea conocer el origen de los diversos hundimientos de la vía La Transversal del Bosque II,

ubicada en el municipio de Florida Blanca, departamento de Santander, Colombia. En su investigación establece como hipótesis principal probar si los daños causados en las vías están relacionados a un problema de suelos colapsables, el cual se fundamentará en la recopilación de información bibliográfica, aplicación de metodologías y ensayos para determinar las propiedades sobre la cual se fundamenta la vía, posteriormente según los resultados del análisis técnico realizará recomendaciones para proyectar una solución eficaz y rentable para la estabilización de terraplenes que tengan en su composición suelos colapsables .

Castillo (2017) propone una nueva metodología para mejorar el suelo adicionando cal viva al suelo natural obtenido del paso Lateral de la ciudad de Macas (Ecuador) cimentado recientemente, pues está constituido de suelos arcillosos con CBR < 5%, límites líquidos > 100% y humedad natural > 140%. Durante el desarrollo de la investigación utilizó los porcentajes de 10%,20%,30% y 40% de cal en relación al peso seco del material. El objetivo propuesto es efectuar un análisis de costo – diseño de un pavimento flexible vs la estabilización con cal. La investigación concluye que, la utilización de cal como alternativa de solución mejora la condición de la subrasante, disminuye los gastos en el proceso constructivo puesto que no es necesario la eliminación del material. Pero recomienda realizar un estudio de aplicación del tratamiento en campo y evaluar el comportamiento del suelo a largo plazo.

Así como Cañar, E. (2017), en su investigación establece como objetivo estabilizar dos suelos con propiedades divergentes haciendo uso de un aditivo denominado ceniza de carbón y evaluar la capacidad de soporte y resistencia al corte aplicando ensayos de laboratorio. La metodología empleada en su investigación se fundamenta en: trabajos de campo, donde se realizó la extracción de las muestras de suelo ubicadas en los cantones de Ambato y Puyo (Ecuador) y trabajos de laboratorio de suelos que consiste en aplicar la metodología de las normas técnicas y obtener información de las propiedades de los suelos tomando en cuenta su estado natural y al adicionar la proporción de 20%, 23% y 25% de ceniza de carbón. Concluye que después de un análisis

minucioso y detallado, podremos identificar desventajas y ventajas respecto a la adición de ceniza de carbón para el mejoramiento de las propiedades naturales del suelo, así como su aplicación en una sub-rasante.

En el ámbito nacional citamos a Chavez et al. (2021) lo cual indica que su objetivo es determinar el comportamiento del suelo arcilloso a nivel de subrasante incorporando bolsas compuestas de polietileno fundido. Las muestras corresponden a la intersección de la Av. Los libertadores y Jr. Las Orquídeas, Pueblo Joven 16 de octubre, Chachapoyas, posteriormente se obtuvo el líquido fundido y se mezcló con el suelo arcilloso en una proporción de 1:1, finalmente luego de haber realizado los ensayos adicionando 4%, 8% y 12% BPF respecto al peso seco se concluyó que al incorporar el 4% (BPF) el índice plástico disminuyó a un 8.98% y la resistencia del suelo aumentó en un 9.9% al incorporar 12% (BPF) por tanto, basados en el Manual de Carreteras la aplicación de polietileno fundido mejora significativamente las propiedades físico-mecánicas de la subrasante de manera que si es viable la estabilización de suelos sobre el cual se basó el estudio.

Arriaga et al. (2020) tuvieron como objetivo la identificación de las diferencias entre la relación de soporte de California (CBR) y la resistencia a Compresión Simple no Confinada (UCS) de suelos con adición de cenizas de cáscara de arroz, yuca, hoja de bambú, bagazo de caña de azúcar, hoja de palma aceitera, cenizas volantes y estiércol de vaca. Para el USC los mayores aumentos corresponden a la adición de ceniza de cáscara de yuca y de bagazo de caña de azúcar; así como para el CBR los que dieron mejor resultados fueron las cenizas de bambú y las de bagazo de caña de azúcar. Concluyen que las cenizas volantes y orgánicas resultan ser útiles para el mejoramiento significativo del suelo.

Ortiz (2019) tiene como objetivo identificar los efectos de la adición de estiércol de caballo en la construcción de adobe con respecto a su resistencia a flexión y compresión. Para la creación de las unidades de construcción los materiales fueron catalogados por el método SUCS; así como los estudios en el suelo como el análisis granulométrico, peso específico, índice plástico y contenido de

humedad; se procedió a construir 100 adobes de los cuales por cada 20 el porcentaje de adición cambia. Como resultado tenemos que los ensayos a compresión se realizaron con los parámetros de la norma E 080, donde observamos que las unidades de construcción con la inclusión de estiércol disminuyen su resistencia a la compresión y flexión.

Respecto a los antecedentes locales tenemos a Requejo, R. (2020) donde establece que la investigación se basó en el análisis y el estudio de las propiedades mecánicas y físicas que poseen naturalmente los jóvenes de Las Dunas, Lambayeque, a través de la adición de un agente externo como la *Oryza Sativa*, también conocida coloquialmente como ceniza de tallo de arroz, para la mejora de la calidad del suelo. El objetivo del estudio era ver cómo la adición proporcional del agente o material en un 3%, un 5%, un 7% y un 9% afectaba a los resultados. Las muestras de suelo naturales mezcladas con ceniza de corteza de arroz con un contenido de humedad del 0,55 por ciento y sin plasticidad fueron clasificadas por SUCS como arena mal clasificada (SP) y por AASHTO como arena de tipo A-2-4. El valor medio en las pruebas CBR fue del 22,47%, con una densidad seca máxima (MDS) de 1,690 g/cm³. Las muestras de suelo o tierra natural que contienen ceniza del 3%, el 5%, el 7% y el 9% tuvieron CBR del 23,30 por ciento, el 24,872 por ciento, el 25,50 por ciento y el 22,93 por ciento, respectivamente, mejorando significativamente la propiedad mecánica del suelo o tierra natural.

Zuloeta, O. (2020) plantea el objetivo de mejorar el suelo granular a nivel de sus propiedades en la zona de Lambayeque, puesto que presentan características mecánicas y físicas que resultan difíciles para el diseño y construcción de infraestructuras las cuales se ejecutan sobre ese tipo de suelos. Para establecer los parámetros que nos garanticen una estabilización correcta de los suelos tenemos: la permeabilidad, aumento de la cohesión y disminuir los espacios vacíos; lo cual se logró mediante la adición de Carbonato de Calcio, lo que provocó el aumento de bacterias calcificantes de 0.32 a 5.44% como valores máximos en las muestras provenientes de la provincia de Chiclayo. Concluyendo así que la adición de bacterias calcificantes mejora significativamente la calidad

del suelo, así como sus propiedades mecánicas y físicas, asegurando así su estabilidad siendo un suelo granular no cohesivo, presente en la región Lambayeque.

Aquino et al. (2020), propone su investigación con el fin de mejorar las vías urbanas del AA. HH Señor de los Milagros, 18 de febrero, Alameda y Los Ángeles en el distrito de Lambayeque por medio de la incorporación de Aditivo CON-AID y una geomalla Triax, ya que la subrasante presenta valores de CBR menores al 6%. Por medio de la estabilización del suelo con esta nueva metodología se busca cimentar el pavimento flexible implementando un sistema de drenaje pluvial con el fin de escurrir las aguas en épocas de lluvias. De la investigación se concluye que el proyecto tendrá un plazo de ejecución de 250 días y un costo directo de S/. 8,844,542.20.

De acuerdo a las bases teóricas, la investigación posee dos variables, teniendo la **variable dependiente Resistencia del suelo**, e **independiente Estabilización del suelo**.

Correspondiente a la variable **Resistencia del suelo**, Ugaz (2006). Define que la estabilización de suelos corresponde al mejoramiento de la composición física y mecánica para el enriquecimiento de los componentes presentes en el suelo, estableciendo así parámetros adecuados para la realización de diferentes estructuras sobre el mismo.

Por otro lado, la mejora de la estabilización del suelo se produce como resultado de las diferentes resistencias, como la resistencia de corte, la deformación, la compresión, la estabilidad volumétrica debido a la presencia de agua, la capacidad de resistencia, etc. Normalmente, el objetivo de estabilizar un suelo es darle una respuesta óptima a la compresión y la deformación para que pueda soportar las estructuras que se construirán sobre él durante la duración de su vida útil.

Identificamos criterios para la realización de la estabilización del suelo: La clasificación de la subrasante al ser sometida al **Manual de Carreteras, suelos**,

geología, geotecnia y pavimentos, deberá tener un índice inadecuado o pobre, respectivamente los suelos con índice **CBR** ≤ 6 ; La subrasante deberá ser arcillosa, para así poder penetrar las diferentes capas del pavimento (granulares); Determinar el tipo de suelo presente, ya sea arcillas, limos, arenas arcillosas o limosas.

Las siglas **CBR** corresponden a California Bearing Ratio, el cual es una prueba para determinar el índice de resistencia del suelo, también conocido como valor de la relación de soporte, abreviado como CBR. Se realiza de forma regular en un suelo preparado en laboratorio bajo condiciones específicas de humedad y densidad; su aplicación también puede efectuarse análogamente con muestras no alteradas de suelo natural. Directamente relacionado con la capacidad de soporte del suelo en los niveles subrasante, base, subbase y afirmado. (ASTM D-1883), (MTC E 132-2000), (AASHTO T-193).

El suelo corresponde a la aglomeración de las partículas que proceden de la degradación de las rocas por erosión, correspondientes a elementos no homogéneos y pequeños, véase la arena, arcilla o grava. (Sanz, 1975).

Los tipos de suelo de manera convencional son clasificados como silicatos y no silicatos. Las diferencias y variaciones radican en la cohesión, adhesión, plasticidad, intercambio catiónico, etc. (Rucks et al. 2004).

El contenido de humedad del suelo se verá afectado por la composición del suelo, la zona en la que se encuentra la tierra, la tasa de lluvia, la granulometría y otros factores; el cual hará que la calidad y composición del mismo se vea catalogado dentro de diferentes parámetros correspondientes a tipos de suelos. (Bonilla et al. 2001).

Podremos identificar la estabilización del suelo de manera física, mecánica y química, se definirán las más representativas para este trabajo:

Para las estabilizaciones físicas y mecánicas tenemos la **estabilización por compactación**, corresponde a la compactación o compresión del suelo que presenta contenido de humedad, al hacer esto reduciremos su porcentaje de

vacíos y podremos aumentar una capacidad de soporte mayor, así como el aumento de la fricción interna de los componentes del suelo. Al realizar la compactación la densidad del suelo aumenta, así como la estabilidad, pero disminuye la contracción del suelo. Para realizarlo de manera adecuada, se tendrá que aplicar en tramos para poder identificar los equipos adecuados, el número de pasadas y el espesor requerido para las capas. Por otro lado, identificamos la **estabilización con elementos prefabricados**, para este método se aplican mezclas prefabricadas para su aplicación en el suelo, aumentando la cohesión y el ángulo de fricción del material, también aumentará la capacidad portante del suelo, es un método rápido, pero tiene un costo elevado.

La **vibración** es un método aplicado en suelos identificados como arenosos o muy permeables, lo que genera la vibración es la densificación del suelo, se aplica en la profundidad del terreno, puede aplicarse mediante vibro sustitución o vibro flotación. Al usar este método también tendremos que tratar a la parte superficial del suelo con otro tipo de método, puesto que solo se densificará la profundidad de este, pero la superficie quedará muy poco compactada. Para la **estabilización química** del suelo estaremos tratando con reacciones químicas a través de la aplicación de productos en el terreno para que, con la reacción que obtengamos, las características del terreno natural se vean alteradas, debido a la naturaleza de este tipo de aplicación, el factor ambiental deberá ser tomado en cuenta como indicador extra para considerar su aplicación en la zona a tratar, también al ser un proceso más delicado, se deberán tener en cuenta factores climáticos, accidentes geográficos, índice vehicular, entre otros, por consiguiente consideramos de gran importancia definir:

Estabilización con cal, el cual es aplicado en suelos con presencia granulométrica fina y con cierto índice de plasticidad, al aplicar cal a nivel de subrasante en el suelo, podremos evidenciar dos procesos, los cuales cuentan con diferentes partes. Para el primer proceso se evidencian dos reacciones, véase la floculación y el intercambio iónico; estas cambian el estado del suelo de manera inmediata. Para el siguiente proceso se observan dos reacciones, pero

con un desarrollo ralentizado, la carbonatación y una reacción puzolánica, esta última genera nuevos productos químicos que ayudan a estabilizar el suelo.

A manera técnica podremos identificar que el calcio presente en la cal se combinará con la sílice y la alúmina del suelo, se forman los llamados silicatos de calcio y alúmina, los cuales poseen características de tipo cementante, por tanto, se considera que a mayor cantidad de sílice y alúmina presente el suelo, la resistencia se verá aumentada. Correspondiente a las Especificaciones Técnicas Generales para la construcción de Carreteras EG-2013, la cal que se utilizará deberá cumplir requisitos, de acuerdo a si cumplen o no, podrá ser de tipo hidróxido de calcio (corresponde a la cal apagada o hidratada), y también el óxido de calcio (correspondiente a la cal viva o anhidra). (MTC, 2013).

Las generalidades que presenta la adición de cal en los suelos serán las siguientes: El aumento de la densidad por la presencia del índice de humedad óptimo; reduce los índices de contracción e hinchamiento; produce que el suelo sea mucho más trabajable; para con la plasticidad, si el índice de plasticidad (IP) constituye un valor mayor que 15, aumentará ligeramente la plasticidad, y si es menor que 15, disminuirá el IP. Para cambiar las propiedades físicas y aumentar la resistencia o capacidad de soporte, el material estabilizador debe tener ciertas características; en general, se recomienda que el suelo tenga un índice de plasticidad superior a 15 y un porcentaje que pase por el tamiz N ° 200 superior a 25. Sin embargo, es ineficaz cuando se utiliza en una superficie que contiene material orgánico. Para estabilizar suelos con cal, el Manual Vial de Suelos y Pavimentos recomienda que tengan un índice de plasticidad de al menos 10 y un contenido de materia orgánica inferior al 3%. En el caso de la Vía El Tubo – Pedregal, la granulometría se realizará de manera normal puesto que no presenta materia orgánica. La humedad en los suelos con características o clasificados como arcillosos tienen la naturaleza de que el agua absorbida en las estructuras microscópicas de las arcillas llega a formar un sistema complejo difícil de entender, será correspondiente a la formación del suelo y su ubicación geográfica, ya que su historia geológica respecto a su formación-deposición

tendrá un indicador importante en el índice y presencia de humedad en el suelo, ya sea de agua dulce, marina o salobre. (Congora et al. 2008).

Respecto a los límites líquido, plástico y de retracción, Cevallos (2012) afirma que Los límites denotan una distinción arbitraria entre los cuatro estados o modos de comportamiento de un suelo: sólido, semisólido, plástico y semilíquido o viscoso. La relación existente entre el límite líquido y el índice de plasticidad revela mucho sobre la composición granulométrica, el comportamiento, la naturaleza y la calidad de la arcilla. Los límites de Atterberg de los diferentes minerales de arcilla, e incluso del mismo mineral de arcilla, varían mucho en función de los límites de Atterberg. Esta variación se debe, en gran medida, a las diferencias en el tamaño de las partículas y al grado de perfección del cristal. En general, cuanto más plástico sea el material, más pequeñas sean las partículas y más imperfecta su estructura. Respectivamente a la clasificación de los suelos y carreteras, tendremos al AASHTO (American Association of State Highways and Transit Officials), correspondiente a la asociación americana de oficiales de carreteras estatales y transportes, el cual es un órgano correspondiente a establecer normas, publicar especificaciones y también realizar pruebas y protocolos para las guías de diseño de las autopistas de Estados Unidos, muchas de las normas, técnicas y guías, así como los protocolos de este órgano son usados con frecuencia para las diferentes pruebas en lo que respecta a las carreteras y vías presentes en nuestro país. Por otro lado, también tendremos a SUCS, según Borselli (2021). Corresponde al Sistema Unificado de Clasificación del Suelo (SUCS o USCS), usado normalmente para los trabajos geotécnicos, se complementa con el AASHTO, ambos sistemas utilizan resultados de análisis granulométrico y la determinación de los **límites Atterberg (LL, LP, IP)**, SUCS se basa en el sistema de clasificación desarrollado por Casagrande en la segunda Guerra Mundial, al modificarse fue aprobado por varias agencias de EE. UU en 1952. Para la clasificación se utilizan las siguientes siglas: **G** corresponde a la **grava (gravel)**, **S** para la arena (**sand**), **M** para el limo (**slit**), **C** por arcilla (**clay**), **O** para suelos orgánicos (**organic soil**), y **P** para la turba (**peat soils**).

Identificamos reglas para poder establecer la clasificación de los suelos, como N01º: sabemos que si menos del 50% del suelo pasa por la malla No. 200 (0,075 mm), el suelo es grueso y la primera letra será G o S; N02º: si más del 50% del suelo pasa por la malla No. 200 (0,075 mm), el suelo es de grano fino, y la primera letra será M o C; N03º: arenas y gravas limpias (con menos del 5% que pasa por la malla No. 200): se les asigna la letra P si están mal niveladas, o W si están bien niveladas. Las arenas y los gravas con un peso superior al 12% que pasan por la malla No. 200 reciben una segunda letra M si son de arcilla o C si son arcillosas. Las clasificaciones duales, como la SP-SM, se dan a arenas y gravas con un contenido de humedad del 5 al 12 por ciento. La segunda letra H o L se asigna a los limos, arcos y suelos orgánicos para indicar una alta o baja plasticidad. El desarrollo y la obtención de datos de la investigación con relación a la **variable 2 estabilización de los suelos** se verá identificado por los ensayos mecánicos, los cuales corresponden a: El **ensayo Proctor modificado** (MTC E 116-ASTM D698), Utilizando un pistón de 10 libras que cae desde una altura predeterminada, produciendo una energía de compactación de 2700 kN-m / m³, las pruebas de laboratorio nos permiten determinar la relación entre el contenido de agua y el peso seco de los suelos compactados en dimensiones predeterminadas. El aparato y el procedimiento son idénticos a los propuestos por el Consejo de Ingeniería de EE.UU. en 1945. El ensayo California Bearing Ratio (MTC 249-ASTM D1883), es uno de los métodos más comunes y sencillos para determinar la resistencia del suelo, que se utiliza principalmente en el diseño de pavimentos evaluando la resistencia potencial en subrasantes, subbases y bases. Esta prueba se realiza en suelo preparado en términos de humedad y densidad, pero también puede realizarse en muestras no alteradas que se obtienen del suelo. Y el ensayo de compresión no confinada (MTC E 121-ASTM D2166), Al aplicar una carga axial a muestras no alteradas o remoldeadas en sondas de suelo cilíndricas, se puede realizar esta prueba. Permite una aproximación rápida de la resistencia a la compresión de suelos con valores de cohesión altos en pruebas no confinadas. La prueba consiste en insertar una sonda en un dispositivo de compresión, que puede controlarse por deformación o resistencia controlada. La granulometría comprende la propiedad y parámetro

del suelo relacionado con el comportamiento del mismo, corresponde la influencia directa de: aireación, movimiento y retención de líquidos, erosión, disponibilidad y retención de nutrientes y trabajabilidad del suelo. (Gabriels et al. 2011). Esto está relacionado directamente a la agregación del suelo, y corresponde a los tipos de agregados que presenta cada suelo y la variedad de ellos, los tamaños y formas, así como su integración en el terreno. (Duque et al. 2002). Volviendo con la cal, existen muchos porcentajes óptimos de su adición y la eficacia de cada uno depende de la experiencia del que lo practique, muchos de estos no están normalizados por la ASTM, no obstante, el procedimiento ASTM D6276-99a (Correspondiente al método de prueba estándar para usar el pH y estimar la proporción de Suelo-Cal para la estabilización del suelo), El método de Eades y Grim, muy útil por su simplicidad y fiabilidad, proporciona un medio para estimar el requisito de la proporción tierra-cal para la estabilización de un suelo de plástico. Se realiza en suelos que pasan por el escurridor de 425 mm (Nº. 40). La relación tierra-cal óptima para la estabilización del suelo en plástico será la que mejore las propias características del suelo, que se determinan principalmente por la resistencia a la compresión o el índice de plasticidad. **Estabilización con estiércol** o enmiendas orgánicas, de acuerdo a Ribón et al. (2003). Los beneficios que presentan las enmiendas orgánicas son diversos, la presencia de suelos arcillosos representa la nulidad de materia orgánica natural, y la agregación se ve empobrecida, la adición de materia orgánica de procedencia animal o vegetal para la estabilización del suelo es una opción viable y favorable tanto de manera ambiental como mecánica en lo que respecta al suelo. Aunque cabe rescatar que el conocimiento del estiércol respecto a las propiedades físicas del suelo y la agregación de este, así como el mejoramiento de su estabilidad en regiones áridas es escaso. (Arroita et al., 2013). La presencia de materia orgánica en los suelos representa la descomposición de residuos animales y vegetales, los cuales pasan a constituir al suelo, la presencia de estos enriquece la calidad del suelo tanto de manera mecánica como física para diferentes usos y ámbitos correspondientes a la mano del hombre. (Silva, 1998).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada puesto que emplea los conocimientos teóricos convirtiéndolos en conocimientos prácticos para resolver los problemas y proponer mejoras correspondientes a las condiciones relacionadas con el problema que es materia de estudio.

Según CONCYTEC (2017) tiene como objetivo, determinar a través del conocimiento del método científico (tecnología, métodos y/o protocolos) distintos factores para satisfacer necesidades específicas reconocidas.

El nivel de la investigación será correlacional ya que existe asociación o relación entre las variables de estudio.

Monjarás et al. (2019). Dicen que los niveles de investigación se relacionan con la profundización con el que se desarrollará el sujeto de estudio, así como la elaboración de parámetros y protocolos para el desglosamiento según las necesidades que se presenten con respecto al planteamiento del problema presente en la investigación.

El diseño de investigación será de diseño experimental descriptivo puesto que la recolección de datos *será in situ* y se realizarán diferentes pruebas para determinar e identificar las diferentes características que presente el sujeto de estudio.

Monjarás et al. (2019). Definen que son los cuales relacionan directamente al investigador con una variable con el objetivo de ejecutar procesos y modificar los resultados, para poder tener una relación causal concluyente.

Por tanto, el diseño de la investigación está basada en: $P \rightarrow I$, donde:

P: representa el tramo 0+000 Km al 8+000 Km (área donde se realiza el estudio).

I: representa los datos obtenidos en campo (Estudio geotécnico)

3.2 Variables y operacionalización

Las variables y operacionalización de la investigación presentes son:

3.2.1 Variable Dependiente: Resistencia del suelo.

- **Definición Conceptual:** Según Ramos et al. (2020), la resistencia es una característica que se ve relacionada directamente y de manera importante con respecto a los demás componentes del suelo, ya sea la textura, el contenido de humedad, la porosidad o el contenido de humedad presente.
- **Definición Operacional:** Para evaluar a la variable Resistencia del suelo, se realizará mediante la siguiente dimensión: Resistencia Mecánica.
- **Indicadores:** Los indicadores correspondientes a la Resistencia Mecánica son: La Resistencia a la penetración, humedad, temperatura y densidad aparente.
- **Escala de medición:** Las escalas de medición serán Ordinal para la resistencia a la penetración y la humedad; y de intervalo para la temperatura y la densidad aparente.
- **Unidades:** Las unidades presentes en la resistencia a la penetración serán de mega pascales (Mpa), para la humedad se presentará en porcentaje (%), la temperatura será medida en grados Celsius (C°) y la densidad aparente en gramos por litro (g/L).

3.2.2 Variable Independiente: Estabilización del suelo.

- **Definición Conceptual:** Castro (2017). Corresponde al mejoramiento de las propiedades naturales del suelo, tanto físicas como químicas, se llevará a cabo mediante procedimientos mecánicos, así como la adición de productos químicos, ya sean sintéticos o naturales, para mejorar la resistencia del suelo.

- **Definición Operacional:** Para desarrollar la evaluación correspondiente de la variable Estabilización del Suelo, tendremos la dimensión: Estabilización con Cal y Estiércol.
- **Indicadores:** Los indicadores presentes para la poder aplicar la estabilización con cal y estiércol son: Granulometría, Plasticidad, Humedad óptima, Contracción e hinchamiento y resistencia mecánica.
- **Escala de medición:** La escala de medición correspondiente a cada indicador será: Intervalo correspondiente a granulometría, plasticidad y contracción e hinchamiento; y ordinal para la humedad óptima y la resistencia mecánica.
- **Unidades:** Para granulometría identificamos como unidad los milímetros (mm), para plasticidad, humedad óptima y contracción e hinchamiento tendremos al porcentaje (%), y para la resistencia mecánica tenemos a los mega pascales (Mpa).

3.3. Población, muestra y muestreo:

Población: Lilia (2015), La población se define como la totalidad de unidades que se someterán al análisis del conjunto a estudiar, así como el conjunto de elementos, fenómenos o individuos que contienen la característica o el rasgo a estudiar.

En el presente proyecto de investigación, la población será el Caserío de Pedregal, Distrito de Casitas, Provincia de Contralmirante Villar, Zorritos.

- **Criterios de Inclusión:** Los suelos que serán estudiados deben corresponder directamente a la vía El Tubo – Pedregal que inicia desde el km 0+000 al km 8+000.
- **Criterios de Exclusión:** Los suelos que estén fuera de los límites del suelo de estudio no serán considerados importantes para la investigación ni las pruebas de laboratorio.

Muestra: Según Lilia (2015), Representa cualquier parte o subconjunto que refleje de manera estadística, probabilística o no probabilística a la población.

Según el MTC (2014), las calicatas o pozos exploratorios se determinarán considerando las características de los materiales subyacentes en el trazo de la vía, generalmente están espaciados entre 250 m a 2000 m, pero pueden ser más próximos dependiendo de la topografía y del tipo de vía.

Por tanto, la muestra para el presente proyecto de investigación será extraída del tramo de la vía El Tubo - Pedregal (km 0+000 al 8+000) porque es el objeto de estudio. El número de muestra total fueron 8 calicatas de una profundidad 1.50 m.

Tabla 1. TOTAL DE MUESTRAS

CODIGO	N° MUESTRAS
C-01	3
C-02	3
C-03	2
C-04	2
C-05	3
C-06	3
C-07	3
C-08	3

Fuente: Propia

Muestreo: El tipo de muestreo de la investigación será no probabilístico por conveniencia, porque se pretende seleccionar datos a conveniencia del estudio. Lilia (2015), lo define como la herramienta que nos permitirá conocer el comportamiento de toda una población directamente desde un subconjuntos para así tener una mejor y mayor precisión en los resultados.

Unidad de Análisis: Lilia (2015), lo define como todos y cada uno de los elementos del conjunto de los cuales deseamos observar comportamientos o características importantes para la investigación. En este caso serán los suelos y todo el conjunto de

características que le brindan las propiedades para determinar su resistencia mecánica.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las **técnicas** son particularmente específicas para una investigación, por tanto, pueden utilizarse como complemento de métodos científicos.

Según Arias (2012), las técnicas de investigación son métodos o procesos sumamente específicos para la obtención de información o datos específicos. Las técnicas que serán usadas son:

Observación: Esta técnica servirá para la recolección de datos in situ. Esta técnica será utilizada porque permitirá obtener información directa del objeto de estudio que es la vía El Tubo – Pedregal (Km 0+000 al Km 8+000).

Según Arias (2012), La observación es un método para visualizar o capturar cualquier fenómeno, situación o hecho que se produce en la sociedad o en la naturaleza de manera sistemática basada en objetivos predeterminados.

Análisis documental: Este tipo de técnica será utilizada para la recolección de fichas informativas, análisis y almacenaje de los datos recolectados. Según Arias (2012), la validez de los datos obtenidos de fuentes previas nos sirve como base para el seguimiento de parámetros que nos aporten una directriz encaminada a la resolución de la problemática.

Los **instrumentos** para la recolección de datos son los siguientes:

Guía de observación: Este instrumento servirá para plasmar y recolectar todos los datos encontrados en el lugar de estudio, por tanto la guía de observación será realizada en la vía El Tubo –

Pedregal (Km 00+000 al Km 08+000), y así podremos determinar todas las características que nos conciernen para el estudio.

Guía de análisis documental: Este instrumento será empleado para la recolección de información previa, así tendremos diferentes proyecciones de problemas similares y con características compartidas. Podremos englobar los problemas presentes en común y así tener una vista más amplia de las posibles soluciones e hipótesis.

3.5. Procedimientos

El procedimiento para el desarrollo de nuestra investigación contempla las siguientes fases:

Fase 1: Reconocimiento preliminar de campo

Se realizó con la finalidad de reconocer el área de trabajo, recolectar información e identificar la ubicación de las calicatas.

Fase 02: Recolección de muestras In situ

La metodología aplicada para la recolección de las muestras se efectuó por medio de calicatas, identificadas con la nomenclatura C-01, C-02...C-08, con una profundidad de -1.50 m a cielo abierto. Por medio de la observación, se realizó la recolección de 3 muestras por cada calicata. Las muestras extraídas corresponden al tipo de:

Muestras alteradas: se extraen con la finalidad de establecer la clasificación geotécnica realizándose a cielo abierto obteniendo una disminución de sus propiedades iniciales.

Para nuestra investigación se tomaron muestras sueltas suficientes en cantidad para realizar los siguientes ensayos de laboratorio: granulometría, límites de consistencia, contenido de humedad, proctor modificado y CBR.

Fase 03: Ensayos de laboratorio

Una vez realizada la extracción de las muestras en campo estas fueron analizadas en un laboratorio de mecánica de suelos, aplicando los siguientes ensayos:

Tabla 2. ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO	OBJETIVO	MÉTODO NTP
Análisis granulométrico por tamizado	Determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo	NTP 339.013
Contenido de Humedad	Determinar el contenido de humedad natural del suelo	NTP 339.13
Limite liquido	Determinar el contenido de agua entre los estados Líquido y Plástico	NTP 339.129
Limite plástico	Determinar el contenido de agua entre los estados plástico y semi sólido	NTP 339.129
California Bearing Ratio (CBR)	Determina el índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte. El índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante	NTP 339.145
Compactación Proctor Modificado	Determina la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos.	NTP 339.141

Fuente: Laboratorio de suelos

Fase 04: Adición de porcentajes de cal y estiércol de caballo

En esta fase se realizará la adición de porcentajes de cal – estiércol de caballo de las cuales se utilizó la metodología de los ensayos especificados. Los porcentajes de adición a analizarse serán de 2.5% y 5.5% de estiércol de caballo y 4.5% y 8.5% de cal.

3.6. Método de análisis de datos

La metodología aplicada en esta investigación fue del tipo experimental y descriptivo puesto que los resultados serán analizados por medios de gráficos y tablas. Para finalizar se

empleará los programas de ingeniería AutoCad Civil 3D para la realización de los planos de ubicación, localización, plano de calicatas.

3.7. Aspectos éticos

La presente investigación está delimitada por el código de ética que tiene la Universidad Cesar Vallejo, con la fecha de autorización el 23 de mayo del 2017 con la Resolución de Consejo Universitario N° 0126-2017/UCVL. Según el aspecto de **beneficencia**, dará una mayor perspectiva a todos los estudiantes de ingeniería civil sin distinguir las casas de estudios superiores y proporcionando nuevas fuentes de investigación. En el aspecto de no **maleficiencia** los investigadores no van alterar ni manipular cualquier resultado para su propio beneficio. **Autonomía**, se respetará la contribución de los investigadores, que será sometida por el turniting que nos dará los porcentajes de originalidad. En **justicia**, los autores son los únicos responsables de toda información presentada que posteriormente será sometida al 100% con los expertos de varias materias.

IV. RESULTADOS

4.1. Fase 1: Reconocimiento preliminar de campo

El reconocimiento preliminar permitió identificar el área en estudio y recolectar información necesaria para nuestra investigación.

4.2. Fase 02: Recolección de muestras In situ

Según el MTC (2014), el número de calicatas se determina en función al tipo de carretera, como se muestra en el siguiente Tabla.

Tabla 3. NÚMERO DE CALICATAS PARA EXPLORACIÓN DE SUELOS

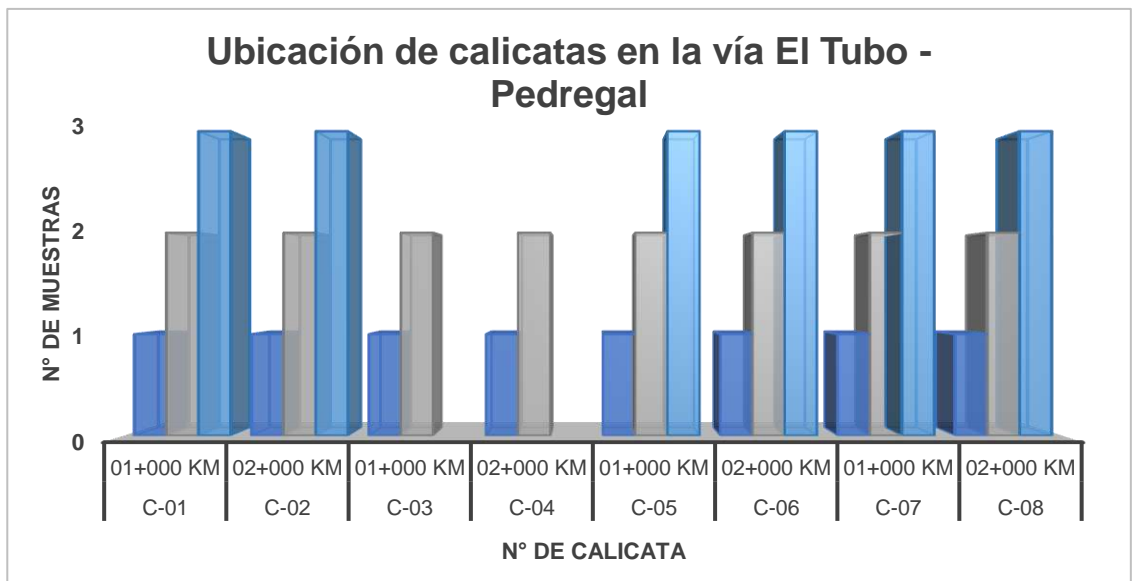
Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> · Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas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

Fuente: MTC – Manual de Carreteras 2014

De acuerdo con la información obtenida en campo, se obtuvo que el IDMA es menor a 200 veh/día, clasificándola como una carretera de Bajo Tránsito por lo que el número mínimo de calicatas es 1 calicata por kilómetro. Por tanto, el número de calicatas para nuestra investigación serán 8 calicatas.

En el Tabla siguiente se muestra la ubicación de las 8 calicatas y el total de muestras extraídas de la vía El Tubo – Pedregal que va desde el Km 00+000 al Km 08+000.

Figura 1. REGISTRO DE CALICATAS



Fuente: Elaboración Propia

En nuestra investigación la exploración se efectuó mediante la ejecución de calicatas, de forma manual de las cuales se extrajeron 03 muestras por calicata haciendo un total de 22 muestras alteradas, suficientes en cantidad para los ensayos de laboratorio respectivos. La identificación de las calicatas se realizó con la nomenclatura C-01, C-02, C-03....C-08 y las muestras con M-01, M-02 y M-03.

4.3. Fase 03: Resultados de laboratorio

Luego de haber efectuado los ensayos de laboratorio se determinó las siguientes propiedades granulométricas, contenido de humedad natural y límites de consistencia (LL-LP-IP):

Calicata N° 01

- Muestra M-01 / 0.00 – 0.30 m

El primer estrato identificado tuvo una profundidad de 0.30 m y está compuesto por 57.80% de gravas, 32.5% de arena y 9.7% de finos. Según los sistemas de clasificación corresponden al tipo de suelos denominados como gravas pobremente gradadas con limo y

arenas, identificados con la nomenclatura **GP-GM** en el sistema **SUCS** y como **A-1-a** para el sistema **AASHTO A-7-6**.

Presenta un contenido de humedad igual 4.4% no obstante, por estar compuestos en su mayoría por gravas no presenta índice plástico.

- Muestra M-02 / 0.30 – 0.80 m

El estrato analizado tiene una profundidad de 0.50 m y está constituido por 5.6% de grava, 12.90% de arenas y 75.30% de finos. Dado que tienen una mayor composición de finos y arenas se denominan como arcillas de baja plasticidad con arenas. Según la clasificación **SUCS** se identifican con la nomenclatura **CL** y para el sistema **AASHTO** se ubica en el grupo **A-7-6**. Tiene un contenido de humedad de 4.4%, límite líquido igual a 43.20%, límite plástico equivalente a 19.95 e índice plástico es igual a 23.25%.

- Muestra M-03 / 0.80 – 1.50 m

Presenta suelos limo de baja plasticidad con arena ya que están compuestos principalmente por 76.60% de finos, 15.7% de arena y 7.5% de gravas. Según la clasificación **SUCS** se identifican a este tipo de suelo con la nomenclatura **CL** y se encuentra dentro del grupo **A-6** según el sistema **AASHTO**. También presentan un contenido de humedad natural de 3.5%, límite líquido igual a 37.62%, límite plástico igual a 26.34% y 11.28% de índice plástico.

Calicata N° 02

- Muestra M-01 / 0.00 – 0.30 m

Está constituido por gravas pobremente gradadas con limo y arenas, identificados con la nomenclatura **GP** en el sistema **SUCS** y se ubican en el grupo **A-1-a** según el sistema **AASHTO**.

Según los análisis este estrato está conformado por 78.60% de gravas, 16.90% de arenas y 4.60% de finos, además tiene una humedad natural de 2.3% sin embargo, por estar compuesto en su mayoría por gravas no presenta límites de consistencia.

- Muestra M-02 / 0.30 – 0.80 m

Presentan suelos arcillosos de baja plasticidad y arenas reciben esta denominación ya que están constituidos por el 83.70% de finos, 11.50% de arenas y el 4.90% de gravas. Considerando los sistemas de clasificación son identificados con la nomenclatura **CL** según el sistema **SUCS** y ubicados dentro del grupo **A-7-6** según el sistema **AASHTO**.

También presentan un 3.20% de contenido de humedad natural, 41.39% de límite líquido, 21.41 % de límite plástico y 19.98% de índice plástico.

- Muestra M-03 / 0.80 – 1.50 m

El suelo está conformado por un 72.10% de finos, 22.20% de arenas y en menor proporción están las gravas con un 5.70% denominándose como un suelo limoso de baja plasticidad con arenas.

Este tipo de suelo se ubica dentro del grupo **A-7-6** según el sistema **AASHTO** y se identifica con la nomenclatura **ML** según el sistema de clasificación **SUCS**.

Presenta un 5.30% de contenido de humedad natural, 44.01% de límite líquido, 15.58% de límite plástico y finalmente 15.58% de índice plástico.

Calicata N° 03

- Muestra M-01 / 0.00 – 0.20 m

Se identificó suelos del tipo grava pobremente gradado con limo y arena y es identificado según el sistema de clasificación **SUCS** con la nomenclatura **GP-GM** y se ubica en el grupo **A-1-a** para el sistema **AASHTO**.

Con mayor predominancia lo componen las gravas en un 61.80% y 30.00% de arenas y en menor participación los finos con un 8.20%. También presentan un 3.30% de contenido de humedad natural, sin embargo, no presentan registros de índices de plasticidad.

- Muestra M-02 / 0.20 – 1.50 m

Presentan suelos del tipo arcilla arenosa de baja plasticidad puesto que su composición está integrada por el 59.50% de finos, 32.90% de arenas y 7.70% de gravas, además tiene un 2.90% de contenido de humedad natural, un 32.30% de límite líquido, 18.01% de límite plástico y 14.29% de índice de plasticidad.

De acuerdo a los sistemas de clasificación, el sistema **SUCS** lo identifica con la nomenclatura **CL** mientras que el sistema **AASHTO** lo ubica en el grupo **A-1**.

Calicata N° 04

- Muestra M-01 / 0.00 – 0.20 m

Está constituido por gravas pobremente gradadas con limo y arenas, identificados con la nomenclatura **GP-GM** en el sistema **SUCS** y se ubican en el grupo **A-1-a** según el sistema **AASHTO**.

Reciben esta denominación porque están constituidos por un 60.40% de gravas, 31.10% de arenas y 8.50% de finos. También registran un 1.70% de contenido de humedad natural, y no presenta índice de plasticidad.

- Muestra M-02 / 0.20 – 1.50 m

Presentan suelos arcillosos con grava de baja plasticidad puesto que están constituidos por el 51.60% de finos, 21.20% de arenas y el 27.20% de gravas. Considerando los sistemas de clasificación son identificados con la nomenclatura **CL** según el sistema **SUCS** y ubicados dentro del grupo **A-6** según el sistema **AASHTO**.

El porcentaje de contenido de humedad natural es de 2.40%, el límite líquido es 28.71%, el límite plástico es 17.57% y el índice plástico es 11.14%.

Calicata N° 05

- Muestra M-01 / 0.00 – 0.40 m

Está constituido por gravas pobremente gradadas con limo y arenas, identificados con la nomenclatura GP-GM en el sistema **SUCS** y se ubican en el grupo **A-1-a** según el sistema **AASHTO**.

Tienen esta denominación porque están constituidos por un 60.10% de gravas, 31.30% de arenas y 8.60% de finos. También registran un 2.00% de contenido de humedad natural y no presenta índice de plasticidad.

- Muestra M-02 / 0.40 – 0.80 m

Presentan suelos del tipo arcillas de baja plasticidad con arena la cual están constituidos por el 73.40% de finos, 22.00% de arenas y el 4.60% de gravas. Se identifican con la nomenclatura **CL** según el sistema de clasificación **SUCS** y se ubican dentro del grupo **A-7-6** según el sistema **AASHTO**.

Además, tienen un 6.20% de contenido de humedad natural, 41.27% de límite líquido, 18.30 % de límite plástico y 22.97% de índice plástico.

- Muestra M-03 / 0.80 – 1.50 m

Presenta suelos que en su composición tienen un 65.50% de arenas, 29.40% de gravas y 5.10% de finos denominándose como suelos de arena pobremente gradada con limo y grava.

Se ubica dentro del grupo **A-1-b** según el sistema **AASHTO** y se identifica con la nomenclatura **SP-SM** según el sistema de clasificación **SUCS**. Tiene un 1.3% de contenido de humedad natural y no se evidencian la presencia de índices plásticos.

Calicata N° 06

- Muestra M-01 / 0.00 – 0.40 m

Está constituido por gravas pobremente gradadas con limo y arenas, identificados con la nomenclatura GP-GM en el sistema **SUCS** y se ubican en el grupo **A-1-a** según el sistema **AASHTO**.

Están constituidos por un 60.00% de gravas, 31.00% de arenas y 9.00% de finos. Registran un 2.70% de contenido de humedad natural y no presenta índice de plasticidad.

- Muestra M-02 / 0.40 – 0.80 m

Presentan suelos del tipo arcillas de baja plasticidad con arena el cual están constituidos por el 73.40% de finos, 22.40% de arenas y el 4.20% de gravas. Se identifican con la nomenclatura **CL** según el sistema de clasificación **SUCS** y se ubican dentro del grupo **A-6** según el sistema **AASHTO**.

Cuenta un 2.70% de contenido de humedad natural, 40.00% de límite líquido, 18.30 % de límite plástico y 21.70% de índice plástico.

- Muestra M-03 / 0.80 – 1.50 m

Presenta suelos que en su composición tienen un 61.70% de arenas, 32.80% de gravas y 5.60% de finos denominándose como suelos del tipo arena pobremente gradada con limo y grava.

Se ubica dentro del grupo **A-1-b** según el sistema **AASHTO** y se identifica con la nomenclatura **SP-SM** según el sistema de clasificación **SUCS**. Tiene un 1.40% de contenido de humedad natural y no se evidencian la presencia de índices plásticos.

Calicata N° 07

- Muestra M-01 / 0.00 – 0.40 m

Está constituido por gravas pobremente gradadas con limo y arenas, identificados con la nomenclatura **GP-GM** en el sistema **SUCS** y se ubican en el grupo **A-1-a** según el sistema **AASHTO**.

Están compuestos por un 58.90% de gravas, 32.00% de arenas y 9.10% de finos. Tiene un 1.40% de contenido de humedad natural y no presenta índice de plasticidad.

- Muestra M-02 / 0.40 – 0.70 m

Presentan suelos del tipo arcillas arenosa de baja plasticidad el cual está compuesto por el 51.60% de finos, 45.60% de arenas y el 2.80% de gravas. Se identifican con la nomenclatura **CL** según el sistema de clasificación **SUCS** y se ubican dentro del grupo **A-4** según el sistema **AASHTO**.

Por otro lado, registran un 3.30% de contenido de humedad natural, 24.26% de límite líquido, 15.65% de límite plástico y 8.61% de índice de plasticidad.

- Muestra M-03 / 0.70 – 1.50 m

Presenta suelos que en su composición tienen un 44.90% de arenas, 33.00% de gravas y 22.10% de finos correspondiente a un suelo del tipo arena arcillosa con grava.

Se ubica dentro del grupo **A-2-6** según el sistema de clasificación **AASHTO** y se identifica con la nomenclatura **SC** según el sistema de clasificación **SUCS**. Registran un 2.90% de contenido de humedad natural, 27.68% de límite líquido, 15.35% de límite plástico y 12.33% de índice plástico.

Calicata N° 08

- Muestra M-01 / 0.00 – 0.40 m

Está constituido por gravas pobremente gradadas con limo y arenas, identificados con la nomenclatura **GP-GM** en el sistema **SUCS** y se ubican en el grupo **A-1-a** según el sistema **AASHTO**.

Predominan las gravas con un 60.30% seguido de un 31.40% arenas y en menor porcentaje los finos con un 8.30%. Además, registran un 2.30% de contenido de humedad natural y no registra índice de plasticidad.

- Muestra M-02 / 0.40 – 0.70 m

Presentan suelos del tipo arcilla arenosa de baja plasticidad con una granulometría donde el 52.50% son finos, 44.80% son arenas y el 2.70% son gravas. Se identifican con la nomenclatura **CL** según el sistema de clasificación **SUCS** y se ubican dentro del grupo **A-6** según el sistema **AASHTO**.

Registran un 1.80% de contenido de humedad natural, 24.77% de límite líquido, 12.52% de límite plástico y 12.52% de índice de plasticidad.

▪ Muestra M-03 / 0.70 – 1.50 m

Presenta suelos que en su composición tienen un 45.80% de arenas, 34.80% de gravas y 19.50% de finos correspondiente a un suelo del tipo arena arcillosa con grava. Se ubica dentro del grupo **A-2-6** según el sistema de clasificación **AASHTO** y se identifica con la nomenclatura **SC** según el sistema de clasificación **SUCS**.

Registran un 2.20% de contenido de humedad natural, 26.57% de límite líquido, 13.20% de límite plástico y 13.37% de índice plástico.

Ensayos de Proctor Modificado y Californian Bearing Ratio (CBR)

Por clasificarse a la vía el Tubo - Pedregal como una carretera de bajo volumen de tránsito y tomando como base lo estipulado por el (MTC 2014) se determinó que el número total de 4 muestras a extraer para realizar los ensayos de CBR y proctor modificado.

Tabla 4. NÚMERO DE ENSAYOS MR Y CBR

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

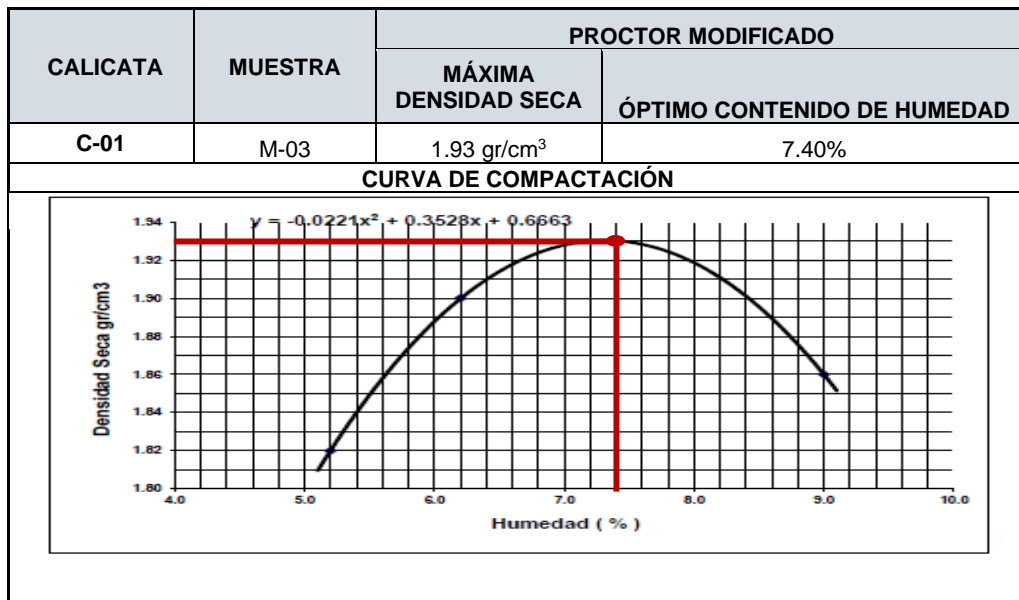
Fuente: MTC - Manual de Carreteras 2014

Según lo indicado, se practicaron los ensayos de **Proctor Modificado** a las siguientes muestras:

▪ **Muestra M-03 (C-1) / 0.70 – 1.50 m**

En la curva de compactación se muestra el punto máximo que garantiza el máximo peso específico seco es igual a 1.93 gr/cm³, lo cual corresponde un contenido óptimo de humedad igual a 7.40%. Después de alcanzar la óptima humedad se evidencio que los valores del peso específico seco decrecen puesto que el agua ya no favorece el proceso de compactación.

Tabla 5. MÁXIMA DENSIDAD SECA DEL PROCTOR MODIFICADO C-01

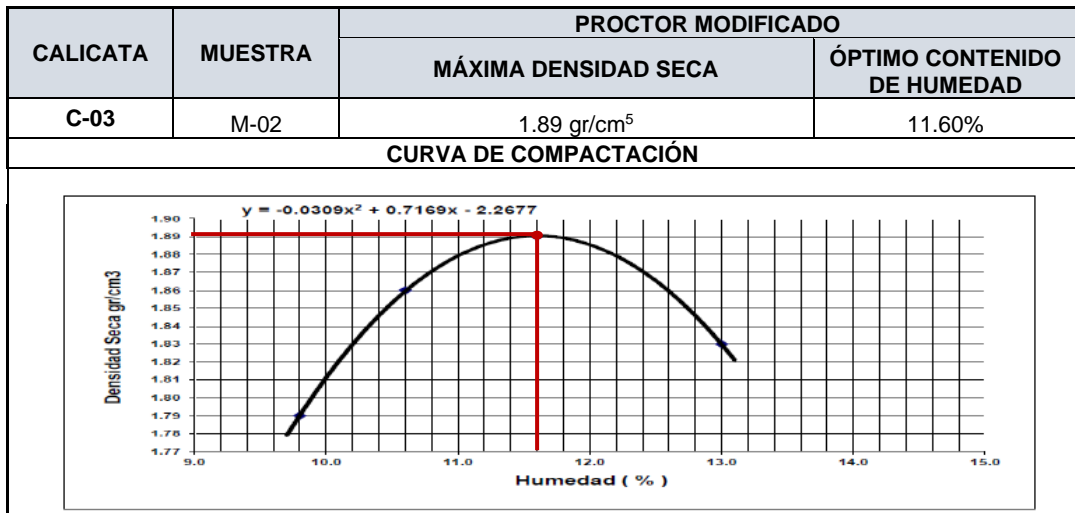


Fuente: Laboratorio de suelos

▪ **Muestra M-02 (C-3) / 0.20 – 1.50 m**

La M-02 /C-3 presenta 1.89 gr/cm³ como valor máximo de peso específico seco lo cual alcanza un óptimo contenido de humedad de 11.40%, en la curva de compactación se observa que luego de alcanzar el óptimo contenido de humedad los valores de máxima densidad seca decrecen.

Tabla 6. MÁXIMA DENSIDAD SECA DEL PROCTOR MODIFICADO C-03

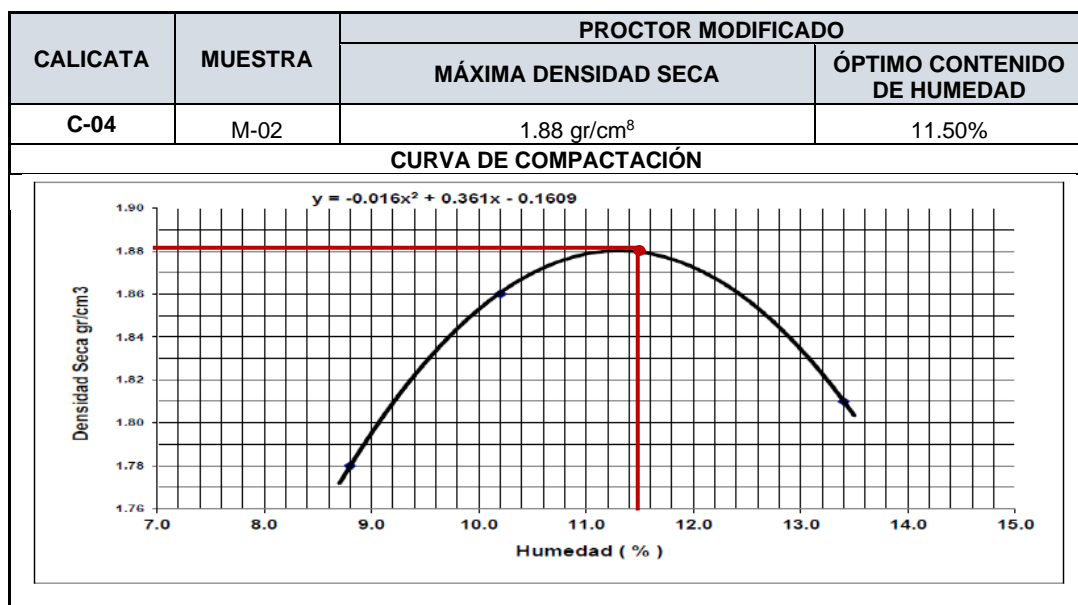


Fuente: Laboratorio de suelos

▪ Muestra M-02 (C-4) / 0.20 – 1.50 m

La M-02 /C-4 presenta 1.88 gr/cm³ como valor máximo de peso específico seco lo cual alcanza un óptimo contenido de humedad de 11.50%, en la curva de compactación se observa que luego de alcanzar el óptimo contenido de humedad los valores de máxima densidad seca decrecen.

Tabla 7. MÁXIMA DENSIDAD SECA DEL PROCTOR MODIFICADO C-04

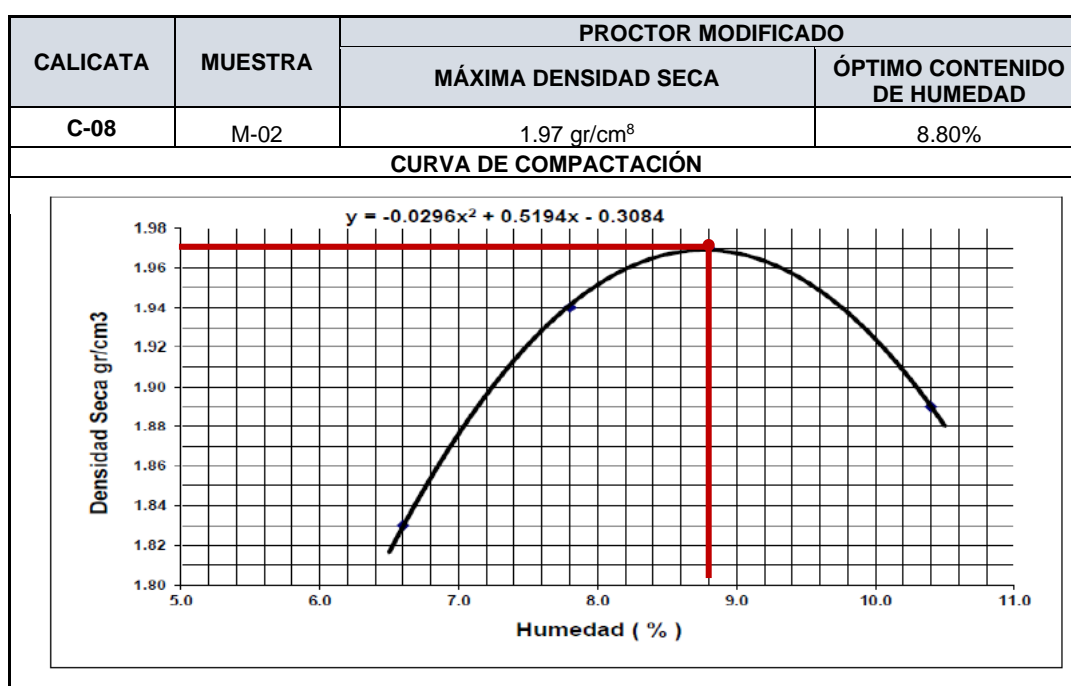


Fuente: Laboratorio de suelos

▪ **Muestra M-02 (C-8) / 0.40 – 0.70 m**

La M-02 /C-8 presenta 1.97 gr/cm³ como valor máximo de peso específico seco lo cual alcanza un óptimo contenido de humedad de 8.80%, en la curva de compactación se observa que luego de alcanzar el óptimo contenido de humedad los valores de máxima densidad seca decrecen.

Tabla 8. MÁXIMA DENSIDAD SECA DEL PROCTOR MODIFICADO C-08



Fuente: Laboratorio de suelos

En la tabla 9, se muestra los resultados registrados luego de aplicarse los ensayos a las muestras extraídas en campo, donde se observa que la resistencia del suelo al 95% es 5.00% calificándola como un suelo pobre.

Tabla 9. RESUMEN DE LA RESISTENCIA DEL SUELO C-01

CALICATA	MUESTRA	CALIFORNIAN BEARING RATIO (CBR)	
		95%	100%
C-01	M-03	5.80%	7.40%
C-03	M-02	5.00%	10.20%
C-04	M-02	7.00%	9.40%
C-08	M-02	12.40%	13.80%

Fuente: Elaboración Propia

DOSIFICACIÓN N° 01: ADICIÓN DE CAL

En la tabla 10, se observa que al adicionar 4.50% de cal se registró un límite líquido de 51.00%, límite plástico de 19.00% e índice plástico de 32.00%, sin embargo, al adicionar 8.50% de cal los resultados registrados son los siguientes: límite líquido igual a 51.00%, límite plástico igual 20.00% e índice plástico de 31.00%.

Tabla 10. RESUMEN DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA CON ADICION CON CAL

LIMITES DE CONSISTENCIA CON ADICIÓN DE CAL					
DOSIFICACIÓN	CALICATA	MUESTRA	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	INDICE PLASTICO (%)
4.50%	C-03	M-02	51.00	19.00	32.00
8.50%	C-03	M-02	51.00	20.00	31.00

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 11, se muestran los resultados obtenidos al adicionar 4.50% de cal donde se obtuvo una máxima densidad seca de 1.885 gr/cm³ y un contenido óptimo de humedad 12.64%, además se obtuvo una resistencia de 38.40% al 95% MDS.

Sin embargo, se muestra que al adicionar 8.50% de cal la resistencia al 95% MDS en un 24.30%, máxima densidad seca de 1.880 gr/cm³ y un contenido óptimo de humedad 12.26%.

Tabla 11. RESUMEN DE LA RESISTENCIA DEL SUELO CON ADICIÓN DE CAL AL 95% MDS

CALICATA	DOSIFICACIÓN CAL	PROCTOR MODIFICADO		CBR - 95%
		MÁXIMA DENSIDAD SECA	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	CALIFORNIAN BEARING RATIO
C-03	4.50%	1.885 gr/cm ³	12.64%	38.40%
	8.50%	1.880 gr/cm ⁴	12.26%	24.30%

Fuente: Elaboración Propia

No obstante, se registró que al adicionar los porcentajes de 4.50 y 8.50 de cal al realizar el ensayo de proctor los valores se mantienen, pero al realizar el ensayo de CBR al 100% MDS los valores de cada dosificación aumentan en un 48.27% y 37.65%.

Tabla 12. RESUMEN DE LA RESISTENCIA DEL SUELO CON ADICIÓN DE CAL AL 100% MDS

CALICATA	DOSIFICACIÓN CAL	PROCTOR MODIFICADO		CBR – 100%
		MÁXIMA DENSIDAD SECA	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	CALIFORNIAN BEARING RATIO 95%
C-03	4.50%	1.885 gr/cm ³	12.64%	48.27%
	8.50%	1.880 gr/cm ⁴	12.26%	37.65%

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra que al adicionar 4.50% de cal el contenido de humedad es de 3.20%, pero al adicionar 8.50% de cal el contenido de humedad es mayor en un 3.80%.

Tabla 13. RESUMEN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD CON ADICIÓN DE CAL

CALICATA	DOSIFICACIÓN DE CAL	CONTENIDO DE HUMEDAD
C-03	4.50%	3.20%
	8.50%	3.80%

Fuente: Elaboración Propia

DOSIFICACIÓN N° 02: ADICIÓN DE ESTIÉRCOL DE CABALLO

Los resultados muestran que al adicionar 2.50% de estiércol de caballo el límite líquido es 31.00%, límite plástico es 19.00% y el índice plástico es 12.00%, pero al adicionar 5.50% de estiércol de caballo se observa una disminución del índice plástico en un 7.00%.

Tabla 14. RESUMEN DE LÍMITES DE CONSISTENCIA CON ADICIÓN DE ESTIÉRCOL DE CABALLO

LÍMITES DE CONSISTENCIA CON ADICIÓN DE ESTIÉRCOL DE CABALLO					
DOSIFICACIÓN	CALICATA	MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE PLÁSTICO (%)
2.50%	C-03	M-02	31.00	19.00	12.00
5.50%	C-03	M-02	27.00	20.00	07.00

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra los resultados de los ensayos de Proctor Modificado y CBR al 95% MDS adicionado un 2.50% y 5.50% de estiércol de caballo. Se obtuvo que, al adicionar el 2.50% la máxima densidad seca es 1.678 gr/cm³ y el contenido óptimo de humedad es de 18.11%, pero estos valores disminuyen en un 1.630 gr/cm³ y 18.08% cuando se adiciona un 5.50% de estiércol de caballo.

Respecto a los resultados de CBR se obtuvo que al adicionar un 5.50% de estiércol aumenta en un 2.44% al ser ensayadas en un 95% MDS, pero cuando se adiciona 2.50% el CBR es de 2.25%.

Tabla 15. MÁXIMA DENSIDAD SECA Y RESISTENCIA DEL SUELO CON ADICIÓN DE ESTIÉRCOL AL 95% MDS

CALICATA	DOSIFICACIÓN ESTIÉRCOL CABALLO	PROCTOR MODIFICADO		CBR 95%
		MÁXIMA DENSIDAD SECA	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	CALIFORNIAN BEARING RATIO
C-03	2.50%	1.678 gr/cm ³	18.11%	2.25%
	5.50%	1.630 gr/cm ⁴	18.08%	2.44%

Fuente: Elaboración Propia

Sin embargo, también se realizó el ensayo considerando el 100% MDS para el CBR y se observa que al adicionar el 2.50% de estiércol de caballo la resistencia es de 4.23% con la misma máxima densidad seca y optimo contenido de humedad, por el contrario, al adicionar el 5.50% de estiércol de caballo el CBR disminuye en un 3.15%.

Tabla 16. MÁXIMA DENSIDAD SECA Y RESISTENCIA DEL SUELO CON ADICIÓN DE ESTIÉRCOL AL 100% MDS

CALICATA	DOSIFICACIÓN ESTIÉRCOL CABALLO	PROCTOR MODIFICADO		CBR 100%
		MÁXIMA DENSIDAD SECA	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	CALIFORNIAN BEARING RATIO
C-03	2.50%	1.678 gr/cm ³	18.11%	4.23%
	5.50%	1.630 gr/cm ⁴	18.08%	3.15%

Fuente: Elaboración Propia

Además, se obtuvo que el contenido de humedad natural al adicionar el 2.50% es de 3.80% y al adicionar 5.50% de estiércol de caballo el contenido de humedad es 4.20%.

Tabla 17. RESUMEN DE CONTENIDO DE HUMEDAD CON ADICIÓN DE ESTIÉRCOL DE CABALLO

CALICATA	DOSIFICACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD
C-03	2.50%	3.80%
	5.50%	4.20%

Fuente: Elaboración Propia

4.4. Fase 4: Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

El estudio de impacto ambiental es una herramienta de evaluación indispensable durante la elaboración y ejecución de obras civiles, pues tiene como finalidad determinar el impacto ambiental que tiene las partidas a ejecutar sobre el medio ambiente para establecer las medidas que puedan mitigar dichas acciones considerando su magnitud.

Dentro del estudio de impacto también se determina el área de influencia y se realiza un análisis minucioso de los factores ambientales afectados (bióticos y abióticos) considerando el grado de importancia y magnitud aplicando la metodología de valoración numérica (Matriz de Leopold) considerando cada una de las fases como elaboración, ejecución y operación del proyecto.

En nuestra investigación se determinaron los siguientes objetivos específicos:

- Definir el área de influencia directa e indirecta que logren ser afectados durante el desarrollo del proyecto.
- Definir los factores ambientales que sufrirán alteraciones durante el desarrollo del proyecto.

4.4.1. LÍNEA BASE FÍSICA (LBF)

4.4.1.1. Descripción Geográfica

El estudio se encuentra ubicado dentro de la jurisdicción de la Provincia de Contralmirante Villar, perteneciente al departamento de Tumbes; ubicado en la zona Norte del país y tiene la siguiente ubicación geográfica:

a). Ubicación del distrito:

Región	:	Tumbes
Departamento	:	Tumbes
Provincia	:	Contralmirante Villar
Distrito	:	Zorritos
Localidad	:	El Tubo-Pedregal

Figura 2. MACROLOCALIZACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO



Fuente: Google

4.4.1.2. Área de influencia del proyecto

El área de influencia del proyecto a determinar será la que involucre todo el conjunto de elementos abióticos, bióticos y los habitantes expuestos directa e indirectamente a cambios y/o alteraciones como consecuencia de la ejecución del proyecto.

En la presente investigación se ha determinado el área de influencia directa involucrando el espacio físico, social, económico y ambiental que sufran modificaciones según la incidencia de los impactos que pueden ser positivos y/o negativos.

4.4.1.3. Área de influencia directa

El área de influencia directa comprende el Km 0+000 hasta el Km 8+000.

Figura 3. ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA



Fuente: Google

4.4.1.4. Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta es el entorno físico donde los componentes ambientales sufren un impacto indirecto por las partidas definidas en el proyecto.

En la investigación el área de influencia indirecta lo componen la localidad de El Tubo, Pedregal y las áreas libres destinadas para agricultura, ganaría, etc.

Figura 4. ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA



Fuente: Google

4.4.1.5. Evaluación de impactos ambientales con la Matriz Leopold

Tabla 18. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES APLICANDO LA MATRIZ DE LEOPOLD

MATRIZ DE LEOPOLD : CAUSA - EFECTO		SIMBOLOGÍA		FASE DE PLANEACIÓN		FASE PRELIMINAR								FASE DE ESTABILIZACIÓN								FASE DE OPERACIÓN		MAGNITUD (+/-)	PROMEDIO		
		MAGNITUD IMPORTANCIA				OBRAS PROVISIONALES				OBRAS PRELIMINARES				MOVIMIENTO DE TIERRAS				PROCESO DE ESTABILIZACIÓN				TRÁFICO VEHICULAR	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS				
		IMPORTANCIA : Correspondiente a la Intensidad (I) o grado de incidencia del impacto		LIMPIEZA DEL TERRENO	INSTALACIÓN DE OBRAS Y ALMACÉN DEL PROYECTO	INSTALACIÓN DE SERVICIOS HIGIÉNICOS	MOVILIZACIÓN Y DEMOLICIÓN DE EQUIPOS MAQUINARIA	DESARROLLO DE RUTAS ALTERNATIVAS	LIMPIEZA DEL TERRENO	TRAZO Y REPLANTEO	BASE Y SUBBASE				PROCESO DE ESTABILIZACIÓN												
		MAGNITUD : Correspondiente a la Extensión (E) del impacto dentro del área de influencia									CORTE DEL TERRENO CON MAQUINARIA	PERFILADO DEL TERRENO	ELIMINACIÓN DEL MATERIAL EXCEDENTE	ESCARIFICACIÓN DEL TERRENO PROF. LUZIM	PREPARACIÓN PROPORCIÓN CAL-ESTERCOL	EXTERMINO DE LA PROPORCIÓN CAL-ESTERCOL	MEZCLADO	COMPACTACIÓN	TRÁFICO VEHICULAR	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS							
FACTORES AMBIENTALES	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	AIRE		-1	-5		-4	-4	-8	-1	-7	-7	-2	-5	-6	-6	-8	-1	-2	-67	-363						
		Partículas Suspensas (Polvo)	1	3																	62						
		Emisión de Gases y olores			-1		-3	-4	-5			-6	-3	-1	-3	-4	-1	-2	-1	-4	-40	-130					
		Nivel de Ruido		-1	-1		-3	-4	-7			-5	-3	-2	-2	-4	-3	-3	-4	-2	-44	-168					
		AGUA			1	1							5	3	2							43					
		Calidad																			0	0					
	SUELO																				0						
	Calidad del Suelo	-1	-1	1				-4	3			-4	4	-2	1		1	8	2	-3	23	43					
	Contaminación por residuos					-2	-3	3			-1	1	-1	1						-8	8	-16					
	Vibraciones		-2	2		-2	2	-3	2	-3	1	-2	1	-1	1	-1	1	-3	3	-1	1	-6	3	-25	18	-50	
	PROCESOS																										
	Compactación		-1	1		-1	1	-2	2	-2	1	-1	1				-1	1	8	8	0	15	54				
	Estabilidad					-1	1					-1	1	-1	1		6	6	1	8	8	12	18	98			
	FLORA																										
	Eliminación de Pastos		-1	1				-1	-1	1		-2	2								-5	5	-7				
	Eliminación de Plantas Ornamentales							-1	-1												-1	-1	1				
	Alteración de la Cubierta Vegetal		-1	1		-2	1	-1	-1	2	-1	-3	3								-10	10	-17				
	FAUNA																										
	Reptiles Pequeños e Insectos	-1	-3					-2	-3	2	-1	-3	2	-1	-1	-1					-18	13	-26				
	Alteración del Hábitat	-1	-2	-1	1			-2	2	-3	2	-3	3	-1	-1	1	1				-15	14	-28				
ESTÉTICA																											
Vistas Escénicas y Panorámicas	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-2	2	-2	1	-1	1					-11	13	-10					
AREAS AMBIENTALES																											
Naturaleza y Espacios Abiertos	-1	-1	1		-2	1	-2	2			-2	2	-1	1						-10	9	-14					
SERVICIOS E INFRAESTRUCTURAS																											
Construcciones Cercanas																				0	0	0					
Red de transporte (movim., acceso)																				0	0	0					
Eliminación de Residuos		-1	1	-2	2	-3	2	-2	2											-10	9	-19					
EFFECTOS SOCIOCULTURALES																											
Comercio	1	1	2	1			2	1	2											8	9	13					
Salud y Seguridad		1	1	2	1		-1	2	1	2	-2				-1	1				3	12	20					
Empleo	1	3	3	1	1		3	3	3	1	4	3		2	2	2	2	2	2	4	5	2	36	12	96		
IMPACTO TOTAL																											
MAGNITUD (+)(-)		-4	-17	-1	-7	-20	-28	-34	-2	-40	-16	-12	-12	-14	-5					3	-4	7				-523	
IMPORTANCIA		8	21	9	8	20	33	37	4	45	20	11	18	18	23					19	7					VERDADERO	
PROMEDIO		-4	-25	-1	-10	-50	-65	-144	-2	-153	-64	-14	-38	-66	-15	9	100	21	-2	-523							

Fuente: Elaboración propia

4.4.1.6. Jerarquía de impactos ambientales

Luego de evaluar el impacto ambiental que genera cada una de las partidas definidas en el proyecto se realizó la jerarquización basada en el siguiente Tabla:

Tabla 19. MEDICIÓN DE IMPACTOS

MEDIDA DEL IMPACTO	SIMBOLOGÍA	RANGO
No significativo		[0 – 20,8]
Bajo		[< 20,8 – 60,0]
Medio		[< 60,0 – 162,8]
Alto		[< 162,8 – 516,8]
Muy alto		[< 516,8 – 960,0]

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de las características físicas – químicas se puede determinar que el **aire** será uno de los factores ambientales con un impacto **alto** según la jerarquización y el **suelo** tendrá un impacto **bajo**.

Tabla 20. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS - QUÍMICAS (MATRIZ DE LEOPOLD)

FACTORES AMBIENTALES		PROMEDIO	MEDIDA DEL IMPACTO	SIMBOLO
CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS	AIRE			
	Partículas Suspendidas (Polvo)	-363	ALTO	
	Emisión de Gases y olores	-130	MEDIO	
	Nivel de Ruido	-168	ALTO	
	AGUA			
	Calidad	0	NO SIGNIFICATIVO	
	SUELO			
	Calidad del Suelo	43	BAJO	
	Contaminación por residuos	-16	BAJO	
	Vibraciones	-50	BAJO	
	PROCESOS			
	Compactación	54	BAJO	
	Estabilidad	98	MEDIO	

Fuente: Elaboración propia

Respecto a las características bióticas según la jerarquización, la fauna estará expuesta a un impacto **bajo** y la flora tendrá un impacto **no significativo** dentro del proyecto.

Tabla 21. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS (MATRIZ DE LEOPOLD)

FACTORES AMBIENTALES		PROMEDIO	MEDIDA DEL IMPACTO	SIMBOLO
CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS	FLORA			
	Eliminación de Pastos (Gras)	-7	NO SIGNIFICATIVO	
	Eliminación de Plantas Ornamentales	1	NO SIGNIFICATIVO	
	Alteración de la Cubierta Vegetal	-17	NO SIGNIFICATIVO	
	FAUNA			
	Reptiles Pequeños e Insectos	-26	BAJO	
	Alteración del Habitat	-28	BAJO	

Fuente: Elaboración propia

Según la jerarquización de impactos ambientales se infiere que en el **factor sociocultural** presenta un impacto que va desde un rango **medio** a **no significativo**, pues ejecutar el proyecto se generaran fuentes de trabajo considerándose como impactos positivos.

Tabla 22. VALORACION DE LOS IMPACTOS SOBRE LAS CARACTERITICAS SOCIOECONOMICOS (MATRIZ DE LEOPOLD)

FACTORES AMBIENTALES		PROMEDIO	MEDIDA DEL IMPACTO	SIMBOLO
EFECTOS SOCIOECONOMICOS - CULTURALES	ESTETICA			
	Vistas Escenicas y Panoramicas	-10	NO SIGNIFICATIVO	
	AREAS AMBIENTALES			
	Naturaleza y Espacios Abiertos	-14	NO SIGNIFICATIVO	
	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURAS			
	Construcciones Cercanas	0	NO SIGNIFICATIVO	
	Red de transporte (movim., acceso)	0	NO SIGNIFICATIVO	
	Eliminación de Residuos	-19	NO SIGNIFICATIVO	
	EFECTOS SOCIOCULTURALES			
	Comercio	13	NO SIGNIFICATIVO	
	Salud y Seguridad	20	NO SIGNIFICATIVO	
	Empleo	96	MEDIO	

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

DISCUSIÓN 1. Los ensayos realizados en laboratorios de mecánica de suelos permitieron determinar las siguientes características del suelo:

Respecto a la composición del suelo (Granulometría) se analizó considerando dos sistemas de clasificación: La primera es la norma **AASHTO M-145** que clasifica a los suelos en función al tamaño de las partículas que lo conforman (propiedades mecánicas) como son gravas, arena gruesa, arena fina, limos y arcillas y los agrupa en siete grupos desde A-1 hasta A-7; siendo el grupo A-1 un suelo óptimo para conformar una estructura de un pavimento donde su comportamiento va decreciendo hasta llegar al suelo A-7 cuya aplicación no es recomendable en un pavimento , en nuestra investigación el suelo con mayor predominancia está en el grupo A-7-6.

Según la clasificación SUCS (ASTM D-2487) clasifica a los suelos basados en el tamaño de partículas agrupándolos en dos grupos como suelos de grano fino y suelos de grano grueso identificándolos por medio de la siguiente nomenclatura GW, GP, SW, SM, SC, CL, etc. considerando este criterio y de acuerdo a los resultados obtenidos los suelos que componen predominantemente a la vía el Tubo Pedregal son los suelos identificados con la nomenclatura CL y ML.

Por tanto, los suelos que conforman la vía El Tubo – Pedregal son de tipo CL denominados como suelos arcillosos de baja plasticidad pertenecientes al grupo A-7-6, seguidos por los suelos ML denominados como suelos limosos de baja plasticidad con arena pertenecientes al grupo A-6.

Otra de las propiedades relacionada exclusivamente con los suelos arcillosos y limosos es la plasticidad los cual fue terminado realizando el ensayo de límites de consistencia (LL-LP-IP). Los resultados muestran que el límite líquido está en un rango de 24.26% hasta 43.20%, el límite plástico varía desde 12.52% hasta 28.16% y el índice plástico se

encuentra en un rango de 8.61% hasta un 23.25% lo cual se evidencia que son suelos muy plásticos y muy débiles.

Respecto al contenido de humedad natural se obtuvieron los siguientes resultados la C-1 presenta contenidos de humedad que varían entre 3.50% hasta 4.40%, en la C-2 va de 2.30% al 5.30%, en la C-3 varia de 2.90% al 3.30%, la C-4 varia de 1.70% a 2.40%, la C-5 varia de 1.3% a 6.20%, la C-6 va de 1.40% a 6.20, la C-7 va de 1.40% a 3.30% y la C-8 va de 1.80% a 2.30%.

Respecto a la compactación (Proctor modificado) se ensayaron muestras de cuatro calicatas las cuales corresponden a la M-3(C-1), M-02 (C-3), M-02 (C-4) y M-02 (C-8). Para la M-3(C-1) la máxima densidad seca corresponde 1.93 gr/cm^3 alcanzando un contenido óptimo de humedad de 7.40% mientras que en la M-02 (C-3) la máxima densidad seca es 1.89 gr/cm^3 con un óptimo contenido de humedad de 11.40%, la M-02 (C-4) presenta una máxima densidad seca de 1.88 gr/cm^3 con un óptimo contenido de humedad de 11.50% y finalmente la M-02 (C-8) presento una máxima densidad seca 1.97 gr/cm^3 y un óptimo contenido de humedad de 8.80%, por tanto podemos deducir que luego que el suelo alcance el óptimo contenido de humedad los valores de máxima densidad seca decrecen ya que el agua no favorece el proceso de compactación.

Del ensayo de CBR considerando el 95% MDS se obtuvo que la resistencia del suelo en la C-1 es de 5.80%, en la C-3 es 5.00%, en la C-4 es de 7.00% y en la C-8 es de 12.40%, el cual si consideramos la calificación del suelo según el MTC (2014) al presentar un suelo un CBR menor a 6% los considera como suelo pobre.

DISCUSIÓN 2. Respecto al contenido de humedad se observó que al adicionar el 2.50% de estiércol de caballo los límites de consistencia como el límite líquido alcanza un valor de 31.00%, el límite plástico alcanza un valor de 19.00% sin embargo, al adicionar 5.50% el límite líquido y límite plástico disminuyen en un 27.00% y 20.00% el cual se infiere que a menor

porcentaje de adición de estiércol el índice plástico es mayor en un 12.00%, lo contrario a cuando se adiciona el 5.50% el índice de incidencia disminuye en un 9.00%.

Respecto a la relación de máxima densidad seca – óptimo contenido de humedad (Proctor modificado) se observó que al adicionar el 2.50% de estiércol de caballo la máxima densidad seca fue de 1.678 gr/cm³ alcanzando un óptimo contenido de humedad de 18.11%, no obstante, se registró que al aumentar en un 5.50% la máxima densidad seca disminuye alcanzando un valor de 1.630 gr/cm³ por tanto el óptimo contenido de humedad disminuye en un 18.08%.

Respecto a la resistencia del suelo (CBR) se evidencio que al adicionar el 2.50% la resistencia del suelo alcanza 2.25% al 95% MDS, sin embargo, al adicionar el 5.50% la resistencia aumenta en un 2.44% al 95% MDS.

No obstante, se evidencio que el contenido de humedad natural al adicionar el 2.50% alcanza un valor 3.80% pero este valor aumento en un 4.20% al adicionar 5.50% de estiércol de caballo.

DISCUSIÓN 3. Al incorporar el 4.50% de cal se evidencio que el límite liquido alcanza un valor de 51.00% y se mantiene al adicionar el porcentaje de 8.50% pero el límite liquido alcanza unos valores de 19.00% al adicionar un 4.50% de cal, pero aumenta en un 20.00% a un 8.50% de cal. Por tanto, el índice plástico es mayor cuando se adiciona una menor cantidad de cal y disminuye cuando el porcentaje de adición de cal es mayor.

Respecto a la relación de máxima densidad seca – óptimo contenido de humedad (Proctor modificado) se observó que al adicionar el 4.50% de cal la máxima densidad seca fue de 1.885 gr/cm³ alcanzando un óptimo contenido de 16.64%, no obstante, se registró que al aumentar en un 8.50% la máxima densidad seca disminuye alcanzando un valor de 1.880 gr/cm³ donde el óptimo contenido de humedad disminuye en un 12.26%.

Respecto a la resistencia del suelo (CBR) se evidencio que al adicionar el 4.50% la resistencia del suelo alcanza 38.40% al 95% MDS, sin embargo, al adicionar el 8.50% la resistencia del suelo disminuye en un 24.30% al 95% MDS.

Respecto al contenido de humedad natural se obtuvo que al adicionar el 4.50% de cal el suelo presenta un contenido de humedad igual a 3.20%, pero al aumentar en un 8.50% de cal el contenido de humedad aumenta en un 3.80%.

DISCUSIÓN 4. Considerando que la resistencia del suelo (CBR 95% MDS) más desfavorable es 5.00% se determinó que el porcentaje de cal y estiércol optimo es equivalente a D1: 8.50% CAL - 5.50% ESTIÉRCOL CABALLO.

Puesto que al adicionar el 8.50% aumenta la resistencia del suelo en un 24.30% al 95% MDS y al adicionar el 5.50% de estiércol de caballo disminuye el índice plástico en un 9.00%.

DISCUSIÓN 5. Respecto a la evaluación del impacto ambiental empleando el método de la Matriz de Leopold se determinó que los factores ambientales serán expuestos a impactos no significativos, bajos, medios y altos.

Los factores ambientales expuestos a impactos altos será el aire, pues registra un alto índice de nivel de ruido y partículas suspendidas(polvo) puesto que se ejecutarán partidas como limpieza de terreno, movilización y desmovilización de maquinaria, desvió de rutas alternas, corte de terreno con maquinaria, perfilado de terreno, escarificación del suelo, etc.

La emisión de gases y olores representa un impacto medio que impactará directamente sobre el aire lo que representa un impacto negativo, no obstante, se registra un impacto positivo que según la jerarquía corresponde a un impacto medio que será la generación de empleo.

Las características físicas y químicas del suelo y las características bióticas como la flora estarán expuestos a impactos bajos y negativos.

VI. CONCLUSIONES

Se concluye que la estratigrafía del suelo que forma parte de la vía El Tubo – Pedregal está compuesto por suelos arcillosos de baja plasticidad porque su índice plástico está en el rango de 8.61% hasta 23.25% ubicándose en el grupo A-7-6 según la clasificación AASHTO M-145 y se identifican con la nomenclatura “CL” según el sistema de clasificación SUCS. Además, asumiendo las categorías de la subrasante según el MTC (2014) se clasifica como un suelo pobre (S1) ya que tiene una resistencia de 5% según los ensayos del CBR al 95% MDS (Máxima densidad seca) requiriendo realizar una estabilización para que la subrasante sea la adecuada.

Respecto a la influencia sobre las propiedades del suelo al adicionar estiércol de caballo se concluye que al incorporar la proporción de 2.5% y 5.5% la subrasante se clasifica como subrasante pobre (S1) porque alcanza un valor de 2.25% y 2.44%; y un índice plástico de 12.00% y 7.00%, es decir que a mayor porcentaje de estiércol de caballo disminuye la plasticidad y mejora progresivamente la subrasante.

Por otro lado, al adicionar el porcentaje de 4.50% y 8.50% de cal se concluye que, la influencia sobre la resistencia de la subrasante aumenta favorablemente convirtiéndose en un suelo con una resistencia óptima y categorizándolo como una subrasante muy buena (S5) puesto que alcanza los valores de 38.40% y 24.30%, no obstante, el índice plástico aumenta significativamente en un 32% y 31%.

En relación al porcentaje de cal – estiércol de caballo óptimo de adición se concluye que, la dosificación óptima será de 4.50% cal – 2.50% estiércol de caballo pues se obtiene una subrasante muy buena (S5) con una resistencia de 38.40% y mejoran las propiedades de plasticidad en un 12.00%.

Según la evaluación del impacto ambiental se concluye que, el factor ambiental con mayor efecto negativo y/o significancia alto, recae sobre las características físicas – químicas específicamente la calidad del aire, nivel de ruido, emisión de gases y olores. Sin embargo, también se identificaron

impactos positivos que impactan directamente sobre las características socioculturales, generándose nuevas fuentes de trabajo (empleo) y por ende contribuirá en el crecimiento socioeconómico.

VII. RECOMENDACIONES

Se exhorta aplicar nuevas metodologías para evaluar las características físico - mecánicas del suelo.

Se sugiere realizar el análisis y/o evaluación considerando otros porcentajes de adición con cal y estiércol de caballo.

Se recomienda evaluar la rentabilidad que generaría al ejecutar el proyecto de estabilización en la vía El Tubo – Pedregal.

Se sugiere a los futuros estudiantes que antes de efectuar cualquier trabajo de estabilización es importante contar con información detallada de las características del suelo que conforman a la subrasante.

Se recomienda realizar un estudio de zonificación de suelos con el fin de plantear alternativas de solución que sean auto sostenibles y rentables.

REFERENCIAS

AASHTO. (2002). "American Association of State Highway and Transportation Officials". *Standard Specification for transportation materials and methods of sampling and testing. Specifications*. Part 1A and 1B. (22).

AASHTO. (2002). "American Association of State Highway and Transportation Officials". *Standard Specification for transportation materials and methods of sampling and testing. Test*, Part 2A and 2B. (22).

Aquino, J., & Estela, J. (2020). "*Estudio definitivo de la pavimentación de los AA.HH. Señor de los Milagros, 18 de febrero, Alameda y Los Ángeles, Distrito de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque*" [Tesis para titulación, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio Institucional UNPRG.
<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8117>

Arias, F. (2012). "El proyecto de investigación". Introducción a la metodología científica. *6ta*, 67-72.

Arrieta, F., Carro, A. & Obando, D. Efecto de la cal en la Estabilización de Subrasantes", *Ingeniería, Revista de la universidad de Costa Rica*, 20(1-2), 93-108.

Arroita, M., Causapé, J., Comín, FDíez, J., Lacarta, J., Lorente, C., Merchán, D., Muñiz, S., Navarro, E., Val, J., & Elozegi, A. (2013). "Irrigation agricultura affects organic matter decomposition in semi-arid terrestrial and aquatic ecosystems". *J. Hazardous Materials*, (263), 139-145.

ASTM – D6276-99a. (2017) “Estándar Test Method for Using pH to Estimate the Soil-Lime Proportion Requirement for Soil Stabilization”.

Bonilla, C., & Cancino, J. (2001). “Estimación del contenido de humedad del suelo mediante el empleo de funciones de pedotransferência”. *Agricultura Técnica*, 61(3), 326-338.

Cañar. E. (2017). “Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza y carbón” [Tesis para Bachiller, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25266>

Castillo, B. (2017). Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100% para utilizarlos como Subrasantes en Carreteras. *Cuenca, Ecuador*.

Castro, A. (2017). “Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante”. *Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Ingeniería*.

Cevallos, A. (2012). “Determinación del límite líquido y plástico de los suelos mediante el uso del penetrómetro cónico”. *Bachelor's thesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador*.

Chávez, R., Rojas, M., y De la Puente, E. (2021). “Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido”. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 3(2), 33-40

Congora, C., Osorio, K., Caballero, R., & Ortíz, A. (2008). "Estabilización química de suelos expansivos de San José de Cúcuta (Colombia) usando cenizas volantes". *Respuestas*, 13(2), 19-31.

Duque, G., & Escobar, C. (2002). "Mecánica de suelos". *Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales*.

Gabriels, D., & Lobo, D. (2011). "Métodos para determinar granulometría y densidad aparente del suelo". *Venesuelos*, 14(1), 37-48.

Hidalgo, F., y Saavedra, J. (2020). Análisis de la adición de cáscara de arroz y bagazo de caña de azúcar en la subrasante de pavimentos para la estabilización de suelos arcillosos en el departamento de San Martín, *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*, 11-18.

Lilia, C. (2015). Población y Muestra. *Universidad Autónoma del Estado de México, Escuela Preparatoria Texcoco*. 4-12.

Monjarás, A., Bazán, A., Pacheco, Z., Rivera, J., Zamarripa, J., & Cuevas, C. (2019). Diseños de Investigación. *Educación Y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias De La Salud Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo*, 8(15), 119-122.

MTC. (2013). "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras – EG-2013". *Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Viceministerio de Transportes, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles*.

MTC. (2013). "Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción".
California Bearing Ratio R.D N° 22 – 2013 -249-ASTM D1883

MTC. (2014). "Manual de Ensayo de Materiales". *Ensayo de Proctor Modificado E 101- ASTM D698.*

MTC. (2014). "Manual de Ensayos de Materiales". *Compresión no confinada en muestras de suelos E 121-ASTM D2166*

Ortiz, D. (2019). *Efectos de la incorporación de cuatro porcentajes (2.5%, 5%, 7.5% y 10%) de estiércol de caballo en la resistencia a la compresión y flexión del adobe* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14779>

Pérez, F., Ayuso, F. & Caballero, R. Estabilización de suelos con Cal. Posibilidades en Andalucía, *I Congreso Andaluz de Carreteras. Construcción de Carreteras en Climas Semiáridos*. Tomo II.

Quijano, D., & Tenjo, E. (2018). "Análisis de efectividad en la estabilización de suelos colapsables en el tramo II de la transversal el bosque en el Municipio de Floridablanca, Santander".

Ramos, E., Martínez, A., García de la Figal, A. & Hernández, G. (2020). Correlación entre densidad y resistencia mecánica del suelo obtenida con sondas de diferentes geometrías. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 29(3), 28-36.

Requejo, R. (2020). *Estabilización de suelos arenosos utilizando Oryza Sativa (arroz), pueblo joven Las Dunas-Lambayeque-Perú 2019*, [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán] Repositorio Institucional USS.

Ribón, M., Salgado, S., Palma, D., & Lagunes, L. (2003). "Propiedades químicas y físicas de un vertisol cultivado con caña de azúcar". *Interciencia*, (28), 154-159.

Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., & Hill, M. (2004). "Propiedades físicas del suelo". *Universidad de la República: Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay, 2004*.

Sanz, J. (1975). "Mecánica de Suelos". *Reverte*.

Silva, A. (1998). "La materia orgánica del suelo". *Montevideo: Facultad de Agronomía*. 34.

Ugaz, R. (2006). "Estabilización de suelos y su aplicación en el mejoramiento de subrasante" [Tesis para titulación, Universidad Nacional de Ingeniería, Repositorio Institucional – UNI]
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3163>

Zuloeta, O. (2020). "Estabilización de los suelos granulares no cohesivos aplicando bacterias calcificantes". *UCV-HACER. Revista De Investigación y Cultura*, 2020, 9(2), 37-43.

Anexos

Anexo 01: Matriz de Operacionalización de Variables

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición	Unidades
Variable dependiente: Resistencia del Suelo	Según Ramos et al. (2020), la resistencia es una característica que se ve relacionada directamente y de manera importante con respecto a los demás componentes del suelo, ya sea la textura, el contenido de humedad, la porosidad o el contenido de humedad presente.	Para evaluar a la variable Resistencia del suelo, se realizará mediante la siguiente dimensión: - Resistencia mecánica.	Resistencia Mecánica	Resistencia a la penetración	Ordinal	Mpa
				Humedad	Ordinal	Porcentaje (%)
				Temperatura	Intervalo	Cº
				Densidad Aparente	Intervalo	g/L

Variable Independiente: Estabilización del Suelo	Castro (2017). Corresponde al mejoramiento de las propiedades naturales del suelo, tanto físicas como químicas, se realizarán a través de procedimientos mecánicos y también adicionando químicos, sintéticos o también naturales, al hacerlo podremos mejorar la resistencia del suelo.	Para desarrollar la evaluación correspondiente de la variable Estabilización del Suelo, tendremos la dimensión: Estabilización con Cal y Estiércol	Estabilización Con Cal y Estiércol.	Granulometría	Intervalo	mm
				Plasticidad	Intervalo	Porcentaje (%)
				Humedad óptima	Ordinal	Porcentaje (%)
				Contracción e Hinchamiento	Intervalo	Porcentaje (%)
				Resistencia Mecánica	Ordinal	Mpa

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 02: Matriz de Consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS
¿Es posible la estabilización del suelo mediante la aplicación o adición de cal y estiércol de caballo en la vía El Tubo-Pedregal?	Realizar la estabilización del suelo con cal y estiércol para aumentar la resistencia de la vía El Tubo-Pedregal.	El suelo reflejará su mejoramiento con la adición óptima de cal y estiércol de caballo.	Resistencia del Suelo	Aplicada.	Caserío de Pedregal, Distrito de Casitas, Provincia de Contralmirante Villar, Zorritos.	- Análisis Documental. - Observación.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE INDEPENDIENTE	DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS
- ¿Cuáles son las características físicas y mecánicas del suelo? - ¿Cuál es la influencia al incorporar el 2.5% y 5.5% de	- Realizar los ensayos para determinar las características físicas y mecánicas del suelo. -Determinar la influencia al incorporar el 2.5% y 5.5%	- Aplicando los ensayos de laboratorio, se pueden analizar las características físicas y mecánicas del suelo. -La incorporación del 2.5% y 5.5%	Estabilización del suelo.	Experimental de nivel descriptivo.	Vía El Tubo – Pedregal.	- Guía de análisis documental. - Guías de observación.

<p>estiércol de caballo sobre las propiedades del suelo?</p> <p>- ¿Cuál es la influencia al incorporar el 4.5% y 8.5% de cal sobre las propiedades del suelo?</p> <p>- ¿Cuál será el porcentaje de cal - estiércol óptimo de adición?</p> <p>- ¿Cuál es el impacto ambiental al realizar la estabilización con cal y estiércol de caballo?</p>	<p>de estiércol de caballo sobre las propiedades del suelo</p> <p>- determinar la influencia al incorporar 4.5% y 8.5% de cal sobre las propiedades del suelo</p> <p>-Determinar el porcentaje de cal - estiércol óptimo de adición</p> <p>- Evaluar el impacto ambiental.</p>	<p>de estiércol de caballo tendrá influencia sobre las propiedades del suelo</p> <p>-La incorporación del 4.5% y 8.5% de cal tendrá influencia sobre las propiedades del suelo</p> <p>- El porcentaje óptimo reflejara el aumento de las propiedades del suelo</p> <p>- La estabilización del suelo con cal y estiércol de caballo generara un impacto positivo.</p>
--	--	--

Fuente: Elaboración propia

Anexo 03: Instrumento de recolección de datos

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



Foto N° 04: Descargando el equipo topográfico



Foto N° 05: Realizando del levantamiento topográfico en la vía El Tubo-Pedregal



Foto N° 06: Realizando del levantamiento topográfico en la vía El Tubo-Pedregal



Foto N° 07: Utilizando el equipo completo para el levantamiento topográfico.

EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO

CALICATAS



Foto N° 08: Excavación de la C-1



Foto N° 09: Excavación de la C-2



Foto N° 10: Excavación de la C-4

Anexo 04: Estudio de mecánica de suelos

GRANULOMETRIA



Foto N° 11: Llegando al laboratorio de mecánica de suelos



Foto N° 12: Sacando la muestra del horno eléctrico



Foto N° 13: Zarandeando el material en los tamices

PROCTOR MODIFICADO



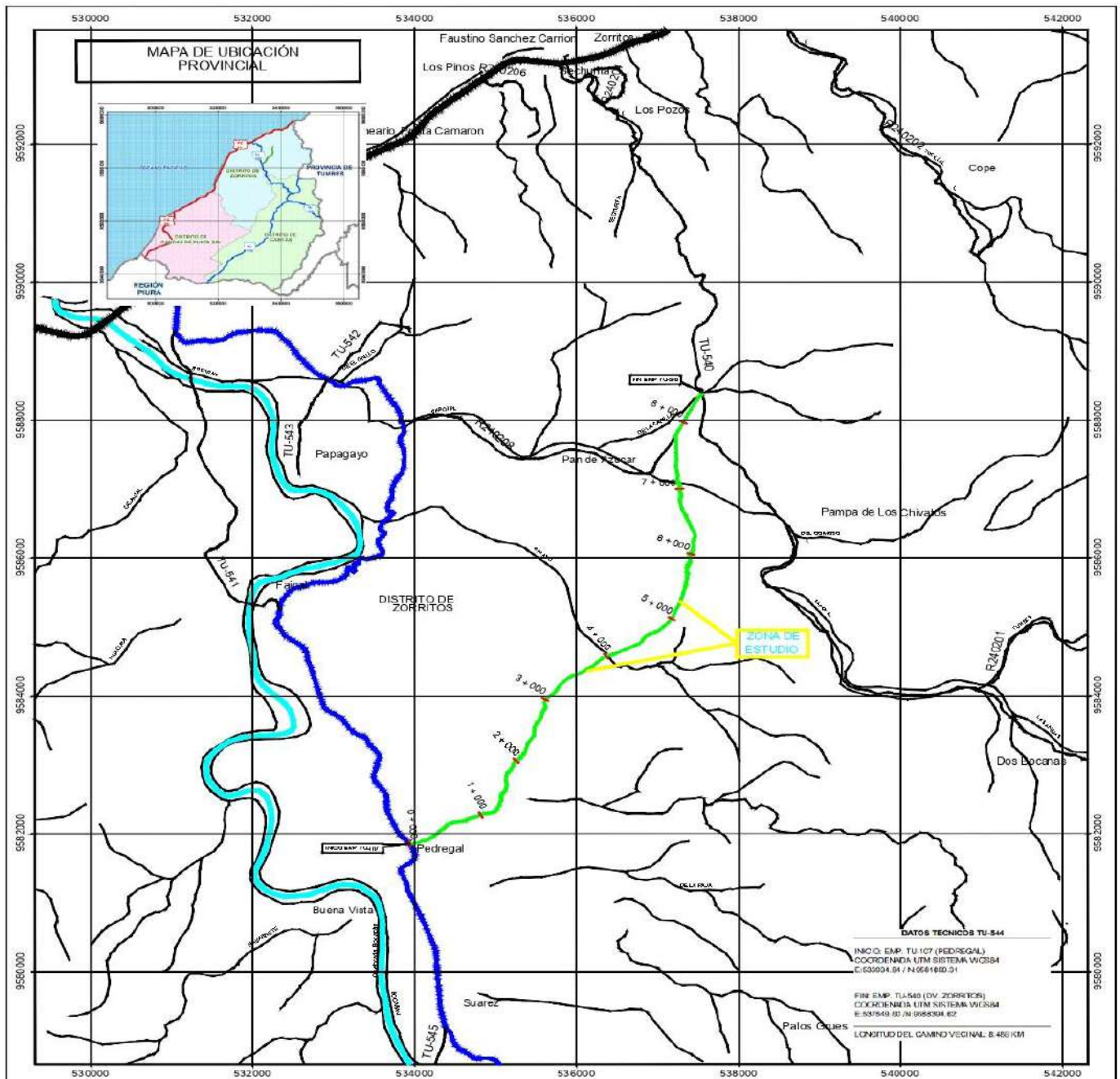
Foto N° 14: Pesado del molde



Foto N° 15: Se le realiza 56 golpes y 12 golpes por cada 5 capas.

Anexo 05: Planos

PLANO DE UBICACIÓN



SIGNOS CONVENCIONALES

RUTAS VIALES:	SISTEMA VIAL:	INFRAESTRUCTURAS:
Red Nacional	Red Nacional	Aeropuerto Internacional
Red Departamental	Red Departamental	Aeropuerto Nacional
Red Vecinal Registrada	Red Vecinal (Distrito)	Aeródromo
Red Vecinal No Registrada	Red Vecinal (No Registrada)	Puentes
	Caminos de Herradura	Panor
	Vías Privadas	Baños
	Vía Ferrea	Túnel
	Mini Hidroeléctricas	Escuelas
CENTROS POBLADOS:	AMBULATORIA PROFESIONAL:	Iglesias
Capital Departamental	AMP - Puesto Nacional	Lugares Arqueológicos
Capital Provincial	Zona de Aterrizaje	Centro de Salud
Capital Distrito	Ases de Comunicación Regional	Cementerio
Centro Poblado	Hidrografía	
	Límites	
LÍMITES:		
Internacional		
Departamental		
Provincial		
Distrito		

LONGITUD ESTIMADA:
8.486 Km

Superficie de Rodadura		
Tipo	Km	%
Pavimento rígido	0.000	0.00
Asfalto	0.000	0.00
Afirmado	8.486	100.00
Sin afirmar	0.000	0.00

Longitud por Distrito		
Distrito	Tipo Sub.	Km %
Zorritos	Afirmado	8.486 100.00
Casitas	Afirmado	0.00 0.00
Canoes de Punta Gal	Afirmado	0.00 0.00

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

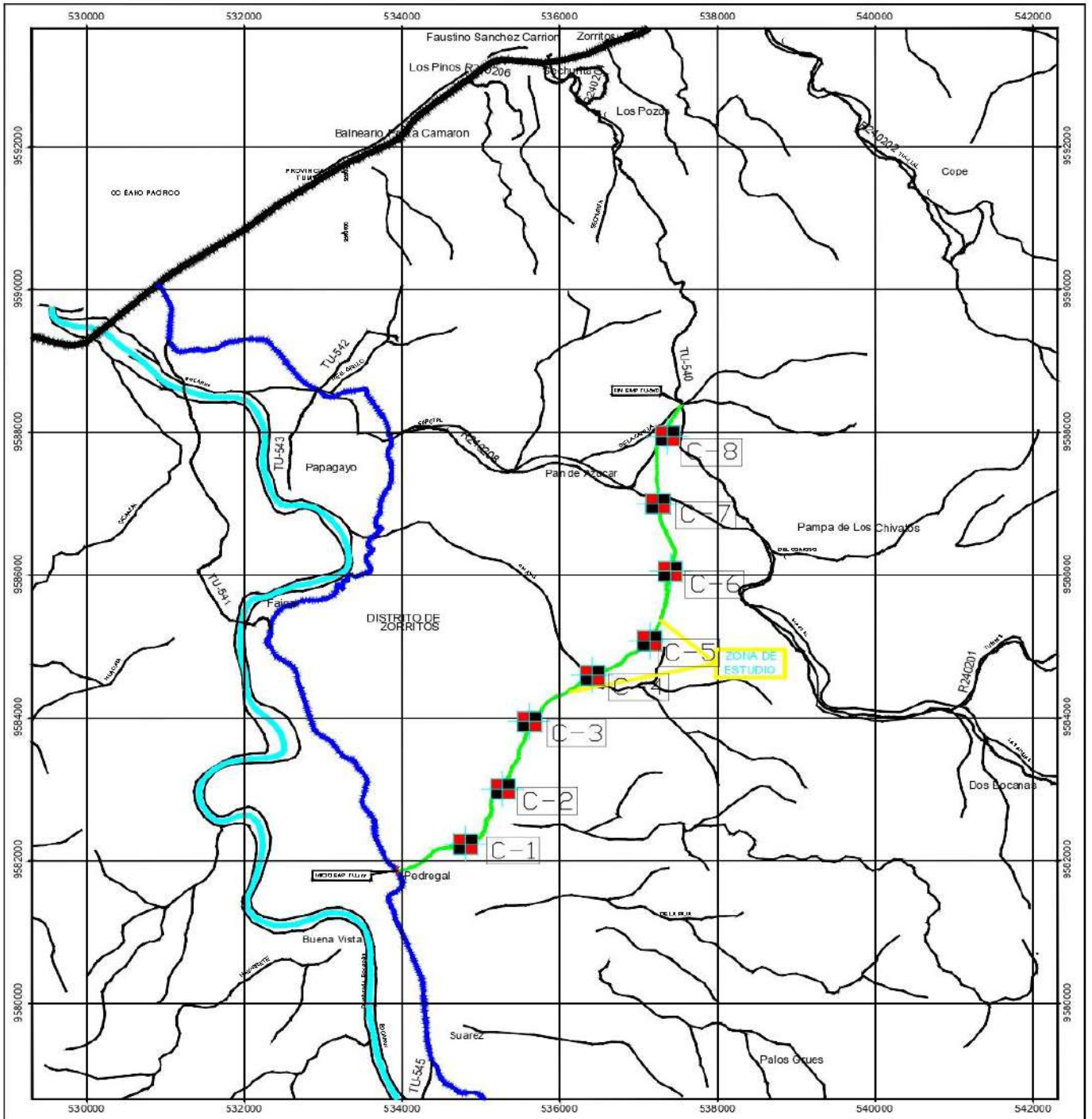
Título: "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL, 2022"

Departamento: TUMBES | Provincia: CONTRALMIRANTE VILLAR | Distrito: ZORRITOS

Plano: UBICACION | N° Lámina: U - 01

Alumno: ALVARADO M. NAVAS ARMO, S. | Escala: 1:200 | Fecha: 10/04/2022

PLANO DE CALICATAS



DETALLES DE CALICATAS

Se realizara 4 calicatas, identificadas como C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8. Se usaron cintas de seguridad o de señalizacion para la correcta extraccion del material.
Se utilizo el uso indispensable de EPP

CALICATA	SECCION	ALTURA (m)	CALICATA	SECCION	ALTURA (m)
C-1	1.00 x 1.00	1.50	C-5	1.00 x 1.00	1.50
C-2	1.00 x 1.00	1.50	C-6	1.00 x 1.00	1.50
C-3	1.00 x 1.00	1.50	C-7	1.00 x 1.00	1.50
C-4	1.00 x 1.00	1.50	C-8	1.00 x 1.00	1.50

SIMBOLOGIA



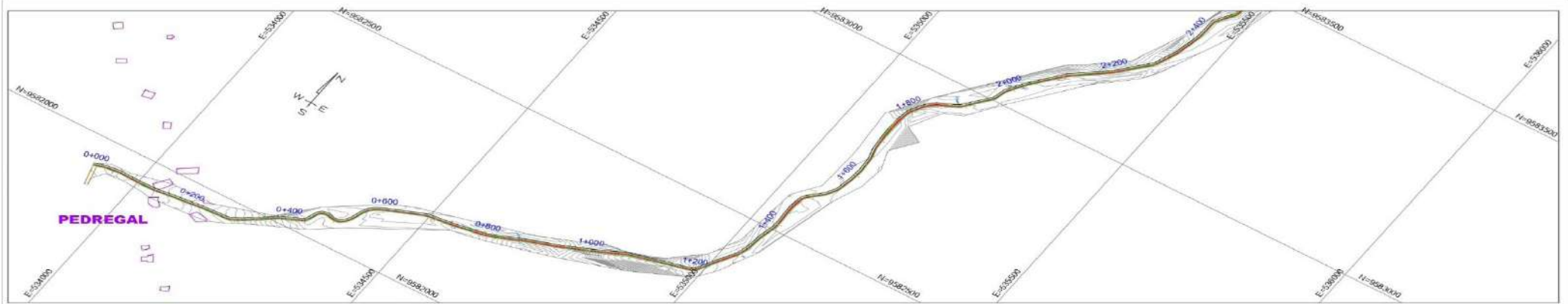
CALICATA

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Tesis:
"ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL, 2022"

Departamento: Tumbuco	Provincia: SANTALIMA DE VILLAR	Distrito: Zorritos	
Planio: PLANO DE CALICATAS			N° Laminas: PC - 01
Alumnos: ALVARADO N. NAVAS AJMAS HERNANDEZ ANDRANZ B. VALLADARES		Escala: 1:500	Fecha: 10/04/2022

PLANO DE PLANTA Y PERFIL



PENDIENTE	-1.885.00	2.345	40.54	6.165	56.05	11.8785	14.7	14.845.04	-5.015	35.03	-3.585	45.14	1.845	45.14	5.015	40.56	0.115	40.05	-7.455	55.03	-2.485	60.01	1.155	35.00	-0.675	54.84	2.305	114.85	-1.085	54.84	3.715	44.03	0.865														
COTA SUBRASANTE	32.54	32.95	33.70	34.83	37.57	38.81	41.36	44.83	52.06	52.98	51.13	50.85	50.78	51.15	51.25	51.35	51.45	51.55	51.65	51.75	51.85	51.95	52.05	52.15	52.25	52.35	52.45	52.55	52.65	52.75	52.85	52.95	53.05														
COTA TERRENO	30.65	32.05	33.65	35.45	37.55	38.85	41.35	44.85	52.15	53.08	51.23	50.95	50.88	51.25	51.35	51.45	51.55	51.65	51.75	51.85	51.95	52.05	52.15	52.25	52.35	52.45	52.55	52.65	52.75	52.85	52.95	53.05	53.15														
KILOMETRAJE	0+000	0+100	0+150	0+200	0+250	0+300	0+350	0+400	0+450	0+500	0+550	0+600	0+650	0+700	0+750	0+800	0+850	0+900	0+950	1+000	1+050	1+100	1+150	1+200	1+250	1+300	1+350	1+400	1+450	1+500	1+550	1+600	1+650	1+700	1+750	1+800	1+850	1+900	1+950	2+000	2+050	2+100	2+150	2+200	2+250	2+300	2+350

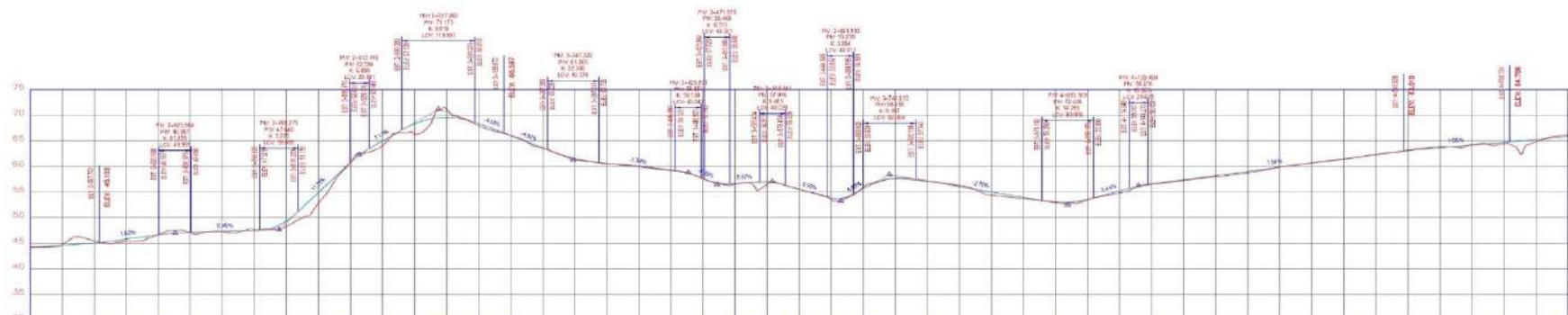
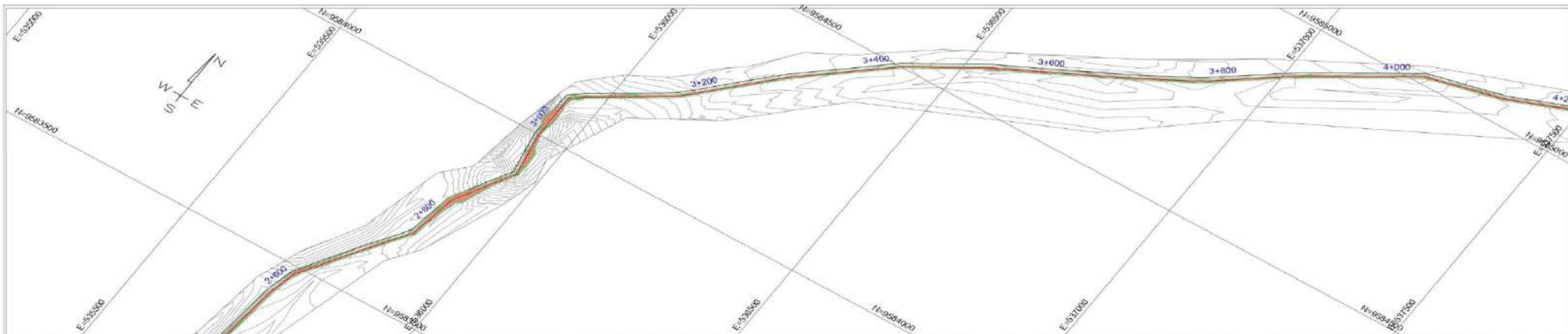
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

"ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ESTERCO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VÍA EL TUMBO - PEDREGAL, 2022"

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE LA VÍA EL TUMBO - PEDREGAL

FECHA: 15/05/2022

PP - 01



PENDIENTE	0.69%	1.60%	0.99%	0.40%	59.90	11.76%	29.34	7.11%	117.93	-4.83%	-4.92%	80.06	-1.34%	+0.64	+2.98	0.57%	+0.02	-3.59%	+0.04	82.37	-2.16%	60.01	3.44%	29.63	1.64%	1.00%	1.20%																				
COTA SUBRASANTE	44.106	45.234	45.786	46.351	47.002	47.206	47.168	48.132	54.853	60.788	64.844	68.333	69.607	68.200	66.054	63.544	61.544	60.537	58.888	58.331	57.638	56.653	56.386	55.555	53.555	51.144	50.272	49.159	48.423	48.028																	
COTA TERRENO	44.301	45.454	45.786	46.351	47.002	47.206	47.168	48.132	54.853	60.788	64.844	68.333	69.607	68.200	66.054	63.544	61.544	60.537	58.888	58.331	57.638	56.653	56.386	55.555	53.555	51.144	50.272	49.159	48.423	48.028																	
KILOMETRAJE	2+400	2+500	2+550	2+600	2+650	2+700	2+750	2+800	2+850	2+900	2+950	3+000	3+050	3+100	3+150	3+200	3+250	3+300	3+350	3+400	3+450	3+500	3+550	3+600	3+650	3+700	3+750	3+800	3+850	3+900	3+950	4+000	4+050	4+100	4+150	4+200	4+250	4+300	4+350	4+400	4+450	4+500	4+550	4+600	4+650	4+700	4+750

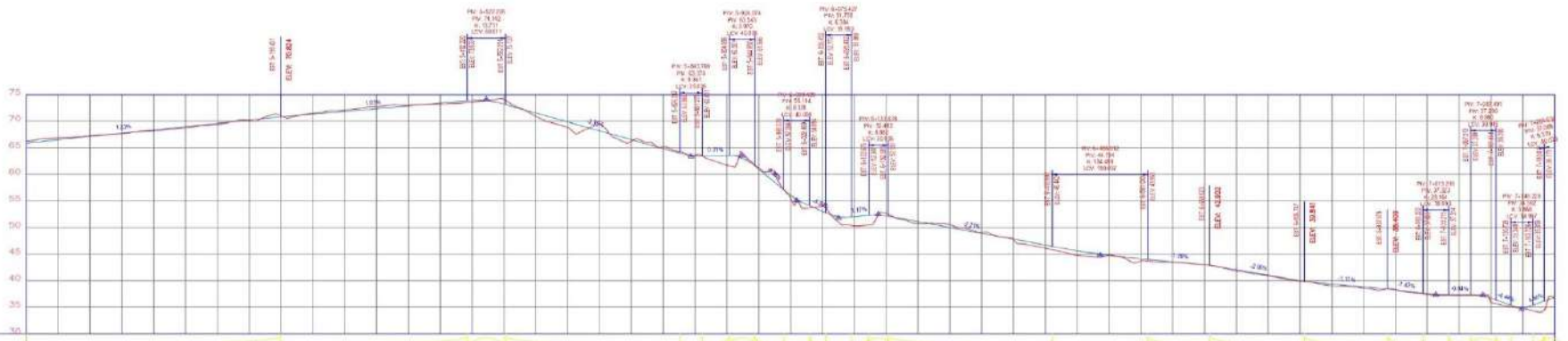
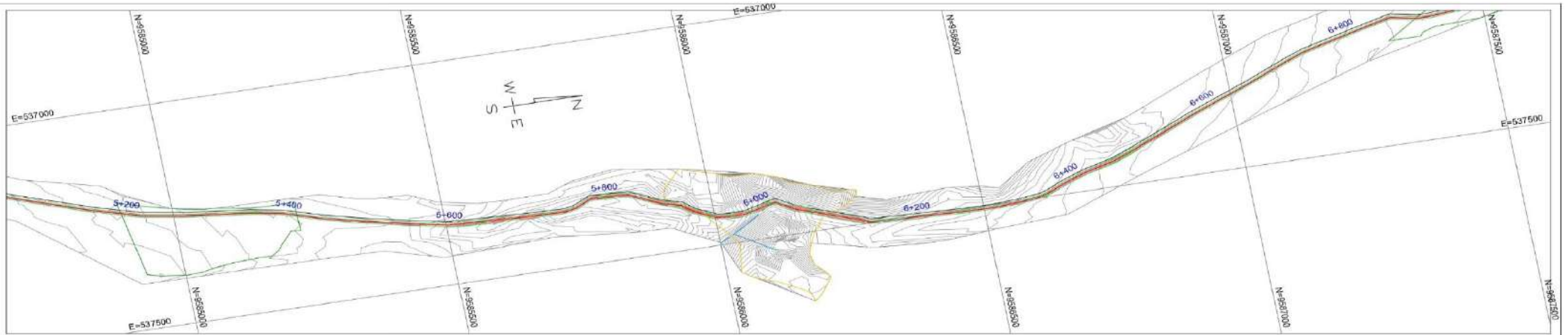
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

"ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL, 2022"

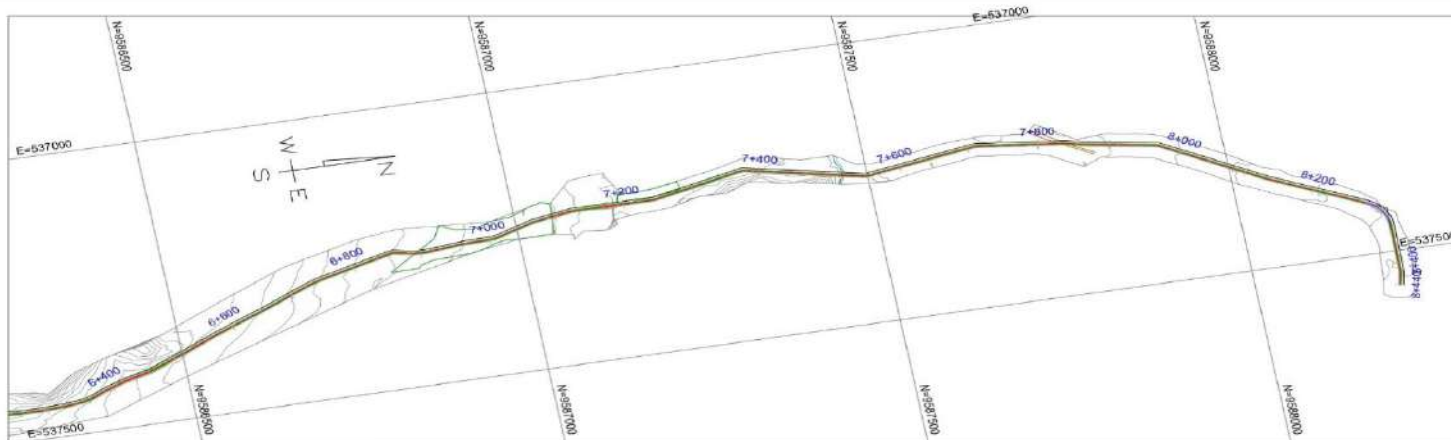
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL, 2022

FECHA: 2022-08-20

PP - 02

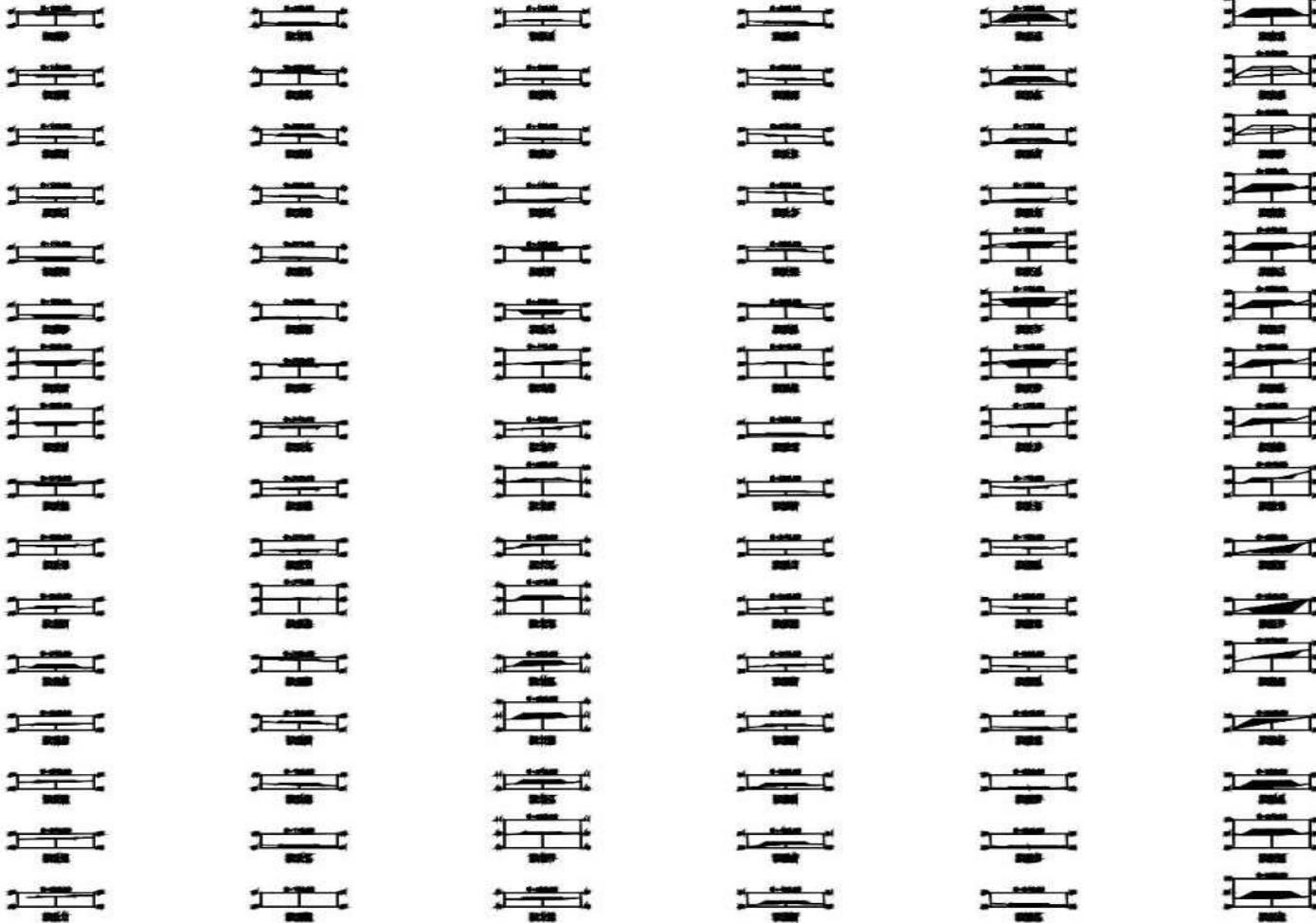


PENDIENTE		1.23%		1.03%	60.01	-3.35%	35.03	-0.21%	40.04	-9.83%	40.10	-3.97%	56.95	17.83%	0.01	-2.31%		100.04	-1.99%	-2.06%	-1.11%	-1.42%	36.99	-0.04	53.98	4.45%	06.14%	0.01																																																																																																																					
COTA SUBRASANTE	66.50	67.17	67.15	68.32	68.78	68.76	70.24	70.26	71.54	71.88	72.72	73.01	73.08	73.19	73.89	74.03	74.30	74.57	74.86	75.07	75.28	75.49	75.69	75.89	76.09	76.29	76.49	76.69	76.89	77.09	77.29	77.49	77.69	77.89	78.09	78.29	78.49	78.69	78.89	79.09	79.29	79.49	79.69	79.89	80.09	80.29	80.49	80.69	80.89	81.09	81.29	81.49	81.69	81.89	82.09	82.29	82.49	82.69	82.89	83.09	83.29	83.49	83.69	83.89	84.09	84.29	84.49	84.69	84.89	85.09	85.29	85.49	85.69	85.89	86.09	86.29	86.49	86.69	86.89	87.09	87.29	87.49	87.69	87.89	88.09	88.29	88.49	88.69	88.89	89.09	89.29	89.49	89.69	89.89	90.09	90.29	90.49	90.69	90.89	91.09	91.29	91.49	91.69	91.89	92.09	92.29	92.49	92.69	92.89	93.09	93.29	93.49	93.69	93.89	94.09	94.29	94.49	94.69	94.89	95.09	95.29	95.49	95.69	95.89	96.09	96.29	96.49	96.69	96.89	97.09	97.29	97.49	97.69	97.89	98.09	98.29	98.49	98.69	98.89	99.09	99.29	99.49	99.69	99.89	100.09
COTA TERRENO	66.40	67.28	67.15	68.32	68.78	68.76	70.24	70.26	71.54	71.88	72.72	73.01	73.08	73.19	73.89	74.03	74.30	74.57	74.86	75.07	75.28	75.49	75.69	75.89	76.09	76.29	76.49	76.69	76.89	77.09	77.29	77.49	77.69	77.89	78.09	78.29	78.49	78.69	78.89	79.09	79.29	79.49	79.69	79.89	80.09	80.29	80.49	80.69	80.89	81.09	81.29	81.49	81.69	81.89	82.09	82.29	82.49	82.69	82.89	83.09	83.29	83.49	83.69	83.89	84.09	84.29	84.49	84.69	84.89	85.09	85.29	85.49	85.69	85.89	86.09	86.29	86.49	86.69	86.89	87.09	87.29	87.49	87.69	87.89	88.09	88.29	88.49	88.69	88.89	89.09	89.29	89.49	89.69	89.89	90.09	90.29	90.49	90.69	90.89	91.09	91.29	91.49	91.69	91.89	92.09	92.29	92.49	92.69	92.89	93.09	93.29	93.49	93.69	93.89	94.09	94.29	94.49	94.69	94.89	95.09	95.29	95.49	95.69	95.89	96.09	96.29	96.49	96.69	96.89	97.09	97.29	97.49	97.69	97.89	98.09	98.29	98.49	98.69	98.89	99.09	99.29	99.49	99.69	99.89	100.09
KILOMETRAJE	4+800	4+900	4+950	5+000	5+050	5+100	5+150	5+200	5+250	5+300	5+350	5+400	5+450	5+500	5+550	5+600	5+650	5+700	5+750	5+800	5+850	5+900	5+950	6+000	6+050	6+100	6+150	6+200	6+250	6+300	6+350	6+400	6+450	6+500	6+550	6+600	6+650	6+700	6+750	6+800	6+850	6+900	6+950	7+000	7+050	7+100	7+150	7+200	7+250	7+300	7+350	7+400	7+450	7+500	7+550	7+600	7+650	7+700	7+750	7+800	7+850	7+900	7+950	8+000	8+050	8+100	8+150	8+200	8+250	8+300	8+350	8+400	8+450	8+500	8+550	8+600	8+650	8+700	8+750	8+800	8+850	8+900	8+950	9+000	9+050	9+100	9+150	9+200	9+250	9+300	9+350	9+400	9+450	9+500	9+550	9+600	9+650	9+700	9+750	9+800	9+850	9+900	9+950	10+000																																									



PENDIENTE	4.00%	0.24%	25.00%	0.14%	0.01%	4.00%	0.04%	6.00%	-1.33%	-0.88%	-1.08%														
COTA SUBRASANTE	37.22	37.363	37.559	38.27	38.51	38.81	38.81	38.54	38.15	37.96	37.27	38.03	35.91	35.74	35.45	34.83	34.85	33.04							
COTA TERRENO	37.15	37.78	37.64	37.59	37.85	38.14	38.37	38.51	38.28	38.19	38.56	38.24	38.15	37.96	37.58	37.27	38.01	38.03	35.91	35.91	35.74	35.45	34.83	34.85	33.04
ALINEAMIENTO	L 117.20	L 118.36	L 115.84	L 81.00	L 82.36	L 20.02	L 184.27	L 164.52	L 106.40	L 83.80	L 85.17	L 21.00													

PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES



Datos										
Estación	Longitud	Superficie	Volúmenes	Superficie		Volúmenes		Superficie		Superficie
km	m	m ²	m ³	Superficie	Volúmenes	Superficie	Volúmenes	Superficie	Superficie	
0+00	0	0	0							
0+01	1	10	10							
0+02	2	20	20							
0+03	3	30	30							
0+04	4	40	40							
0+05	5	50	50							
0+06	6	60	60							
0+07	7	70	70							
0+08	8	80	80							
0+09	9	90	90							
0+10	10	100	100							
0+11	11	110	110							
0+12	12	120	120							
0+13	13	130	130							
0+14	14	140	140							
0+15	15	150	150							
0+16	16	160	160							
0+17	17	170	170							
0+18	18	180	180							
0+19	19	190	190							
0+20	20	200	200							
0+21	21	210	210							
0+22	22	220	220							
0+23	23	230	230							
0+24	24	240	240							
0+25	25	250	250							
0+26	26	260	260							
0+27	27	270	270							
0+28	28	280	280							
0+29	29	290	290							
0+30	30	300	300							
0+31	31	310	310							
0+32	32	320	320							
0+33	33	330	330							
0+34	34	340	340							
0+35	35	350	350							
0+36	36	360	360							
0+37	37	370	370							
0+38	38	380	380							
0+39	39	390	390							
0+40	40	400	400							
0+41	41	410	410							
0+42	42	420	420							
0+43	43	430	430							
0+44	44	440	440							
0+45	45	450	450							
0+46	46	460	460							
0+47	47	470	470							
0+48	48	480	480							
0+49	49	490	490							
0+50	50	500	500							
0+51	51	510	510							
0+52	52	520	520							
0+53	53	530	530							
0+54	54	540	540							
0+55	55	550	550							
0+56	56	560	560							
0+57	57	570	570							
0+58	58	580	580							
0+59	59	590	590							
0+60	60	600	600							

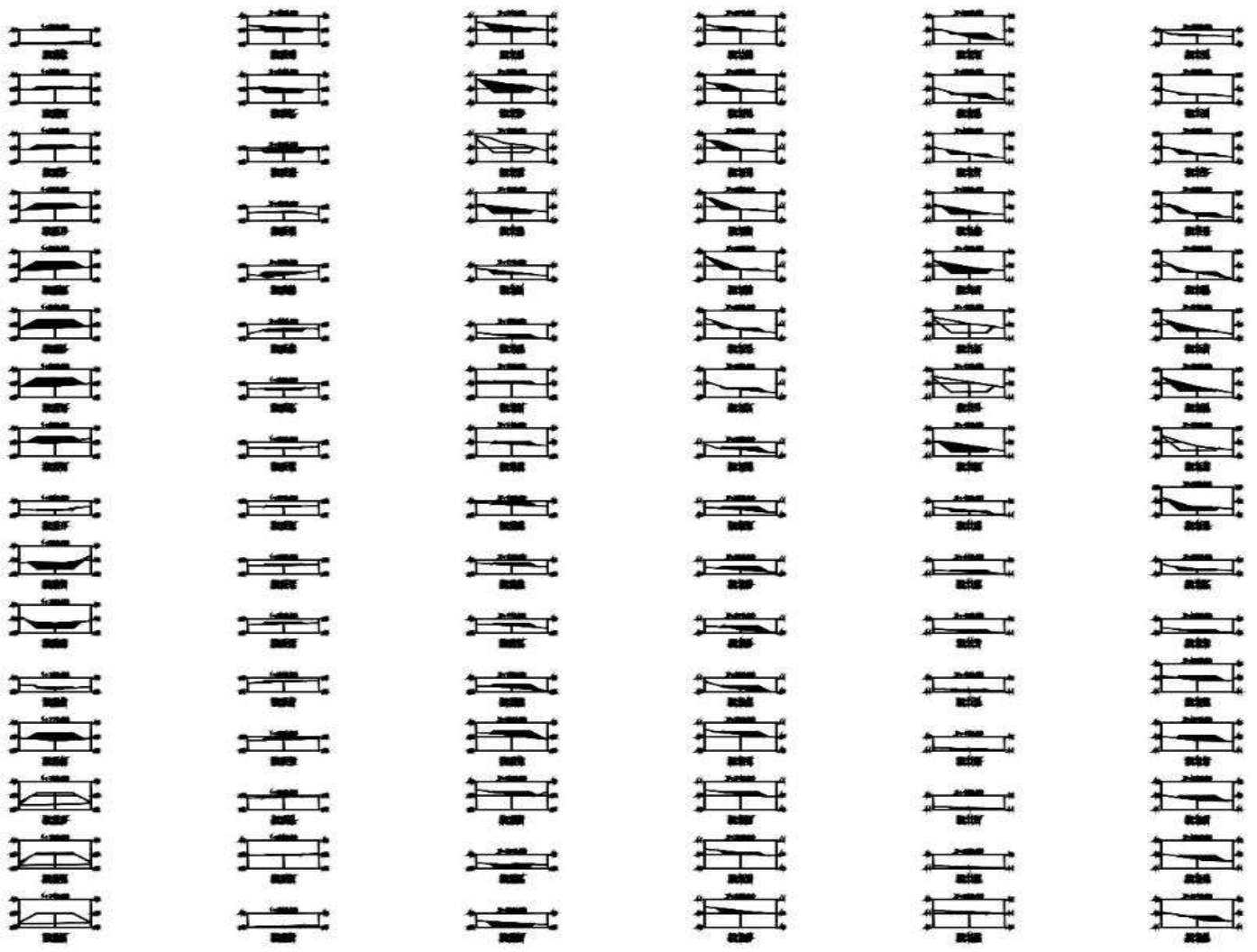


TABLA DE VIGAS

NO.	DESCRIPCION	LONGITUD	SECCION	REINFORZO	ESTRUC.	OTROS
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

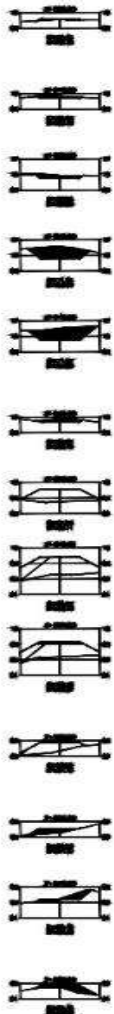
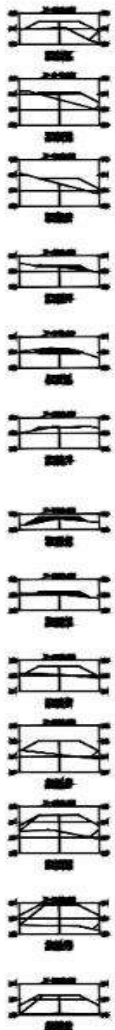


TABLA DE VOLANTES

Volante	Alcance	Alcance	Alcance	Alcance	Alcance	Alcance	Alcance
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43	43	43
44	44	44	44	44	44	44	44
45	45	45	45	45	45	45	45
46	46	46	46	46	46	46	46
47	47	47	47	47	47	47	47
48	48	48	48	48	48	48	48
49	49	49	49	49	49	49	49
50	50	50	50	50	50	50	50
51	51	51	51	51	51	51	51
52	52	52	52	52	52	52	52
53	53	53	53	53	53	53	53
54	54	54	54	54	54	54	54
55	55	55	55	55	55	55	55
56	56	56	56	56	56	56	56
57	57	57	57	57	57	57	57
58	58	58	58	58	58	58	58
59	59	59	59	59	59	59	59
60	60	60	60	60	60	60	60
61	61	61	61	61	61	61	61
62	62	62	62	62	62	62	62
63	63	63	63	63	63	63	63
64	64	64	64	64	64	64	64
65	65	65	65	65	65	65	65
66	66	66	66	66	66	66	66
67	67	67	67	67	67	67	67
68	68	68	68	68	68	68	68
69	69	69	69	69	69	69	69
70	70	70	70	70	70	70	70
71	71	71	71	71	71	71	71
72	72	72	72	72	72	72	72
73	73	73	73	73	73	73	73
74	74	74	74	74	74	74	74
75	75	75	75	75	75	75	75
76	76	76	76	76	76	76	76
77	77	77	77	77	77	77	77
78	78	78	78	78	78	78	78
79	79	79	79	79	79	79	79
80	80	80	80	80	80	80	80
81	81	81	81	81	81	81	81
82	82	82	82	82	82	82	82
83	83	83	83	83	83	83	83
84	84	84	84	84	84	84	84
85	85	85	85	85	85	85	85
86	86	86	86	86	86	86	86
87	87	87	87	87	87	87	87
88	88	88	88	88	88	88	88
89	89	89	89	89	89	89	89
90	90	90	90	90	90	90	90
91	91	91	91	91	91	91	91
92	92	92	92	92	92	92	92
93	93	93	93	93	93	93	93
94	94	94	94	94	94	94	94
95	95	95	95	95	95	95	95
96	96	96	96	96	96	96	96
97	97	97	97	97	97	97	97
98	98	98	98	98	98	98	98
99	99	99	99	99	99	99	99
100	100	100	100	100	100	100	100

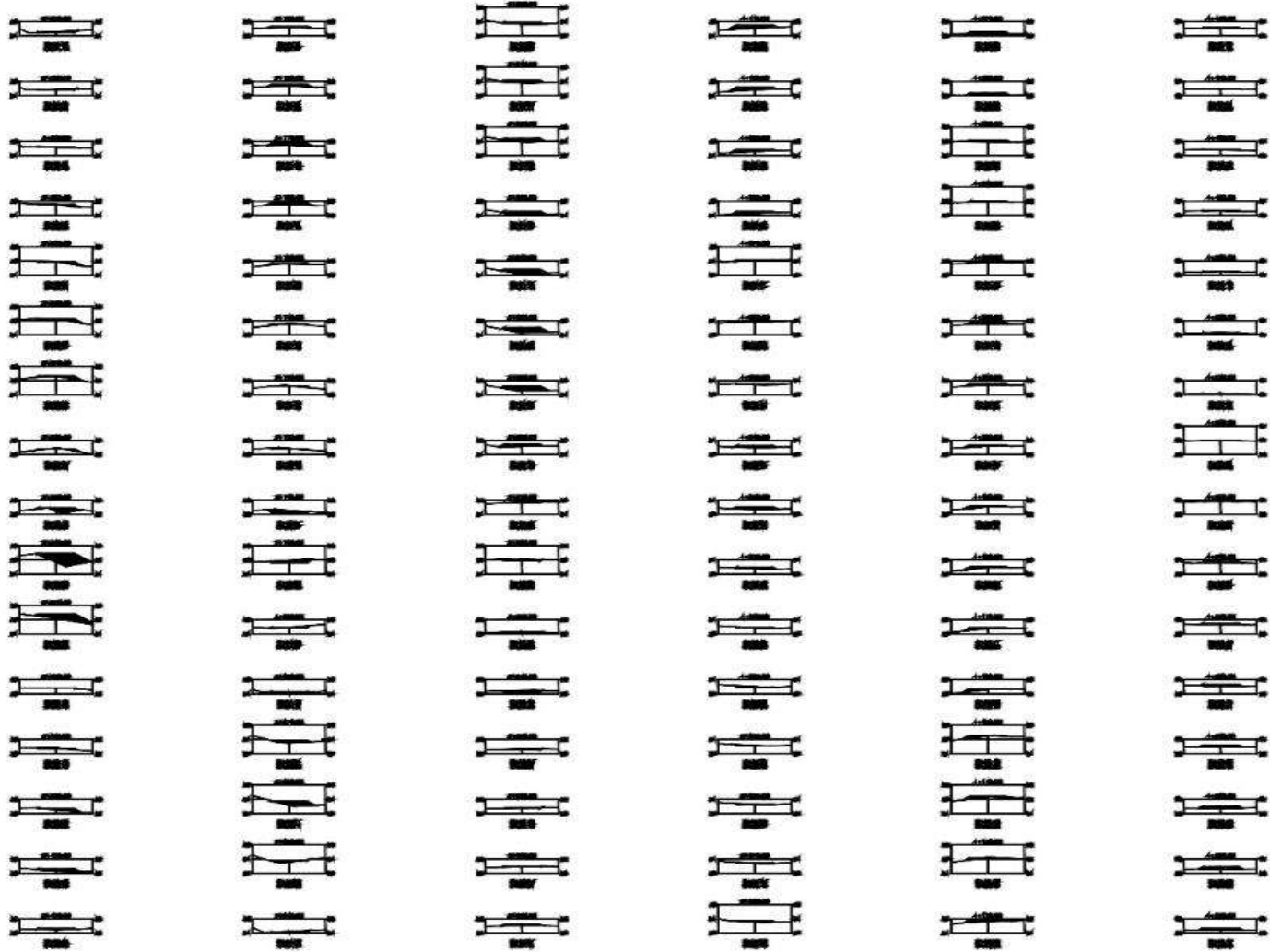


TABLA DE VOLADIENTES

NO.	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	DIÁMETRO	TIPO	ESPACIAMIENTO	NOTAS
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

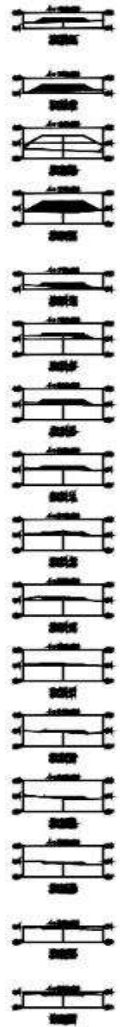


Tabla de Villamontes

Nombre	Longitud	Alto	Material	Estado	Observaciones	Observaciones
1	100	10	Acero	En uso		
2	120	12	Acero	En uso		
3	150	15	Acero	En uso		
4	180	18	Acero	En uso		
5	200	20	Acero	En uso		
6	220	22	Acero	En uso		
7	250	25	Acero	En uso		
8	280	28	Acero	En uso		
9	300	30	Acero	En uso		
10	320	32	Acero	En uso		
11	350	35	Acero	En uso		
12	380	38	Acero	En uso		
13	400	40	Acero	En uso		
14	420	42	Acero	En uso		
15	450	45	Acero	En uso		
16	480	48	Acero	En uso		
17	500	50	Acero	En uso		
18	520	52	Acero	En uso		
19	550	55	Acero	En uso		
20	580	58	Acero	En uso		
21	600	60	Acero	En uso		
22	620	62	Acero	En uso		
23	650	65	Acero	En uso		
24	680	68	Acero	En uso		
25	700	70	Acero	En uso		
26	720	72	Acero	En uso		
27	750	75	Acero	En uso		
28	780	78	Acero	En uso		
29	800	80	Acero	En uso		
30	820	82	Acero	En uso		
31	850	85	Acero	En uso		
32	880	88	Acero	En uso		
33	900	90	Acero	En uso		
34	920	92	Acero	En uso		
35	950	95	Acero	En uso		
36	980	98	Acero	En uso		
37	1000	100	Acero	En uso		
38	1020	102	Acero	En uso		
39	1050	105	Acero	En uso		
40	1080	108	Acero	En uso		
41	1100	110	Acero	En uso		
42	1120	112	Acero	En uso		
43	1150	115	Acero	En uso		
44	1180	118	Acero	En uso		
45	1200	120	Acero	En uso		
46	1220	122	Acero	En uso		
47	1250	125	Acero	En uso		
48	1280	128	Acero	En uso		
49	1300	130	Acero	En uso		
50	1320	132	Acero	En uso		
51	1350	135	Acero	En uso		
52	1380	138	Acero	En uso		
53	1400	140	Acero	En uso		
54	1420	142	Acero	En uso		
55	1450	145	Acero	En uso		
56	1480	148	Acero	En uso		
57	1500	150	Acero	En uso		
58	1520	152	Acero	En uso		
59	1550	155	Acero	En uso		
60	1580	158	Acero	En uso		
61	1600	160	Acero	En uso		
62	1620	162	Acero	En uso		
63	1650	165	Acero	En uso		
64	1680	168	Acero	En uso		
65	1700	170	Acero	En uso		
66	1720	172	Acero	En uso		
67	1750	175	Acero	En uso		
68	1780	178	Acero	En uso		
69	1800	180	Acero	En uso		
70	1820	182	Acero	En uso		
71	1850	185	Acero	En uso		
72	1880	188	Acero	En uso		
73	1900	190	Acero	En uso		
74	1920	192	Acero	En uso		
75	1950	195	Acero	En uso		
76	1980	198	Acero	En uso		
77	2000	200	Acero	En uso		
78	2020	202	Acero	En uso		
79	2050	205	Acero	En uso		
80	2080	208	Acero	En uso		
81	2100	210	Acero	En uso		
82	2120	212	Acero	En uso		
83	2150	215	Acero	En uso		
84	2180	218	Acero	En uso		
85	2200	220	Acero	En uso		
86	2220	222	Acero	En uso		
87	2250	225	Acero	En uso		
88	2280	228	Acero	En uso		
89	2300	230	Acero	En uso		
90	2320	232	Acero	En uso		
91	2350	235	Acero	En uso		
92	2380	238	Acero	En uso		
93	2400	240	Acero	En uso		
94	2420	242	Acero	En uso		
95	2450	245	Acero	En uso		
96	2480	248	Acero	En uso		
97	2500	250	Acero	En uso		
98	2520	252	Acero	En uso		
99	2550	255	Acero	En uso		
100	2580	258	Acero	En uso		

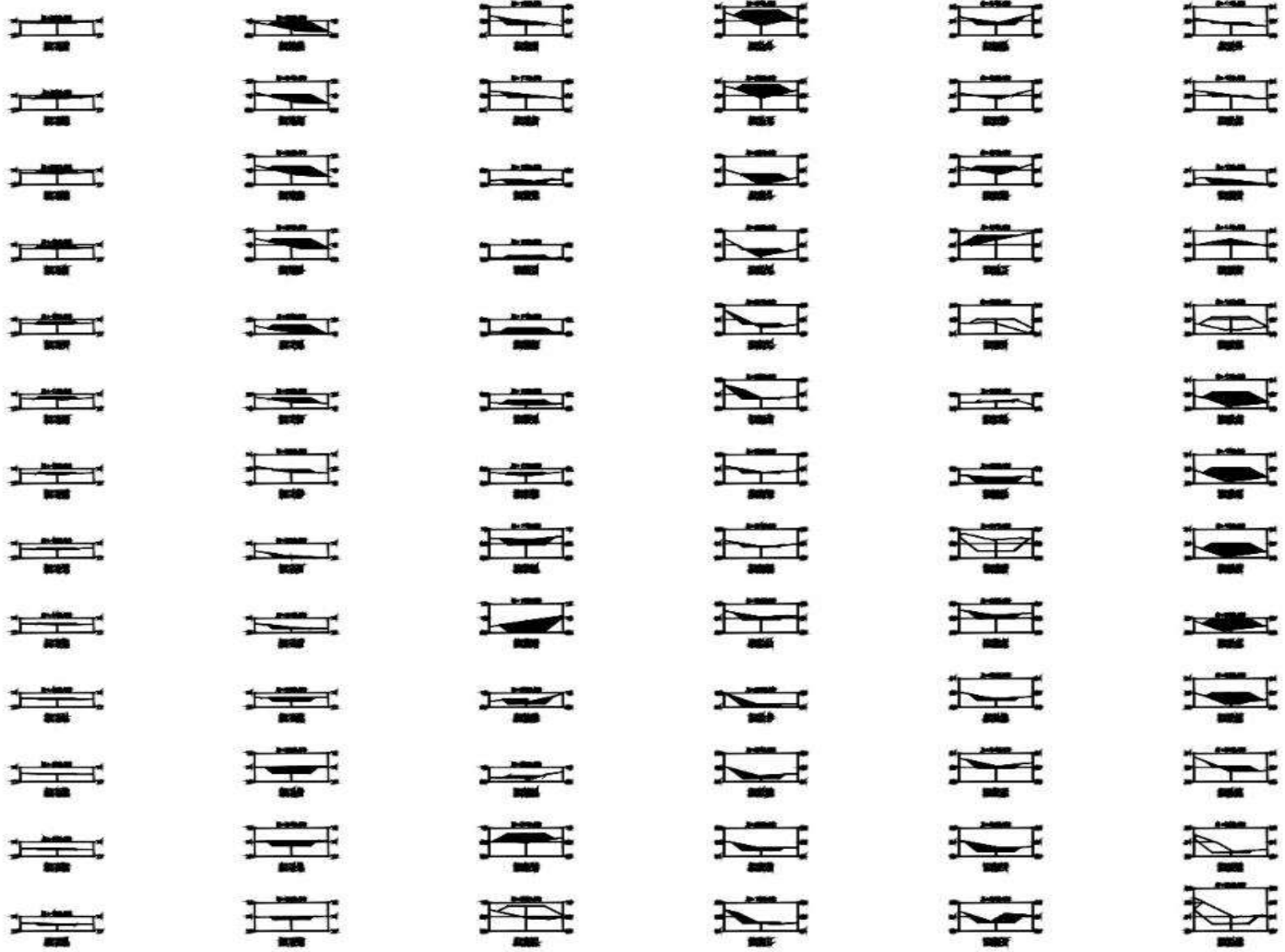


TABLA DE VOLADAJES

Voladaje	Descripción	Material	Acabado	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				

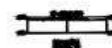
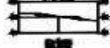
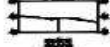
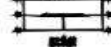
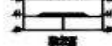
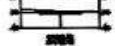
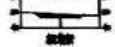
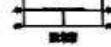
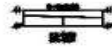
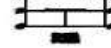
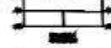
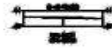
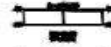


TABLA DE VOLADAJES

Voladaje	Longitud	Área	Volumen	Centro de Gravedad	Centro de Inercia	Momento de Inercia
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.05	0.05	0.01	0.02	0.00	0.00
0.10	0.10	0.10	0.02	0.04	0.00	0.00
0.15	0.15	0.15	0.03	0.06	0.00	0.00
0.20	0.20	0.20	0.04	0.08	0.00	0.00
0.25	0.25	0.25	0.05	0.10	0.00	0.00
0.30	0.30	0.30	0.06	0.12	0.00	0.00
0.35	0.35	0.35	0.07	0.14	0.00	0.00
0.40	0.40	0.40	0.08	0.16	0.00	0.00
0.45	0.45	0.45	0.09	0.18	0.00	0.00
0.50	0.50	0.50	0.10	0.20	0.00	0.00
0.55	0.55	0.55	0.11	0.22	0.00	0.00
0.60	0.60	0.60	0.12	0.24	0.00	0.00
0.65	0.65	0.65	0.13	0.26	0.00	0.00
0.70	0.70	0.70	0.14	0.28	0.00	0.00
0.75	0.75	0.75	0.15	0.30	0.00	0.00
0.80	0.80	0.80	0.16	0.32	0.00	0.00
0.85	0.85	0.85	0.17	0.34	0.00	0.00
0.90	0.90	0.90	0.18	0.36	0.00	0.00
0.95	0.95	0.95	0.19	0.38	0.00	0.00
1.00	1.00	1.00	0.20	0.40	0.00	0.00

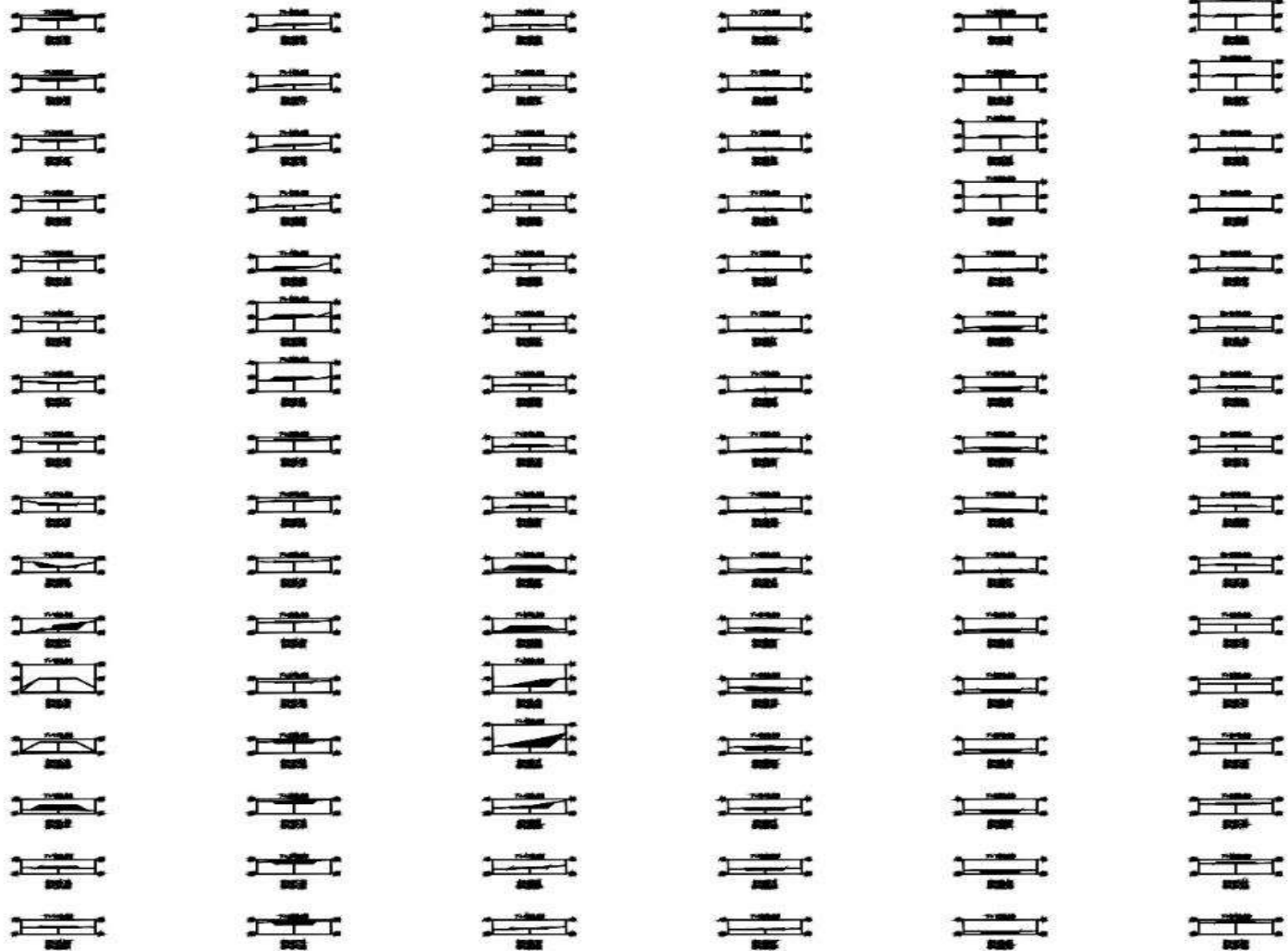


TABLA DE VALORES

Diagrama	Almendra	Libre	Empotrada	Empotrada	Empotrada	Empotrada
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0
56	0	0	0	0	0	0
57	0	0	0	0	0	0
58	0	0	0	0	0	0
59	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0

Anexo 06: Resultados de laboratorio de suelos



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
Y
PAVIMENTOS

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: “ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL
PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA
EL TUBO – PEDREGAL”

SOLICITANTES : ALVARO M. NAVAS ARMAS
HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

UBICACIÓN : REGION : TUMBES
PROVINCIA: CONTRALMIRANTE VILLAR
DISTRITO : ZORRITOS
LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

Tumbes, Mayo del 2022



INDICE

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO – PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

I. GENERALIDADES

- 1.1 Introducción
- 1.2 Objetivo del Estudio
- 1.3 Acceso a la Zona en Estudio
- 1.4 Ubicación
- 1.5 Clima
- 1.6 Relieve y Suelos
- 1.7 Geomorfología
- 1.8 Hidrografía
- 1.9 Sismicidad
- 1.10 Metas

II. ASPECTOS GEOLOGICOS

- 2.1 Geología y Geotecnia del Área en Estudio
- 2.2 Riesgos Geológicos Para Prevenir sus Efectos Destructivos

III. ESTUDIO DE SUELOS

- 3.1 Metodología
- 3.2 Trabajo de Campo
- 3.3 Trabajo de Laboratorio
- 3.4 Trabajo de Gabinete
- 3.5 Capacidad Portante del Suelo de Fundación

Ing. José Luis Huertas Zevallón
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

IV. EXPLORACION DEL SUB SUELO Y ENSAYO DE LABORATORIO

- 4.1 Exploración del Sub Suelo
 - 4.1.1 Distribución de los Puntos de Investigación.
 - 4.1.2 Número y Tipo de Muestras a Extraer.
- 4.2 Trabajo de Laboratorio
 - 4.2.1 Análisis Granulométrico por Tamizado
 - 4.2.2 Contenido de Humedad
 - 4.2.3 Límite de Atterberg
 - 4.2.4 Ensayo de Proctor Modificado
 - 4.2.5 Ensayo de C.B.R (Californian Boring Ratio)



V. DESCRIPCION DE CALICATAS

VI. ESTABILIZACION CON CAL

VII. ESTABILIZACION CON ESTIERCOL

VIII. CONCLUSIONES

IX. RECOMENDACIONES

X. ANEXOS

- A) Ilustraciones
- B) Grafico
- C) Ensayo de Laboratorio
- D) Plano de Ubicación de Calicatas

GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS
Ing. José Luis Huertas Zevallón
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



I. GENERALIDADES

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO – PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

1.1 INTRODUCCION

A solicitud de los señores Álvaro M. Navas Armas y Hernán Adrianzen Valladares, El laboratorio de suelos y concretos procedió a efectuar el estudio de mecánica de suelos con fines de estabilización con cal y estiércol para la Vía El Tubo - Pedregal que se encuentra en el distrito de zorritos, departamento de tumbes.

Una de las formas de encarar la solución de los problemas sociales y económicos del país, en particular, los relacionados a la mejora de la calidad de vida de los pobladores de las áreas rurales mediante la provisión de vías de comunicación que permitan la interconexión entre las zonas rurales y urbanas de nuestro territorio, de lo anteriormente se plantea la propuesta de estabilización de arcillas presentes con una mezcla de cal y estiércol. Cuya concentración será determinada con los estudios determinados.

1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo del presente estudio es brindar las condiciones de transitabilidad.

Estabilizar los suelos cohesivos de la Vía El Tubo – Pedregal del distrito de zorritos, provincia de contralmirante villar, departamento de tumbes.

Para la elaboración del estudio es conveniente conjugar las condiciones de tráfico de la zona, desarrollo económico, características de los suelos de fundación y disponibilidad de materiales para poder proyectar una estructura que soporte las sollicitaciones futuras que demande dicha vía durante su vida útil estimada.

El presente informe de Mecánica de Suelo tiene por objetivo investigar la sub rasante del terreno para la estabilización que se desarrollaría el presente proyecto, cuyo estudio está basado en aplicación de Mecánica de Suelos; Es una ciencia que indica los ensayos fundamentales y necesarios de Laboratorio y campo para modular el comportamiento del suelo frente a las sollicitaciones de cargas que permita al proyectista dimensionar los espesores y equipos de utilizar en obra.



Para lograr este objetivo, durante el desarrollo del estudio se han realizado las siguientes actividades principales:

- Determinar porcentajes de los materiales estabilizantes a usar y con los resultados de las pruebas de laboratorio obtener una mejora en las características de los suelos cohesivos.
- Reconocimiento de la ruta.
- Reducir la susceptibilidad al hinchamiento por cambio de humedades en los suelos cohesivos.
- La evaluación del perfil del suelo a base de afirmado y el subsuelo existente, respecto al ancho de calzada, tipo de superficie, material predominante, condiciones actuales y defecto predominante.
- La verificación de la ubicación, análisis y clasificación del suelo.
- La estabilización del suelo con cal y estiércol.
- Se han ejecutado los ensayos de laboratorio estándar y especial de las muestras de los suelos de subrasante.

1.3 ACCESO A LA ZONA DE ESTUDIO

El proyecto se desarrolla en el distrito de Zorritos - Región Tumbes

- La accesibilidad a la zona es de la siguiente forma:

Tabla de Accesibilidad

RUTA	VIA	TIPO DE CARRETERA	TIEMPO DE VIAJE	DISTANCIA
Vía El Tubo - Pedregal	Terrestre	No Pavimentado	15 minutos	8 Km

1.4 UBICACIÓN

La vía en estudio discurre a la carretera del sector El Tubo hasta el sector Pedregal. El tramo tiene una longitud de 8 Km. La carretera se inicia en el sector de pedregal donde se ubica el Km. 0+000.

La importancia social del proyecto es la comunicación a niveles óptimos (estabilizado) de las localidades ubicadas en el trayecto de la vía, mejorando de esta manera su condición de vía y la disminución de tiempos de comunicación.

La ruta de acceso más importante a la zona del proyecto, desde la capital de la República, Lima (Puente "Santa Anita" Km. 0+000), es la Carretera Panamericana Norte; vía asfaltada en buen estado de transitabilidad. Siguiendo una orientación general hacia el norte, se llega hasta la localidad de Huarney (km 291); Casma (km 372), Chimbote (km 428); Trujillo (km 557); Chiclayo (km 763); Piura (km 972); Sullana (km 1008) y Bocapan (km 1218). La distancia entre Lima y Bocapan es de 1218 kilómetros.

A continuación, mostramos el cuadro de distancias entre las diversas localidades ubicadas a lo largo de la ruta, con la indicación del estado en que se encuentran las vías:



Tramo	Ruta	Longitud (km)	Estado de la Vía
Lima – Chimbote	PE – 1N	428	Carretera asfaltada en buen estado
Chimbote – Trujillo	PE – 1N	129	Carretera Asfaltada en buen estado
Trujillo – Chiclayo	PE – 1N	206	Carretera asfaltada en buen estado
Chiclayo – Dv. Bayóvar	PE – 1N	115	Carretera asfaltada en buen estado
Dv. Bayóvar - Piura	PE – 1N	94	Carretera asfaltada en buen estado
Piura – Sullana	PE – 1N	36	Carretera asfaltada en buen estado
Sullana – Máncora	PE – 1N	145	Carretera asfaltada en buen estado
Máncora – Cancas	PE – 1N	27	Carretera asfaltada en buen estado
Cancas – Puente Bocapan	PE – 1N	38	Carretera asfaltada en buen estado
TOTAL		1218	

El viaje en bus desde Lima a Tumbes dura aproximadamente 20 horas.

1.5 CLIMA

El departamento de tumbes con su ubicación próxima a la línea ecuatorial, es una zona cálida y árida, cuyo sistema de clasificación de medio ambiente (según L. Holdredge), la define como una zona que posee un clima que corresponde a monte espinoso – tropical (mte – T), la biotemperatura media anual máxima es de 25 C° y la media anual mínima de 23 C°.

El promedio máximo de precipitación total por año es de 793.0 milímetros y el promedio mínimo de 162.9 milímetros.

1.6 RELIEVE Y SUELOS

El relieve topográfico es semi – ondulado y accidentado, la carretera cruza principalmente quebradas que en épocas de lluvias son cargadas y traen consigo materiales que son depositados en las áreas aledañas. El fenómeno del niño ocurrido en el año (1998) ha depositado un estrato de arena cambiando de esta manera la estatificación del suelo.

1.7 MORFOLOGIA

El Departamento de Tumbes presenta una geomorfología dinámica en el tiempo, debido en gran porcentaje a la acción de fenómenos meteorológicos como "El Niño", y a las características físicas propias del departamento. Se puede describir como un área de pisos morfológicos, donde los pisos altitudinales señalan diferencias de relieve, clima, suelos, vegetación, entre otras.

La diversidad de formas topográficas tridimensionales de Tumbes, es producto de la acción de fenómenos complejos tectónicos y de vulcanismo que se alternaron bajo influencias climáticas diferentes. Actualmente puede representarse cuatro zonas geomorfológicas claramente diferenciadas.



❖ Desde el punto de vista morfológico, en Tumbes se puede distinguir las siguientes zonas:

1.7.1 Zona de montaña (Serranía de Amotape)

Se extiende en dirección SW a NE hacia el curso superior del río Tumbes. Corresponde principalmente la zona de la cadena de Amotape y sus estribaciones hacia la parte S, que se prolonga hasta Piura, las partes E y N hasta internarse en el Ecuador y la occidental que se acerca hasta el mar. En el tramo comprendido entre los ríos Tumbes y Zarumilla, los cerros más altos no pasan de dos mil metros sobre el nivel del mar. Su borde Norte está señalado por un desnivel muy pronunciado.

1.7.2 Zona ondulada – intermedia

Ocupa un gran porcentaje del departamento, desde la costa con excepción de la parte Norte que comprende zonas planas, hasta las faldas de la cadena de Amotape.

Esta zona está caracterizada por su topografía de configuración muy irregular debido a la intensa erosión pluvial veraniega, dando lugar a la formación de numerosas colinas y red de "Talwegs" que concurren directa o indirectamente a los ríos Tumbes o Zarumilla. La altura sobre el nivel del mar va de 10 a 250 m.s.n.m. aproximadamente.

1.7.3 Zona de planicie (Llanuras)

Se extiende desde la Cruz en Tumbes hasta Zarumilla, donde adquiere su mayor ancho. Mientras en la dirección del litoral con la zona de esteros, se extiende entre la zona ondulada por el cauce del río Tumbes hasta Higuierón y por el cauce del río Zarumilla hasta Matapalo. Esta zona tiene diferencias de relieve y leves pendientes. La altura promedio es de 4 m.s.n.m.; además esta zona es atravesada por muy pequeños cursos de agua que alteran la topografía llana.

Se debe considerar también en esta zona un área de lagunas entre Tumbes y Zarumilla, algunas de ellas permanentes y otras temporales.

1.8 HIDROGRAFIA

Los ríos principales son el Tumbes y el Zarumilla unas cuencas secundarias forman las quebradas de Bocapan y Fernández.



El río Tumbes, uno de los mayores de la costa peruana, nace en los contrafuertes andinos del Ecuador, en la sierras de Zarumilla, con un recorrido total de 180 km. Y en territorio peruano de 130 km. Su cuenca colectora tiene un área estimada de 5,656 kilómetros cuadrados, de los cuales 1,885 km² aproximadamente se encuentra en territorio peruano.

El volumen de descarga anual promedio es de 3,928 millones de metros cubitos que lo ubica en segundo lugar después del río Santa. La máxima absoluta la alcanza la avenida extraordinaria del 12 de abril de 1965, con 4,558m³ por segundo, produciendo grandes inundaciones. Su régimen de descarga en estiaje varía de 10 – 30 m³/seg. Los meses de marzo y abril son los de máxima descarga y los de octubre y noviembre los de mínima.

El río Zarumilla es el más septentrional de nuestra costa. Tiene una cuenca de 1,800 km². Nace en el Ecuador, en las quebradas de cotrina y lajas, no discurren las aguas la mayor parte del año. Su recorrido total es de 50 km. A partir de la palma, las aguas se infiltran, dando origen posiblemente a una rica napa freática. En su desembocadura, el estero del algarrobo se ramifica en varios brazos de poco ancho y profundidad pero que permiten la navegación.

La Quebrada de Bocapan es seca durante casi todo el año. En forma temporal pequeños riachuelos a manera de afluentes aumentan en caudal de sus aguas hasta su desembocadura al mar en una pequeña rada.

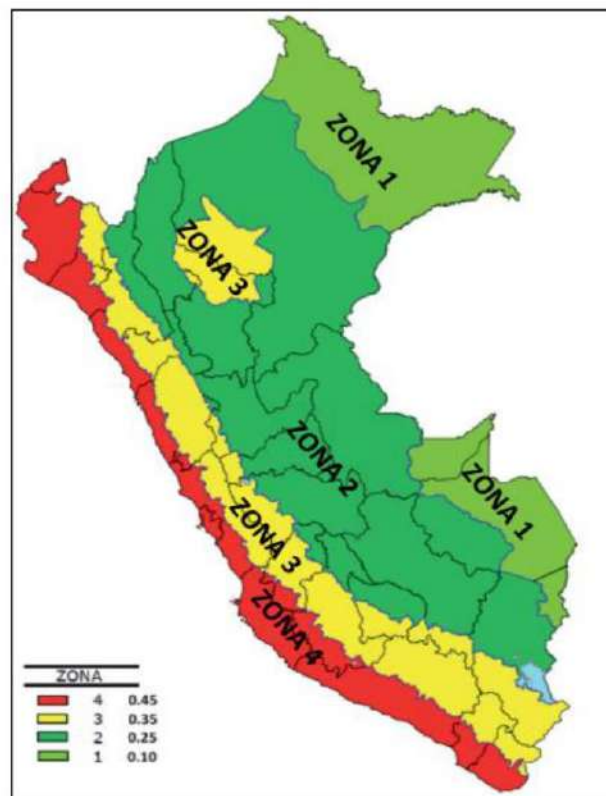
La quebrada La Cruz presenta pequeños riachuelos casi todo el año aumentan el periodo lluvioso y el caudal de sus aguas desembocan al mar.

1.9 SISMICIDAD

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Imagen N° 01 "Mapa de Zonificación Sísmica" y de acuerdo al Decreto Supremo que modifica la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-Vivienda, Modificada con Decreto Supremo N° 002-2014-Vivienda. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información geotectónica. El Cuadro N° 01 contiene el listado de las provincias y distritos que corresponden a cada zona; y Departamento de Tumbes se encuentra comprendido en la zona 4.



Imagen N° 01:
Mapa de Zonificación Sísmica



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
Ing. José Luis Huertas Zevailo
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



▪ Cuadro N° 01: Zonas Sísmica en el Departamento de Tumbes.

Región (Dpto)	Provincia	Distrito	Zona Sísmica	Ámbito	
Tumbes	Contralmirante Villar	Casitas	4	Todos los Distritos	
		Zorritos			
		Canoas de Punta Sal			
	Tumbes	Tumbes	Corrales	4	Todos los Distritos
			La Cruz		
			Pampas de Hospital		
			San Jacinto		
			San Juan de La Virgen		
	Zarumilla	Zarumilla	Tumbes	4	Todos los Distritos
			Aguas Verdes		
			Matapalo		
			Papayal		
			Zarumilla		

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en el Cuadro N° 02. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10


 Ing. José Luis Huertas Zevallón
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

❖ Para el diseño estructural debe tenerse en cuenta los siguientes valores:

Factor	Valor Observaciones
Factor	0.45 Corresponde a la Zona 4 del mapa zonificación Sísmica del Perú
Factor de Uso (U)	1.5 Para edificaciones tipo A2
Factor de Suelo (S)	1.10 Suelo tipo S3
Coefficiente Sísmico (C)	El valor de $T_p = 1.0$ $T_l = 1.6$

1.10 METAS

Estabilizar totalmente el tramo de la vía el tubo – pedregal con adicción de cal y estiércol.

GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
OFICINA GENERAL DE INGENIEROS
Ing. José Luis Huertas Zevallo
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



II. ASPECTOS GEOLOGICOS

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO – PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

4.1. GEOLOGIA Y GEOTECNIA DEL AREA EN ESTUDIO

La zona en estudio, de acuerdo a la información del Instituto Geológico Minero Metalúrgico del Perú (INGEMMET), se encuentra en una zona donde convergen depósitos aluviales (Qr – al y Qp – al), perteneciente al Sistema Cuaternario Reciente y al Sistema Cuaternario Pleistoceno, ambos de la era Cenozoica.

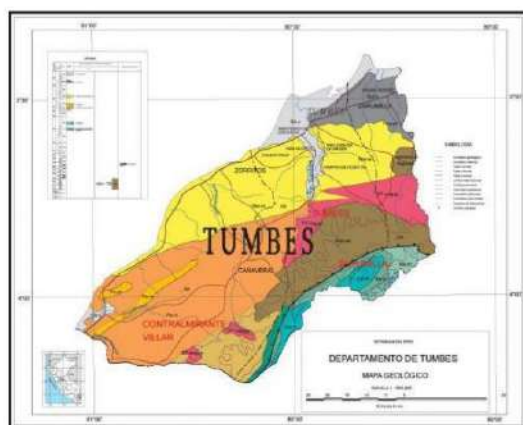
La zona en estudio se ubica en la zona costera, la zona costera en un Graven con rellenos de materiales sedimentario del cenozoico formado así las llamadas "Pampas Costeras" que comprende desde borde de litoral hasta con los flancos accidentados de los amotapes, siendo la formación Zorritos la específica.

El área en estudio que corresponde a los terrenos formado por descomposición de las rocas yacentes de la zona, así mismo de materiales de arrastre pero litológicamente pertenecen al cuaternario reciente por lo cual, se puede encontrar materiales arcillosos.

En cuando a Geodinámica externa se puede apreciar que no existen problemas de deslizamientos, derrumbes, hundimientos, inundaciones, etc.

La litología del suelo está caracterizado por un suelo del tipo transportado de materiales limosas que colmataron las arenas de las playas.

Se realizaron investigaciones geotécnicas en el áreas de estudios como excavaciones exploratorias, ensayos de campo, ensayos de Mecánica de Suelos, así como también en áreas de prestado de agregados.




Ing. José Luis Huertas Zevallón
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



CUADRO ESTRATIGRAFICO REGIONAL

Depósitos Fluviales	Mezcla de Gravas, arenas y cantos rodados
Depósitos Aluviales	Constituidos por arenas, limos, arcillas y gravas. Eventualmente cantos rodados.
Depósitos Coluviales y coluvio deluviales	Mezcla de arenas, limos, arcillas y fragmento de rocas pre existentes.
Tablazos	Secuencia sedimentaria que consta de areniscas que se alternan con arcillas y conglomerados.
Formación Tumbes	Predominan las rocas sedimentarias tipo areniscas y areniscas conglomeradicas, de colores gris verdosas, con pintas amarillas y rojizas por alteración. En Tumbes se muestran intercalaciones de areniscas finas a gruesas.

4.2. RIESGOS GEOLOGICOS PARA PREVENIR SUS EFECTOS DESTRUCTIVOS

El Perú, por su ubicación geográfica en América del Sur, está sujeto a un movimiento constante y naturales de la corteza terrestre y de la atmósfera, que se manifiestan por la ocurrencia de sismo, erosión, inundaciones, huaycos, deslizamientos de terrenos y sequías, que ocasionan grandes pérdidas económicas y de vidas humanas al país.

Se estima que cada año se pierde más de 100 millones de dólares a causa de estos fenómenos naturales, y cuando ocurre el fenómeno El Niño, más de 1,500 millones de dólares de la economía nacional.

A la ocurrencia natural de dicho fenómenos geológicos, se suma el efecto del calentamiento del planeta; se espera una elevación de la temperatura de 1,4°C a 5,8°C y un aumento en el nivel de los océanos entre 9 y 88centímetros en 100 años. Estos inevitablemente nos afectaran, produciendo la disminución de la masa de hielo en los glaciares, aumento de inundaciones, huaycos, erosión de suelos y disminución de terrenos cultivables, sequías, disminución de las reservas de aguas en las zonas áridas y grandes poblaciones expuestas a los riesgos naturales.

INGEMMET

Ha venido efectuando el estudio de estos fenómenos de riesgos geológico en diversas partes del territorio desde hace más de 50 años habiendo logrado constituir un valioso conjunto de informes y una base de datos de más de 11 mil registros de ocurrencia de riesgos geológicos que constituye una valiosa fuente de datos de consulta obligada para las instituciones, empresas y personas que se dedican al estudio de la geodinámica del territorio y su relación al ordenamiento territorial.



ESTUDIO GEODINAMICOS DE CUENCAS HIDROGRAFICAS

Durante los últimos 20 años se ha realizado un minucioso estudio de 18 cuencas hidrográficas de los principales ríos que drenan tanto al pacífico y algunos de la cuenca del atlántico así tenemos en la primera las siguientes cuencas hidrográficas estudiadas: Piura, Jequetepeque, Moche, Casma, Sechin, Santa, Pativilca, Huaura, Chancay – Huaral, Chillón, Rímac, Lurín, Cañete, Mantaro, San Juan - Chincha, Pisco, Ica, Camana – Majes – Colca, y Quilca – Sihuas Vitor; en la vertiente del atlántico tenemos a la cuenca del río Mantaro. Esto estudios contienen una descripción de la geología, geomorfología, fenómenos geológicos, zonificación de terrenos con relación a los riesgos geológicos y recomendaciones sobre seguridad para el ámbito de las respectivas áreas de influencia de cada cuenca.

LOS RIESGOS GEOLÓGICOS EN EL PERU

A partir del año 2000 la dirección de geología ambiental ha iniciado un minucioso trabajo de revisión en campo de los fenómenos de riesgo geológico que ocurre en el país, iniciándolo por el sur del Perú. Entre los años 2000 – 2003, hemos estudiado al detalle los fenómenos de riesgos geológico en los departamentos de Tacna, Moquegua, Arequipa, Huancavelica, Ica, Lima, Ayacucho, Cuzco, Puno y Madre de Dios, en una extensión aproximada de 500,000 km², habiendo ubicado en esta área, más de 11,000 fenómenos geológicos, entre huaycos, erosión fluvial, inundaciones, caída de rocas, deslizamientos, hundimientos, arenamientos, entre otros. Con esta información puesta en una base de datos, se han zonificado las áreas de riesgo potencial sobre mapas a escala 1:500,000 y 1:750,000 en el contexto de la población y las obras de ingeniería existente, tales como presas, centrales hidroeléctricas, carreteras, túneles, etc.

Hasta la actualidad INGEMMET no ha realizado el estudio de riesgo geológico en la Región Tumbes para prevenir sus afectos destructivos.

Anteriormente con los eventos fuertes como El Fenómeno El Niño causaron en el pasado inundaciones, erosiones en las partes bajas de la Región Tumbes, con fuertes pérdidas económicas.

El eje principal de drenaje en la zona de Cancas lo constituyen quebradas que discurren todos sus drenajes naturales desde los cerros amotapes hasta el océano pacífico.

Considerando que el área de estudio se localiza en una microcuenca que carece de información hidrometeorológica, el enfoque hidrológico se orienta a la protección contra un probable ingreso de agua, generado por un evento extraordinario de precipitación y en especial de intensidades máximas de precipitación, que puedan generar escorrentía superficial.



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Ante la presencia de una escorrentía superficial extraordinaria generada por altas precipitaciones pluviales como las que provoca el fenómeno "El Niño", sus efectos serían mayores en la parte de las desembocaduras.

La zona por encontrarse en una región húmeda tropical donde la precipitación pluvial en una parte del año es alta, y por estar en cercanías al océano, se evidencia una saturación superficial, dando lugar a que algunas veces forman zonas inundables que pueden constituir peligro a las estructuras a construir, sobre todo en suelos arenosos.

El suelo arcilloso procedente de la meteorización y erosión de las rocas lutaceas y argilitas se caracterizan por presentar malas propiedades de conductividad hidráulica (10^{-7} - 10^{-9} cm/seg) y no constituye acuífero alguno, y se encuentra hasta los 20 metros de profundidad.

En el sector de estudio, la acción de las aguas es intensa y la zona aparentemente se halle estabilizada, es necesario considerar un buen sistema de drenaje en el diseño de las estructuras que permita la rápida recolección, evacuación y/o percolación de las aguas de precipitación pluvial, para no afectar la estabilidad de los suelos y estructuras construidas.

GOBIERNO REGIONAL TUMBES
DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA
Ing. José Luis Huertas Zevallos
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
TUMBES



III. ESTUDIO DE SUELOS

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO – PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

3.1. METODOLOGIA

Comprende básicamente en la ejecución de calicata a cielo abierto a lo largo del eje de la carretera tratando de captar las variaciones de los suelos del prisma donde debe apoyarse (cimiento) la estructura de la carretera. De las prospecciones se observa los diferentes horizontes que está conformado por el suelo de fundación anotando de ella las cotas de variación de un suelo a otro; de cada una de las muestras alteradas y disturbadas para su análisis de laboratorio anotando en la libreta sus propiedades físicas observables a simple vista.

3.1.1. EXPLORACION DEL SUB SUELO

3.1.1.1.DISTRIBUCION DE LOS PUNTOS DE INVESTIGACION

Se ha distribuido la ubicación de calicatas teniendo en cuenta las características y dimensiones del terreno de longitud de 08 km un total de 08 calicatas realizadas (01 por km). Con previo dialogo con el proyectista.

3.1.1.2.NUMERO Y TIPO DE MUESTRAS A EXTRAER

Se tomó en cada sondaje una muestra tipo MAB (Muestra Alterada en Bolsa) Por estrato hasta el plano de apoyo de la cimentación prevista.

TABLA N° 01				
ESTRACCION Y TRANSPORTE DE MUESTRAS				
TIPO DE MUESTRA	NORMA APLICABLE	FORMAS DE OBTENER Y TRANSPORTAR	ESTADO DE LA MUESTRA	CARACTERISTICAS
Muestra alterada en bolsa de plástico (Mab)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Practicas Normalizadas para la preservación y Transporte de Muestras de Suelos	Con bolsas de plástico	Alterada	Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo



3.2. TRABAJO DE CAMPO

El objetivo del trabajo del campo es la determinación de las características físico – mecánicas de los materiales que existen en el suelo donde se apoya la futura estructura de la carretera, para ellos se llevan a cabo prospecciones de Estudio (calicatas) a nivel de sub rasante con profundidad de 1.50 mts.

De los materiales encontrados en los diversos estratos (capas) se toman muestras selectivas en forma alterada, se describen e identifican adecuadamente mediante una tarjeta, en ella se consignan la ubicación, numero de muestra (según correlación), profundidad y espesor de la capa, después es colocado en bolsas de polietileno y trasladadas adecuadamente al laboratorio del Gobierno Regional de Tumbes, de igual forma se registran los mismos datos en la libreta de campo adicionando características de gradación, predominio de material y el estado de compacidad de cada uno de los materiales.

- Para la realización del presente trabajo se ha establecido el siguiente esquema:
 - Reconocimiento ocular para la verificación de las características de los suelos superficiales de la sub rasante para determinar su estado actual (regular, malo, muy malo, etc.).
 - Verificación del estado de la compacidad del afirmado granular.
 - Reconocimiento Geológico de área adyacente para determinar la existencia de deslizamientos, hundimientos, afloramientos rocosos, etc.
 - Proyección de 08 calicatas en toda la vía evaluada.
 - Elaboración del informe final.

3.3 ENSAYO DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio en las muestras obtenidas en el campo, se realizaron siguiendo la norma establecida por America Society For Testing Materials (ASTM), los cuales se detallan a continuación

3.3.1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTMD – 422)

Este ensayo es realizado para determinar el tamaño de los granos, se efectúa utilizando mallas

2", 1 ½ ", 1", 3/4", 3/8", N° 4, N°10, N°30, N°40, N°60, N°100, N°200; de acuerdo a las normas ASTM, para la Clasificación de los suelos.

Ing. Jose Luis Huertas Zevallos
JEFE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



3.3.2. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTMD – 2216)

Se define como humedad natural de un suelo, como el peso del agua que contiene, dividido entre el peso seco, expresado en porcentaje.



3.3.3. LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LÍQUIDO (ASTMD – 423)

En la cantidad de agua máxima que puede almacenar un suelo expresado en porcentaje con el cual el suelo cambia de estado líquido a plástico, dicho ensayo se determina en la Copa Casa Grande.

LIMITE PLASTICO (ASTMD – 424)

El límite plástico es la humedad mínima expresada como porcentaje del peso del material secado al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido aun estado plástico.

INDICE DE PLASTICIDAD

Es la diferencia que existe entre el límite líquido y el plástico.

GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Ing. José Luis Huertas Zevillón
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



3.3.4. ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (ASTMD – 1557)

Este ensayo se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen en un suelo que ha sido compactado por un procedimiento definido para diferentes contenidos de humedad. Dicho ensayo tiene por objeto determinar el peso volumétrico máximo que puede alcanzar un material, así como la humedad óptima.



3.3.5. ENSAYO DE C.B.R (Californian Boring Ratio) (ASTMD – 1883)

El valor relativo de Soporte Normal del Suelo (C.B.R) en un índice de su resistencia al esfuerzo cortante en condiciones determinadas de compactación y humedad y se expresa como el tanto por ciento de la carga necesario para introducir un pistón de 4 sección circular en una muestra de suelo respecto a la precisa para que el mismo pistón penetre a la misma profundidad de una muestra tipo de piedra triturada.

En el resultado de C.B.R se puede clasificar el suelo usando la tabla que índice el empleo que puede dársele al material por lo que al C.B.R se refiere.



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
SECRETARÍA GENERAL DE ADMINISTRACIÓN
Ing. José Luis Huertas Zevallón
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



TRABAJO DE GABINETE

En base a la información obtenida durante los trabajos de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio, se efectuó la clasificación de suelos de los materiales (sistemas S.U.C.S y AASHTO) para luego correlacionarlos de acuerdo a las características litológicas similares lo cual se consigna en el perfil estratigráfico respectivo.

3.4. CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE FUNDACION

La soportabilidad de los suelos están caracterizados por el valor de la capacidad portante C.B.R (California Bearing Ratio), tanto para clasificar materiales de capas estructurales como para calidad del suelo de fundación (subrasante).

Los materiales componentes de los suelos representativos, están constituidos por arcillas arenosas de baja plasticidad, limo arenoso, arena fina con limo, etc. Con fines de calcular en C.B.R de diseño. Los resultados de los ensayos de C.B.R efectuados a los suelos de fundación.

GOBIERNO REGIONAL TUMBES
Dirección General de Infraestructura
Ing. José Luis Huertas Zevaillo
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



IV. TERRENO DE SUB RASANTE DE CARRETERA NO PAVIMENTADA
DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO – PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LA SUB RASANTE: Está definida por su capacidad de soporte, la que está indicada en el proyecto. Este soporte se refiere a la capa de suelo inmediatamente debajo de la capa base (en este caso capa rodadura descubierta) y a las características geométricas en los sentidos transversal y longitudinal. La interposición de esa capa entre la subrasante y la base capa rodadura descubierta tiene por objeto, principalmente conseguir un soporte mínimo compatible con el proyecto y permitir la conformación de la plataforma dentro de las exigencias geométricas. El parámetro de suelo que define la capacidad de soporte puede ser el C.B.R (California Bearing Ratio).

- Los materiales que conforman los sub rasantes se indican según detalle:

UBICACIÓN	MUESTRA	PROFUND.	TIPO DE SUELO	CLASIFICACION	
				S.U.C.S	AASHTO
VIA EL TUBO - PEDREGAL	C1 – M3	0.80 – 1.50	Limo Arenoso de Baja Plasticidad	ML	A-6 (9)
	C2 – M2	0.30 – 1.50	Arcilla de Baja Plasticidad con arena	CL	A-7-6 (12)
	C3 – M2	0.20 – 1.50	Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad	CL	A-6 (7)
	C4 – M2	0.30 – 1.50	Arcilla de Baja Plasticidad	CL	A-6 (4)
	C5 – M3	0.80 – 1.50	Arena Fina con Limo	SP-SM	A-1-b (0)
	C6 – M3	0.70 – 1.50	Arena Fina con Limo	SP-SM	A-1-b (0)
	C7 – M2	0.20 – 1.50	Arena Fina con Limo	SP-SM	A-1-b (0)
	C8 – M2	0.20 – 1.50	Arena Fina con Limo	SP-SM	A-1-b (0)



V. DESCRIPCION DE LAS CALICATAS

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

Con la información obtenida mediante los análisis granulométricos y observando el perfil estratigráfico del suelo se ha establecido que:

- La carretera de la vía el tubo - pedregal, la sub rasante recae principalmente en materiales de arcillas arenosas (CL), arcilla de baja plasticidad con arenas (CL) y limo arenoso (ML), sobre estos materiales se encuentra la rasante de afirmado granular compactado en buen estado hasta los 8.0 km evaluados.
- Los terrenos de la sub rasante son terrenos naturales, se presenta estables de consistencia poco compacta a suelta, con una topografía plana.

GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
SECRETARÍA GENERAL DE ADMINISTRACIÓN
Ing. José Luis Huertos Zevailón
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



VI. ESTABILIZACION CON CAL

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

6.1. ANTECEDENTE

La estabilización de la arcilla con cal en la construcción tiene más de 5000 años de antigüedad. Las pirámides de Shersi en el Tibet fueron construidas con mezclas de arcilla y cal, en la China y la India a lo largo de la historia, se ha utilizado de varias maneras la estabilización con cal a medida que el que el tiempo pasó la cal se volvió uno de los elementos más significativos en la edad media tubo en descenso en cuanto a la calidad; sin embargo esto se debió a procesos de preparación como la cocción, mezclado y cremación.

6.2 USO DE LA CAL EN LA ESTABILIZACION

Fue en los EE.UU., a finales de 1940; cuando se aplicaron a las mezclas de cal y suelo las técnicas y ensayos de la mecánicas de suelos que se desarrollaban en aquella época, el tratamiento de arcillas Con cal comenzó en 1950, y la técnica aumento su popularidad con gran rapidez. Se han construido miles de kilómetros de carreteras, así como aeropuertos principales como el Dallas Fort Worth En EE.UU, sobre arcillas estabilizadas.

Esta técnica también se practica extensamente, Sudáfrica, Australia, Nueva Zelanda, Suecia Guatemala y Francia. Desde entonces, la estabilización de los suelos arcillosos con cal se ha convertido en una alternativa económicamente beneficiosa a los métodos tradicionales de construcción.

El uso de la cal para mejorar suelos con plasticidad, aparte de conseguir ese fin, aumenta también su resistencia a la compresión en función del tiempo. La cantidad de cal variara en función de la necesidad que se tenga y también de las propiedades del suelo utilizado en la estabilización. Para que la cal reaccione adecuadamente se necesita que el suelo presente plasticidad ($IP > 10$), y se pueda lograr así la acción puzolanica, que aglomerara adecuadamente las partículas del suelo.

6.3 PORCENTAJES DE CAL UTILIZADOS EN LA ESTABILIZACION:

Compone la sub rasante de la carretera, se añadió los porcentajes de (4.5% - 8.5%), esto debido a la plasticidad que presentaba el suelo del lugar.

Generalmente los porcentajes de cal utilizados en una estabilización variaran de un 2 a 8% en peso.



6.4 DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

6.4.1 Cal

Es el producto de la calcinación de rocas calizas, constituido principalmente por oxido de calcio (CAO) y otros componentes. El uso en pavimentos y carreteras se basan en normativas peruanas. Según la norma técnica peruana (NTP 334.125:2017) recomienda como los únicos tipos de cal para estabilización de suelos, donde:

6.4.2 Cal Viva (Oxido De Calcio)

Luego de la transformación química por calcinación del carbonato de calcio (piedra caliza – CaCO_3) en oxido de calcio (CaO) asociado con oxido de magnesio (Mgo). Estas cales tienen una reacción exotérmica en contacto con el agua, lo que produce su apagado o hidratación. Junto con la cal hidratada, la cal viva es la más utilizada para la estabilización de suelos. Sus principales ventajas son que presenta una mayor reactividad con materiales por estabilizar y menor generación de polvo durante su utilización.

6.4.3 Cal Hidratada (cal apagada – hidróxido de calcio)

Polvo seco, obtenido al tratar cal viva con la suficiente agua para satisfacer su afinidad química, provocando su hidratación. Consiste esencialmente en hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) o una mezcla de hidróxido de calcio, oxido de magnesio (Mgo) e hidróxido de magnesio ($\text{Mg}(\text{OH})_2$). Junto con la cal viva, la cal hidratada es la más utilizada para la estabilización. Su principal ventaja es que ofrece menor peligro durante su transporte, manejo y utilización. Se emplea preferentemente como cal apagada y en lechada. Excepto cuando se requiere disminuir el contenido de agua de los suelos.

Ing. José Luis Huertas Zevallos
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

		Cal viva y cal hidratada
Requisitos químicos	Óxidos de calcio y magnesio (sobre una base de no volátiles)	Mínimo 90%
	Dióxido de carbono (tomado en un punto de manufactura)	Máximo 5%
	Humedad libre (tomado en un punto de manufactura)	Máximo 2%
Requisitos físicos	% retenido en el tamiz N° 30 (590 um)	Máximo 3%
	% de retenido en el tamiz N° 200 (75um)	Máximo 25%
	Deberá pasar íntegramente el tamiz de 24,4 mm (1 pulg)	Finura
	Deberá tener un aumento de temperatura de por lo menos 30 °C en 20 minutos	Temperatura
	Deberá tener no más de 10 % de residuo	Residuo

Fuente: AASHTO M-216, ASTM C-977 y NTP 334.125:2017. (11)

Los requisitos de la cal viva y cal hidratada para el presente estudio de investigación, cumplen con las normativas AASHTO M-216, ASTM C-977, EG 2013 sección 301.B y NTP 334.125:2017, según tabla anterior.

Tabla 4. Información técnica de cal viva - Procalaldi

Formula	Compuesto	Valores
CaO Total	Cal Total	90 %
CaO Útil	Cal disponible	85%
SiO2	Oxido de Silicio	2.68 %
MgO	Oxido de Magnesio	1.55%
S	Azufre	< 0.058%
Ba	Bario	< 0.03%
Pb	Plomo	< 2 mg/kg
f-	fluoruro	< 50 mg/kg
Óxidos Combinados		< 0.8%
Sedimentos		Máximo 16 %
Reactividad		Inicio 1' 3''
		Final 7' 45''

Ing. José Luis Huertas Zevallón
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Fuente: Ficha técnica de Cal viva molida, pasante malla 100 – procakaldi (21)

Por otra parte, de acuerdo a la tabla 5 se verifica que, cumple los requisitos físicos, como el 3% de la malla # 30 y 25% en la malla # 200

Tabla 5. Información técnica de cal hidratada – Cal de Obra “Vihersa”

CAL HIDRATADA TIPO N	GRANULOMETRIA
Retenido en Malla 100	Max. 10%
Retenido en Malla 200	Max. 4%
Retenido en Malla 325	Max. 2%
Fondo (Pasante Malla 325)	Mín. 85%

Fuente: Ficha técnica de Cal hidratada - Vihersa (22)

6.4.4. Operación De La Variable

Tabla 7. V.I. Estabilización de suelos arcillosos con cal

Variables	Sub variables	Indicadores	Indices	% de Importancia
V. independiente (x): Estabilización de suelos arcillosos con cal	V. independiente (x1): Porcentajes adecuados entre cal hidratada vs cal viva	Tipo de cal	Cal viva Cal Hidratada	10%
		Propiedades químicas por tipo de cal	Cal viva Cal Hidratada	5%
		Propiedades físicas por tipo de cal	Cal viva Cal Hidratada	5%
		Porcentaje de cal	Determinación aproximada de los porcentajes de cal viva y cal hidratada (NTP 334.125:2017)	5%
			Cálculo del porcentaje referido al peso del material a estabilizar	5%
		Peso de cal	Cantidad de cal en gramos para mezclar con el material a estabilizar	10%

Fuente: Elaboración propia 2019.

Tabla 8. V.D. Propiedades físico-mecánicas

Variables	Sub variables	Indicadores	Indices	% de Importancia
V. dependiente (y): Propiedades físico-mecánicas	V. dependiente (y1): Reducción de la plasticidad	Ensayos de límites de Atterberg	Determinación del Índice de Plasticidad	10%
	V. dependiente (y2): Incremento de la máxima densidad	Ensayos de Proctor Modificado	Compactación de suelos el laboratorio utilizando energía modificada	10%
	V. dependiente (y3): Incremento de la capacidad de soporte	CBR (California Bearing Ratio)	Resistencia al corte	15%
	V. dependiente (y4): Control de expansión	Ensayo de expansión complemento al CBR Ensayos de inmersión en agua	Controlar los cambios volumétricos	10%
				15%

Fuente: Elaboración propia 2019.



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

"La adición de diferentes % de estas cales, en los materiales arcillosos para pavimentos básicos, calles, caminos de afirmado, subbases y bases, por sus diferentes reacciones en mayor o menor grado, produce disminución en el índice de plasticidad, aumentando la trabajabilidad, posibilidad de reutilización de suelos disponibles en el trazo del camino disminuyendo el transporte de materiales de préstamo, ayuda a secar suelos húmedos facilitando su compactación, aumenta la estabilidad de los materiales cohesivos; genera un incremento en la resistencia al corte, la compresión simple y/o el CBR" (3).

"También aumenta la humedad óptima de compactación, lo que permite la densificación de suelos de elevada humedad natural, que de otro modo no permitirían la construcción de la capa de rodadura sobre ellos. Es frecuente que la mezcla se realice en dos fases, con un período intermedio de reacción de 1-2 días. La aplicación más usual de las estabilizaciones con cal es en subrasantes y como capa de rodadura, en zonas de suelos arcillosos y/o con canteras de materiales granulares lejanos" (9).

Es importante mencionar los materiales utilizados para la estabilización con cal deben cumplir requisitos mínimos básicos establecidos en el Manual de carreteras sección suelos – pavimentos, EG 2013 sección 301.B y en la CE 020.

Tabla 2. Requerimientos de suelos para estabilizar con cal

% pasa el tamiz de 3" (75 um)	100%
% pasa el tamiz N° 200 (75 um)	Mínimo 30%
índice de plasticidad	Mínimo 10%
Materia orgánica	Máximo 3% en peso
Contenido de sulfatos	Máximo 0.2%

Fuente: EG 2013 sección 301.B y en la CE 020.



VII. ESTABILIZACION CON ESTIERCOL

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

7.1 INTRODUCCION

El presente estudio se evaluó la estabilización del estiércol de caballo. La estabilización y la fijación de microorganismos en el material residual de caballo hacen de este material un buen soporte para la degradación de material orgánico fácilmente biodegradable.

Durante el proceso de estabilización el material degradado se va asentando disminuyendo los espacios aéreos. La densidad puede disminuir por lavados sucesivos de la materia orgánica y poca capacidad para retener agua del material resultante, esto genera un material con elevado contenido de espacios aéreos que puede ser utilizado posteriormente en la degradación de material orgánico.

7.2 PROCESO DE ESTABILIZACION

Los residuos conformados por excremento de caballo fueron recogidos en una parcela cercana a la zona, estos fueron estabilizados en las instalaciones del laboratorio de suelos y pavimentos del Gobierno Regional Tumbes.

7.3 MUESTREO Y METODOS ANALITICOS

Se obtuvieron muestras homogéneas y representativas del material, los métodos analíticos empleados para la determinación de la temperatura, densidad, capacidad de retención de agua, etc.



VIII. CONCLUSIONES

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO – PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

1. El área del terreno presenta una topografía plana y poco accidentada hasta los 8.0 km de distancia.
2. Según los resultados de Laboratorio nos indica que todos los suelos evaluados tienen similares características físicas – mecánicas, por lo que resumiendo el resultado final se describe:
 - a) Los suelos sub rasante encontrados son principalmente: arcillas arenosas de baja plasticidad, arena arcillosa, arena fina con grava y limos arenosos, sobre ellas se encuentra una capa de rodadura de los 8.0 km de carretera.
 - b) La vía el tubo – pedregal, desde el inicio de la progresiva 0+000 hasta la progresiva 8+000 presenta una topografía plana, tiene una base de afirmado granular compactado.
3. La profundidad de 1.50 m excavación no se ha encontrado el nivel freático.
4. La cal viva en contacto con el suelo arcilloso con humedad, produce una explosión exotérmica, que eleva la temperatura, reduciendo la humedad después de un tiempo prolongado. Se denomina explosión exotérmica a la reacción química que desprenda energía ya sea como luz o calor. La percepción nuestra cuando la cal viva estuvo en contacto con agua, es el aumento de temperatura a los 30 segundos.
5. El efecto debido a la acción cementante de la cal y estiércol, no aparece inmediatamente después de la compactación, sino al cabo de cierto tiempo en que tiene lugar la iniciación.
6. La sub rasante se va a estabilizar con adicción de cal y estiércol.
7. La National Lime Association resume las propiedades que se obtienen después de una estabilización o mejoramiento con cal en lo siguiente:
 - Reducción del índice de plasticidad, debido a una reducción del límite y aun incremento del límite plástico.
 - Reducción considerable del ligante natural del suelo por aglomeración de partículas.



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

- Obtención de un material más trabajable y fiable como producto de la reducción del contenido de agua en los suelos.
- La cal ayuda a secar los suelos húmedos lo que acelera su compactación.
- Incremento de la capacidad portante del suelo (CBR).
- Incremento a la resistencia a la tracción del suelo.

NOTA:

Se debe tener presente, el problema del posible fisuramiento de estas estabilizaciones o de bases tratadas con cal, debido a una falta o descuido en el curado que hace perder humedad a la capa estabilizada. En el periodo previo a la colocación de la siguiente capa. Este proceso se agrava cuando la carretera se ubica en zonas calurosas; razón por la cual es fundamental considerar el curado de estas capas estabilizadas o tratadas con cal.

GOBIERNO REGIONAL TUMBES
DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
Ing. José L. Huertas Zevilla
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



IX. RECOMENDACIONES

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

1. Se debería controlar la humedad y temperatura cada 2 horas una vez colocando la cal viva en contacto con los suelos arcillosos con humedad, para determinar la variación humedad mediante gráficas y proyectar para una construcción de grandes volúmenes suelos arcillosos con cal viva y estiércol.
2. Se debe tener una especial atención en el cuadro de las probetas durante cierto periodo de tiempo (aproximadamente 7 días), debido a que este procedimiento genera un aumento de resistencia.
3. Se debe realizar ensayos de compresión no confinada para suelos cohesivos, para obtener la resistencia de los suelos estabilizados con cal y estiércol a la compresión.
4. Como recomendación para la ejecución de obras usando la estabilización química con cal viva, se debe tener mucho cuidado en los siguientes puntos:
 - El material a usar se debe secar por procesos mecánicos (planta, secado al aire, químicos (en este punto se debe agregar aditivos para la reducción de humedad o agregar un porcentaje de cal viva para secar los materiales).
 - El material seco a estabilizar deberá ser acopiado y cubierto con mantas de polipropileno, para evitar el humedecimiento con lluvias o inundaciones propias de la zona.
 - Cada 2 horas se debe controlar la humedad con Speedy.
 - Las maquinarias a usar deben ser motoniveladora, excavadora, tractor, rodillo tandem y rodillo pata de cabra.
 - Se deberá realizar tramos de prueba para estandarizar los procesos constructivos.
5. Verificar el grado de compactación y espesor de las capas de ser necesario disponer la recompactación.
6. La calidad y permanencia de la obra obedece a un estricto control de los parámetros de calidad antes y durante el proceso constructivo.



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

ANEXOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

ILUSTRACIONES



ANEXOS

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

**FOTO PANORAMICA
Y
CALICATA - 01**




Ing. José Luis Huertas Zevallón
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANEXOS

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

**FOTO PANORAMICA
Y
CALICATA - 02**




GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
DIRECCION REGIONAL DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
DIRECCION DE OBRAS Y SERVICIOS
Ing. José Luis Huertas Zevilla
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANEXOS

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

**FOTO PANORAMICA
Y
CALICATA - 03**




DIRECTOR GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS
Ing. José Luis Huerta Zevallos
INFLUENCIA DE LOS SUELOS Y PAVIMENTOS



ANEXOS

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO – PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

**FOTO PANORAMICA
Y
CALICATA – 04**




GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Ing. José Luis Huertas Zevilla
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANEXOS

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

**FOTO PANORAMICA
Y
CALICATA - 05**





ANEXOS

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO – PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

**FOTO PANORAMICA
Y
CALICATA – 06**





ANEXOS

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

**FOTO PANORAMICA
Y
CALICATA - 07**




GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Ing. José Luis Huerta Zevillón
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANEXOS

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

**FOTO PANORAMICA
Y
CALICATA - 08**





GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

GRAFICOS



ANEXOS

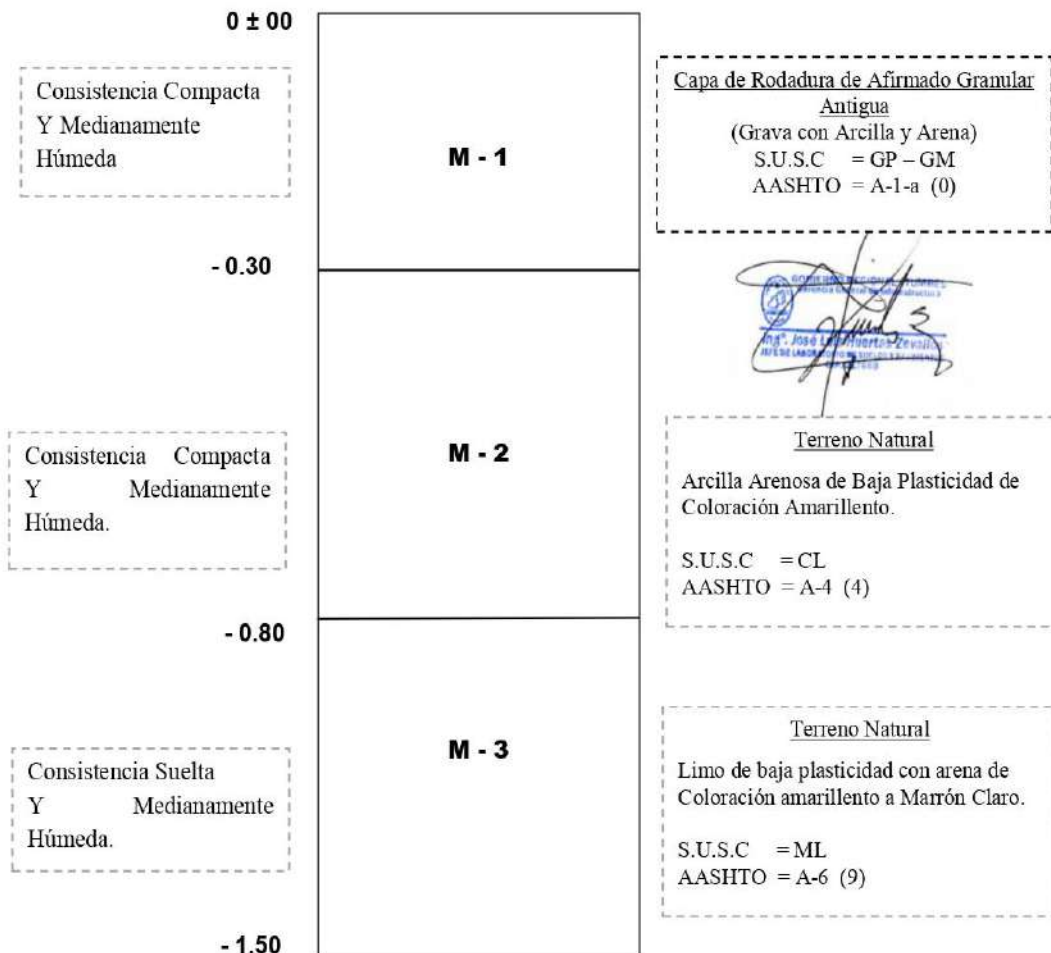
PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

ESTRATIGRAFÍA

CALICATA N° 01

VIA EL TUBO - PEDREGAL





ANEXOS

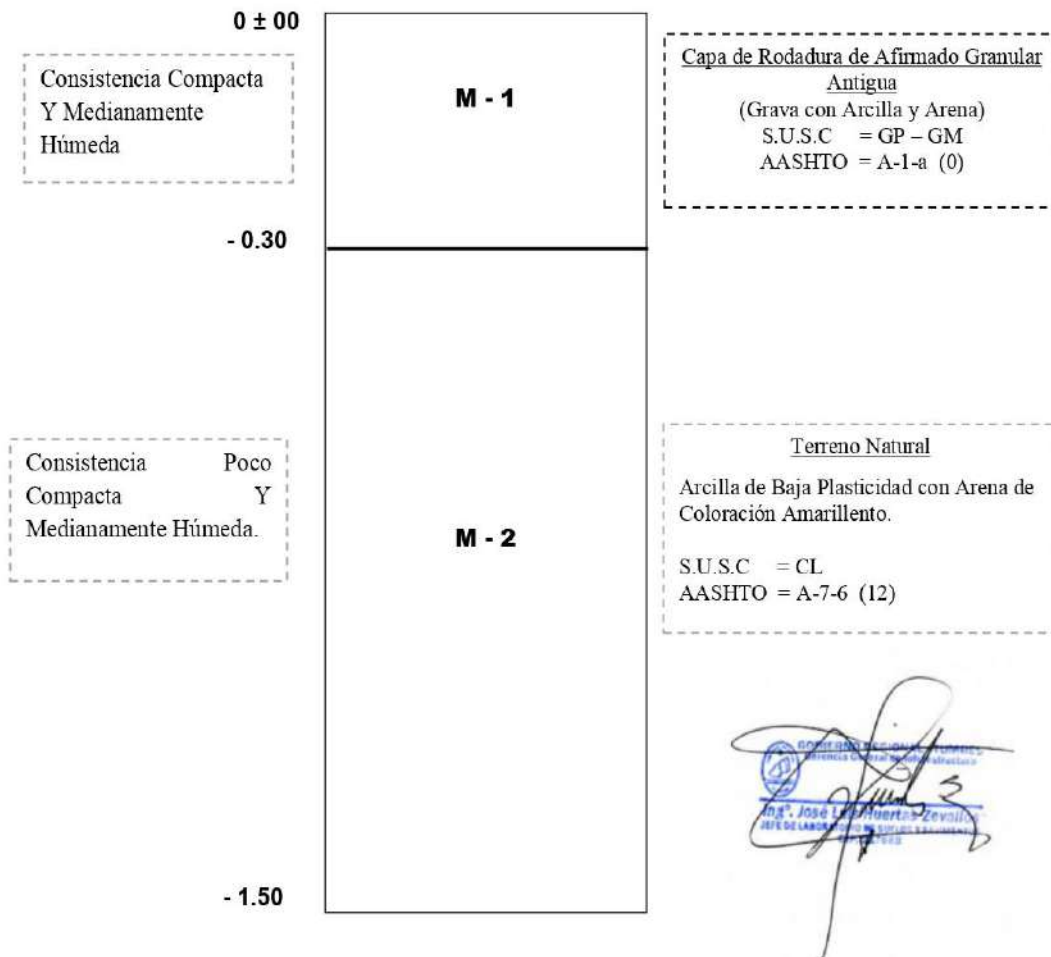
PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

ESTRATIGRAFÍA

CALICATA N° 02

VIA EL TUBO - PEDREGAL





ANEXOS

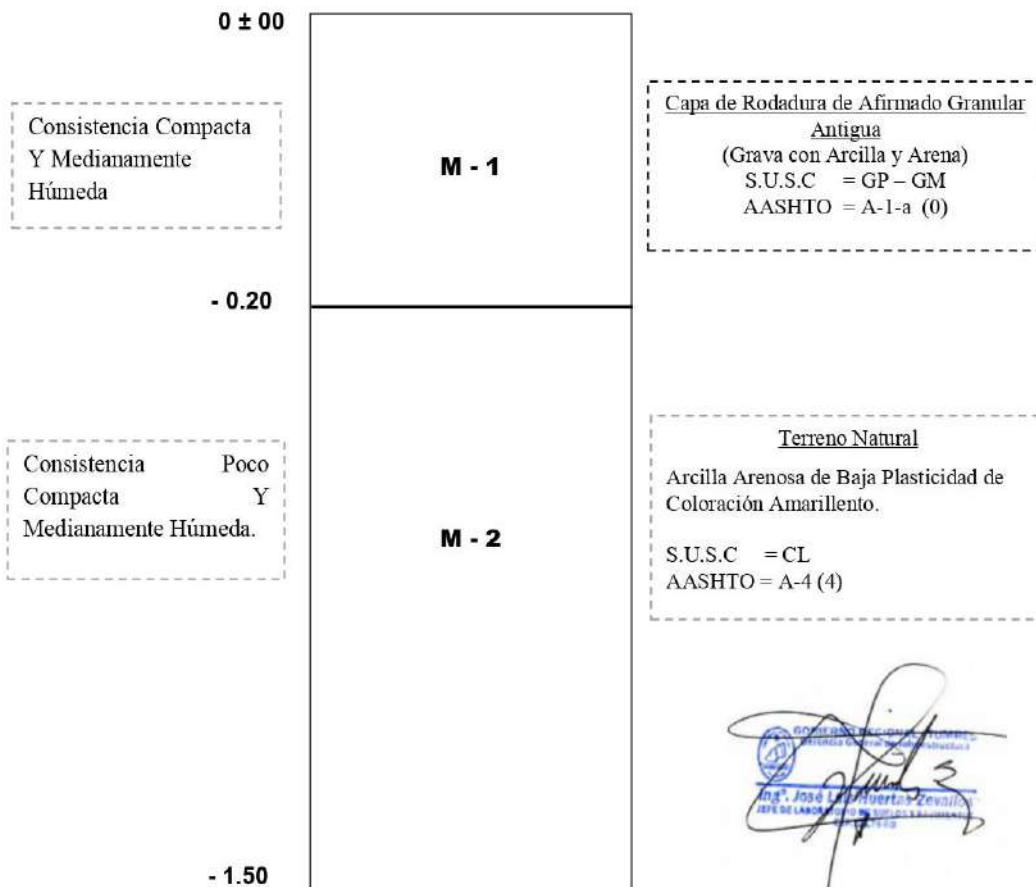
PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

ESTRATIGRAFÍA

CALICATA N° 03

VIA EL TUBO - PEDREGAL





ANEXOS

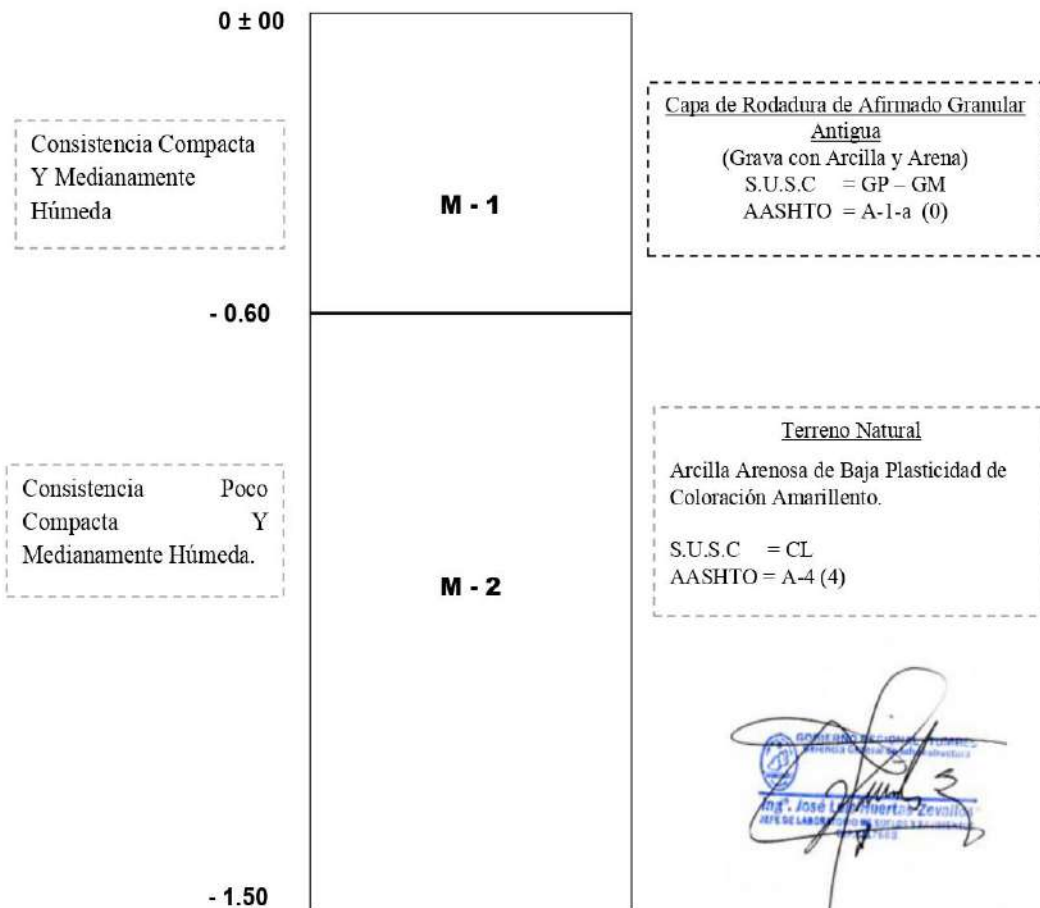
PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

ESTRATIGRAFÍA

CALICATA N° 04

VIA EL TUBO - PEDREGAL





ANEXOS

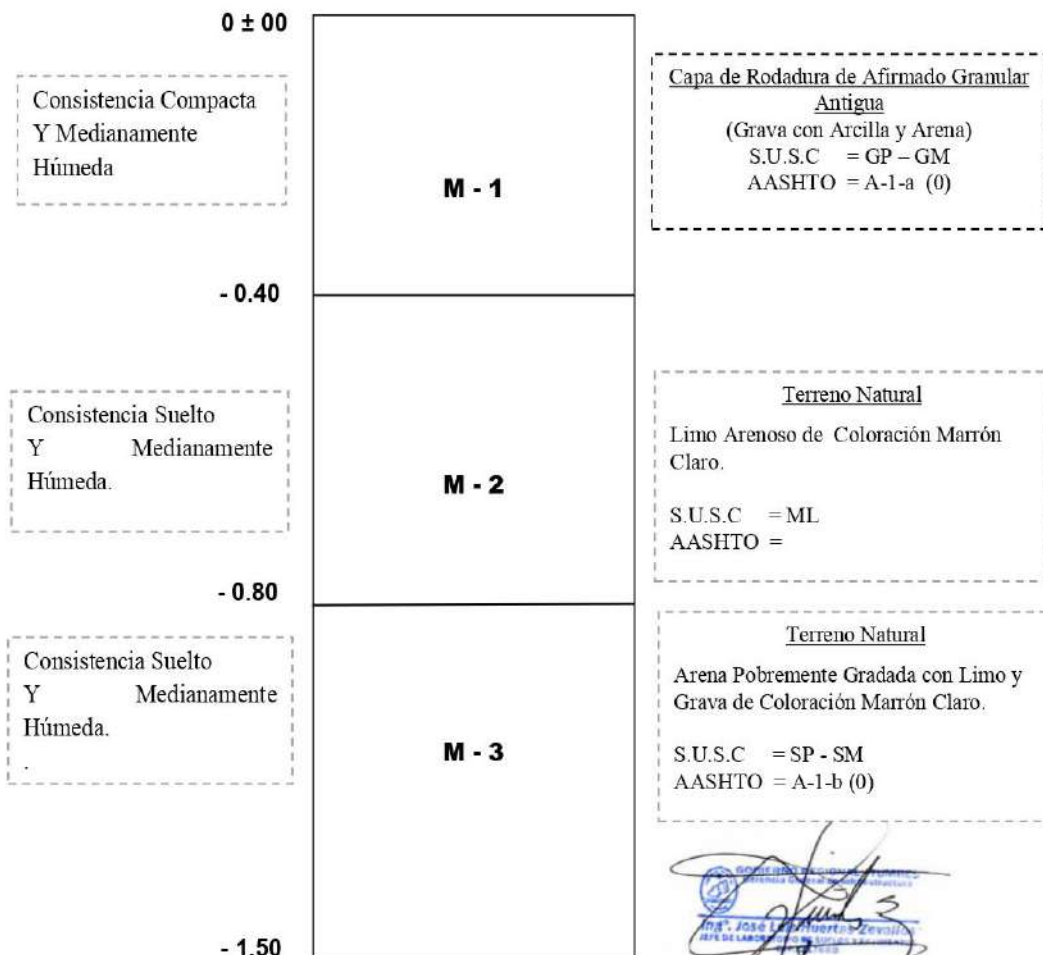
PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

ESTRATIGRAFÍA

CALICATA N° 05

VIA EL TUBO - PEDREGAL





ANEXOS

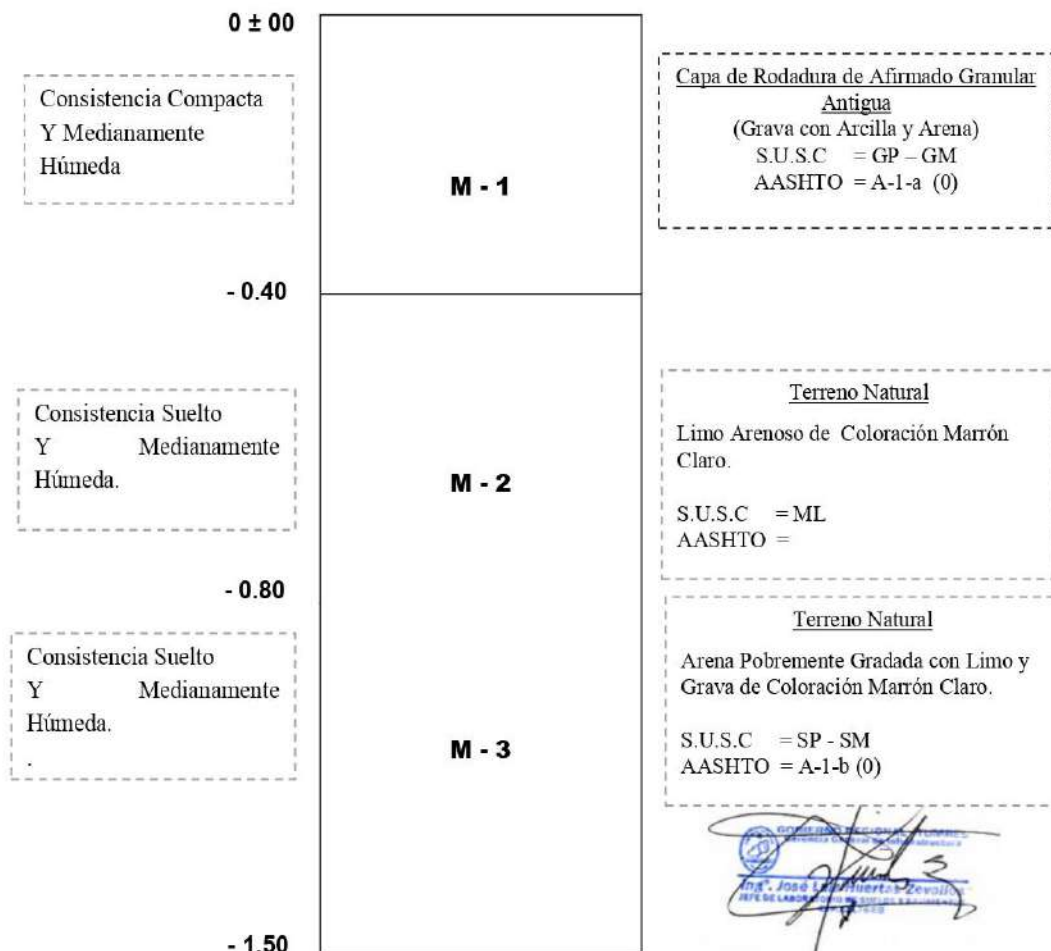
PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

ESTRATIGRAFÍA

CALICATA N° 06

VIA EL TUBO - PEDREGAL



Ing. José Luis Huertas Zevallos
Ingeniero Civil en Pavimentación



ANEXOS

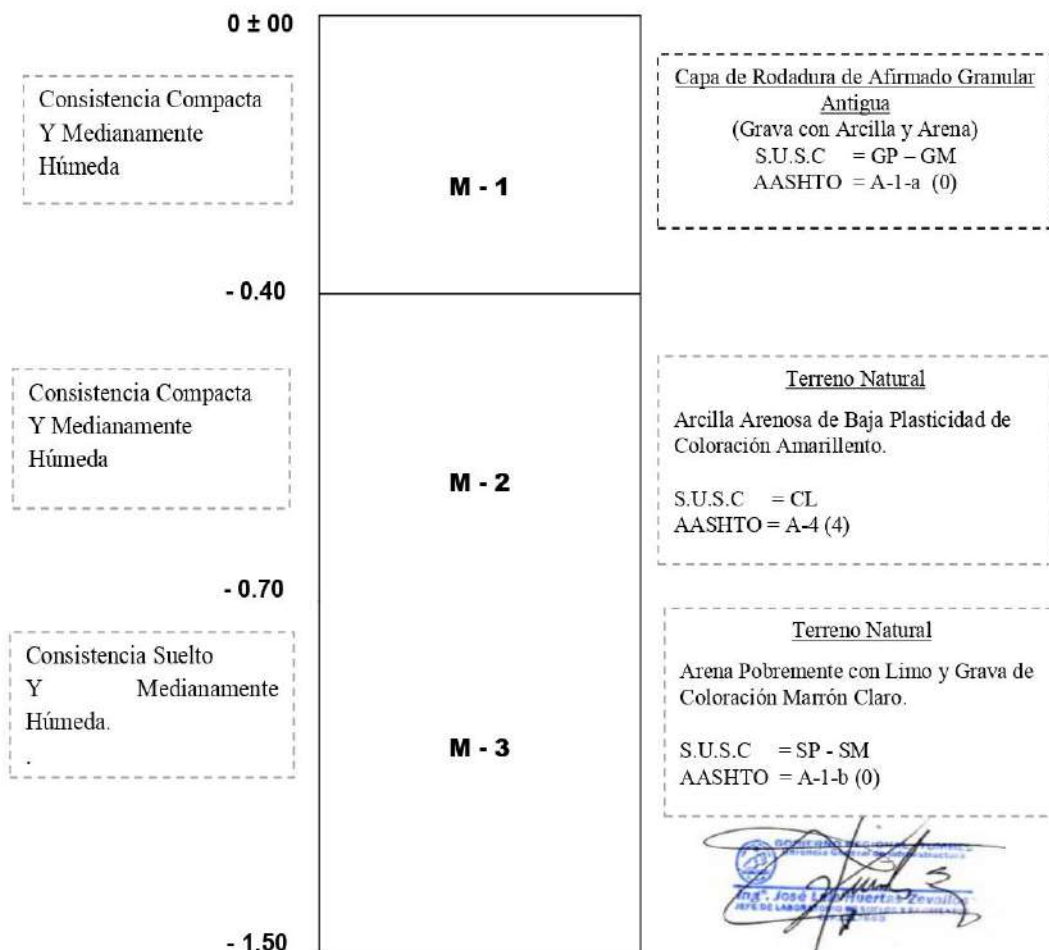
PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

ESTRATIGRAFÍA

CALICATA N° 07

VIA EL TUBO - PEDREGAL



[Firma manuscrita]
Ing. José Luis Huertas Zevallin
Ing. de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos



ANEXOS

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

ESTRATIGRAFÍA

CALICATA N° 08

VIA EL TUBO - PEDREGAL



Ing. José L. Huertas Zevallón
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



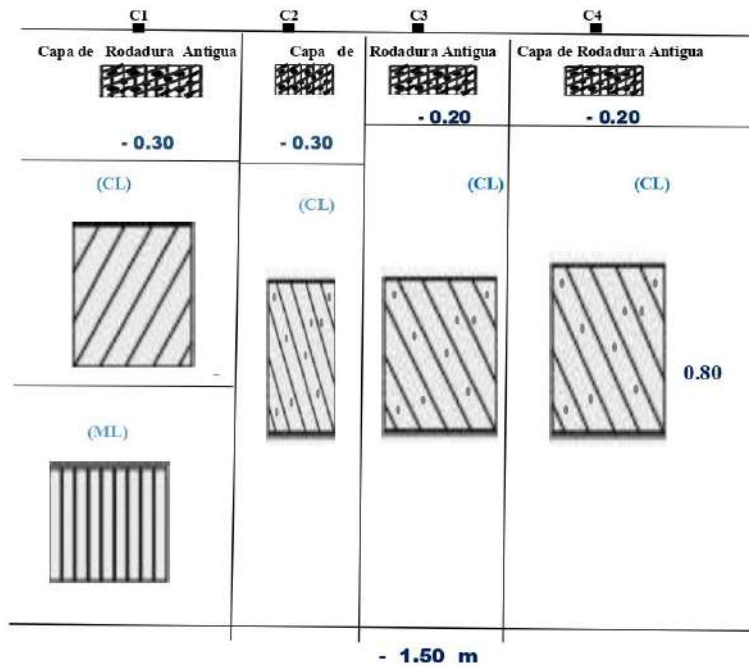
ANEXOS

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

PLANO : PERFIL LONGITUDINAL DEL SUELO

VIA EL TUBO - PEDREGAL



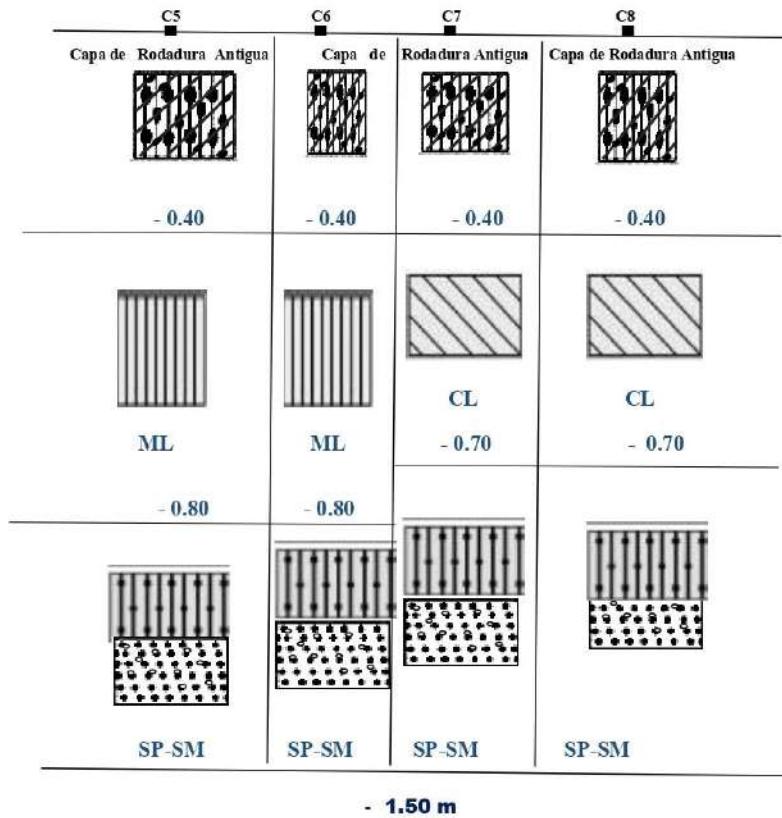


PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

PLANO : PERFIL LONGITUDINAL DEL SUELO

VIA EL TUBO - PEDREGAL





GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 1

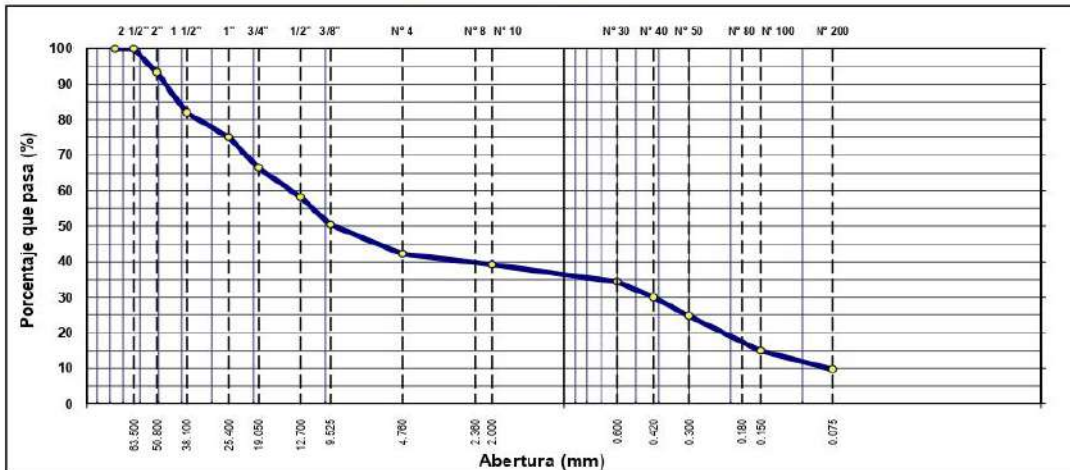
FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M1

PROFUND: 0.00 - 0.30 mts

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					PESO TOTAL	=	4.500.0	gr
2 1/2"	63.500				100.0	PESO LAVADO	=	4063.0	gr
2"	50.800	300	6.7	6.7	93.3	PESO FINO	=	200.0	gr
1 1/2"	38.100	510	11.3	18.0	82.0	LÍMITE LÍQUIDO	=	N.P.	%
1"	25.400	310	6.9	24.9	75.1	LÍMITE PLÁSTICO	=	N.P.	%
3/4"	19.050	390	8.7	33.6	66.4	ÍNDICE PLÁSTICO	=	N.P.	%
1/2"	12.700	370	8.2	41.8	58.2	CLASF. AASHTO	=	A-1-a (0)	
3/8"	9.525	350	7.8	49.6	50.4	CLASF. SUCCS	=	GP - GM	
1/4"	6.350					Ensayo Malla #200	P.S. Seco.	P.S. Lavado	% 200
# 4	4.760	370	8.2	57.8	42.2		4500.0	4063.0	9.7
# 8	2.360					% Grava	=	57.8	%
# 10	2.000	14.4	3.0	60.8	39.2	% Arena	=	32.5	%
# 30	0.600	22.9	4.8	65.7	34.4	% Fino	=	9.7	%
# 40	0.420	20.6	4.3	70.0	30.0	% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humedad
# 50	0.300	25.0	5.3	75.3	24.7		4700.0	4500.0	4.4%
# 80	0.180					OBSERVACIONES:			
# 100	0.150	46.5	9.8	85.1	14.9				
# 200	0.075	24.6	5.2	90.3	9.7				
< # 200	FONDO	46.0	9.7	100.0	0.0				
FRACCIÓN		200.0							
TOTAL		4,500.0							
Descripción suelo:		Grava pobremente gradada con limo y arena							

CURVA GRANULOMETRICA



[Handwritten signature]
 Ing. José Luis Huertas Revilla
 Ing. de Civil
 MTC de Lambayeque



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 1

FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M1

PROFUND: 0.00 - 0.30 mts

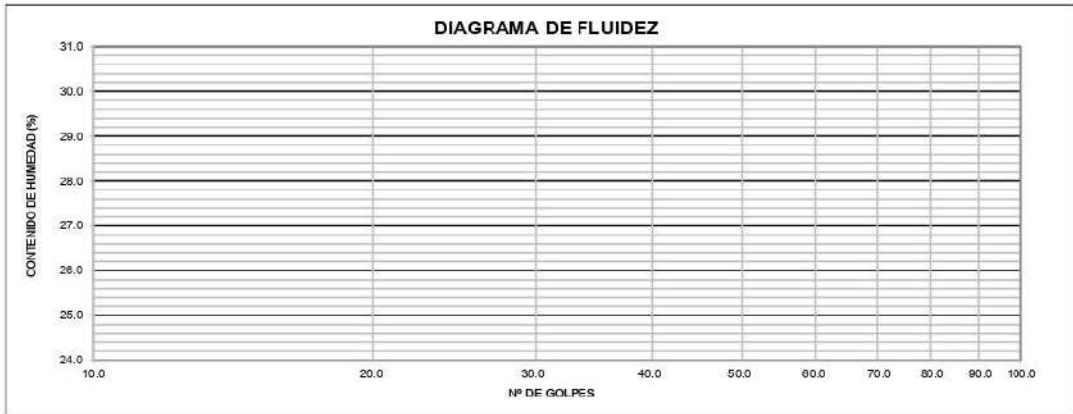
LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA		NO PLASTICO		
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
Nº DE GOLPES				

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA		NO PLASTICO		
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES

Ing. José Luis Huerta Zevaila
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 1

FECHA : MAYO DEL 2022

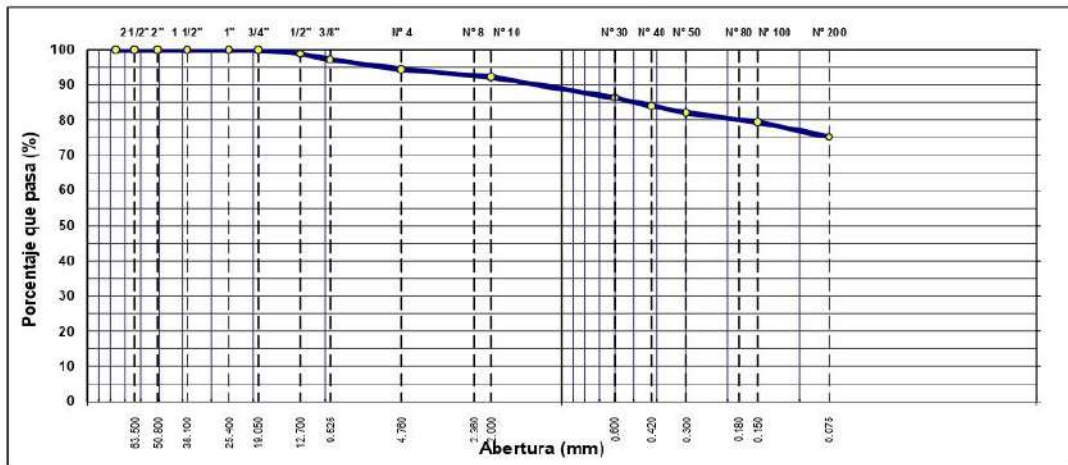
MUESTRA: M2

PROFUND: 0.30 - 0.80 mts

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL = 900.0 gr
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO = 222.6 gr
2"	50.800					PESO FINO = 200.0 gr
1 1/2"	38.100					LÍMITE LÍQUIDO = 43.20 %
1"	25.400					LÍMITE PLÁSTICO = 19.95 %
3/4"	19.050				100.0	ÍNDICE PLÁSTICO = 23.25 %
1/2"	12.700	10	1.1	1.1	98.9	CLASF. AASHTO = A-7-6 (14)
3/8"	9.525	15	1.7	2.8	97.2	CLASF. SUCCS = CL
1/4"	6.350					Ensayo Malla #200 = P.S. Seco = 720.0 P.S. Lavado = 222.6 % 200 = 69.1
# 4	4.760	25	2.8	5.6	94.4	% Grava = 5.6 %
# 8	2.360					% Arena = 19.2 %
# 10	2.000	4.5	2.1	7.7	92.3	% Fino = 75.3 %
# 30	0.600	12.7	6.0	13.7	86.3	
# 40	0.420	4.8	2.3	16.0	84.1	% HUMEDAD = P.S.H. = 940.0 P.S.S. = 900.0 % Humedad = 4.4%
# 50	0.300	4.1	1.9	17.9	82.1	
# 80	0.180					OBSERVACIONES:
# 100	0.150	5.7	2.7	20.6	79.4	
# 200	0.075	8.8	4.2	24.7	75.3	
<# 200	FONDO	159.4	75.3	100.0	0.0	
FRACCIÓN		200.0				
TOTAL		900.0				

Descripción suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena

CURVA GRANULOMETRICA



[Handwritten signature]
Ing. José Luis Alberto Zeviani
1975-04-18
1975-04-18



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 1

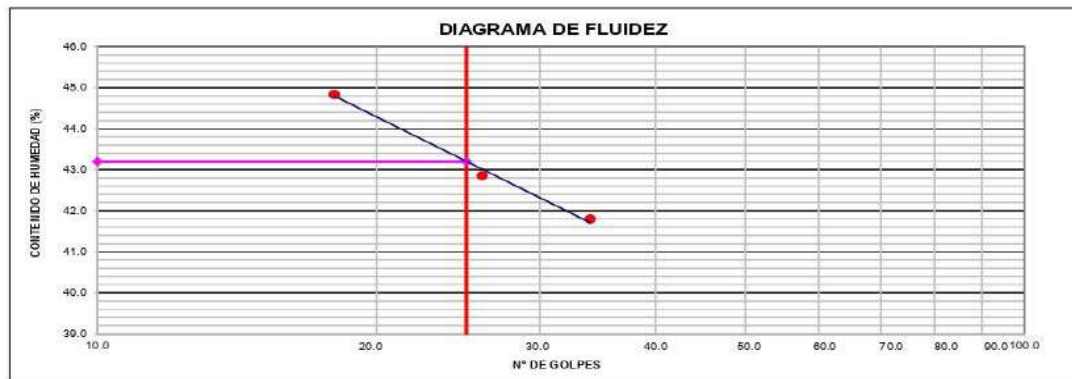
FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M2

PROFUND: 0.30 - 0.80 mts

LIMITE LIQUIDO				
Nº TARRO	6	12	18	
TARRO + SUELO HÚMEDO	43.55	45.28	42.26	
TARRO + SUELO SECO	35.60	36.82	34.36	
AGUA	7.95	8.46	7.90	
PESO DEL TARRO	16.58	17.08	16.74	
PESO DEL SUELO SECO	19.02	19.74	17.62	
% DE HUMEDAD	41.80	42.86	44.84	
Nº DE GOLPES	34	26	18	

LIMITE PLASTICO				
Nº TARRO	9	11		
TARRO + SUELO HÚMEDO	24.28	23.19		
TARRO + SUELO SECO	23.00	21.40		
AGUA	1.28	1.79		
PESO DEL TARRO	16.44	12.62		
PESO DEL SUELO SECO	6.56	8.78		
% DE HUMEDAD	19.51	20.39		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	43.20
LÍMITE PLÁSTICO	19.95
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	23.25

OBSERVACIONES

Ing. J. J. Ancochea Zevadin
 INGENIERO DE LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 1

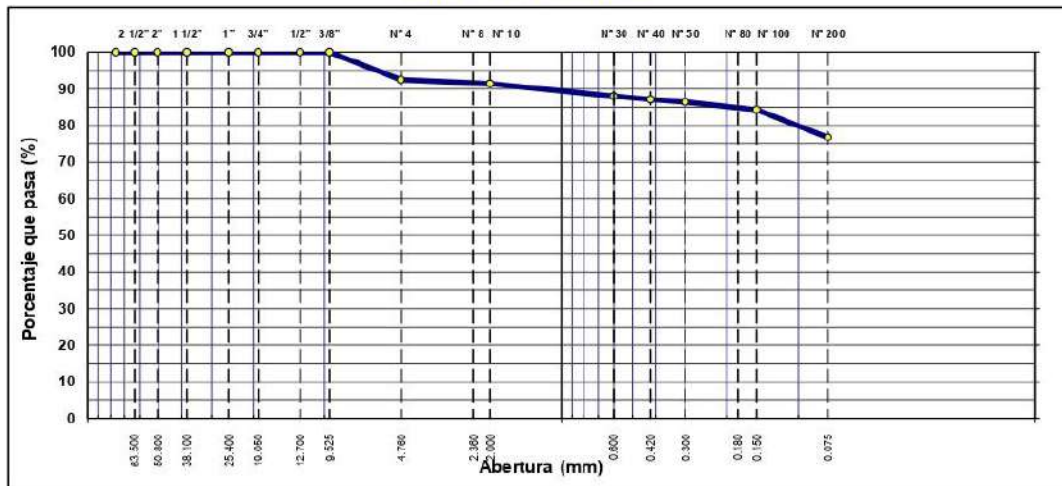
FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M3

PROFUND: 0.80 - 1.50 mts

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					PESO TOTAL	=	1.000.0 gr	
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO	=	232.3 gr	
2"	50.800					PESO FINO	=	200.0 gr	
1 1/2"	38.100					LIMITE LIQUIDO	=	37.62 %	
1"	25.400					LIMITE PLÁSTICO	=	26.34 %	
3/4"	19.050					INDICE PLÁSTICO	=	11.28 %	
1/2"	12.700					CLASF. AASHTO	=	A-6 (9)	
3/8"	9.525					CLASF. SUCCS	=	ML	
1/4"	6.350				100.0	Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 4	4.750	75	7.5	7.5	92.5		1000.0	232.3	76.8
# 8	2.350					% Grava	=	7.5 %	
# 10	2.000	2.4	1.1	8.6	91.4	% Arena	=	15.7 %	
# 30	0.600	7.3	3.4	12.0	88.0	% FINO	=	76.8 %	
# 40	0.420	1.9	0.9	12.9	87.1	% HUMEDAD	P.S.H	P.S.S	% Humedad
# 50	0.300	1.6	0.7	13.6	86.4		1035.0	1000.0	3.5%
# 80	0.180					OBSERVACIONES:			
# 100	0.150	4.6	2.1	15.7	84.3				
# 200	0.075	16.2	7.5	23.2	76.8				
< # 200	FONDO	166.0	76.8	100.0	0.0				
FRACCIÓN	200.0								
TOTAL	1,000.0								
Descripción suelo:		Limo de baja plasticidad con arena							

CURVA GRANULOMÉTRICA



DR. JOSÉ L. GARCÍA
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 1

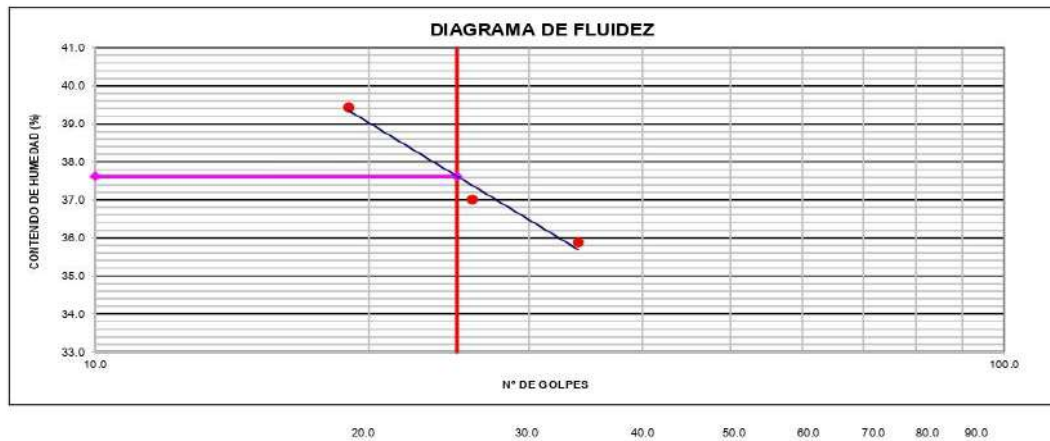
FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M3

PROFUND: 0.80 - 1.50 mts

LÍMITE LÍQUIDO				
Nº TARRO	5	1	6	
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.96	36.10	36.48	
TARRO + SUELO SECO	30.40	29.46	29.50	
AGUA	6.56	6.64	6.98	
PESO DEL TARRO	12.12	11.52	11.80	
PESO DEL SUELO SECO	18.28	17.94	17.70	
% DE HUMEDAD	35.89	37.01	39.44	
Nº DE GOLPES	34	26	19	

LÍMITE PLÁSTICO				
Nº TARRO	11	13		
TARRO + SUELO HÚMEDO	22.16	26.96		
TARRO + SUELO SECO	20.16	24.75		
AGUA	2.00	2.21		
PESO DEL TARRO	12.62	16.30		
PESO DEL SUELO SECO	7.54	8.45		
% DE HUMEDAD	26.53	26.15		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	37.62
LÍMITE PLÁSTICO	26.34
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	11.28

OBSERVACIONES

Ing. JOSÉ L. MARTÍNEZ ESCOBEDO

 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 2

FECHA : MAYO DEL 2022

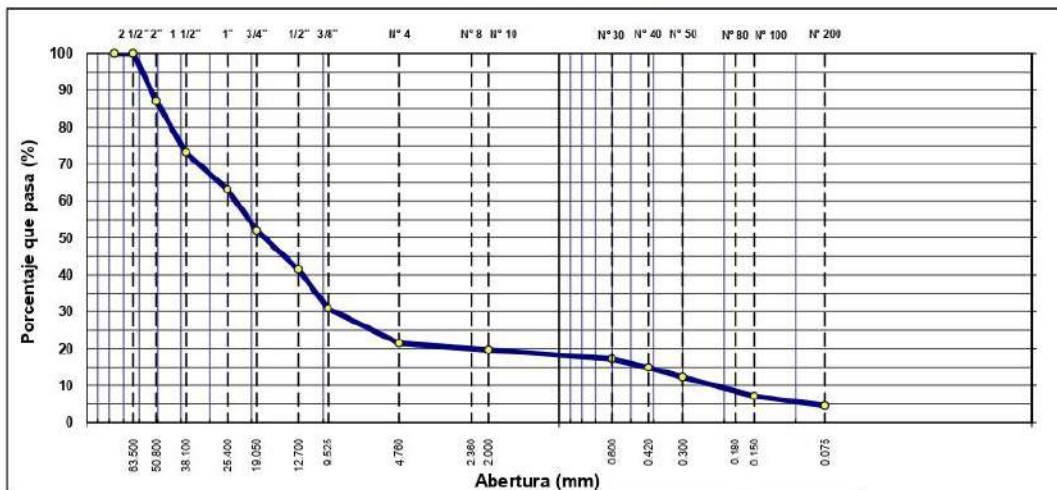
MUESTRA: M1

PROFUND: 0.00 - 0.30 mts

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
3"	76.200					PESO TOTAL	=	3.500,0	gr	
2 1/2"	63.500				100,0	PESO LAVADO	=	3340,6	gr	
2"	50.800	450	12,9	12,9	87,1	PESO FINO	=	200,0	gr	
1 1/2"	38.100	490	14,0	26,9	73,1	LÍMITE LÍQUIDO	=	N.P.	%	
1"	25.400	350	10,0	36,9	63,1	LÍMITE PLÁSTICO	=	N.P.	%	
3/4"	19.050	390	11,1	48,0	52,0	ÍNDICE PLÁSTICO	=	N.P.	%	
1/2"	12.700	370	10,6	58,6	41,4	CLASF. AASHTO	=	A-1-a	(0)	
3/8"	9.525	370	10,6	69,1	30,9	CLASF. SUCCS	=	GP		
1/4"	6.350					Ensayo Malla #200	=	P.S. Seco. 3500,0	P.S. Lavado 3340,6	% 200 4,6
# 4	4.760	330	9,4	78,6	21,4	% Grava	=	78,6	%	
# 6	2.360					% Arena	=	16,9	%	
# 10	2.000	16,3	1,7	80,3	19,7	% Fino	=	4,6	%	
# 30	0.600	23,8	2,5	82,9	17,2	% HUMEDAD	=	P.S.H. 3580,0	P.S.S. 3500,0	% Humedad 2,3%
# 40	0.420	21,0	2,3	85,1	14,9	OBSERVACIONES				
# 50	0.300	24,7	2,6	87,8	12,3					
# 80	0.180									
# 100	0.150	47,8	5,1	92,9	7,1					
# 200	0.075	24,1	2,6	95,5	4,6					
<# 200	FONDO	42,5	4,6	100,0	0,0					
FRACCIÓN		200,0								
TOTAL		3.500,0								

Descripción suelo: Grava pobremente gradada con arena

CURVA GRANULOMÉTRICA



[Handwritten signature]
 Ing. José Alberto Zevallón
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LIMITES DE ATTERBERG
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 2

FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M1

PROFUND: 0.00 - 0.30 mts

LIMITE LIQUIDO				
Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA			NO PLASTICO	
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
Nº DE GOLPES				

LIMITE PLÁSTICO				
Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA			NO PLASTICO	
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES

Ing. José L. Alvert Zevilla
JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 2

FECHA : MAYO DEL 2022

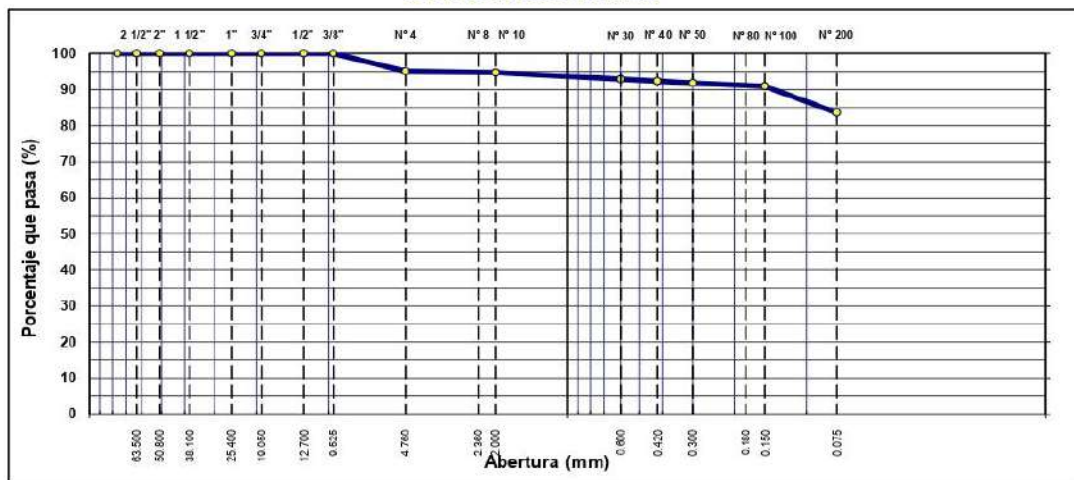
MUESTRA: M2

PROFUND: 0.30 - 0.80 mts

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL = 1.400.0 gr
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO = 228.5 gr
2"	50.800					PESO FINO = 200.0 gr
1 1/2"	38.100					LÍMITE LÍQUIDO = 41.39 %
1"	25.400					LÍMITE PLÁSTICO = 21.41 %
3/4"	19.050					ÍNDICE PLÁSTICO = 19.98 %
1/2"	12.700					CLASF. AASHTO = A-7.6 (12)
3/8"	9.525					CLASF. SUCCS = CL
1/4"	6.350				100.0	Ensayo Malla #200 P.S.Seco. P.S.Lavado % 200
# 4	4.760	68	4.9	4.9	95.1	1400.0 228.5 83.7
# 8	2.360					% Grava = 4.9 %
# 10	2.000	0.9	0.4	5.3	94.7	% Arena = 11.5 %
# 30	0.600	3.8	1.8	7.1	92.9	% Fino = 83.7 %
# 40	0.420	1.2	0.6	7.7	92.3	% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humedad
# 50	0.300	1.0	0.5	8.2	91.9	1445.0 1400.0 3.2%
# 60	0.180					OBSERVACIONES:
# 100	0.150	1.9	0.9	9.1	91.0	
# 200	0.075	15.3	7.3	16.3	83.7	
< # 200	FONDO	175.9	83.7	100.0	0.0	
FRACCIÓN		200.0				
TOTAL		1,400.0				

Descripción suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena

CURVA GRANULOMÉTRICA



[Handwritten signature and official stamp of the laboratory]



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 2

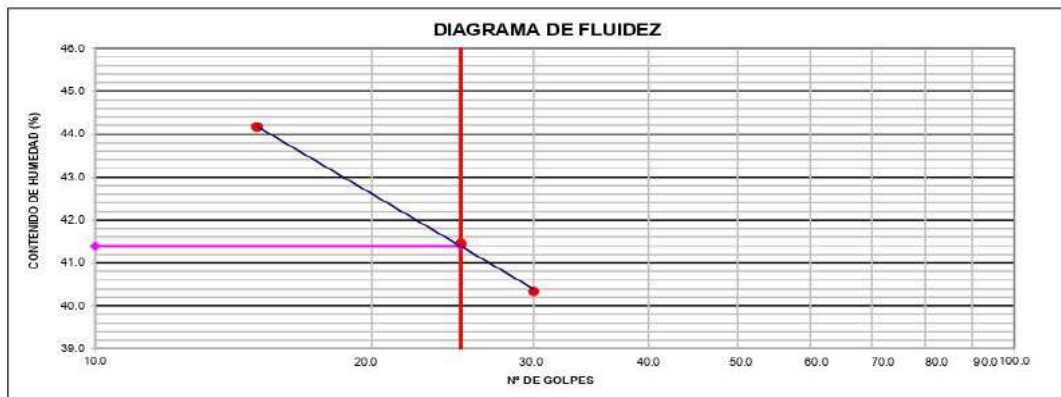
FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M2

PROFUND: 0.30 - 0.80 mts

LIMITE LIQUIDO				
Nº TARRO	2	3	5	
TARRO + SUELO HÚMEDO	36.34	37.96	34.64	
TARRO + SUELO SECO	29.20	30.34	27.74	
AGUA	7.14	7.62	6.90	
PESO DEL TARRO	11.50	11.96	12.12	
PESO DEL SUELO SECO	17.70	18.38	15.62	
% DE HUMEDAD	40.34	41.46	44.17	
Nº DE GOLPES	30	25	15	

LIMITE PLASTICO				
Nº TARRO	6	4		
TARRO + SUELO HÚMEDO	20.99	19.94		
TARRO + SUELO SECO	19.36	18.46		
AGUA	1.63	1.48		
PESO DEL TARRO	11.80	11.50		
PESO DEL SUELO SECO	7.56	6.96		
% DE HUMEDAD	21.56	21.26		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	41.39
LÍMITE PLÁSTICO	21.41
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	19.98

OBSERVACIONES

Ing. José Luis Huertas Zevallón



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 2

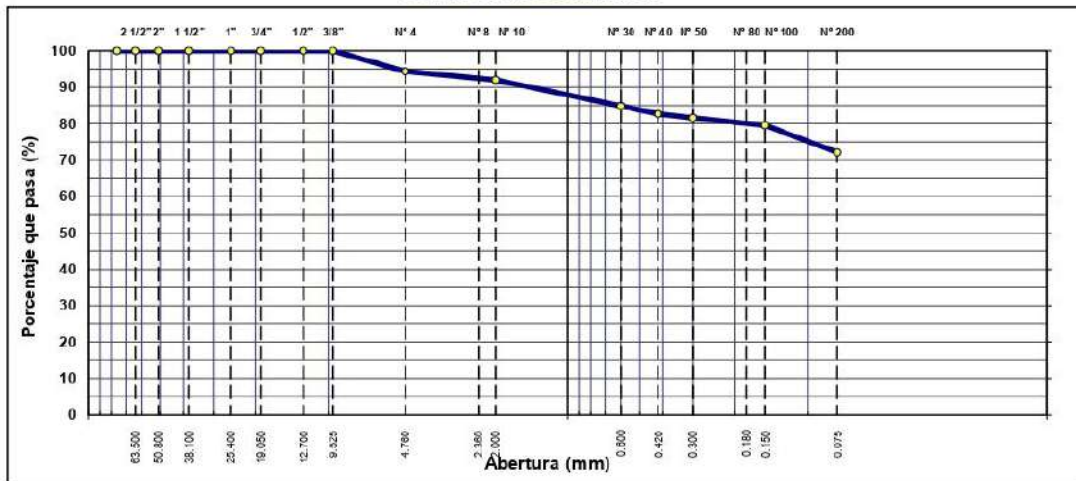
FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M3

PROFUND: 0.80 - 1.50 mts

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					PESO TOTAL	=	850.0	gr
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO	=	236.9	gr
2"	50.800					PESO FINO	=	200.0	gr
1 1/2"	38.100					LÍMITE LÍQUIDO	=	44.01	%
1"	25.400					LÍMITE PLÁSTICO	=	28.16	%
3/4"	19.050					ÍNDICE PLÁSTICO	=	15.85	%
1/2"	12.700					CLASF. AASHTO	=	A-7-6	(11)
3/8"	9.525					CLASF. SUCCS	=	ML	
1/4"	6.350				100.0	Ensayo Mala #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 4	4.760	48	5.7	5.7	94.4		850.0	236.9	72.1
# 8	2.360					% Grava	=	5.7	%
# 10	2.000	4.9	2.3	8.0	92.0	% Arena	=	22.2	%
# 30	0.600	15.2	7.2	15.1	84.9	% Fino	=	72.1	%
# 40	0.420	4.6	2.2	17.3	82.7	% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humedad
# 50	0.300	2.3	1.1	18.4	81.6		2000.0	850.0	135.3%
# 80	0.180					OBSERVACIONES:			
# 100	0.150	4.4	2.1	20.5	79.5				
# 200	0.075	15.7	7.4	27.9	72.1				
<# 200	FONDO	152.9	72.1	100.0	0.0				
FRACCIÓN		200.0							
TOTAL		850.0							
Descripción suelo:		Limo de baja plasticidad con arena							

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. José Luis Huertas Zevada
INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 2

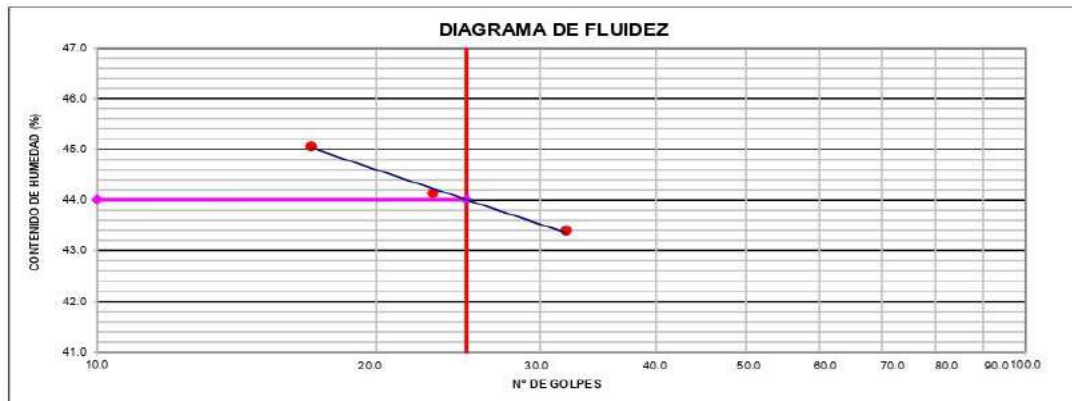
FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M3

PROFUND: 0.80 - 1.50 mts

LÍMITE LÍQUIDO				
Nº TARRO	19	17	20	
TARRO + SUELO HÚMEDO	42.98	44.08	48.06	
TARRO + SUELO SECO	34.96	35.88	38.50	
AGUA	8.02	8.20	9.56	
PESO DEL TARRO	16.48	17.30	17.28	
PESO DEL SUELO SECO	18.48	18.58	21.22	
% DE HUMEDAD	43.40	44.13	45.05	
Nº DE GOLPES	32	23	17	

LÍMITE PLÁSTICO				
Nº TARRO	3	12		
TARRO + SUELO HÚMEDO	25.26	22.94		
TARRO + SUELO SECO	23.28	21.66		
AGUA	1.98	1.28		
PESO DEL TARRO	16.30	17.08		
PESO DEL SUELO SECO	6.98	4.58		
% DE HUMEDAD	28.37	27.95		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	44.01
LÍMITE PLÁSTICO	28.16
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15.85

OBSERVACIONES

José María Zevoni

 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 3

FECHA : MAYO DEL 2022

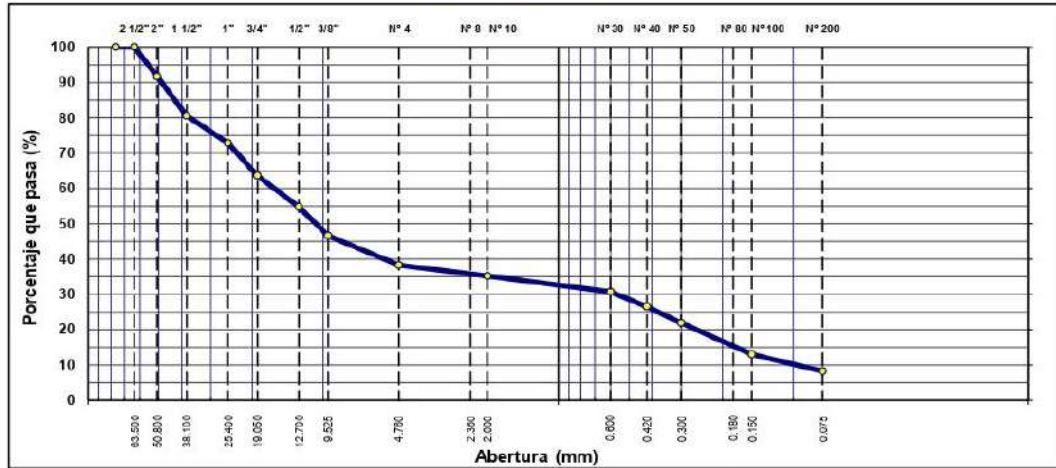
MUESTRA: M1

PROFUND: 0.00 - 0.20 mts

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					PESO TOTAL	=	4.550.0	gr
2 1/2"	63.500				100.0	PESO LAVADO	=	4175.9	gr
2"	50.800	380	8.4	8.4	91.7	PESO FINO	=	200.0	gr
1 1/2"	38.100	505	11.1	19.5	80.6	LÍMITE LÍQUIDO	=		%
1"	25.400	350	7.7	27.1	72.9	LÍMITE PLÁSTICO	=	N.P.	%
3/4"	19.050	420	9.2	36.4	63.6	ÍNDICE PLÁSTICO	=	N.P.	%
1/2"	12.700	405	8.9	45.3	54.7	CLASF. AASHTO	=	A-1-a	[0]
3/8"	9.525	370	8.1	53.4	46.6	CLASF. SUCCS	=	GP - GM	
1/4"	6.350					Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 4	4.750	380	8.4	61.8	38.3		4550.0	4175.9	8.2
# 8	2.360					% Grava	=	61.8	%
# 10	2.000	16.0	3.1	64.8	35.2	% Arena	=	30.0	%
# 30	0.600	23.5	4.5	69.3	30.7	% Fino	=	8.2	%
# 40	0.420	21.8	4.2	73.5	26.5	% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humedad
# 50	0.300	24.2	4.6	78.1	21.9		4700.0	4550.0	3.3%
# 80	0.180					OBSERVACIONES:			
# 100	0.150	46.5	8.9	87.0	13.0				
# 200	0.075	25.0	4.8	91.8	8.2				
< # 200	FONDO	43.0	8.2	100.0	0.0				
FRACCIÓN		200.0							
TOTAL		4.550.0							

Descripción suelo: Grava pobremente gradada con limo y arena

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. José Luis Huerto Levallo



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 3

FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M1

PROFUND: 0.00 - 0.20 mts

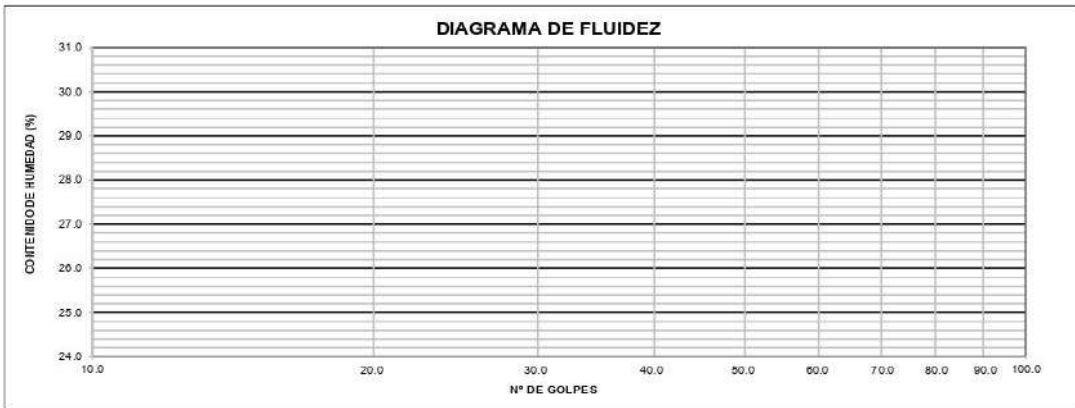
LIMITE LIQUIDO

N° TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA		NO PLASTICO	
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			
N° DE GOLPES			

LIMITE PLASTICO

N° TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO			
TARRO + SUELO SECO		NO PLASTICO	
AGUA			
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LIQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES

--

Ing. José Luis Huertas Zevallón
JEFE DE LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 3

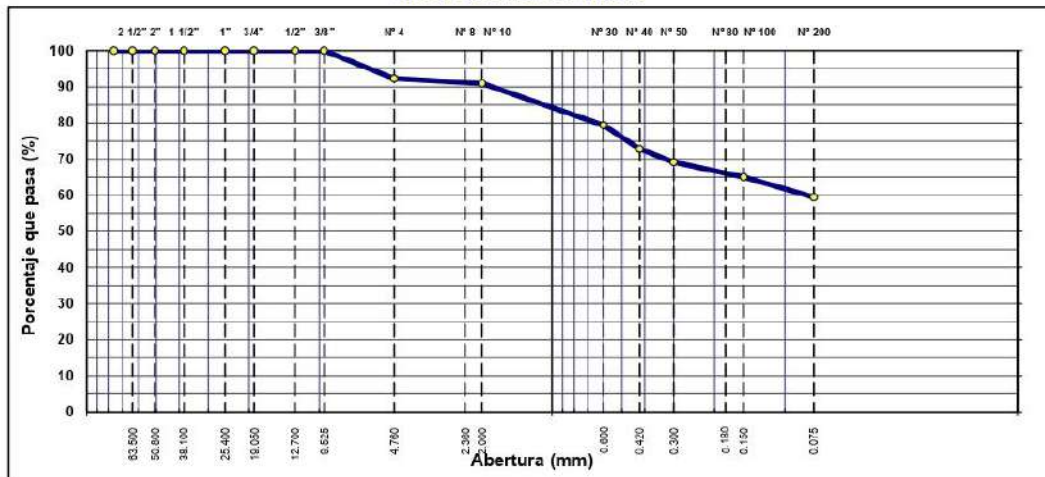
FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M2

PROFUND: 0.20 - 1.50 mts

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL = 1,040.0 gr
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO = 421.8 gr
2"	50.800					PESO FINO = 200.0 gr
1 1/2"	38.100					LÍMITE LÍQUIDO = 32.30 %
1"	25.400					LÍMITE PLÁSTICO = 18.01 %
3/4"	19.050					ÍNDICE PLÁSTICO = 14.29 %
1/2"	12.700					CLASF. AASHTO = A-6 (7)
3/8"	9.525					CLASF. SILCS = CL
1/4"	6.350				100.0	Ensayo Malla #200 P.S. Seco P.S. Lavado % 200
# 4	4.760	80	7.7	7.7	92.3	1040.0 4218 59.4
# 8	2.360					% Grava = 7.7 %
# 10	2.000	3.0	1.4	9.1	90.9	% Arena = 32.9 %
# 30	0.600	25.0	11.5	20.6	79.4	% Fino = 59.5 %
# 40	0.420	14.2	6.6	27.2	72.8	% HUMEDAD P.S.H. P.S.S % Humedad
# 50	0.300	8.0	3.7	30.9	69.2	1070.0 1040.0 2.9%
# 80	0.180					OBSERVACIONES:
# 100	0.150	9.0	4.2	35.0	65.0	
# 200	0.075	12.0	5.5	40.5	59.5	
< # 200	FONDO	128.8	59.4	100.0	0.0	
FRACCIÓN		200.0				
TOTAL		1,040.0				
Descripción suelo: Arcilla arenosa de baja plasticidad						

CURVA GRANULOMÉTRICA



José Luis Jiménez Arvizu

 JEFE DE LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 3

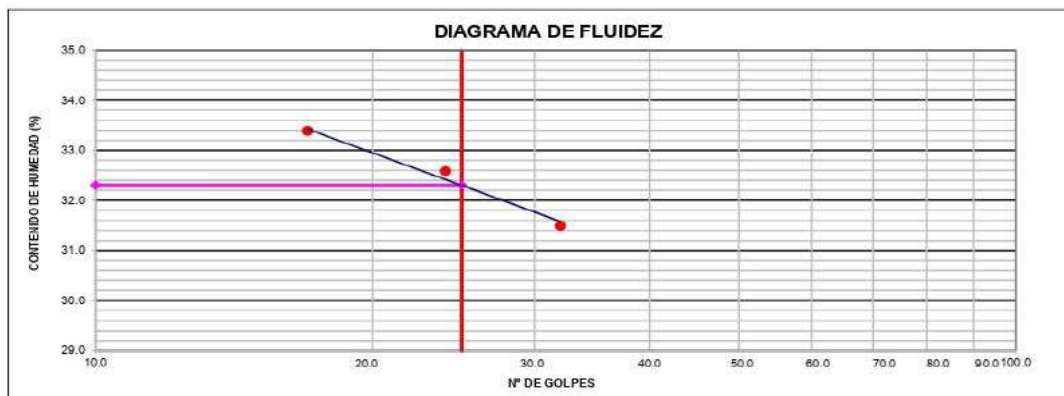
FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M2

PROFUND: 0.20 - 1.50 mts

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	1	2	3	
TARRO + SUELO HÚMEDO	44.34	46.90	46.10	
TARRO + SUELO SECO	36.48	38.20	37.60	
AGUA	7.86	8.70	8.56	
PESO DEL TARRO	11.52	11.50	11.96	
PESO DEL SUELO SECO	24.96	26.70	25.64	
% DE HUMEDAD	31.49	32.58	33.39	
N° DE GOLPES	32	24	17	

LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	6	7		
TARRO + SUELO HÚMEDO	21.20	24.66		
TARRO + SUELO SECO	19.80	23.40		
AGUA	1.40	1.26		
PESO DEL TARRO	11.80	16.60		
PESO DEL SUELO SECO	8.00	6.80		
% DE HUMEDAD	17.50	18.53		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	32.30
LÍMITE PLÁSTICO	18.01
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	14.29

OBSERVACIONES

Ing. José Luis Muertos Zevilla

 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 4

FECHA : MAYO DEL 2022

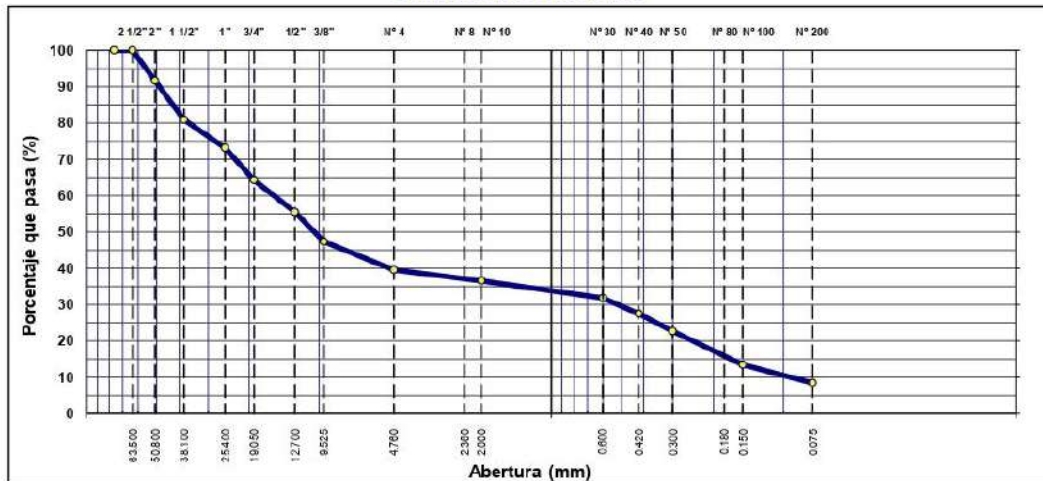
MUESTRA: M1

PROFUND: 0.00 - 0.20 mts

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL = 4.650.0 gr
2 1/2"	63.500				100.0	PESO LAVADO = 4256.2 gr
2"	50.800	390	8.4	8.4	91.6	PESO FINO = 200.0 gr
1 1/2"	38.100	500	10.8	19.1	80.9	LÍMITE LÍQUIDO = N.P. %
1"	25.400	360	7.7	26.9	73.1	LÍMITE PLÁSTICO = N.P. %
3/4"	19.050	410	8.8	35.7	64.3	ÍNDICE PLÁSTICO = N.P. %
1/2"	12.700	410	8.8	44.5	55.5	CLASF. AASHTO = A-1-a (0)
3/8"	9.525	380	8.2	52.7	47.3	CLASF. SUCCS = GP - GM
1/4"	6.350					Ensayo Malla #200 P. S. Seco. P. S. Lavado % 200
# 4	4.760	360	7.7	60.4	39.6	4650.0 4256.2 8.5
# 8	2.380					% Grava = 60.4 %
# 10	2.000	15.2	3.0	63.4	36.6	% Arena = 31.1 %
# 30	0.600	23.9	4.7	68.2	31.8	% Fino = 8.5 %
# 40	0.420	21.8	4.3	72.5	27.5	% HUMEDAD P. S. H. P. S. S % Humedad
# 50	0.300	24.6	4.9	77.4	22.7	4730.0 4650.0 1.7%
# 80	0.180					OBSERVACIONES:
# 100	0.150	46.5	9.2	86.6	13.5	
# 200	0.075	25.2	5.0	91.5	8.5	
< # 200	FONDO	42.8	8.5	100.0	0.0	
FRACCIÓN		200.0				
TOTAL		4.650.0				

Descripción suelo: Grava pobremente gradada con limo y arena

CURVA GRANULOMÉTRICA



[Handwritten signature]
 Ing. José L. Alvarez Zevilla
 REFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 4

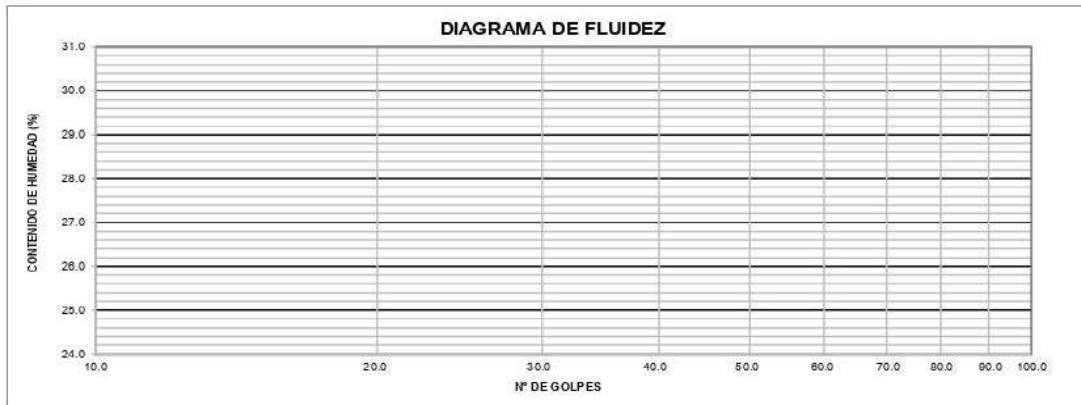
FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M1

PROFUND: 0.00 - 0.20 mts

LÍMITE LIQUIDO			
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA		NO PLASTICO	
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			
Nº DE GOLPES			

LÍMITE PLÁSTICO			
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO			
TARRO + SUELO SECO		NO PLASTICO	
AGUA			
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES

[Handwritten signature]
 Sr. JOSÉ LUIS ZAVOLA
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 4

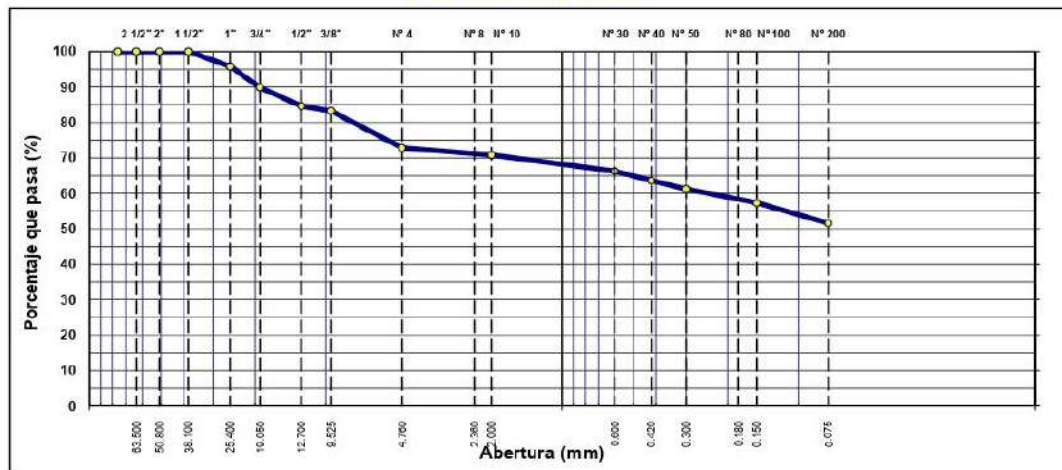
FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M2

PROFUND: 0.20 - 1.50 mts

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
3"	76.200					PESO TOTAL	=	1.240.0	gr	
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO	=	600.2	gr	
2"	50.800					PESO FINO	=	200.0	gr	
1 1/2"	38.100				100.0	LÍMITE LÍQUIDO	=	28.71	%	
1"	25.400	52	4.2	4.2	95.8	LÍMITE PLÁSTICO	=	17.57	%	
3/4"	19.050	73	5.9	10.1	89.9	ÍNDICE PLÁSTICO	=	11.14	%	
1/2"	12.700	65	5.2	15.3	84.7	CLASF. AASHTO	=	A-6	(4)	
3/8"	9.525	17	1.4	16.7	83.3	CLASF. SUCCS	=	CL		
1/4"	6.350					Ensayo Malla #200	=	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 4	4.760	130	10.5	27.2	72.8		=	1240.0	600.2	51.6
# 8	2.360					% Grava	=	27.2	%	
# 10	2.000	5.4	2.0	29.1	70.9	% Arena	=	21.2	%	
# 30	0.600	12.5	4.6	33.7	66.3	% Fino	=	51.6	%	
# 40	0.420	7.3	2.7	36.4	63.7	% HUMEDAD	=	P.S.H.	P.S.S	% Humedad
# 50	0.300	6.6	2.4	38.8	61.3		=	1270.0	1240.0	2.4%
# 80	0.180					OBSERVACIONES:				
# 100	0.150	10.8	3.9	42.7	57.3					
# 200	0.075	15.7	5.7	48.4	51.6					
<# 200	FONDO	141.7	51.6	100.0	0.0					
FRACCIÓN	200.0									
TOTAL	1.240.0									
Descripción suelo:		Arcilla gravosa de baja plasticidad con arena								

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. José Luis Huerta Zevola
 DIRECTOR LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 4

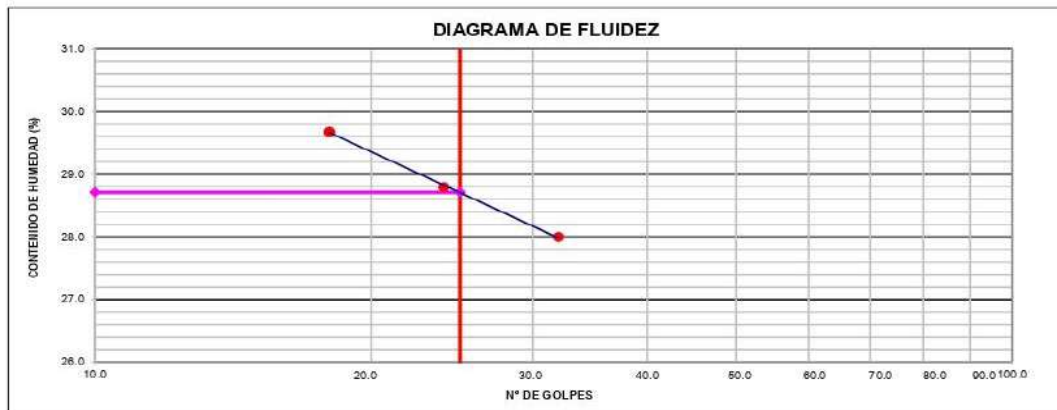
FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M2

PROFUND: 0.20 - 1.50 mts

LIMITE LIQUIDO				
Nº TARRO	2	1	4	
TARRO + SUELO HÚMEDO	43.73	41.40	37.98	
TARRO + SUELO SECO	36.68	34.72	31.92	
AGUA	7.05	6.68	6.06	
PESO DEL TARRO	11.50	11.52	11.50	
PESO DEL SUELO SECO	25.18	23.20	20.42	
% DE HUMEDAD	28.00	28.79	29.68	
Nº DE GOLPES	32	24	18	

LIMITE PLASTICO				
Nº TARRO	3	6		
TARRO + SUELO HÚMEDO	23.22	22.75		
TARRO + SUELO SECO	21.52	21.13		
AGUA	1.70	1.62		
PESO DEL TARRO	11.96	11.80		
PESO DEL SUELO SECO	9.56	9.33		
% DE HUMEDAD	17.78	17.36		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO	28.71
LÍMITE PLÁSTICO	17.57
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	11.14

OBSERVACIONES

GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

 Oficina Central de Subvenciones

 Ing. José Luis Huertas Zevaila

 DIRECTOR LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 5

FECHA : MAYO DEL 2022

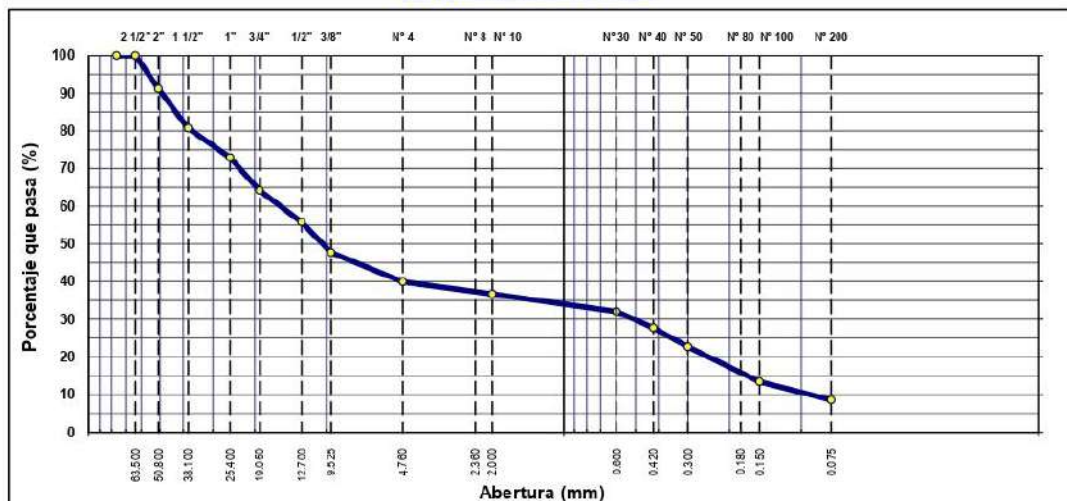
MUESTRA: M1

PROFUND: 0.00 - 0.40 mts

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					PESO TOTAL	=	4.590.0	gr
2 1/2"	63.500				100.0	PESO LAVADO	=	4196.6	gr
2"	50.800	405	8.8	8.8	91.2	PESO FINO	=	200.0	gr
1 1/2"	38.100	480	10.5	19.3	80.7	LÍMITE LÍQUIDO	=	N.P.	%
1"	25.400	360	7.8	27.1	72.9	LÍMITE PLÁSTICO	=	N.P.	%
3/4"	19.050	400	8.7	35.8	64.2	ÍNDICE PLÁSTICO	=	N.P.	%
1/2"	12.700	385	8.4	44.2	55.8	CLASF AASHTO	=	A-1-a	(0)
3/8"	9.525	370	8.1	52.3	47.7	CLASF SUCCS	=	GP - GM	
1/4"	6.350					Ensayo Malla #200	P. S. Seco	P. S. Lavado	% 200
# 4	4.760	360	7.8	60.1	39.9		4590.0	4196.6	8.6
# 8	2.360					% Grava	=	60.1	%
# 10	2.000	16.0	3.2	63.3	36.7	% Arena	=	31.3	%
# 30	0.600	23.4	4.7	68.0	32.0	% Fino	=	8.6	%
# 40	0.420	21.8	4.3	72.3	27.7	% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S.	% Humedad
# 50	0.300	25.1	5.0	77.3	22.7		4680.0	4590.0	2.0%
# 80	0.180					OBSERVACIONES:			
# 100	0.150	46.5	9.3	86.6	13.4				
# 200	0.075	24.2	4.8	91.4	8.5				
< # 200	FONDO	43.0	8.6	100.0	0.0				
FRACCIÓN		200.0							
TOTAL		4.590.0							

Descripción suelo: Grava pobremente gradada con limo y arena

CURVA GRANULOMÉTRICA



[Handwritten signature]
Ing. José Luis Huerta Zevallos
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 5

FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M1

PROFUND: 0.00 - 0.40 mts

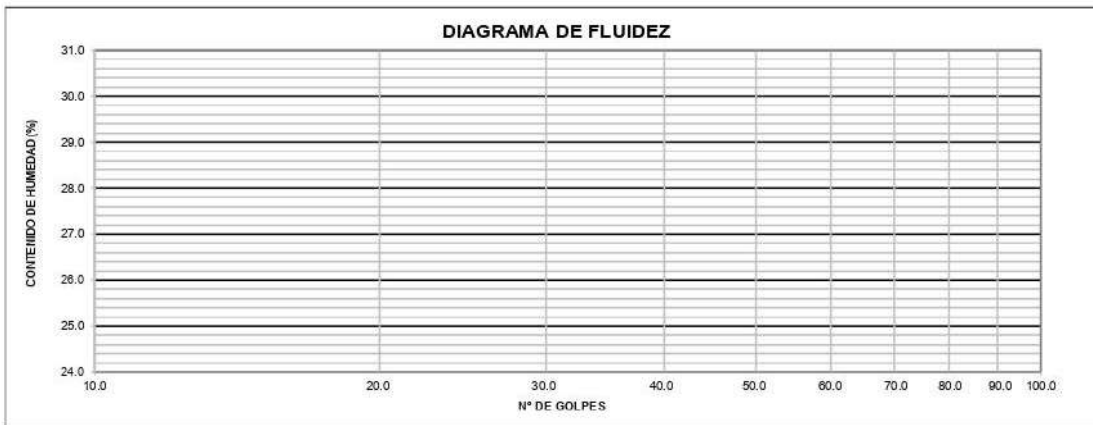
LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA			NO PLASTICO	
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
Nº DE GOLPES				

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO			NO PLASTICO	
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES

--



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES
LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 5

FECHA : MAYO DEL 2022

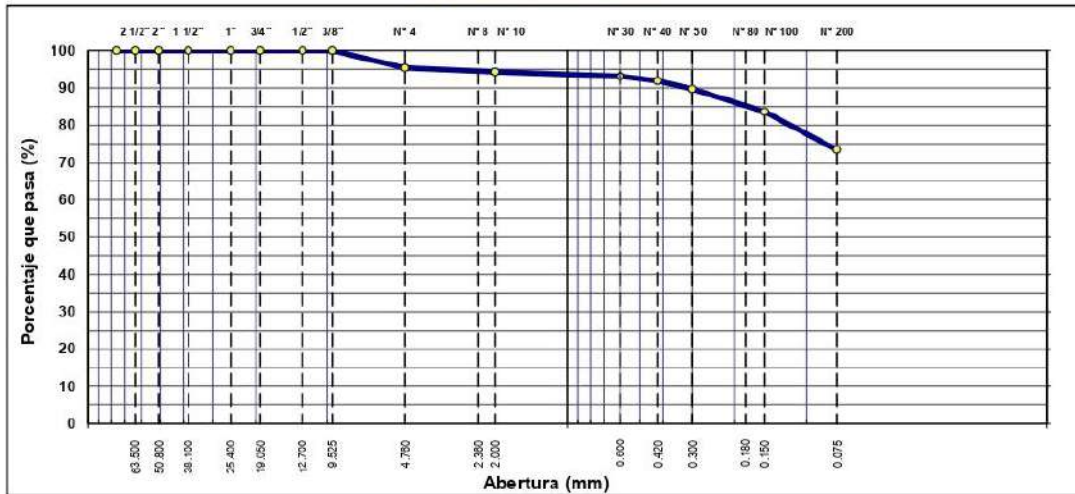
MUESTRA: M2

PROFUND: 0.40 - 0.80 mts

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL = 1.300,0 gr
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO = 345,8 gr
2"	50.800					PESO FINO = 200,0 gr
1 1/2"	38.100					LÍMITE LÍQUIDO = 41,27 %
1"	25.400					LÍMITE PLÁSTICO = 18,30 %
3/4"	19.050					ÍNDICE PLÁSTICO = 22,97 %
1/2"	12.700					CLASF AASHTO = A 7-6 (13)
3/8"	9.525					CLASF SUCCS = CL
1/4"	6.350				100,0	Ensayo Malla #200 : P.S.Seco. P.S.Lavado % 200
# 4	4.760	60	4.6	4.6	95.4	1300.0 345.8 73.4
# 8	2.360					% Grava = 4,6 %
# 10	2.000	2,3	1,1	5,7	94,3	% Arena = 22,0 %
# 30	0.600	2,4	1,1	6,9	93,1	% Fino = 73,4 %
# 40	0.420	2,6	1,2	8,1	91,9	% HUMEDAD : P.S.H. P.S.S % Humedad
# 50	0.300	4,6	2,2	10,3	89,7	1380.0 1300.0 6.2%
# 80	0.180					OBSERVACIONES:
# 100	0.150	12,8	6,1	16,4	83,6	
# 200	0.075	21,4	10,2	26,6	73,4	
< # 200	FONDO	153,9	73,4	100,0	0,0	
FRACCIÓN		200,0				
TOTAL		1.300,0				

Descripción suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena

CURVA GRANULOMETRICA




Ing. José Luis Huertos Zevillón
INGENIERO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 5

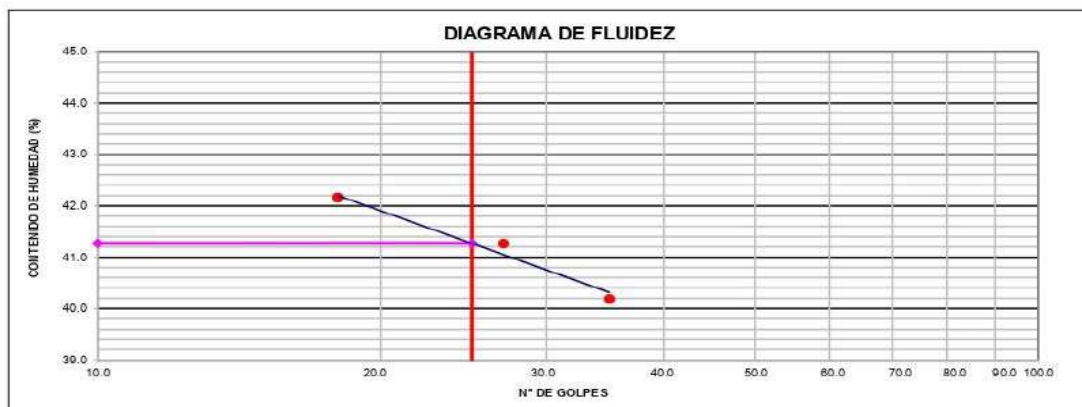
FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M2

PROFUND: 0.40 - 0.80 mts

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO	10	20	4	
TARRO + SUELO HÚMEDO	38.05	35.68	38.55	
TARRO + SUELO SECO	31.93	30.06	30.86	
AGUA	6.12	5.62	7.69	
PESO DEL TARRO	16.70	16.44	12.62	
PESO DEL SUELO SECO	15.23	13.62	18.24	
% DE HUMEDAD	40.18	41.26	42.16	
N° DE GOLPES	35	27	18	

LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO	17	8		
TARRO + SUELO HÚMEDO	17.42	24.13		
TARRO + SUELO SECO	16.54	22.92		
AGUA	0.88	1.21		
PESO DEL TARRO	11.50	16.60		
PESO DEL SUELO SECO	5.04	6.32		
% DE HUMEDAD	17.46	19.15		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	41.27
LÍMITE PLÁSTICO	18.30
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	22.97

OBSERVACIONES


 Ing. José Luis Huerto Zevallos
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 5

FECHA : MAYO DEL 2022

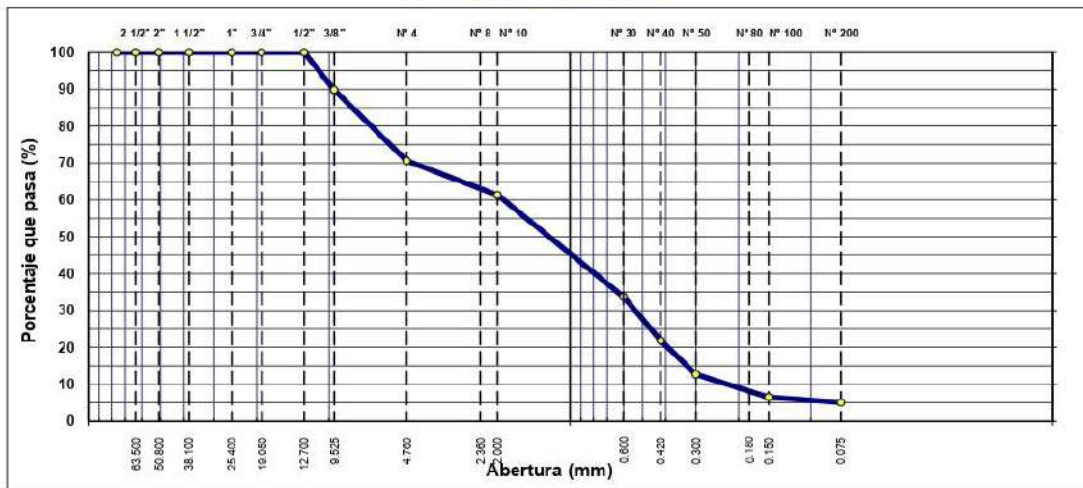
MUESTRA: M3

PROFUND: 0.80 - 1.50 mts

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					PESO TOTAL	=	2.390.0	gr
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO	=	2268.5	gr
2"	50.800				100.0	PESO FINO	=	200.0	gr
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0	LÍMITE LÍQUIDO	=	N.P.	%
1"	25.400		0.0	0.0	100.0	LÍMITE PLÁSTICO	=	N.P.	%
3/4"	19.050		0.0	0.0	100.0	ÍNDICE PLÁSTICO	=	N.P.	%
1/2"	12.700		0.0	0.0	100.0	CLASF. AASHTO	=	A-1-b (0)	
3/8"	9.525	243	10.2	10.2	89.8	CLASF. SUCCS	=	SP - SM	
1/4"	6.350					Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 4	4.760	460	19.3	29.4	70.6		2390.0	2268.5	5.1
# 8	2.360					% Grava	=	29.4	%
# 10	2.000	26.3	9.3	38.7	61.3	% Arena	=	65.5	%
# 30	0.600	78.1	27.6	66.3	33.7	% Fino	=	5.1	%
# 40	0.420	33.9	12.0	78.2	21.8	% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S.	% Humedad
# 50	0.300	25.9	9.1	87.4	12.6		2420.0	2390.0	1.3%
# 80	0.180					OBSERVACIONES:			
# 100	0.150	17.3	6.1	93.5	6.5				
# 200	0.075	4.1	1.4	94.9	5.1				
< # 200	FONDO	14.4	5.1	100.0	0.0				
FRACCIÓN	200.0								
TOTAL	2,390.0								

Descripción suelo: Arena pobremente gradada con limo y grava

CURVA GRANULOMÉTRICA



[Handwritten signature]
 Ing. José Luis Huerto Novillo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 5

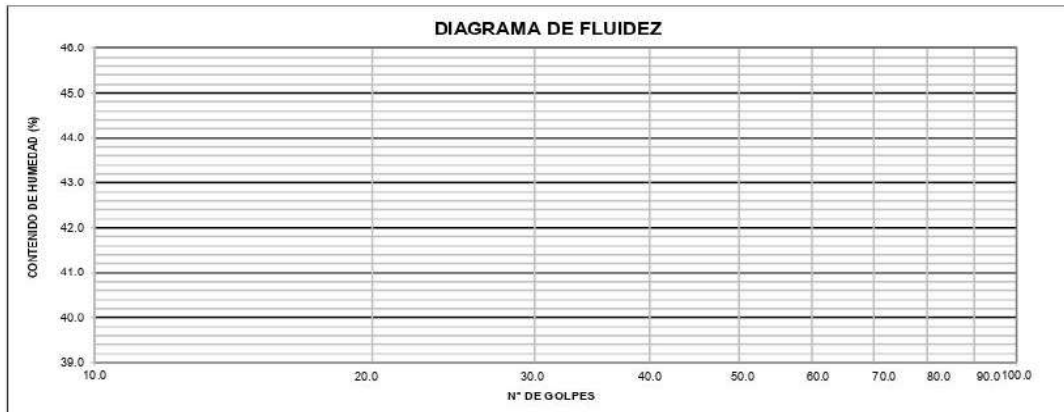
FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M3

PROFUND: 0.80 - 1.50 mts

LÍMITE LÍQUIDO				
N° TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA			NO PLASTICO	
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
N° DE GOLPES				

LÍMITE PLÁSTICO				
N° TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO			NO PLASTICO	
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES

Ing. José Luis Huertas Zevallón
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 6

FECHA : MAYO DEL 2022

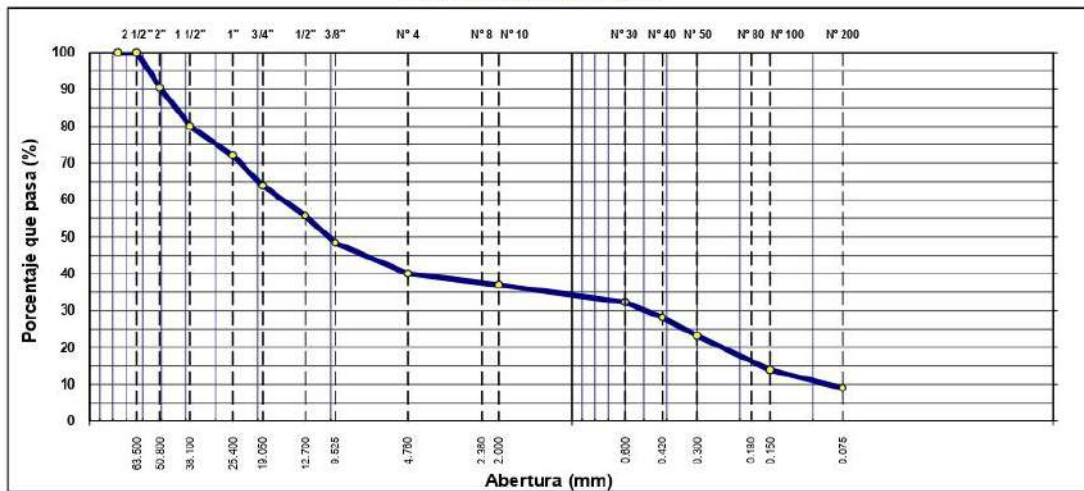
MUESTRA: M1

PROFUND: 0.00 - 0.40 mts

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL = 4.800.0 gr
2 1/2"	63.500				100.0	PESO LAVADO = 4368.0 gr
2"	50.800	460	9.6	9.6	90.4	PESO FINO = 200.0 gr
1 1/2"	38.100	500	10.4	20.0	80.0	LÍMITE LÍQUIDO = N.P. %
1"	25.400	380	7.9	27.9	72.1	LÍMITE PLÁSTICO = N.P. %
3/4"	19.050	395	8.2	36.2	63.8	INDICE PLÁSTICO = N.P. %
1/2"	12.700	390	8.1	44.3	55.7	CLASF. AASHTO = A-1-a (0)
3/8"	9.525	355	7.4	51.7	48.3	CLASF. SUCCS = GP - GM
1/4"	6.350					Ensayo Malla #200
# 4	4.760	400	8.3	60.0	40.0	P.S. Seco = 4800.0
# 8	2.360					P.S. Lavado = 4368.0
# 10	2.000	15.2	3.0	63.1	37.0	% Grava = 60.0 %
# 30	0.600	23.4	4.7	67.7	32.3	% Arena = 31.0 %
# 40	0.420	20.7	4.1	71.9	28.1	% Fino = 9.0 %
# 50	0.300	25.1	5.0	76.9	23.1	% HUMEDAD = P.S.H = 4930.0
# 80	0.180					P.S.S = 4800.0
# 100	0.150	46.0	9.2	86.1	13.9	% Humedad = 2.7%
# 200	0.075	24.6	4.9	91.0	9.0	OBSERVACIONES:
< # 200	FONDO	45.0	9.0	100.0	0.0	
FRACCIÓN		200.0				
TOTAL		4.800.0				

Descripción suelo: Grava pobremente gradada con limo y arena

CURVA GRANULOMÉTRICA



[Handwritten signature]
 Ing. José Luis Martínez Leyva
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 6

FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M1

PROFUND: 0.00 - 0.40 mts

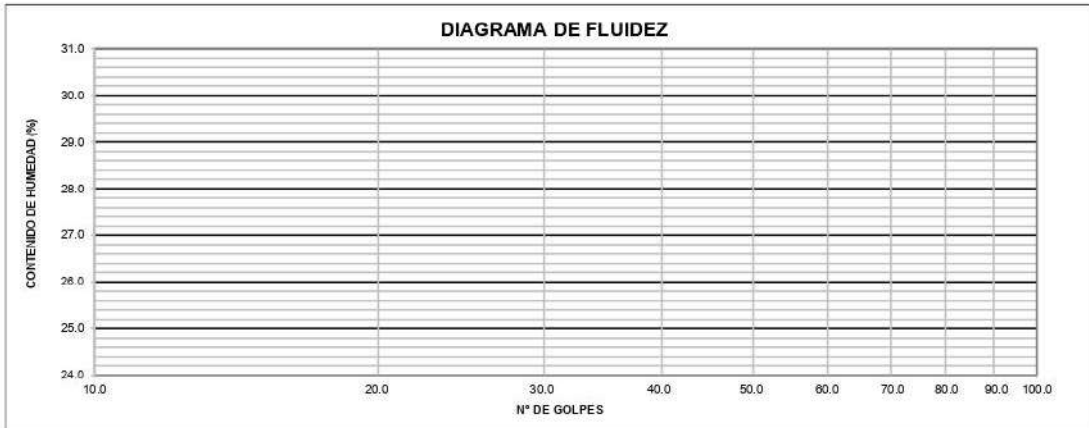
LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA			NO PLASTICO	
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
Nº DE GOLPES				

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO			NO PLASTICO	
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES

--

DR. JOSÉ L. HUERTAS ZEVALLOS
JEFE DE LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 6

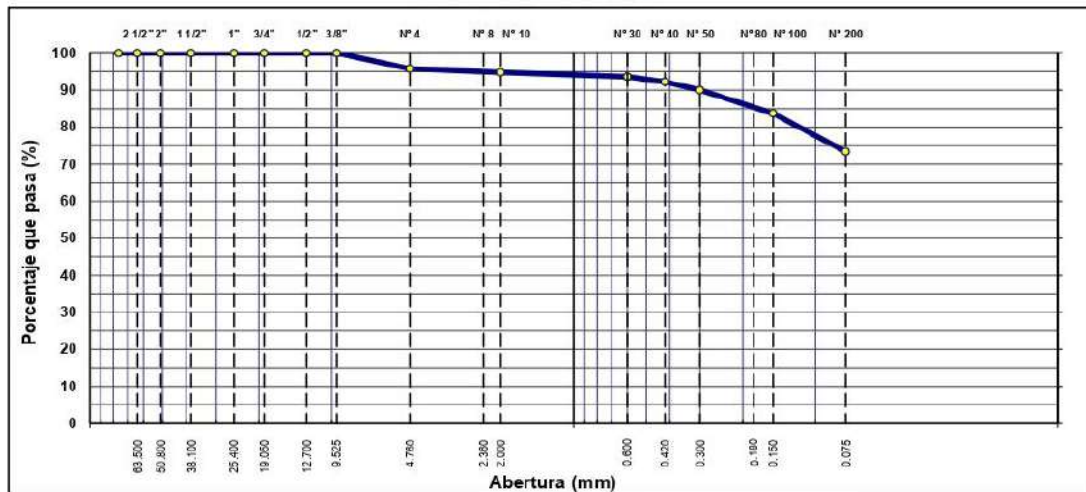
FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M2

PROFUND: 0.40 - 0.80 mts

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					PESO TOTAL	=	1.300,0	gr
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO	=	345,7	gr
2"	50.800					PESO FINO	=	200,0	gr
1 1/2"	38.100					LÍMITE LÍQUIDO	=	40,00	%
1"	25.400					LÍMITE PLÁSTICO	=	18,30	%
3/4"	19.050					ÍNDICE PLÁSTICO	=	21,70	%
1/2"	12.700					CLASF. AASHTO	=	A-6	(13)
3/8"	9.525					CLASF. SUCCS	=	CL	
1/4"	6.350				100,0	Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200
# 4	4.760	55	4,2	4,2	95,8		1300,0	345,7	73,4
# 8	2.360					% Grava	=	4,2	%
# 10	2.000	2,0	1,0	5,2	94,8	% Arena	=	22,4	%
# 30	0.600	2,5	1,2	6,4	93,6	% Fino	=	73,4	%
# 40	0.420	2,8	1,3	7,7	92,3	% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humedad
# 50	0.300	4,8	2,3	10,0	90,0		1380,0	1300,0	6,2%
# 80	0.180					OBSERVACIONES:			
# 100	0.150	13,0	6,2	16,3	83,7				
# 200	0.075	21,6	10,3	26,6	73,4				
< # 200	FONDO	153,3	73,4	100,0	0,0				
FRACCIÓN		200,0							
TOTAL		1.300,0							
Descripción suelo:		Arcilla de baja plasticidad con arena							

CURVA GRANULOMÉTRICA



[Handwritten signature]
 Ing. José Luis Huerta Zevallos
 INFL DE LABS
 2022



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 6

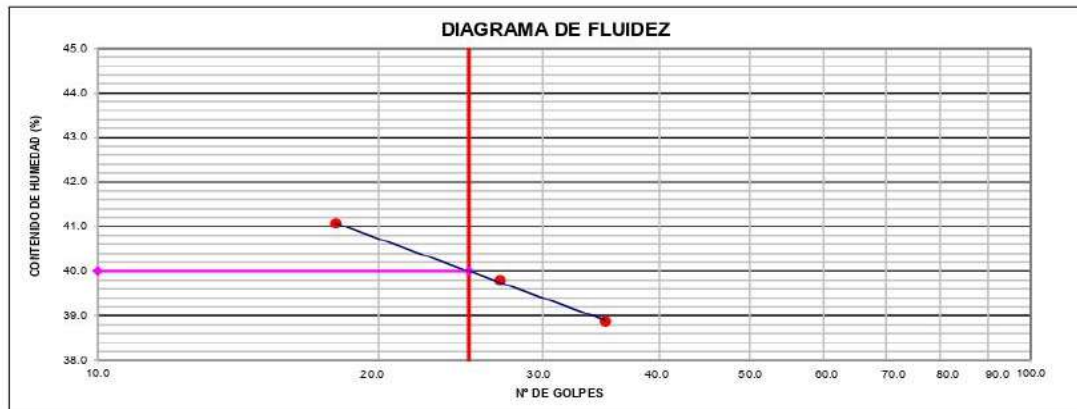
FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M2

PROFUND: 0.40 - 0.80 mts

LÍMITE LIQUIDO				
N° TARRO	12	2	14	
TARRO + SUELO HÚMEDO	37.85	35.48	38.35	
TARRO + SUELO SECO	31.93	30.06	30.86	
AGUA	5.92	5.42	7.49	
PESO DEL TARRO	16.70	16.44	12.62	
PESO DEL SUELO SECO	15.23	13.62	18.24	
% DE HUMEDAD	38.87	39.79	41.06	
N° DE GOLPES	35	27	18	

LÍMITE PLASTICO				
N° TARRO	5	1		
TARRO + SUELO HÚMEDO	17.42	24.13		
TARRO + SUELO SECO	16.54	22.92		
AGUA	0.88	1.21		
PESO DEL TARRO	11.50	16.60		
PESO DEL SUELO SECO	5.04	6.32		
% DE HUMEDAD	17.46	19.15		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO	40.00
LÍMITE PLÁSTICO	18.30
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	21.70

OBSERVACIONES

Ing. José Luis Huertas Zevallón
 INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 INGENIERO EN CALIFICACION DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 6

FECHA : MAYO DEL 2022

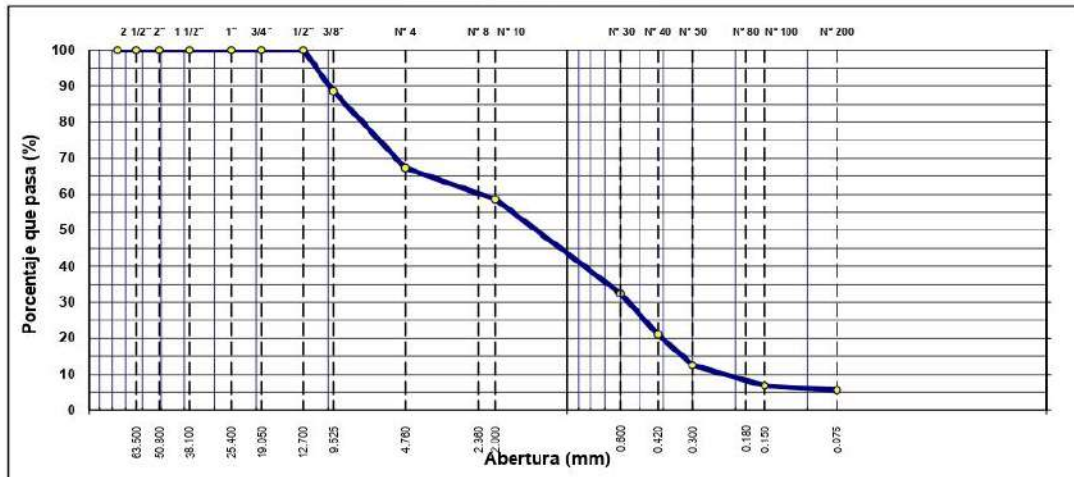
MUESTRA: M3

PROFUND: 0.80 - 1.50 mts

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200					PESO TOTAL	=	2.100,0	gr
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO	=	1982,8	gr
2"	50.800				100,0	PESO FINO	=	200,0	gr
1 1/2"	38.100		0,0	0,0	100,0	LÍMITE LÍQUIDO	=	N.P.	%
1"	25.400		0,0	0,0	100,0	LÍMITE PLÁSTICO	=	N.P.	%
3/4"	19.050		0,0	0,0	100,0	ÍNDICE PLÁSTICO	=	N.P.	%
1/2"	12.700		0,0	0,0	100,0	CLASF. AASHTO	=	A-1-b (0)	
3/8"	9.525	238	11,3	11,3	88,7	CLASF. SUCCS	=	SP - SM	
1/4"	6.350					Ensayo Malla #200	P.S. Seco.	P.S. Lavado	% 200
# 4	4.760	450	21,4	32,8	67,2		2100,0	1982,8	5,6
# 8	2.360					% Grava	=	32,8	%
# 10	2.000	26,0	8,7	41,5	58,5	% Arena	=	61,7	%
# 30	0.600	77,8	26,2	67,7	32,3	% Fino	=	5,6	%
# 40	0.420	33,6	11,3	79,0	21,0	% HUMEDAD	P.S.H.	P.S.S	% Humedad
# 50	0.300	25,4	8,5	87,5	12,5		2130,0	2100,0	1,4%
# 80	0.180					OBSERVACIONES:			
# 100	0.150	17,0	5,7	93,2	6,8				
# 200	0.075	3,6	1,2	94,4	5,6				
< # 200	FONDO	16,6	5,6	100,0	0,0				
FRACCIÓN		200,0							
TOTAL		2.100,0							

Descripción suelo: Arena pobremente gradada con limo y grava

CURVA GRANULOMÉTRICA



DR. JOSE LUIS GONZALEZ

 JEFE DE LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 6

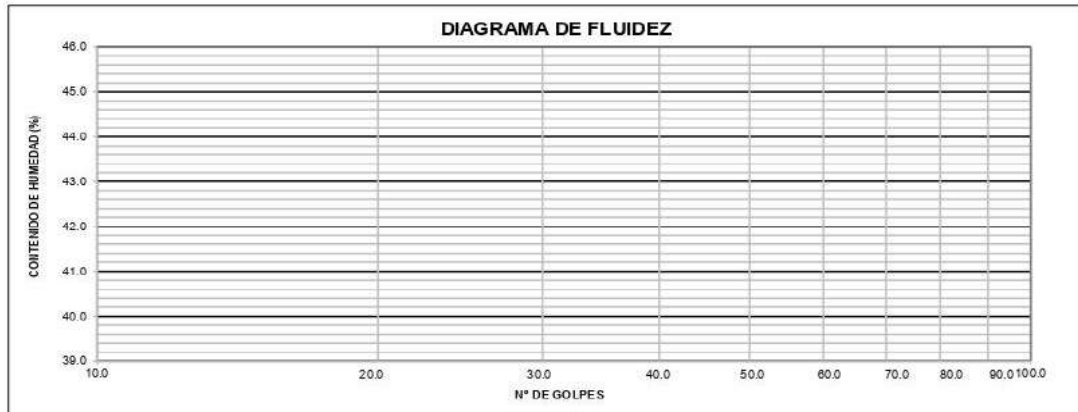
FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M3

PROFUND: 0.80 - 1.50 mts

LÍMITE LÍQUIDO				
Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA			NO PLÁSTICO	
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
Nº DE GOLPES				

LÍMITE PLÁSTICO				
Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA			NO PLÁSTICO	
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES

JOSÉ L. NAVAS ARMAS
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 7

FECHA : MAYO DEL 2022

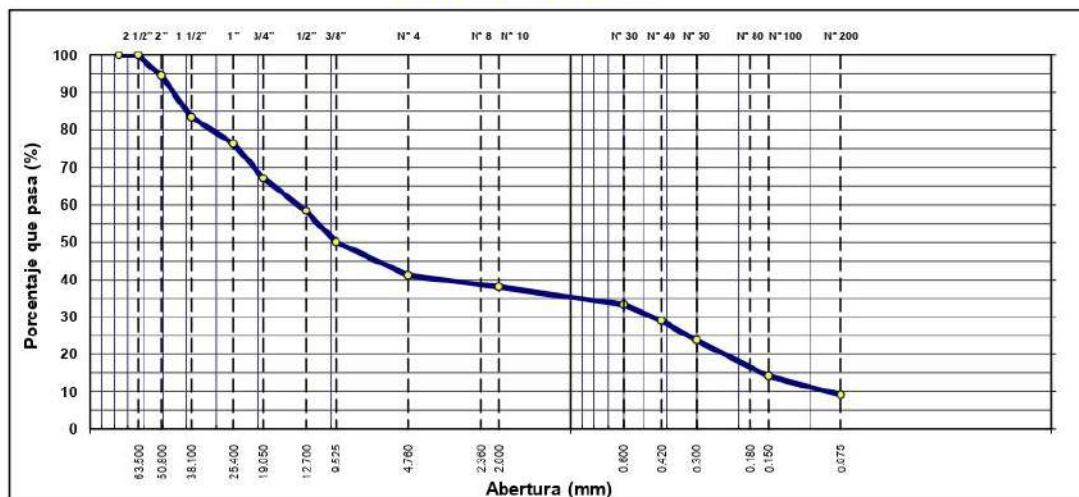
MUESTRA: M1

PROFUND: 0.00 - 0.40 mts

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL = 4 350.0 gr
2 1/2"	63.500				100.0	PESO LAVADO = 3953.5 gr
2"	50.800	240	5.5	5.5	94.5	PESO FINO = 200.0 gr
1 1/2"	38.100	480	11.0	16.6	83.5	LÍMITE LÍQUIDO = N.P. %
1"	25.400	310	7.1	23.7	76.3	LÍMITE PLÁSTICO = N.P. %
3/4"	19.050	400	9.2	32.9	67.1	ÍNDICE PLÁSTICO = N.P. %
1/2"	12.700	380	8.7	41.6	58.4	CLASF. AASHTO = A-1-a (0)
3/8"	9.525	360	8.3	49.9	50.1	CLASF. SUCCS = GP - GM
1/4"	6.350					Ensayo Mala #200 P.S.Seco. P.S.Lavado % 200
# 4	4.750	390	9.0	58.9	41.1	4350.0 3953.5 9.1
# 8	2.360					% Grava = 58.9 %
# 10	2.000	15.0	3.1	62.0	38.1	% Arena = 32.0 %
# 30	0.600	23.4	4.8	66.8	33.2	% Fino = 9.1 %
# 40	0.420	20.8	4.3	71.0	29.0	% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humedad
# 50	0.300	25.2	5.2	76.2	23.8	44.10.0 4350.0 1.4%
# 80	0.180					OBSERVACIONES:
# 100	0.150	46.8	9.6	85.8	14.2	
# 200	0.075	24.5	5.0	90.9	9.1	
< # 200 FONDO		44.3	9.1	100.0	0.0	
FRACCIÓN		200.0				
TOTAL		4,350.0				

Descripción suelo: Grava pobremente gradada con limo y arena

CURVA GRANULOMÉTRICA



[Handwritten signature]
Ing. José L. Rodríguez Zayas
JEFE DEL LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 7

FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M1

PROFUND: 0.00 - 0.40 mts

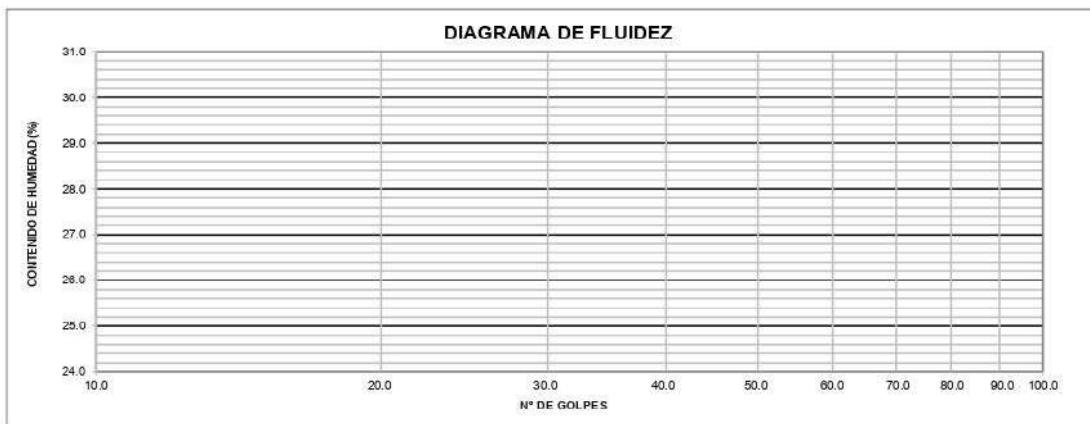
LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUJA		NO PLASTICO		
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
Nº DE GOLPES				

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO		NO PLASTICO		
AGUJA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LIQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES

--

Ing. José Luis Huerto Zevallón
DIRECTOR DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 7

FECHA : MAYO DEL 2022

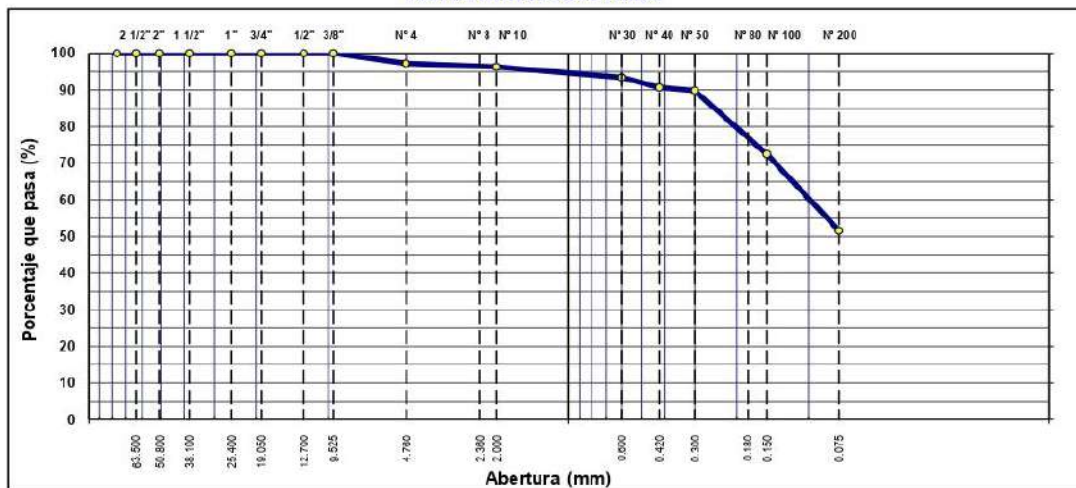
MUESTRA: M2

PROFUND: 0.40 - 0.70 mts

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					FESO TOTAL = 1.800.0 gr
2 1/2"	63.500					FESO LAVADO = 871.6 gr
2"	50.800					FESO FINO = 200.0 gr
1 1/2"	38.100					LIMITE LIQUIDO = 24.26 %
1"	25.400					LIMITE PLÁSTICO = 15.65 %
3/4"	19.050					ÍNDICE PLÁSTICO = 8.61 %
1/2"	12.700					CLASF. AASHTO = A-4 (4)
3/8"	9.525					CLASF. SUCCS = CL
1/4"	6.350				100.0	Ensayo Malla #200 : P.S. Seco. : P.S. Lavado : % 200
# 4	4.760	50	2.8	2.8	97.2	1800.0 : 871.6 : 51.6
# 8	2.360					% Grava = 28 %
# 10	2.000	1.9	0.9	3.7	96.3	% Arena = 45.6 %
# 30	0.600	6.0	2.9	6.6	93.4	% Fino = 51.6 %
# 40	0.420		2.7	9.3	90.7	% HUMEDAD : P.S.H. : P.S.S. : % Humedad
# 50	0.300	1.7	0.8	10.2	89.8	1860.0 : 1800.0 : 3.3%
# 80	0.180					OBSERVACIONES:
# 100	0.150	35.7	17.4	27.5	72.5	
# 200	0.075	43.0	20.9	48.4	51.6	
< # 200	FONDO	106.1	51.6	100.0	0.0	
FRACCIÓN		200.0				
TOTAL		1.800.0				

Descripción suelo: Arcilla arenosa de baja plasticidad

CURVA GRANULOMÉTRICA



[Handwritten signature]
Ing. José Luis...
JEFE DE LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 7

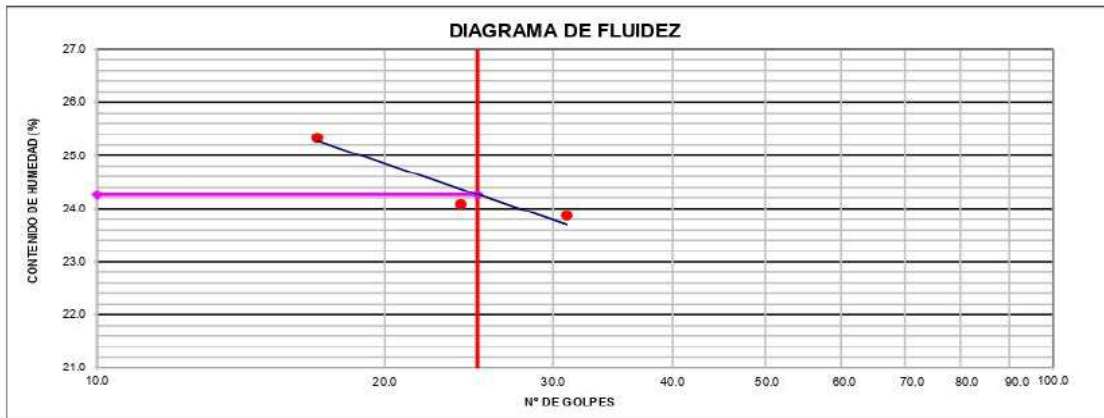
FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M2

PROFUND: 0.40 - 0.70 mts

LÍMITE LÍQUIDO				
Nº TARRO	4	1	11	
TARRO + SUELO HÚMEDO	40.25	39.24	38.94	
TARRO + SUELO SECO	34.71	33.86	33.62	
AGUA	5.54	5.38	5.32	
PESO DEL TARRO	11.50	11.52	12.62	
PESO DEL SUELO SECO	23.21	22.34	21.00	
% DE HUMEDAD	23.87	24.08	25.33	
Nº DE GOLPES	31	24	17	

LÍMITE PLÁSTICO				
Nº TARRO	13	14		
TARRO + SUELO HÚMEDO	23.86	22.98		
TARRO + SUELO SECO	22.04	22.00		
AGUA	1.02	0.98		
PESO DEL TARRO	16.30	15.76		
PESO DEL SUELO SECO	6.54	6.24		
% DE HUMEDAD	15.60	15.71		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	24.26
LÍMITE PLÁSTICO	15.65
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	8.61

OBSERVACIONES


 Ing. José Luis Huerta Zevilla
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 7

FECHA : MAYO DEL 2022

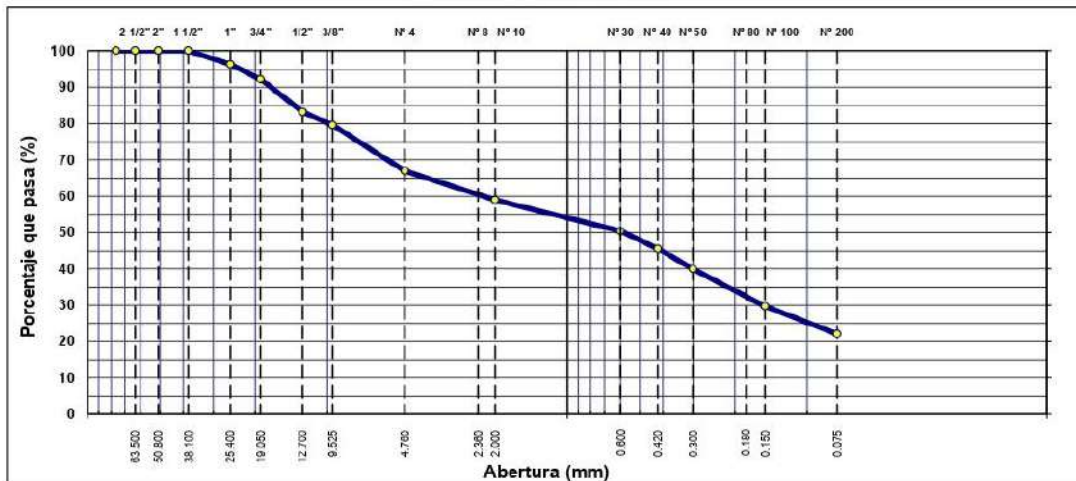
MUESTRA: M3

PROFUND: 0.70 - 1.50 mts

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL = 3.400.0 gr
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO = 2648.6 gr
2"	50.800					PESO FINO = 200.0 gr
1 1/2"	38.100				100.0	LÍMITE LÍQUIDO = 27.68 %
1"	25.400	125	3.7	3.7	96.3	LÍMITE PLÁSTICO = 15.35 %
3/4"	19.050	140	4.1	7.8	92.2	ÍNDICE PLÁSTICO = 12.33 %
1/2"	12.700	306	9.0	16.8	83.2	CLASF. AASHTO = A-2-6 (0)
3/8"	9.525	122	3.6	20.4	79.6	CLASF. SUCCS = SC
1/4"	6.350					Ensayo Malla #200 P.S. Seco. P.S. Lavado % 200
# 4	4.750	430	12.7	33.0	67.0	3400.0 2648.6 22.1
# 8	2.360					% Grava = 33.0 %
# 10	2.000	23.8	8.0	41.0	59.0	% Arena = 44.9 %
# 30	0.600	25.6	8.6	49.6	50.4	% Fino = 22.1 %
# 40	0.420	14.5	4.9	54.4	45.6	% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humedad
# 50	0.300	16.8	5.6	60.1	40.0	3500.0 3400.0 2.9%
# 80	0.180					OBSERVACIONES:
# 100	0.150	30.7	10.3	70.3	29.7	
# 200	0.075	22.6	7.6	77.9	22.1	
<# 200	FONDO	66.0	22.1	100.0	0.0	
FRACCIÓN		200.0				
TOTAL		3,400.0				

Descripción suelo: Arena arcillosa con grava

CURVA GRANULOMÉTRICA



[Handwritten signature]
 Ing. José L. ...
 JEFE DE LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 8

FECHA : MAYO DEL 2022

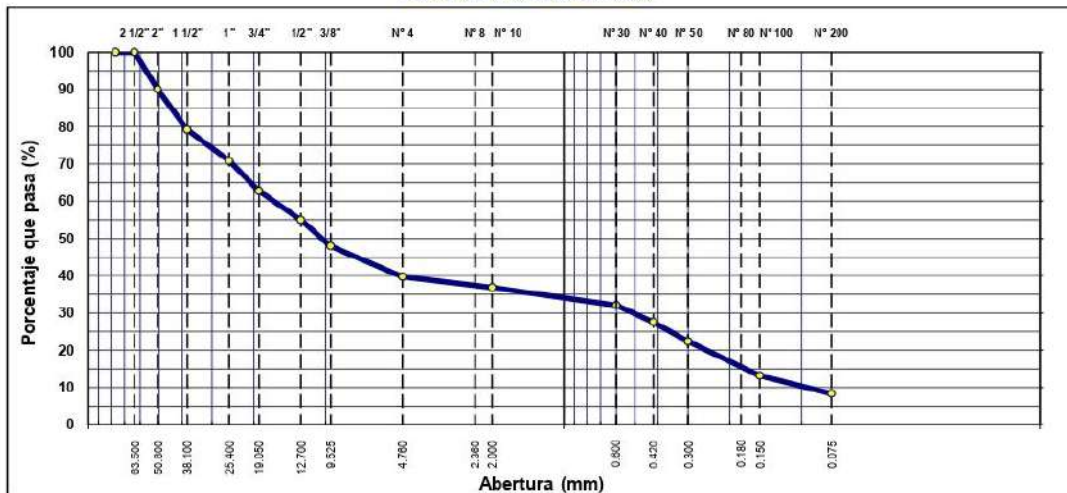
MUESTRA: M1

PROFUND: 0.00 - 0.40 mts

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL = 4.820.0 gr
2 1/2"	63.500				100.0	PESO LAVADO = 4417.9 gr
2"	50.800	480	10.0	10.0	90.0	PESO FINO = 200.0 gr
1 1/2"	38.100	525	10.9	20.9	79.2	LÍMITE LÍQUIDO = N.P. %
1"	25.400	400	8.3	29.2	70.9	LÍMITE PLÁSTICO = N.P. %
3/4"	19.050	390	8.1	37.2	62.8	ÍNDICE PLÁSTICO = N.P. %
1/2"	12.700	375	7.8	45.0	55.0	CLASF. AASHTO = A-1-a (0)
3/8"	9.525	340	7.1	52.1	47.9	CLASF. SUCCS = GP - GM
1/4"	6.350					Ensayo Malla #200 P.S. Seco. P.S. Lavado % 200
# 4	4.750	395	8.2	60.3	39.7	4820.0 4417.9 8.3
# 8	2.300					% Grava = 80.3 %
# 10	2.000	14.5	2.9	63.2	36.9	% Arena = 31.4 %
# 30	0.600	24.3	4.8	68.0	32.0	% Fino = 8.3 %
# 40	0.420	22.6	4.5	72.5	27.5	% HUMEDAD = P.S.H. P.S.S. % Humedad
# 50	0.300	26.0	5.2	77.6	22.4	4930.0 4820.0 2.3%
# 80	0.180					OBSERVACIONES:
# 100	0.150	46.5	9.2	86.9	13.1	
# 200	0.075	24.1	4.8	91.7	8.3	
< # 200	FONDO	42.0	8.3	100.0	0.0	
FRACCIÓN		200.0				
TOTAL		4.820.0				

Descripción suelo: Grava pobremente gradada con limo y arena

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. José Luis Huertas-Cevallos

 JEFE DE LABORATORIO



**GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETOS**

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 8

FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M1

PROFUND: 0.00 - 0.40 mts

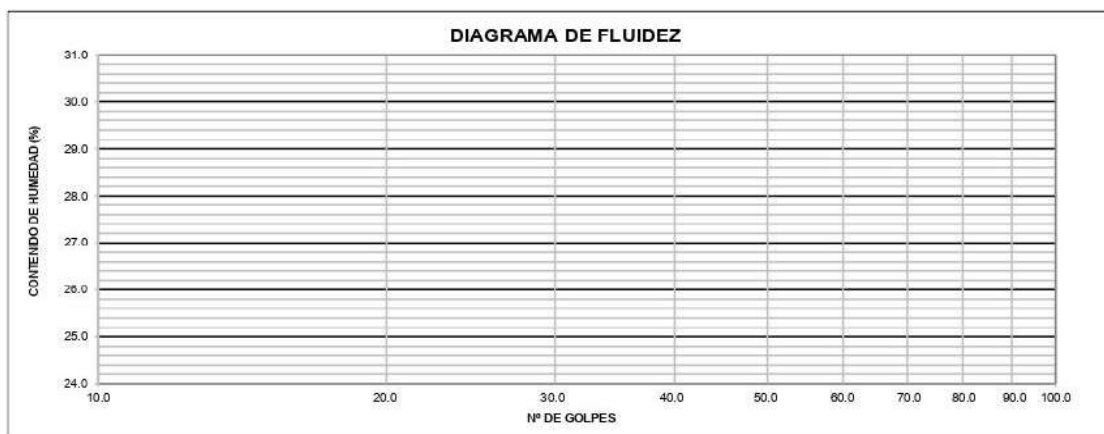
LÍMITE LÍQUIDO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA		NO PLASTICO		
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
Nº DE GOLPES				

LÍMITE PLÁSTICO

Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA		NO PLASTICO		
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

OBSERVACIONES

--

DR. JOSÉ ANTONIO ZEVALLOS

 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 8

FECHA : MAYO DEL 2022

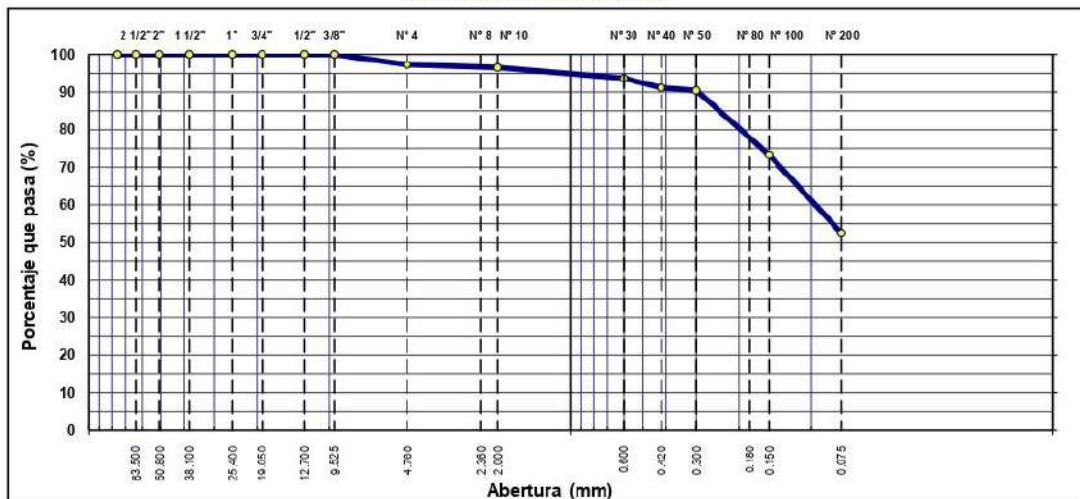
MUESTRA: M2

PROFUND: 0.40 - 0.70 mts

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					PESO TOTAL = 1,650.0 gr
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO = 784.1 gr
2"	50.800					PESO FINO = 200.0 gr
1 1/2"	38.100					LÍMITE LÍQUIDO = 24.77 %
1"	25.400					LÍMITE PLÁSTICO = 12.52 %
3/4"	19.050					ÍNDICE PLÁSTICO = 12.25 %
1/2"	12.700					CLASF. AASHTO = A-6 (4)
3/8"	9.525					CLASF. SUCCS = CL
1/4"	6.350				100.0	Ensayo Malla #200
# 4	4.760	45	2.7	2.7	97.3	P. S. Seco = 1650.0
# 8	2.360					P. S. Lavado = 784.1
# 10	2.000	1.6	0.8	3.5	96.5	% Grava = 2.7 %
# 30	0.600	5.8	2.8	6.3	93.7	% Arena = 44.8 %
# 40	0.420	5.2	2.5	8.9	91.1	% Fino = 52.5 %
# 50	0.300	1.5	0.7	9.6	90.4	% HUMEDAD = P.S.H. = 1680.0
# 80	0.180					P.S.S. = 1650.0
# 100	0.150	35.2	17.1	26.7	73.3	% Humedad = 1.8%
# 200	0.075	42.8	20.8	47.5	52.5	OBSERVACIONES:
< # 200	FONDO	107.9	52.5	100.0	0.0	
FRACCIÓN		200.0				
TOTAL		1,650.0				

Descripción suelo: Arcilla arenosa de baja plasticidad

CURVA GRANULOMÉTRICA




 Ing. José Luis Huertas Cevallos
 JEFE DE LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 8

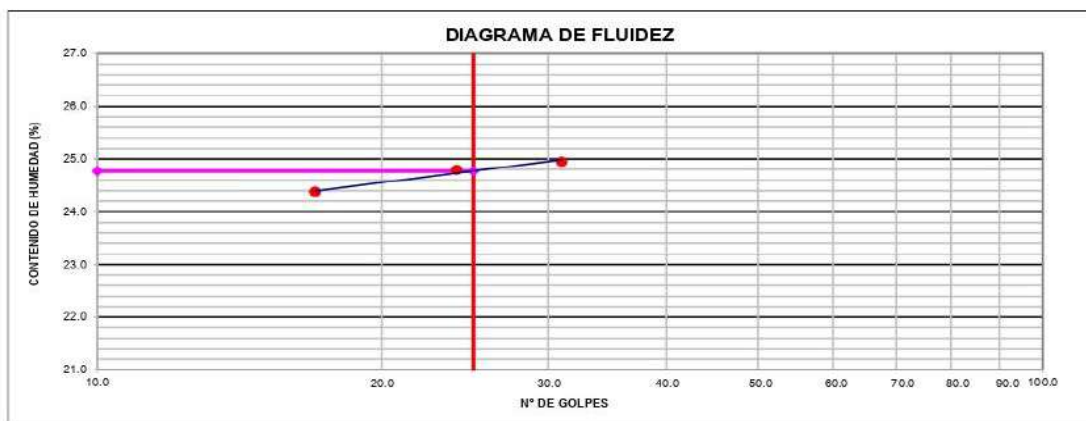
FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M2

PROFUND: 0.40 - 0.70 mts

LÍMITE LÍQUIDO				
Nº TARRO	18	5	6	
TARRO + SUELO HÚMEDO	40.50	39.40	38.74	
TARRO + SUELO SECO	34.71	33.86	33.62	
AGUA	5.79	5.54	5.12	
PESO DEL TARRO	11.50	11.52	12.62	
PESO DEL SUELO SECO	23.21	22.34	21.00	
% DE HUMEDAD	24.95	24.80	24.38	
Nº DE GOLPES	31	24	17	

LÍMITE PLÁSTICO				
Nº TARRO	15	12		
TARRO + SUELO HÚMEDO	23.66	22.78		
TARRO + SUELO SECO	22.84	22.00		
AGUA	0.82	0.78		
PESO DEL TARRO	16.30	15.76		
PESO DEL SUELO SECO	6.54	6.24		
% DE HUMEDAD	12.54	12.50		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	24.77
LÍMITE PLÁSTICO	12.52
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	12.25

OBSERVACIONES


 Ing. José Luis Huertas Zevallin
 JEFE DE LABORATORIO



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 8

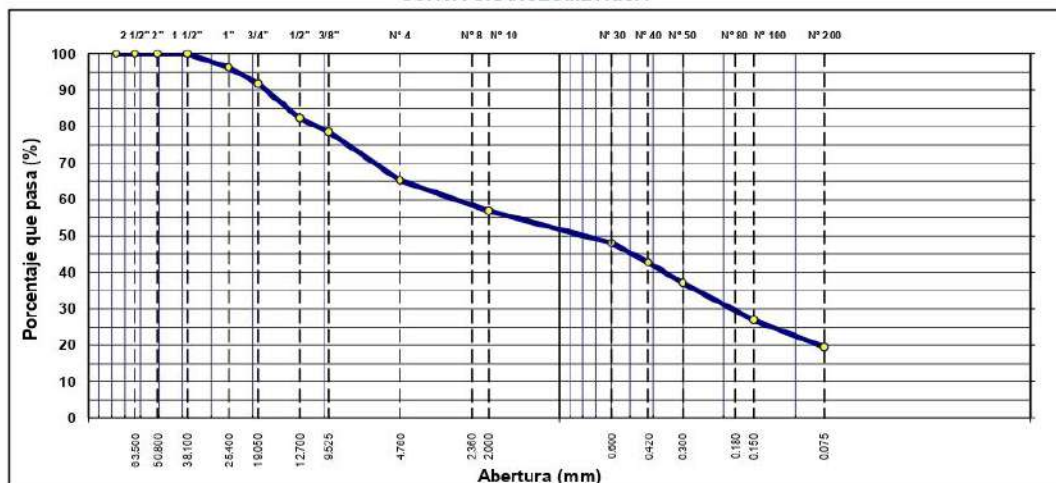
FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M3

PROFUND: 0.70 - 1.50 mts

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200					PESO TOTAL = 3.200,0 gr	
2 1/2"	63.500					PESO LAVADO = 2576,7 gr	
2"	50.800					PESO FINO = 200,0 gr	
1 1/2"	38.100				100,0	LÍMITE LIQUIDO = 26,57 %	
1"	25.400	120	3,8	3,8	96,3	LÍMITE PLÁSTICO = 13,20 %	
3/4"	19.050	142	4,4	8,2	91,8	ÍNDICE PLÁSTICO = 13,37 %	
1/2"	12.700	305	9,5	17,7	82,3	CLASF. AASHTO = A-2-6 (0)	
3/8"	9.525	120	3,8	21,5	78,5	CLASF. SUCCS = SC	
1/4"	6.350					Ensayo Malla #200 P.S. Seco. P.S. Lavado % 200	
# 4	4.760	425	13,3	34,8	65,3	3200,0 2576,7 19,5	
# 8	2.360					% Grava = 34,8 %	
# 10	2.000	25,5	8,3	43,1	56,9	% Arena = 45,8 %	
# 30	0.600	27,2	8,9	51,9	48,1	% Fino = 19,5 %	
# 40	0.420	16,5	5,4	57,3	42,7	% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humedad	
# 50	0.300	17,2	5,6	62,9	37,1	3270,0 3200,0 2,2%	
# 80	0.180					OBSERVACIONES:	
# 100	0.150	31,1	10,1	73,1	26,9		
# 200	0.075	22,8	7,4	80,5	19,5		
< # 200	FONDO	59,7	19,5	100,0	0,0		
FRACCIÓN		200,0					
TOTAL		3.200,0					
Descripción suelo:		Arena arcillosa con grava					

CURVA GRANULOMÉTRICA



[Handwritten signature and official stamp]
Ing. José Luis Huertas Zavala
 JEFE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

LUGAR : VIA EL TUBO - PEDREGAL

CALICATA: C - 8

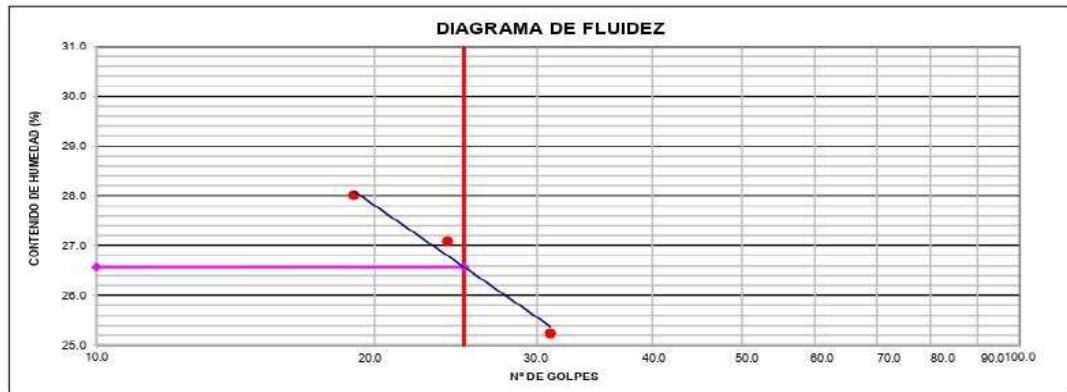
FECHA : MAYO DEL 2022

MUESTRA: M3

PROFUND: 0.70 - 1.50 mts

LÍMITE LÍQUIDO			
Nº TARRO	3	17	20
TARRO + SUELO HÚMEDO	35.12	34.30	33.62
TARRO + SUELO SECO	30.36	29.44	28.88
AGUA	4.76	4.86	4.74
PESO DEL TARRO	11.50	11.50	11.96
PESO DEL SUELO SECO	18.86	17.94	16.92
% DE HUMEDAD	25.24	27.09	28.01
Nº DE GOLPES	31	24	19

LÍMITE PLÁSTICO			
Nº TARRO	9	6	
TARRO + SUELO HÚMEDO	19.34	20.08	
TARRO + SUELO SECO	18.48	19.10	
AGUA	0.86	0.98	
PESO DEL TARRO	11.52	12.12	
PESO DEL SUELO SECO	6.96	6.98	
% DE HUMEDAD	12.36	14.04	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	26.57
LÍMITE PLÁSTICO	13.20
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13.37

OBSERVACIONES

Ing. José Humberto Zevada
 JEFE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CBR



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Av. La Marina # 200

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

UBICACIÓN: : VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE : ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

FECHA: MAYO DEL 2022

Material Representativo : Limo de baja plasticidad con arena (ML)
Procedencia : C1 - E3; Prof. : 0.80 - 1.50 mts

ENSAYO C.B.R. PARTE A

N° DE MOLDE	01	02	03			
N° DE CAPAS	05	05	05			
N° DE GOLPES POR CAPA	13	26	59			
CONDICION DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso del molde + suelo humedo (grs)	7,848		7,950		8,057	
Peso del molde (grs)	4,200		4,200		4,200	
Peso del suelo humedo (grs)	3,648		3,750		3,857	
Volumen de suelo (cc)	2,084		2,084		2,084	
Densidad humedo (gr/cc)	1.75		1.80		1.85	
Densidad Seco (gr/cc)	1.62		1.67		1.72	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°			
Recipiente + Suelo Humedo (grs)	100	100	100
Recipiente + Suelo Seco (grs)			
Peso del Agua (grs)	7.26	7.17	7.25
Peso del Recipiente (grs)			
Peso del Suelo Seco (grs)	92.76	92.83	92.75
% Humedad	7.8	7.7	7.8
Humedad Promedio			

EXPANSION

hi = 0.2 pulg

Molde N°	01	Molde N°	02	Molde N°	03						
Sobre Carga (Lbs)	10	Sobre Carga (Lbs)	10	Sobre Carga (Lbs)	10						
Fecha y Hora	Lectura	Pulg.	%	Fecha y Hora	Lectura	Pulg.	%	Fecha y Hora	Lectura	Pulg.	%

C.B.R. AL 95% = 5.8 %
C.B.R. AL 100% = 7.4 %

OBSERVACIONES:



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
AV. LA MARINA # 200**

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

UBICACIÓN: VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE : ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

FECHA : MAYO DEL 2022

ENSAYO C.B.R. PARTE B

Penetraciones Cargas C.B.R.

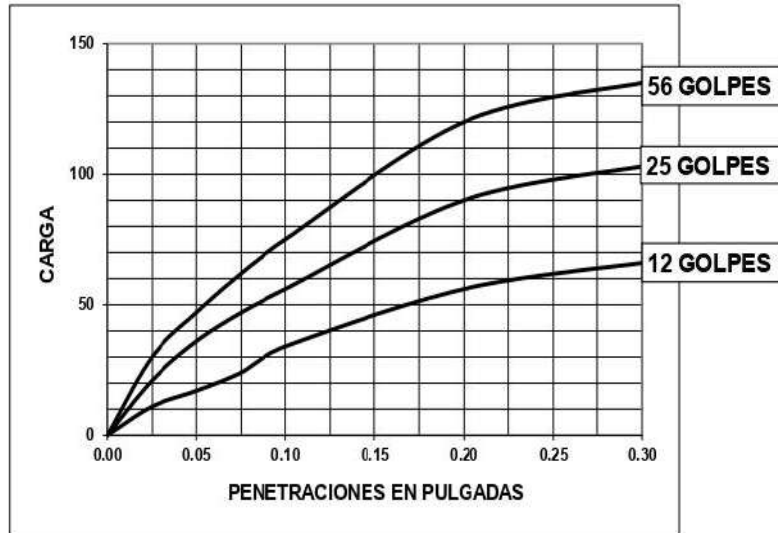
(4) C.B.R. Kg. x 0.0726

(5) C.B.R. Kg. X 0.0487

Penetraciones (Pulgadas)	Molde N° I 13 Golpes				Molde N° II 26 Golpes				Molde N° III 59 Golpes			
	Sin Corregir		Corregidos		Sin Corregir		Corregidos		Sin Corregir		Corregidos	
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	Carga Kg.	C.B.R. %
0.025	0.5	11			1.0	21			1.4	30		
0.050	0.8	17			1.7	36			2.2	47		
0.075	1.2	24			2.2	47			2.9	62		
0.100	1.6	34		2.5	2.6	56		4.1	3.5	75		5.4
0.125												
0.150												
0.200	2.6	56		2.7	4.2	90		4.4	5.6	120		5.8
0.300	3.1	66			4.8	103			6.3	135		
0.400												
0.500												

Material Representativo : Limo de Baja Plasticidad con Arena (ML)

Procedencia : C1-E3; Prof.; 0.80 - 1.50 mts




 Ing. José Luis Huertas Zevallón
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Av. La Marina # 200

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

UBICACIÓN: : VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE : ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

FECHA: MAYO DEL 2022

MATERIAL REPRESENTATIVO : Arcilla Arenosa (CL)

PROCEDENCIA : C3 - E2, Prof. 0.60 - 1.50 mts

ENSAYO C.B.R. PARTE A

N° DE MOLDE	01		02		03	
N° DE CAPAS	05		05		05	
N° DE GOLPES POR CAPA	13		26		59	
CONDICION DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso del molde + suelo humedo (grs)	8,310		8,470		8,620	
Peso del molde (grs)	4,200		4,200		4,200	
Peso del suelo humedo (grs)	4,110		4,270		4,420	
Volumen de suelo (cc)	2,084		2,084		2,084	
Densidad humedo (gr/cc)	1.97		2.05		2.12	
Densidad Seco (gr/cc)	1.77		1.84		1.90	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°						
Recipiente + Suelo Humedo (grs)	100		100		100	
Recipiente + Suelo Seco (grs)						
Peso del Agua (grs)	10.24		10.25		10.32	
Peso del Recipiente (grs)						
Peso del Suelo Seco (grs)	89.76		89.75		84.68	
% Humedad	11.4		11.4		11.5	
Humedad Promedio						

EXPANSION

hi = 0.2 pulg

Molde N°	01				Molde N°	02				Molde N°	03			
Sobre Carga (Lbs)	10				Sobre Carga (Lbs)	10				Sobre Carga (Lbs)	10			
Fecha y Hora	Lectura	Pulg.	%		Fecha y Hora	Lectura	Pulg.	%		Fecha y Hora	Lectura	Pulg.	%	

C.B.R AL 95% = 8.0 %
C.B.R AL 100% = 10.2 %

OBSERVACIONES:



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
AV. LA MARINA # 200

PROYECTO : ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

UBICACIÓN: VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE : ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

FECHA: MAYO DEL 2022

ENSAYO C.B.R. PARTE B

Penetraciones Cargas C.B.R.

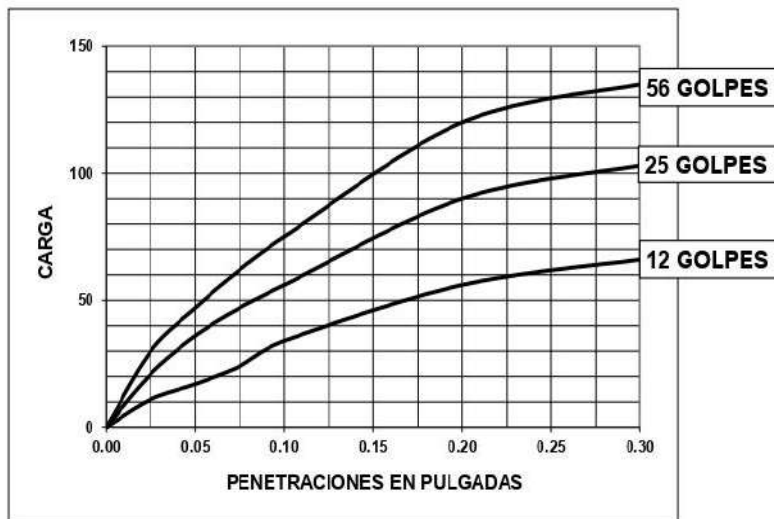
(4) C.B.R. Kg. x 0.0726

(5) C.B.R. Kg. X 0.0487

Penetraciones (Pulgadas)	Molde N° I 13 Golpes				Molde N° II 26 Golpes				Molde N° III 59 Golpes			
	Sin Corregir		Corregidos		Sin Corregir		Corregidos		Sin Corregir		Corregidos	
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	Carga Kg.	C.B.R. %
0.025	0.5	11			1.0	21			1.4	30		
0.050	0.8	17			1.7	36			2.2	47		
0.075	1.2	24			2.2	47			2.9	62		
0.100	1.6	34		2.5	2.6	56		5.1	3.5	75		7.2
0.125												
0.150												
0.200	2.6	56		2.7	4.2	90		5.4	5.6	120		8.0
0.300	3.1	66			4.8	103			6.3	135		
0.400												
0.500												

Material Representativo : Arcilla Arenosa (CL)

Procedencia : C3 -E2; Prof.; 0.60 - 1.50 mt




 Ing. José L. Martínez Lezama
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Av. La Marina # 200

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

UBICACIÓN: : VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

FECHA: MAYO DEL 2022

MATERIAL REPRESENTATIVO: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD (CL)

PROCEDENCIA: C4 -E2 , prof. 0.60 - 1.50 mts

ENSAYO C.B.R. PARTE A

N° DE MOLDE	01		02		03	
N° DE CAPAS	05		05		05	
N° DE GOLPES POR CAPA	13		26		59	
CONDICION DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso del molde + suelo humedo (grs)	7,886		8,033		8,142	
Peso del molde (grs)	4,200		4,200		4,200	
Peso del suelo humedo (grs)	3,686		3,833		3,942	
Volumen de suelo (cc)	2,084		2,084		2,084	
Densidad humedo (gr/cc)	1.77		1.84		1.89	
Densidad Seco (gr/cc)	1.65		1.71		1.76	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°						
Recipiente + Suelo Humedo (grs)	100		100		100	
Recipiente + Suelo Seco (grs)						
Peso del Agua (grs)	7.00		7.05		6.91	
Peso del Recipiente (grs)						
Peso del Suelo Seco (grs)						
% Humedad	93.00		92.95		93.02	
Humedad Promedio	7.5		7.6		7.5	

EXPANSION

hi = 0.2 pulg

Molde N° 01				Molde N° 02				Molde N° 03			
Sobre Carga (Lbs) 10				Sobre Carga (Lbs) 10				Sobre Carga (Lbs) 10			
Fecha y Hora	Lectura	Pulg.	%	Fecha y Hora	Lectura	Pulg.	%	Fecha y Hora	Lectura	Pulg.	%

C.B.R. AL 95% = 7.0 %

C.B.R. AL 100% = 9.4 %

Ing. José Luis Huerta Zevada
DIRECCIÓN REGIONAL DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
TUMBES

OBSERVACIONES:



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
AV. LA MARINA # 200

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"
UBICACION: VIA EL TUBO - PEDREGAL
SOLICITANTE : ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES
FECHA : MAYO DEL 2022

Penetraciones Cargas C.B.R.

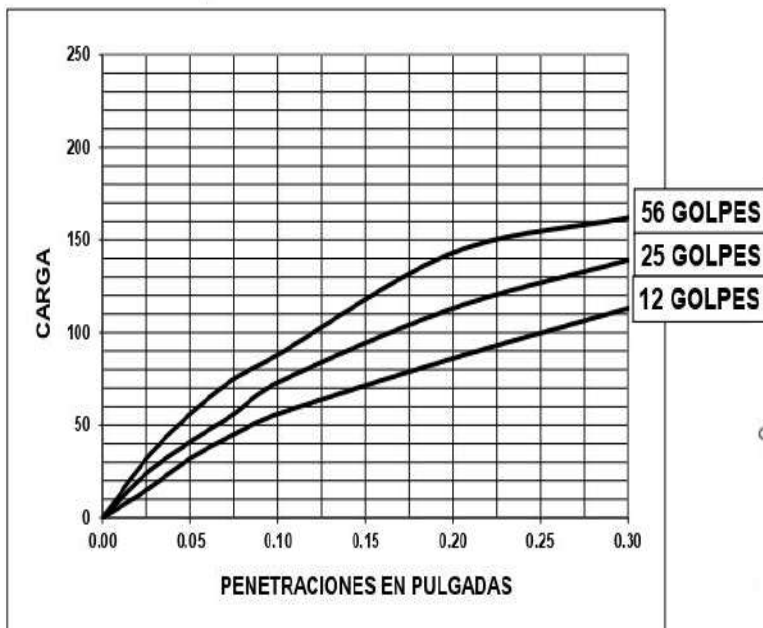
(4) C.B.R. Kg. x 0.0726

(5) C.B.R. Kg. X 0.0487

Penetraciones (Pulgadas)	Molde N° I 13 Golpes				Molde N° II 26 Golpes				Molde N° III 59 Golpes			
	Sin Corregir		Corregidos		Sin Corregir		Corregidos		Sin Corregir		Corregidos	
	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	Carga Kg.	C.B.R. %	Lectura Cuadrante	Carga Kg.	Carga Kg.	C.B.R. %
0.025	0.7	15			1.1	24			1.5	32		
0.050	1.5	32			1.9	41			2.6	56		
0.075	2.1	45			2.6	56			3.5	75		
0.100	2.6	56		4.1	3.4	73		5.3	4.1	88		6.4
0.125												
0.150												
0.200	4.0	86		4.2	5.3	113		5.5	6.7	143		7.0
0.300	5.3	113			6.5	139			6.5	162		
0.400												
0.500												

Material Representativo : Arcilla de Mediana Plasticidad (CL)

Procedencia : C4 - E2, Prof. 0.60 - 1.50 mt



Ing. José Luis Huertas Zevollo
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROCTOR MODIFICADO



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
AV. LA MARINA N° 200 - TUMBES

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"	
UBICACIÓN: VIA EL TUBO - PEDREGAL	
SOLICITANTE : ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES	
FECHA : MAYO DEL 2022	
ENSAYO COMPACTACION (STANDARD MODIFICADO)	
VOLUMEN MOLDE 2,317cm³ PESO MOLDE : 3,965 gr	
MOLDE N ° : 02	Altura de Caída 45.72 cm
Peso Martillo 10 Libras	N° de golpe por capa 56
N ° de Capas 05	

Punto N °	I	II	III	IV	V	VI
Peso Molde + Suelo Húmedo	8,392	3,597	8,760	8,667		
Peso Molde	3,965	3,965	3,965	3,965		
Peso Suelo Húmedo	4,427	4,632	4,795	4,702		
Densidad Húmeda	1.91	2.00	2.07	2.03		
Densidad Seca	1.82	1.90	1.93	1.86		

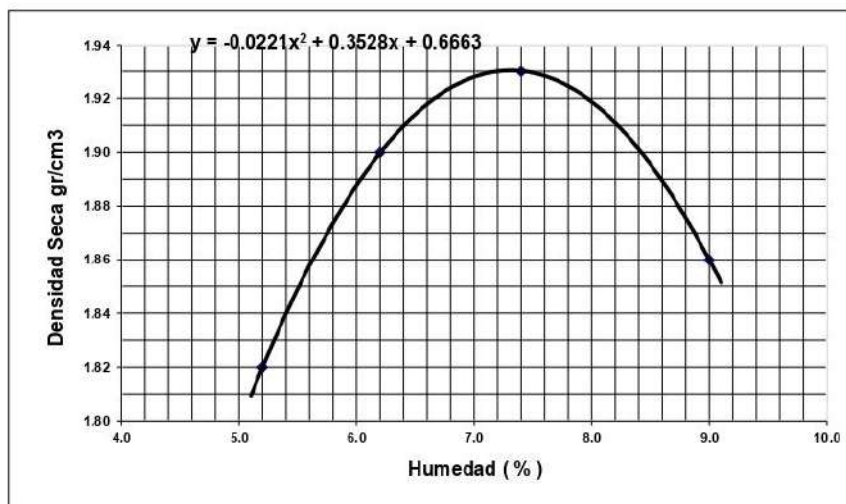
Cápsula N°						
Peso agua	5.00	5.90	6.90	8.25		
Peso cáp + suelo húmedo	100	100	100	100		
Peso cáp + suelo seco						
Peso cápsula						
Peso Suelo seco	95.00	94.10	93.10	91.75		
Porcentaje de Humedad	5.2	6.2	7.4	9.0		

Material Representativo: Limo de Baja Plasticidad con Arena (ML)

Procedencia : C1 - M3, Prof. 0.80 - 1.50 mts

Max. Dens:1.93 gr/cm³

Hum. Optima: 7.4 %



Ing. José Luis Martínez Zevada
 INTELIGENCIA TECNOLÓGICA



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
AV. LA MARINA N° 200 - TUMBES

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"
UBICACIÓN: VIA EL TUBO - PEDREGAL
SOLICITANTE : ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES
FECHA : MAYO DEL 2022
ENSAYO COMPACTACION (STANDARD MODIFICADO)
VOLUMEN MOLDE 2,317cm³ PESO MOLDE : 3,965 gr
MOLDE N° : 02 Altura de Caída 45.72 cm
Peso Martillo 10 Libras N° de golpe por capa 56
N° de Capas 05

Punto N°	I	II	III	IV	V	VI
Peso Molde + Suelo Húmedo	8,460	8,715	8,830	8,717		
Peso Molde	3,965	3,965	3,965	3,965		
Peso Suelo Húmedo	4,495	4,750	4,865	4,752		
Densidad Húmeda	1.94	2.05	2.10	2.05		
Densidad Seca	1.78	1.86	1.88	1.81		

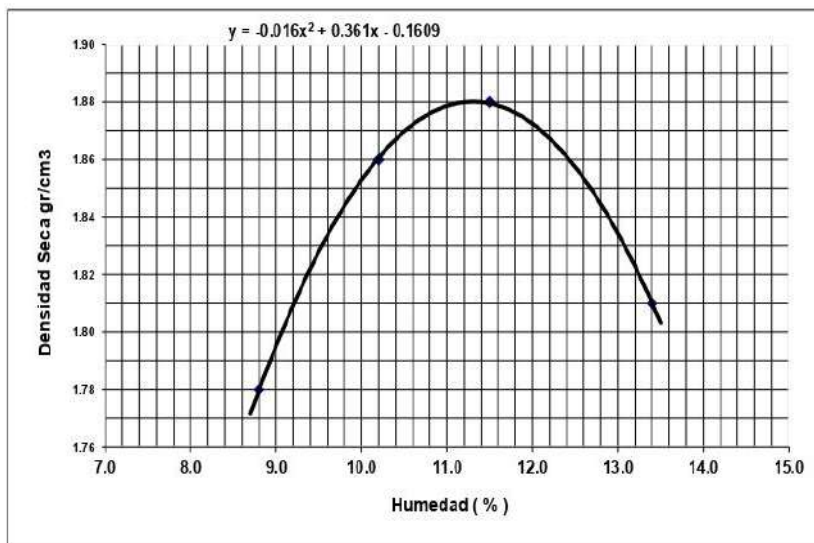
Cápsula N°						
Peso agua	8.10	9.32	10.30	11.82		
Peso cáp + suelo húmedo	100	100	100	100		
Peso cáp + suelo seco						
Peso cápsula						
Peso Suelo seco	91.90	90.68	89.70	88.18		
Porcentaje de Humedad	8.8	10.2	11.5	13.4		

Material Representativo : Arcilla de Baja Plasticidad (CL)

Procedencia : C4-E2, Prof. 0.60 - 1.50 mts

Max. Dens : 1.88 gr/cm³

Hum. Optima : 11.5 %




Ing. José Luis Navas Armas
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 AV. LA MARINA N° 200 - TUMBES

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"
UBICACIÓN: VIA EL TUBO - PEDREGAL
ENTIDAD : ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES
FECHA : MAYO DEL 2022

ENSAYO COMPACTACION (STANDARD MODIFICADO)
VOLUMEN MOLDE 2,317cm³ **PESO MOLDE :** 3,965 gr
MOLDE N° : 02 **Altura de Caída** 45.72 cm
Peso Martillo 10 Libras **N° de golpe por capa** 56
N° de Capas 05

Punto N°	I	II	III	IV	V	VI
Peso Molde + Suelo Húmedo	8,505	8,830	8,925	8,807		
Peso Molde	3,965	3,965	3,965	3,965		
Peso Suelo Húmedo	4,540	4,865	4,960	4,842		
Densidad Húmeda	1.99	2.09	2.14	2.09		
Densidad Seca	1.83	1.94	1.97	1.89		

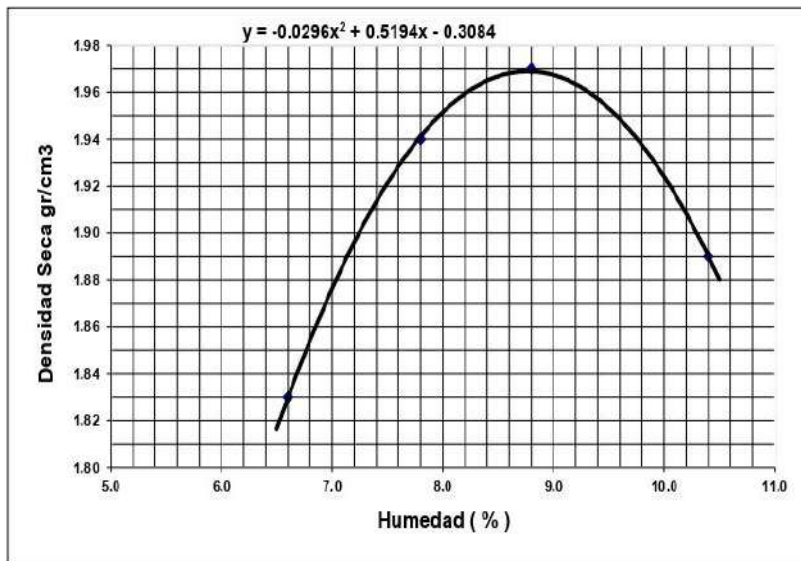
Cápsula N°						
Peso agua	6.22	7.25	8.61	9.43		
Peso cáp + suelo húmedo	100	100	100	100		
Peso cáp + suelo seco						
Peso cápsula						
Peso Suelo seco	93.78	92.75	91.39	90.57		
Porcentaje de Humedad	6.6	7.8	8.8	10.4		

Material Representativo : Arena Pobrementemente Gradada con Limo (SP-SM)

Procedencia : C8-E3, Prof. 0.70 - 1.50 mts

Max. Dens:1.97 gr/cm³

Hum. Optima: 8.8 %



Ing. José Luis Huertas Zevilla
 DIRECTOR DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

4.5% CAL – PROCTOR MODIFICADO



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
AV. LA MARINA N° 200

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

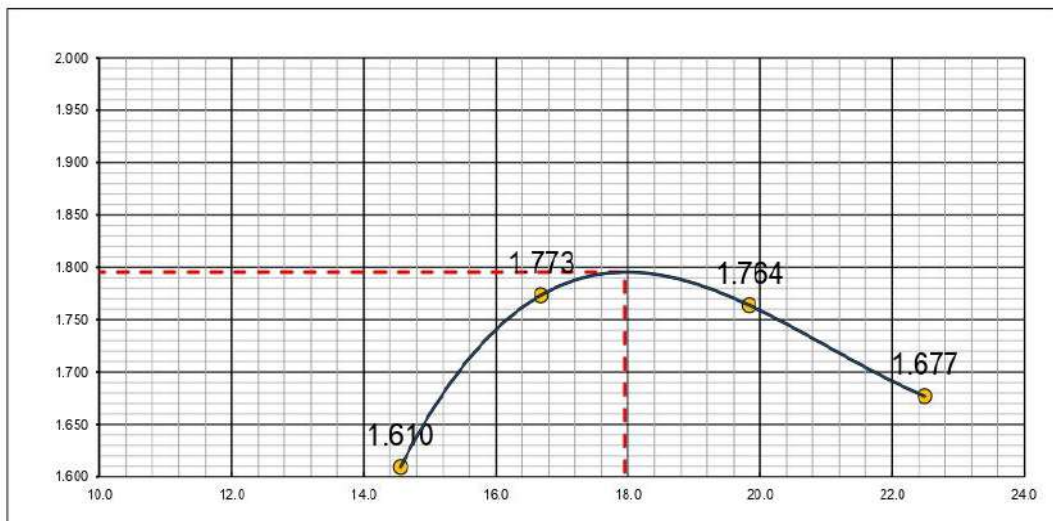
PROYECTO : *ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL*
ADICCIÓN : CAL
UBICACIÓN : VIA EL TUBO - PEDREGAL
MUESTRA : C2 - M2 **FECHA** : MAYO DEL 2022
MATERIAL : ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA (CL) AAHSTO: A-7-6 (12)
DOSIS DE ESTERCOL: 4.5%

Molde N° 1	Diametro Molde	4"			6"			Volumen Molde	941	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	4163	gr.		N° de golpes			
NUMERO DE ENSAYOS				5		6		7		8		
Peso Suelo + Molde		gr.		5,898		6,110		6,152		6,096		
Peso Suelo Humedo Compactado		gr.		1,735		1,947		1,989		1,933		
Peso Volumetrico Humedo		gr.		1.844		2.069		2.114		2.054		
Recipiente Numero				-		-		-		-		
Peso Suelo Humedo + Tara		gr.		108.77		129.78		120.97		140.46		
Peso Suelo Seco + Tara		gr.		101.07		118.98		109.56		124.09		
Peso de la Tara		gr.		48.17		54.24		52.03		51.3		
Peso del agua		gr.		7.70		10.80		11.41		16.4		
Peso del suelo seco		gr.		52.9		64.7		57.5		73		
Contenido de agua		%		14.6		16.7		19.8		22.5		
Densidad Seca		gr/cc		1.610		1.773		1.764		1.677		

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.795	(gr/cm3)	Humedad óptima	17.9	%
Densidad Máxima Seca Corregida	2.003	(gr/cm3)	Humedad óptima	12.7	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :

8.5% CAL – PROCTOR MODIFICADO



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
AV. LA MARINA N° 200

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

PROYECTO : "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"
ADICION : CAL
UBICACIÓN : VIA EL TUBO - PEDREGAL
MUESTRA : C2 - M2 **FECHA** : MAYO DEL 2022
MATERIAL : ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA (CL) AAHSTO: A-7.6 (12)
DOSIS DE ESTERCOL: 8.5%

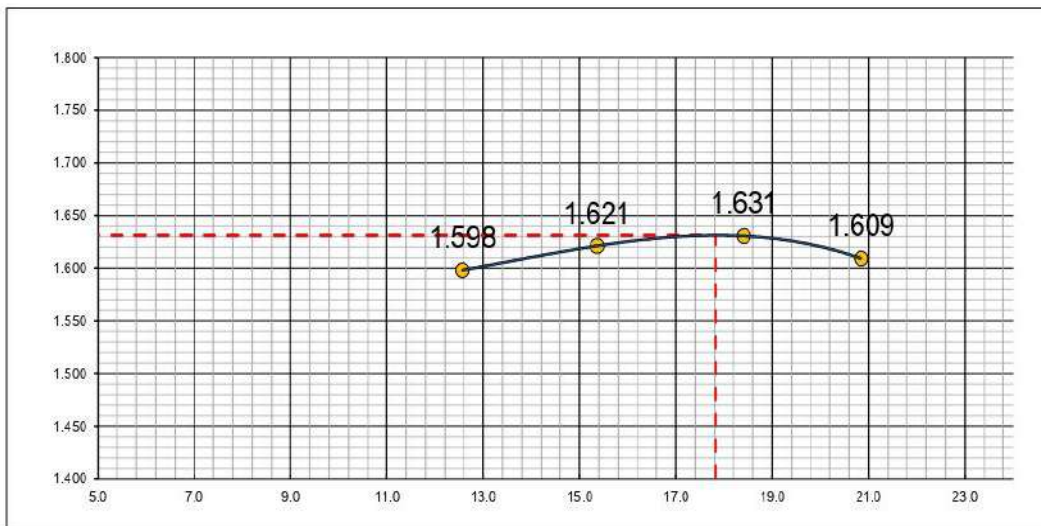
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	940	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	4159	gr.	N° de golpes	25 Glp

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Sueb + Molde	gr.	5,850	5,917	5,974	5,987
Peso Sueb Humedo Compactado	gr.	1,691	1,758	1,815	1,828
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,799	1,870	1,931	1,945
Recipiente Numero		-	-	-	-
Peso Sueb Humedo + Tara	gr.	115,77	91,12	112,22	94,31
Peso Sueb Seco + Tara	gr.	108,30	84,28	100,96	84,88
Peso de la Tara	gr.	48,85	39,75	39,80	39,6
Peso del agua	gr.	7,47	6,84	11,26	9,4
Peso del suelo seco	gr.	59,5	44,5	61,2	45
Contenido de agua	%	12,6	15,4	18,4	20,8
Densidad Seca	gr/cc	1,598	1,621	1,631	1,609

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.631	(gr/cm3)	Humedad óptima	17.8	%
Densidad Máxima Seca Corregida	1.857	(gr/cm3)	Humedad óptima	12.6	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :

2.5% ESTIÉRCOL – PROCTOR MODIFICADO



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
AV. LA MARINA N° 200

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

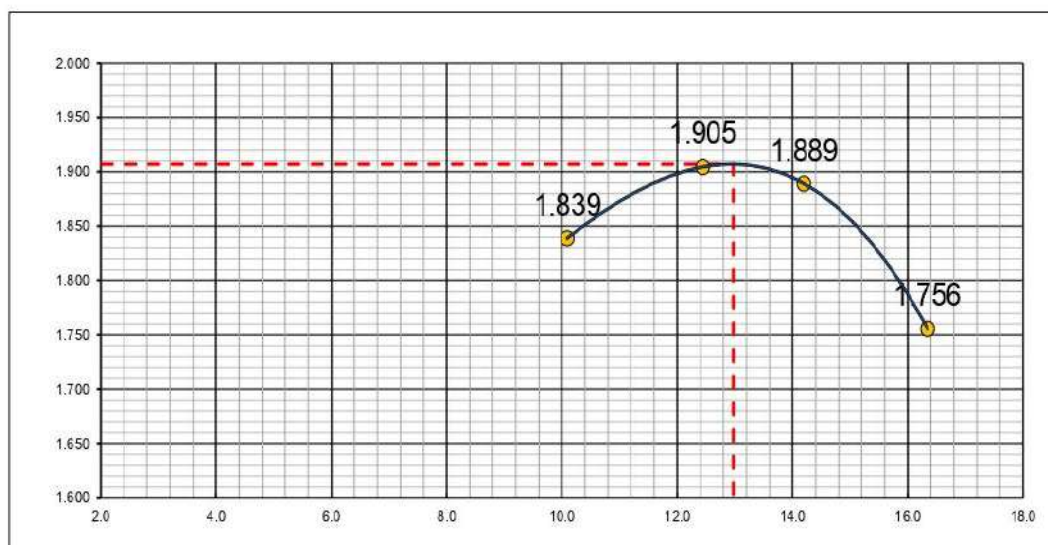
PROYECTO : *ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL*
ADICCIÓN : ESTIERCOL
UBICACIÓN : VIA EL TUBO - PEDREGAL
MUESTRA : C1 - M3 **FECHA** : MAYO DEL 2022
MATERIAL : LIMO DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA (ML) AAHSTO: A-6 (9)
DOSIS DE ESTIERCOL: 2.5%
 :

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	940	m3.	N° de capas	5	
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	4159	gr.	N° de golpes	25 GIp	
NUMERO DE ENSAYOS					1	2	3	4		
Peso Sueb + Molde					gr.	6,062	6,172	6,187	6,079	
Peso Sueb Humedo Compactado					gr.	1,903	2,013	2,028	1,920	
Peso Volumetrico Humedo					gr.	2,024	2,141	2,157	2,043	
Recipiente Numero						-	-	-	-	
Peso Sueb Humedo + Tara					gr.	118.8	96.4	113.1	121.1	
Peso Sueb Seco + Tara					gr.	111.5	89.9	105.0	109.4	
Peso de la Tara					gr.	38.5	37.9	48.2	38	
Peso del agua					gr.	7.36	6.47	8.07	11.7	
Peso del suelo seco					gr.	72.9	52.0	56.8	72	
Contenido de agua					%	10.1	12.4	14.2	16.3	
Densidad Seca					gr/cc	1.839	1.905	1.889	1.756	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.907	(gr/cm3)	Humedad óptima	13.0	%
Densidad Máxima Seca Corregida	2.099	(gr/cm3)	Humedad óptima	9.2	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :

5.5% ESTIÉRCOL – PROCTOR MODIFICADO



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
AV. LA MARINA N° 200

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

PROYECTO : *ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL*
ADICCIÓN : ESTIERCOL
UBICACIÓN : VIA EL TUBO - PEDREGAL
MUESTRA : C1 - M3 **FECHA** : MAYO DEL 2022
MATERIAL : LIMO DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA (ML) AAHSTO: A-6 (9)
DOSIS DE ESTERCOL: 5.5%
 :

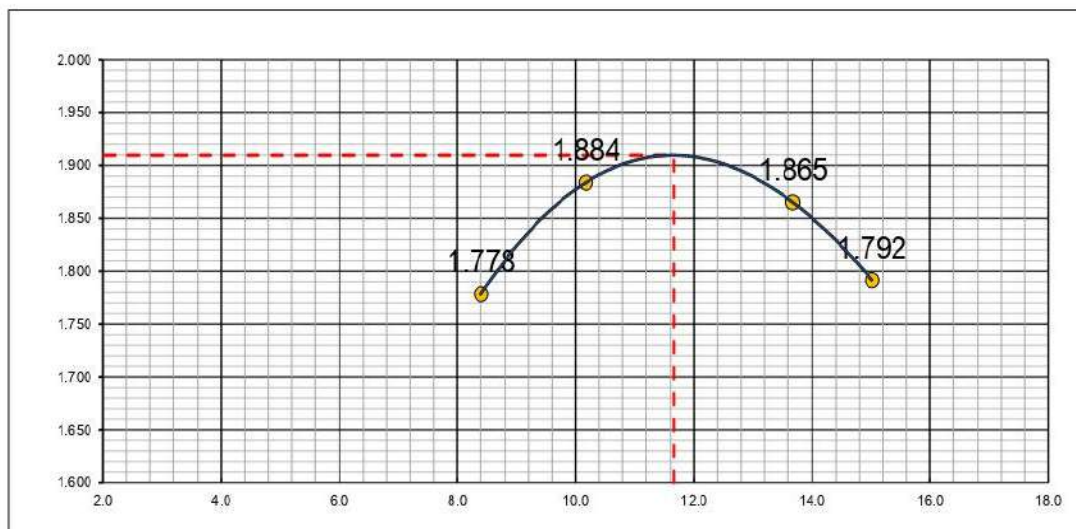
Molde N° 1	Diametro Molde			Volumen Molde	940	m3.	N° de capas	5	
	Metodo	4"	6"						C
NUMERO DE ENSAYOS					1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde				gr.	5,971	6,110	6,152	6,096	
Peso Suelo Humedo Compactado				gr.	1,812	1,951	1,993	1,937	
Peso Volumetrico Humedo				gr.	1,928	2,076	2,120	2,061	
Recipiente Numero					-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara				gr.	139.68	115.81	110.88	105.16	
Peso Suelo Seco + Tara				gr.	132.69	109.64	102.30	97.59	
Peso de la Tara				gr.	49.46	48.99	39.56	47.2	
Peso del agua				gr.	6.99	6.17	8.58	7.6	
Peso del suelo seco				gr.	83.2	60.7	62.7	50	
Contenido de agua				%	8.4	10.2	13.7	15.0	
Densidad Seca				gr/cc	1.778	1.884	1.865	1.792	

[Handwritten signature]
 [Stamp]

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.910	(gr/cm ³)	Humedad óptima	11.7	%
Densidad Máxima Seca Corregida	2.102	(gr/cm ³)	Humedad óptima	8.3	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :

2.5% ESTIÉRCOL – CBR



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CBR
METODO ASTM D - 1883

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: : ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

FECHA: Mayo del 2022

MATERIAL: LIMO DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA (ML)

CALICATA: C1-M3

ADICCION: ESTIERCOL 2.5%

ENSAYO DE CBR.
METODO ASTM D - 1883

MOLDE Nro.	8	9	10
Nro. GOLPES POR CAPA	12	25	56
COND. DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	SIN MOJAR	SIN MOJAR
Peso molde + suelo humedo	12619	12661	12866
Peso del Molde	8240	8558	8649
Peso del Suelo humedo	4379	4103	4217
Volumen del Suelo	2145	2160	2134
Densidad humeda	2.041	1.900	1.973
% de humedad	18.09	18.13	18.80
Densidad seca	1.729	1.608	1.661
Tara + suelo humedo	108.6	92.7	89.8
Tara + suelo seco	392.7	85.9	83.4
Peso del agua	8.8	6.8	6.5
Peso de tara	51.4	48.3	47.8
Peso del suelo seco	48.5	37.6	35.5
% de humedad	18.09	18.13	18.2
Promedio de humedad	18.1	18.1	18.18

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO HRS.	LECTURA DIAL		EXPANSION		LECTURA DIAL		EXPANSION		LECTURA DIAL		EXPANSION	
			mm.	%	mm.	%	mm.	%	mm.	%				
17-05-22	07:12	0	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00	
18-05-22	06:00	24	0.185	4.05	0.142	3.11	0.074	0.074	0.074	0.16	0.074	0.16		
19-05-22	07:12	48	0.193	0.18	0.190	1.05	0.100	0.100	0.57	0.100	0.57	0.57		
20-05-22	04:48	72	0.195	0.04	0.208	0.39	0.112	0.112	0.25	0.112	0.25	0.25		
21-05-22	07:12	96	0.199	0.09	0.231	0.50	0.127	0.127	0.33	0.127	0.33	0.33		

PENETRACION

PENETRACION			MOLDE Nro: 8		MOLDE Nro: 9		MOLDE Nro: 10	
			CARGA		CARGA		CARGA	
mm.	pulg.	Kg	Kg/cm2	Kg	Kg/cm2	Kg	Kg/cm2	
0.064	0.025	2.5	0.45	10.7	0.54	15.7	0.80	
0.127	0.050	14.5	0.74	20.2	1.03	31.5	1.60	
0.191	0.075	18.8	0.96	27.3	1.39	45.1	2.30	
0.254	0.100	22.7	1.16	34.8	1.77	58.4	2.97	
0.381	0.150	29.5	1.50	45.4	2.31	81.9	4.17	
0.508	0.200	33.9	1.73	55.8	2.84	104.9	5.34	
0.635	0.250	36.9	1.88	63.7	3.24	125.9	6.41	
0.762	0.300	38.6	1.97	70.8	3.60	145.5	7.41	

OBSERVACIONES: _____

José L. Morales Zevilla
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



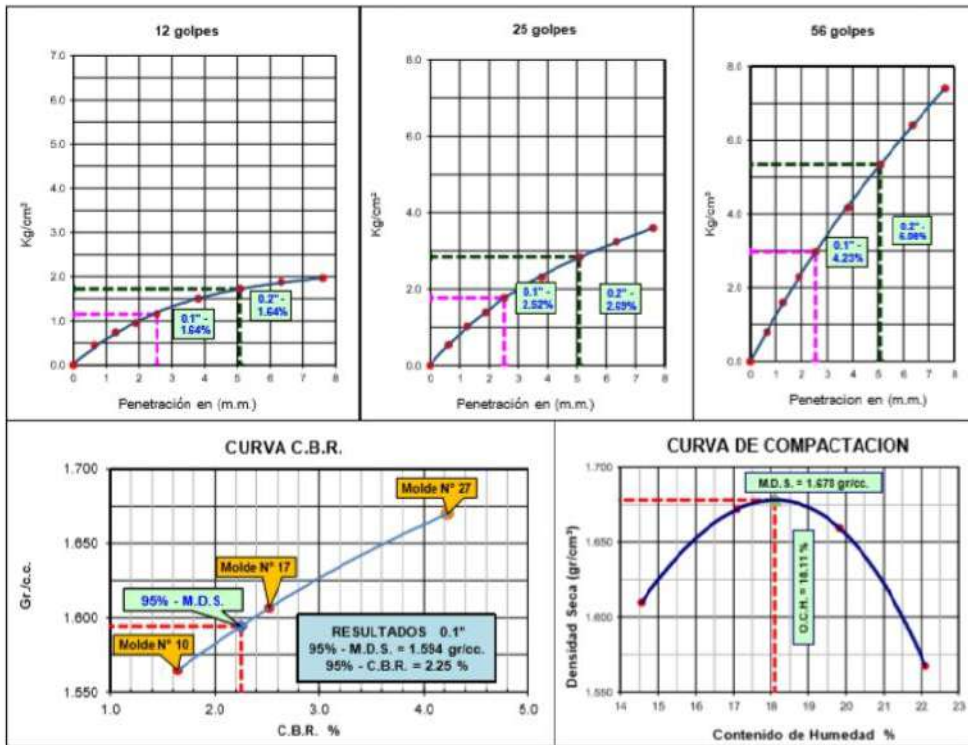
GOBIERNO REGIONAL TUMBES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
AV. LA MARINA N° 200

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

FECHA : MAYO DEL 2022

DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE DE ENSAYO DE PENETRACION C.B.R
 (ASTMD - 1883)



OBSERVACIONES: La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.

Datos de Proctor

M.D.S. : 1.678 gr/cm3
 WO% : 18.11 %

Razón de Soporte California CBR ASTM D 1883

Condición de la Muestra	4 días de saturación
Sobrecarga	10.00 lbs.
Hinchamiento promedio	4.07%
C.B.R.	100% MDS 95% MDS
0.1"	4.23 2.25

Ing. José Luis Huertas Zevallón
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

5.5% ESTIÉRCOL – CBR



GOBIERNO REGIONAL DE TUMBES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CBR.
METODO ASTM D - 1883

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE: ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES **FECHA:** Mayo del 2022

MATERIAL: LIMO DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA (ML)

CALICATA: C1-M3 **ADICCION:** ESTIERCOL 5.5%

ENSAYO DE CBR.
METODO ASTM D - 1883

MOLDE Nro.	1		2		3	
Nro. GOLPES POR CAPA	12		25		56	
COND. DE LA MUESTRA	SINMOJAR		SIN MOJAR		SINMOJAR	
Peso molde + suelo humedo	12418		12527		12903	
Peso del Molde	8542		8500		8744	
Peso del Suelo humedo	3876		4027		4159	
Volumen del Suelo	2134		2148		2148	
Densidad humeda	1.816		1.875		1.973	
% de humedad	18.14		18.22		18.80	
Densidad seca	1.537		1.586		1.661	
Tara + suelo humedo	88.4		90.1		89.6	
Tara + suelo seco	82.3		83.5		74.3	
Peso del agua	6.06		6.60		6.33	
Peso de tara	48.9		47.3		35.7	
Peso del suelo seco	33.40		36.22		34.7	
% de humedad	18.14		18.22		18.26	
Promedio de humedad	18.14		18.2		18.26	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO HRS.	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
17-05-22	07:12	0	0.000		0.00	0.000		0.00	0.000		0.00
18-05-22	06:00	24	0.019		0.42	0.167		3.66	0.096		2.10
19-05-22	07:12	48	0.023		0.09	0.212		0.99	0.112		0.35
20-05-22	04:48	72	0.025		0.04	0.257		0.99	0.161		1.07
21-05-22	07:12	96	0.026		0.02	0.273		0.35	0.180		0.42

PENETRACION

PENETRACION	MOLDE Nro: 1		MOLDE Nro: 2		MOLDE Nro: 3			
	CARGA		CARGA		CARGA			
	mm.	pulg.	Kg	Kg/cm2	Kg	Kg/cm2	Kg	Kg/cm2
	0.064	0.025	0.5	13.30	13.3	0.68	12.3	0.63
	0.127	0.050	1.0	23.90	23.9	1.22	24.4	1.24
	0.191	0.075	1.3	31.80	31.8	1.62	34.9	1.78
	0.254	0.100	1.6	38.20	38.2	1.95	43.5	2.21
	0.381	0.150	2.1	48.50	48.5	2.47	65.9	2.85
	0.508	0.200	2.5	55.40	55.4	2.82	67.4	3.43
	0.635	0.250	2.9	59.70	59.7	3.04	78.0	3.97
	0.762	0.300	3.1	63.40	63.4	3.23	87.6	4.45

OBSERVACIONES: _____

Ing. José Luis Guerrero Zevallón
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



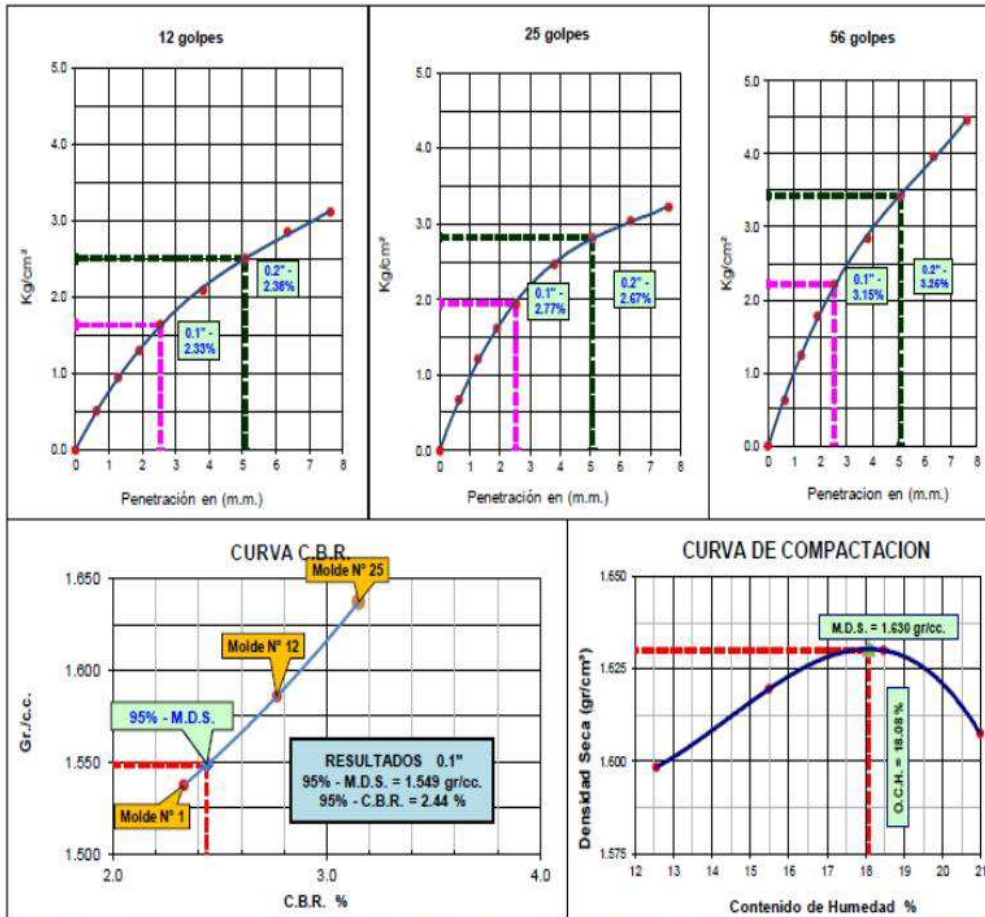
GOBIERNO REGIONAL TUMBES
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "ESTABILIZACION DEL SUELO CON CAL Y ESTIERCOL PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA DE LA VIA EL TUBO - PEDREGAL"

SOLICITANTE : ALVARO M. NAVAS ARMAS Y HERNAN ADRIANZEN VALLADARES

FECHA : MAYO DEL 2022

DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DEL SOPORTE DE ENSAYO DE PENETRACION C.B.R (ASTM D -1883)



OBSERVACIONES:

La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.

Datos de Proctor

M.D.S. : 1.630 gr/cm3
WO% : 18.08 %

Razón de Soporte California CBR ASTM D 1883		
Condición de la Muestra	4 días de saturación	
Sobrecarga	10.00 lbs.	
Hinchamiento promedio	3.50%	
C.B.R.	100% MDS	95% MDS
0.1"	3.15	2.44

Ing. José Luis Huertas Zevallón
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ALZAMORA ROMAN HERMER ERNESTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Estabilización del suelo con cal y estiércol para aumentar la resistencia de la vía El Tubo-Pedregal, 2021", cuyos autores son ADRIANZEN VALLADARES HERNAN, NAVAS ARMAS ALVARO MANUEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHICLAYO, 24 de Octubre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ALZAMORA ROMAN HERMER ERNESTO DNI: 03303253 ORCID: 0000-0002-2634-7710	Firmado electrónicamente por: HALZAMORA el 27- 10-2022 23:32:31

Código documento Trilce: TRI - 0435771