



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Estabilización del suelo adicionando fibra de banano - aceite de limón, PE1N – Km1016 panamericana norte, distrito veintiséis de octubre - Piura, 2021”.

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Mija Castillo, Raul Edwin (ORCID: 0000-0002-5582-4053)

**ASESOR:**

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (ORCID: 000-0003-4136-7189)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**PIURA – PERÚ**

**2021**

## DEDICATORIA

**A Dios**, por no desampararme y brindarme la oportunidad, en esta etapa de mi vida, llegar a ser un profesional, en ingeniería civil, a pesar de los obstáculos que la vida siempre me puso hasta la culminación de mi etapa universitaria.

**A mi padre** Severino Mija Robledo, por ser mi cimiento y creer en mi a pesar de circunstancias adversas en distintas etapas de mi vida, por ayudarme en dar el primer paso y ahora ver los resultados, gracias papá por ser un ejemplo de lucha y coraje.

**A mi madre** Peregrina Castillo Samaniego, la persona que me enseñó la vida de una manera distinta, jamás es tarde para volver a empezar, gracias a ella soy una persona de bien, gracias mamá eres mi mayor fuente de inspiración.

**A mis hermanos**, Roger y un punto aparte a mi hermana Zollianne Mija Silva, quien se unió en silencio preocupándose en mi andar, eso me motivo a seguir luchando.

**A mis hijos**, Amir Ghazir Mija Velásquez y Astrid Valeria Mija Vega, son ellos mi inspiración y mi energía para no decaer en este proceso duro de dedicación por llegar al primer objetivo y poder brindarles una mejor calidad de vida.

**A mi tío**, Misael Castillo Samaniego por defenderme ante personas negativas con palabras de motivación para seguir adelante con mi sueño de ser profesional.



## **AGRADECIMIENTO**

En primer momento a Dios por la fortaleza, las bendiciones y salud en cada etapa de mi vida porque me hace ver que siempre está presente a pesar de mis debilidades.

Al Dr. Ing. Luis Alberto Chacaltana Vargas por su orientación y guía, a su dedicación enfática a la docencia, transmitida en cada asesoría, y a cualquier hora, por estar siempre con una palabra precisa cuando decaía, mi gratitud total por el apoyo brindado que me permitió alcanzar el primer objetivo trazado en mi vida profesional.

A mis familiares que de una u otra forma colaboraron con un granito de arena para llegar al objetivo.

Al Bach. en Ing. Civil Bruno Montejo García, por su ayuda incondicional, en todo el apoyo brindado durante el desarrollo de la presente investigación.

## Índice de contenidos

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA .....	27
3.1 Tipo y Diseño de investigación.....	27
3.2 Operacionalización de Variable.....	28
3.3 Población, Muestra y Muestreo.....	31
3.4 Técnica e instrumento de recopilación de datos, validez y confiabilidad. 32	
3.5 Procedimiento de Aplicación .....	34
3.6 Método de análisis de datos.....	49
3.7 Aspectos éticos .....	49
IV. RESULTADOS.....	50
V. DISCUSIÓN .....	83
VI. CONCLUSIONES .....	91
VII. RECOMENDACIONES.....	93
Referencias .....	94
ANEXOS	
ANEXO 1: Matriz de Operacionalización de variables	
ANEXO 2: Matriz de Consistencia	
ANEXO 3: Instrumento de Recolección de datos	
ANEXO 4: Validación de instrumentos	
ANEXO 5: Confiabilidad	
ANEXO 6: Dosificación y análisis de resultados de antecedentes	
ANEXO 7: Procedimientos y fichas de recolección de datos	
ANEXO 8: Analisis de costos	
ANEXO 9: Turnitin	
ANEXO 10: Normativa	

ANEXO 11: Mapas y planos

ANEXO 12: Panel fotográfico

ANEXO 13: Solicitud y autorización de la empresa de la entidad pública

## Índice de tablas

TABLA 1: VALOR NUTRICIONAL DEL PLÁTANO EN 100G DE SUSTANCIA COMESTIBLE (V.I) .....	16
TABLA 2: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA FIBRA DE BANANO.....	17
TABLA 3: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FIBRA DE BANANO.....	17
TABLA 4: CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE DE LIMÓN.....	22
TABLA 5: DIMENSIONES, INDICADORES Y ESCALA DE MEDICIÓN (V. INDEPENDIENTE).....	23
TABLA 6: MEDIDAS DEL SUELO.....	24
TABLA 7 : CLASIFICACIÓN DEL SUELO.....	24
TABLA 8: PORCENTAJES DE SUBRASANTE .....	26
TABLA 9: DIMENSIONES, INDICADORES Y ESCALAS DE MEDICIÓN (V. DEPENDIENTE) .....	26
TABLA 10: DISEÑO DE DOSIFICACIÓN.....	27
TABLA 11: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LOS ENSAYOS .....	33
TABLA 12: DATOS OBTENIDOS POR PLANTA DE BANANO.....	36
TABLA 13: ENSAYOS DE LABORATORIO .....	47
TABLA 14: PROCESOS DE LOS ENSAYOS A REALIZAR .....	47
TABLA 15: COMPONENTES DEL ACEITE DE LIMÓN .....	48
TABLA 16: CALICATAS.....	51
TABLA 17: DESCRIPCIÓN DE SUELOS.....	54
TABLA 18: RESULTADOS DE LA MUESTRA PATRÓN.....	62
TABLA 19: RESULTADOS DE PROCTOR MODIFICADO .....	66
TABLA 20: RESULTADOS DE PROCTOR MODIFICADO CON DOSIFICACIONES DE FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN .....	67
TABLA 21: RESULTADOS DE CBR .....	71
TABLA 22: RESULTADOS DE CBR CON DOSIFICACIONES DE FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN .....	71
TABLA 23: RESULTADOS DE LA MDS CON FIBRA DE BANANO .....	77
TABLA 24: RESULTADOS DE LA MDS CON 12% FIBRA DE BANANO + ACEITE DE LIMÓN.....	78
TABLA 25: ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA MDS CON ADICIONES DE FIBRA DE	

BANANO.....	79
TABLA 26: ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA MDS CON ADICIONES DE ACEITE DE LIMÓN.....	79
TABLA 30: RESULTADOS DEL OCH CON 12% FIBRA Y ACEITE DE LIMÓN ....	80
TABLA 31: TABLA DE NORMALIDAD.....	81
TABLA 32: RESULTADOS DE CBR (0.2").....	81
TABLA 33: PRUEBA DE NORMALIDAD.....	82
TABLA 34: LÍMITE DE ATTERBERG.....	86
TABLA 35: LÍMITES DE ATTERBERG - CABEZAS Y SERRATO (2019).....	86
TABLA 36: LÍMITES DE ATTERBERG .....	87
TABLA 37: RESULTADOS DE CBR FP (0.25%, 0.5%, 0.75%).....	89
TABLA 38: RESULTADOS DE CBR - FIBRA DE BANANO - ACEITE DE LIMÓN .	90

## Índice de figuras

FIGURA 1: PLANTA DE BANANA .....	15
FIGURA 2: PARTES DE LA PLANTA DE BANANA .....	15
FIGURA 3: RUTA DE MIGRACIÓN DEL LIMÓN.....	19
FIGURA 4: VALOR NUTRICIONAL DEL LIMÓN .....	20
FIGURA 5: ACEITE DE LIMÓN.....	21
FIGURA 6: RECOLECCIÓN DEL BANANO Y LIMÓN .....	34
FIGURA 7: RECOLECCIÓN DEL PSEUDOTALLO .....	35
FIGURA 8: CORTADO DEL PSEUDOTALLO .....	35
FIGURA 9: RECOLECCIÓN DE LA HOJA.....	35
FIGURA 10: RECOLECCIÓN DE LA FRUTA DEL BANANO .....	36
FIGURA 11: RECOLECCIÓN DEL RAQUIS .....	36
FIGURA 12: OBTENCIÓN DEL PSEUDOTALLO .....	38
FIGURA 13: COSECHA Y SELECCIÓN .....	38
FIGURA 14: LAVADO Y SEPARACIÓN DE LAS CAPAS DEL PSEUDOTALLO ..	38
FIGURA 15: PESADO DE LA CASCARA DEL LIMÓN.....	40
FIGURA 16: PENSADO Y MOLIDO DEL PSEUDOTALLO .....	40
FIGURA 17: MOLINO PARA EL TRITURADO .....	41
FIGURA 18: ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO PARA SU SECADO.....	41
FIGURA 19: INSTRUMENTO DE DECANTACIÓN .....	42
FIGURA 20: EXTRACCIÓN DE FIBRA DE BANANO .....	43
FIGURA 21: OBTENCIÓN FINAL DEL ACEITE.....	43
FIGURA 22: UBICACIÓN DE LA VIA POR GOOGLE EARTH .....	44
FIGURA 23: UBICACIÓN FOTOGRÁFICA DE ENTRADA DE LA VÍA.....	45
FIGURA 24: MEDICIÓN DEL ANCHO DE LA VÍA.....	46
FIGURA 25: RECORRIDO DE LA VIA .....	46
FIGURA 26: EXPLORACIÓN DE CAMPO.....	46
FIGURA 27: UBICACIÓN DE LA REGIÓN PIURA EN EL MAPA DEL PERÚ.....	50
FIGURA 28: UBICACIÓN DEL DISTRITO 26 DE OCTUBRE DENTRO DE LA REGIÓN PIURA .....	50
FIGURA 29: TRAZO DE LA VIA DE ESTUDIO EN GOOGLE EARTH .....	50
FIGURA 30: TRAZO DE LAS CALICATAS EN LA VIA.....	51

FIGURA 31: ENSAYO GRANULOMETRICO.....	54
FIGURA 32: ENSAYO GRANULOMETRICO.....	54
FIGURA 33: CALICATA # 01 .....	55
FIGURA 34: CALICATA # 02 .....	55
FIGURA 35: CALICATA # 03 .....	56
FIGURA 36: CALICATA # 04 .....	57
FIGURA 37: RESULTADOS DEL ANALISIS GRANULOMÉTRICO.....	57
FIGURA 38: RESULTADOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL .....	59
FIGURA 39: ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO.....	59
FIGURA 40: ENSAYO LÍMITE PLÁSTICO.....	60
FIGURA 41: RESULTADOS DE LÍMITES.....	61
FIGURA 42: ENSAYO DE PROCTOR .....	63
FIGURA 43: PESADO DE LA MUESTRA COMPACTADA .....	63
FIGURA 44: RESULTADOS DEL OCH CON DOSIFICACIONES DE FIBRA.....	64
FIGURA 45: RESULTADOS DE LA MDS CON DOSIFICACIONES DE FIBRA ....	65
FIGURA 46: RESULTADOS DEL OCH CON 12% DE FIBRA Y DOSIFICACIONES DE ACEITE DE LIMÓN .....	66
FIGURA 47: RESULTADOS DEL MDS CON 12% DE FIBRA Y DOSIFICACIONES DE ACEITE DE LIMÓN .....	67
FIGURA 48: ENSAYO DE CBR .....	70
FIGURA 49: CBR (0.1") Y CBR (0.2").....	70
FIGURA 50: MUESTRA PATRÓN .....	70
FIGURA 51: RESULTADOS DE CBR A 0.1" .....	72
FIGURA 52: RESULTADOS DEL CBR AL 0.2" .....	73
FIGURA 53: RESULTADOS DE CBR AL 0.1" DE LA ADICIÓN DE 12% FIBRA DE BANANO Y 0.25, 0.30, 0.35, 0.40 LT DE ACEITE DE LIMÓN .....	74
FIGURA 54: RESULTADOS DE CBR AL 0.2" DE LA ADICIÓN DE 12% FIBRA DE BANANO Y 0.25, 0.30, 0.35, 0.40 LT DE ACEITE DE LIMÓN .....	76
FIGURA 55: MDS-FIBRA DE BANANO .....	78
FIGURA 56: (MDS - 12 FIBRA) + ACEITE DE LIMÓN.....	79
FIGURA 58: RESULTADOS DE CBR (0.1").....	80
FIGURA 59: RESULTADOS CBR (0.2") .....	81
FIGURA 60: RESULTADOS DE LALANGUE (2019) .....	84

FIGURA 61: RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES DE SUBRASANTE..... 85

FIGURA 62: RESULTADO DE PROCTOR MODIFICADO (HOYLE, 2019)..... 88

FIGURA 63: MDS - FIBRA - ACEITE..... 88

FIGURA 64: CALICATA # 01 ..... 47

FIGURA 65: CALICATA # 02 ..... 48

FIGURA 66: CALICATA # 03 ..... 48

FIGURA 67: CALICATA # 04 ..... 48



## RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo mejorar las características físico-mecánicas de cuatro suelos limosos arcillosos para ser utilizados como subrasante en la zona de estudio, desde PE1N Km1016 panamericana norte hasta condominios Hacienda del Este, distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021.

La metodología de estudio fue de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, con un diseño experimental y de alcance descriptivo – explicativo.

Los resultados obtenidos mediante los ensayos de caracterización, Proctor, CBR al suelo natural, de igual modo a los suelos alterados con porcentajes variables de fibra de banano al 8%, 10%, 12% y 4cm de longitud, para determinar las variaciones de las propiedades, se obtuvo que con la adición del 12%, se consigue aumentar la densidad hasta en un 31.3% y el CBR (0.1”) en 1331.3%, mientras el CBR (0.2”) su aumento fue 3% menos; por consiguiente a la mezcla de última con fibra se le agrego dosificaciones de 0.25 Lt, 0.30 Lt, 0.35 Lt de aceite de limón donde se llego al fortalecimiento máximo, aumentando el CBR (0.1”) en un 41.9% y en 1931.25% con respecto a la muestra patrón, obteniendo una clasificación cualitativa de Buena, dando una opción de poder utilizarse como base y así disminuir el costo de ejecución; cuando se le adiciono los 0.40 Lt tuvo una reducción del aumento en 15.3% y 1200% respectivamente.

Con respecto a los costos, al sustituir parcialmente con fibra de banano, el presupuesto disminuye considerablemente con respecto a los productos usualmente usados en un 31.76%, pero cuando le adicionamos el aceite de limón, los costos aumentan significativamente desde 156.62% hasta 171.12%, por lo que se convierte en no viable, esto se debe a que el rendimiento final del aceite se ve afectado por el tamaño y corteza del producto.

Palabras clave: Estabilización, mejoramiento de suelo, capacidad de soporte.

## ABSTRACT

The present thesis aims to improve the physical-mechanical characteristics of four silty clay soils to be used as subgrade in the study area, from PE1N Km1016 Panamericana norte to Hacienda del Este condominiums, district twenty-six of October - Piura, 2021.

The study methodology was of a quantitative approach, applied type, with an experimental design and descriptive-explanatory scope.

The results obtained through the characterization tests, Proctor, CBR to the natural soil, in the same way to the altered soils with variable percentages of banana fiber at 8%, 10%, 12% and 4cm in length, to determine the variations of the properties, it was obtained that with the addition of 12%, it is possible to increase the density up to 31.3% and the CBR (0.1 ") in 1331.3%, while the CBR (0.2") its increase was 3% less; Therefore, to the last mixture with fiber, dosages of 0.25 Lt, 0.30 Lt, 0.35 Lt of lemon oil were added where the maximum strengthening was reached, increasing the CBR (0.1 ") by 41.9% and in 1931.25% with respect to the standard sample, obtaining a qualitative classification of Good, giving an option to be able to use it as a base and thus reduce the cost of execution; When the 0.40 Lt was added, it had a reduction of the increase in 15.3% and 1200% respectively.

Regarding costs, by partially replacing with banana fiber, the budget decreases considerably with respect to the products usually used by 31.76%, but when we add lemon oil, the costs increase significantly from 156.62% to 171.12%, so it becomes non-viable, this is because the final yield of the oil is affected by the size and crust of the product.

Keywords: Stabilization, soil improvement, bearing capacity.

## I. INTRODUCCIÓN

**A nivel internacional** en la actualidad los diferentes tipos de suelos blandos o con materia orgánica presentes en la mayor parte de las vías en el mundo siguen siendo el problema para la ingeniería a nivel mundial, desde inicios de los noventa se viene buscando opciones más eficientes mediante la investigación de productos estabilizantes a los diferentes suelos finos inestables e inadecuados para los procesos constructivos de carreteras para la disminución de los elevados presupuestos generados por culpa de estos tipos de suelos muy comprensibles y porque mientras la sociedad sigue creciendo esto le ocasiona un mayor elevado de cargas al tránsito en las vías, por lo tanto el estudio, diseño y construcción de una carretera se deben de tomar en cuenta el crecimiento desmedido y la contaminación de agentes orgánicos e inorgánicos que los mismos pobladores ocasionan por su falta de cultura ambiental; para poder llevar a la investigación de productos reutilizables tanto sintéticos como naturales y lograr minimizar mediante estos proyectos el daño al medio ambiente; es por ese motivo, que desde el año 2000 a la investigación se le decidió agregar productos como la fibra tanto natural y sintéticas con el único objetivo de disminuir los costos de los proyectos y el aumento de alternativas para una estabilización de estos tipos de suelos, recordar que nuestros antepasados ya utilizaban las fibras en sus construcciones para darle una mayor estabilidad, es por eso que teniendo estos antecedentes se ha aumentado las investigaciones a productos naturales como alternativas estabilizantes de solución para los proyectos de infraestructura vial, esto está generando un impacto ambiental positivo para la disminución de contaminantes orgánicos generados por las diferentes cosechas ricas de este producto como son las fibras que pueden ser de; banano, fiques, guayaquil, coco, etc. Teniendo este panorama han manejado algunas alternativas que sirven para ayudar a la utilización de diferentes residuos naturales ocasionados durante la cosecha de estos, investigadores de todo el mundo buscan alternativas de bajo costo, durante los procesos de empleo en nuevas técnicas para la estabilización de suelos con poca capacidad de soporte de cargas. Gracias a estos antecedentes internacionales se puede guiar a futuras investigaciones de este tema y seguir aportando, con el objetivo de tener más alternativas naturales como estabilizantes.

**A nivel nacional**, nuestros antepasados Incas en el desarrollo urbanístico del país era común en ellos utilizar la piedra en construcciones para la capital del estado, y para la construcciones de la costa fueron de adobes, he ahí la importancia que toma la fibra como valor importante en el proceso constructivo en las obras urbanísticas de los Incas; ya que, estas fibras también fueron utilizadas para la construcciones de puentes colgantes y en la pesca para la elaboración de balsas como son los famosos caballitos de totora y es en base a la fibra de totora producto natural y esencial para estos tipos de diseño y elaboración; hasta la actualidad se siguen haciendo construcciones con adobe y uno de los materiales importantes que se le adiciona es la fibra, que se utilizó de manera rural o primitiva sin ningún sustento teórico hasta el terremoto de 1970, donde se evidencio la necesidad de dar una solución técnica a estos tipos de construcciones, de ahí surge la iniciativa de elaborar una norma como es la E.080, la cual siguen siendo actualizada hasta nuestros días, cuya norma que también fue utilizada por algunos países vecinos que no tenían una guía respecto a estos tipos de construcciones como es Ecuador, la fibra brinda un grado de resistencia que fueron descubiertos por nuestros antepasados, pero en el rubro de estabilización de suelos no hay una norma y es la poca importancia por parte del estado en solucionar la falta de conexión y desarrollo de un país, como son el diseño y construcción de carreteras; y el principal problema que obstaculiza el desarrollo de estos proyectos es la presencia de suelos finos o suelos con poca resistencia al soporte de cargas; esto se debe en primer lugar, a la naturaleza misma de nuestro país y a que el gobierno no incentiva a estudios que permitan encontrar un producto estabilizante para estos diferentes tipos de suelos que están presentes en la mayor parte de las vías a nivel nacional y poder disminuir los elevados presupuestos generados al momento de ejecutar un proyecto de carreteras debido al movimiento de tierras para mejorar un suelo, porque el suelo natural existente no cumple las características para ser incorporado en la construcción, solo nos queda guiarnos.

Tener presente que este proyecto de investigación tiene como producto de adición para una estabilización de suelos a la fibra de banano, por su bajo costo de adquisición y ser una variable más y aumentar el conocimiento teórico.

**En la región.** Piura no es ajeno a este tipo de suelos pobres abundantes en la parte sierra de nuestra región, pero también presentes en parte central de la zona urbana, como en el tramo (PE-Km1016) hasta Hacienda del Este, distrito 26 de octubre – provincia Piura – departamento Piura, 2021., zona agrícola de producción de limón y banano, también es zona de proyectos de infraestructura urbana que cuenta con una vía con suelo arenoso, limoso y arcilloso, no tiene la calidad y resistencia necesaria; por lo tanto, no son adecuados para la construcción de vías; y por tal motivo, hoy en día, presentan un elevado presupuesto el tratar de estabilizarlos o mejorarlos; debemos tener en cuenta que las carreteras son esenciales para el transporte; ya que, es una actividad que aporta crecimiento en una sociedad.

En estos últimos años la región Piura ha incrementado la producción de banano y limón dos productos naturales, principales y esenciales para este estudio; la fibra de banano, que puede ser del tallo, del raquis, de la hoja y de la fruta misma; es un producto natural resistente a la tracción según estudios realizados de sus propiedades físicas y químicas. Esta técnica de adición de fibras es muy antigua, utilizada por nuestros antepasados como por ejemplo, el adobe; por ese motivo desde el año 2000 se ha incrementado el interés en la estabilización de suelos por estos métodos; especialmente este proyecto de investigación analizará la factibilidad de usar fibra de banano y aceite de limón como agentes estabilizantes de la subrasante o suelo natural, tratando de mejorar sus características de resistencia y plasticidad; y al mismo tiempo, el aprovechar los residuos generados al momento de la cosecha de estos productos, pensando en minimizar el daño al medio ambiente.

Siguiendo este lineamiento de estudio, este proyecto de investigación tiene como finalidad dar la oportunidad a los pobladores de la zona, conectarse y desarrollarse mediante esta nueva carretera hacia la ciudad de Piura y a la vez mitigar la contaminación a consecuencia de los residuos resultados después de las cosechas de estos productos naturales, utilizándolos como estabilizadores de los suelos arenosos, limosos y arcillosos.

El único objetivo de esta investigación aparte de lo social es el de generar un aporte teórico en beneficio de la región ya que hay muy pocos antecedentes de este tema como es la fibra de banano para ser utilizada como estabilizante.

Por estos motivos que, a la **formulación del problema**, en la presente investigación se ha planteado el siguiente **problema general**: ¿De qué manera influye la adición de fibra de banano y el aceite de limón en las propiedades de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021?, como en los problemas específicos: **Problema específico 1**, ¿De qué manera influye la adición de fibra de banano y el aceite de limón en el índice de plasticidad de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021?, **Problema específico 2**, ¿De qué manera influye la adición de fibra de banano y el aceite de limón en la máxima densidad seca de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021?, **Problema específico 3**, ¿De qué manera influye la adición de fibra de banano y aceite de limón mediante su dosificación en el porcentaje de CBR de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021?, ahora bien, la **justificación de investigación** se clasifica en **justificación teórica** donde el estudio presenta en el marco teórico, la adición de dos productos como son: la fibra de banano y del aceite del limón en la estabilización de la subrasante de suelo arcilloso, arenoso y limoso, con el objetivo de examinar la reacción del comportamiento mecánico del suelo ante su estabilización; “su base teórica se sostiene en NTP CE 010, 020, ASTM, CAPECO; Manual de carreteras, ETGC EG-2013, Manual de ensayo de materiales (...)” (9). Teniendo una **justificación metodológica** a través de una investigación donde se planteará las alternativas para el fortalecimiento de la subrasante mediante la incorporación de la fibra de banano y el aceite del limón; lo que se trata mediante este estudio es influir con un nuevo método como alternativa de solución en el mejoramiento y/o estabilización de las vías nuevas o vías en mal estado y En la presente investigación tiene su **justificación técnica** de la idea en llenar las lagunas teóricas sobre este tipo de estudios dentro del área de estabilización de la subrasante añadiendo la fibra de banano y el aceite del limón en el tramo PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021, y la **Justificación social**, al solucionar los problemas de vías en la zona de caserío Nueva Esperanza y condominios “Hacienda del Este”, se beneficiarían más de 100 000 personas directa e indirectamente tanto en la transitabilidad para el transporte de las personas y de los productos de la zona como son el banano, maíz, limón,

coco, naranja, lima, etc. Y así dar la oportunidad a los pobladores de la zona, conectarse mediante esta nueva carretera hacia la ciudad de Piura y a la vez mitigar la contaminación a consecuencia de los residuos resultados después de las cosechas de estos productos naturales utilizándolos como estabilizadores de los suelos arenosos, limosos y arcillosos.

**justificación económica**, la fibra de banano (raquis, tallo, cascara) es un producto desechado después de la cosecha del banano, a veces es utilizado como fertilizante para la misma planta o simplemente desechado y al ser un producto poco utilizado se vuelve de fácil adquisición y de valor económico bajo y el limón su precio podría variar dependiendo del momento de producción. De modo que se procedió a identificar los **objetivos** y tenemos como **objetivo general**: Determinar cómo influye la adición de fibra de banano y aceite de limón en las propiedades de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021. Así como los **objetivos específicos**: Determinar cómo influye la adición de fibra de banano y aceite de limón en el índice de plasticidad de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021. Determinar cómo influye la fibra de banano y aceite de limón en la máxima densidad seca de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021., Determinar cómo influye la fibra de banano y aceite de limón mediante su dosificación en el porcentaje de CBR de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021. Partiendo de mis objetivos se formula las hipótesis: **Hipótesis general**: La adición de fibra de banano y aceite de limón influye en las propiedades de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021. Por lo tanto, las **hipótesis específicas** son: La adición de fibra de banano y aceite de limón influye en el índice de plasticidad de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021. La adición de fibra de banano y aceite de limón influye en la máxima densidad seca de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021. La adición de fibra de banano y aceite de limón influye mediante su dosificación en el porcentaje de CBR a la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

### A nivel internacional

Como **antecedentes internacionales**, según García (2019), su **objetivo** es analizar el aporte de las fibras de fique para lograr la estabilización de suelo natural. La **metodología** utilizada es aplicativa y experimental. Se obtuvo los siguientes **resultados** a la compactación: suelo in situ, con un IP de 13.05, OCH de 21.57, MDS de 15.00, CBR al 4.60; y en un suelo alterado, un IP de 13.05, OCH de 16.3, MDS de 18.12, CBR de 11.65; y a la adición de suelo-fibra de fique (0.47%), nos da un IP de 13.05, OCH con 16.3, MDS da 17.5, CBR de 11.94; y en la mezcla de suelo-cemento (11.5%), tenemos un IP con 13.05, OCH de 16.3, MDS con 18.83, CBR de 171.84; y a la siguiente mezcla de suelo-cemento (11.5%)-fibra de fique (0.47%), el IP fue 13.05, OCH de 16.3, MDS de 18.21, CBR con 135.92; y el CBR: (10,25,56) golpes por capa y a penetraciones (2.54 y 5.08) mm; por lo tanto, la **conclusión** indica un CBR a los 10, 25 y 56 golpes, e introducción de 2,54 mm y 5,08mm, en cada muestra. cómo (Suelo-cemento) ocupa los índices más altos y mejor CBR a la investigación realizada. Si la comparación solo fuera suelo natural y el de suelo natural con fibra de fique, se observa su CBR a 10 golpes con una introducción de 5.08 mm supera las propiedades del suelo alterado, significa que es bueno en la investigación. Por lo tanto, podemos decir que todos los CBR modificados con fique y cemento fueron superiores al suelo natural.

tenemos a Serrato (2019), tiene como **objetivo** analizar la adición de la fibra en un suelo grueso mediante su resistencia al corte con respecto a un suelo inalterado, mediante el ensayo CBR. La **metodología** es aplicada, explicativo y experimental. Los **resultados** de estos 2 tipos de muestras de suelos es: el primero es suelo natural y tenemos para el ensayo 1, un IP= 16, OCH=19.7, MDS=1.632 y CBR(12 golpes)=0.87, CBR(25 golpes)=1.47, CBR(56 golpes)=2.20; segundo es suelo adicionado fibra de coco(1%) y tenemos para el ensayo 2 tenemos, un IP= 16, OCH=19.7, MDS=1.63 y CBR(12 golpes)=2.5, CBR(25 golpes)=2.8, CBR(56 golpes)=3, en **conclusión** se evidencio que al adicionarle el 1% de fibra de coco, gana resistencia, pero no cumplió con los requisitos de la norma INVIAS (COLOMBIA) ya que lo mínimo debe ser 5%.



Gutiérrez (2019), su **objetivo** es utilizar el método de prensado al frío a la cascara y así obtener el aceite esencial de naranja. Utilizando una **metodología** investigativa, aplicada, experimental. De 21kg de cascara de naranja se obtuvo como **resultado**, de las tres diferentes y repetitivas pruebas, guiándonos por el tiempo transcurrido y la variación de temperatura en cada tiempo dado, como primer ensayo: de 15 min obtuvimos 4.929gr en temperaturas de (7°-10°), 45', 7.224 entre (7°-10°), 75' (7°-10°) =7.734, 15' (12°-15°) =4.929, 45' (12°-15°) =6.969, 75' (12°-15°) =7.554, 15' (17°-20°) =4.504, 45' (17°-20°) =6.289, 75' (17°-20°) =6.446, como segundo ensayo: de 15' (7°-10°) =5.014, 45' (7°-10°) =7.309, 75' (7°-10°) =7.649, 15' (12°-15°) =4.844, 45' (12°-15°) =7.309, 75' (12°-15°) =7.479, 15' (17°-20°) =4.844, 45' (17°-20°) =6.034, 75' (17°-20°) =6.459, como tercer ensayo: de 15' (7°-10°) =5.269, 45' (7°-10°) =7.564, 75' (7°-10°) =7.903, 15' (12°-15°) =4.844, 45' (12°-15°) =6.969, 75' (12°-15°) =7.309, 15' (17°-20°) =4.589, 45' (17°-20°) =6.374, 75' (17°-20°) =6.884, en **conclusión** obtenemos que “el método utilizado para la obtención del aceite es afectado por el tiempo de prensado y la temperatura” (Gutiérrez, 2019, p.65).

### **A nivel nacional**

Como **antecedentes nacionales** según More (2019), como **objetivo** tiene evaluar las propiedades físico químicas de la resina de plátano para estabilizar la subrasante del suelo. Su **metodología** utilizada es de enfoque cuantitativo, nivel aplicado y diseño experimental. Obteniendo como **resultado** de la combinación suelo-resina de plátano (1.25%), tenemos un IP con 9.45, OCH de 11, MDS de 1.98 y su CBR entre 8 - 11.50%; y en el suelo-resina de plátano (2.50%), fue un IP con 8.58, OCH de 11, MDS de 2.06 y su CBR entre 12.50 -14.00; del suelo-resina de plátano (5.00%), un IP de 7.72, OCH con 11, MDS de 2.02 y su CBR entre 11.00 - 13.60. Obteniendo una **conclusión** favorable, logrando “mejorar las propiedades del suelo, consiguiendo estabilizarse con la adición del 2.5% de resina del banano con referencia al peso de la muestra, logrando un CBR al 95% de 12.5%, densidad de 2.06 gr/cm<sup>3</sup> con un óptimo contenido de humedad de 11.00%, así mismo se disminuyó el porcentaje de expansión al 1.62% a 1.54%” (More, 2019).

Hoyle (2019), el **objetivo** es la estabilización del suelo adicionando ceniza de hojas de eucalipto y fibras de raquis de musa paradisiaca. La **metodología** de estudio es diseño de investigación correlacional. Y su **resultado** es dióxido de silicio en 73.86%, óxido de aluminio en 0.24%,  $Fe_3O_2$  0.37%, óxido de azufre de 1.3%, con humedad de 1.67% y pérdida por calcinación de 6.71%. el suelo fue clasificado, por ASHTO como A6 y SUCS con CL, la MDS y su OCH del suelo arcilloso con adición de ceniza y paja es de 1.999 gr/cm<sup>3</sup> y 11%, se observa un aumento con respecto a la muestra patrón llegando a 1.782 gr/cm<sup>3</sup> con un OCH de 12.5%. En sus **conclusiones** tenemos que el alto porcentaje de sílice en las cenizas mejora las propiedades mecánicas del suelo.

Flores (2020) tuvo como objetivo Evaluar el suelo de subrasante y determinar la influencia de Maxxseal 200 adicionando porcentajes de 3%, 6%, 9%. La metodología fue de enfoque cuantitativo con diseño cuasi experimental y un nivel explicativo de tipo aplicada. Los resultados de muestra de tres calicatas de suelo natural fue IP de 10, 9, 8 y su OCH de 11.3, 11.7, 9.3 y su MDS 1.694, 1.744, 1.798, para el ensayo CBR se tomó con 0.1" de penetración el MDS al 95% fue 10.7, 10.7, 10.2 y al 100% dio 13.1, 12.8, 13 pero a 0.2" de penetración se obtuvo 15.2, 12.6, 13.1 y 18.7, 14.4, 16.5 respectivamente, y al adicionar Maxxseal 200 al 3%, 6%, 9%, se obtuvieron un IP de 7, 7, 6 mientras que para OCH 10.5, 11.6, 10.1 y para su MDS 1.713, 1.745, 1.772 gr/cm<sup>3</sup>, para el CBR se tomó MDS al 95% en 0.1" fue 41.3, 37.1, 48.6 y al 0.2" salió 54.8, 44.9, 52 y cuando se tomó el MDS al 100% en 0.1"; 51.1, 58.7, 69.8 y en 0.2" obtuvimos 67.8, 71.3, 74.8 respectivamente. en conclusión, se demuestra que existe una tendencia a aumentar conforme se vaya aumentando el porcentaje de adición del aditivo.

En Piura tenemos a Lalangue (2019), su **objetivo** es estabilizar el suelo mediante el aceite sulfonado para ser utilizado como subrasante. La **metodología** de estudio utilizada es experimental, de nivel cuantitativo, y aplicativo. Para hallar el **resultado** primero hallamos la proporción del aceite sulfonado, analizando el CBR de las siguientes combinaciones: suelo-cal (0.5%) tuvimos un (CBR (0.1")) a 2.4, CBR

(0.2”) de 2.8); suelo-cal (1%) a (2.9, 3.9); suelo-cal (1.5%) con un (3.8, 3.9); y del suelo-cemento (0.5%) un (2.6, 3.1); y en el suelo-cemento (1%) nos da (3.4, 4.3); por consiguiente, al suelo-cemento (1.5%) dio un (4.4, 6.3); de esta combinación de diferentes porcentajes utilizaremos 1.5%; ya que, son directamente proporcionales para la combinación del aceite sulfonado; por lo tanto, haremos las siguientes muestras, como muestra 1 tenemos de la combinación suelo-cal (1.5%) si le adicionamos 0.2L (aceite sulfonado) obtuvimos (CBR (0.1”) a 7.2, CBR (0.2”) a 8.8); y en 0.3L (aceite sulfonado) nos resultó (8.3, 9.6); en 0.4L (aceite sulfonado) un (9.2, 10.1); en 0.5L (aceite sulfonado) fue de (9.5, 10.7); ahora a la combinación suelo-cemento (1.5%), le adicionamos 0.2L (aceite sulfonado) y tuvimos un (4.6, 5.4); 0.3L (aceite sulfonado) un (5.2, 6); 0.4L (aceite sulfonado) con un (5.4, 6.6); 0.5L (aceite sulfonado) su (5.7, 7); como el CBR aumenta cuando aumentamos el aceite sulfonado entonces repetimos el procedimiento para la muestra 2, suelo-cal (0.5%) obtuvimos un (4.6, 6.2); suelo-cal (1%) el (5.6, 7.1); al suelo-cal (1.5%) con un (5.9, 7.5); en el suelo-cemento (0.5%) su (5.8, 7.3); al suelo-cemento (1%) el (6.2, 7.9); en suelo-cemento (1.5%) su (7.2, 8.8); por lo tanto utilizaremos 1.5%; ya que, son directamente proporcionales para la combinación del aceite sulfonado; entonces como muestra 2 obtenemos de la combinación suelo-cal(1.5%) si le adicionamos 0.2L(aceite sulfonado) nos da un (6.8, 8.2); 0.3L (aceite sulfonado) con un (8.8, 9.8); 0.4L (aceite sulfonado) el (10, 10.8); 0.5L (aceite sulfonado) su (10.3, 11.2); ahora a la combinación suelo-cemento (1.5%), le adicionamos 0.2L (aceite sulfonado) entonces el (7.9 y 9.5); 0.3L (aceite sulfonado) fue (8.6, 10.1); 0.4L (aceite sulfonado) con (9.2, 10.6); 0.5L (aceite sulfonado) su (9.7, 11); En **conclusión**, “el aceite sulfonado mejora la resistencia del suelo obteniendo un CBR inicial de 2.1% incrementa su capacidad de soporte en 8.8% de la Carretera Departamental Ruta PI- 114 Emp.PE-1N (El Alto–Talara) - Emp. PI-105 (Pariñas), km:08+000.00 - 09+000.00, Talara – Piura, 2019” (Lalangué, 2019, p.44).

### **In other languages**

As **background in other languages**, tenemos a Leema (2016), the **objective** of “this paper presents an investigation on the behavior of soft soil stabilized with varying percentages of coir pith (0-3%) and coir fibre (0-1%) by carrying out Standard Proctor, Static Triaxial test and California Bearing Ratio (CBR) tests” (Leema, 2016,

p.558). An investigative, applicative and experimental **methodology** has been used. Obtaining the following **result** from two soil samples: we have for trial one, (subgrade-coir pith (0%))=(OCH=32%, MDS=17KN/cm<sup>3</sup> y CBR=0%); (subgrade-coir pith (0.5%))=(25, 17.5 y 1.5); (subgrade-coir pith (1%))=(28, 15 y 1.83); (subgrade-coir pith (1.5%))=(24, 14.5 y 2.5); (subgrade-coir pith (2%))=(23, 14 y 2.92); (subgrade-coir pith (2.5%))=(25, 13.5 y 1.4); (subgrade-coir pith (3%))=(29, 13 y 1.26); we have for trial two, (subgrade-Coir Fibre (0%))=(32, 17 y 0); (subgrade-Coir Fibre (0.2%))=(23, 15 y 1.77); (subgrade-Coir Fibre (0.4%))=(25, 14 y 3.1); (subgrade-Coir Fibre (0.6%))=(26, 13 y 4.35); (subgrade-Coir Fibre (0.8%))=(33, 12 y 3); (subgrade-Coir Fibre (1%))=(21, 12.5 y 1.9). In **conclusion** “the test results showed that stabilization with coir waste had a significant effect on the compaction, Elastic modulus as well as CBR characteristics” (Leema, 2016, p.558).

Aguilar (2020), present on your **target**, “of the research was to determine the influence of molten polyethylene bags in the stabilization of a clay soil at the subgrade level” (Aguilar, 2020). Used an applied and experimental **methodology**. We have the following **result** from samples of 5 pits: first pits {[soil-(0%BPF) = (IP=13.63%), (MDS=1.806Kg/cm<sup>3</sup>), (OCH=19.07%), (CBR=5.9%)]}; [soil-(4%BPF) = (8.4, 1.817, 16.13, 7.5)]; {[soil-(8%BPF) = (13.3, 1.823, 16.92, 8.9)]; {[soil-(12%BPF) = (13.64, 1.833, 16.68, 9.8)]}; second pit {[soil-(0%BPF) = (12.7, 1.715, 18.1, 5.6)]; [soil-(4%BPF) = (7.5, 1.739, 16.2, 7.1)]; {[soil-(8%BPF) = (11.8, 1.783, 15.8, 9.5)]; {[soil-(12%BPF) = (14.1, 1.793, 15.3, 9.9)]}; third pit {[soil-(0%BPF) = (13, 1.713, 18.3, 5.6)]; [soil-(4%BPF) = (8.2, 1.741, 16.4, 7.3)]; {[soil-(8%BPF) = (12, 1.773, 15.5, 9.3)]; {[soil-(12%BPF) = (13.8, 1.785, 15.2, 9.8)]}; fourth pit {[soil-(0%BPF) = (14.7, 1.707, 17.9, 5.7)]; [soil-(4%BPF) = (10.3, 1.737, 16.3, 7.1)]; {[soil-(8%BPF) = (11.5, 1.785, 15.2, 9.6)]; {[soil-(12%BPF) = (12.9, 1.801, 15, 9.9)]}; fifth pit {[soil-(0%BPF) = (13.7, 1.711, 17.8, 5)]; [soil-(4%BPF) = (10.5, 1.731, 16.6, 6.9)]; {[soil-(8%BPF) = (12.1, 1.783, 15.4, 9.5)]; {[soil-(12%BPF) = (13.8, 1.823, 15.1, 10.3)]}. (Aguilar, 2020).

Gobinath (2019), the **objective** of study is “investigates the effects of banana fibre-reinforcement of a soil stabilized with sodium silicate on the geotechnical properties of the composite” (Gobinath,2019). An investigative, applicative and experimental **methodology** has been used, the **results** of the five samples are as follows: {[soil-silicato de sodio (1%)-(0%fibra de banano) = (IP=2.5%), (MDS=21.8kn/m<sup>3</sup>), (OCH=11%), (CBR=2.5%)}; [soil-silicato de sodio (1%)-(0.2%fibra de banano)= (6, 21.1, 11.7, 17.5)]; {[ soil-silicato de sodio (1%)-(0.3%fibra de banano) = (7, 20.8, 11.8, 22.5)}; {[ soil-silicato de sodio (1%)-(0.4%fibra de banano) = (5, 20.6, 11.9, 27.5)}]; {[ soil-silicato de sodio (1%)-(0.5%fibra de banano) = (7.5, 20.5, 12.2, 32)}]

**conclusion** “This study provided experimental insights on the consequences of reinforcing a glass stabilised soil with banana fibre wear the geotechnical properties of the glass stabilised soil. The results obtained show that because the banana fibre multiplied, there was a rise in every of the malleability index, OMC, UCS, shear strength, split-tensile strength and CBR of the strengthened soil, whereas its MDUW attenuated. AN multiplied malleability index would ordinarily mean that the strengthened soil became less viable however as a result of the soil could be a gravelly sand with the malleability property solely characterizing a fraction of the soil, that is tiny (less than 100 percent of the soil particles), the impact of the malleability index won't considerably have an effect on the behaviour of the soil. The decrease in MDUW could be a resultant of the banana fibre being lighter in weight compared with the soil. The multiplied UCS, shear strength, split-tensile strength and soaked CBR of the strengthened soil imply that the strength properties of the strengthened soil improved. The UCS multiplied by 445%, shear strength by eightieth, split lastingness by Nineteen Forties and therefore the CBR multiplied by 1083%, when the appliance of zero.5% banana fibre to the half of glass stabilised soil. Banana fibre (instead of being disposed-off) is usually recommended for reinforcing loose soils. The combined use of glass and banana fibre-reinforcement as stabilizers of sandy soils, like the gravelly sand investigated during this study, to enhance its strength and subgrade quality to be used as road pavement layer material is usually recommended” (Gobinath, 2019).

## Artículos Científicos

Como artículos científicos tenemos a (Mosqueira, 2020), “el objetivo de su investigación fue determinar la capacidad portante de tres suelos arcillosos incorporando fibra de pseudotallo de plátano en longitudes de 25 mm, en tres porcentajes diferentes: 0.25%, 0.5%, 0.75%”. utilizando una metodología aplicada experimental. Obteniendo el siguiente resultado del análisis granulométrico para la clasificación de estos tres tipos de suelos arcillosos: para el suelo 1 dio, OCH=58.30%, IP=25.29% y le agregamos 2.5cm de longitud de fibra de pseudotallo de plátano en tres diferentes porcentajes, obtuvimos primero de (0.25%), lo siguiente OCH=26%, MDS=1.505 gr/cm<sup>3</sup>, y CBR(0.1)=0.87%, CBR(0.2)=0.9%; segundo de (0.5%), 28.02, 1.368, y (0.405, 0.405); tercero de (0.75%), 28.5, 1.413; y (0.358, 0.365); para el suelo 2 dio, OCH=38.52%, IP=22.33% y le agregamos 2.5cm de longitud de fibra de pseudotallo de plátano en tres diferentes porcentajes, obtuvimos primero de (0.25%), lo siguiente 26.5, 1.517, y (1.185, 1.310); segundo de (0.5%), 24.8, 1.528, y (0.592, 0.633); tercero de (0.75%) un 20, 1.468; y (0.468, 0.485); para el suelo 3 dio, OCH=53.27%, IP=69.31% y le agregamos 2.5cm de longitud de fibra de pseudotallo de plátano en tres diferentes porcentajes, obtuvimos primero de (0.25%), lo siguiente 26.2, 1.436, y (1.150, 1.165); segundo de (0.5%), 24, 1.401, y (0.794, 0.808); tercero de (0.75%), 21.5, 1.372; y (0.433, 0.515). Dando las siguientes conclusiones, como el aumento de la capacidad portante de los suelos, (Mosqueira, 2020).

(Alarcón, 2020), priorizo en su **objetivo** el aprovechamiento de los residuos de la extracción del petróleo para la adición como estabilizante en los suelos y así mitigar los impactos negativos en el medio ambiente. La **metodología** utilizada es aplicada y experimental. Obteniendo los siguientes **resultados** para “el diseño experimental utilizado para los procesos de dosificación, elaboración, curado y ensayo de las mezclas” (Alarcón, 2020); tenemos dos materiales, primero de material granular donde obtuvimos lo siguiente, OCH=10, IP=8, MDS=1.907, CBR=30, ahora lo separamos por periodo de curado de 7 días y 4 días de inmersión adicionamos el lodo aceitoso en porcentajes de 2% (% expansión=0.03, CBR=21, MR=95), 4%(0.15, 32, 110), 6%( 0.14, 21, 150), 8%(0.16, 11, 125), curado de 20 días y 14 días en seco, adicionamos el lodo aceitoso en porcentajes de 2% (0.01, 42, 120), 4%(0.01, 52, 175), 6%( 0.01, 33, 120), 8%(0.01, 13, 160 ), curado de 26 días y 7 días de inmersión, 7 días en seco, adicionamos el lodo aceitoso en

porcentajes 2% (0.17, 32, 150), 4% (0.19, 41, 155), 6% (0.2, 21, 240), 8% (0.22, 8, 200) y segundo de subrasante donde obtuvimos lo siguiente, OCH=12, IP=17, MDS=1.92, CBR=30, ahora lo separamos por periodo de curado de 7 días para hallar el módulo resiliente, adicionamos el lodo aceitoso en porcentajes de 2% (MR=75), 4% (MR=240), 6% (MR=160), 8% (MR=235), curado de 20 días, adicionamos el lodo aceitoso en porcentajes de 2% (MR=160), 4% (MR=235), 6% (MR=190), 8% (MR=220), curado de 26 días, adicionamos el lodo aceitoso en porcentajes 2% (MR=220), 4% (MR=245), 6% (MR=190), 8% (MR=280). Teniendo como **conclusión** para “la estabilización del material granular se recomienda el lodo aceitoso al 6% para el aumento del módulo resiliente del orden del 40% con relación al módulo resiliente del material granular sin tratar por un periodo de curado de 7 días, también se recomienda el lodo aceitoso al 4% para la subrasante, ya que logra un aumento de la resistencia y plasticidad del material granular” (Alarcón, 2020), con periodos de curado de 26 días.

“Estudios informan que el 80% de vías a nivel mundial carecen de pavimentación y la mayor parte de este porcentaje es de bajo tránsito y el 20% restante tienen limitado ciclo de vida por las fallas que presentan en el transcurso de su uso y un factor negativo de estos pavimentos es la calidad del suelo por su baja resistencia (...)” (16).

(Del Castillo, 2020), tiene como **objetivo** “evaluar el comportamiento geotécnico de una subrasante mezclada con aceite de motor usado. La metodología es de tipo aplicada y diseño experimental”, cuasi experimental. Obteniendo los siguientes **resultados** del suelo natural, IP de 18.52, MDS de 1570, OCH de 25, CBR de 4.4 y el ensayo a la compresión es 1216 Kpa y al adicionar AMU en diferentes porcentajes, se obtuvieron: al (4%), un IP de 18.5; (8%) un IP de 19; al (12%) un IP de 20.5, al (16%) un IP de 23, Como se ve, la disminución de “la humedad óptima es significativo para el 4% de AMU, donde esta se reduce un 8% con respecto a la del suelo natural, para el 8% de AMU un 31,2%, para el 12% de AMU un 44,4% y finalmente para el 16% de AMU se reduce un 60%” (Del Castillo, 2020). La **conclusión** es la utilización del AMU al 8%, 12%, 16% respectivamente, ya que se nota el aumento de la densidad del 4.5%, 5.7% y 7% con respecto al suelo natural.

Como **bases teóricas** relacionada a las variables tenemos lo siguiente:

Como variable independiente se tiene dos productos, la fibra de banano y el aceite de limón que serán recolectados como el sobrante o desperdicio de la cosecha (extra, primer y segunda) de la exportación de dichos productos para proceder a su utilización.

### **Variable independiente 1:**

#### **Principales conceptos teóricos**

La plantación del banano tiene sus orígenes del continente asiático del año 650 D.C; en el año 1516 fue traído al continente americano consecuentemente después de llegar en el S. XV a Canarias, esta planta es perenne porque su proceso de vida consiste en el brote al cual se le llama hijo y es el reemplazante de la planta madre, requiere de un clima subtropical para su productividad y en la actualidad la mayor parte de su producción se encuentra en nuestro continente y el Perú ha sido participe de este boom bananero responsable del 3% de la producción mundial y ni que decir de nuestra región, exactamente el valle del Chira en la provincia de Sullana concentrando el 80% de la producción nacional por lo tanto es la principal exportadora de este producto al continente Europeo y Norteamericano alcanzando los 143 millones de dólares en exportaciones de este elemental producto, debemos saber que para poder mantener una planta en pie ya que se vuelven inestables al momento de su riego porque el suelo donde están plantadas se vuelve débiles por el ingreso de humedad, por eso se les sujeta entre ellas mismas para darle una estabilidad momentánea hasta que el suelo tome su dureza al momento que seca, estas plantas dependiendo de su variedad, pueden cosechar cada 15 días como también dos veces al año, una buena producción anual sería de 300 a 400 racimos de un peso promedio de 45 kg c/u por hectárea cosechada; de algo bueno siempre habrá lo negativo y aquí no será la excepción, los desechos generados durante la cosecha como son: el raquis, pseudotallo y la cascara del banano en estado verde serán aprovechados y así poder minimizar los niveles de daños ocasionados al ecosistema debido al desprendimientos de unas sustancias tóxicas.

#### **Propiedades.**



**Banano;** fruta de forma alargada y es un alimento muy digestivo que ayuda a la secreción de jugos gástricos cuando está maduro, es rico en fibras, también contiene sales minerales como el fosforo, hierro, potasio y calcio, cuenta con un valor energético elevado y también es fuente de vitamina B y C.

FIGURA 1: PLANTA DE BANANA



Fuente: infoAgro.com

FIGURA 2: PARTES DE LA PLANTA DE BANANA



Fuente: infoAgro.com

Tabla 1: VALOR NUTRICIONAL DEL PLÁTANO EN 100G DE SUSTANCIA COMESTIBLE (V.I)

<b>Agua (g)</b>	75,7	
<b>Proteínas (g)</b>	1,1	
<b>Lípidos (g)</b>	0,2	
<b>Carbohidratos</b>	Total (g)	22,2
	Fibras (g)	0,6
<b>Vitaminas</b>	A (UI)	0,6
	B1 (mg)	0,05
	B2 (mg)	0,06
	B3 (mg)	0,32
	Ácido nicotínico (mg)	0,6
	Ácido pantoténico (mg)	0,2
	C (mg)	10
<b>Otros componentes orgánicos</b>	Ácido málico (mg)	150
	Ácido cítrico (mg)	6,4
<b>Sales minerales</b>	Ácido oxálico (mg)	6,4
	Sodio (mg)	1
	Potasio (mg)	420
	Calcio (mg)	8
	Magnesio (mg)	31
	Manganeso (mg)	0,64
	Hierro (mg)	0,7
	Cobre (mg)	0,2
	Fósforo (mg)	28
	Azufre (mg)	12
	Cloro (mg)	125
<b>Calorías</b>	85	

Fuente: infoAgro.com

### Fibra de banano.

Como toda fibra natural es extraído de origen vegetal mediante un proceso manual con propiedades físicas y mecánicas, las fibras pueden ser extraídas del raquis, de la hoja de la planta, del pseudotallo y de la cascara, tiene características optimas en comparación a otras fibras vegetales que le otorgan una resistencia mayor y dentro de sus propiedades químicas encontramos en mayor porcentaje lignina, hemicelulosa (le da una característica de biocompatibilidad, son biodegradables y no tóxicas) y celulosa (es el complemento de la lignina y hemicelulosa para otorgar rigidez y dureza).

## Características

### Características de la fibra de banano.

Tabla 2: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA FIBRA DE BANANO

Longitud celular	20
Recuperación de la humedad	9,86%
Elongación de la ruptura (quiebre de la fibra)	No se quiebra fácilmente
celulosa	73,5%
Lignina	12,99%
Hemicelulosa	6% – 8%
Ceras, grasas, resinas	11,79%
Cenizas	6% - 8%
Características	Es biodegradable
Bioquímica triturado	Posibles con la mayoría de tintes

Fuente: experimentación 2013

Tabla 3: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA FIBRA DE BANANO

longitud	3m
Finura y diámetro	0,18 – 0,20 mm
Rizado	Cunado se humedece
Propiedades ópticas	Fina, brillante, de color abano claro
Propiedades térmicas	Variabilidad en debilitamiento y distorcionamiento Con el tratado al vapor
Propiedades eléctricas	Aislamiento y resistencia
Propiedades mecánicas	(tracción, torsión y tensión) es muy resistente y fuerte
Resistencia al agua	El agua salada no le afecta
Acción a la intemperie	(luz solar) – BLANQUEA – CAMBIO DE COLORACIÓN

Fuente: experimentación 2013

## **Ventajas del producto de estudio.**

### **Según (Vettorelo y Clariá, 2005)**

- La dosificación de fibras tanto en suelos granulares como cohesivos aumentan la resistencia al corte a grandes niveles de deformación.
- En suelos granulares con baja dosificación de fibras se reporta en las curvas tensión – deformación, que la resistencia crece indefinidamente aún para niveles de deformación superiores al 20%.
- Sus aplicaciones pueden ser mediante los métodos tradicionales y no será afectado por las condiciones climáticas.

### **Desventajas.**

- La adición de fibras para el refuerzo de suelos disminuye la densidad por ser más livianas.
- Las fibras pueden resultar una desmejora de la resistencia al corte con respecto del suelo a reforzar cuando la falla se define para niveles de deformación bajos.
- Las fibras contribuirán a la resistencia de un suelo solo a partir de un cierto nivel de deformación.

### **Variable Independiente 2:**

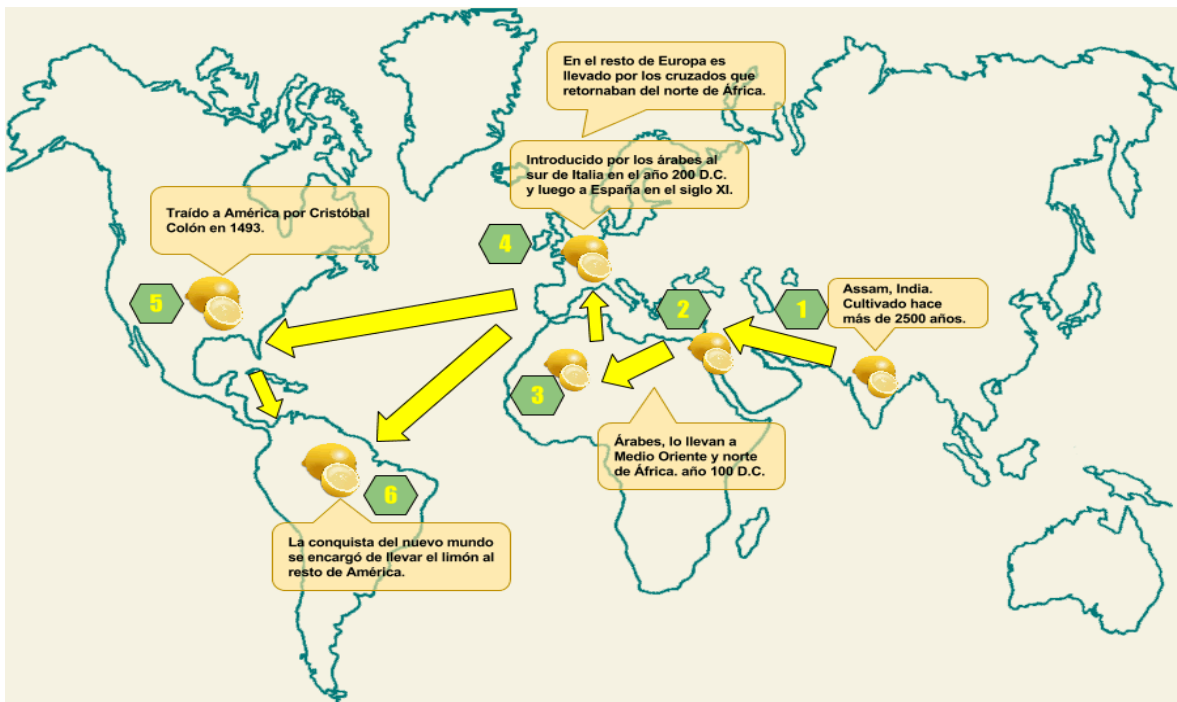
#### **Principales conceptos teóricos.**

La plantación del limón al igual que la del banano son originarios del continente asiático y en este producto fue primero Alejandro Magno en llevarlo a Europa y después los comerciantes europeos los responsables de la exportación de esta plantación al continente americano, siendo México el primero en adoptarlo y

después distribuirlo en los países tropicales pero este fruto se hizo famoso entre los comerciantes no por sus bondades culinarias y menos por sus vitaminas que contenían ya que en ese tiempo ignoraban todo ese saber del fruto cítrico; recordar que en aquellos años el comercio se hacía por navegación marítima, por consiguiente se utilizaban barcos pero estos eran construidos de madera y estaban expuestos a la famosa plaga de las polillas que también atacaban a las telas y otros objetos y es el limón el producto capaz de combatir este mal, claro que después los griegos lo utilizan mezclado con agua para lavar los platos entre platos, ya después de los años exactamente desde el S.XIX, se conoció su beneficio terapéutico.

Actualmente es cultivada en más de 80 países por lo esencial que resulta ser; el continente sudamericano no se ha querido excluirse de este boom comercial que ha generado esta fruta y más aún cuando se cuenta con un suelo arenoso, arcillosos, permeables y un clima tropical que son esenciales para la producción de este producto, ya que no tolera heladas ni suelos salinos, el cálculo de producción por año dependiendo su variedad es de 1240 de frutos por planta al año.

FIGURA 3: RUTA DE MIGRACIÓN DEL LIMÓN



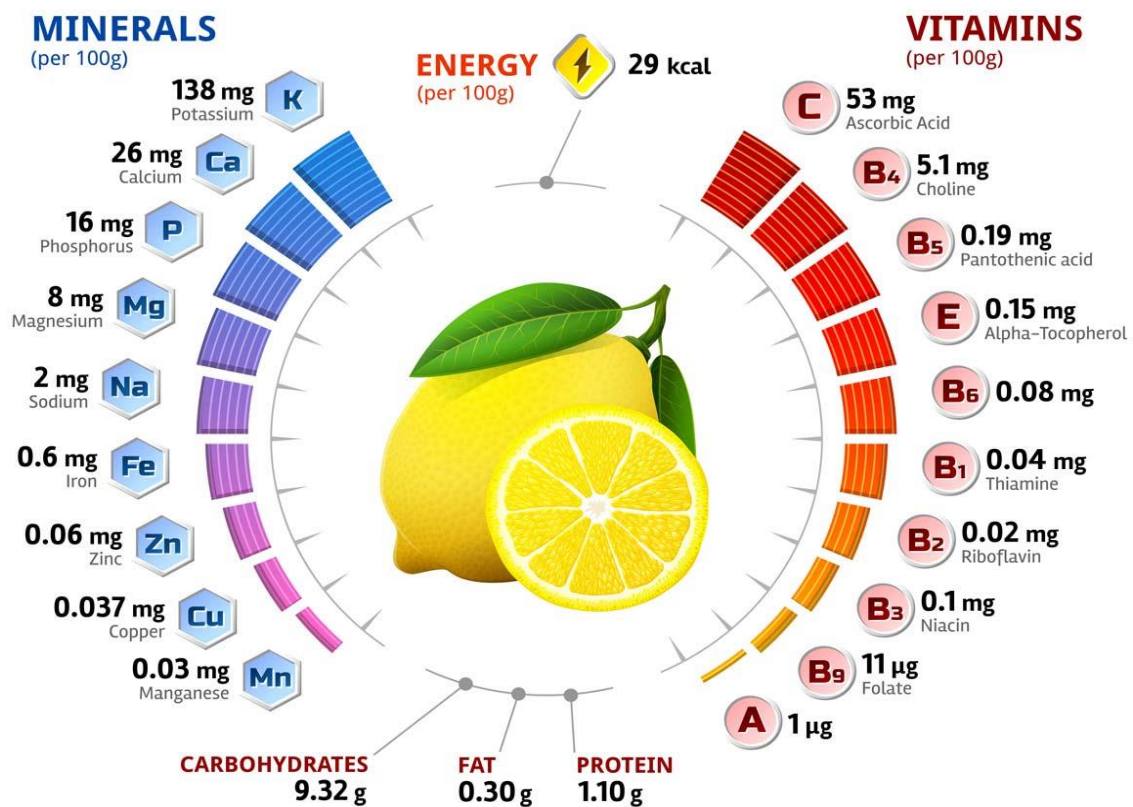
Fuente: Agrotendencia.tv.com

## Propiedades

### El Limón:

Es una fruta cítrica esférica de las más utilizadas en la actualidad en la exportación para la salud (regula la tensión y enfermedades cardiovasculares), gastronomía, industria (aceite); por ser un producto muy apreciado y esencial alrededor del mundo es por ese motivo que sigue siendo objeto de estudio de investigaciones en diferentes áreas de la vida.

FIGURA 4: VALOR NUTRICIONAL DEL LIMÓN



Fuente: Hablemos de flores.com

## **Aceite de Limón.**

Como su nombre lo dice, es un producto químico industrializado que es extraído de la cascara del fruto del limón, para su producción de 100 gr de aceite se necesita aproximadamente 300 limones, dependiendo siempre de la calidad del producto y del método de extracción que se utilice.

Nos dice (Cerutti y Neumayer, 2004), la producción anual en el mundo es de 3600 Ton. y en nuestros días es de 6000 Ton., eso quiere decir que en 17 años el aumento ha sido de casi el 50% y el método utilizado aun es el prensado al frio, la cascara solo contiene un 4% de aceite tratarlos como si fuera un residuo.

(Cameroni, 2014) nos dice que el aceite de limón a pesar del proceso de extracción sigue siendo rico en vitamina C, también contiene otras en menos proporciones como vitamina A (caroteno), terpenos, aldehídos y acetatos de linalol. También tiene importancia su sabor, su efecto calmante y valor fisiológico.

FIGURA 5: ACEITE DE LIMÓN



Fuente: Hablemos de flores.com

## **Características.**

Para que un aceite logre ser de buena calidad, es característica o norma esencial cumplir todos sus procedimientos o procesos correctamente sin infringir o alterar

alguno de ellos, ya que el más mínimo error sería perjudicial en el resultado; quiero decir que todos los pasos a seguir son importantes, como el elegir un método de extracción diferente o una variedad diferente, de repente no se encuentra el producto en su momento exacto de madurez y se llegara almacenar sería fatal, es por ese motivo que todo producto debe de cumplir una característica esencial para su correcto procesamiento y se podría señalar algunas:

**Tabla 4: CARACTERISTICAS DEL ACEITE DE LIMÓN**

Color del líquido	Amarillo, verde
Olor	Típico del limón
Aspecto	Brillante
Densidad relativa (20°)	0.850 – 0.859 (gr/ml)
Índice de refracción (20°)	1.4743 – 1.4757
Solubilidad en alcohol (90°)	8.5 – 19.0
Volátil, soluble en alcohol o éter	Poco soluble en agua
Constituyente principal	Limoneno >60%, del líquido total
Citralquímico	>1.2%

Fuente: Extracción de aceites esenciales

### **Ventajas.**

- Funciona muy bien como analgésico natural.
- Cuida la piel de las personas eliminando bacterias.
- Es reconocido por su excelente aroma
- Tiene la característica de mejorar las habilidades cognitivas
- Aparte de cuidar tu piel, otra característica del aceite es sanar heridas.

### **Desventajas.**

- El exceso de adición a la piel genera irritaciones.
- Al ser un producto de extracción química se recomienda sellarlo y aislarlo ya que puede ser toxico ante un posible consumo.



- El manejo continuo de este aceite puede producir alergias

### Dimensiones, Indicadores y Escala de medición

Tabla 5: Dimensiones, Indicadores y escala de medición (V. Independiente)

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	Fibra De Banano	Producto natural que proviene de origen vegetal, características optimas y es poseedor de una resistencia superior a otras fibras	Para realizar el estudio de la fibra se tendrá en cuenta las adiciones establecidas, que se encuentran en nuestros antecedentes de investigación.	DOSIFICACIÓN	8% 10% 12%	FICHAS TÉCNICAS	Razón
	Aceite de Limón	Producto químico extraído de un producto natural como el limón, utilizado en el rubro de la salud y de la belleza por tener excelente aroma.	Los límites de consistencia, la clasificación de suelos y el ensayo de Proctor, se utilizarán para analizar la dosificación.	DOSIFICACIÓN	0.25L 0.30L 0.35L 0.40L	FICHAS TÉCNICAS	Razón

Fuente: Elaboración propia

**Variable dependiente:**

**Principales conceptos teóricos**

**Suelo:** Se caracteriza como la conformación por sedimentos de roca en diferentes

dimensiones y se clasifican mediante características físicas y mecánicas.

Tabla 6: Medidas del suelo

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00mm – 0.425mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Manual de ensayos

Tabla 7 : Clasificación del suelo

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

Fuente: Manual de ensayos

**Estabilización del suelo:** Es el mejoramiento de un terreno o suelo mediante un proceso físico o mecánico, prácticamente consiste en la manipulación de productos externos que ayudan al suelo mediante la adición a mejorar su falta de capacidad portante, esto se debe a que es un suelo arcilloso y sufre esponjamiento ocasionándole una inestabilidad o son suelos finos por lo tanto no son aptos para ser utilizados como paquete estructural de una vía o carretera, dentro del área de estabilización, tenemos varios métodos para los diferentes suelos inestables presentes en la mayor parte de vías nacionales, el objetivo del mejoramiento del terreno inestable es llevar su

**Estabilización química.** Se da cuando se adiciona productos en dosificaciones a

un suelo y este reacciona cambiando sus propiedades originales, en este caso de ser inestable a resistente a consecuencia de su manipulación mediante la estabilización.

**Estabilización utilizando fibras**, la estabilización mediante fibras naturales en la geotecnia es una técnica innovadora y sustentable para el ecosistema ya que pueden ser extraídos de los residuos generados durante la cosecha de este producto, la fibra aumenta la rigidez, disminuye la densidad y deformación del suelo, pero también este producto se limita ya que está expuesto a corroerse y degradarse.

**Resistencia**, para incrementar la resistencia de los suelos se recurren a formas como: la compactación, vibroflotación o mezclando el suelo con otros productos.

**Permeabilidad**, depende de factores como las características del suelo, el grado de saturación o el tamaño de los poros, que le permiten el paso a un líquido sin alterarlo.

**Durabilidad**, es la resistencia de un suelo a la erosión durante su vida útil, ya que son bien conocidos por la susceptibilidad que poseen.

**Compresibilidad**, podemos relacionarlo como el volumen extraído es igual a la disminución del agua.

**Compactación**, es la utilización de un porcentaje máximo de energía para densificar un suelo, esta forma aumenta la resistencia.

**Concepto de subrasante**. Puede ser de terreno natural o con su debida estabilización que consiste en la compactación para cohesionar los espacios vacíos del paquete estructural y así aumentar su capacidad portante.

Se construye mediante el apilamiento de capas de 10cm con su debido proceso de compactación y tendrá una altura de dependiendo de su análisis de diseño.

Este término se utiliza al tipo de cimentación de una carretera y es la capa superficial del suelo natural con buena capacidad de soporte (CBR  $\geq$  6%) al servicio del tránsito y sus categorías son:

Tabla 8: PORCENTAJES DE SUBRASANTE

S0: SUBRASANTE MUY POBRE	CBR < 3%
S1: SUBRASANTE POBRE	CBR = 3% - 5%
S2: SUBRASANTE REGULAR	CBR = 6% - 10%
S3: SUBRASANTE BUENA	CBR = 11% - 19%
S4: SUBRASANTE MUY BUENA	CBR > 20%

Fuente:

Manual de Carreteras 2013

Tabla 9: Dimensiones, Indicadores y Escalas de Medición (V. Dependiente)

VARIABLES		DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Dependiente	Subrasante	Propiedades Físicas	Es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado (MTC, 2013)	La estabilización de la subrasante, es un proceso donde se busca mejorar las propiedades físico-químicas del suelo, mediante adiciones en porcentajes de otros productos como en este caso, la fibra de banano y aceite de limón, que se desarrolla directamente en la zona del proyecto, mediante los estudios de mecánica de suelos.	Límite Líquido	Nominal
		Propiedades Mecánicas			COH MDS Resistencia Compactación	

Fuente: Elaboración propia

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y Diseño de investigación

##### Tipo de Investigación.

(Padilla, 2014, p.54) nos dice “Es aplicada porque es la utilización de los conocimientos, descubrimientos y conclusiones de la investigación básica, en la práctica para solucionar un problema concreto en beneficio de la sociedad”.

Este estudio porque utiliza tesis o estudios referenciales al tema de investigación como es en la estabilización de la subrasante de la carretera (PE-Km1016) hasta Hacienda El Este, mediante la realización de los ensayos y encontrar una respuesta inmediata a su problemática vial.

##### Diseño de investigación.

Diseño experimental: según (Padilla, 2014, p.58), “porque se manipula (asignar distintos valores) intencionalmente las variables independientes(causa) para observar los efectos en otra variable a la que se le denomina variable dependiente(consecuencia), y cuasi experimental porque se tiene un grupo de control sin ninguna adición”.

Tabla 10: Diseño de dosificación

VARIABLE DEPENDIENTE	# GOLPES	IP	% FIBRA DE BANANO	% ACEITE DE LIMÓN
SUELO O CALICATA (1)	12 25 56	IP <	0%	0.25L
			8%	0.30L
			10%	0.35L
			12%	0.40L
SUELO O CALICATA (2)	12 25 56	IP <	0%	0.25L
			8%	0.30L
			10%	0.35L
			12%	0.40L
SUELO O CALICATA (3)	12 25 56	IP <	0%	0.25L
			8%	0.30L
			10%	0.35L
			12%	0.40L
SUELO O CALICATA (4)	12 25 56	IP <	0%	0.25L
			8%	0.30L
			10%	0.35L
			12%	0.40L

Fuente: Elaboración propia

### **Nivel de investigación.**

Nos dice (Padilla, 2014, p.54) que “Es explicativo porque se centra en determinar las causas de un determinado conjunto de fenómenos, su objetivo es conocer como suceden ciertos hechos, para analizar sus relaciones causales existentes o por lo menos a las condiciones en que se producen; explica porque se da un fenómeno”.

### **Enfoque de investigación.**

Según (Hernández; Fernández y Baptista, 2010) “La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo porque se realizó diferentes ensayos estandarizados por las diferentes normativas peruanas para evaluar las propiedades físico-mecánicas de los testigos de tierra estabilizados, en donde se utilizará la recolección de datos que permita responder preguntas respecto a la investigación y así poder probar las hipótesis establecidas previamente, en base a una medición numérica y análisis estadístico”

## **3.2 Operacionalización de Variable**

### **3.2.1 Variables**

“Las variables es un aspecto o característica de un fenómeno que se desea estudiar, y que puede tomar dos o más grados, estados o valores, siendo redundantes, es una propiedad del fenómeno en estudio, que puede variar” (Gómez, 2006, p.7).

### **3.2.2 Variable Independiente**

**VI 1(X):** Fibra de Banano

**VI 2(X):** Aceite de Limón

**Definición conceptual:** (Gómez, 2006, p.8) “Consiste en presentar las características esenciales de la clase de objetos que incluye el término que se pretende definir, intentando llegar a una descripción precisa de la idea que constituye el concepto”.

Estos dos productos se diferencian; fibra de banano, derivado del pseudotallo contiene más fibra con respecto al resto de residuos de la planta; el aceite de limón, es derivado de la cascara del fruto y es rica de Monoterpeno.

**Definición operacional:** (Gómez, 2006, p.8) “Señala paso a paso las operaciones que nos permitirán observar uno o más referentes empíricos de la idea simbolizada por el término”.

La utilización de la fibra de banano adicionada al 8%, 10%, 12% y del aceite de limón adicionada a 0.25L, 0.30L, 0.35L, 0.40L respectivamente del peso de la muestra, con la intención de lograr una adecuada estabilización del suelo.

**Indicadores:** (Ramírez, 2007) “Un indicador es un indicio, señal o unidad de medida que permite estudiar o cuantificar una variable o sus dimensiones”.

Que utilizamos del banano con respecto a sus componentes: humedad, fibra cruda, composición química, determinación de celulosa.

**Escala de medición:** Se emplea la Escala de la Razón porque no se utiliza ningún valor numérico negativo, en esta investigación se utiliza el porcentaje en el proceso de adición al terreno natural y empezamos desde cero en la muestra patrón.

### 3.2.3 Variable dependiente

**VD (Y):** Subrasante de la carretera (PE-Km1016) hasta Hacienda El Este.

**Definición conceptual:** “Define al mejoramiento del suelo como una manipulación en el proceso de los suelos naturales con el fin de aprovechar sus mejores características, resultando una capa sólida y resistente, que podrá soportar las cargas producidas por el tránsito. La de los productos sirve para dar mayor

resistencia a la base de la estructura del pavimento o cualquier otro tipo de construcción [...]” [32]

En el presente estudio la manipulación se da en las adiciones que se les da al suelo para aumentar su capacidad portante.

**Definición operacional:** “La estabilización de la subrasante, es un proceso donde se busca mejorar las propiedades físico-químicas del suelo mediante adiciones en porcentajes de otros productos como la fibra de banano y aceite de limón y se desarrolla directamente en la zona del proyecto mediante los estudios de mecánica de suelos, realizando sus respectivas calicatas.

**Indicadores:** Para las propiedades físicas (límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad) y para las propiedades mecánicas (contenido de humedad óptima, máxima densidad seca, de resistencia, de compactación) estos ensayos nos permiten medir características de las variables de manera general según dimensiones.

**Escala de medición:** para las propiedades físicas fue Escala Nominal y para las propiedades mecánicas, Escala de Razón.

### 3.2.4 Operacionalización de variables

El enfoque de Operacionalización de variables según Kaseng y Guillen:

La finalidad es averiguar como una variable independiente logra afectar o variar la variable que es dependiente, es decir operacionalizar se entiende como un desarrollo que logra una descomposición deduciendo a otros elementos que se encuentran dentro de la investigación. (2014, p.75).

Se estudiará al elemento independiente lo cual al lograr adicionar en la variable dependiente se investigará todos los pasos y/o efectos que va a generar con respecto a sus elementos físicos y/o mecánicos de la subrasante.



### **3.3 Población, Muestra y Muestreo**

#### **Población.**

(Padilla, 2014, p.65) “Es el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación, constituyen todas las unidades del muestreo, pues todos ellos tienen características similares y sobre las cuales se desea hacer inferencia”.

En esta investigación se considera como población la vía no pavimentada de la zona de estudio, la carretera Panamericana Norte (PE1N-Km1016) hasta Hacienda del Este, caserío La Esperanza, distrito 26 de octubre, provincia Piura, con una distancia de 2.44 Km.

#### **La Muestra.**

(Padilla, 2014, p.65) “Es la parte de la población que se selecciona, la cual debe tener características similares a la población y de la cual realmente se obtiene la información para el estudio y sobre la cual se efectuaran la medición y la observación de las variables objeto de estudio”.

Para la correcta toma de muestras se guio del Manual de Carreteras, por lo tanto, en este proyecto de investigación la muestra fue de 4 calicatas, con medidas de 1.5 L x 1.5 A x 1.5 de profundidad.

2 productos: Fibra de banano y Aceite de limón.

#### **Muestreo.**

La técnica estadística utilizada para la obtención de la muestra es la no probabilística porque no es elegida al azar o en forma aleatoria, “este tipo de muestra la persona o personas seleccionan la muestra atendiendo razones de comodidad.

**Unidad de análisis:** Vía no pavimentada, las probetas del suelo con la adición de la fibra de banano y el aceite de limón.

### **3.4 Técnica e instrumento de recopilación de datos, validez y confiabilidad.**

#### **Técnicas de Investigación**

“Recolectar datos es la elaboración de un plan con detalles bien explicados que nos ayuden a juntar los datos necesarios para poder cumplir específicamente con los propósitos [...]”. [30]

“En este proyecto de investigación que se llevara a cabo mediante diversos ensayos por etapas, la primera parte es para obtener y recaudar muestras y los productos que se adiciona, mediante ensayos de campo y laboratorio, la segunda parte será la elaboración de las fichas, la tercera parte será realizar los diferentes ensayos, de los ensayos obtendremos los resultados, que sería como reacciono cada espécimen luego se realizara un análisis y discusión de los resultados [...]”. [23]

#### **Técnicas de recolección de datos Investigación.**

(Padilla, 2014, p.69) “Es la herramienta específica o recursos que emplea el investigador en el proceso de recogida de datos que servirá para la investigación. Los instrumentos se seleccionan a partir de la técnica previamente elegida”:

“Los instrumentos son formatos de acuerdo a los protocolos utilizados en la norma 080 para los ensayos de tapial reforzado con fibras, clasificación de suelos: tablas SUCS y AASHTO, para determinar el tipo de suelo. Análisis granulométrico: NTP 400.012 [...]”. [23]

#### **Los Instrumentos para recolección de los datos.**

Se empleará con el objetivo de tratar de reunir los diferentes datos que se requieren, además dentro de un inicio se buscara usar cualquier tipo de recurso, con la cual un investigador pueda emplear para valerse y tener que estudiar cualquier fenómeno pudiendo extraer valiosa información de ellos. Para realizar un mejor estudio y un adecuado manejo dentro de la investigación, para esto se realizaron las revisiones muy variadas con lo que se consiguieron mucha información necesaria de las Normas Técnicas Peruanas:

Tabla 11: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LOS ENSAYOS

Indicadores	Unidad de análisis	Técnica	Instrumentos
Clasificación de suelos	Muestra de la subrasante	Análisis documental	Formato de exploración
Límites de consistencia	Muestra de la subrasante	Análisis documental	Ficha técnica de límites
Proctor	Muestra de la subrasante	Análisis documental	Ficha técnica de Proctor
CBR	Muestra de subrasante	Análisis documental	Ficha técnica de CBR
Granulometría	Muestra de la subrasante	Exploración de campo	Ficha de técnica de granulometría
Porcentaje de fibra	8%, 10%, 12% de fibra + muestra de subrasante	Análisis documental	Tabla Excel
Presupuesto	Muestras X m3	Análisis documental	Tablas Excel
Proctor	Muestra de la subrasante + dosificación de fibra de banano	Análisis documental	Ficha técnica de Proctor
CBR	Muestra de la subrasante + dosificación de la fibra de banano	Análisis documental	Ficha técnica de CBR
Dosificación de aceite	12% de fibra + muestra + dosificación de aceite, 0.25L, 0.30L, 0.35L, 0.40L.	Análisis documental	Tabla Excel
Presupuesto	Muestra X m3	Análisis documental	Tabla Excel
Proctor	Muestra de la subrasante + 12% de fibra de banano + dosificación del aceite	Análisis documental	Ficha técnica de Proctor
CBR	Muestra de la subrasante + 12% de fibra de banano + dosificación de aceite	Análisis documental	Ficha técnica de CBR

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### La Validez.

“Validez es el grado con el que se puede medir un instrumento y puede tener diferentes tipos de evidencia como puede ser: relacionadas al contenido, relacionadas al criterio [...]” [30]

Este trabajo será validado mediante los ensayos de laboratorio que se realizaran y validaran por especialistas.

### **Confiabilidad.**

“Este instrumento de medición es el nivel que la aplicación repetida al espécimen produce resultados similares. El nivel será determinado por la evaluación del comportamiento mecánico y térmico de la fibra [...]”. [30]

### **3.5 Procedimiento de Aplicación**

El proyecto se inició primero buscando obtener los dos productos como materia prima que son la fibra de banano y el aceite de limón, para poder ser adicionado a las muestras y observar su comportamiento de las propiedades tanto físicas como mecánicas de las cuatro muestras extraídas de la vía en estudio, por lo tanto, primero obtenemos los dos productos naturales, en el caso de la fibra la podemos obtener del pseudotallo, del raquis, de la cascara del fruto mismo y de la hoja, pero para saber la calidad de la fibra tenemos que realizar un estudio químico en laboratorio a los cuatro residuos que se generan de la cosecha del banano; y por parte del aceite debemos de conseguir el producto natural que es el limón y realizarle su procedimiento respectivo para su conversión en aceite.

FIGURA 6: RECOLECCIÓN DEL BANANO Y LIMÓN



Fuente: Elaboración propia

La fibra de banano se puede extraer del tallo o pseudotallo, de la hoja, del raquis o de la cascara de la fruta, por consiguiente, se hizo la recolección de los productos mencionados, para el proceso de la fibra se hizo el proceso de recolección a los cuatro residuos de la planta de banano, y posteriormente se llevó a laboratorio para los estudios químicos y mediante los resultados obtenidos elegir el más resistente y rentable económicamente, el procedimiento fue el siguiente:

Figura 7: RECOLECCIÓN DEL PSEUDOTALLO



Figura 8: CORTADO DEL PSEUDOTALLO



HUAWEI P30 lite  
TRIPLE CAMERA

Figura 9: RECOLECCIÓN DE LA HOJA



HUAWEI P30 lite  
TRIPLE CAMERA



Figura 10: RECOLECCIÓN DE LA FRUTA DEL BANANO



Figura 11: RECOLECCIÓN DEL RAQUIS



Tabla 12: DATOS OBTENIDOS POR PLANTA DE BANANO

	<b>PSEUDOTALLO</b>	<b>RAQUIS</b>	<b>HOJA</b>	<b>CÁSCARA</b>
<b>CELULOSA</b>	37.4%	35.1%	33.0%	30.7
<b>HEMICELULOSA</b>	27.4%	16.2%	24.3%	19.5
<b>LIGNINA</b>	5.7%	9.74%	8.6%	7.8%
<b>HUMEDAD</b>	17.4%	24.3%	29.6%	30.84%
<b>PROTEÍNA</b>	4.7%	2.7%	11.7%	7.3%
<b>GRASA</b>	10.1%	2.0%	2.8%	2.91%
<b>CENIZA</b>	26.7%	24.5%	17.5%	20.5%
<b>FIBRA CRUDA</b>	39.7%	30.7%	25.6%	22.1%
<b>CARBOHIDRATOS</b>	1.4%	15.8%	12.8%	16.35%

Fuente: laboratorio de la UNT.

Estudio del volumen de biomasa presente en los residuos del banano

Estudio de la cantidad de fibra presente en los residuos del banano

### **Interpretación:**

La fibra del banano lo obtenemos de los derivados de sus residuos generados de la planta; por eso, se realiza un estudio a cada uno de sus residuos para obtener el de mayor beneficio; con respecto de su biopolímero, observamos que el pseudotallo genera un 37.4% de celulosa y es el de mayor porcentaje seguido del raquis con un 35%, hojas 33% y cáscara 30.7%, también podemos observar en los estudios químicos de su biomasa que la mayor cantidad de fibra que se puede encontrar es en el pseudotallo y en el raquis con 39.7% y 30.7% respectivamente; lo que nos dice que los más útiles en su extracción de fibra son estos dos residuos de la planta y por lo tanto debemos de utilizar.

### **Recordar:**

**VI 1(X):** Fibra de Banano

**VI 2(X):** Aceite de Limón

### **ETAPAS DEL PROCESO DE EXTRACCION:**

#### **- Selección.**

**V.I 1(X):** Se selecciona la planta de banano a cosechar, se recolecta y se corta el pseudotallo, ya que los resultados del estudio dicen que es el que proporciona la mejor fibra por eso ha sido escogido para el proyecto.

**V.I 2(X):** Seleccionamos el limón calificado de igual manera que el banano ya que la prioridad es el consumo humano y porque nos conviene el producto de descarte para minorar los costos del proyecto y ayudar a minimizar el impacto negativo sobre el suelo que ocasiona los sobrantes de cada cosecha.

Figura 12: OBTENCIÓN DEL PSEUDOTALLO



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 13: COSECHA Y SELECCIÓN



Fuente: Elaboración propia

- **Lavado.**

**V.I 1(X):** Se coloca en una tina o lavador ya sea de plástico con abundante agua potable y una escobilla pequeña de cerdas suaves con el propósito de eliminar todo tipo de impurezas que pudieran encontrarse pegadas al pseudotallo porque pueden afectar la calidad del proceso.

Figura 14: LAVADO Y SEPARACIÓN DE LAS CAPAS DEL PSEUDOTALLO



Fuente: Elaboración propia



**V.I 2(X):** Con el limón se repetirá el proceso seguido del banano porque el objetivo del lavado es quitar cualquier impureza adherida.



- **Escurrido**

**V.I 1(X), V.I 2(X):** Este proceso es el mismo para los dos productos ya que el propósito es eliminar el excedente de humedad que se generó con el lavado y no afecte el proceso.

- **Pesado**

**V.I 1(X), V.I 2(X):** Como también es un proceso similar para ambos, porque lo que se busca es cuantificar la cantidad de cada producto para poder más adelante comparar que cantidad se extrae del producto total.

- **Pelado**

**V.I 2(X):** Este proceso se puede realizar de varias formas dependiendo de la cantidad con que se va a trabajar y en este proyecto se realizará el pelado a mano con un cuchillo para la separación de la cáscara del limón.

- **Pesado**

**V.I 2(X):** después de la separación de la cáscara se vuelve a pesar para cuantificar la cáscara obtenida y cuánto se utilizará de cada producto.

Figura 15: PESADO DE LA CASCARA DEL LIMÓN



Fuente: Elaboración propia

**V.I 1(X):** Aquí al banano lo separaremos en dos muestras porque una parte será para el prensado de la cáscara por medio de dos rodillos con el objetivo de exprimir la humedad existente adherida al interior de la misma y la otra muestra le aplicaremos el triturado para tener fibras de longitud pequeñas que serán de ayuda en el triturado de la cascara del limón con la intención de absorber el aceite y minimizar su pérdida durante el proceso de triturado.

Figura 16: PRENSADO Y MOLIDO DEL PSEUDOTALLO



**V.I 2(X):** El triturado de la cáscara será mediante un molino manual tiene como fin el de fracturar los glóbulos contenedores del aceite, el cual será absorbido por la fibra del banano que se trituró para que trabaje junto al proceso de extracción del aceite.

Figura 17: MOLINO PARA EL TRITURADO



Fuente: Elaboración propia

- **Almacenamiento**

**V.I 1(X):** Se construirá una ramada cerca de la zona de cosecha, que es un ambiente de material accesible y simple que sirve de almacenamiento del pseudotallo que se presno para que tenga un escurrido y secado a temperatura ambiente por un periodo de dos semanas depende de la variación del clima para su correcto secado.

Figura 18: Almacenamiento del producto para su secado



Fuente: Elaboración propia

- **Adición de hielo**

**V.I 2(X):** Se utiliza para reducir la temperatura en el prensado y también contribuye en la emulsión entre el aceite y el contenido de agua que se da en el proceso del prensado.

- **Prensado**

**V.I 2(X):** Aquí se adiciona el hielo y se procede al prensado mediante una prensa tornillo e inoxidable manejado de forma manual con deposito cilíndrico agujerado a su alrededor de dos platos en el cual el tornillo está sujeto al plato superior y en la parte inferior un tubo para la salida del aceite.

- **Decantado**

**V.I 2(X):** el producto líquido escurrido del prensado no se encuentra puro por lo que se tiene que hacer un proceso de decantación que no es más que la separación del aceite y del agua que se encuentran juntos, este proceso consiste en dejar reposar por un tiempo de cinco horas para que estos componentes se separen por la diferencia de densidades características de cada uno de ellos.

Figura 19: INSTRUMENTO DE DECANTACIÓN



Fuente: Google.com

- **Extracción de la fibra**

**V.I 1(X):** Después del secado de la cascara se empieza con el rasgado de la cáscara mediante agujas o una escobilla pequeña de fierro, y después se corta en longitudes de 5 cm como máximo de acuerdo a la norma del adobe que utilice para guiarme en esta investigación de fibras.

Figura 20: EXTRACCIÓN DE FIBRA DE BANANO



Fuente: Elaboración propia

- **Separación del aceite**

Después de lograr separar las fases se procede a la extracción del aceite ubicado en la parte superior pero el proceso se realiza de forma inversa para recuperar primero el aceite.

- **Envasado**

Se realiza mediante envases de vidrio herméticamente cerrado para evitar posibles causas de degradado y se guarda hasta su utilización en la dosificación para la subrasante.

Figura 21: OBTENCIÓN FINAL DEL ACEITE



Fuente: google.com



## Procedimientos de Aplicación

En este proyecto de investigación se realizó una visita al lugar de estudio para observar el estado actual de la vía.

El tramo recorrido fue de 2.44 km haciendo un total de 4 calicatas de 1.50 m de ancho x 1.50 m de largo x 1.50 m de profundidad, según recomendación del manual de ensayos del MTC.

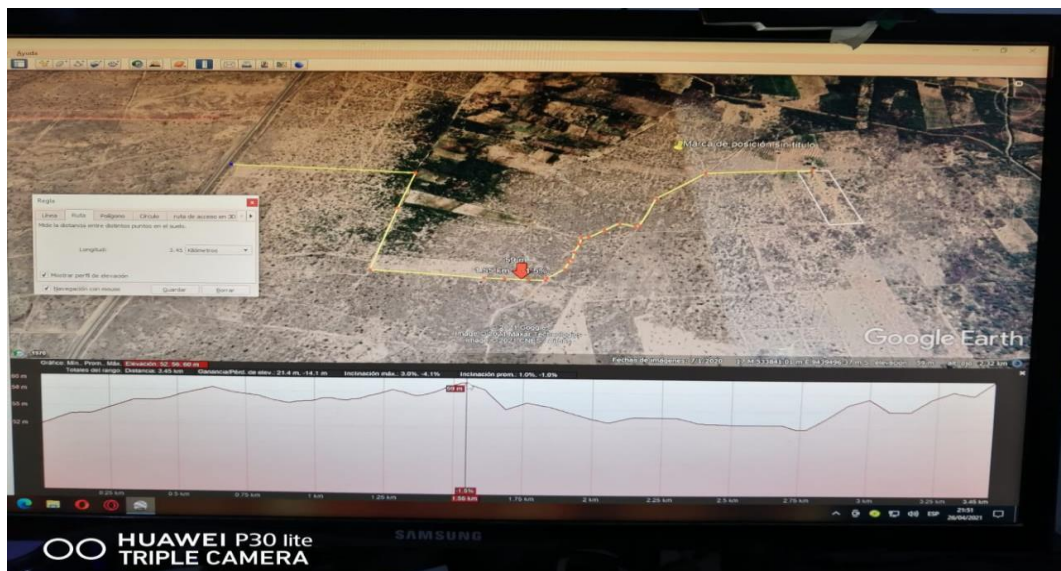
Con la muestra obtenida se realiza el estudio de mecánica de suelos primero al suelo natural para obtener la muestra patrón y después con la incorporación de la fibra de banano (8%; 10%; 12%) y el aceite de limón (0.25L; 0.30L; 0.35L; 0.40L) A los 6000 gr de suelo escogido.

## Protocolos

### ACCESO A LA ZONA DE ESTUDIO

El acceso es por Carretera panamericana norte, ruta Piura – Sullana, PE- Km 1016, contamos con varias vías alternas, pero se ha decidido acceder con dirección por el caserío La esperanza.

Figura 22: UBICACIÓN DE LA VIA POR GOOGLE EARTH



Fuente: Google Earth

## UBICACIÓN

La zona de estudio de este proyecto se encuentra en el caserío La Esperanza, distrito 26 de octubre, provincia Piura, departamento Piura.

La elección del lugar para la elaboración del estudio de investigación es por los obstáculos que tienen los pobladores para poder sacar sus productos al mercado local debido al primitivo camino que cuentan, esto ocasiona un lento avance urbano de la zona por la falta de una vía en buen estado y que sea accesible; ya que, el lugar de estudio también es zona de proyectos de infraestructura urbanística y por falta de buenas carreteras estos proyectos no avanzan y se encuentran paralizados ocasionando pérdidas económicas y social para la Región.

Figura 23: UBICACIÓN FOTOGRÁFICA DE ENTRADA DE LA VÍA



FUENTE: Fotografías propias

## EXPLORACION DE CAMPO

Se realizó a lo largo de toda la longitud de la vía de acceso a la Hacienda EL ESTE, tratando de identificar las zonas críticas y los puntos de las calicatas.

En la zona de estudio y guiándonos del manual de carreteras se decidió realizar 4 calicatas que serán nombradas C # 01, C # 02, C # 03, C # 04, con dimensiones de 1.50 largo x 1.50 ancho x 1.50 de profundidad, y cuyas muestras serán llevadas a laboratorio para los ensayos correspondientes.

Figura 24: MEDICIÓN DEL ANCHO DE LA VÍA



Fuente: Fotografías propias

FIGURA 25: RECORRIDO DE LA VIA



Fuente: Fotografías propias

Figura 26: EXPLORACIÓN DE CAMPO



Fuente: Fotografía propias



## TRABAJO DE LABORATORIO

A las muestras extraídas del terreno de estudio, que son de las cuatro calicatas realizadas se le efectuara la clasificación de los suelos utilizando los sistemas SUCS y AASHTO, a continuación, comparto una tablita de los ensayos y de sus dosificaciones en los ensayos a realizar como guía para la descripción:

Análisis granulométrico por tamizado, Límites de consistencia (LL, LP, IP), Proctor modificado (OCH, MDS), CBR.

Tabla 13: ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYOS DE LABORATORIO	
Análisis granulométrico por tamizado	MTC E 107
Humedad natural	MTC E 108
Determinación del límite líquido	MTC E 110
Determinación del límite plástico	MTC E 111
Relación humedad – densidad compactada a la energía de Proctor Modificado	MTC E 115
CBR	MTC E 132

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14: PROCESOS DE LOS ENSAYOS A REALIZAR

VARIABLE DEPENDIENTE	GOLPES	ENSAYO (MUESTRA PATRÓN)	IP	% FIBRA DE BANANO	ENSAYO	% ACEITE DE LIMÓN	ENSAYO	
<b>SUELO O CALICATA (1)</b>	12	IP	<	0%	MDS	0.25L	MDS	
	25	MDS		8%		OCH		0.30L
	25	OCH		10%		OCH		0.35L
	56	CBR		12%		CBR		0.40L
<b>SUELO O CALICATA (2)</b>	12	IP	<	0%	MDS	0.25L	MDS	
	25	MDS		8%		OCH		0.30L
	25	OCH		10%		OCH		0.35L
	56	CBR		12%		CBR		0.40L
<b>SUELO O CALICATA (3)</b>	12	IP	<	0%	MDS	0.25L	MDS	
	25	MDS		8%		OCH		0.30L
	25	OCH		10%		OCH		0.35L
	56	CBR		12%		CBR		0.40L
<b>SUELO O CALICATA (4)</b>	12	IP	<	0%	MDS	0.25L	MDS	
	25	MDS		8%		OCH		0.30L
	25	OCH		10%		OCH		0.35L
	56	CBR		12%		CBR		0.40L

Fuente: Elaboración propia

Explicando el cuadro, después de los ensayos realizados a las muestras y analizando los resultados obtenidos al suelo natural, lo que vamos a tener en cuenta primero es el resultado del índice de plasticidad para saber en qué intervalo se encuentra el suelo, luego se procede en los cuatro suelos a la dosificación de 8%, 10%, 12% respecto de 6000 gr de muestra de suelo, con la fibra de banano en los porcentajes elegidos, y se le hará los mismos ensayos ya realizados al suelo natural menos el IP, solo serán el MDS, OCH, CBR; a los 12, 25, 56 golpes respectivamente, luego se analizara los nuevos resultados de los ensayos realizados y se tomara en cuenta el CBR al 0.1" y 0.2" de penetración tanto al 95% de MDS y al 100% de MDS para elegir el de mayor porcentaje de CBR de cada muestra para proseguir con los siguientes ensayos pero de distinto producto, en esta vez será la adición del aceite de limón con dosificaciones de 0.25, 0.30, 0.35, 0.40 litros repitiendo los ensayos ya realizados para luego analizar los resultados finales.

Tabla 15: COMPONENTES DEL ACEITE DE LIMÓN

<b>COMPONENTES DEL ACEITE LIMÓN</b>	
<b>COMPUESTO</b>	<b>CONTENIDO</b>
Limoneno (Monoterpeno monocíclico)	61 %
Beta-pineno (Monoterpeno Bicíclico)	13 %
Gama-terpineno (Monoterpeno monocíclico)	10 %
Geranial (aldehido)	1.2 %
Neral (aldehido)	0.8 %
Neril acetate (frutal, floral)	0.5 %
Geranil acetate (frutal, floral)	0.3 %
Citronelal (cítrico, verde)	0.2 %
Linalool (Monoterpeno acíclico)	0.1 %
nonanal	0.1 %
Otros	12.8 %
Total	100 %

### **Interpretación:**

El contenido de limoneno en un aceite de limón es de 61% y el compuesto principal de este elemento es el Monoterpeno con una presencia del 94% en toda la porción de aceite. El limoneno actúa como agente transmisor de calor, por lo tanto, es un buen disolvente de sustancias.

- Se muestra a través de un análisis de los ensayos realizados como;

Análisis de granulometría, peso específico, humedad natural, límites de consistencia con respecto a las propiedades físicas y el análisis de compactación Proctor modificado, del CBR al 0.1” y CBR al 0.2” con respecto a las propiedades mecánicas, también corroborar la prueba de hipótesis del proyecto siguiente:

### **3.6 Método de análisis de datos**

(Padilla, 2014, p.29) “En esta parte se debe describir los métodos estadísticos a emplear, siempre que sea posible colocar indicadores apropiados de error o incertidumbre de la medición, por lo tanto, se hace un análisis descriptivo que sirve para describir el comportamiento de una variable en una población o en el interior de subpoblaciones y se limita a la utilización de estadística descriptiva (media, varianza, cálculo de tasas, etc.)

Para poder lograr una interpretación más objetiva del resultado de los ensayos se grafican cuadros o tablas a través de Microsoft Excel, por consiguiente se determinó que la validación de las variables será a través del programa IBM-SPSS.

### **3.7 Aspectos éticos**

La información del proyecto de investigación se realizó con responsabilidad social con el fin de beneficiar a los transeúntes y pobladores que transitan por la carretera Panamericana Norte (PE-Km1016) hasta Hacienda El Este, caserío La Esperanza, distrito 26 de octubre, provincia Piura, brindando información correcta y objetiva con respecto al terreno donde se trabajara el proyecto para brindar una alternativa de solución con una adecuada y correcto, proyecto de estabilización que beneficiara a todos los pobladores de la zona de estudio y también tener una responsabilidad ambiental con los trabajos realizados teniendo mucha precaución minimizando los posibles daños al ecosistema.

Este estudio considerara o guiara de la norma ISO 690-2.

## IV. RESULTADOS

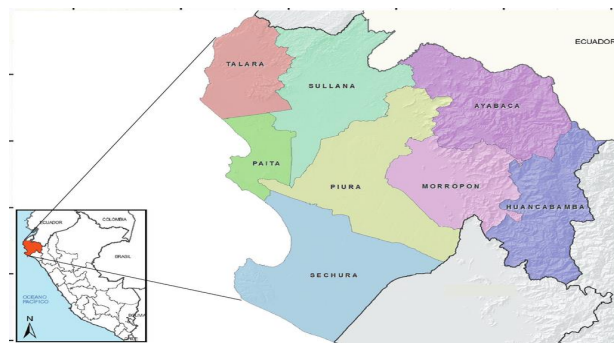
### Descripción de la zona de estudio

#### Nombre de la tesis:

“Estabilización de suelos adicionando fibra de banano - aceite de limón, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021”

#### Ubicación Geográfica política del Proyecto:

Figura 27: UBICACIÓN DE LA REGIÓN PIURA EN EL MAPA DEL PERÚ



Ubicación de la Región Piura en el mapa del Perú.

Figura 28: UBICACIÓN DEL DISTRITO 26 DE OCTUBRE DENTRO DE LA REGIÓN PIURA

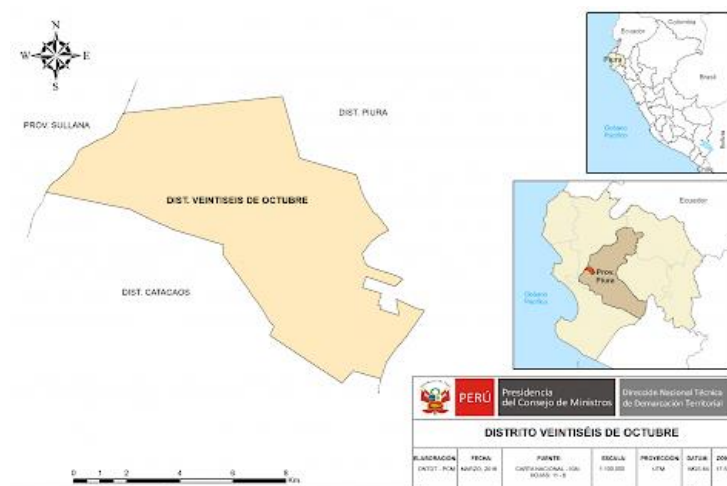


Figura 29: TRAZO DE LA VIA DE ESTUDIO EN GOOGLE EARTH



FIGURA 30: TRAZO DE LAS CALICATAS EN LA VIA

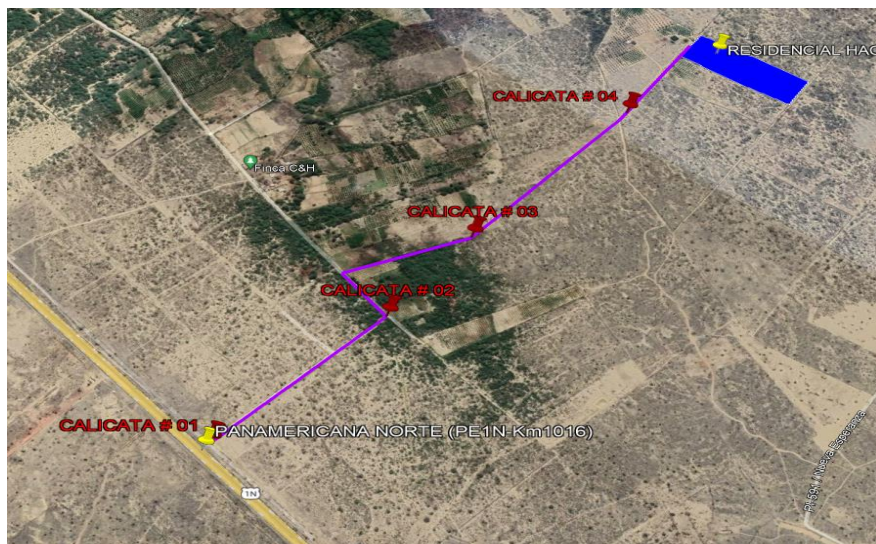


Tabla 16: CALICATAS

CALICATA	PROFUNDIDAD	LADO	COORDENADA UTM
C # 01	1.50 m	IZQUIERDO	17M532739 9440274
C # 02	1.50 m	IZQUIERDO	17M533429 9440222
C # 03	1.50 m	DERECHO	17M533841 9440244
C # 04	1.50 m	IZQUIERDO	17M534573 9440228

Fuente: Elaboración propia

### **Ubicación de la Zona de estudio:**

La presente tesis se realizó en el distrito veintiséis de octubre límite con la provincia de Sullana, y su ubicación exacta es entre la carretera panamericana norte (PE1N – Km1016), de coordenadas UTM 17M532710 9440274 con una elevación de 60 msnm hasta Hacienda del Este con coordenadas; 17M534978 9440183 con una elevación de 53msnm.

El área de la zona de estudio se encuentra ubicada en:

Región : Piura

Departamento : Piura

Provincia : Piura Metropolitana

Región Geográfica : Costa

Distrito : Veintiséis de octubre

El distrito veintiséis de octubre según la última encuesta tiene un total de 187787 hab. Con una densidad de 1707,2 hab/km<sup>2</sup>, limita por el norte con el distrito de Bellavista provincia de Sullana, por el oeste con Catacaos y por el este y sur con Piura metropolitana.

### **Acceso a la Zona de Estudio**

Para dirigirnos al lugar del proyecto, partiendo de la plaza principal de Piura con rumbo al norte, se toma la Av. Sánchez Cerro con dirección al norte llegando hasta el intercambio vial Piura - Paita – Sullana; tomamos la vía con dirección a Sullana hasta llegar al kilómetro 1016, hito (PE-1N-1016) panamericana norte, a partir de ahí comienza el área de estudio de la presente tesis, con dirección al este hasta llegar a la Residencial Hacienda Del Este, con longitud de 2.44 km.

### **Estado actual de la zona del proyecto:**

La vía en estudio posee diferentes características a lo largo de los 2.44 km, el tráfico actual es de vehículos livianos como autos y camionetas, y de carga pesada como camiones con tonelaje de 5 a 12, que deriva del transporte de los productos al mercado local ya que es una zona productora de banano y limón.

**Objetivo específico 1:** Determinar cómo influye la adición de fibra de banano y aceite de limón en el índice de plasticidad de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021.

### **Análisis Granulométrico**

Este proceso determina cuantitativamente las características físicas de las partículas, se realizó 01 ensayo de granulometría ASTM D 422 – NTP.339.128(99), a cada muestra del suelo, para determinar su composición (muestra patrón) que representa, ya que sus propiedades físicas y mecánicas son función directa de su granulometría, se hizo el siguiente procedimiento guiado del manual de ensayos, MTC E 101, MTC E 103, MTC E 104:

- Se extrajo muestras representativas MTC E 105
- Se colocó en una bandeja, se cuarteó y se tomó los lados opuestos
- Se lavó en la malla 200 para separarlo de los finos
- Se llevó al horno para su secado a 110 °C
- Se pasó desde la malla 3/8" hasta la malla 200
- Se giró todo el conjunto de mallas en forma de espiral por 5 min
- Se pesó cada malla con la muestra retenida incluida la bandeja

Se realizaron los cálculos siguientes:

$\% \text{ pasa malla} = (\text{peso total} - \text{peso retenido en la malla}) \times 100 / \text{peso total}$

$\% \text{ retenido} = \text{peso retenido en el tamiz} \times 100 / \text{peso total}$

$\% \text{ pasa} = 100 - \% \text{ retenido acumulado}$

Se realiza la clasificación de suelos mediante el sistema AASTHO y SUCS, de la siguiente manera:

SUCS; se consideró de acuerdo al porcentaje del suelo que pasaron las mallas número 4" hasta la n°200.

AASHTO; se utilizaron los porcentajes de suelo que pasaron la malla n°10, n°40 y n°200, límites e IG.



Tabla 17: DESCRIPCIÓN DE SUELOS

GRUESO GRANULARES: 35% o menos pasa el T(200) comprende
A-1, si menos del 20% pasa el T (200) y menos del 50% pasa el T(40)
A-2, si menos del 35% pasa el T (200), limosos o arcillosos
A-3, si menos del 10 % pasa el T (200) y 51% o más pasa el T (40)
SUELO FINOS GRANULARES (grupo limo, arcillas): MAS DEL 35% pasa el T (200)
A-4 si $IP \leq 10$ (limo) y $LL \leq 40\%$
A-5 si $IP \leq 10$ (limo) y $LL \geq 41\%$
A-6 si $IP \leq 11$ (arcilla) y $LL \leq 40\%$
A-7 si $IP \geq 11$ (arcilla) y $LL \geq 41\%$

FIGURA 31: ENSAYO GRANULOMETRICO



FIGURA 32: ENSAYO GRANULOMETRICO



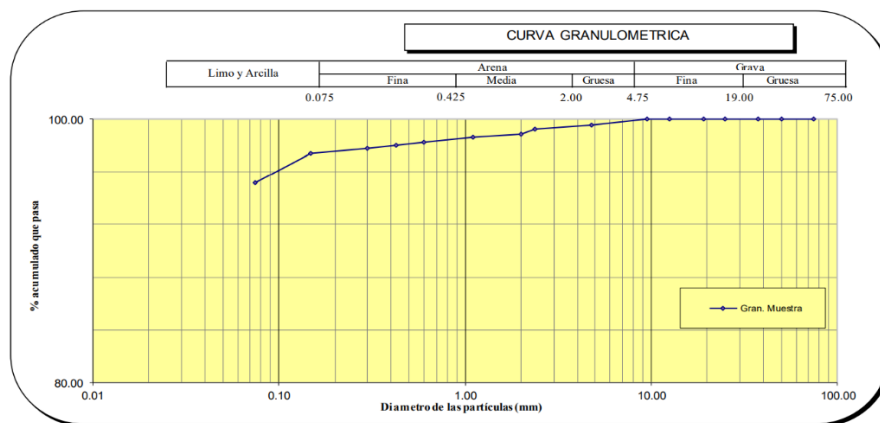




### Interpretación:

En la estratigrafía del suelo 02, observamos que desde la malla 3/8" y N°4 el porcentaje de partículas que pasan es el 100%; por lo tanto, tome como punto de inicio de la curvatura la malla N°8 donde el porcentaje de partículas que pasa es el 99.7%, en la malla N°10 pasa el 99.0%, en la malla N°16 pasa el 98.8%, en la malla N°30 pasa el 98.3%, en la malla N°40 pasa el 98.1%, en la malla N°50 pasa el 97.8%, en la malla N°100 pasa el 97.3%, en la malla N°200 pasa el 96.3% de partículas, no olvidar que la norma americana ASTM 422 nos dice claramente que si más del 50% de partículas pasan la malla 200 serán considerados como arcillas; por lo tanto el estudio en laboratorio da como resultado que la muestra 02 es un suelo arcilloso.

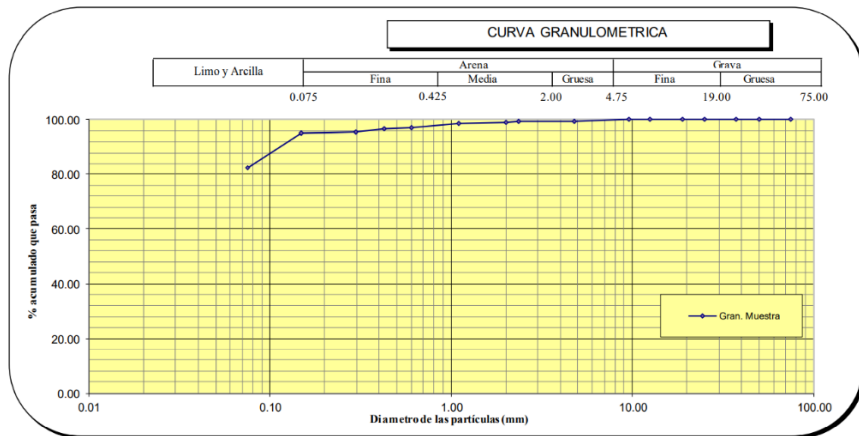
FIGURA 35: CALICATA # 03



### Interpretación:

En la estratigrafía del suelo 03, observamos que desde la malla 3/8" el porcentaje de partículas que pasan es el 100%; por lo tanto, tome como punto de inicio de la curvatura la malla N°4 donde el porcentaje de partículas que pasa es el 99.6%, en la malla N°8 pasa el 99.2%, en la malla N°10 pasa el 98.8%, en la malla N°16 pasa el 98.7%, en la malla N°30 pasa el 98.3%, en la malla N°40 pasa el 98.0%, en la malla N°50 pasa el 97.8%, en la malla N°100 pasa el 97.4%, en la malla N°200 pasa el 95.2% de partículas, tener siempre presente que la norma americana ASTM 422 nos dice claramente que si más del 50% de partículas pasan la malla 200 serán considerados como arcillas; por lo tanto el estudio en laboratorio da como resultado que la muestra 03 es un suelo arcilloso.

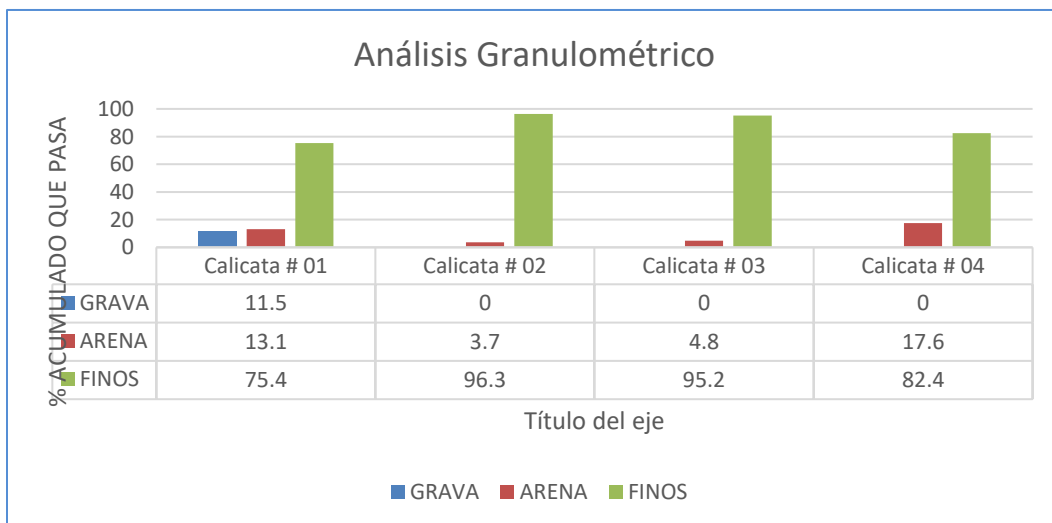
FIGURA 36: CALICATA # 04



**Interpretación:**

En la estratigrafía del suelo 04, observamos que desde la malla 3/8" el porcentaje de partículas que pasan es el 100%; por lo tanto, tome como punto de inicio de la curvatura la malla N°4 donde el porcentaje de partículas que pasa es el 99.6%, en la malla N°8 pasa el 99.2%, en la malla N°10 pasa el 98.8%, en la malla N°16 pasa el 98.7%, en la malla N°30 pasa el 97.2%, en la malla N°40 pasa el 96.5%, en la malla N°50 pasa el 95.5%, en la malla N°100 pasa el 95.1%, en la malla N°200 pasa el 82.4% de partículas, no olvidar que la norma americana ASTM 422 nos dice claramente que si más del 50% de partículas pasan la malla 200 serán considerados como arcillas; por lo tanto el estudio en laboratorio da como resultado que la muestra 04 es un suelo arcilloso.

Figura 37: RESULTADOS DEL ANALISIS GRANULOMÉTRICO



## **Interpretación:**

Los resultados del primer ensayo que es el granulométrico fueron utilizados para la clasificación de los suelos; se determinó la clasificación de las muestras ensayadas mediante SUCS donde obtuvimos un suelo CL que es un suelo fino arcilloso ya que de la calicata N°01 paso más del 75% la malla # 200 y el resto de las muestras siguientes pasaron más del 90% de partículas; por lo tanto, la clasificación AASHTO nos dio como resultado:

Suelo N°01: A-6(8), suelo arcilloso pobre a malo como subgrado

Suelo N°02: A-6(15), suelo arcilloso pobre a malo como subgrado

Suelo N°03: A-6(18), suelo arcilloso pobre a malo como subgrado

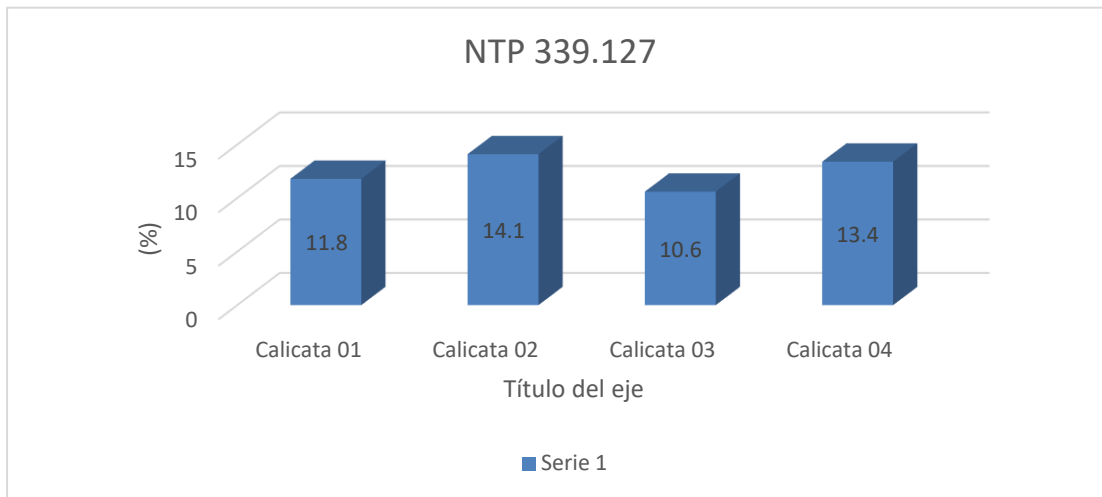
Suelo N°04: A-6(18), suelo arcilloso pobre a malo como subgrado

Solo en el suelo N°01 encontramos presencia de grava en un 11.5%, mientras que de arena un 13.1%, pero si abundante de finos en un 75.4%; en las muestras restantes la grava se ausenta y solo encontramos presencia de arena y finos de la siguiente manera; suelo N°02, 3.7% de arena y 96.3% de finos; suelo N°03, 4.8% de arena, 95.2% de finos y en el suelo N°04, 17.6% de arena, 82.4% de suelos finos.

## **Contenido de humedad natural**

- La muestra tomada será la especificada según MTC E 108
- Pesar el recipiente vacío
- Pesar recipiente con muestra
- Ponerlo a la estufa durante 24 hrs.

Figura 38: RESULTADOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL



### Interpretación:

Los resultados del contenido de humedad de los cuatro suelos analizados fueron los siguientes:

Como observamos en el estudio realizado la calicata N°02 presenta el porcentaje más elevado de humedad con un 14.1% lo sigue la calicata N°04 con un 13.4% y la calicata N°01 contiene un 11.8%, mientras que la calicata N°03 presente un contenido de humedad el más bajo de todas las muestras con un 10.6%.

### Límite de Atterberg (ASTM 4318):

Se realizaron los ensayos a cada una de las muestras extraídas de las 04 calicatas, estos estudios son de gran importancia ya que nos informa del límite líquido según MTC E 110:

Figura 39: ensayo límite líquido



- Se hace el tamizado, debe pasar la malla # 40
- La muestra se coloca en un recipiente
- Se le agrega agua hasta formar una pasta
- Se coloca en el instrumento Casagrande y se parte
- Se le da vuelta a los (15-25), (20-30), (25-35) golpes
- El ensayo termina hasta que las separaciones se juntan.
- La parte que se junta se toma y pesa luego se lleva a la estufa por 24 hrs.

Figura 40: ensayo límite plástico

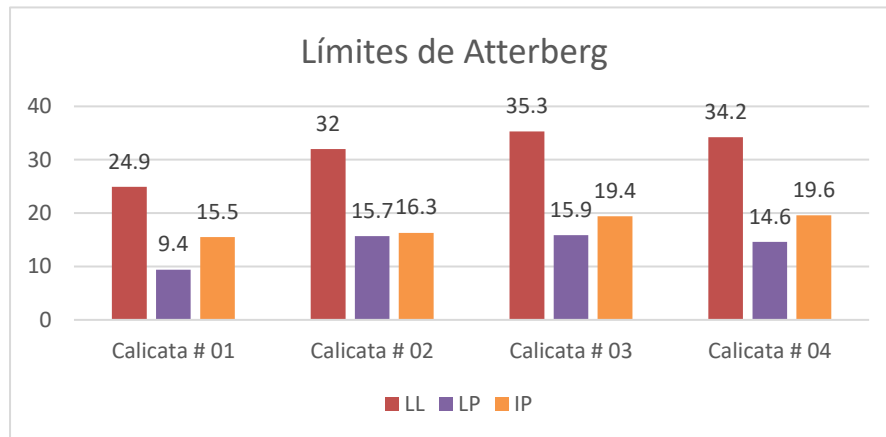


El límite plástico según MTC E 111:

- Se toma la misma muestra
- Se forma un tipo gusano o como diámetro de alambre
- La parte que se rompe se toma y se pesa luego se lleva a la estufa por 24 hrs.

De la cantidad de arcilla que tiene el suelo, y con los datos obtenidos podemos calcular el índice de grupo. Para realizar este ensayo la muestra de estudio tiene que pasar la malla # 40, por ese motivo solo se realizó este ensayo a la muestra inalterada.

Figura 41: RESULTADOS DE LÍMITES



### Interpretación:

Podemos definir el límite líquido y el límite plástico para poder encontrar el tramo más crítico de la vía mediante su índice de plasticidad, partiendo de ese dato tenemos a la muestra N°04 con un IP más elevado que el resto de muestra con un porcentaje de 19.6 y la muestra N°01 con un IP más bajo con un 15.5%, aunque la norma nos dice de acuerdo a los resultados obtenidos que todas las cuatro muestras están en el intervalo ( $20 \geq IP > 7$ ) quiere decir que es de plasticidad media y se clasifica como suelos arcillosos.

Tabla 18: RESULTADOS DE LA MUESTRA PATRÓN

CALICATA	C # 01	C # 02	C # 03	C # 04
PROFUNDIDAD	1.50m	1.50m	1.50m	1.50m
COORDENADA	532739 9440274	533429 9440222	533841 9440244	534573 9440228
MALLA # 3/8"	11.5 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
MALLA # 4	0.6 %	0.0 %	0.4 %	0.4 %
MALLA # 8	1.3 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %
MALLA # 10	1.0 %	0.7 %	0.4 %	0.4 %
MALLA # 16	2.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %
MALLA # 30	1.7 %	0.4 %	0.4 %	1.5 %
MALLA # 40	1.6%	0.2 %	0.2%	0.6%
MALLA # 50	1.5 %	0.3 %	0.3 %	1.0 %
MALLA # 100	2.0 %	0.5 %	0.4 %	0.4 %
MALLA # 200	1.2%	1.0 %	2.2%	12.7%
< # 200	75.4 %	96.3 %	95.2 %	82.4 %
LÍMITE LÍQUIDO	24.9 %	32.0 %	35.3 %	34.2 %
LÍMITE PLÁSTICO	9.4 %	15.7 %	15.9 %	14.6 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15.9 %	16.3 %	19.4 %	19.6 %
SUCS	CL	CL	CL	CL
AASHTO	A-6	A-6	A-6	A-6

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la UNT – Trujillo

### Interpretación:

De los resultados obtenidos a la clasificación SUCS se determinó que de las C # 01, C # 02, C # 03, C # 04, más del 75% pasaron las malla 200 por lo tanto el suelo se clasificó como un suelo (CL); por lo que la C # 02 es el suelo más deficiente con un índice de plasticidad (IP)=16.3% y se clasificó como un suelo arcilloso limoso.

### CONCLUSIÓN DEL ENSAYO DE LIMITES:

La norma dice que para hacer este ensayo la muestra tiene que pasar la malla N°40 por lo tanto al adicionarle fibra a la muestra no cumple tal requisito de la norma.



**Objetivo específico 2:** Determinar cómo influye la fibra de banano y aceite de limón en la máxima densidad seca de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021.

### **ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

(Normas: NTP 339.141/ ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

Se determino mediante el análisis de la curva de compactación, la relación entre la humedad optima y su máxima densidad seca en la que el suelo se puede compactar; para realizar los ensayos se toma la normativa técnica peruana y se obtuvieron los siguientes resultados.

Figura 42: ENSAYO DE PROCTOR

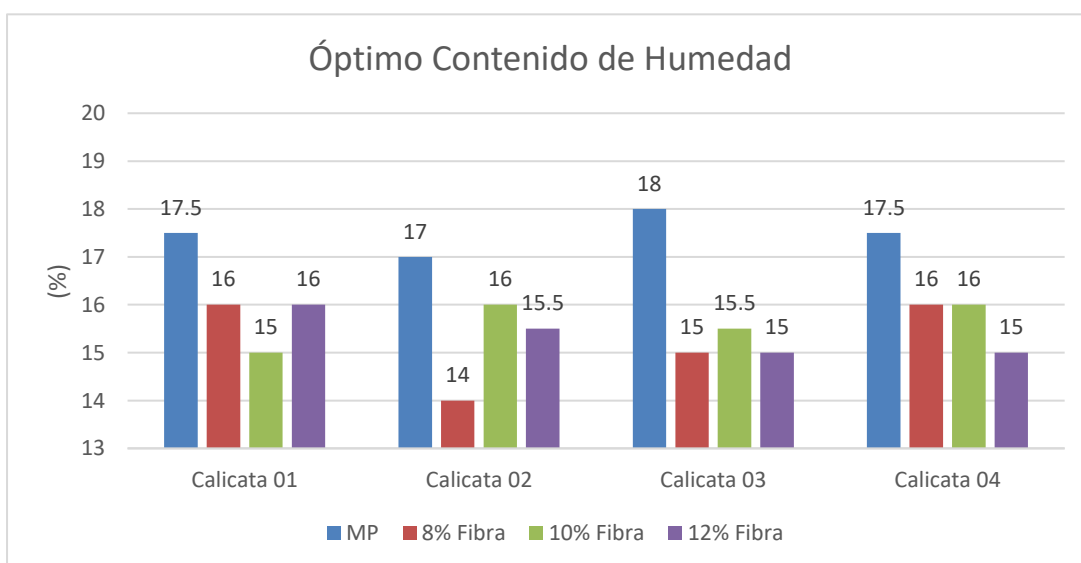


Figura 43: PESADO DE LA MUESTRA COMPACTADA



- La muestra se deja secar a temperatura ambiente o en una estufa
- Se pasa por el tamiz N°4
- se mezcla la muestra con agua hasta conseguir una muestra ligeramente húmeda que se desmorone cuando se aprieta con la mano
- se pesa el molde
- se divide la muestra en 5 porciones de acuerdo a la capa que se utilice
- al molde se le agrega el collarín
- se le agrega la muestra al molde
- El molde se llena en 5 capas compactadas con el pisón a 25 golpes y de forma espiral a cada capa y a una altura de 18”
- Luego se lleva la muestra con el molde a la máquina de compactación
- Terminado la compactación de cada uno se saca el collarín y se utiliza como regla para nivelar o enrazar
- Se pesa cada molde con la muestra incluida y enrazada
- Retiramos el suelo del molde y se toma dos muestras representativas del nivel superior y nivel inferior
- Se toma las muestras extraídas, se pesa y se lleva al horno por 12 hrs
- Se repite el proceso, pero esta vez con un contenido de agua ligeramente mayor hasta de disminuya con una diferencia de 2 puntos la gráfica de compactación.

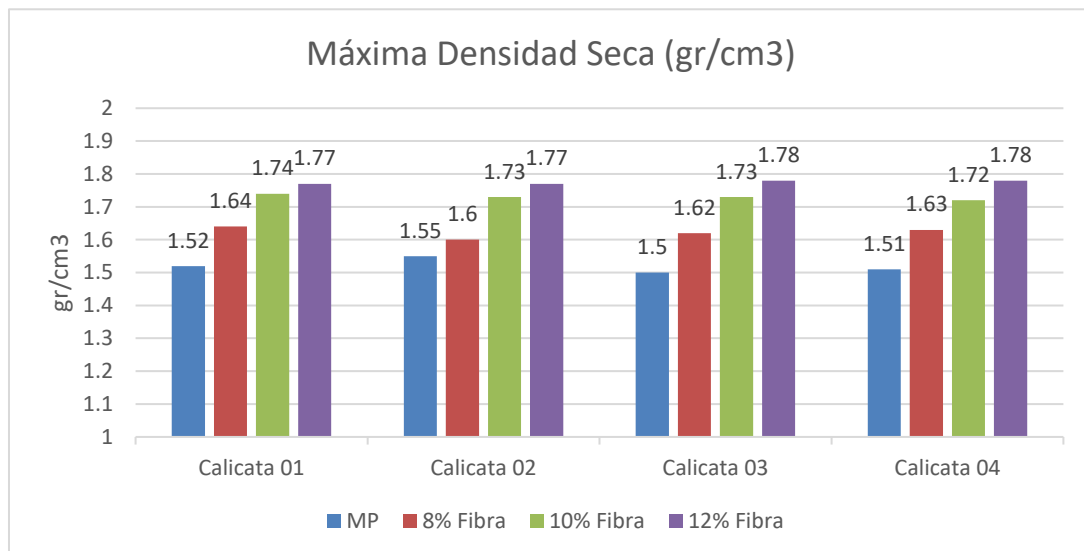
Figura 44: RESULTADOS DEL OCH CON DOSIFICACIONES DE FIBRA



### Interpretación:

Observamos en los cuatro suelos que sus porcentajes de humedad óptimo disminuyen con respecto a los resultados de su muestra patrón como es el caso del suelo # 03 que en sus dosificaciones del 8% y 12% obtiene una reducción del 3% por lo tanto no existe un modelo específico a seguir en lo referente a OCH.

Figura 45: RESULTADOS DE LA MDS CON DOSIFICACIONES DE FIBRA



### Interpretación:

Se observa en este cuadro de dosificación (8%, 10%, 12%) de fibra de banano que, para los cuatro suelos, hubo un incremento en la DMS de las muestras del suelo # 03 en la dosificación del 12% de fibra de banano llegando a un aumento de hasta 18.6%, siendo el de mayor valor obtenido con respecto a la muestra patrón, tal como se observa de las distintas dosificaciones a los diferentes suelos son directamente proporcionales, a mayor dosificación mayor será su máxima densidad seca.

Tabla 19: RESULTADOS DE PROCTOR MODIFICADO

DESCRIPCIÓN		MP	8% FIBRA	10% FIBRA	12% FIBRA
MUESTRA N° 01	MDS (gr/cm3)	1.520	1.64	1.74	1.77
	OCH (%)	17.50	16	15	16
MUESTRA N° 02	MDS (gr/cm3)	1.550	1.6	1.73	1.77
	OCH (%)	17	14	16	15.5
MUESTRA N° 03	MDS (gr/cm3)	1.500	1.62	1.73	1.78
	OCH (%)	18	15	15.5	15
MUESTRA N° 04	MDS (gr/cm3)	1.510	1.63	1.72	1.78
	OCH (%)	17.50	16	16	15

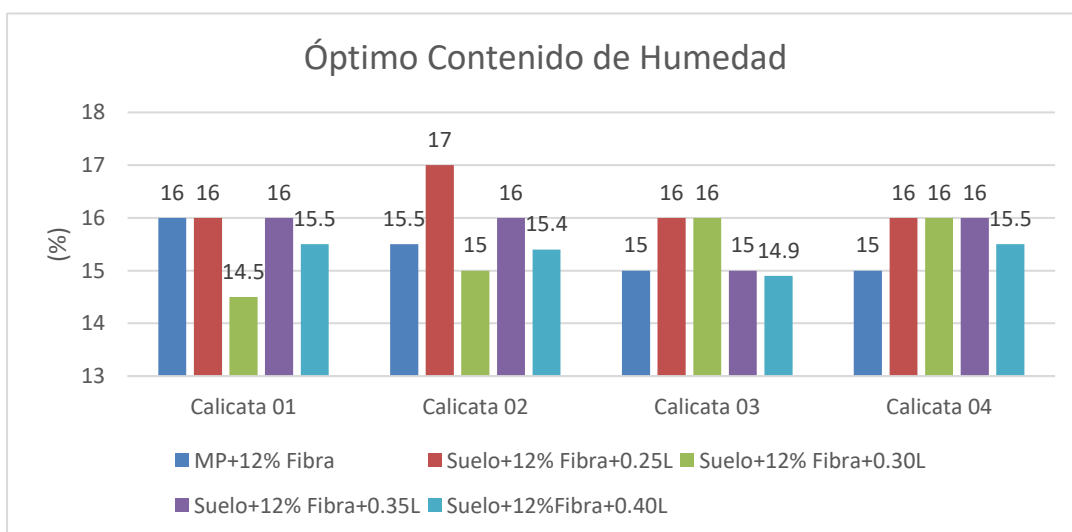
FUENTE: Elaboración propia

### Interpretación:

Obteniendo los resultados de la muestra patrón de las cuatro calicatas, la C # 02 ha tenido mejor relación en la cual la curva de compactación ha tenido su punto más elevado, el incremento de la máxima densidad seca hará que en el suelo las partículas se cohesionen para darnos una mejor compactación.

En base a estos resultados de la MDS y del OCH se realizaron los ensayos a la capacidad portante CBR al 0.1" y 0.2".

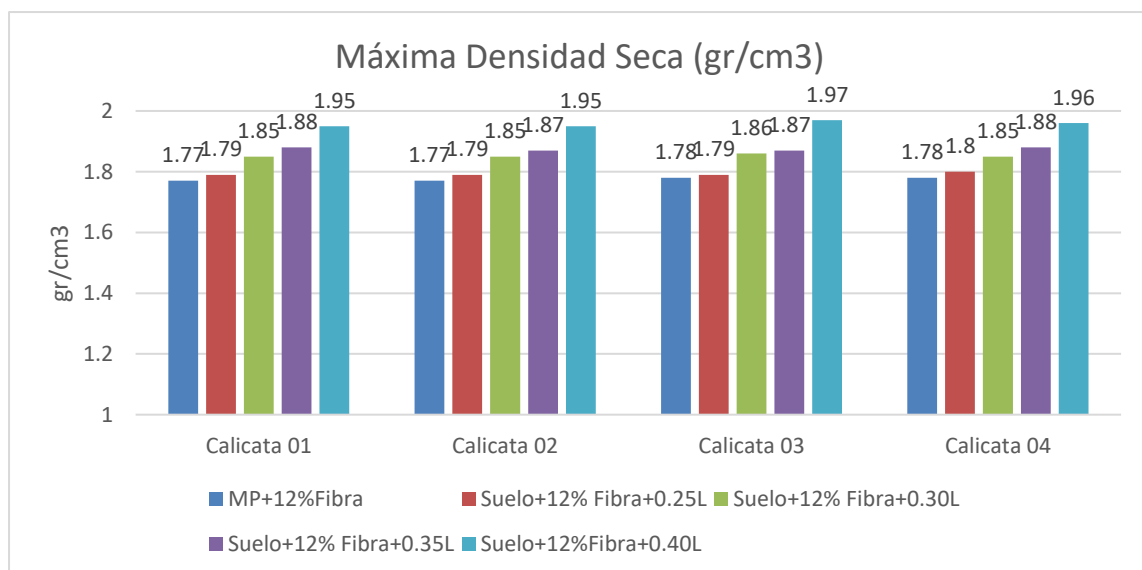
Figura 46: RESULTADOS DEL OCH CON 12% DE FIBRA Y DOSIFICACIONES DE ACEITE DE LIMÓN



### Interpretación:

Observamos que se tomó las cuatro muestras con la adición del 12% de fibra de banano porque se obtuvo los mayores aumentos en sus resultados para que sea la muestra patrón con respecto a la adición de 0.25L, 0.30L, 0.35L, 0.40L de aceite de limón en los cuatro suelos donde sus porcentajes de humedad óptimo disminuyen con respecto a los resultados de su muestra patrón como es el caso del suelo # 03 que en sus dosificaciones del 0.35L y 0.40L se obtiene una reducción máxima del 3% y 3.0% respectivamente; por lo tanto, no existe un modelo específico a seguir en lo referente al OCH.

Figura 47: RESULTADOS DEL MDS CON 12% DE FIBRA Y DOSIFICACIONES DE ACEITE DE LIMÓN



### Interpretación:

También observamos que en las cuatro muestras con la adición del 12% de fibra de banano se obtuvo los mayores aumentos en sus resultados para que sea la muestra patrón con respecto a la adición de 0.25L, 0.30L, 0.35L, 0.40L de aceite de limón; en los cuatro suelos donde sus porcentajes de la MDS aumentan con respecto a los resultados de su muestra patrón como es el caso del suelo # 03 que en sus dosificaciones de 0.40L se obtiene un máximo aumento de 28.3%.

Tabla 20: RESULTADOS DE PROCTOR MODIFICADO CON DOSIFICACIONES

## DE FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN

RESULTADOS COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO									
DESCRIPCIÓN		MUESTRA PATRÓN	8% FIBRA	10% FIBRA	12% FIBRA	12%FIBRA + 0.25L ACEITE	12%FIBRA + 0.30L ACEITE	12%FIBRA + 0.35L ACEITE	12%FIBRA + 0.40L ACEITE
SUELO # 01	MDS (gr/cm3)	1.52	1.64	1.74	1.77	1.79	1.85	1.88	1.95
	OCH (%)	17.5	16	15	16	16	14.5	16	15.5
SUELO # 02	MDS (gr/cm3)	1.55	1.6	1.73	1.77	1.79	1.85	1.87	1.95
	OCH (%)	17	14	16	15.5	17	15	16	15.4
SUELO # 03	MDS (gr/cm3)	1.5	1.62	1.73	1.78	1.79	1.86	1.87	1.97
	OCH (%)	18	15	15.5	15	16	16	15	14.9
SUELO # 04	MDS (gr/cm3)	1.51	1.63	1.72	1.78	1.8	1.85	1.88	1.96
	OCH (%)	17.5	16	16	15	16	16	16	15.5

### Interpretación:

En los resultados generales de la tabla 21 de los ensayos de OCH y MDS de las cuatro calicatas, muestran la C # 03 que su porcentaje de humedad es de 14.9% en el cual ha sido compactado y por lo tanto la MDS de la adición entre (MP+ 12%MP FIBRA DE BANANO+0.40L ACEITE DE LIMÓN), ha tenido 1.97 gr/cm<sup>3</sup> el valor más elevado con respecto a las otras dosificaciones, un aumento del 31.3% con respecto de la muestra patrón, y un 10.7% con respecto al resultado obtenido solo con la adición del 12% de fibra al suelo natural; el incremento de la máxima densidad seca hará que en el suelo las partículas se cohesionen para darnos una mejor compactación, estas dosificaciones son óptimas ya que se ha podido obtener un aumento positivo de la densidad.

En base a estos resultados de la MDS y del OCH se realizaron los ensayos a la capacidad portante CBR al 0.1" y 0.2".

**Objetivo específico 3:** Determinar cómo influye la fibra de banano y aceite de limón mediante su dosificación en el porcentaje de CBR de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021.

## **Ensayo de CBR:**

Se considera la de mejor comportamiento de la adición de fibra de banano y aceite de limón en las muestras, este ensayo se realiza a las 04 calicatas de la vía de 2.44 km. Este ensayo consistió en alistar tres moldes con energías de compactación de 12, 25, 56 golpes y así determinar la capacidad portante de la MP de cada calicata.

- La muestra debe ser tamizado por las mallas  $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{3}{8}$ ", N°4
- La fracción retenida en el tamiz  $\frac{3}{4}$ " se descarta y reemplaza de igual proporción con el material comprendido entre el tamiz N°4
- Mezclar bien
- Se pesa cada molde y se pasa a llenar
- El primer molde se llena en 5 capas compactadas con el pisón a 12 golpes cada capa
- El segundo molde se llena en 5 capas compactadas con el pisón a 25 golpes cada capa
- El tercer molde se llena en 5 capas compactadas con el pisón a 56 golpes cada capa
- Terminado la compactación de cada uno se saca el collarín y se utiliza como regla para nivelar o enrazar
- Se pesa cada molde con la muestra incluida y enrazada
- Se retira el disco levantando el molde, se voltea la muestra y se coloca los anillos que simularan el peso del asfalto
- Se lleva a sumergirlo en una fuente de agua
- Se Deja por tres días la muestra en el molde y sumergido en agua
- Pasado los tres días se retira del agua y se pone los moldes en la prensa para ensayo CBR

Figura 48: ENSAYO DE CBR



Figura 49: CBR (0.1") Y CBR (0.2")



Figura 50: MUESTRA PATRÓN

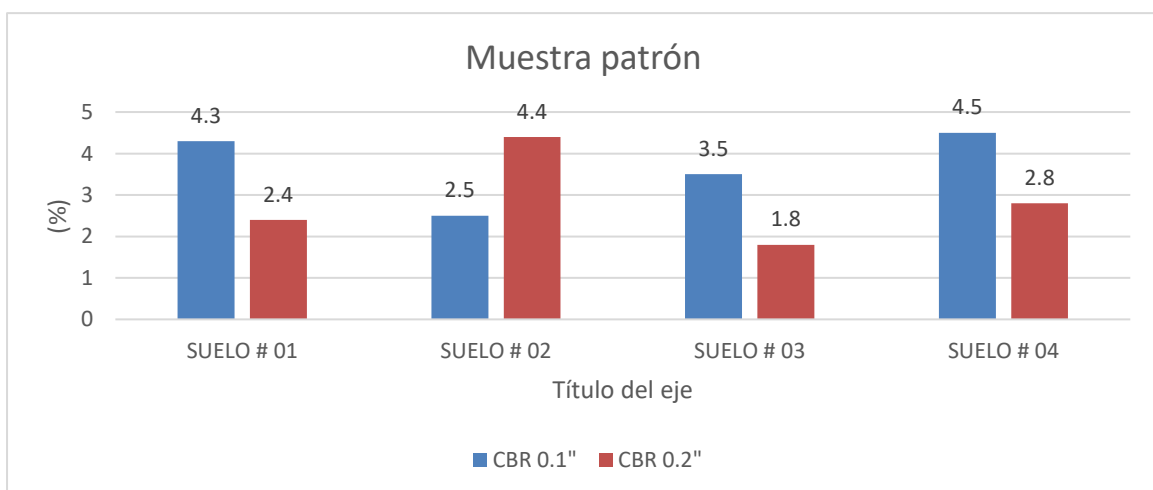




Tabla 21: RESULTADOS DE CBR

SUELO	MUESTRA # 01	MUESTRA # 02	MUESTRA # 03	MUESTRA # 04
M.D.S (gr/cm <sup>3</sup> )	1.520	1.550	1.500	1.510
CBR 0.1"	3.5%	4.2%	3.2%	3%
CBR 0.2"	4.2%	5.7%	4%	5%

FUENTE: Elaboración propia

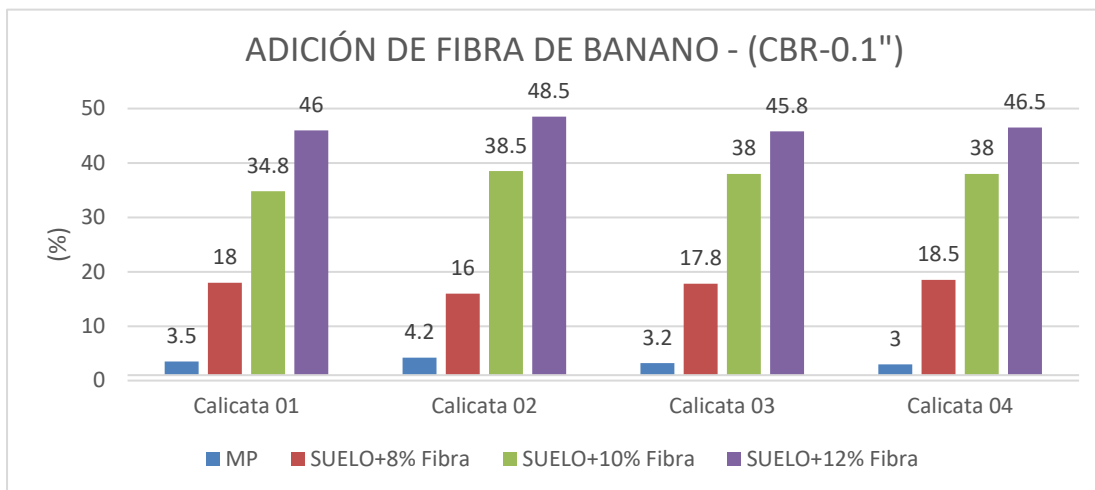
### INTERPRETACIÓN:

En la muestra patrón de cada una de las muestras del suelo vemos una variación en sus resultados de su MDS y CBR; en la muestra 02 obtuvimos mejores resultados en comparación al resto de muestras, pero con respecto a la norma nos dice que con un CBR mayor a 3% entonces ese suelo tiene que ser estabilizado para utilizarlo como subrasante.

Tabla 22: RESULTADOS DE CBR CON DOSIFICACIONES DE FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN

RESULTADOS CBR (California Bearing Ratio)									
DESCRIPCIÓN		MUESTRA PATRÓN	8% FIBRA	10% FIBRA	12% FIBRA	12%FIBRA + 0.25L ACEITE	12%FIBRA + 0.30L ACEITE	12%FIBRA + 0.35L ACEITE	12%FIBRA + 0.40L ACEITE
SUELO # 01	CBR 0.1"	3.5 %	18 %	34.8%	46 %	50.7 %	60 %	64 %	59 %
	CBR 0.2"	4.2 %	20 %	35.4 %	48 %	51.8 %	62 %	68 %	60 %
SUELO # 02	CBR 0.1"	4.2 %	16 %	38.5 %	48.5 %	51.3 %	60.5 %	67.4 %	58 %
	CBR 0.2"	5.7 %	19 %	41 %	49.5 %	51.5 %	61.5 %	69.2 %	59.5 %
SUELO # 03	CBR 0.1"	3.2 %	17.8 %	38 %	45.8 %	54 %	63 %	65 %	58 %
	CBR 0.2"	4 %	19.5 %	39.5 %	48 %	55 %	64 %	67 %	59 %
SUELO # 04	CBR 0.1"	3 %	18.5 %	38 %	46.5 %	52 %	62.5 %	65 %	59 %
	CBR 0.2"	5 %	20 %	40 %	47.8 %	53 %	64.3 %	68 %	61 %

Figura 51: RESULTADOS DE CBR A 0.1”



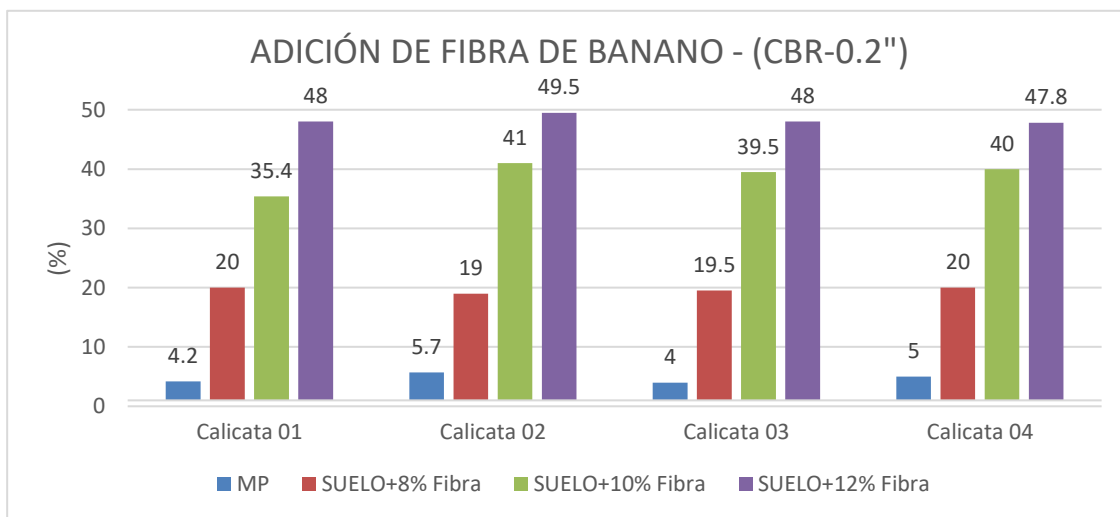
**Interpretación:**

- Para el suelo # 01 se observa que la dosificación del 8% incrementa su resistencia con respecto a la muestra patrón en un 414.3%, en la dosificación del 10% la aumenta en un 894.3% y en su dosificación del 12%, aumenta en un 1214.3%.
- Para el suelo # 02 se observa que la incorporación del 8% fibra incrementa su resistencia con respecto a la muestra patrón en un 281.8%, en la dosificación del 10% la aumenta en un 816.7% y en su dosificación del 12%, aumenta en un 1054.8%.
- Para el suelo # 03 se observa que la dosificación del 8% incrementa su resistencia con respecto a la muestra patrón en un 456.3%, en la dosificación del 10% la aumenta en un 1087.5% y en su dosificación del 12%, aumenta en un 1331.3%.
- Para el suelo # 04 se observa que la incorporación del 8% menta su

resistencia con respecto a la muestra patrón en un 516.7%, en la dosificación del 10% la aumenta en un 1166.7% y en su dosificación del 12%, aumenta en un 1450%.

El aumento más significativo da la capacidad portante del CBR a un 0.1" de penetración se dio en el suelo # 04 obteniendo 46.5%, pero en términos generales, se obtuvieron mejores resultados en una dosificación del 12% en sus cuatro muestras de suelo.

Figura 52: RESULTADOS DEL CBR AL 0.2"



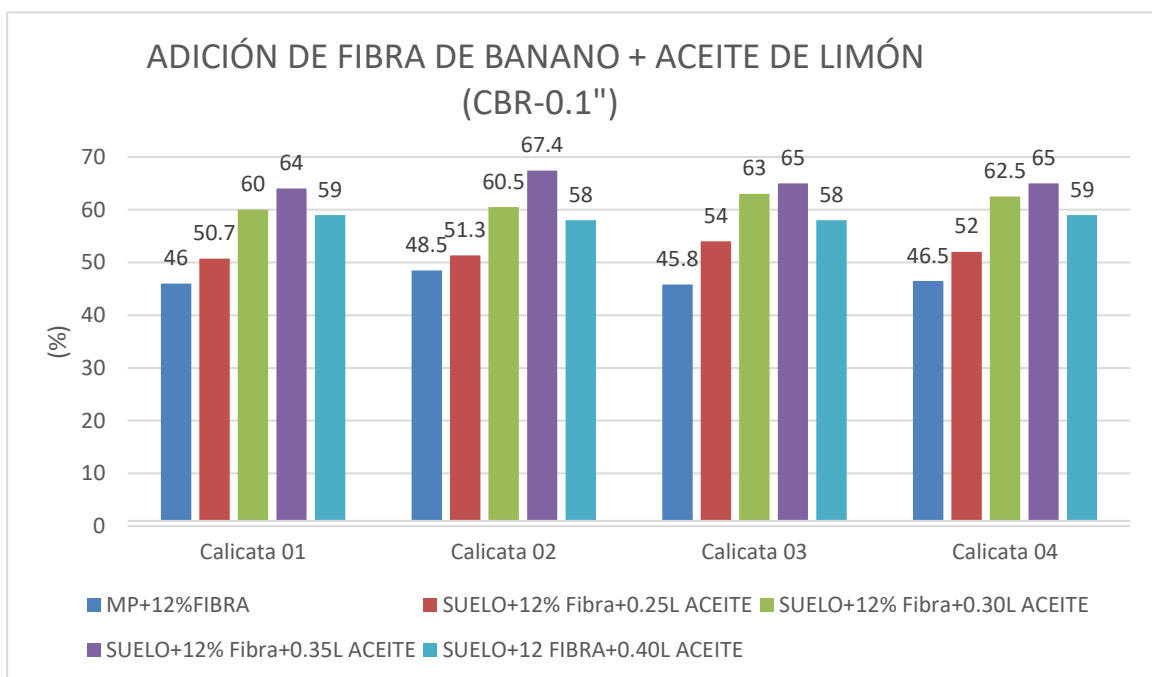
### Interpretación:

- Para el suelo # 01 se observa que al incorporarle 8% de fibra de banano incrementa su capacidad portante a 20% con respecto a la muestra patrón es un aumento del 376.2%, en la dosificación del 10% aumenta en un 842.9% y en su dosificación del 12%, aumenta en un 1042.9%.
- Para el suelo # 02 se observa que la incorporación del 8% fibra incrementa su resistencia con respecto a la muestra patrón en un 233.3%, en la dosificación del 10% la aumenta en un 619.3% y en su dosificación del 12%, aumenta en un 768.4%.

- Para el suelo # 03 se observa que la dosificación del 8% incrementa su resistencia con respecto a la muestra patrón en un 387.5%, en la dosificación del 10% la aumenta en un 887.5% y en su dosificación del 12%, aumenta en un 1100%.
- Para el suelo # 04 se observa que la incorporación del 8% aumenta su resistencia con respecto a la muestra patrón en un 300%, en la dosificación del 10% la aumenta en un 700% y en su dosificación del 12%, aumenta en un 856%.

El aumento más significativo da la capacidad portante del CBR a un 0.2" de penetración se dio en el suelo # 02 obteniendo 49.5%, pero en términos generales, se obtuvieron mejores resultados en una dosificación del 12% en sus cuatro muestras de suelo.

Figura 53: RESULTADOS DE CBR AL 0.1" DE LA ADICIÓN DE 12% FIBRA DE BANANO Y 0.25, 0.30, 0.35, 0.40 Lt DE ACEITE DE LIMÓN



### Interpretación:

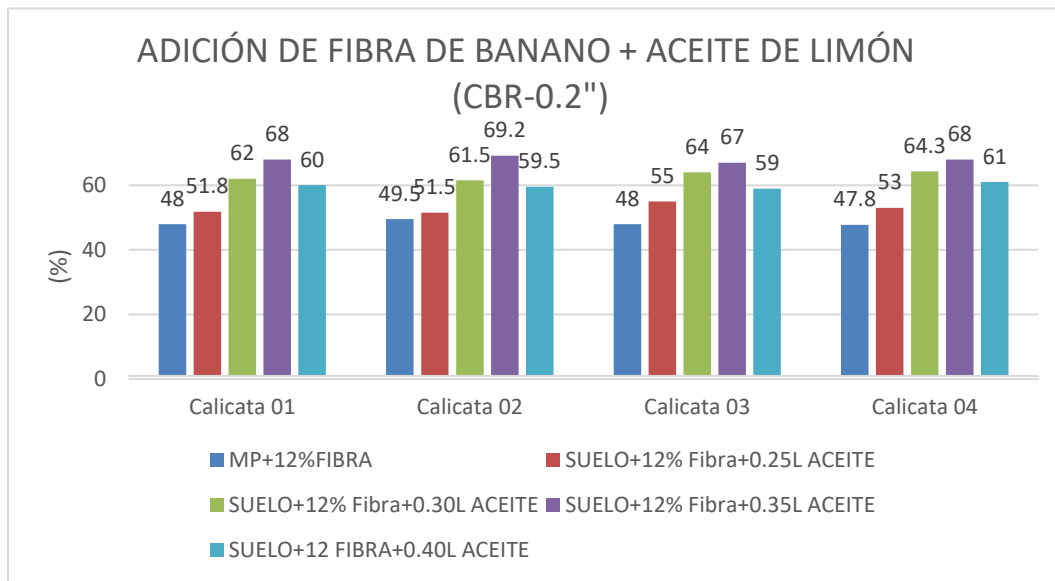
- Para el suelo # 01 se observa que al adicionarle los 0.25L a la muestra patrón + 12% de fibra de banano se incrementa su resistencia en un 10.2%

con respecto al resultado obtenido de la MP+12% de fibra que fue de 46%, en la dosificación de 0.30L aumenta en un 30.4%, en su dosificación de 0.35L, aumenta en un 39.1%. y en la dosificación del 0.40L, baja la curva y solo tenemos un aumento de 28.3%.

- Para el suelo # 02 se observa que la dosificación del 0.25L incrementa su resistencia con respecto al resultado obtenido en la muestra patrón + 12 de fibra, en un 5.8%, en la dosificación de 0.30L aumenta en un 24.7% y en su dosificación del 0.35L, aumenta hasta en un 39% y en la dosificación de 0.40L, la curva baja y solo aumenta hasta 19.6%.
- Para el suelo # 03 se observa que la dosificación del 0.25L incrementa su resistencia con respecto a la muestra patrón en un 17.9%, en la dosificación del 0.30L la aumenta en un 37.6% y en su dosificación del 0.35L, aumenta en un 41.9% y en la dosificación de 0.40L la curva baja ya que solo aumento su resistencia en 26.6%.
- Para el suelo # 04 se observa que la dosificación del 0.25L incrementa su resistencia con respecto a la muestra patrón en un 11.8%, en la dosificación del 0.30L la aumenta en un 34.4% y en su dosificación del 0.35L, aumenta en un 39.8% y en la dosificación de 0.40L la curva baja ya que solo aumento en un 26.9%.

El aumento más significativo según la curva de CBR se da con la adición 0.35L de aceite de limón, donde se observa que a esa dosificación se llega a la máxima resistencia y después baja a pesar que aumenta, pero en un porcentaje menor sobre la capacidad portante del CBR a un 0.1" de penetración, y el aumento más elevado de 41.9% se dio en el suelo # 03, aunque el valor más elevado lo tiene el suelo 02, con 67.4% pero solo representa un aumento del 39%.

Figura 54: RESULTADOS DE CBR AL 0.2" DE LA ADICIÓN DE 12% FIBRA DE BANANO Y 0.25, 0.30, 0.35, 0.40 Lt DE ACEITE DE LIMÓN



### Interpretación:

- Para el suelo # 01 se observa que al adicionarle los 0.25L a la muestra patrón + 12% de fibra de banano se incrementa su resistencia en un 7.9%, en la dosificación del 0.30L la aumenta en un 29.2%, en su dosificación del 0.35L, aumenta en un 41.7%. y en la dosificación del 0.40L, baja la curva y solo tenemos aumento de 25% con respecto al resultado obtenido de la adición de 12% a la muestra patrón.
- Para el suelo # 02 se observa que la dosificación del 0.25L incrementa su resistencia con respecto a la muestra patrón 2, que sería MP2: (MP+12% de fibra de banano) en un 4%, en la dosificación de 0.30L la aumenta en un 24.2% y en su dosificación del 0.35L, aumenta hasta en un 39.8% y en la dosificación de 0.40L, la curva baja y solo aumenta hasta 20.2%.
- Para el suelo # 03 se observa que la dosificación del 0.25L incrementa su resistencia con respecto a la muestra patrón que sería MP2 en un 14.6%, en la dosificación del 0.30L la aumenta en un 33.3% y en su dosificación del 0.35L, aumenta en un 39.6% y en la dosificación de 0.40L la curva baja ya

que solo aumento su resistencia en 22.9%.

- Para el suelo # 04 se observa que la dosificación del 0.25L incrementa su resistencia con respecto a la muestra patrón que sería MP2 en un 10.9%, en la dosificación del 0.30L la aumenta en un 34.5% y en su dosificación del 0.35L, aumenta en un 42.3% y en la dosificación de 0.40L la curva baja ya que solo aumento en un 29.6%.

El aumento más significativo según la curva de CBR se da con la adición 0.35L de aceite de limón, donde se observa que a esa dosificación se llega a la máxima resistencia y después baja a pesar que aumenta, pero en un porcentaje menor sobre la capacidad portante del CBR a un 0.1" de penetración, y el aumento más elevado de 42.3% se dio en el suelo # 04, aunque el valor más elevado lo tiene el suelo 02, con 69.2% pero solo representa un aumento del 39.8%.

### Contrastación de la hipótesis:

#### Proctor Modificado

Con los resultados obtenidos de la MDS que determina las propiedades de los suelos y los tratamientos con sus diferentes dosificaciones para su mejoramiento mediante la estabilización y en este estudio utilizaremos la fibra de banano y el aceite de limón en procesos separados.

Tabla 23: RESULTADOS DE LA MDS CON FIBRA DE BANANO

	MDS	MP	8% FIBRA	10% FIBRA	12% FIBRA	TOTAL
	C # 01	1.52	1.64	1.74	1.77	6.67
ENSAYO	C # 02	1.55	1.6	1.73	1.77	6.65
MÁXIMA	C # 03	1.5	1.62	1.73	1.78	6.63
DENSIDAD	C # 04	1.51	1.63	1.72	1.78	6.64
SECA	TOTAL	6.08	6.49	6.92	7.1	26.59
"FIBRA"	PROMEDIO	1.52	1.6225	1.73	1.775	6.6475
	VARIANZA	0.00035	0.00021875	5E-05	0.000025	0.00021875

En la tabla 23 se muestra los promedios del análisis del suelo para determinar la MDS de cuatro suelos tratados con diferentes adiciones de fibra (0%, 8%, 10%,

12%), para mejorar la capacidad portante del suelo en estudio; se observa que tiene una MDS de 1.55 gr/cm<sup>3</sup> y mientras se realiza el tratamiento mediante las dosificaciones de fibra, obtenemos un incremento en su porcentaje de MDS es así que al adicionarle 12% de fibra de banano obtenemos una MDS de 1.78 gr/cm<sup>3</sup>.

Tabla 24: RESULTADOS DE LA MDS CON 12% FIBRA DE BANANO + ACEITE DE LIMÓN

MSD	MP +					TOTAL
	12% FIBRA	0.25 L. ACEITE	0.30 L. ACEITE	0.35 L. ACEITE	0.40 L. ACEITE	
ENSAYO C # 01	1.77	1.79	1.85	1.88	1.95	9.24
MÁXIMA C # 02	1.77	1.79	1.85	1.87	1.95	9.23
DENSIDAD C # 03	1.78	1.79	1.86	1.87	1.97	9.27
SECA C # 04	1.78	1.8	1.85	1.88	1.96	9.27
"ACEITE DE LIMÓN" TOTAL	7.1	7.17	7.41	7.5	7.83	37.01
PROMEDIO	1.775	1.7925	1.8525	1.875	1.9575	9.2525
VARIANZA	0.000025	0.00001875	0.00001875	2.5E-05	6.875E-05	0.00031875

En la tabla 24 nos muestra la adición del aceite de limón (0.25L, 0.30L, 0.35L, 0.40L) partiendo de la mezcla entre el suelo natural y el 12% de fibra para seguir aumentando la capacidad portante de los suelos, obteniendo una MDS de 1.97 gr/cm<sup>3</sup> cuando se le adiciona 0.40L.

Figura 55: MDS-FIBRA DE BANANO

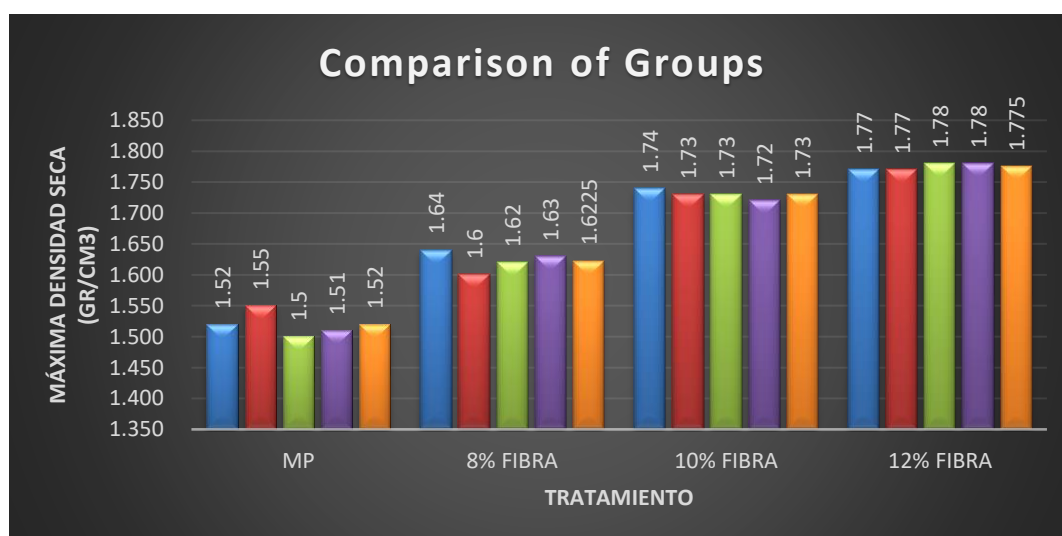
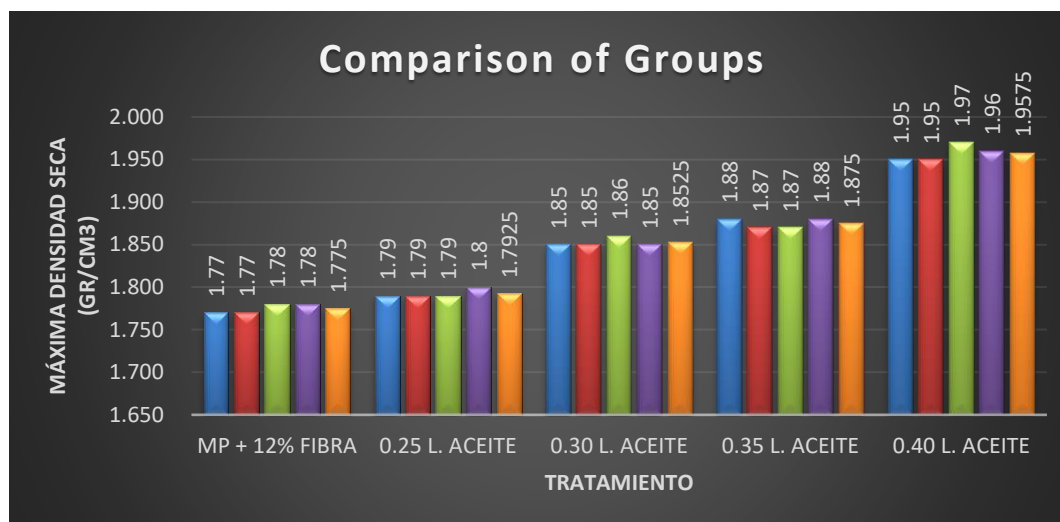




Figura 56: (MDS - 12 FIBRA) + ACEITE DE LIMÓN



Además, podemos observar de las figuras 60 y 61, que la pendiente es creciente al seguir mejorando los resultados del 12% de adición de fibra, con la incorporación de aceite de limón, es decir al incrementar con porcentajes de aceite de limón, la MDS aumenta.

Tabla 25: Análisis de varianza de la MDS con adiciones de fibra de banano

ANOVA table					
Source	SS	df	MS	F	p-valué
Treatment	230.5529	4	57.63822	3.32	.0230
Error	521.1679	30	17.37226		
Total	751.7207	34			

Tabla 26: Análisis de varianza de la MDS con adiciones de aceite de limón

ANOVA table					
Source	SS	df	MS	F	p-valué
Treatment	528.5773	5	105.71545	3.93	.0061
Error	968.7946	36	26.91096		
Total	1,497.3719	41			

El análisis de varianza realizada en los promedios de la MDS de la muestra patrón, de los diferentes porcentajes de fibra y diferentes litros de aceite de limón mediante su adición, para el mejoramiento de los suelos de la carretera panamericana norte

PE1N Km1016 hasta la hacienda del Este, Piura; en la tabla 26 se observa que su p-valor es 0.0230, que no es muy significativa a comparación de la tabla 27 con un p-valor de 0.0061, por lo tanto se aprecia que es considerablemente menor a 0.05; este resultado quiere decir que el incremento de adiciones de fibra como aceite al suelo influye directamente proporcional a la MDS.

**CBR (0.1")**

Tabla 27: RESULTADOS DEL OCH CON 12% FIBRA Y ACEITE DE LIMÓN

CBR(0.1")	MP	8% FIBRA	10% FIBRA	12% FIBRA	0.25 L. ACEITE	0.30 L. ACEITE	0.35 L. ACEITE	0.40 L. ACEITE	TOTAL
C # 01	3.5	18	34.8	46	50.7	60	64	59	336
C # 02	4.2	16	38.5	48.5	51.3	60.5	67.4	58	344.4
C # 03	3.2	17.8	38	45.8	54	63	65	58	344.8
C # 04	3	18.5	38	46.5	52	62.5	65	59	344.5
TOTAL	13.9	70.3	149.3	186.8	208	246	261.4	234	1369.7
PROMEDIO	3.475	17.575	37.325	46.7	52	61.5	65.35	58.5	342.425
VARIANZA	0.206875	0.891875	2.166875	1.145	1.545	1.625	1.5675	0.25	13.781875

Figura 57: RESULTADOS DE CBR (0.1")

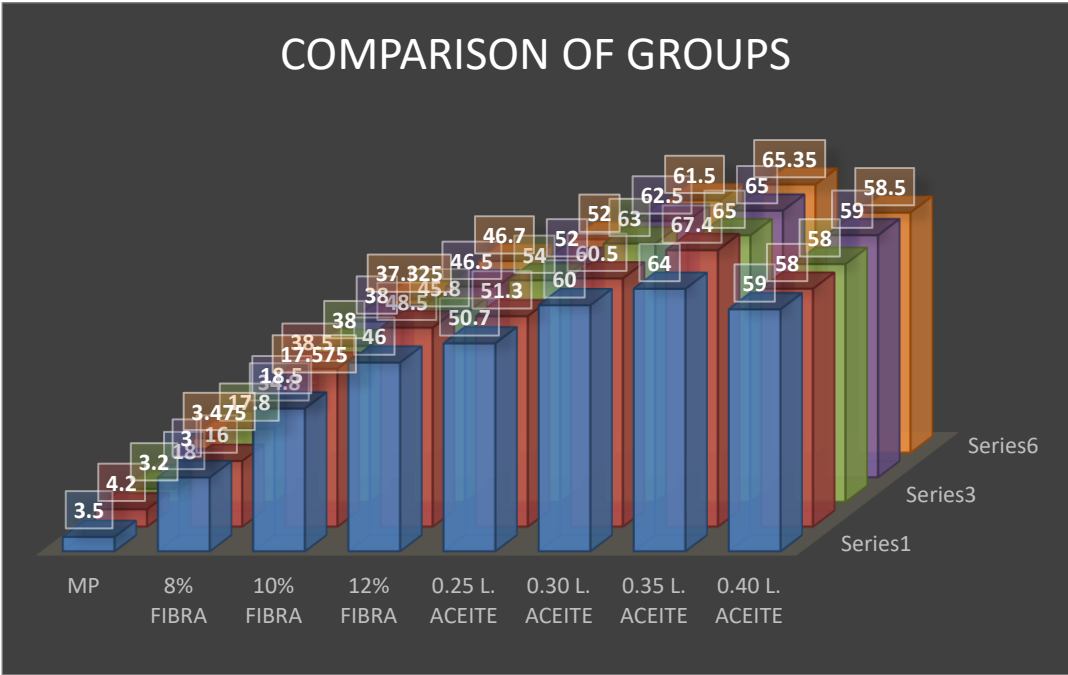


Tabla 28: TABLA DE NORMALIDAD

ANOVA table					
Source	SS	df	MS	F	p-valué
Treatment	971,697.260	8	121,462.1575	5.19	.0001
Error	1,262,939.604	54	23,387.7704		
Total	2,234,636.864	62			

**CBR (0.2")**

Tabla 29: RESULTADOS DE CBR (0.2")

CBR(0.2")	MP	8% FIBRA	10% FIBRA	12% FIBRA	0.25 L. ACEITE	0.30 L. ACEITE	0.35 L. ACEITE	0.40 L. ACEITE	TOTAL
C # 01	4.2	20	35.4	48	51.8	62	68	60	349.4
C # 02	5.7	19	41	49.5	51.5	61.5	69.2	59.5	356.9
C # 03	4	19.5	39.5	48	55	64	67	59	356
C # 04	5	20	40	47.8	53	64.3	68	61	359.1
TOTAL	18.9	78.5	155.9	193.3	211.3	251.8	272.2	239.5	1421.4
PROMEDIO	4.725	19.625	38.975	48.325	52.825	62.95	68.05	59.875	355.35
VARIANZA	0.456875	0.171875	4.551875	0.466875	1.891875	1.4825	0.6075	0.546875	13.0725

Figura 58: RESULTADOS CBR (0.2")

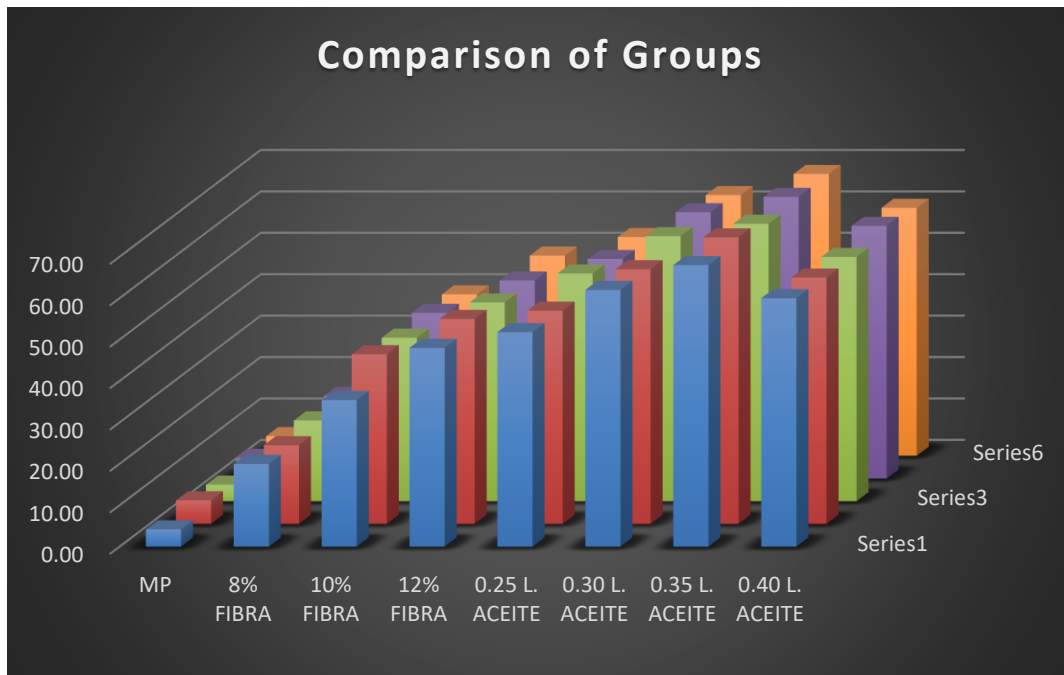


Tabla 30: PRUEBA DE NORMALIDAD

ANOVA table					
Source	SS	df	MS	F	p-valúé
Treatment	1,042,747.047	8	130,343.3809	5.18	.0001
Error	1,359,001.224	54	25,166.6893		
Total	2,401,748.272	62			

### Prueba de hipótesis para las propiedades mecánicas

**Ha:** La adición de fibra de banano y aceite de limón influye en las mejoras de las propiedades de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021.

**Ho:** La adición de fibra de banano y aceite de limón no influye en las mejoras de las propiedades de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021.

Los resultados del análisis de varianza al CBR (0.1”) y CBR (0.2”), muestran un p-valor de 0.001, por lo tanto es menor a 0.05 de significancia y aun 95% de confiabilidad, y mediante estos datos obtenidos es suficiente para interpretar que las dosificaciones usadas de los diferentes productos proporcionan al suelo un aumento significativo en sus propiedades mecánicas y poder ser utilizado como subrasante en, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021; por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa, “La adición de fibra de banano y aceite de limón influye en las mejoras de las propiedades de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021.”, y se rechaza la hipótesis nula; (La adición de fibra de banano y aceite de limón no influye en las mejoras de las propiedades de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021.), con un 95% de confiabilidad.

## V. DISCUSIÓN

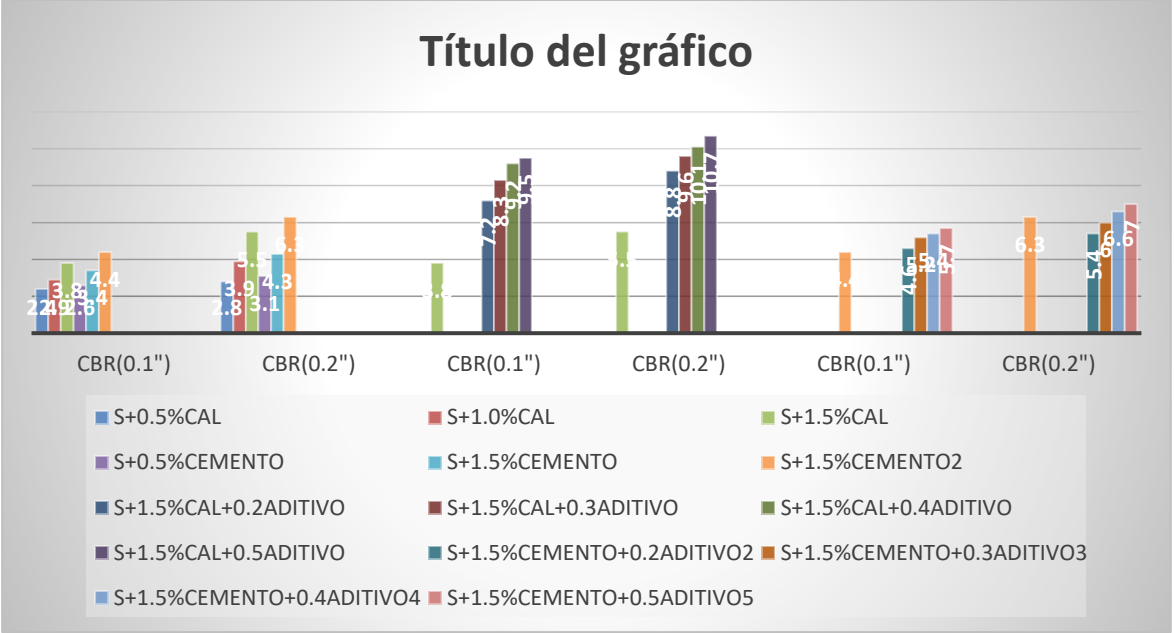
La discusión del siguiente trabajo de investigación solo trata de explicar los resultados obtenidos de laboratorio, no se pretende confrontar la metodología realizada, solo se trata de unificar criterios para desarrollar estudios de estabilización a suelos que tengan menos del 6% en CBR.

**OG:** Estimar como influye la adición de fibra de banano y aceite de limón en las propiedades de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021.

**Lalangue (2019)**, su **objetivo** es mejorar la resistencia en la carretera estabilizando la subrasante con aceite sulfonado. Teniendo como **resultado**, primero analizando el CBR de las combinación: suelo-cal se obtuvo un elevado valor con la dosificación (1.5%) con un (3.8, 3.9); y por consiguiente del suelo-cemento (1.5%) dio un (4.4, 6.3); de esta combinación de diferentes porcentajes utilizaremos 1.5%; ya que, son directamente proporcionales para la combinación del aceite sulfonado; por lo tanto, haremos las siguientes muestras, como muestra 1 tenemos de la combinación suelo-cal (1.5%) si le adicionamos 0.2L (aceite sulfonado) obtuvimos (CBR (0.1”) a 7.2, CBR (0.2”) a 8.8); y en 0.3L (aceite sulfonado) nos resultó (8.3, 9.6); en 0.4L (aceite sulfonado) un (9.2, 10.1); en 0.5L (aceite sulfonado) fue de (9.5, 10.7); ahora a la combinación suelo-cemento (1.5%), con el mismo procedimiento se obtuvo; (4.6, 5.4); (5.2, 6); (5.4, 6.6) y (5.7, 7) respectivamente, observando que el CBR aumenta cuando se aumenta el aceite sulfonado entonces repiten el procedimiento para la muestra 2, suelo-cal (0.5%) obtuvimos un (4.6, 6.2); suelo-cal (1%) el (5.6, 7.1); al suelo-cal (1.5%) con un (5.9, 7.5); en el suelo-cemento (0.5%) su (5.8, 7.3); al suelo-cemento (1%) el (6.2, 7.9); en suelo-cemento (1.5%) su (7.2, 8.8); por lo tanto utilizaremos 1.5%; ya que, son directamente proporcionales para la combinación del aceite sulfonado; entonces como muestra 2 obtenemos de la combinación suelo-cal(1.5%) si le adicionamos 0.2L(aceite sulfonado) nos da un (6.8, 8.2); 0.3L (aceite sulfonado) con un (8.8, 9.8); 0.4L (aceite sulfonado) el (10, 10.8); 0.5L (aceite sulfonado) su (10.3, 11.2); ahora a la combinación suelo-cemento (1.5%), le adicionamos 0.2L (aceite sulfonado) entonces el (7.9 y 9.5); 0.3L (aceite sulfonado) fue (8.6, 10.1); 0.4L (aceite sulfonado) con (9.2, 10.6); 0.5L (aceite sulfonado) su (9.7, 11); lo que evidencia que la estabilización con aceite

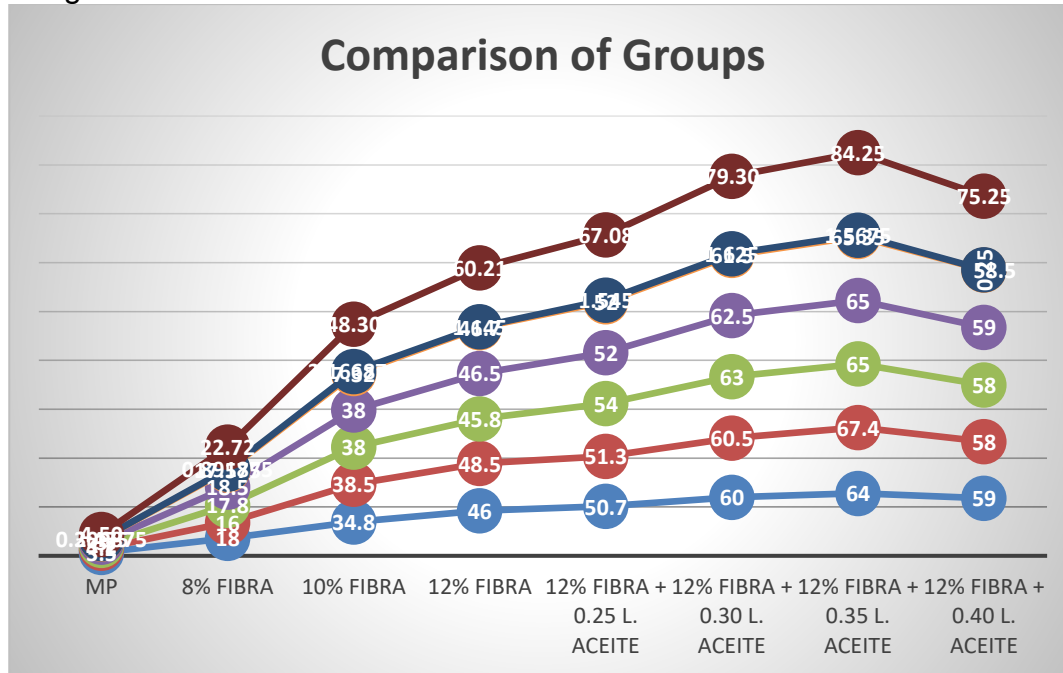
sulfonado mejora la resistencia de la subrasante con un porcentaje inicial de CBR 2.1% aumentado su capacidad de soporte a 8.8% de la Carretera Departamental Ruta PI- 114 Emp.PE-1N (El Alto–Talara) - Emp. PI-105 (Pariñas), km:08+000.00 - 09+000.00, Talara – Piura, 2019”.

Figura 59: RESULTADOS DE LALANGUE (2019)



Para saber si influye la adición de la fibra de banano y el aceite de limón, presento los resultados obtenidos en laboratorio del CBR(0.1'') que se realizaron a las cuatro muestras y se obtuvo lo siguiente; C # 01 [ MP dio 3.5%; MP + 8% FB, 18%; MP + 10% FB, 34.8; MP + 12% FB, 46%; MP + 12% FB + 0.25Lt AL, 50.7%; MP + 12% FB + 0.30Lt AL, 60%; MP + 12% FB + 0.35Lt AL, 64%; MP + 12% FB + 0.40Lt AL, 59%], siguiendo este mismo procedimiento para las siguientes muestras obtuvimos; C # 02 [ 4.2; 16; 38.5; 48.5; 51.3; 60.5; 67.4; 58]; C # 03 [ 3.2; 17.8; 38; 45.8; 54; 63; 65; 58]; C # 04 [ 3; 18.5; 38; 46.5; 52; 62.5; 65; 59]; mientras que los resultados del CBR(0.2'') son; C # 01[4.2; 20; 35.4; 48; 51.8; 62; 68; 60]; C # 02[5.7; 19; 41; 49.5; 51.5; 61.5; 69.2; 59.5]; C # 03[4; 19.5; 39.5; 48; 55; 64; 67; 59] y la C # 04[5; 20; 40; 47.8; 53; 64.3; 68; 61]la estabilización del suelo mediante la fibra de banano son directamente proporcionales ya que el aumento del CBR depende del aumento de la fibra, mientras que en la adición del aceite del limón el aumento del CBR llega a un máximo en la dosificación de 0.35 Lt, porque al adicionar 0.40 Lt sufre una disminución del 36.5% con respecto al resultado de la adición anterior.

Figura 60: RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES DE SUBRASANTE



Comparando mis resultados con **Lalange (2019)**, existe semejanza solo en el porcentaje de los productos mas no con el producto por tener diferentes características, partiendo de ese punto, existe semejanza entre ambos, al aumentar la dosificación de los productos utilizados, aumentan sus resultados por lo tanto aumenta la resistencia de los suelos estabilizados ya que ambos estudios se realizan a suelos de alta plasticidad; la discrepancia que se pueda generar en esta comparación se da en la utilización de los aceites ya que a Lalange le da un incremento de CBR de 131.58%, mientras que el aceite de limón le genera a mi estudio un incremento de 41.9% más con respecto a la resistencia obtenida solo con la combinación del 12% de fibra de banano con el suelo natural, que obtuvo un incremento de 1450% con respecto a la muestra patrón.

**OE1:** Determinar cómo influye la adición de fibra de banano y aceite de limón en el índice de plasticidad de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021.

**Guerra y Mosqueira (2020);** Utilizo fibras con longitudes de 25 mm y dosificaciones de 0.25, 0.5, 0.75 % de fibras y se realizó a cada uno de los suelos inalterados con el fin de determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de cada

suelo, el procedimiento es determinado por la norma peruana; los datos obtenidos a continuación fueron utilizados para la clasificación del suelo.

Tabla 31: LÍMITE DE ATTERBERG

DESCRIPCIÓN	SUELO N°01	SUELO N°02	SUELO N°03
LÍMITE LÍQUIDO	77.33	67.15	122.25
LÍMITE PLÁSTICO	52.04	44.82	52.95
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	25.29	22.33	69.31

**Cabezas y Serrato (2019)**, utilizo fibras de coco con longitudes de 20 mm, solo se realizo el ensayo al suelo natural, ya que la norma dice que para realizar este ensayo, la muestra recolectada debe pasar la malla número 40 que tiene aberturas de 0.425 mm y como la fibra es de 20 mm por lo tanto no pasa la malla.

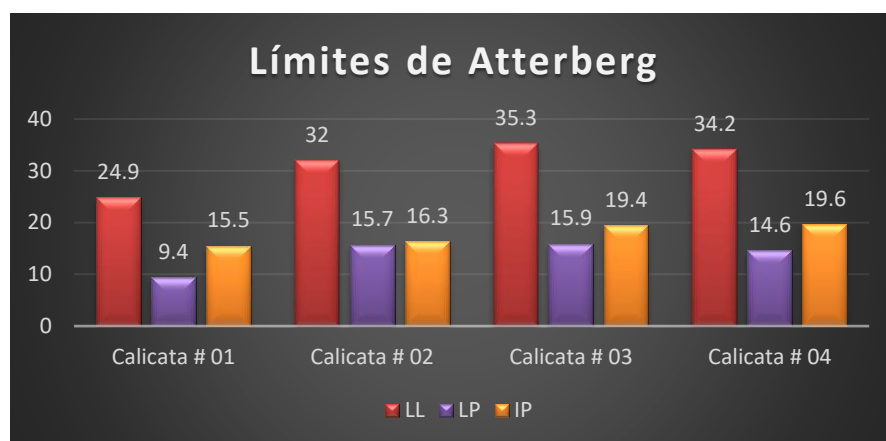
Tabla 32: LÍMITES DE ATTERBERG - CABEZAS Y SERRATO (2019)

DESCRIPCIÓN	SUELO VIRGEN
LÍMITE LÍQUIDO	40
LÍMITE PLÁSTICO	16
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	24

Este estudio utiliza como productos estabilizantes a la fibra en 4 cm y al aceite de limón como un estabilizante adicional para ser dosificado a la muestra + 12% de fibra y poder aumentar su capacidad portante del suelo, se realizaron los ensayos a las cuatro muestras o suelos obtenidos en la zona de estudio para clasificarlos de acuerdo a sus características naturales, los datos obtenidos son los siguientes:



Tabla 33: LÍMITES DE ATTERBERG



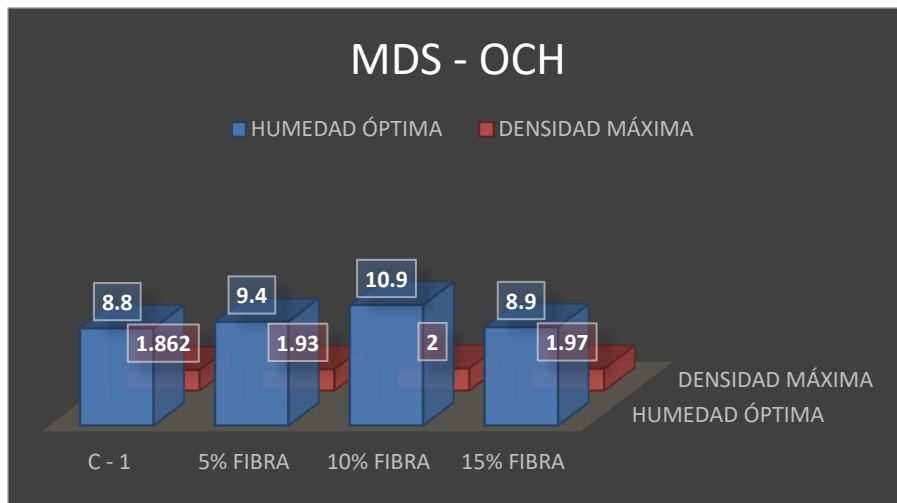
Con respecto a los ensayos de consistencia o ensayos de límites, la norma dice que se realizaran estos ensayos a las muestras que pasen la malla N°40 que tienen unos orificios de 0.425mm y las fibras utilizadas en estos estudios tienen como medida, 20 mm, 25 mm y en este trabajo 4cm, por tal motivo ninguno de estos antecedentes realizaron este ensayo a las muestras con sus adiciones, debido al tamaño de sus fibras es superior a lo que establece la norma de los límites de Atterberg, por lo tanto, no podemos confirmar si influye las dosificaciones ya que no tenemos resultados de algún ensayo realizado de límites de consistencia.

**OE2:** Determinar cómo influye la fibra de banano y aceite de limón en la máxima densidad seca de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021.

**Hoyle y Rodríguez (2019)**, el **objetivo** es la estabilización del suelo adicionando ceniza de hojas de eucalipto y fibras de raquis de musa paradisiaca. En sus **resultados** presenta clasificado el suelo de Cascajal Izquierdo, por dos sistemas por ASHTO - A6 y SUCS predomina CL, en su ensayo de Proctor modificado obtenemos lo siguiente; para la MDS de la muestra patrón de 1.862 gr/cm<sup>3</sup> y CHO de 8.80%, mientras que en sus adiciones tenemos al 5% de fibra, una MDS de 1.930 y una humedad óptima de 9.40%, al 10% fibra una MDS de 2.0 y CHO al 10.90%, como para el 15% de fibra se obtuvo una MDS de 1.970 y un CHO a 8.90%; donde se observa que el punto más alto de compactación se logró al 10%, obteniendo una óptima densidad a una elevada humedad, logrando un aumento en su densidad del 7.4% con respecto a la muestra patrón por lo tanto se demuestra

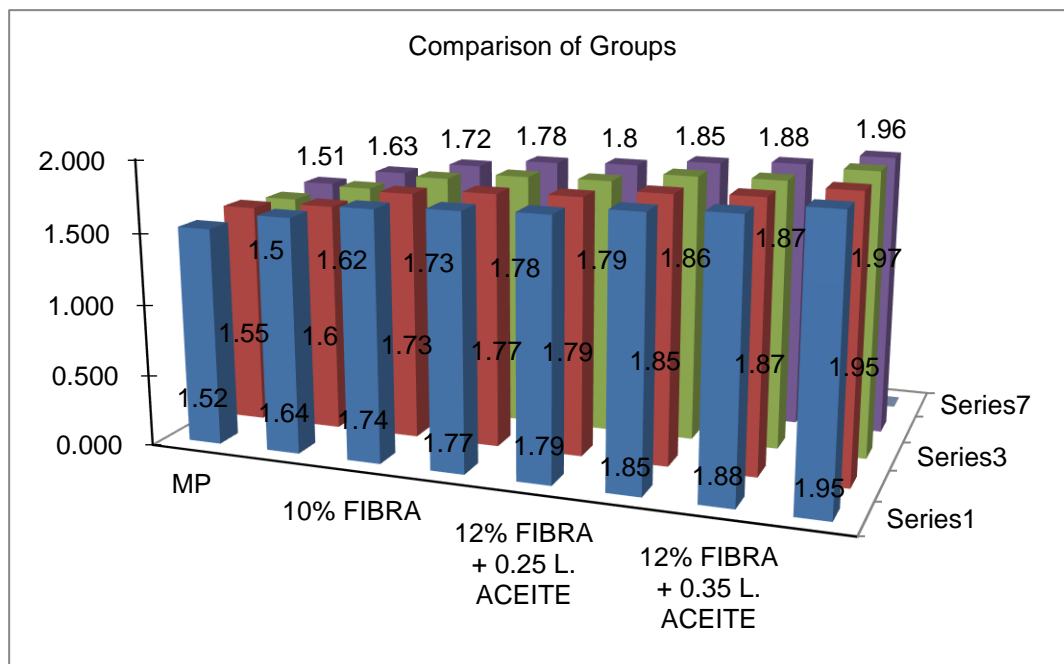
una mejora en sus propiedades mecánicas.

Figura 61: RESULTADO DE PROCTOR MODIFICADO (HOYLE, 2019)



En la presente investigación se analizó la curva de compactación tanto de la muestra patrón como de las adiciones realizadas y en el ensayo de MDS se observa que hay un incremento desde el suelo # 01, hasta el suelo # 04, tanto en la dosificación de fibra (8%, 10%, 12%), como el de aceite (0.25L, 0.30L, 0.35L, 0.40L), llegando a un aumento máximo como en el suelo # 02 del 31.3% con respecto a la muestra sin alterar.

Figura 62: MDS - FIBRA - ACEITE



Presentando la investigación de Hoyle y Rodríguez (2019), teniendo en cuenta que los suelos tienen características similares porque están clasificados mediante SUCS como CL, donde su investigación obtiene al 10% de fibra una MDS de 2 gr/cm<sup>3</sup> y después baja mientras aumenta su dosificación y en mi investigación a 12% de fibra llego a 1.78 gr/cm<sup>3</sup> y ni adicionando a este resultado 0.40 Lt de aceite de limón llego a los 2 gr/cm<sup>3</sup>, que Hoyle y Rodríguez llegaron al 10% de adición solo con fibra de banano derivado del raquis que según estudios realizados en esta investigación se demuestra que el residuo de la planta de banano que genera una fibra de mayor calidad es el pseudotallo, por lo que podemos decir que ambas investigaciones no presentan similitud en los resultados obtenidos.

**OE3:** Determinar cómo influye la fibra de banano y aceite de limón mediante su dosificación en el porcentaje de CBR de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021.

**Guerra y Mosqueira (2020)**, determinan como su objetivo la capacidad portante de tres suelos arcillosos incorporando fibra de pseudotallo de plátano con una longitud de 25 mm y en dosificaciones de 0.25%, 0.50%, 0.75%, donde lograron aumentar los valores de índice de CBR en un 50.78%, para el suelo 1, en un 220.27% al suelo 2 y 31.73% al suelo 3, observando disminuciones de CBR cuando las dosificaciones de fibra aumentaban.

Tabla 34: RESULTADOS DE CBR FP (0.25%, 0.5%, 0.75%)

DESCRIPCIÓN		MUESTRA PATRÓN N	0.25% FIBRA	0.50% FIBRA	0.75% FIBRA
SUELO N°01	CBR 0.1"	0.577 %	0.870 %	0.405%	0.358 %
	CBR 0.2"	0.615 %	0.9 %	0.405 %	0.365 %
SUELO N°02	CBR 0.1"	0.370 %	1.185 %	0.592 %	0.468 %
	CBR 0.2"	0.465 %	1.310 %	0.633 %	0.485 %
SUELO N°03	CBR 0.1"	0.873 %	1.150 %	0.794 %	0.433 %
	CBR 0.2"	0.980 %	1.165 %	0.808 %	0.515 %

En la investigación presente se observa que las propiedades mecánicas del suelo aumenta positivamente solo con la adición de la fibra de banano, y nos damos cuenta al momento de la dosificación se da los incrementos de 516.7% al suelo # 04 con 8% de fibra, 1166.7 al 10% de dosificación y 1450% al 12% de fibra y todo esto a un CBR (0.1") y para CBR (0.2") el aumento se da en el suelo # 03 con un 387% en dosificación del 8% de fibra, 887.5% al 10% de fibra y 1100% a los 12% de fibra, lo que nos informa los resultados es que, no siempre una mayor compactación es sinónimo de mayor resistencia como lo demuestra esta investigación.

Tabla 35: RESULTADOS DE CBR - FIBRA DE BANANO - ACEITE DE LIMÓN

RESULTADOS CBR (California Bearing Ratio)									
DESCRIPCIÓN		MUESTRA PATRÓN	8% FIBRA	10% FIBRA	12% FIBRA	12%FIBRA + 0.25L ACEITE	12%FIBRA + 0.30L ACEITE	12%FIBRA + 0.35L ACEITE	12%FIBRA + 0.40L ACEITE
SUELO # 01	CBR 0.1"	3.5 %	18 %	34.8%	46 %	50.7 %	60 %	64 %	59 %
	CBR 0.2"	4.2 %	20 %	35.4 %	48 %	51.8 %	62 %	68 %	60 %
SUELO # 02	CBR 0.1"	4.2 %	16 %	38.5 %	48.5 %	51.3 %	60.5 %	67.4 %	58 %
	CBR 0.2"	5.7 %	19 %	41 %	49.5 %	51.5 %	61.5 %	69.2 %	59.5 %
SUELO # 03	CBR 0.1"	3.2 %	17.8 %	38 %	45.8 %	54 %	63 %	65 %	58 %
	CBR 0.2"	4 %	19.5 %	39.5 %	48 %	55 %	64 %	67 %	59 %
SUELO # 04	CBR 0.1"	3 %	18.5 %	38 %	46.5 %	52 %	62.5 %	65 %	59 %
	CBR 0.2"	5 %	20 %	40 %	47.8 %	53 %	64.3 %	68 %	61 %

## VI. CONCLUSIONES

1.- La adición de fibra de banano y aceite de limón en el índice de plasticidad de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021. No se determinó los límites líquidos debido a que el tamaño de fibra de banano es superior a lo que establece la norma de los límites de Atterberg para poder realizarlos y en la adición del aceite del limón se realizó con el objetivo de seguir incrementando la capacidad portante del suelo por eso se dosifico a la muestra conteniendo fibra de banano y por tal motivo tampoco se realizó los ensayos de límites.

2.- La fibra de banano y aceite de limón influye en la máxima densidad seca de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021., ya que las adiciones fueron directamente proporcional a la densidad, a mayor dosificación mayor fue la densidad óptima, en el suelo # 03 se logró con la adición con fibra al 12%, un aumento de 18.3% y cuando le agregamos a esta mezcla el 0.40 Lt de aceite de limón obtuvimos un incremento del 31.3% con respecto a la muestra patrón. Se concluyo que la adición de fibra de banano influye de manera positiva en las propiedades mecánicas del suelo, por tal motivo se acepta la hipótesis.

3.-La fibra de banano y aceite de limón influye mediante su dosificación en el porcentaje de CBR de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021. Los 04 suelos estudiados presentes en la zona de estudio han sido clasificados como un suelo de plasticidad media ya que más del 75% pasa la malla # 200, teniendo un IP entre 15% a 19%, un índice de CBR de 3% a 5%, estos resultados nos dicen que este tipo de suelos no son aptos para ser utilizados como subrasante y la norma indica que se necesita estabilizar para recuperar su capacidad portante. Se concluye que las propiedades mecánicas de suelo mediante las incorporaciones de la fibra influyen positivamente en el aumento de su capacidad portante de los suelos, al suelo # 01 logro un aumento de 1214.3%, en el suelo # 02 de 1054.8%, suelo # 03 de 1331.3% y para el suelo # 04 donde se obtuvo el máximo crecimiento de 1450%, por lo tanto,

se cumple parcialmente una hipótesis proporcional que a más dosificación mayor será el aumento.

4.-Se contrasto que la adición de fibra de banano a los 2.44 km de subrasante contribuye al costo del proyecto; si la dosificación elegida es de 8%, se tendría un costo de S/932 299.172; y si fuera el 10% su costo será de S/1 085 140.77 y si se tomara el 12% será de S/1 237 982.37; todo este análisis de costo es a los 2.44 km, aun así es factible pero cuando se le hace el análisis con el aceite de limón a pesar de que es un producto altamente óptimo para la estabilización, es a la vez una variable costosa por el producto utilizado para su extracción es muy pequeño y se necesita grandes cantidades del producto como un ciento de limón es equivalente a 4.070 kg para extraer 0.660 kg de cáscara; quiere decir que por 250gr de cáscara obtenemos 1.5 ml de aceite, esto genera que 1 litro de aceite tenga un valor de S/1267.00, excesivamente costoso a comparación de un aceite normal que varía en la actualidad entre S/10.00 y S/15.00 por litro; por lo tanto si se ejecutaría a pesar de el alto costo tendríamos un valor del proyecto a ejecutar de 0.25L de adición, un S/4 655 617.17 y si es al 0.40L un valor de S/5 444 289.00

## VII. RECOMENDACIONES

- A partir de los resultados de este estudio se recomienda a los investigadores hacer un estudio a otros aceites derivados de productos vegetales que sea factible en costo y procesamiento.
- Los estudios realizados se deben aplicar solo a suelos con plasticidad media.
- Para el correcto procedimiento en la realización de los ensayos, se debe tomar en cuenta el manual de ensayos geotécnicos.
- Si el suelo en estudio tiene un CBR elevado, se recomienda seguir con la investigación; ya que, lo que se trata es mejorar el diseño, mediante la capacidad de soporte de la subrasante se puede prescindir o disminuir el espesor de la subbase e inclusive recibir mayor carga vehicular; no colocar subbase al tener un buen CBR, entonces sería economía para el proyecto.
- Se recomienda tener en cuenta sobre los productos utilizados para la estabilización que sean residuos; pueden ser orgánicos e inorgánicos, pero que el objetivo principal sea de minimizar el daño al ecosistema generado por falta de una educación ambiental.

## Referencias

Aceite esencial de limón, todos sus beneficios, propiedades y contraindicaciones.

**MANNISE, Raul. 2021.** s.l. : Ecocosas, 2021.

Adición de la fibra stipa ichu en tapiales para mejorar su comportamiento mecánico y térmico en el distrito de Chota-2020. **MALCA, Amado. 2020.** 1, Lima : Universidad Privada Cesar Vallejo, 2020, Vol. 1.

APLICACIÓN DE ACEITE SULFONADO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA “LA CULTURA” DISTRITO DE PACUCHA. **MANRIQUE, Josmell. 2021.** 1, Lima : Umiversidad Privada Cesar Vallejo, 2021, Vol. 1.

Banana Fibre-Reinforcement of a Soil Stabilized with Sodium Silicate. **GOBINATH, Ravindran. 2019.** 1, Nigeria : Silicon, 2019, Vol. 1.

Bearing capacity (CBR) of three clay soils incorporating banana pseudostem fiber in different percentages. **MOSQUEIRA, Miguel y GUERRA, Kehila. 2020.** 1, Cajamarca : LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology, 2020, Vol. 18. ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390.

**Cabezas, Edison, Andrade, Diego y Torres, Johana. 2018.** INTRODUCCION A LA METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION. Sangolqui : Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2018. 978-9942-765-44-4.

**CABEZAS, Edison, ANDRADE, Diego y TORRES, Johana. 2018.** INTRODUCCION A LA METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA. Sangolquí : Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2018. 978-9942-765-44-4.

Determinación del efecto del estabilizante Consolid, para mejorar la capacidad portante del suelo limo-arenoso. **CHACON, Ivan. 2021.** 1, Lima : Universidad Privada Cesar Vallejo, 2021, Vol. 1.

El Proyecto de Investigacion. **ARIAS, Fidias. 2006.** Caracas : Episteme, 2006, Vol. Sexta Edicion.

ELEMENTS TO ESTIMATE SUBGRADE REACTION COEFFICIENTS. **OTALVARO, Ivan y NANCLARES, Francisco. 2009.** 1, Medellin : Dyna 157, 2009, Vol. I. ISSN.

Estabilización química mediante el uso del aceite sulfonado y permazyme en la carretera no pavimentada Chacco – Muruncancha. **EFUS, Alicia. 2020.** 1, Lima : Universidad Privada Cesar Vallejo, 2020, Vol. 1.



Ficha Técnica de Aceite Esencial de Limón. **CAMERONI, Maria. 2016.** 1, Argentina : Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación., 2016, Vol. 1.

**Flores, William. 2020.** Evaluación y mejoramiento con Maxxseal 200 de la subrasante. Paíta : Universidad Privada Cesar Vallejo, 2020.

**GARCIA, Diego y ROMERO, Aldayr. 2019.** VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA ENTRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO- CEMENTO Y LA ESTABILIZACION CON SUELO - CEMENTO Y FIBRA DE FIQUE. Ibagué : Universidad de Ibagué, 2019.

**GOMEZ, Marcelo. 2006.** Introducción a la metodología de la investigación científica. Córdova : Brujas, 2006. 9875910260, 9789875910263.

**GUTIERREZ, Jairo. 2019.** OBTENCIÓN DE ACEITES ESENCIALES A PARTIR DE LA CASCARA DE NARANJA POR EL METODO Prensado de Frío. La Paz : Universidad Mayor de San Andrés, 2019.

**HERNANDEZ, Sampieri, FERNANDEZ, Collado y BAPTISTA, Lucio. 2010.** Metodología de la Investigación. México : Mc-Graw-Hill Interamericana, 2010.

**HOYLE, Priscila y RODRIGUEZ, Carlos. 2019.** Estabilización del suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis de Musa Paradisiaca y Cenizas de Hojas de Eucalipto, Ancash. Chimbote : Universidad Cesar Vallejo, 2019.

Innovación en Textiles Sustentables: Banana Fibre. **Hendriksz, Vivian. 2017.** Madrid : FASHION UNITED, 2017.

INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACION DE PROYECTO DE TESIS. **PADILLA, Lucia. 2014.** 1, TRUJILLO : UNIVERSIDAD PRIVADA CESAR VALLEJO, 2014, Vol. 1.

INTRODUCCIÓN GENERAL A LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. **RODRIGUEZ, Manuel. 2012.** 1, Magallanes : CPYP, 2012, Vol. 1.

Investigación Exploratoria sobre el efecto del aceite de motor usado en un suelo fino de subrasante. **OROBIO, A. y DEL CASTILLO, R. 2020.** 558, Cali : Informe de la Construcción, 2020, Vol. 72. 0020-0883.

Laboratory Investigation In The Improvement Of Subgrade Characteristics Of Expansive Soil Stabilised With Coir Waste. **LEEMA, Peter, JAYASREE, P. y RAJ, Alaka. 2016.** 1, Mumbai : El Sevier, 2016, Vol. 11.

**LALANGUE, Oscar. 2019.** Estabilización de la subrasante con aceite sulfonado

para la Carretera Departamental Ruta PI- 114 Emp. PE-1N (El Alto–Talara) - Emp. PI-105 (Pariñas), km:08+000.00 - 09+000.00., Piura : Universidad Cesar Vallejo, 2019.

**Manrique, Josmell. 2021.** APLICACIÓN DE ACEITE SULFONADO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA "LA CULTURA" DISTRITO DE PACUCHA, ANDAHUAYLAS, APURIMAC-2020. Lima : Universidad Privada Cesar Vallejo, 2021.

**MOLINA, Francisco. 2020.** INVESTIGACIÓN SOBRE LOS PROCESOS DE ESTABILIZACION DE SUELOS PARA FINES CONSTRUCTIVOS CON FIBRAS NATURALES Y SINTETICAS. Sevilla : Grupo Ñ, 2020.

**MORE, Sandra y YDROGO, Estela. 2019.** Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Catachi-Chirapa. Tarapoto : Universidad Cesar Vallejo, 2019.

**MTC. 2008.** MANUAL PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO. Lima : MTC, 2008.

**MTC. 2017.** NORMA TECNICA CE. 010 - PAVIMENTOS URBANOS. [aut. libro] Instituto de la Construcción y Gerencia. Instituto de la Construcción y Gerencia. Lima : Instituto de la Construcción y Gerencia, 2017.

Operationalization of Variables. **BAUCE, Gerardo, CORDOVA, Miguel y AVILA, Ana. 2018.** 49, Caracas : Revista del Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel", 2018, Vol. 2.

**Padilla, Lucia. 2014.** INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACION DE PROYECTO DE TESIS. Trujillo : Universidad Privada Cesar Vallejo, 2014.

**PERALTA, Paolo y VELASQUEZ, Henry. 2020.** Estabilización del suelo con adición de concha de abanico en la subrasante del tramo Chimbote-Tangay. Chimbote : Universidad Cesar Vallejo, 2020.

**PERU, MTC -. 2013.** MANUAL DE CARRETERAS (SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS). Lima : MTC, 2013.

PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS RÍGIDOS. **HERNANDEZ, Josue, MEJIA, David y ZELAYA, Cesar. 2016.** 1, San Miguel : Universidad de El Salvador, 2016, Vol. 1.

**RAMIREZ, T. 2007.** Como Hacer un Proyecto de Investigacion. Caracas : Panapo, 2007.

**SERRATO, Yesica y CABEZAS, Erick. 2019.** EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE UN SUELO GRUESO REFORZADO CON FIBRAS DE COCO. Girardot : Universidad Piloto de Colombia Seccional del Alto Magdalena, 2019.

Stabilization of clay soils at the subgrade level with the addition of molten polyethylene bags. **LINARES, Roiser, AGUILAR, Manuel y ROJAS, Edward. 2020.** 2, Chachapoyas : Revista de Investigación Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería, 2020, Vol. 3. ISSN 2414-8822 / ISSN(e) 2520-0356.

Suelos Reforzados con Fibras: Estado del Arte y Aplicaciones. **VETTORELO, Paula y CLARIA, Juan. 2014.** 1, Cordova : Revista Facultad De Ciencias Exactas, Fisicas Y Naturales, 2014, Vol. I. CGA.

**VALLE, Wilfredo. 2015.** Estabilización de suelos arcillosos plásticos con mineralizadores en ambientes sulfatados o yesíferos. Madrid : universidad politécnica de Madrid, 2015.

Variables and their operationalization in educational research. **ESPINOZA, Eudaldo. 2019.** 69, Machala : Universidad Tecnica de Machala, 2019, Vol. 15. ISSN 2519-7320/ ISSN 1990-8644.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1: Matriz de Operacionalización de variables

**Título:** “Estabilización del suelo adicionando fibra de banano - aceite de limón, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021”

Tipo de variable (Variable)	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Metodología
Independiente <b>(Fibra de banano)</b>	Es una de las fibras naturales más fuertes del mundo, consiste en tejido celular de pared gruesa unidas entre sí por gomas naturales. (Hendriksz, 2017)	Para realizar el estudio de la fibra de banano, se tendrá en cuenta las adiciones establecidas, las mismas que se encuentran en nuestros antecedentes de investigación.	Dosificación	0% 8% 10% 12%	Razón	<b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada <b>Nivel de Investigación</b> Explicativa  <b>Enfoque:</b> Cuantitativo  <b>Diseño de Inv.:</b> Experimental <b>Población: 2.44</b> Km de Carretera (PE1N-Km1016) hasta Hacienda El Este, distrito 26 de octubre, provincia Piura.  <b>Muestreo:</b> No Probabilístico  <b>Técnica:</b> Observación Directa  <b>Instrumento de Inv.:</b> Ficha de Recopilación de datos
Independiente <b>(Aceite de limón)</b>	El aceite de limón es un extracto líquido que se obtiene a partir del procesamiento de la cascara de esta fruta y está compuesto de terpenos, aldehídos, alcoholes (Mannise, 2021).	Los límites de consistencia, la clasificación de suelos y Proctor, son los instrumentos a utilizarse, para analizar la dosificación, las condiciones químicas del aceite.	Dosificación	0.25L 0.30L 0.35L 0.40L	Razón	
Dependiente <b>(Subrasante)</b>	Es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado (MTC, 2013)	La estabilización de la subrasante, es un proceso donde se busca mejorar las propiedades físico-químicas del suelo, mediante adiciones en porcentajes de otros productos como en este caso, la fibra de banano y aceite de limón, que se desarrolla directamente en la zona del proyecto, mediante los estudios de mecánica de suelos.	Propiedades Físicas  Propiedades Mecánicas	Limite liquido Limite plástico IP  CHO MDS Resistencia Compactación	Nominal  Razón	

## ANEXO 2: Matriz de Consistencia

**Título:** “Estabilización del suelo adicionando fibra de banano - aceite de limón, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
<p><b>Problema General</b> ¿De qué manera influye la adición de fibra de banano y aceite de limón en las propiedades de la subrasante, PE1N – km1016 panamericana norte - distrito 26 de octubre – Piura, 2021?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Estimar como influye la adición de fibra de banano y aceite de limón en las propiedades de la subrasante, PE1N – km1016 panamericana norte - distrito 26 de octubre – Piura, 2021.</p>	<p><b>Hipótesis General</b> La adición de fibra de banano y aceite de limón influye en las propiedades de la subrasante, PE1N – km1016 panamericana norte - distrito 26 de octubre – Piura, 2021.</p>	I N D E P E N D I E N T E	Fibra De Banano	Dosificación	0%(gr) 8%(gr) 10%(gr) 12%(gr)	Balanza de medición	
<p><b>Problema Específicos</b> ¿De qué manera influye la adición de fibra de banano y aceite de limón en el índice de plasticidad de la subrasante, PE1N – km1016 panamericana norte - distrito 26 de octubre – Piura, 2021?</p>	<p><b>Objetivo Específicos</b> Determinar cómo influye la adición de fibra de banano y aceite de limón en el índice de plasticidad de la subrasante, PE1N – km1016 panamericana norte - distrito 26 de octubre – Piura, 2021.</p>	<p><b>Hipótesis Específicos</b> La adición de fibra de banano y aceite de limón influye en el índice de plasticidad de la subrasante, PE1N – km1016 panamericana norte - distrito 26 de octubre – Piura, 2021.</p>		Aceite De Limón	Dosificación	0.25L 0.30L 0.35L 0.40L	Balanza de medición	
<p>¿De qué manera influye la adición de fibra de banano y aceite de limón en la máxima densidad seca de la subrasante, PE1N – km1016 panamericana norte - distrito 26 de octubre – Piura, 2021?</p>	<p>Determinar cómo influye la fibra de banano y aceite de limón en la máxima densidad seca de la subrasante, PE1N – km1016 panamericana norte - distrito 26 de octubre – Piura, 2021.</p>	<p>La adición de fibra de banano y aceite de limón influye en la máxima densidad seca de la subrasante, PE1N – km1016 panamericana norte - distrito 26 de octubre – Piura, 2021.</p>		D E P E N D I E N T E	Subrasante	Plasticidad	Limite liquido Limite plástico Índice de plasticidad	Ficha de recopilación de datos
<p>¿De qué manera influye la adición de fibra de banano y aceite de limón mediante su dosificación en el porcentaje de CBR de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021?</p>	<p>Determinar cómo influye la fibra de banano y aceite de limón mediante su dosificación en el porcentaje de CBR de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021.</p>	<p>La adición de fibra de banano y aceite de limón influye mediante su dosificación en el porcentaje de CBR de la subrasante, PE1N – Km1016 Panamericana Norte - distrito veintiséis de octubre – Piura, 2021.</p>				Compactación	Clasificación de suelos MDS OCH	Ficha de recopilación de datos
			Resistencia			CBR	Ficha de recopilación de datos	

### ANEXO 3: Instrumento de Recolección de datos

#### INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Proyecto: "Estabilización del suelo adicionando fibra de banano y aceite de limón, Hacienda del Este, distrito 26 de octubre – Piura, 2021"

Autor: MIJA CASTILLO RAÚL EDWIN

Ensayo:

**CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD:**

Norma:

Fecha de muestreo:

Muestreado por:

Chequeado por:

**CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD:**

Observaciones:

Ubicación:

Ubicación:

Ubicación:

Estrato:

Estrato:

Estrato:

Potencia:

Potencia:

Potencia:

Tara Número:

Unidades:

1

2

3

1

2

3

1

2

3

Peso Tara +Muestra Húmeda

Gr

Peso Tara + Muestra Seca

Gr

Peso de la Tara

Gr

Peso de la Muestra Seca

Gr

Peso del Agua

Gr

Contenido de Humedad


%

Promedio

#### DATOS DEL ESPECIALISTA

Ing. Johny Henry Castillo Calderón  
Ingeniero Civil / CIP107749

#### FIRMA Y SELLO

  
 -----  
**Johny Henry Castillo Calderón**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 107749**





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

PROYECTO: "Estabilización del suelo adicionando fibra de banano y aceite de limón, Hacienda del Este, distrito 26 de octubre – Piura, 2021"

AUTOR: MIJA CASTILLO RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: PIURA

FECHA:

MUESTRA:

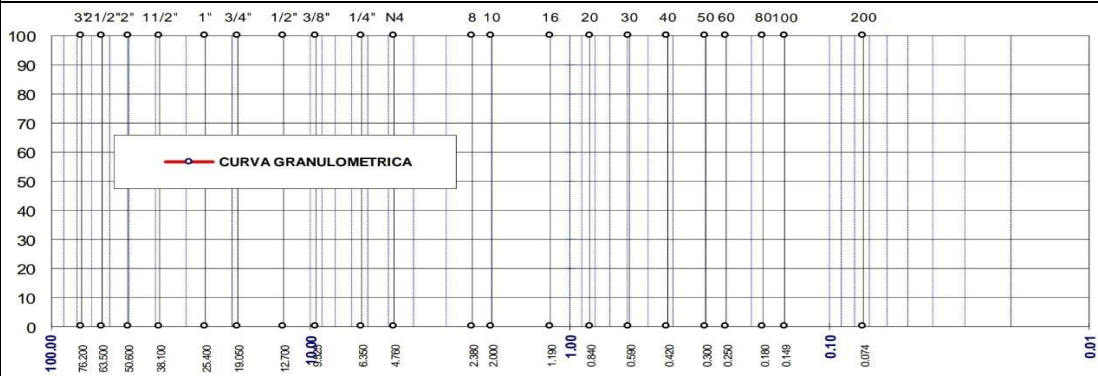
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA	MATERIAL OBTENIDO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					GRAVA GRUESA	CALICATA N° 01  Profundidad= Límites de Consistencia:  LL= LP= IP=  Peso de la Muestra:  GRAVA: ARENA:  <b>CLASIFICACIÓN SUCS:</b>  <b>OBSERVACIONES</b>
2 ½"	63.500						
2"	50.600						
1 ½"	38.100						
1"	25.400						
¾"	19.050						
½"	12.700					ARENA	
3/8"	9.525						GRAVA FINA
¼"	6.350						
N°4	4.760						ARENA GRUESA
N°8	2.380						
N°10	2.000						ARENA MEDIA
N°16	1.190						
N°20	0.840						
N°30	0.590						ARENA FINA
N°40	0.420						
N°50	0.300						
N°60	0.250						
N°80	0.180					LIMOS	
N°100	0.149						
N°200	0.074						
BASE							
TOTAL							

  
Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



**CURVA GRANULOMETRICA**  
**MALLAS U.S. STANDARD**

**% QUE PASA EN PESO**

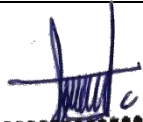


**TAMAÑO DEL GRANO EN mm**  
**(escala logarítmica)**

**DATOS DEL ESPECIALISTA**

**FIRMA Y SELLO**

Ing. Johny Henry Castillo Calderón  
Ingeniero Civil / CIP107749

  
**Johny Henry Castillo Calderón**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 107749**

**INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS**

Proyecto: "Estabilización del suelo adicionando fibra de banano y aceite de limón, Hacienda del Este, distrito 26 de octubre – Piura, 2021"

Autor: MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN

Ensayo: **LIMITE DE CONSISTENCIA**

LIMITE LÍQUIDO                      Norma:

LIMITE PLÁSTICO                    Norma:

Fecha de muestreo:

Muestreado por:

Chequeado por:

LIMITE DE CONSISTENCIA:

Ubicación:

Potencia:

Estrato:

LIMITE LIQUIDO

LIMITE PLÁSTICO

Límites de Consistencia:

Tara Número:

Unidades:

1

2

3

1

2

3

Límites de Consistencia:

Peso Tara + Muestra Húmeda

Gr

Límite Líquido:

LL=

Peso Tara + Muestra Seca

Gr

Límite Plástico:

LP=

Peso de la Tara

Gr

Índice de Plasticidad:

IP=

Peso de la Muestra Seca

Gr

Contenido de Humedad:

Wn=

Peso del Agua

Gr

Grado de Consistencia:

Kw=

Contenido de Humedad

%

Grado de Consistencia:

Numero de Golpes

Promedio

**LIMITE LÍQUIDO**

Calicata:

Estrato:

Potencia:

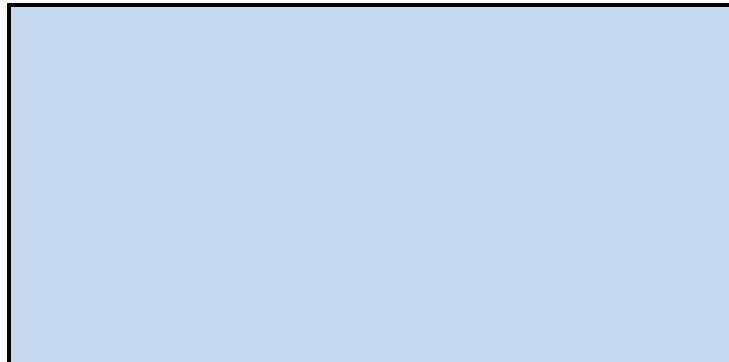
Número de

Contenido de

Golpes

Humedad (%)

Contenido de Humedad (%)




Número de Golpes

**DATOS DEL ESPECIALISTA**

**FIRMA Y SELLO**

Ing. Johny Henry Castillo Calderón  
Ingeniero Civil / CIP107749

  
 .....  
 Johny Henry Castillo Calderón  
**INGENIERO CIVIL**  
 CIP-107749  


**INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS**

**PROCTOR MODIFICADO – MTC E 115**

PROYECTO: “Estabilización del suelo adicionando fibra de banano y aceite de limón, Hacienda del Este distrito  
26 de octubre – Piura, 2021”

AUTOR: MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN

FECHA:

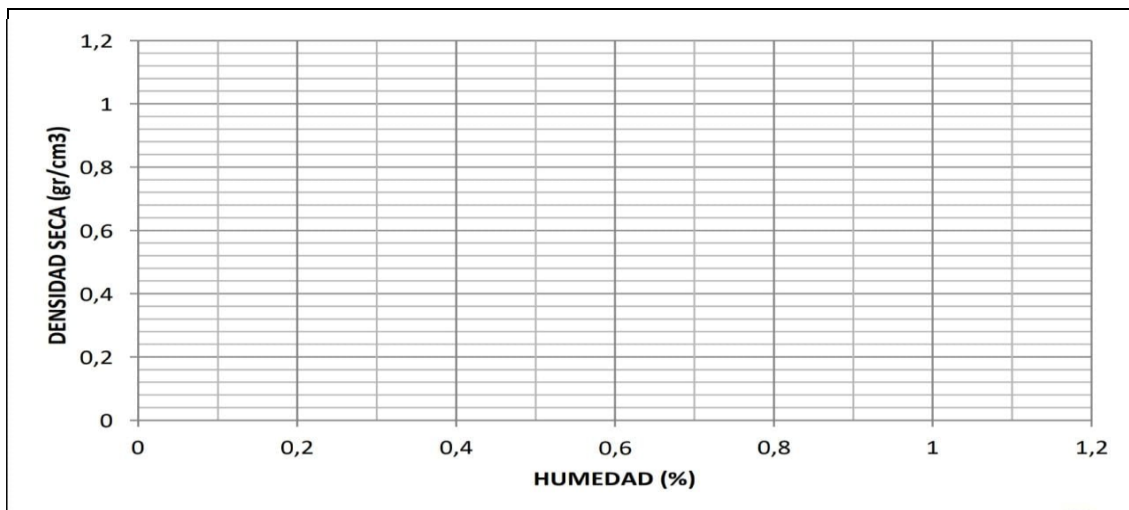
MUESTRA:



MOLDE N°:	N° DE CAPAS:
VOLUMEN MOLDE:	N° DE GOLPES POR CAPAS:
PESO DEL MOLDE:	
PESO DEL SUELO HUMEDO + MOLDE (gr)	
PESO DEL MOLDE (gr)	
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	
DENSIDAD DEL SUELO HUMEDO (gr)	
RECIPIENTE N°	
PESO DE LA TARA (gr)	
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr)	
PESO DEL SUELO SECO + TARA (gr)	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	
PESO DEL AGUA (gr)	
% HUMEDAD (%)	
HUMEDAD PROMEDIO (%)	
DENSIDAD DEL SUELO SECO (gr/cm3)	

DENSIDAD gr/cm3:

HUMEDAD OPTIMA %

**GRÁFICO RELACIÓN DENSIDAD SECA – HUMEDAD**



<b>DATOS DEL ESPECIALISTA</b>	<b>FIRMA Y SELLO</b>
Ing. Johny Henry Castillo Calderón Ingeniero Civil / CIP107749	 Johny Henry Castillo Calderón  <b>INGENIERO CIVIL</b> CIP 107749

**INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS**

**ENSAYO DE CBR – MTC E 132**

PROYECTO: "Estabilización del suelo adicionando fibra de banano y aceite de limón, Hacienda del Este, distrito 26 de octubre – Piura, 2021"

AUTOR: MIJA CASTILLO RAÚL EDWIN

FECHA:

MUESTRA:

Molde N°			
N° Capa			
Golpes por Capa N°			
Condición de la Muestra			
Peso molde + suelo húmedo (gr)			
Peso de molde (gr)			
Peso de suelo húmedo (gr)			
Volumen del molde (cm3)			
Densidad húmeda (gr/cm3)			
Humedad (%)			
Densidad seca (gr/cm3)			
Tarro N°			
Tarro + suelo húmedo (gr)			
Tarro + suelo seco (gr)			
Peso del agua (gr)			
Peso del tarro (gr)			
Peso del suelo seco (gr)			
Humedad (%)			
Promedio de humedad (%)			


**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN pulg.	CARGA STAND Kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	Kg/cm 2	Kg/cm 2	%	Dial (div)	Kg/c m2	Kg/cm 2	%	Dial (div)	Kg/c m2	Kg/cm 2	%
0.025													
0.050													
0.075													
0.100													
0.150													
0.200													
0.250													
0.300													
0.400													

**DATOS DEL ESPECIALISTA**

Ing. Johny Henry Castillo Calderón  
Ingeniero Civil / CIP107749

**FIRMA Y SELLO**

  
 .....  
**Johny Henry Castillo Calderón**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 107749**



**INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS**

Proyecto: "Estabilización del suelo adicionando fibra de banano y aceite de limón, Hacienda del Este, distrito 26 de octubre – Piura, 2021"

Autor: MIJA CASTILLO RAÚL EDWIN

Ensayo:

**CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD:**

Norma:

Fecha de muestreo:

Muestreado por:

Chequeado por:

**CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD:**

Observaciones:

Ubicación:

Ubicación:

Ubicación:

Estrato:

Estrato:

Estrato:

Potencia:

Potencia:

Potencia:

Tara Número:

Unidades:

1

2

3

1

2

3

1

2

3

Peso Tara +Muestra Húmeda

Gr

Peso Tara + Muestra Seca

Gr

Peso de la Tara

Gr

Peso de la Muestra Seca

Gr

Peso del Agua

Gr

Contenido de Humedad

%

Promedio

**DATOS DEL ESPECIALISTA**

Carlos Enrique Martínez Zapata  
Ingeniero Civil / CIP.242461

**FIRMA Y SELLO**

*Carlos Enrique Martínez Zapata*



INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

PROYECTO: "Estabilización del suelo adicionando fibra de banano y aceite de limón, Hacienda del Este, distrito 26 de octubre – Piura, 2021"

AUTOR: MIJA CASTILLO RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: PIURA

FECHA:

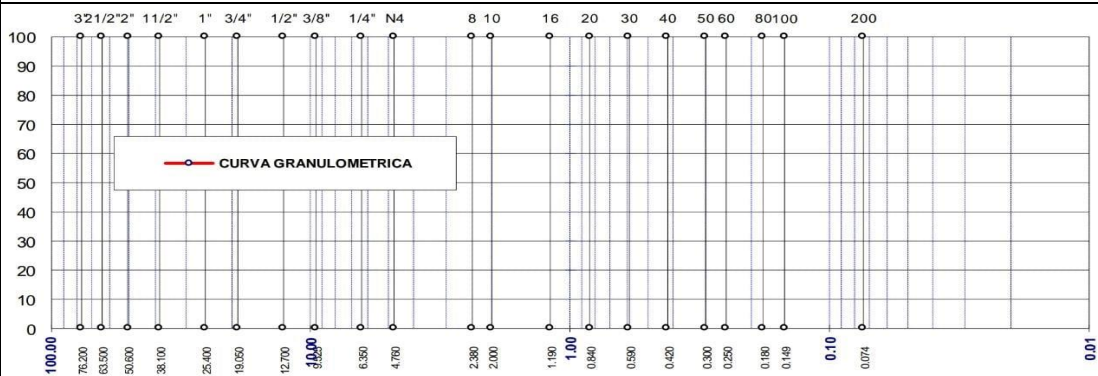
MUESTRA:

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA	MATERIAL OBTENIDO		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200					GRAVA GRUESA	GRAVA	CALICATA N° 01  Profundidad= Límites de Consistencia:  LL= LP= IP=	
2 ½"	63.500								
2"	50.600								
1 ½"	38.100								
1"	25.400								
¾"	19.050								
½"	12.700								
3/8"	9.525								
¼"	6.350					ARENA	Peso de la Muestra:  GRAVA: ARENA:  <b>CLASIFICACIÓN SUCS:</b>		
N°4	4.760							ARENA GRUESA	
N°8	2.380								
N°10	2.000								
N°16	1.190								
N°20	0.840							ARENA MEDIA	
N°30	0.590								
N°40	0.420								
N°50	0.300					ARENA FINA			
N°60	0.250								
N°80	0.180								
N°100	0.149								
N°200	0.074							<b>OBSERVACIONES</b>	
BASE						LIMOS			
TOTAL									

  
Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

**CURVA GRANULOMETRICA  
MALLAS U.S. STANDARD**

**% QUE PASA EN PESO**





**TAMAÑO DEL GRANO EN mm  
(escala logarítmica)**

**DATOS DEL ESPECIALISTA**

**FIRMA Y SELLO**

Carlos Enrique Martínez Zapata  
Ingeniero Civil / CIP.242461

  
**Carlos Enrique Martínez Zapata**  
 **INGENIERO CIVIL**  
**REG. CIP. 242461**

**INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS**

Proyecto: "Estabilización del suelo adicionando fibra de banano y aceite de limón, Hacienda del Este, distrito 26 de octubre – Piura, 2021"

Autor: MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN

Ensayo: **LIMITE DE CONSISTENCIA**

LIMITE LÍQUIDO Norma:

LIMITE PLÁSTICO Norma:


Fecha de muestreo:

Muestreado por:

Chequeado por:

LIMITE DE CONSISTENCIA:		Ubicación:			Potencia:			
		Estrato:						
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO			
Tara Número:	Unidades:	1	2	3	1	2	3	Límites de Consistencia:
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr							Límite Líquido: LL=
Peso Tara + Muestra Seca	Gr							Límite Plástico: LP=
Peso de la Tara	Gr							Índice de Plasticidad: IP=
Peso de la Muestra Seca	Gr							Contenido de Humedad: Wn=
Peso del Agua	Gr							Grado de Consistencia: Kw=
Contenido de Humedad	%							Grado de Consistencia:
Numero de Golpes					Promedio			

Calicata:		<p><b>LIMITE LÍQUIDO</b></p> <p align="center">Número de Golpes</p>
Estrato:		
Potencia:		
Número de	Contenido de	
Golpes	Humedad (%)	

<b>DATOS DEL ESPECIALISTA</b>	<b>FIRMA Y SELLO</b>
Carlos Enrique Martínez Zapata Ingeniero Civil / CIP.242461	 Carlos Enrique Martínez Zapata INGENIERO CIVIL REG. CIP. 242461

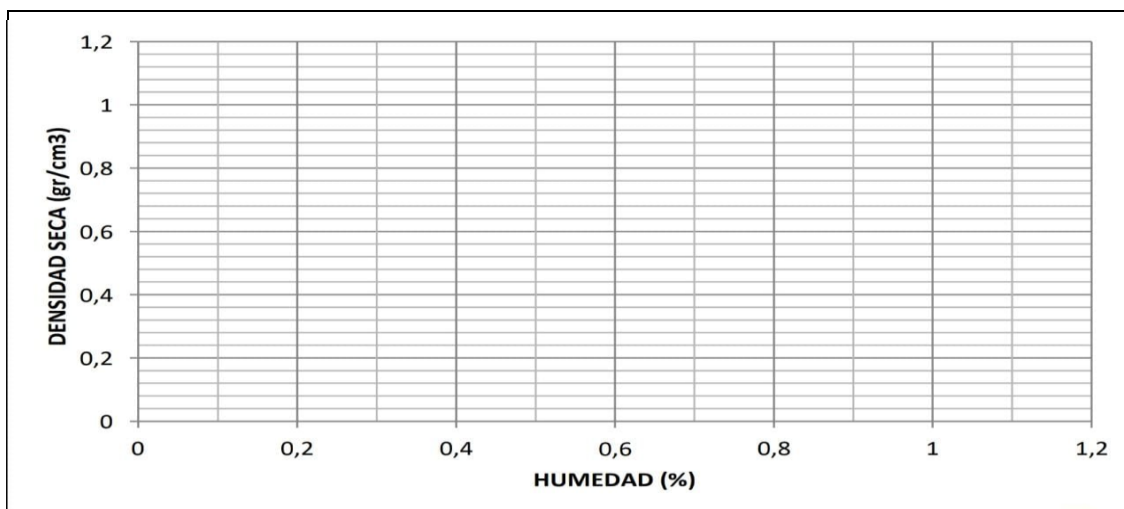




INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS						
<b>PROCTOR MODIFICADO – MTC E 115</b>						
PROYECTO: “Estabilización del suelo adicionando fibra de banano y aceite de limón, Hacienda del Este distrito 26 de octubre – Piura, 2021”						
AUTOR: MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN						
FECHA:				MUESTRA:		
MOLDE N°:			N° DE CAPAS:			
VOLUMEN MOLDE:			N° DE GOLPES POR CAPAS:			
PESO DEL MOLDE:						
PESO DEL SUELO HUMEDO + MOLDE	(gr)					
PESO DEL MOLDE	(gr)					
PESO DEL SUELO HUMEDO	(gr)					
DENSIDAD DEL SUELO HUMEDO	(gr)					
RECIPIENTE N°						
PESO DE LA TARA	(gr)					
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA	(gr)					
PESO DEL SUELO SECO + TARA	(gr)					
PESO DEL SUELO SECO	(gr)					
PESO DEL AGUA	(gr)					
% HUMEDAD	(%)					
HUMEDAD PROMEDIO	(%)					
DENSIDAD DEL SUELO SECO	(gr/cm3)					

DENSIDAD gr/cm3:

HUMEDAD OPTIMA %

GRÁFICO RELACIÓN DENSIDAD SECA – HUMEDAD



DATOS DEL ESPECIALISTA	FIRMA Y SELLO
Carlos Enrique Martínez Zapata Ingeniero Civil / CIP.242461	 Carlos Enrique Martínez Zapata 

**INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS**

**ENSAYO DE CBR – MTC E 132**

**PROYECTO:** "Estabilización del suelo adicionando fibra de banano y aceite de limón, Hacienda del Este, distrito 26 de octubre – Piura, 2021"

**AUTOR:** MIJA CASTILLO RAÚL EDWIN

**FECHA:**

**MUESTRA:**

Molde N°			
N° Capa			
Golpes por Capa N°			
Condición de la Muestra			
Peso molde + suelo húmedo (gr)			
Peso de molde (gr)			
Peso de suelo húmedo (gr)			
Volumen del molde (cm3)			
Densidad húmeda (gr/cm3)			
Humedad (%)			
Densidad seca (gr/cm3)			
Tarro N°			
Tarro + suelo húmedo (gr)			
Tarro + suelo seco (gr)			
Peso del agua (gr)			
Peso del tarro (gr)			
Peso del suelo seco (gr)			
Humedad (%)			
Promedio de humedad (%)			


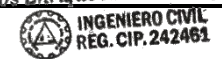
**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN pulg.	CARGA STAND Kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIO N	
		Dial (div)	Kg/cm 2	Kg/cm 2	%	Dial (div)	Kg/c m2	Kg/cm 2	%	Dial (div)	Kg/c m2	Kg/cm 2	%
0.025													
0.050													
0.075													
0.100													
0.150													
0.200													
0.250													
0.300													
0.400													

**DATOS DEL ESPECIALISTA**

Carlos Enrique Martínez Zapata  
Ingeniero Civil / CIP.242461

**FIRMA Y SELLO**

  
 Carlos Enrique Martínez Zapata  



**INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS**

Proyecto: "Estabilización del suelo adicionando fibra de banano y aceite de limón, Hacienda del Este, distrito 26 de octubre – Piura, 2021"  
 Autor: MIJA CASTILLO RAÚL EDWIN

Ensayo: **CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD:** Norma:

Fecha de muestreo:  
 Muestreado por:  
 Chequeado por:

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD:										
Observaciones:		Ubicación:			Ubicación:			Ubicación:		
		Estrato:			Estrato:			Estrato:		
		Potencia:			Potencia:			Potencia:		
Tara Número:	Unidades:	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso Tara +Muestra Húmeda	Gr									
Peso Tara + Muestra Seca	Gr									
Peso de la Tara	Gr									
Peso de la Muestra Seca	Gr									
Peso del Agua	Gr									
Contenido de Humedad	%									
Promedio										

DATOS DEL ESPECIALISTA	FIRMA Y SELLO
Jerald Danilo Huaco Chero Ingeniero Civil / CIP.238274	 ----- <b>Jerald Danilo Huaco Chero</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>CIP 238274</b>





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

PROYECTO: "Estabilización del suelo adicionando fibra de banano y aceite de limón, Hacienda del Este, distrito 26 de octubre - Piura, 2021"

AUTOR: MIJA CASTILLO RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: PIURA

FECHA:

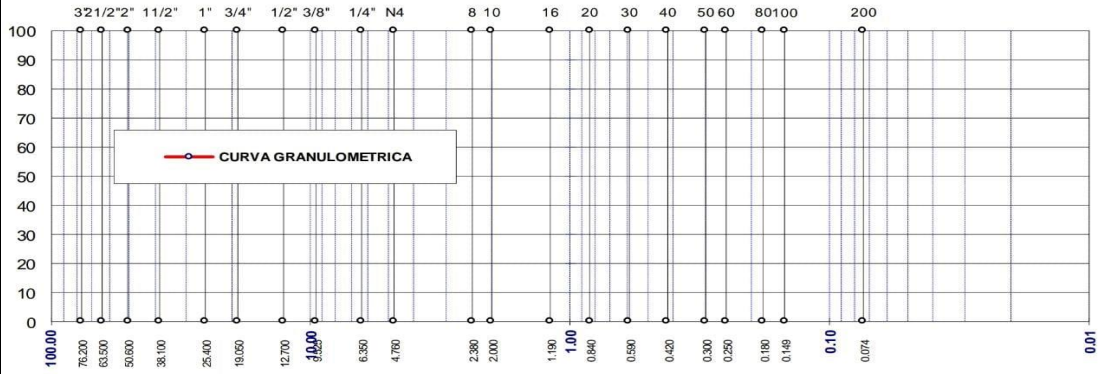
MUESTRA:

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	%QUE PASA	MATERIAL OBTENIDO		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					GRAVA GRUESA	GRAVA	CALICATA N° 01  Profundidad= Límites de Consistencia:  LL= LP= IP=
2 1/2"	63.500							
2"	50.600							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400							
3/4"	19.050							
1/2"	12.700							
3/8"	9.525							
1/4"	6.350					GRAVA FINA	ARENA	Peso de la Muestra:  GRAVA: ARENA:  <b>CLASIFICACIÓN SUCS:</b>
N°4	4.760					ARENA GRUESA		
N°8	2.380							
N°10	2.000							
N°16	1.190							
N°20	0.840					ARENA MEDIA		
N°30	0.590							
N°40	0.420							
N°50	0.300							
N°60	0.250							
N°80	0.180					ARENA FINA		
N°100	0.149							
N°200	0.074							
<b>BASE</b>						<b>LIMOS</b>		<b>OBSERVACIONES</b>
<b>TOTAL</b>								

  
**Jerald Danilo Huaco Chero**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 238274

**CURVA GRANULOMETRICA**  
**MALLAS U.S. STANDARD**

**% QUE PASA EN PESO**



**TAMAÑO DEL GRANO EN mm**  
**(escala logarítmica)**

**DATOS DEL ESPECIALISTA**

Jerald Danilo Huaco Chero  
 Ingeniero Civil / CIP.238274

**FIRMA Y SELLO**

  
**Jerald Danilo Huaco Chero**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 238274**

**INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS**

Proyecto: "Estabilización del suelo adicionando fibra de banano y aceite de limón, Hacienda del Este, distrito 26 de octubre – Piura, 2021"

Autor: MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN

Ensayo: **LIMITE DE CONSISTENCIA**

LIMITE LÍQUIDO Norma:  
LIMITE PLÁSTICO Norma:

Fecha de muestreo:

Muestreado por:

Chequeado por:

LIMITE DE CONSISTENCIA:		Ubicación:			Potencia:			
		Estrato:						
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO			
Tara Número:	Unidades:	1	2	3	1	2	3	Límites de Consistencia:
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr							Límite Líquido: LL=
Peso Tara + Muestra Seca	Gr							Límite Plástico: LP=
Peso de la Tara	Gr							Índice de Plasticidad: IP=
Peso de la Muestra Seca	Gr							Contenido de Humedad: Wn=
Peso del Agua	Gr							Grado de Consistencia: Kw=
Contenido de Humedad	%							Grado de Consistencia:
Numero de Golpes					Promedio			

**LIMITE LÍQUIDO**

Contenido de Humedad (%)



Número de Golpes

Calicata:	
Estrato:	
Potencia:	
Número de	Contenido de
Golpes	Humedad (%)

**DATOS DEL ESPECIALISTA**

Jerald Danilo Huaco Chero  
Ingeniero Civil / CIP.238274

**FIRMA Y SELLO**

  
**Jerald Danilo Huaco Chero**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 238274**

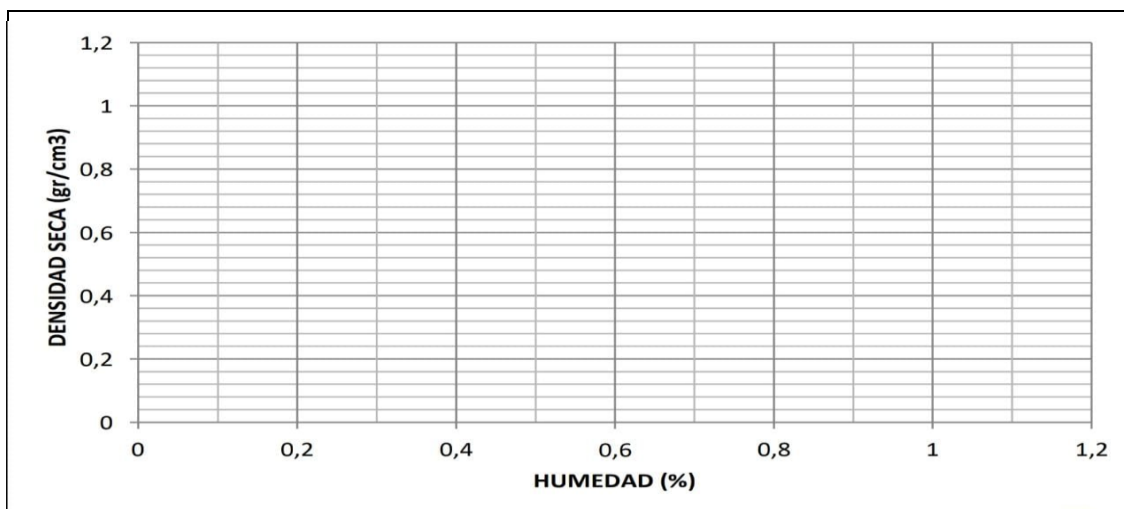



INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS						
<b>PROCTOR MODIFICADO – MTC E 115</b>						
PROYECTO: “Estabilización del suelo adicionando fibra de banano y aceite de limón, Hacienda del Este distrito 26 de octubre – Piura, 2021”						
AUTOR: MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN						
FECHA:				MUESTRA:		
MOLDE N°:				N° DE CAPAS:		
VOLUMEN MOLDE:				N° DE GOLPES POR CAPAS:		
PESO DEL MOLDE:						
PESO DEL SUELO HUMEDO + MOLDE	(gr)					
PESO DEL MOLDE	(gr)					
PESO DEL SUELO HUMEDO	(gr)					
DENSIDAD DEL SUELO HUMEDO	(gr)					
RECIPIENTE N°						
PESO DE LA TARA	(gr)					
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA	(gr)					
PESO DEL SUELO SECO + TARA	(gr)					
PESO DEL SUELO SECO	(gr)					
PESO DEL AGUA	(gr)					
% HUMEDAD	(%)					
HUMEDAD PROMEDIO	(%)					
DENSIDAD DEL SUELO SECO	(gr/cm3)					

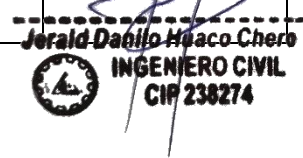
DENSIDAD gr/cm3:

HUMEDAD OPTIMA %

GRÁFICO RELACIÓN DENSIDAD SECA – HUMEDAD



DATOS DEL ESPECIALISTA	FIRMA Y SELLO
Jerald Danilo Huaco Chero Ingeniero Civil / CIP.238274	 <b>Jerald Danilo Huaco Chero</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>CIP 238274</b>



**INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS**

**ENSAYO DE CBR – MTC E 132**

PROYECTO: "Estabilización del suelo adicionando fibra de banano y aceite de limón, Hacienda del Este, distrito 26 de octubre – Piura, 2021"

AUTOR: MIJA CASTILLO RAÚL EDWIN

FECHA:

MUESTRA:

Molde N°			
N° Capa			
Golpes por Capa N°			
Condición de la Muestra			
Peso molde + suelo húmedo (gr)			
Peso de molde (gr)			
Peso de suelo húmedo (gr)			
Volumen del molde (cm3)			
Densidad húmeda (gr/cm3)			
Humedad (%)			
Densidad seca (gr/cm3)			
Tarro N°			
Tarro + suelo húmedo (gr)			
Tarro + suelo seco (gr)			
Peso del agua (gr)			
Peso del tarro (gr)			
Peso del suelo seco (gr)			
Humedad (%)			
Promedio de humedad (%)			

**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN pulg.	CARGA STAND Kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
		Dial (div)	Kg/cm 2	Kg/cm 2	%	Dial (div)	Kg/cm 2	Kg/cm 2	%	Dial (div)	Kg/cm 2	Kg/cm 2	%
0.025													
0.050													
0.075													
0.100													
0.150													
0.200													
0.250													
0.300													
0.400													

**DATOS DEL ESPECIALISTA**

Jerald Danilo Huaco Chero  
Ingeniero Civil / CIP.238274

**FIRMA Y SELLO**

  
**Jerald Danilo Huaco Chero**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 238274**





## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: CASTILLO CALDERÓN JOHNY HENRY

Institución donde labora : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VICE - SECHURA

Especialidad : GERENCIA DE PROYECTOS

Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.

Autor (s) del instrumento (s: Valverde Ore Luis David.

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: <b>Fibra de Banano y el Aceite de Limón</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Fibra de Banano y el Aceite de Limón</b>				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Fibra de Banano y el Aceite de Limón</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

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

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN

48

Lima, 30 de junio de 2021

  
**Johnny Henry Castillo Calderón**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 107749**

## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### II. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: MARTINEZ ZAPATA CARLOS ENRIQUE  
 Institución donde labora : MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE VICE - SECHURA  
 Especialidad : GERENCIA DE PROYECTOS  
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.  
 Autor (s) del instrumento (s: Valverde Ore Luis David.

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>Fibra de Banano y el Aceite de Limón</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				x	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Fibra de Banano y el Aceite de Limón</b>				x	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				x	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					x
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					x
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Fibra de Banano y el Aceite de Limón</b>					x
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				x	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					x
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

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

### IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

---



---

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:** 46 Lima, 30 de junio de 2021

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### III. DATOS GENERALES



Apellidos y nombres del experto: HUACO CHERO JERALD DANILO

Institución donde labora : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VICE - SECHURA

Especialidad : GERENCIA DE PROYECTOS

Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado,

Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.

Autor (s) del instrumento (s: Valverde Ore Luis David.

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>Fibra de Banano y el Aceite de Limón</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>COLOCAR EL Fibra de Banano y el Aceite de Limón</b>				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Fibra de Banano y el Aceite de Limón</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

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

## V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

47

Jerald Danilo Huaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274



Lima, 30 de junio de 2021



### INFORME TÉCNICO DE ANALISIS QUÍMICO

**PROYECTO** : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN,  
HACIENDA DEL ESTE, DISTRITO 26 DE OCTUBRE – PIURA, 2021"

**MUESTRA** : FIBRA DE BANANO

**SOLICITANTE** : MIJA CASTILLO RAÚL EDWIN

**UBICACIÓN** : DISTRITO 26 DE OCTUBRE – PIURA

**RESULTADOS**

- RESULTADOS EXPRESADO EN BIOMASA DE LOS DIFERENTES RESIDUOS DE LA PLANTA DEL BANANO

RESIDUO DEL BANANO	CELULOSA	HEMICELULOSA	LIGNINA
HOJAS	36	24.3	8.6
CÁSCARA	30.7	19.5	7.8
RAQUIS	35.1	16.2	9.74
PSEUDOTALLO	37.4	27.4	5.7

- RESULTADOS DE LA FIBRAS DERIVADOS DE LOS RESIDUOS GENERADOS DE LA PLANTA DEL BANANO

RESULTADOS ANALISIS FÍSICOS-QUÍMICOS DEL PSEUDOTALLO	
Humedad	17.4%
Proteína	4.7%
Grasa	10.1%
Ceniza	26.7%
Fibra Cruda	39.7%
Carbohidratos	1.4%

RESULTADOS ANALISIS FÍSICOS-QUÍMICOS DEL RAQUIS	
Humedad	24.3%
Proteína	2.7%
Grasa	2.0%
Ceniza	24.5 %
Fibra Cruda	30.7 %
Carbohidratos	15.8%

RESULTADOS ANALISIS FÍSICOS-QUÍMICOS DE LA CÁSCARA DEL FRUTO	
Humedad	30.84%
Proteína	7.33%
Grasa	2.91%
Ceniza	20.5%
Fibra Cruda	22.1%
Carbohidratos	16.35%

RESULTADOS ANALISIS FÍSICOS-QUÍMICOS DE LA HOJA	
Humedad	29.6%
Proteína	11.7%
Grasa	2.8%
Ceniza	17.5%
Fibra Cruda	25.6%
Carbohidratos	12.8%

- Los resultados de este informe son válido para la muestra proporcionada por el solicitante.

  
Jorge Alejandro Barrientos Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
CIP. N° 197384



### INFORME TÉCNICO DE ANALISIS QUÍMICO

**PROYECTO** : "ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN,  
HACIENDA DEL ESTE, DISTRITO 26 DE OCTUBRE – PIURA, 2021"

**MUESTRA** : ACEITE DE LIMÓN

**SOLICITANTE** : MIJA CASTILLO RAÚL EDWIN

**UBICACIÓN** : DISTRITO 26 DE OCTUBRE – PIURA

**RESULTADOS**

- RESULTADOS OBTENIDOS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE DE LIMÓN.

COMPONENTES DEL ACETITE LIMÓN	
COMPUESTO	CONTENIDO
Limoneno (Monoterpeno monocíclico)	61 %
Beta-pineno (Monoterpeno Bicíclico)	13 %
Gama-terpineno (Monoterpeno monocíclico)	10 %
Geranial (aldehído)	1.2 %
Neral (aldehído)	0.8 %
Neril acetate (frutal, floral)	0.5 %
Geranil acetate (frutal, floral)	0.3 %
Citronelal (cítrico, verde)	0.2 %
Linalool (Monoterpeno acíclico)	0.1 %
nonanal	0.1 %
Otros	12.8 %
Total	100 %

- COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE DE LIMÓN EXPRESADO EN FORMA ELEMENTAL.

Presencia Nutritivas por cada 100 gr de Aceite de Limón	
Calorías	6 gr
Carbohidratos	0.6 gr
Potasio	96 mg
Sodio	1 mg
Vitamina A	< 2 gr
Vitamina C	34 mg
Ácido Fólico	6 mg
Calcio	2 %
Hierro	2 %

- Los resultados de este informe son válido para la muestra proporcionada por el solicitante.





## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONADO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**INTEGRANTES:** MLIA CASTILLO, RAÚL EDWIN

**UBICACIÓN:** DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**MUESTRA:** C1

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)				% QUE PASA	OBSERVACIONES	Humedad natural 11.8
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO			
3"	75.000				100.00		
2"	50.000				100.0		
1 1/2"	37.500				100.0		
1"	25.000				100.0		
3/4"	19.000				100.0		
1/2"	12.500				100.0		
3/8"	9.500	23.1	11.5	11.5	88.5		
N°4	4.750	1.2	0.8	12.1	87.9		
N°8	2.360	2.5	1.3	13.3	86.7		
N°10	2.000	2.0	1.0	14.4	85.6		
N°16	1.100	4.4	2.2	16.6	83.4		
N°30	0.600	3.5	1.7	18.3	81.7		
N°40	0.425	3.2	1.6	19.9	80.1		
N°50	0.297	3.0	1.5	21.4	78.6		
N°100	0.149	4.0	2.0	23.4	76.6		
N°200	0.075	2.4	1.2	24.6	75.4		
< N°200	Fondo	151.2	75.4	100.0			
Total		200.6	100.0				

CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS	
Grava (%)	11.5
Arena (%)	13.1
Finos(%)	75.4
D30	-
D60	-
D10	-
Cu	-
Cc	-

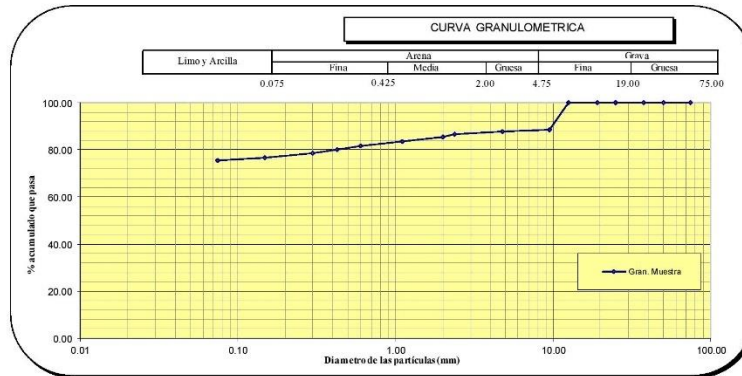
MODULO DE FINURA	
Modulo de Finura	1.64

LIMITES DE CONSISTENCIA	
LL	24.9
LP	9.4
IP	15.5

CLASIFICACION DE SUELOS	
SUCS	CL
AASTHO	A-6



*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Jerald Danilo Hualco Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



Ing. Jerald Danilo Hualco Chero  
LABORATORIO DE MATERIALES  
CIP. N° 107384



## DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y A CETE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PURA, 2021.  
INTEGRANTES: MJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PURA, 2021.  
MUESTRA: C1

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
LÍMITE LIQUIDO							
1	86.12	83.97	2.15	76.12	7.85	27.4	17
2	82.19	80.14	2.05	72.35	7.79	26.3	21
3	96.22	94.35	1.87	86.29	8.06	23.2	32
LÍMITE PLÁSTICO							
1	45.93	45.88	0.05	45.09	0.79	6.3	
2	69.45	69.39	0.06	68.71	0.68	8.8	
3	58.31	58.26	0.05	57.88	0.38	13.2	

L.L.	24.9
L.P.	9.4
I.P.	15.5



Jerald Danilo Haco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



Jerald Danilo Haco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 238274






CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  
NPT 339.127

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANAÑO Y ACETE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MUJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C1

No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	98.95	96.36	2.59	76.11	20.25	12.8	11.8
2	100.58	97.25	3.33	67.07	30.18	11.0	
3	105.26	101.49	3.77	68.69	32.8	11.5	

  
-----  
Jerald Danilo Huaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

  
-----  
Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

  
-----  
Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



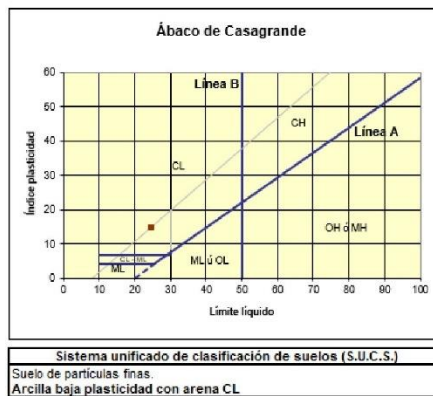
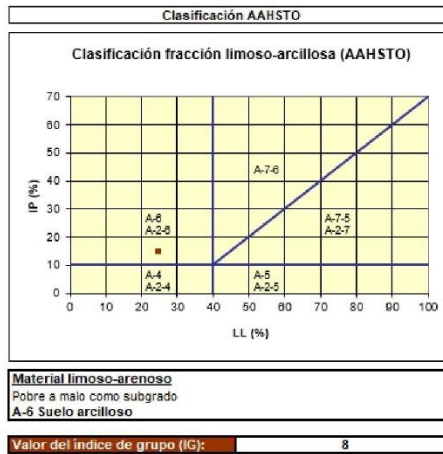
  
-----  
Johnny Henry Castillo Calderón  
Prof. de MATERIALES  
CIP N° 107749





## CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C1



Jerald Danilo Haco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

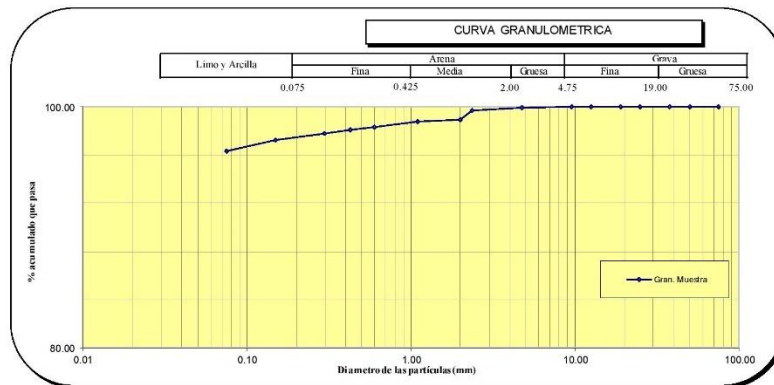




## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
**INTEGRANTES:** MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
**UBICACIÓN:** DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
**MUESTRA:** C2

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP - 335.128 (99)					OBSERVACIONES
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	
3"	75.000				100.00	Humedad natural 14.1  <b>CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS</b>  Grava (%) - Arena (%) 3.7 Finos(%) 96.3 D30 - D60 - D10 - Cu - Cc -  <b>MODULO DE FINURA</b> 0.15 <b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b> LL 32.0 LP 15.7 IP 16.3  <b>CLASIFICACION DE SUELOS</b> SUCS CL AASTHO A-6
2"	50.000				100.00	
1 1/2"	37.500				100.00	
1"	25.000				100.00	
3/4"	19.000				100.00	
1/2"	12.500				100.00	
3/8"	9.500				100.00	
N°4	4.750	0.0	0.0	0.0	100.00	
N°8	2.360	0.6	0.3	0.3	99.7	
N°10	2.000	1.4	0.7	1.0	99.0	
N°16	1.100	0.4	0.2	1.2	98.8	
N°30	0.600	0.9	0.4	1.7	98.3	
N°40	0.425	0.4	0.2	1.9	98.1	
N°50	0.297	0.6	0.3	2.2	97.8	
N°100	0.149	1.1	0.5	2.7	97.3	
N°200	0.075	1.9	1.0	3.7	96.3	
< N°200	Fondo	193.2	96.3	100.0		
Total		200.5	100.0			



*Jerald Danilo Haco Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242463



ANEXO TECNICO  
LABORATORIO DE CERÁMICOS Y SUELOS  
REG. CIP. N° 107364

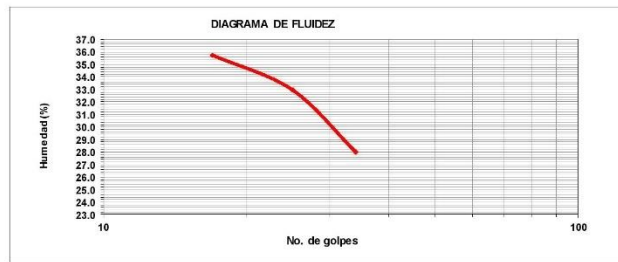


## DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C2

CRISTAL No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>							
1	83.45	81.52	1.93	76.12	5.4	35.7	17
2	81.14	78.96	2.18	72.35	6.61	33.0	25
3	93.65	92.04	1.61	86.29	5.75	28.0	34
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>							
1	45.98	45.91	0.07	45.09	0.82	8.5	
2	69.45	69.39	0.06	68.71	0.68	8.8	
3	58.36	58.25	0.11	57.88	0.37	29.7	

L.L.	32.0
L.P.	15.7
I.P.	16.3



Jerald Danilo Haco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461



Sergio Hinojosa  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 107200



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL  
NPT 339.127

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C2

No.	Wh + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	137.14	129.65	7.49	76.11	53.54	14.0	14.1
2	144.62	135.67	8.95	67.07	68.6	13.0	
3	137.09	128.04	9.05	68.69	59.35	15.2	

  
Jerald Danilo Huaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

  
Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

  
Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242481





## CLASIFICACION DE SUELOS

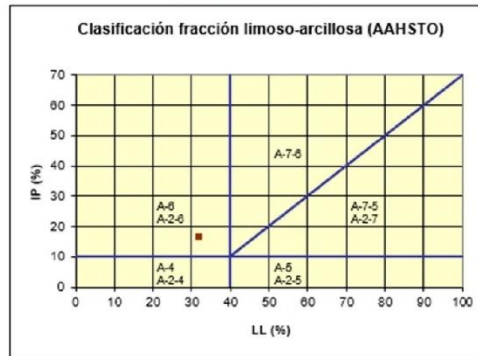
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO A DICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

INTEGRANTES: MUJA CASTILLO, RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

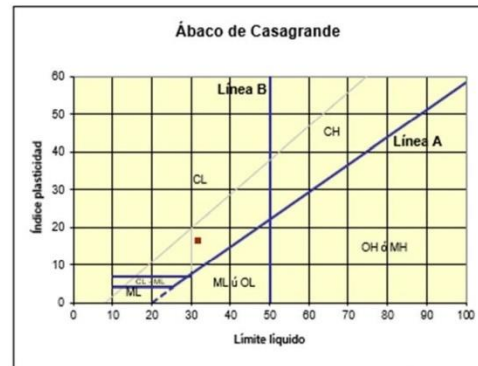
MUESTRA: C2

Clasificación AAHSTO



Material limoso-arenoso  
Pobre a malo como subgrado  
A-6 Suelo arcilloso

Valor del índice de grupo (IG): 15



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)  
Suelo de partículas finas.  
Arcilla media plasticidad CL

Jerald Dadoño Múaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

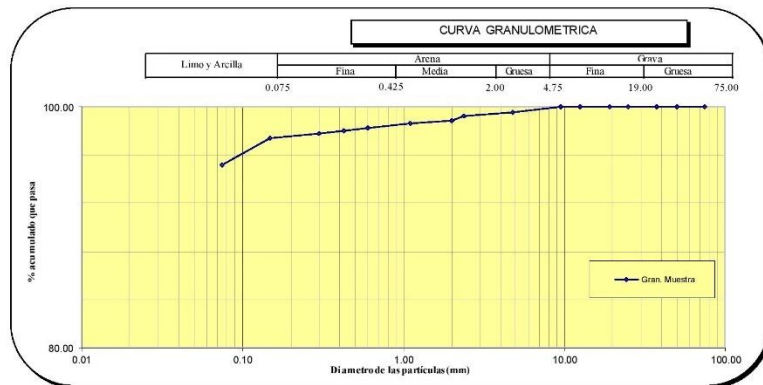




## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANAÑO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MJA CASTILLO, PAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C3

MALLA SEGÚN AMERICANA	GRANULOMETRÍA NTP - 335.128 (99)					OBSERVACIONES
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	
3"	75.000				100.00	Humedad natural 10.6  CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS Grava (%) Arenas (%) 4.8 Finos(%) 95.2 D30 D60 D10 Cu Cc  MODULO DE FINURA 0.17 LIMITES DE CONSISTENCIA LL 35.3 LP 15.9 IP 19.4 CLASIFICACION DE SUELOS SUCS CL AASTHO A-6
2"	50.000				100.00	
1 1/2"	37.500				100.00	
1"	25.000				100.00	
3/4"	19.000				100.00	
1/2"	12.500				100.00	
3/8"	9.500				100.00	
N°4	4.750	0.9	0.4	0.4	99.6	
N°8	2.360	0.6	0.3	0.8	99.2	
N°10	2.000	0.8	0.4	1.2	98.8	
N°16	1.100	0.3	0.2	1.3	98.7	
N°30	0.600	0.8	0.4	1.7	98.3	
N°40	0.425	0.5	0.2	2.0	98.0	
N°50	0.297	0.5	0.3	2.2	97.8	
N°100	0.149	0.8	0.4	2.6	97.4	
N°200	0.075	4.3	2.2	4.8	95.2	
< N°200	Fondo	190.5	95.2	100.0		
Total		200.1	100.0			



*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

*Jerald Danilo Haco Chera*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 236274

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461



*Araceli Huanca-Barrón Vásquez*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. Nº 197364



## DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANAÑO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C3

CRISTAL No.	W <sub>h</sub> + CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
LÍMITE LÍQUIDO							
1	83.85	81.75	2.1	76.12	5.63	37.3	15
2	81.49	79.07	2.42	72.35	6.72	36.0	21
3	93.08	91.34	1.74	86.29	5.05	34.5	31
LÍMITE PLÁSTICO							
1	45.98	45.87	0.11	45.09	0.78	14.1	
2	69.57	69.48	0.09	68.71	0.77	11.7	
3	58.38	58.29	0.09	57.88	0.41	22.0	

L.L.	35.3
L.P.	15.9
I.P.	19.4



Jerald Danilo Haco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749







### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NPT 339.127

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C3

No.	W <sub>h</sub> + CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	94.14	92.46	1.68	76.11	16.35	10.3	10.6
2	87.36	85.49	1.87	67.07	18.42	10.2	
3	80.12	78.94	1.18	68.69	10.25	11.5	

  
Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

  
Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

  
Jerald Danilo Haco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

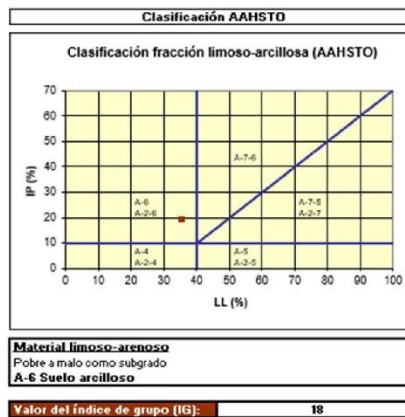






## CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MUJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C3



Jerald Danilo Haco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461





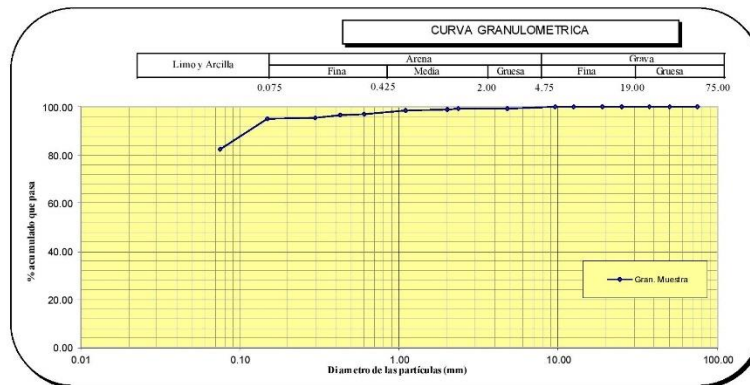
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO A DICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACETE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MILA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C4

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (93)					OBSERVACIONES	Humedad natural	13.4
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA			
3"	75.000				100.00			
2"	50.000				100.0			
1 1/2"	37.500				100.0			
1"	25.000				100.0			
3/4"	19.000				100.0			
1/2"	12.500				100.0			
3/8"	9.500				100.0			
N°4	4.750	0.9	0.4	0.4	99.6			
N°8	2.360	0.6	0.3	0.8	99.2			
N°10	2.000	0.8	0.4	1.2	98.8			
N°16	1.100	0.3	0.2	1.3	98.7			
N°30	0.600	3.0	1.5	2.8	97.2			
N°40	0.425	1.3	0.6	3.5	96.5			
N°50	0.297	2.1	1.0	4.5	95.5			
N°100	0.149	0.8	0.4	4.9	95.1			
N°200	0.075	25.5	12.7	17.6	82.4			
< N°200	Fondo	185.2	82.4	100.0				
Total		200.5	100.0					

CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS		
Grava (%)		
Arena (%)	17.6	
Finos(%)	82.4	
D30		
D60		
D10		
Cu		
Cc		
MODULO DE FINURA 0.37		
LIMITES DE CONSISTENCIA		
LL	34.2	
LP	14.6	
IP	19.6	
CLASIFICACION DE SUELOS		
SUCS	CL	
AASHTO	A-6	



*Jerald Danilo Hpac Chere*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461



LABORATORIO DE CERÁMICOS Y SUELOS  
ING. DE MATERIALES  
C.I.P. N° 197204



## DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y A CEBOTE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C4

CRISTAL No.	W <sub>h</sub> + CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W' CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>							
1	79.97	78.94	1.03	76.12	2.82	36.5	17
2	78.54	76.92	1.62	72.35	4.57	35.4	24
3	90.46	89.45	1.01	86.29	3.16	32.0	32
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>							
1	47.42	47.18	0.24	45.09	2.09	11.5	
2	70.14	69.95	0.19	68.71	1.24	15.3	
3	59.52	59.28	0.24	57.88	1.4	17.1	

L.L.	34.2
L.P.	14.6
I.P.	19.6



Jerald Danilo Hualpa Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



Jerald Danilo Hualpa Chero  
LABORATORIO DE CERÁMICOS Y SUELOS  
REG. DE MATERIALES  
CIP. N° 197384




### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NPT 339.127

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C4


No.	W <sub>h</sub> + CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W <sub>s</sub> (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	100.04	97.42	2.62	76.11	21.31	12.3	13.4
2	92.85	89.84	3.01	67.07	22.77	13.2	
3	85.67	83.49	2.18	68.69	14.8	14.7	

  
Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

  
Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

  
Jerald Danilo Hiacco Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

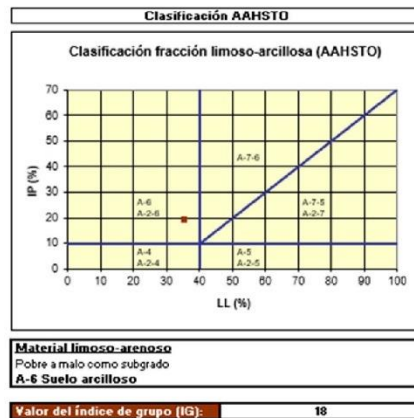
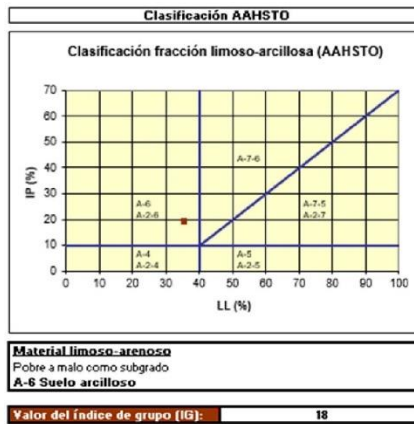


  
LABORATORIO DE CERÁMICOS Y SUELOS  
DIRECCIÓN DE MATERIALES  
CIP. N° 197304



## CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE- PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE- PIURA, 2021.  
MUESTRA: C4



Jerald Danilo Meco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461



Jerald Danilo Meco Chero  
Prof. DE MATERIALES  
CIP N° 197264



**PESO VOLUMETRICO DE SUELOS COHESIVOS**  
**NPT 339.139**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DELIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C1

TOMA DE DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO

PARAMETROS	DATOS
PESO DEL SUELO (g)	30.67
PESO DEL SUELO + PARAFINA (g)	32.85
PESO DEL SUELO + PARAFINA SUMERGIDO (g)	14.09
VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA (cm <sup>3</sup> )	18.76
PESO ESPECIFICO DE LA PARAFINA (g/cm <sup>3</sup> )	0.96
VOLUMEN DE LA PARAFINA (cm <sup>3</sup> )	2.27
VOLUMEN DEL SUELO HUMEDO(cm <sup>3</sup> )	16.49
CONTENIDO DE HUMEDAD(%)	11.8
DENSIDAD HUMEDA(g/cm <sup>3</sup> )	1.86
Peso volumetrico(g/cm <sup>3</sup> )	1.66
PESO DEL SUELO SECO (g)	27.44

DETERMINACION DE LA HUMEDAD

REPETICION	PR(g)	PR+MH(g)	PR+MS(g)	H(%)	H PROMEDIO
1	76.11	98.95	96.36	12.79	11.8
2	67.07	100.58	97.25	11.03	
3	68.69	105.26	101.49	11.49	

  
-----  
**Jerald Danilo Hpac Chero**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

  
-----  
**Carlos Enrique Martínez Zapata**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

  
-----  
**Johnny Henry Castillo Calderón**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





**PESO VOLUMETRICO DE SUELOS COHESIVOS**  
**NPT 339.139**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C2

TOMA DE DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO

PARAMETROS	DATOS
PESO DEL SUELO (g)	30.67
PESO DEL SUELO + PARAFINA (g)	32.85
PESO DEL SUELO + PARAFINA SUMERGIDO (g)	14.09
VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA (cm <sup>3</sup> )	18.76
PESO ESPECIFICO DE LA PARAFINA (g/cm <sup>3</sup> )	0.96
VOLUMEN DE LA PARAFINA (cm <sup>3</sup> )	2.27
VOLUMEN DEL SUELO HUMEDO (cm <sup>3</sup> )	16.49
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.1
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	1.86
Peso volumetrico (g/cm <sup>3</sup> )	1.63
PESO DEL SUELO SECO (g)	26.88

DETERMINACION DE LA HUMEDAD

REPETICION	PR(g)	PR+MH(g)	PR+MS(g)	H(%)	H PROMEDIO
1	76.11	137.14	129.65	13.99	14.1
2	67.07	144.62	135.67	13.05	
3	68.69	137.09	128.04	15.25	

  
Jerald Danilo Huaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

  
Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

  
Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





**PESO VOLUMETRICO DE SUELOS COHESIVOS**  
**NPT 339.139**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MIA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C3

TOMA DE DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO

PARAMETROS	DATOS
PESO DEL SUELO (g)	36.25
PESO DEL SUELO + PARAFINA (g)	38.61
PESO DEL SUELO + PARAFINA SUMERGIDO (g)	16.19
VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA (cm <sup>3</sup> )	22.42
PESO ESPECIFICO DE LA PARAFINA (g/cm <sup>3</sup> )	0.96
VOLUMEN DE LA PARAFINA (cm <sup>3</sup> )	2.46
VOLUMEN DEL SUELO HUMEDO(cm <sup>3</sup> )	19.96
CONTENIDO DE HUMEDAD(%)	10.65
DENSIDAD HUMEDA(g/cm <sup>3</sup> )	1.82
Peso volumetrico(g/cm <sup>3</sup> )	1.64
PESO DEL SUELO SECO (g)	32.76

DETERMINACION DE LA HUMEDAD

REPETICION	PR(g)	PR+MH(g)	PR+MS(g)	H(%)	H PROMEDIO
1	76.11	94.14	92.46	10.28	10.65
2	67.07	87.36	85.49	10.15	
3	68.69	80.12	78.94	11.51	

  
Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

  
Jerald Danilo Huaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

  
Johny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749







**PESO VOLUMETRICO DE SUELOS COHESIVOS**  
**NPT 339.139**

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANAÑO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MIA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C4

**TOMA DE DATOS Y RESULTADOS DEL ENSAYO**

PARAMETROS	DATOS
PESO DEL SUELO (g)	27.45
PESO DEL SUELO + PARAFINA (g)	29.09
PESO DEL SUELO + PARAFINA SUMERGIDO (g)	12.68
VOLUMEN DEL SUELO + PARAFINA (cm <sup>3</sup> )	16.41
PESO ESPECIFICO DE LA PARAFINA (g/cm <sup>3</sup> )	0.96
VOLUMEN DE LA PARAFINA (cm <sup>3</sup> )	1.71
VOLUMEN DEL SUELO HUMEDO (cm <sup>3</sup> )	14.70
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.41
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	1.87
<b>Peso volumetrico (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.65</b>
PESO DEL SUELO SECO (g)	24.20

**DETERMINACION DE LA HUMEDAD**

REPETICION	PR(g)	PR+MH(g)	PR+MS(g)	H(%)	H PROMEDIO
1	76.11	100.04	97.42	12.29	13.41
2	67.07	92.85	89.84	13.22	
3	68.69	85.67	83.49	14.73	

  
Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

  
Jerald Danilo Múaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

  
Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





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

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DEL SUELO A DICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**INTEGRANTES:** MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN

**UBICACIÓN:** DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**MUESTRA:** C1

Peso del martillo: 4.5 Kg  
Altura de caída: 18 plg  
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

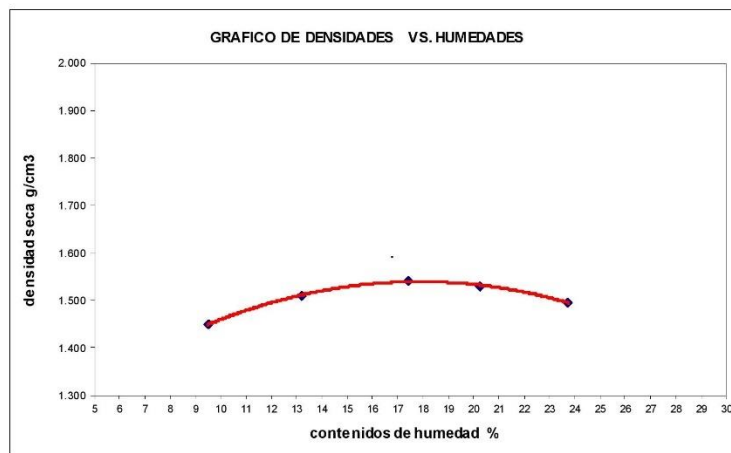
Volumen molde: 98.91 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3717.00	3729.00	3739.00	3742.00	3743.00
Peso del suelo húmedo	g	157.00	169.00	179.00	182.00	183.00
Humedad calculada	%	9.50	13.17	17.44	20.24	23.75
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.587	1.709	1.810	1.840	1.850
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.450	1.510	1.541	1.530	1.495

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1		2		3		4		5	
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	138.2	142.3	139.2	141.3	122.1	99.79	178.5	123.2	190.2	125.7
Rec + suelo seco	g	133.1	138.6	131.2	133.2	114.5	94.25	160.2	114.1	172.2	115.5
Peso del recipiente	g	79.45	99.65	70.45	71.95	70.96	62.47	70.21	69.01	96.45	72.45
Peso del suelo seco	g	53.69	38.91	60.79	61.29	43.58	31.78	90.03	45.07	75.79	43.04
Peso del agua	g	5.10	3.70	8.00	8.08	7.60	5.54	18.21	9.13	18.00	10.22
Contenido de Humedad	%	9.50	9.51	13.16	13.18	17.44	17.43	20.23	20.26	23.75	23.75
Humedad promedio	%	9.50		13.17		17.44		20.24		23.75	



**Densidad Máxima:**  
1.520 g/cm<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**  
17.50 %

*Jerald Dario Haco Chero*  
**Jerald Dario Haco Chero**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Johnny Henry Castillo Calderón*  
**Johnny Henry Castillo Calderón**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
**Carlos Enrique Martínez Zapata**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461





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

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**INTEGRANTES:** MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN

**UBICACIÓN:** DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**MUESTRA:** C2

Volumen molde: 98.91 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

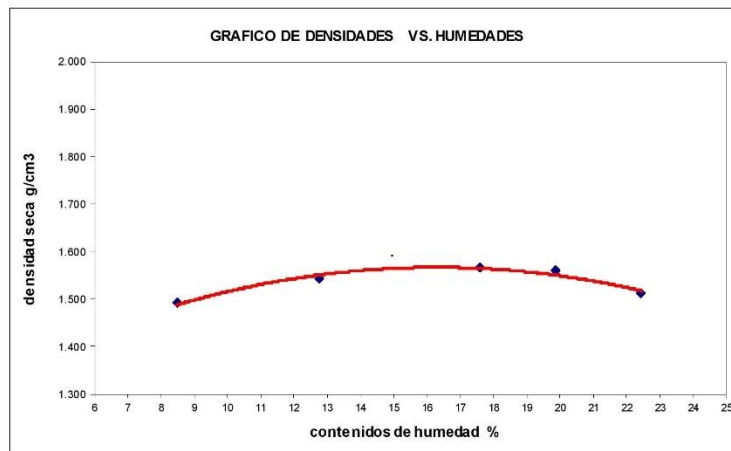
Peso del martillo: 4.5 Kg  
Altura de caída: 18 plg  
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3720.00	3732.00	3742.00	3745.00	3743.00
Peso del suelo húmedo	g	160.00	172.00	182.00	185.00	183.00
Humedad calculada	%	8.49	12.74	17.58	19.86	22.44
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.618	1.739	1.840	1.870	1.850
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.491	1.542	1.565	1.560	1.511

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	136.3	125.8	122.4	120.7	115.4	114.6	159.1	153	189.3	179.1
Rec + suelo seco	g	129	123	116.8	118.1	107.4	109.4	141.3	142.5	169	167
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	62.93	52.05	31.31	35.05	37.33	38.53	71.29	71.00	69.46	77.01
Peso del agua	g	7.31	2.79	5.63	2.63	8.04	5.25	17.78	10.50	20.32	12.04
Contenido de Humedad	%	11.62	5.36	17.98	7.50	21.54	13.63	24.94	14.79	29.25	15.63
Humedad promedio	%	8.49	12.74	17.58	19.86	22.44					



**Densidad Máxima:**  
1.550 g/cm<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**  
17.00 %

*Jerald Dañilo Hpacó Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





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

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DEL SUELO A DICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**INTEGRANTES:** MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN

**UBICACIÓN:** DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**MUESTRA:** C3

Volumen molde: 98.91 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

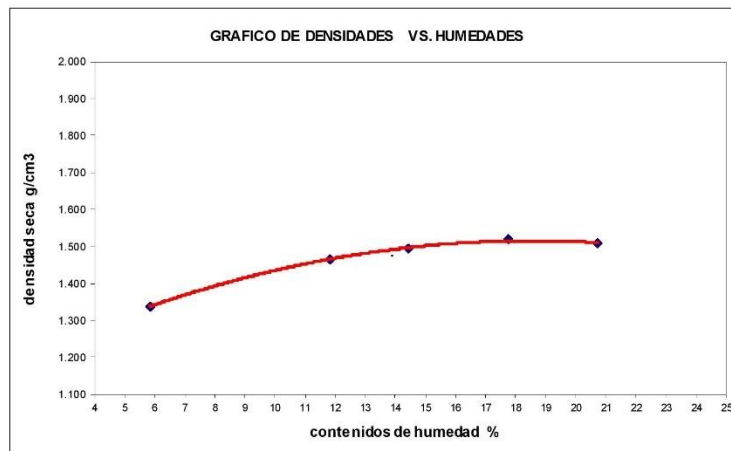
Peso del martillo: 4.5 Kg  
Altura de caída: 18 plg  
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3700.00	3722.00	3729.00	3737.00	3740.00
Peso del suelo húmedo	g	140.00	162.00	169.00	177.00	180.00
Humedad calculada	%	5.83	11.84	14.42	17.77	20.72
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.415	1.638	1.709	1.790	1.820
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.337	1.464	1.493	1.520	1.507

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1		2		3		4		5	
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	134.8	124.8	120.1	123.4	113	115.2	151.2	158.6	182.4	187.3
Rec + suelo seco	g	129.2	123.3	116.9	118.6	107.4	109.9	142.4	142.1	170.6	167.9
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	63.20	52.30	31.37	35.60	37.33	39.04	72.36	70.56	71.08	77.85
Peso del agua	g	5.51	1.54	3.20	4.80	5.66	5.34	8.79	16.50	11.72	19.43
Contenido de Humedad	%	8.72	2.94	10.20	13.48	15.16	13.68	12.15	23.38	16.49	24.96
Humedad promedio	%	5.83		11.84		14.42		17.77		20.72	



**Densidad Máxima:**  
1.500 g/cm<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**  
18.00 %

**Carlos Enrique Martínez Zapata**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242463

**Jerald Danilo Hpacó Chere**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

**Johnny Henry Castillo Calderón**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





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

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DEL SUELO A DICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**INTEGRANTES:** MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN

**UBICACIÓN:** DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**MUESTRA:** C4

Volumen molde: 98.91 cm<sup>3</sup>  
Peso molde: 3560 g

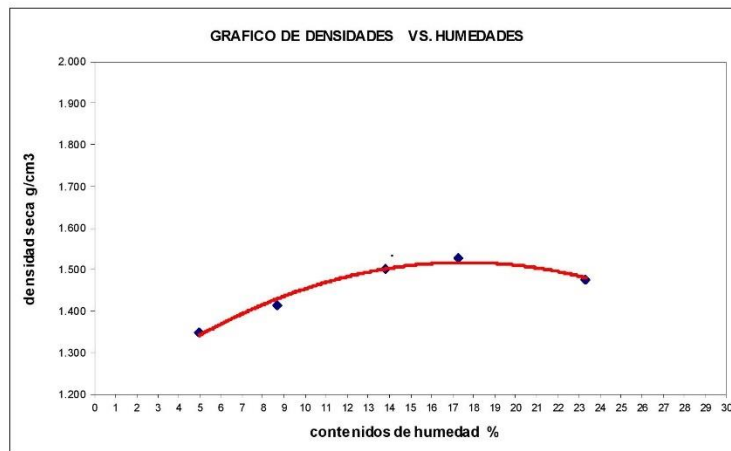
Peso del martillo: 4.5 Kg  
Altura de caída: 18 plg  
# de capas: 5  
Golpes por capa: 25

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3700.00	3712.00	3729.00	3737.00	3740.00
Peso del suelo húmedo	g	140.00	152.00	169.00	177.00	180.00
Humedad calculada	%	4.97	8.66	13.80	17.27	23.33
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.415	1.537	1.709	1.790	1.820
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.348	1.414	1.501	1.526	1.476

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1		2		3		4		5	
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	132.3	126.2	120.1	121.4	112.5	115	151.4	158.4	185.1	188.4
Rec + suelo seco	g	128.7	123.9	116.9	118.9	107.1	109.9	142.6	142.5	170.6	167.9
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	62.70	52.94	31.37	35.90	37.05	39.04	72.60	70.96	71.08	77.90
Peso del agua	g	3.51	2.30	3.25	2.50	5.35	5.14	8.82	15.89	14.43	20.53
Contenido de Humedad	%	5.60	4.34	10.36	6.96	14.44	13.17	12.15	22.39	20.30	26.35
Humedad promedio	%	4.97		8.66		13.80		17.27		23.33	



**Densidad Máxima:**  
1.510 g/cm<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**  
17.50 %

*Jerald Danilo Haco Chere*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242481

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749







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

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y A CETE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

MUESTRA: C1 + 8% DE FIBRA DE PLÁTANO

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91 cm<sup>3</sup>

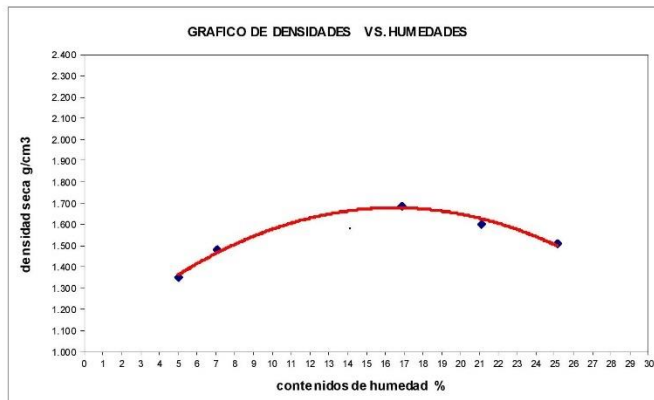
Peso molde: 3560 g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3700.00	3717.00	3755.00	3752.00	3747.00
Peso del suelo húmedo	g	140.00	157.00	195.00	192.00	187.00
Humedad calculada	%	5.01	7.05	16.90	21.14	25.15
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.415	1.587	1.971	1.941	1.891
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.348	1.483	1.687	1.602	1.511

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	120.4	138.2	137.2	140.5	123.6	101.5	169.4	129.7	194.5	124.5
Rec + suelo seco	g	118.3	136.5	133.8	135	116.4	95.56	158.3	115.8	172.2	115.5
Peso del recipiente	g	79.45	99.65	70.45	71.95	70.96	62.47	70.21	69.01	96.45	72.45
Peso del suelo seco	g	38.85	36.85	63.35	63.05	45.44	33.09	88.11	46.79	75.79	43.04
Peso del agua	g	2.10	1.70	3.40	5.50	7.20	5.94	11.08	13.90	22.26	9.01
Contenido de Humedad	%	5.41	4.61	5.37	8.72	15.85	17.95	12.58	29.71	29.37	20.93
Humedad promedio	%	5.01		7.05		16.90		21.14		25.15	



Densidad Máxima:  
1.640 g/cm<sup>3</sup>

Humedad óptima:  
16.00 %

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242463

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



*Jerald Danilo Haco Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274



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

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

MUESTRA: C2+ 8% DE FIBRA DE PLÁTANO

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91 cm<sup>3</sup>

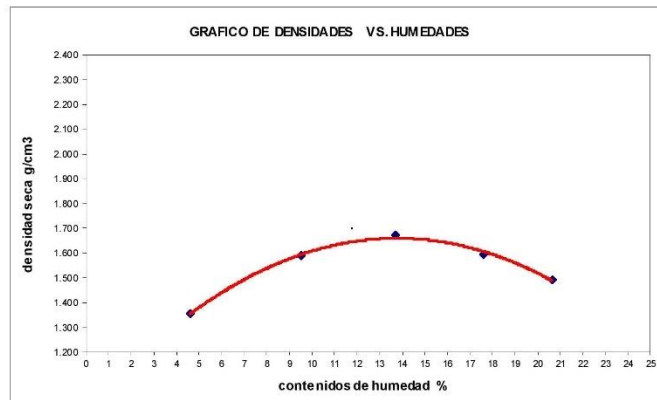
Peso molde: 3560 g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3700.00	3732.00	3748.00	3745.00	3738.00
Peso del suelo húmedo	g	140.00	172.00	188.00	185.00	178.00
Humedad calculada	%	4.60	9.54	13.69	17.61	20.65
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.415	1.739	1.901	1.870	1.800
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.353	1.588	1.672	1.590	1.492

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	130.4	123.7	117.5	121.3	110.8	113.9	152.6	153.9	185.7	179.8
Rec + suelo seco	g	127.2	121.7	115.2	117.4	106.2	108.4	140.5	141.3	168.9	166.7
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	61.16	50.74	29.72	34.40	36.15	37.54	70.50	69.76	69.34	76.70
Peso del agua	g	3.22	2.00	2.30	3.90	4.60	5.50	12.10	12.60	16.80	13.10
Contenido de Humedad	%	5.26	3.94	7.74	11.34	12.72	14.65	17.16	18.06	24.23	17.08
Humedad promedio	%	4.60	9.54	13.69	17.61	20.65					



Densidad Máxima:  
1.600 g/cm<sup>3</sup>

Humedad óptima:  
14.00 %

*Jerald Danilo Hpac Chere*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242463



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

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELO A DICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACETE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**INTEGRANTES:** MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN

**UBICACIÓN:** DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**MUESTRA:** C3+ 8% DE FIBRA DE PLÁTANO

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91

cm<sup>3</sup>

Peso molde: 3560

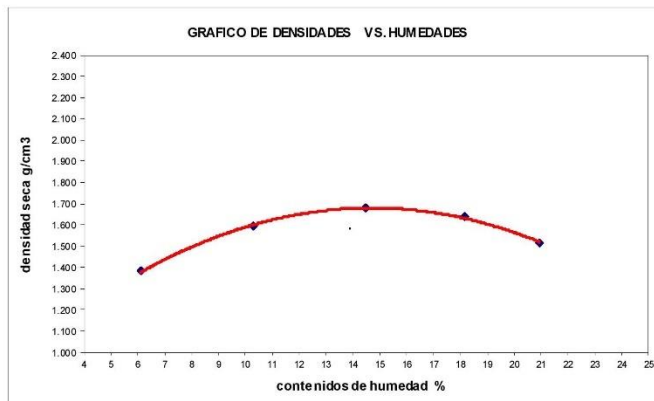
g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3705.00	3734.00	3750.00	3752.00	3741.00
Peso del suelo húmedo	g	145.00	174.00	190.00	192.00	181.00
Humedad calculada	%	6.12	10.32	14.48	18.14	20.94
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.466	1.759	1.921	1.941	1.830
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.381	1.595	1.678	1.643	1.513

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	135.2	124.6	118.2	123.6	113.7	114.6	151.9	158.4	182.2	187.8
Rec + suelo seco	g	128.5	123.8	116.9	117.9	107.4	109.9	142.4	142.1	170.6	167.9
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	62.46	52.84	31.37	34.90	37.33	39.04	72.36	70.56	71.08	77.95
Peso del agua	g	6.70	0.80	1.35	5.70	6.32	4.70	9.54	16.30	11.56	19.95
Contenido de Humedad	%	10.73	1.51	4.30	16.33	16.93	12.04	13.18	23.10	16.26	25.63
Humedad promedio	%	6.12		10.32		14.48		18.14		20.94	



**Densidad Máxima:**  
1.620 g/cm<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**  
15.00 %

*Jerald Danilo Haco Chere*  
**Jerald Danilo Haco Chere**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
**Carlos Enrique Martínez Zapata**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Johnny Henry Castillo Calderón*  
**Johnny Henry Castillo Calderón**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749







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

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

MUESTRA: C4+ 8% DE FIBRA DE PLÁTANO

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91 cm<sup>3</sup>

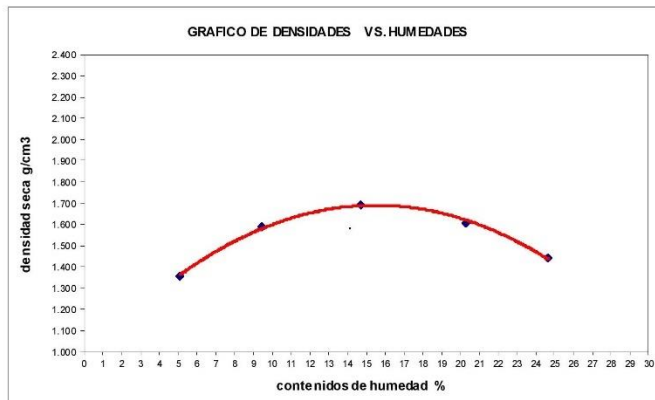
Peso molde: 3560 g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3701.00	3732.00	3752.00	3751.00	3738.00
Peso del suelo húmedo	g	141.00	172.00	192.00	191.00	178.00
Humedad calculada	%	5.09	9.44	14.69	20.32	24.66
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.426	1.739	1.941	1.931	1.800
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.356	1.589	1.693	1.605	1.444

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5
Recipiente #						
Rec + suelo húmedo	g	132.4	126.2	120.5	121.5	112.8
Rec + suelo seco	g	128.7	123.9	116.9	118.9	107.8
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05
Peso del suelo seco	g	62.70	52.94	31.37	35.90	37.75
Peso del agua	g	3.66	2.30	3.65	2.60	5.00
Contenido de Humedad	%	5.84	4.34	11.64	7.24	13.25
Humedad promedio	%	5.09	9.44	14.69	20.32	24.66



Densidad Máxima:  
1.630 g/cm<sup>3</sup>

Humedad óptima:  
16.00 %

*Jerald Danilo Huaco Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





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

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y A CETE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

MUESTRA: C1 + 10% DE FIBRA DE PLÁTANO

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91 cm<sup>3</sup>

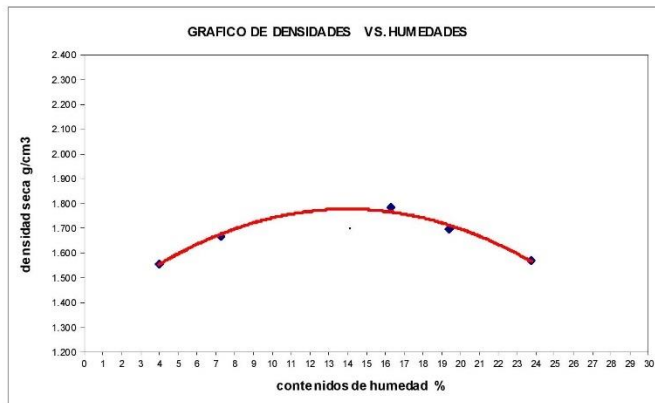
Peso molde: 3560 g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3720.00	3737.00	3765.00	3760.00	3752.00
Peso del suelo húmedo	g	160.00	177.00	205.00	200.00	192.00
Humedad calculada	%	3.96	7.28	16.33	19.40	23.76
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.618	1.790	2.073	2.022	1.941
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.556	1.668	1.782	1.693	1.568

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	133.2	137.5	137.2	140.8	123.5	101.2	168.6	128.5	193.8	123.7
Rec + suelo seco	g	131.5	135.8	133.8	135	116.4	95.56	158.3	115.8	172.2	115.5
Peso del recipiente	g	79.45	99.65	70.45	71.95	70.96	62.47	70.21	69.01	96.45	72.45
Peso del suelo seco	g	52.07	36.15	63.35	63.05	45.44	33.09	88.11	46.79	75.79	43.04
Peso del agua	g	1.68	1.70	3.40	5.80	7.10	5.64	10.28	12.70	21.56	8.21
Contenido de Humedad	%	3.23	4.70	5.37	9.20	15.63	17.04	11.67	27.14	28.45	19.08
Humedad promedio	%	3.96		7.28		16.33		19.40		23.76	



Densidad Máxima:  
1.740 g/cm<sup>3</sup>

Humedad óptima:  
15.00 %

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Jerald Danilo Heaco Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





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

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y A CETE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

MUESTRA: C2+ 10% DE FIBRA DE PLÁTANO

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91

cm<sup>3</sup>

Peso molde: 3560

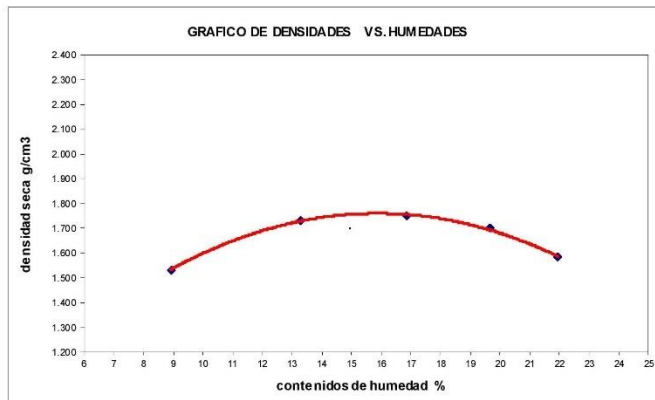
g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3725.00	3754.00	3762.00	3761.00	3751.00
Peso del suelo húmedo	g	165.00	194.00	202.00	201.00	191.00
Humedad calculada	%	8.92	13.30	16.87	19.66	21.95
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.668	1.961	2.042	2.032	1.931
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.532	1.731	1.747	1.698	1.583

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	136.3	123.2	118.7	122.5	113.1	113.9	156.8	152.6	187.5	179.8
Rec + suelo seco	g	127.2	121.7	115.2	117.4	106.2	108.4	140.5	141.3	168.9	166.7
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	61.16	50.74	29.72	34.40	36.15	37.54	70.50	69.76	69.34	76.70
Peso del agua	g	9.10	1.50	3.50	5.10	6.90	5.50	16.30	11.30	18.60	13.10
Contenido de Humedad	%	14.88	2.96	11.78	14.83	19.09	14.65	23.12	16.20	26.82	17.08
Humedad promedio	%	8.92		13.30		16.87		19.66		21.95	



*[Signature]*  
Jerald Danilo Híaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*[Signature]*  
Johny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

*[Signature]*  
Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461





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

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

MUESTRA: C3+ 10% DE FIBRA DE PLÁTANO

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91

cm<sup>3</sup>

Peso molde: 3560

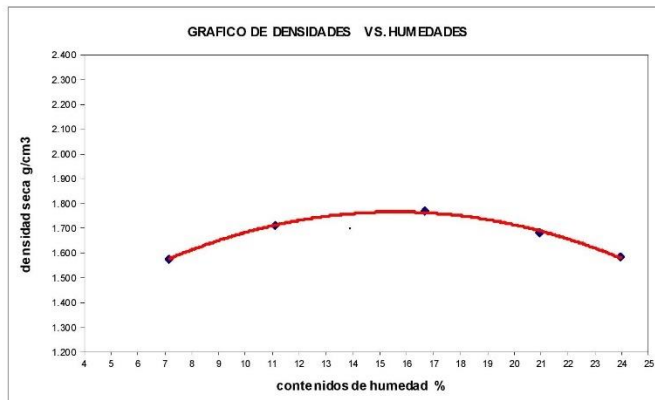
g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3727.00	3748.00	3764.00	3761.00	3754.00
Peso del suelo húmedo	g	167.00	188.00	204.00	201.00	194.00
Humedad calculada	%	7.17	11.11	16.70	20.93	23.97
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.688	1.901	2.062	2.032	1.961
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.575	1.711	1.767	1.680	1.582

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1		2		3		4		5	
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	135.8	125.2	118.7	123.6	113.6	105.4	154.6	159.7	150.5	180.2
Rec + suelo seco	g	128.5	123.8	116.9	117.9	107.4	100.5	142.4	142.1	142.1	160.3
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	62.46	52.84	31.37	34.90	37.33	29.59	72.36	70.56	42.54	70.30
Peso del agua	g	7.30	1.40	1.85	5.70	6.22	4.95	12.24	17.60	8.35	19.90
Contenido de Humedad	%	11.69	2.65	5.90	16.33	16.66	16.73	16.92	24.94	19.63	28.31
Humedad promedio	%	7.17		11.11		16.70		20.93		23.97	



Densidad Máxima:  
1.730 g/cm<sup>3</sup>

Humedad óptima:  
15.50 %

*Jerald Danilo Hpac Chere*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





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

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

MUESTRA: C4+ 10% DE FIBRA DE PLÁTANO

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91 cm<sup>3</sup>

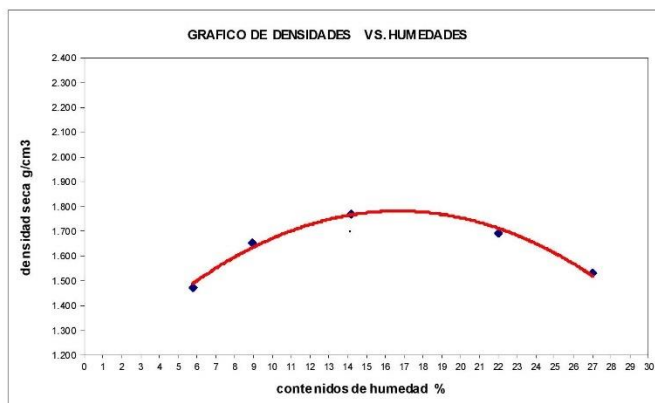
Peso molde: 3560 g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3714.00	3738.00	3760.00	3764.00	3752.00
Peso del suelo húmedo	g	154.00	178.00	200.00	204.00	192.00
Humedad calculada	%	5.76	8.96	14.21	22.00	27.05
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.557	1.800	2.022	2.062	1.941
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.472	1.652	1.771	1.691	1.528

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	124.3	126.2	120.2	121.5	113.4	115.2	154	161.3	187.9	189.5
Rec + suelo seco	g	120.4	123.9	116.9	118.9	107.8	109.9	142.6	141.5	170.2	167.1
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	54.36	52.94	31.37	35.90	37.75	39.04	72.60	69.96	70.64	77.10
Peso del agua	g	3.90	2.30	3.35	2.60	5.60	5.30	11.40	19.80	17.70	22.40
Contenido de Humedad	%	7.17	4.34	10.68	7.24	14.83	13.58	15.70	28.30	25.06	29.05
Humedad promedio	%	5.76		8.96		14.21		22.00		27.05	



Densidad Máxima:  
1.720 g/cm<sup>3</sup>

Humedad óptima:  
16.00 %

*Jerald Daño Haco Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Johnny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461







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

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y A CETE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

MUESTRA: C1 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91 cm<sup>3</sup>

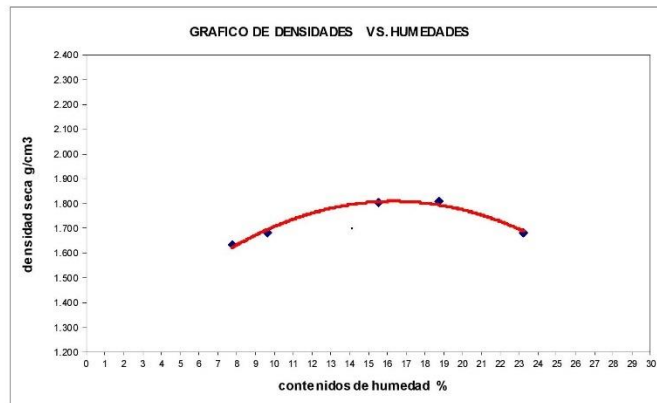
Peso molde: 3560 g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3734.00	3742.00	3766.00	3772.00	3765.00
Peso del suelo húmedo	g	174.00	182.00	206.00	212.00	205.00
Humedad calculada	%	7.76	9.65	15.52	18.75	23.26
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.759	1.840	2.083	2.143	2.073
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.632	1.678	1.803	1.805	1.681

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	125.8	130.5	139.7	141.9	122.9	101.1	168.2	128.1	193.4	123.5
Rec + suelo seco	g	124.6	126.9	133.9	135.4	116.4	95.56	158.3	115.8	172.2	115.5
Peso del recipiente	g	79.45	99.65	70.45	71.95	70.96	62.47	70.21	69.01	96.45	72.45
Peso del suelo seco	g	45.15	27.29	63.45	63.45	45.44	33.09	88.11	46.79	75.79	43.04
Peso del agua	g	1.20	3.51	5.75	6.50	6.50	5.54	9.88	12.30	21.16	8.01
Contenido de Humedad	%	2.66	12.86	9.06	10.24	14.30	16.74	11.21	26.29	27.92	18.61
Humedad promedio	%	7.76		9.65		15.52		18.75		23.26	



Densidad Máxima:  
1.770 g/cm<sup>3</sup>

Humedad óptima:  
16.00 %

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



Jerald Danilo Haco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461





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

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y A CETE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

MUESTRA: C2+ 12% DE FIBRA DE PLÁTANO

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91 cm<sup>3</sup>

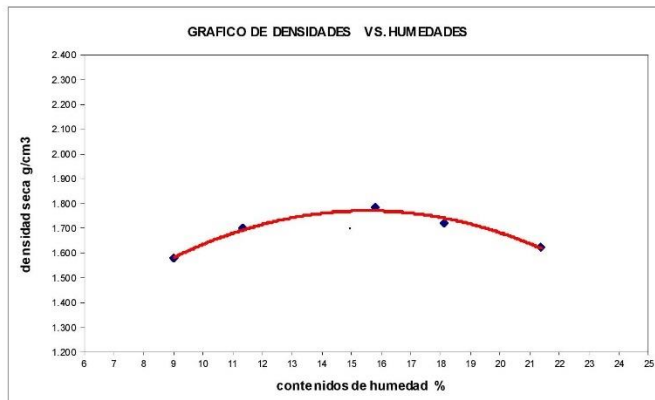
Peso molde: 3560 g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3730.00	3747.00	3764.00	3761.00	3755.00
Peso del suelo húmedo	g	170.00	187.00	204.00	201.00	195.00
Humedad calculada	%	9.03	11.34	15.82	18.10	21.39
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.719	1.891	2.062	2.032	1.971
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.576	1.698	1.781	1.721	1.624

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1		2		3		4		5	
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	136.2	123.4	118.4	121.5	113.5	112.7	156	151.2	187.8	178.6
Rec + suelo seco	g	127.2	121.7	115.2	117.4	106.2	108.4	140.5	141.3	168.9	166.7
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	61.16	50.74	29.72	34.40	36.15	37.54	70.50	69.76	69.34	76.70
Peso del agua	g	9.00	1.70	3.20	4.10	7.30	4.30	15.52	9.90	18.90	11.90
Contenido de Humedad	%	14.72	3.35	10.77	11.92	20.19	11.45	22.01	14.19	27.26	15.51
Humedad promedio	%	9.03		11.34		15.82		18.10		21.39	



Densidad Máxima:  
1.770 g/cm<sup>3</sup>

Humedad óptima:  
15.50 %

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Jerald Danilo Huaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





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

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

MUESTRA: C3+ 12% DE FIBRA DE PLÁTANO

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91

cm<sup>3</sup>

Peso molde: 3560

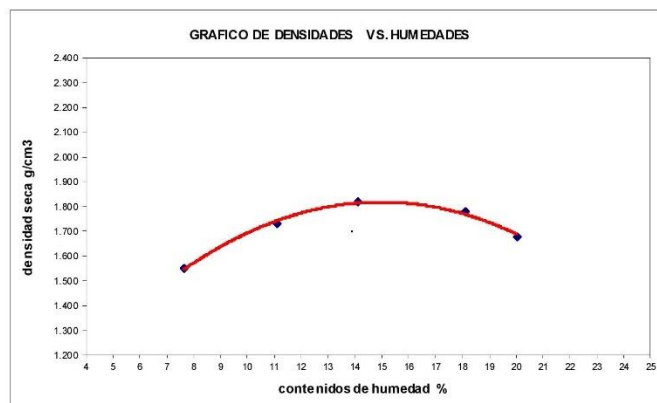
g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3725.00	3750.00	3765.00	3768.00	3759.00
Peso del suelo húmedo	g	165.00	190.00	205.00	208.00	199.00
Humedad calculada	%	7.63	11.11	14.11	18.13	20.05
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.668	1.921	2.073	2.103	2.012
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.550	1.729	1.816	1.780	1.676

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	136.5	125.1	118.7	123.6	113.8	114.2	152.7	157.6	182.2	186.4
Rec + suelo seco	g	128.5	123.8	116.9	117.9	107.4	109.9	142.4	142.1	170.6	167.9
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.66	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	62.46	52.84	31.37	34.90	37.33	39.04	72.36	70.56	71.08	77.85
Peso del agua	g	8.00	1.30	1.85	5.70	6.42	4.30	10.34	15.50	11.56	18.55
Contenido de Humedad	%	12.81	2.46	5.90	16.33	17.20	11.01	14.29	21.97	16.26	23.83
Humedad promedio	%	7.63		11.11		14.11		18.13		20.05	



Densidad Máxima:  
1.780 g/cm<sup>3</sup>

Humedad óptima:  
15.00 %

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Jerald Danilo Haco Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 236274

*Johnny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749







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

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

MUESTRA: C4+ 12% DE FIBRA DE PLÁTANO

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91 cm<sup>3</sup>

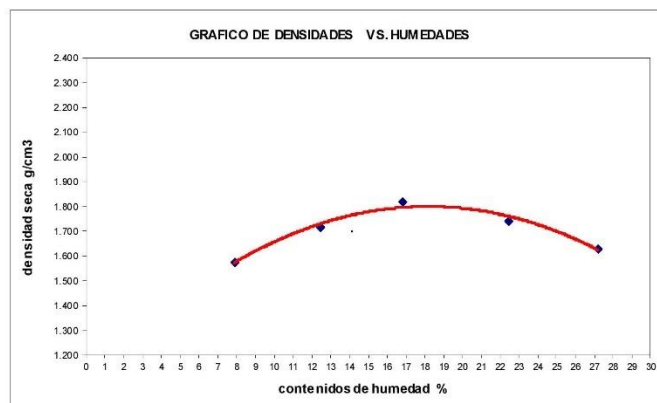
Peso molde: 3560 g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3728.00	3751.00	3770.00	3771.00	3765.00
Peso del suelo húmedo	g	168.00	191.00	210.00	211.00	205.00
Humedad calculada	%	7.89	12.47	16.83	22.50	27.21
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.699	1.931	2.123	2.133	2.073
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.574	1.717	1.817	1.741	1.629

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5
Recipiente #						
Rec + suelo húmedo	g	135.2	126.8	122.4	121.5	114.8
Rec + suelo seco	g	128.7	123.9	116.9	118.9	107.8
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05
Peso del suelo seco	g	62.70	52.94	31.37	35.90	37.75
Peso del agua	g	6.46	2.90	5.55	2.60	7.00
Contenido de Humedad	%	10.30	5.48	17.69	7.24	18.54
Humedad promedio	%	7.89	12.47	16.83	22.50	27.21



Densidad Máxima:  
1.780 g/cm<sup>3</sup>

Humedad óptima:  
15.00 %

*Jerald Dato Hpac Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461





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

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**INTEGRANTES:** MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN

**UBICACIÓN:** DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**MUESTRA:** C1 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.25 L DE ACEITE DE LIMÓN

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91

cm<sup>3</sup>

Peso molde: 3560

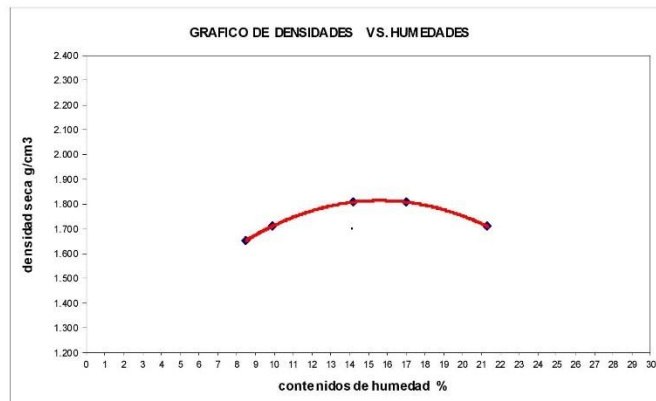
g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3737.00	3746.00	3764.00	3769.00	3765.00
Peso del suelo húmedo	g	177.00	186.00	204.00	209.00	205.00
Humedad calculada	%	8.49	9.90	14.22	17.01	21.32
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.790	1.880	2.062	2.113	2.073
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.649	1.711	1.806	1.806	1.708

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	134.6	139.8	138.5	142.8	122.4	100.6	167.2	127	192.5	122.3
Rec + suelo seco	g	131.5	135.8	133.8	135	116.4	95.56	158.3	115.8	172.2	115.5
Peso del recipiente	g	79.45	99.65	70.45	71.95	70.96	62.47	70.21	69.01	96.45	72.45
Peso del suelo seco	g	52.07	36.15	63.35	63.05	45.44	33.09	88.11	46.79	75.79	43.04
Peso del agua	g	3.08	4.00	4.70	7.80	6.00	5.04	8.88	11.20	20.26	6.85
Contenido de Humedad	%	5.92	11.07	7.42	12.37	13.20	15.23	10.08	23.94	26.73	15.92
Humedad promedio	%	8.49		9.90		14.22		17.01		21.32	



**Densidad Máxima:**  
1.790 g/cm<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**  
16.00 %

**Jerald Danilo Hpacoco Chere**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

**Carlos Enrique Martínez Zapata**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

**Johnny Henry Castillo Calderón**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





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

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

MUESTRA: C2+ 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.25 L DE ACEITE DE LIMÓN

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91

cm<sup>3</sup>

Peso molde: 3560

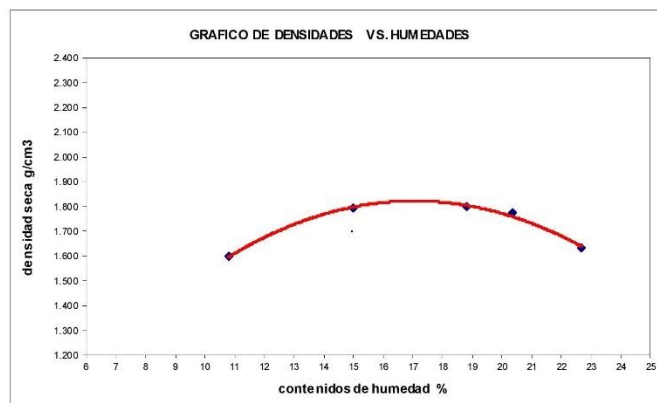
g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3735.00	3764.00	3771.00	3771.00	3758.00
Peso del suelo húmedo	g	175.00	204.00	211.00	211.00	198.00
Humedad calculada	%	10.80	14.98	18.81	20.37	22.67
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.769	2.062	2.133	2.133	2.002
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.597	1.794	1.796	1.772	1.632

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	137.4	124.2	119.7	122.5	114.5	113.9	157.8	152.6	188.5	179.8
Rec + suelo seco	g	127.2	121.7	115.2	117.4	106.2	108.4	140.5	141.3	168.9	166.7
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	61.16	50.74	29.72	34.40	36.15	37.54	70.50	69.76	69.34	76.70
Peso del agua	g	10.20	2.50	4.50	5.10	8.30	5.50	17.30	11.30	19.60	13.10
Contenido de Humedad	%	16.68	4.93	15.14	14.83	22.96	14.65	24.54	16.20	28.27	17.08
Humedad promedio	%	10.80		14.98		18.81		20.37		22.67	



Densidad Máxima:  
1.790 g/cm<sup>3</sup>

Humedad óptima:  
17.00 %

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Johnny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

*Jerald Danilo Mpacó Chere*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274





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

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

MUESTRA: C3+ 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.25 L DE ACEITE DE LIMÓN

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91 cm<sup>3</sup>

cm<sup>3</sup>

Peso molde: 3560 g

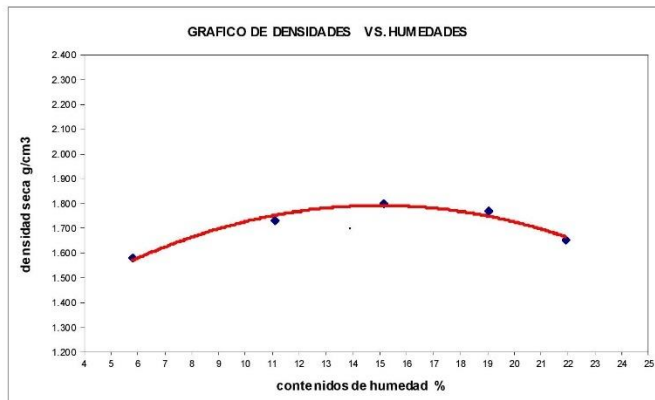
g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3725.00	3750.00	3765.00	3768.00	3759.00
Peso del suelo húmedo	g	165.00	190.00	205.00	208.00	199.00
Humedad calculada	%	5.80	11.11	15.15	19.04	21.93
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.668	1.921	2.073	2.103	2.012
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.577	1.729	1.800	1.767	1.650

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	134.8	124.6	118.7	123.6	114.2	114.6	153.2	158.4	183.6	187.8
Rec + suelo seco	g	128.5	123.8	116.9	117.9	107.4	109.9	142.4	142.1	170.6	167.9
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	62.46	52.84	31.37	34.90	37.33	39.04	72.36	70.56	71.08	77.85
Peso del agua	g	6.30	0.80	1.85	5.70	6.82	4.70	10.84	16.30	12.96	19.95
Contenido de Humedad	%	10.09	1.51	5.90	16.33	18.27	12.04	14.98	23.10	18.23	25.63
Humedad promedio	%	5.80		11.11		15.15		19.04		21.93	



Densidad Máxima:  
1.790 g/cm<sup>3</sup>

Humedad óptima:  
16.00 %

*Jerald Danilo Híaco Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461





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

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**INTEGRANTES:** MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN

**UBICACIÓN:** DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**MUESTRA:** C4+ 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.25 L DE ACEITE DE LIMÓN

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91

cm<sup>3</sup>

Peso molde: 3560

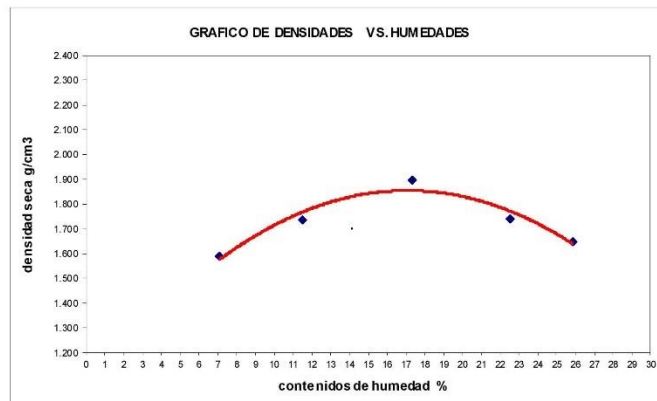
g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3728.00	3751.00	3780.00	3771.00	3765.00
Peso del suelo húmedo	g	168.00	191.00	220.00	211.00	205.00
Humedad calculada	%	7.08	11.51	17.34	22.53	25.87
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.699	1.931	2.224	2.133	2.073
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.586	1.732	1.896	1.741	1.647

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1		2		3		4		5	
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	134.9	126.2	121.8	121.5	114.8	116.2	155.8	160.3	187.2	188.4
Rec + suelo seco	g	128.7	123.9	116.9	118.9	107.8	109.9	142.6	141.5	170.2	167.1
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	62.70	52.94	31.37	35.90	37.75	39.04	72.60	69.96	70.64	77.10
Peso del agua	g	6.16	2.30	4.95	2.60	7.00	6.30	13.20	18.80	17.00	21.33
Contenido de Humedad	%	9.82	4.34	15.78	7.24	18.54	16.14	18.18	26.87	24.07	27.67
Humedad promedio	%	7.08		11.51		17.34		22.53		25.87	



**Densidad Máxima:**  
1.800 g/cm<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**  
16.00 %

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

*Jerald Danilo Huaco Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461







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

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACETE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

MUESTRA: C1 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.30 L DE ACETE DE LIMÓN

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91 cm<sup>3</sup>

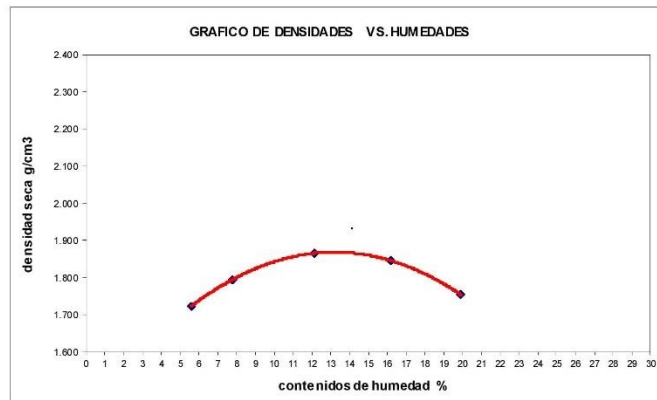
Peso molde: 3560 g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3740.00	3751.00	3767.00	3772.00	3768.00
Peso del suelo húmedo	g	180.00	191.00	207.00	212.00	208.00
Humedad calculada	%	5.59	7.76	12.13	16.21	19.94
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.820	1.931	2.093	2.143	2.103
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.724	1.792	1.866	1.844	1.753

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	133.4	138.5	137.8	140.8	120.5	100.6	165.8	127	190.4	122.3
Rec + suelo seco	g	131.5	135.8	133.8	135	116.4	95.56	158.3	115.8	172.2	115.5
Peso del recipiente	g	79.45	99.65	70.45	71.95	70.96	62.47	70.21	69.01	96.45	72.45
Peso del suelo seco	g	52.07	36.15	63.35	63.05	45.44	33.09	88.11	46.79	75.79	43.04
Peso del agua	g	1.90	2.72	4.00	5.80	4.10	5.04	7.48	11.20	18.16	6.85
Contenido de Humedad	%	3.65	7.52	6.31	9.20	9.02	15.23	8.49	23.94	23.96	15.92
Humedad promedio	%		5.59		7.76		12.13		16.21		19.94



Densidad Máxima:  
1.850 g/cm<sup>3</sup>

Humedad óptima:  
14.50 %

Jerald Danilo Hiacco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





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

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**INTEGRANTES:** MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN

**UBICACIÓN:** DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**MUESTRA:** C2+ 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.30 L DE ACEITE DE LIMÓN

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91

cm<sup>3</sup>

Peso molde: 3560

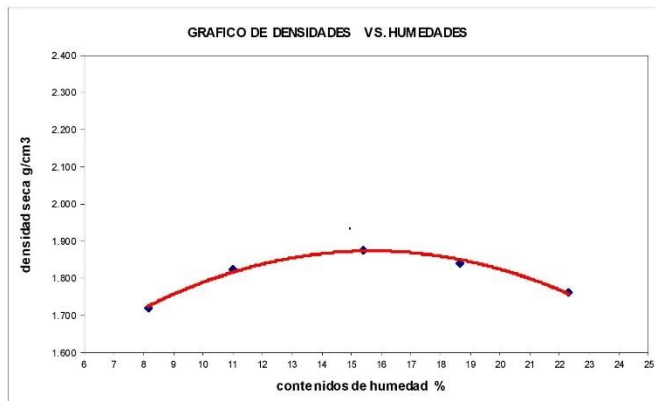
g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3744.00	3760.00	3774.00	3776.00	3773.00
Peso del suelo húmedo	g	184.00	200.00	214.00	216.00	213.00
Humedad calculada	%	8.16	11.00	15.39	18.66	22.33
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.860	2.022	2.164	2.184	2.153
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.720	1.822	1.875	1.840	1.760

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	137.4	124.2	119.7	122.5	114.5	113.9	157.8	152.6	188.5	179.8
Rec + suelo seco	g	128.9	122.8	116.8	118.1	107.4	109.4	141.3	142.5	169	167
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	62.81	51.84	31.31	35.05	37.33	38.53	71.29	71.00	69.46	77.01
Peso del agua	g	8.55	1.40	2.91	4.45	7.12	4.51	16.51	10.06	19.48	12.79
Contenido de Humedad	%	13.61	2.70	9.29	12.70	19.07	11.71	23.16	14.17	28.04	16.61
Humedad promedio	%	8.16		11.00		15.39		18.66		22.33	



**Densidad Máxima:**  
1.850 g/cm<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**  
15.00 %

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

*Jerald Danilo Huaco Chera*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274





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

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**INTEGRANTES:** MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN

**UBICACIÓN:** DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**MUESTRA:** C3+ 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.30 L DE ACEITE DE LIMÓN

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91

cm<sup>3</sup>

Peso molde: 3560

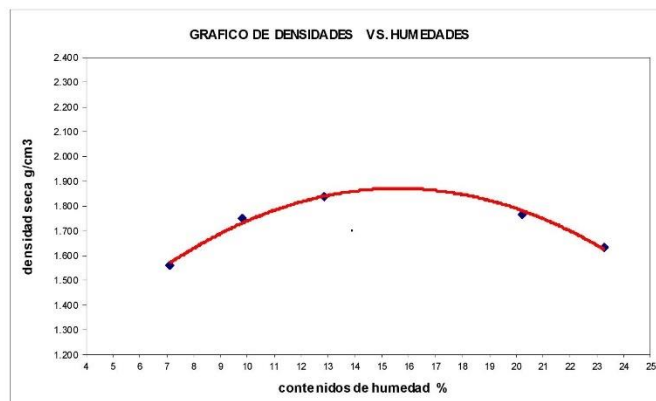
g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3725.00	3750.00	3765.00	3770.00	3759.00
Peso del suelo húmedo	g	165.00	190.00	205.00	210.00	199.00
Humedad calculada	%	7.12	9.82	12.88	20.24	23.27
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.668	1.921	2.073	2.123	2.012
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.557	1.749	1.836	1.766	1.632

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	135.9	125.2	119.4	122.7	112.5	114.6	153.5	159.8	184.5	188.9
Rec + suelo seco	g	129.2	123.3	116.9	118.6	107.4	109.9	142.4	142.1	170.6	167.9
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	63.20	52.30	31.37	35.60	37.33	39.04	72.36	70.56	71.08	77.95
Peso del agua	g	6.66	1.94	2.55	4.10	5.12	4.70	11.14	17.70	13.86	21.05
Contenido de Humedad	%	10.54	3.71	8.13	11.52	13.72	12.04	15.40	25.09	19.50	27.04
Humedad promedio	%	7.12		9.82		12.88		20.24		23.27	



**Densidad Máxima:**  
1.860 g/cm<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**  
16.00 %

*Jerald Danilo Huaco Chere*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749







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

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**INTEGRANTES:** MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN

**UBICACIÓN:** DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**MUESTRA:** C4+ 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.30 L DE ACEITE DE LIMÓN

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91

cm<sup>3</sup>

Peso molde: 3560

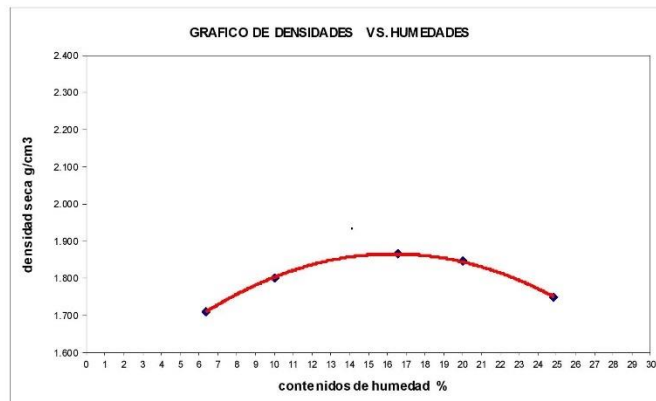
g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3740.00	3756.00	3775.00	3779.00	3776.00
Peso del suelo húmedo	g	180.00	196.00	215.00	219.00	216.00
Humedad calculada	%	6.39	10.04	16.57	20.04	24.83
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.820	1.982	2.174	2.214	2.184
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.711	1.801	1.865	1.845	1.749

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	134.5	125.8	122.1	120.1	113.4	116.2	154.3	159.5	187.2	188.4
Rec + suelo seco	g	128.7	123.9	116.9	118.9	107.1	109.9	142.6	142.5	170.6	167.9
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	62.70	52.94	31.37	35.90	37.05	39.04	72.60	70.96	71.08	77.90
Peso del agua	g	5.76	1.90	5.25	1.20	6.30	6.30	11.70	17.00	16.56	20.53
Contenido de Humedad	%	9.19	3.59	16.74	3.34	17.00	16.14	16.12	23.96	23.30	26.35
Humedad promedio	%	6.39		10.04		16.57		20.04		24.83	



**Densidad Máxima:**  
1.850 g/cm<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**  
16.00 %

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Jerald Danilo Hpacó Chere*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274





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

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**INTEGRANTES:** MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN

**UBICACIÓN:** DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**MUESTRA:** C1 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.35 L DE ACEITE DE LIMÓN

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91

cm<sup>3</sup>

Peso molde: 3560

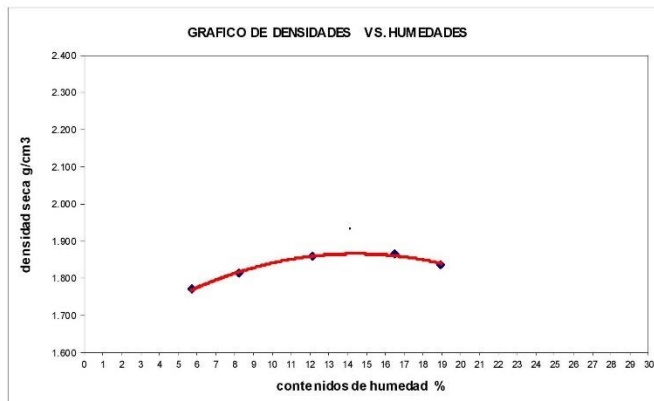
g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3745.00	3754.00	3766.00	3775.00	3776.00
Peso del suelo húmedo	g	185.00	194.00	206.00	215.00	216.00
Humedad calculada	%	5.70	8.20	12.15	16.53	18.97
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.870	1.961	2.083	2.174	2.184
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.770	1.813	1.857	1.865	1.836

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1		2		3		4		5	
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	137.3	141	135.6	138.9	118.3	99.25	168.5	124.9	188.9	122.3
Rec + suelo seco	g	134.5	138.6	131.2	133.2	114.5	94.25	160.2	114.1	172.2	115.5
Peso del recipiente	g	79.45	99.65	70.45	71.95	70.96	62.47	70.21	69.01	96.45	72.45
Peso del suelo seco	g	55.05	38.91	60.79	61.29	43.58	31.78	90.03	45.07	75.79	43.04
Peso del agua	g	2.79	2.46	4.36	5.66	3.73	5.00	8.25	10.77	16.70	6.85
Contenido de Humedad	%	5.07	6.32	7.17	9.23	8.56	15.73	9.16	23.90	22.03	15.92
Humedad promedio	%	5.70		8.20		12.15		16.53		18.97	



**Densidad Máxima:**  
1.880 g/cm<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**  
16.00 %

*Jerald Danilo Haco Chere*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 236274

*Johnny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461





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

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

MUESTRA: C2+ 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.35 L DE ACEITE DE LIMÓN

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91

cm<sup>3</sup>

Peso molde: 3560

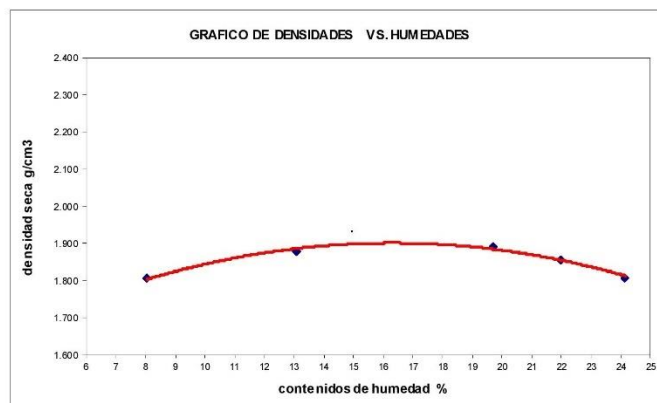
g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3753.00	3770.00	3784.00	3784.00	3782.00
Peso del suelo húmedo	g	193.00	210.00	224.00	224.00	222.00
Humedad calculada	%	8.04	13.06	19.72	21.97	24.15
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.951	2.123	2.265	2.265	2.244
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.806	1.878	1.892	1.857	1.808

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	137.5	124	122.3	121	116.6	115.1	160.3	154.8	190.4	180.5
Rec + suelo seco	g	128.9	122.8	116.8	118.1	107.4	109.4	141.3	142.5	169	167
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	62.81	51.84	31.31	35.05	37.33	38.53	71.29	71.00	69.46	77.01
Peso del agua	g	8.65	1.20	5.51	2.99	9.19	5.71	19.01	12.26	21.38	13.49
Contenido de Humedad	%	13.77	2.31	17.60	8.53	24.62	14.82	26.67	17.27	30.78	17.52
Humedad promedio	%	8.04	13.06	19.72	21.97	24.15					



Densidad Máxima:  
1.870 g/cm<sup>3</sup>

Humedad óptima:  
16.00 %

*Jerald Danilo Huaco Chera*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461





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

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

MUESTRA: C3+ 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.35 L DE ACEITE DE LIMÓN

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91

cm<sup>3</sup>

Peso molde: 3560

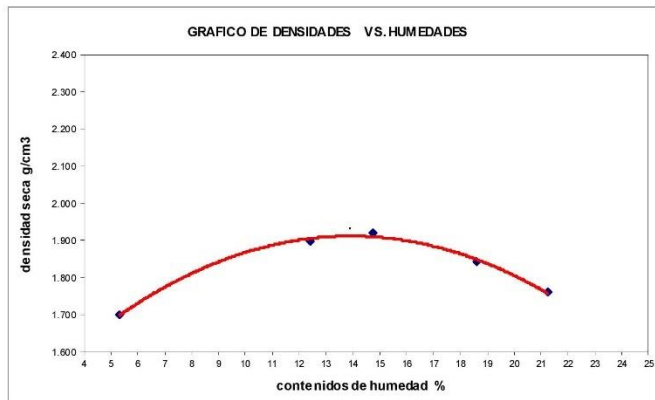
g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3737.00	3771.00	3778.00	3776.00	3771.00
Peso del suelo húmedo	g	177.00	211.00	218.00	216.00	211.00
Humedad calculada	%	5.32	12.40	14.77	18.63	21.24
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.790	2.133	2.204	2.184	2.133
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.699	1.898	1.920	1.841	1.759

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1		2		3		4		5	
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	134.1	124.8	120.4	123.4	113.3	115.2	152.4	158.6	183.1	187.3
Rec + suelo seco	g	129.2	123.3	116.9	118.6	107.4	109.9	142.4	142.1	170.6	167.9
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	63.20	52.30	31.37	35.60	37.33	39.04	72.36	70.56	71.08	77.85
Peso del agua	g	4.86	1.54	3.55	4.80	5.92	5.34	10.04	16.50	12.46	19.43
Contenido de Humedad	%	7.69	2.94	11.32	13.48	15.86	13.68	13.88	23.38	17.53	24.96
Humedad promedio	%	5.32		12.40		14.77		18.63		21.24	



Densidad Máxima:  
1.870 g/cm<sup>3</sup>

Humedad óptima:  
15.00 %

*Jerald Danilo Haco Chere*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242463

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





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

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

MUESTRA: C4+ 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.35 L DE ACEITE DE LIMÓN

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91 cm<sup>3</sup>

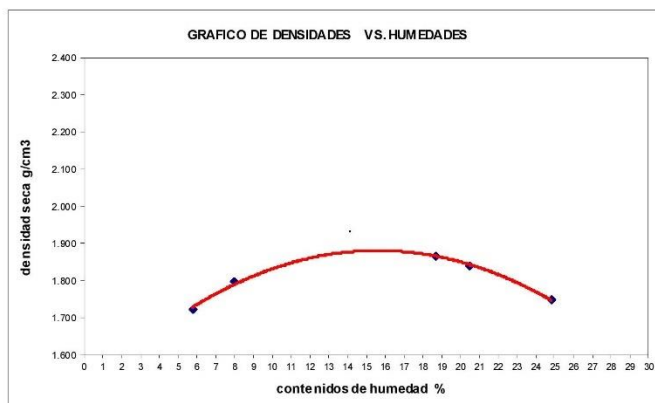
Peso molde: 3560 g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3740.00	3752.00	3779.00	3779.00	3776.00
Peso del suelo húmedo	g	180.00	192.00	219.00	219.00	216.00
Humedad calculada	%	5.77	7.95	18.72	20.45	24.83
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.820	1.941	2.214	2.214	2.184
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.721	1.798	1.865	1.838	1.749

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	134.2	125.4	121.4	119.4	114.8	116.4	154.6	159.8	187.2	188.4
Rec + suelo seco	g	128.7	123.9	116.9	118.9	107.1	109.9	142.6	142.5	170.6	167.9
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	62.70	52.94	31.37	35.90	37.05	39.04	72.60	70.96	71.08	77.90
Peso del agua	g	5.46	1.50	4.55	0.50	7.70	6.50	12.00	17.30	16.56	20.53
Contenido de Humedad	%	8.71	2.83	14.50	1.39	20.78	16.65	16.53	24.38	23.30	26.35
Humedad promedio	%	5.77		7.95		18.72		20.45		24.83	



Densidad Máxima:  
1.880 g/cm<sup>3</sup>

Humedad óptima:  
16.00 %

*Jerald Danilo Huaco Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749







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

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACETE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

MUESTRA: C1 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.40 L DE ACETE DE LIMÓN

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91 cm<sup>3</sup>

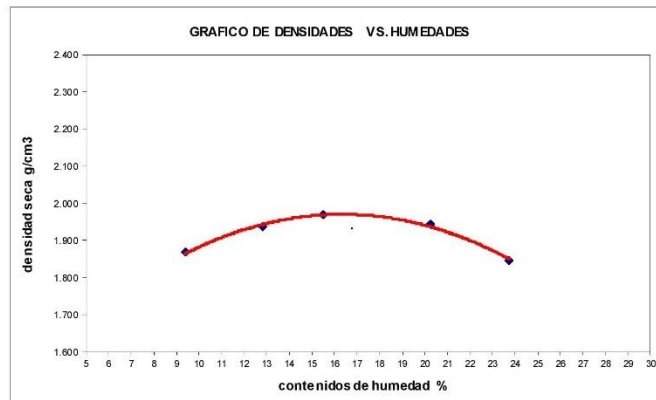
Peso molde: 3560 g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3762.00	3776.00	3785.00	3791.00	3786.00
Peso del suelo húmedo	g	202.00	216.00	225.00	231.00	226.00
Humedad calculada	%	9.37	12.81	15.51	20.24	23.75
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.042	2.184	2.275	2.335	2.285
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.867	1.936	1.969	1.942	1.846

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	138.1	142.3	138.8	141.3	120.8	99.54	178.5	123.2	190.2	125.7
Rec + suelo seco	g	133.1	138.6	131.2	133.2	114.5	94.25	160.2	114.1	172.2	115.5
Peso del recipiente	g	79.45	99.65	70.45	71.95	70.96	62.47	70.21	69.01	96.45	72.45
Peso del suelo seco	g	53.69	38.91	60.79	61.29	43.58	31.78	90.03	45.07	75.79	43.04
Peso del agua	g	4.96	3.70	7.56	8.08	6.26	5.29	18.21	9.13	18.00	10.22
Contenido de Humedad	%	9.24	9.51	12.44	13.18	14.36	16.65	20.23	20.26	23.75	23.75
Humedad promedio	%	9.37		12.81		15.51		20.24		23.75	



Densidad Máxima:  
1.950 g/cm<sup>3</sup>

Humedad óptima:  
15.50 %

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

*Jerald Danilo Huaco Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274





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

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

MUESTRA: C2+ 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.40 L DE ACEITE DE LIMÓN

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91 cm<sup>3</sup>

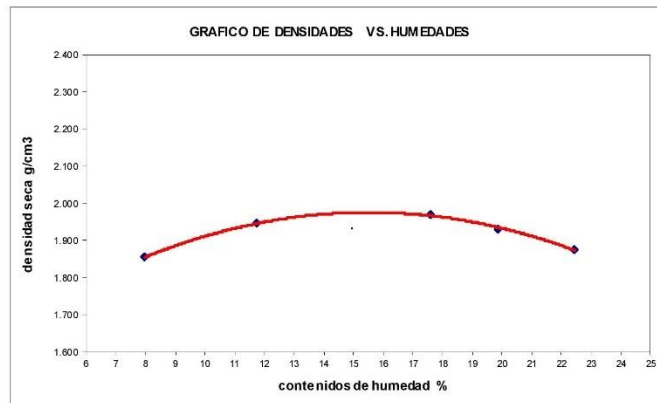
Peso molde: 3560 g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3758.00	3775.00	3789.00	3789.00	3787.00
Peso del suelo húmedo	g	198.00	215.00	229.00	229.00	227.00
Humedad calculada	%	7.96	11.75	17.58	19.86	22.44
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.002	2.174	2.315	2.315	2.295
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.854	1.945	1.969	1.932	1.874

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1		2		3		4		5	
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	136.1	125.4	121.8	120.7	115.4	114.6	159.1	153	189.3	179.1
Rec + suelo seco	g	129	123	116.8	118.1	107.4	109.4	141.3	142.5	169	167
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	62.93	52.05	31.31	35.05	37.33	38.53	71.29	71.00	69.46	77.01
Peso del agua	g	7.13	2.39	5.01	2.63	8.04	5.25	17.78	10.50	20.32	12.04
Contenido de Humedad	%	11.33	4.59	16.00	7.50	21.54	13.63	24.94	14.79	29.25	15.63
Humedad promedio	%	7.96		11.75		17.58		19.86		22.44	



*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Johnny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

*Jerald Danilo Huaco Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274





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

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**INTEGRANTES:** MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN

**UBICACIÓN:** DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**MUESTRA:** C3+ 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.40 L DE ACEITE DE LIMÓN

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91

cm<sup>3</sup>

Peso molde: 3560

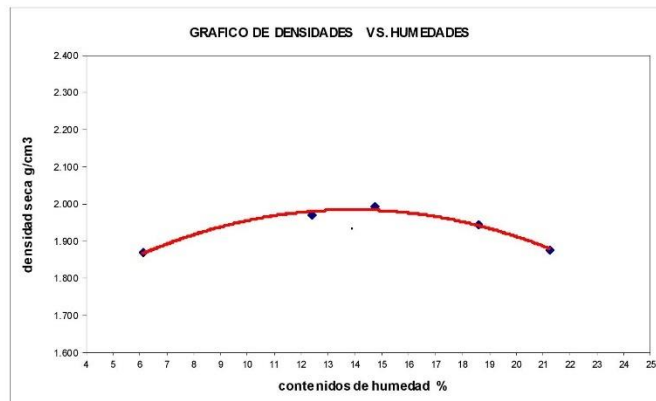
g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3756.00	3779.00	3786.00	3788.00	3785.00
Peso del suelo húmedo	g	196.00	219.00	226.00	228.00	225.00
Humedad calculada	%	6.11	12.40	14.77	18.63	21.24
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.982	2.214	2.285	2.305	2.275
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.868	1.970	1.991	1.943	1.876

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1		2		3		4		5	
Rec + suelo húmedo	g	135.1	124.8	120.4	123.4	113.3	115.2	152.4	158.6	183.1	187.3
Rec + suelo seco	g	129.2	123.3	116.9	118.6	107.4	109.9	142.4	142.1	170.6	167.9
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	63.20	52.30	31.37	35.60	37.33	39.04	72.36	70.56	71.08	77.95
Peso del agua	g	5.86	1.54	3.55	4.80	5.92	5.34	10.04	16.50	12.46	19.43
Contenido de Humedad	%	9.27	2.94	11.32	13.48	15.86	13.68	13.88	23.38	17.53	24.96
Humedad promedio	%	6.11		12.40		14.77		18.63		21.24	



**Densidad Máxima:**  
1.970 g/cm<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**  
14.90 %

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Johnny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

*Jerald Danilo Hpacó Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274







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

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DE SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**INTEGRANTES:** MJA CASTILLO, RAÚL EDWIN

**UBICACIÓN:** DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

**MUESTRA:** C4+ 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.40 L DE ACEITE DE LIMÓN

Peso del martillo: 4.5 Kg

Altura de caída: 18 plg

# de capas: 5

Golpes por capa: 25

Volumen molde: 98.91

cm<sup>3</sup>

Peso molde: 3560

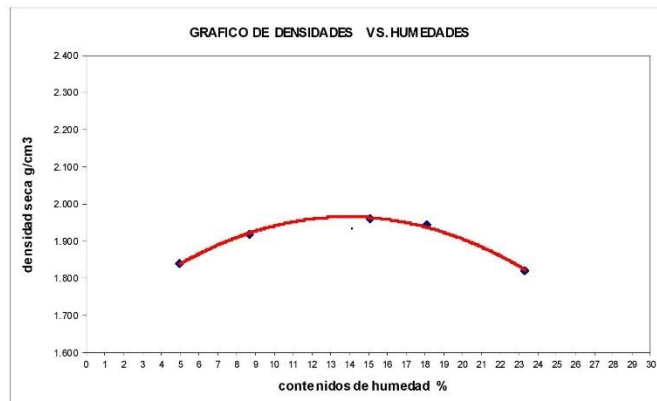
g

**DATOS PARA LA CURVA**

Muestra #		1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo	g	3751.00	3766.00	3783.00	3787.00	3782.00
Peso del suelo húmedo	g	191.00	206.00	223.00	227.00	222.00
Humedad calculada	%	4.97	8.66	15.09	18.08	23.33
Densidad Húmeda	g/cm <sup>3</sup>	1.931	2.083	2.255	2.295	2.244
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.840	1.917	1.959	1.944	1.820

**Contenidos de humedad**

Muestra #		1	2	3	4	5					
Recipiente #											
Rec + suelo húmedo	g	132.3	126.2	120.1	121.4	113.4	115	152.6	158.4	185.1	188.4
Rec + suelo seco	g	128.7	123.9	116.9	118.9	107.1	109.9	142.6	142.5	170.6	167.9
Peso del recipiente	g	66.04	70.96	85.48	83	70.05	70.86	70	71.54	99.56	90
Peso del suelo seco	g	62.70	52.94	31.37	35.90	37.05	39.04	72.60	70.96	71.08	77.90
Peso del agua	g	3.51	2.30	3.25	2.50	6.30	5.14	10.00	15.89	14.43	20.53
Contenido de Humedad	%	5.60	4.34	10.36	6.96	17.00	13.17	13.77	22.39	20.30	26.35
Humedad promedio	%	4.97		8.66		15.09		18.08		23.33	



**Densidad Máxima:**  
1.960 g/cm<sup>3</sup>

**Humedad óptima:**  
15.50 %

*Jerald Danilo Híaco Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Johnny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C1

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11502	11697	11759
Peso suelo húmedo (g)	3578	3762	3834
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.69	1.77	1.81
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.43</b>	<b>1.51</b>	<b>1.55</b>
Contenido de humedad(%)	17.48	17.45	16.82

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	100.85	75.36	89.67	154.67	106.74	95.67
Rec + suelo seco g	97.35	72.68	84.29	151.27	102.94	90.25
Peso del recipiente g	74.01	59.25	66.65	74.02	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	23.34	13.43	17.64	77.25	44.05	21.67
Peso del agua g	3.50	2.68	5.38	3.40	3.80	5.42
Contenido de Humedad %	15.00	19.96	30.50	4.40	8.63	25.01
Humedad promedio %	17.48		17.45		16.82	

#### Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.15	0.001932	0.08
0.050	1.27	0.22	0.001932	0.11
0.075	1.91	0.31	0.001932	0.16
0.100	2.54	0.37	0.001932	0.19
0.125	3.18	0.48	0.001932	0.25
0.150	3.81	0.54	0.001932	0.28
0.175	4.45	0.61	0.001932	0.32
0.200	5.08	0.68	0.001932	0.35
0.300	7.62	0.72	0.001932	0.37
0.400	10.16	0.75	0.001932	0.39
0.500	12.7	0.79	0.001932	0.41



Jerald Danilo Haco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242483



## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

INTEGRANTES: MUJA CASTILLO, RAÚL EDWIN

UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.

MUESTRA: C1

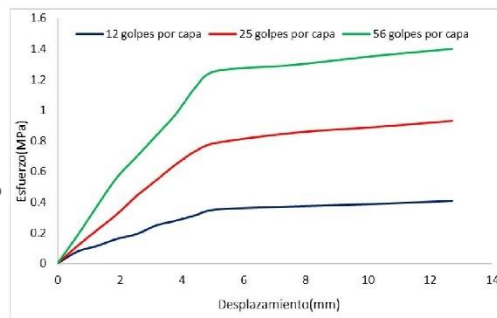
Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.22	0.001932	0.11
0.050	1.27	0.42	0.001932	0.22
0.075	1.91	0.62	0.001932	0.32
0.100	2.54	0.85	0.001932	0.44
0.125	3.18	1.05	0.001932	0.54
0.150	3.81	1.25	0.001932	0.65
0.175	4.45	1.42	0.001932	0.73
0.200	5.08	1.52	0.001932	0.79
0.300	7.62	1.65	0.001932	0.85
0.400	10.16	1.72	0.001932	0.89
0.500	12.70	1.80	0.001932	0.93

Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.35	0.001932	0.181
0.050	1.27	0.72	0.001932	0.373
0.075	1.91	1.08	0.001932	0.559
0.100	2.54	1.34	0.001932	0.694
0.125	3.18	1.61	0.001932	0.833
0.150	3.81	1.88	0.001932	0.973
0.175	4.45	2.22	0.001932	1.149
0.200	5.08	2.42	0.001932	1.253
0.300	7.62	2.5	0.001932	1.294
0.400	10.16	2.61	0.001932	1.351
0.500	12.7	2.7	0.001932	1.398

  
Jerald Danilo Hualpa Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274



  
Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461



  
Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

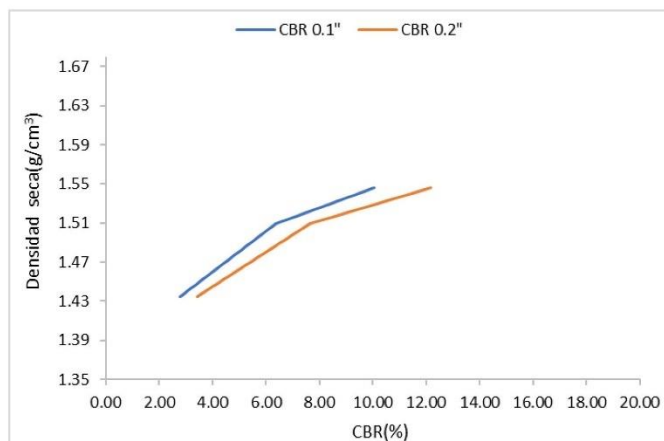


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO A DICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACETE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C1

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.19	6.9	<b>2.78</b>
12	0.2	0.35	10.3	<b>3.42</b>
25	0.1	0.44	6.9	<b>6.38</b>
25	0.2	0.79	10.3	<b>7.64</b>
56	0.1	0.69	6.9	<b>10.05</b>
56	0.2	1.25	10.3	<b>12.16</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.43	2.78	3.42
25	1.51	6.38	7.64
56	1.55	10.05	12.16



M.D.S	1.520	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.444	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	3.5	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	4.2	%



Jerald Danilo Hpacoco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242463



### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C2

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11429	11654	11857
Peso suelo húmedo (g)	3505	3719	3932
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.65	1.75	1.85
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.41</b>	<b>1.50</b>	<b>1.59</b>
Contenido de humedad(%)	17.00	17.02	16.43

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	100.25	84.34	95.85	100.68	134.67	94.67
Rec + suelo seco g	96.89	80.28	92.24	96.25	128.24	89.69
Peso del recipiente g	74.01	59.25	66.65	74.02	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	22.88	21.03	25.59	22.23	69.35	21.11
Peso del agua g	3.36	4.06	3.61	4.43	6.43	4.98
Contenido de Humedad %	14.69	19.31	14.11	19.93	9.27	23.59
Humedad promedio %	17.00		17.02		16.43	

#### Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.17	0.001932	0.09
0.050	1.27	0.25	0.001932	0.13
0.075	1.91	0.34	0.001932	0.18
0.100	2.54	0.40	0.001932	0.21
0.125	3.18	0.51	0.001932	0.26
0.150	3.81	0.57	0.001932	0.30
0.175	4.45	0.64	0.001932	0.33
0.200	5.08	0.71	0.001932	0.37
0.300	7.62	0.75	0.001932	0.39
0.400	10.16	0.78	0.001932	0.40
0.500	12.7	0.80	0.001932	0.41



Jerald Danilo Hoaco Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242463



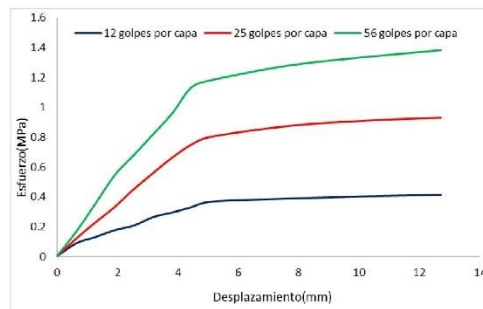


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACETE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MILA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C2

Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.23	0.001932	0.12
0.050	1.27	0.44	0.001932	0.23
0.075	1.91	0.64	0.001932	0.33
0.100	2.54	0.87	0.001932	0.45
0.125	3.18	1.08	0.001932	0.56
0.150	3.81	1.28	0.001932	0.66
0.175	4.45	1.45	0.001932	0.75
0.200	5.08	1.55	0.001932	0.80
0.300	7.62	1.69	0.001932	0.87
0.400	10.16	1.76	0.001932	0.91
0.500	12.70	1.80	0.001932	0.93

Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.32	0.001932	0.166
0.050	1.27	0.68	0.001932	0.352
0.075	1.91	1.05	0.001932	0.543
0.100	2.54	1.31	0.001932	0.678
0.125	3.18	1.58	0.001932	0.818
0.150	3.81	1.85	0.001932	0.958
0.175	4.45	2.19	0.001932	1.134
0.200	5.08	2.28	0.001932	1.180
0.300	7.62	2.47	0.001932	1.278
0.400	10.16	2.58	0.001932	1.335
0.500	12.7	2.67	0.001932	1.382



LABORATORIO DE CERÁMICOS Y SUELOS  
CIP N° 107749

Jerald Datoño Hpacó Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

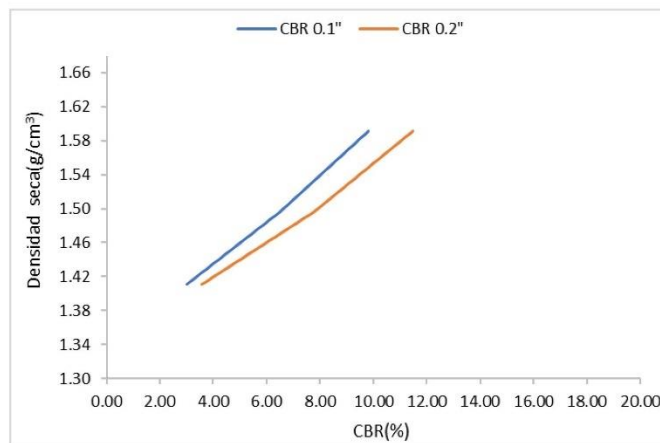


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C2

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.21	6.9	<b>3.00</b>
12	0.2	0.37	10.3	<b>3.57</b>
25	0.1	0.45	6.9	<b>6.53</b>
25	0.2	0.80	10.3	<b>7.79</b>
56	0.1	0.68	6.9	<b>9.83</b>
56	0.2	1.18	10.3	<b>11.46</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.41	3.00	3.57
25	1.50	6.53	7.79
56	1.59	9.83	11.46



M.D.S	1.550	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.473	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	4.2	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	5.7	%



2024 Henry Castillo Calderón  
ING. DE MATERIALES  
REG. N° 197304

Jerald Daño Haco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461



### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO A DICIONANDO FIBRA DE BANANO Y A CEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C3

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11425	11625	11729
Peso suelo húmedo (g)	3501	3690	3804
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.65	1.74	1.79
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.42</b>	<b>1.48</b>	<b>1.53</b>
Contenido de humedad(%)	16.42	17.72	17.37

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	99.34	84.24	95.89	100.03	134.26	95.05
Rec + suelo seco g	96.34	80.18	92.36	95.39	129.14	89.35
Peso del recipiente g	74.01	59.25	66.65	74.02	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	22.33	20.93	25.71	21.37	70.25	20.77
Peso del agua g	3.00	4.06	3.53	4.64	5.12	5.70
Contenido de Humedad%	13.43	19.40	13.73	21.71	7.29	27.44
Humedad promedio %	16.42		17.72		17.37	

#### Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.12	0.001932	0.06
0.050	1.27	0.20	0.001932	0.10
0.075	1.91	0.29	0.001932	0.15
0.100	2.54	0.35	0.001932	0.18
0.125	3.18	0.46	0.001932	0.24
0.150	3.81	0.52	0.001932	0.27
0.175	4.45	0.59	0.001932	0.31
0.200	5.08	0.66	0.001932	0.34
0.300	7.62	0.70	0.001932	0.36
0.400	10.16	0.73	0.001932	0.38
0.500	12.7	0.77	0.001932	0.40



Jerald Danilo Hpacó Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461



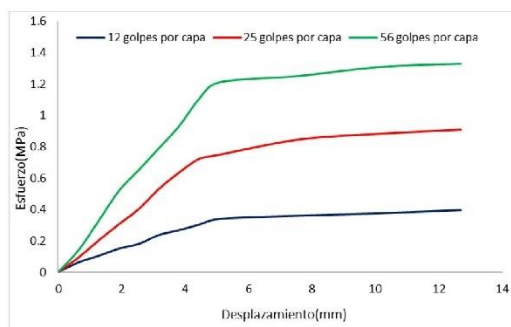


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

**PROYECTO:** ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
**INTEGRANTES:** MJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
**UBICACIÓN:** DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
**MUESTRA:** C3

Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.18	0.001932	0.09
0.050	1.27	0.39	0.001932	0.20
0.075	1.91	0.59	0.001932	0.31
0.100	2.54	0.78	0.001932	0.40
0.125	3.18	1.03	0.001932	0.53
0.150	3.81	1.23	0.001932	0.64
0.175	4.45	1.40	0.001932	0.72
0.200	5.08	1.45	0.001932	0.75
0.300	7.62	1.64	0.001932	0.85
0.400	10.16	1.71	0.001932	0.89
0.500	12.70	1.76	0.001932	0.91

Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.27	0.001932	0.140
0.050	1.27	0.63	0.001932	0.326
0.075	1.91	1	0.001932	0.518
0.100	2.54	1.26	0.001932	0.652
0.125	3.18	1.53	0.001932	0.792
0.150	3.81	1.8	0.001932	0.932
0.175	4.45	2.14	0.001932	1.108
0.200	5.08	2.34	0.001932	1.211
0.300	7.62	2.42	0.001932	1.253
0.400	10.16	2.53	0.001932	1.310
0.500	12.7	2.57	0.001932	1.330



Jorge Alejandro Barrios Viqueiro  
ING. DE MATERIALES  
REG. N° 197384

Jerald Dabillo Mpac Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

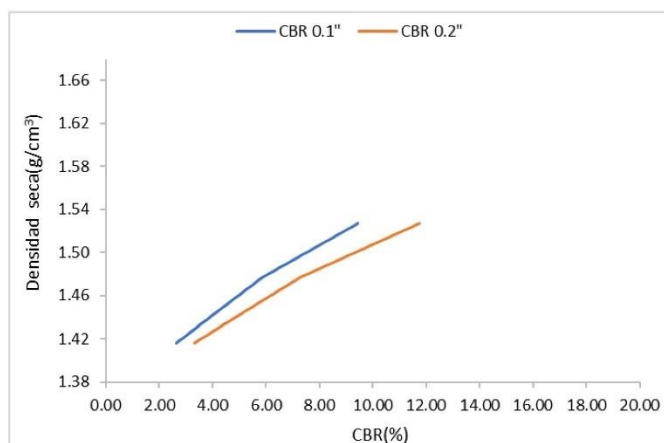


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C3

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.18	6.9	<b>2.63</b>
12	0.2	0.34	10.3	<b>3.32</b>
25	0.1	0.40	6.9	<b>5.85</b>
25	0.2	0.75	10.3	<b>7.29</b>
56	0.1	0.65	6.9	<b>9.45</b>
56	0.2	1.21	10.3	<b>11.76</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.42	2.63	3.32
25	1.48	5.85	7.29
56	1.53	9.45	11.76



M.D.S	1.500	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.425	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	3.2	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	4	%



Ing. Raul Castillo Calderon  
LABORATORIO DE CERAMICOS Y SUELOS  
CIP. N° 107749

Jerald Dado Haco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461



### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C4

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11425	11625	11729
Peso suelo húmedo (g)	3501	3690	3804
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.65	1.74	1.79
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.40</b>	<b>1.47</b>	<b>1.52</b>
Contenido de humedad(%)	17.75	18.52	18.02

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	105.42	85.16	106.01	94.21	90.50	98.65
Rec + suelo seco g	101.85	79.66	102.68	90.84	84.28	95.54
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	27.84	24.25	36.03	12.12	25.39	26.96
Peso del agua g	3.57	5.50	3.33	3.37	6.22	3.11
Contenido de Humedad%	12.82	22.68	9.24	27.81	24.50	11.54
Humedad promedio %	17.75		18.52		18.02	

#### Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.05	0.001932	0.03
0.050	1.27	0.13	0.001932	0.07
0.075	1.91	0.22	0.001932	0.11
0.100	2.54	0.28	0.001932	0.14
0.125	3.18	0.39	0.001932	0.20
0.150	3.81	0.45	0.001932	0.23
0.175	4.45	0.52	0.001932	0.27
0.200	5.08	0.59	0.001932	0.31
0.300	7.62	0.63	0.001932	0.33
0.400	10.16	0.66	0.001932	0.34
0.500	12.7	0.71	0.001932	0.37



Jerald Danilo Meco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461



## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

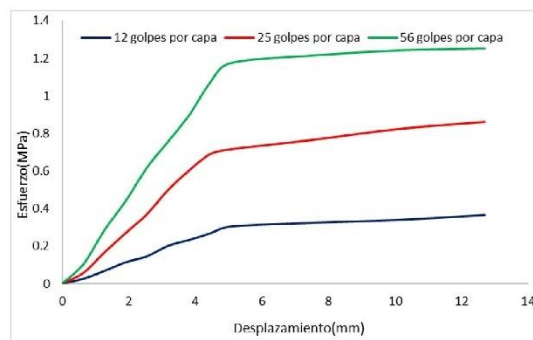
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C4

Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.11	0.001932	0.06
0.050	1.27	0.32	0.001932	0.17
0.075	1.91	0.52	0.001932	0.27
0.100	2.54	0.71	0.001932	0.37
0.125	3.18	0.96	0.001932	0.50
0.150	3.81	1.16	0.001932	0.60
0.175	4.45	1.33	0.001932	0.69
0.200	5.08	1.38	0.001932	0.71
0.300	7.62	1.48	0.001932	0.77
0.400	10.16	1.59	0.001932	0.82
0.500	12.70	1.66	0.001932	0.86

56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.2	0.001932	0.104
0.050	1.27	0.55	0.001932	0.285
0.075	1.91	0.85	0.001932	0.440
0.100	2.54	1.19	0.001932	0.616
0.125	3.18	1.46	0.001932	0.756
0.150	3.81	1.73	0.001932	0.895
0.175	4.45	2.07	0.001932	1.071
0.200	5.08	2.27	0.001932	1.175
0.300	7.62	2.35	0.001932	1.216
0.400	10.16	2.4	0.001932	1.242
0.500	12.7	2.42	0.001932	1.253



INGENIERO EN SISTEMAS VIGILANTE  
LAB. DE MATERIALES  
CIP. N° 97734

Jerald Danilo Hpacoco Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

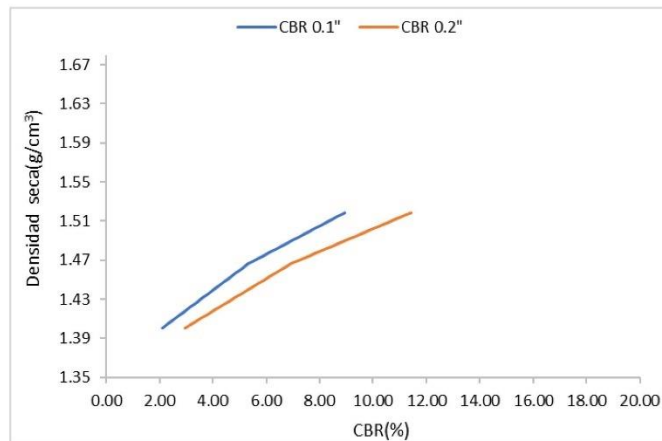


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE  
DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
INTEGRANTES: MUJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN: DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021.  
MUESTRA: C4

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.14	6.9	<b>2.10</b>
12	0.2	0.31	10.3	<b>2.96</b>
25	0.1	0.37	6.9	<b>5.33</b>
25	0.2	0.71	10.3	<b>6.93</b>
56	0.1	0.62	6.9	<b>8.93</b>
56	0.2	1.17	10.3	<b>11.41</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.40	2.10	2.96
25	1.47	5.33	6.93
56	1.52	8.93	11.41



M.D.S	1.510	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.435	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	3	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	5	%



Ing. Jerald Danilo Huaco Chero  
Prof. DE MATERIALES  
CIP N° 197294

Jerald Danilo Huaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242463





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

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIJURA, 2021.  
MUESTRA : C1 + 8% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIJURA, 2021

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11524	11624	12042
Peso suelo húmedo (g)	3600	3689	4117
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.70	1.74	1.94
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.46</b>	<b>1.50</b>	<b>1.69</b>
Contenido de humedad(%)	16.26	16.02	15.06

**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	100.42	75.28	89.27	154.21	106.27	95.14
Rec + suelo seco g	97.35	72.68	84.29	151.27	102.94	90.25
Peso del recipiente g	74.01	59.25	66.65	74.02	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	23.34	13.43	17.64	77.25	44.05	21.67
Peso del agua g	3.07	2.60	4.98	2.94	3.33	4.89
Contenido de Humedad %	13.15	19.36	28.23	3.81	7.56	22.57
Humedad promedio %	16.26		16.02		15.06	

**Ensayo de CBR**

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.38	0.001932	0.20
0.050	1.27	0.79	0.001932	0.41
0.075	1.91	1.20	0.001932	0.62
0.100	2.54	1.61	0.001932	0.83
0.125	3.18	2.01	0.001932	1.04
0.150	3.81	2.39	0.001932	1.24
0.175	4.45	2.79	0.001932	1.44
0.200	5.08	3.06	0.001932	1.58
0.300	7.62	3.68	0.001932	1.90
0.400	10.16	4.12	0.001932	2.13
0.500	12.7	4.52	0.001932	2.34

Jerald Danilo Hpacó Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

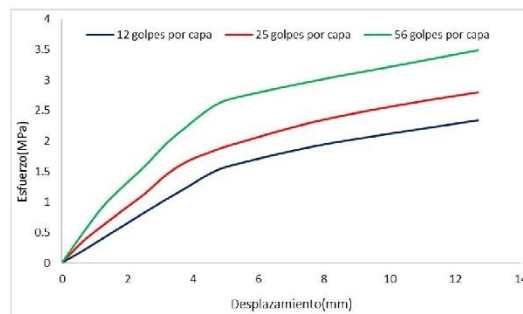
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C1 + 8% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.68	0.001932	0.35
0.050	1.27	1.20	0.001932	0.62
0.075	1.91	1.71	0.001932	0.89
0.100	2.54	2.20	0.001932	1.14
0.125	3.18	2.79	0.001932	1.44
0.150	3.81	3.21	0.001932	1.66
0.175	4.45	3.48	0.001932	1.80
0.200	5.08	3.71	0.001932	1.92
0.300	7.62	4.45	0.001932	2.30
0.400	10.16	4.98	0.001932	2.58
0.500	12.70	5.41	0.001932	2.80

Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.95	0.001932	0.492
0.050	1.27	1.81	0.001932	0.937
0.075	1.91	2.47	0.001932	1.278
0.100	2.54	3.08	0.001932	1.594
0.125	3.18	3.78	0.001932	1.957
0.150	3.81	4.33	0.001932	2.241
0.175	4.45	4.85	0.001932	2.510
0.200	5.08	5.18	0.001932	2.681
0.300	7.62	5.76	0.001932	2.981
0.400	10.16	6.25	0.001932	3.235
0.500	12.7	6.75	0.001932	3.494



Jerald Danijlo Hincayo Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

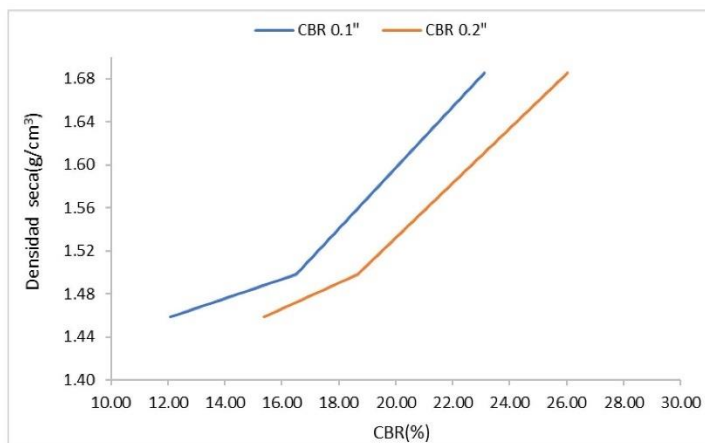


**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIJURA, 2021.  
MUESTRA : C1 + 8% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIJURA, 2021

I	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.83	6.9	<b>12.08</b>
12	0.2	1.58	10.3	<b>15.38</b>
25	0.1	1.14	6.9	<b>16.50</b>
25	0.2	1.92	10.3	<b>18.64</b>
56	0.1	1.59	6.9	<b>23.10</b>
56	0.2	2.68	10.3	<b>26.03</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.46	12.08	15.38
25	1.50	16.50	18.64
56	1.69	23.10	26.03



M.D.S	1.640	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.558	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	18	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	20	%

**Jerald Danilo Hincaco Chere**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

**Johnny Henry Castillo Calderón**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

**Carlos Enrique Martínez Zapata**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461







### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C2 + 8% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11465	11698	11924
Peso suelo húmedo (g)	3541	3763	3999
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.67	1.77	1.88
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.44</b>	<b>1.52</b>	<b>1.62</b>
Contenido de humedad(%)	15.85	16.25	15.94

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	99.27	84.07	95.64	99.61	133.75	94.61
Rec + suelo seco g	96.34	80.18	92.36	95.39	129.14	89.35
Peso del recipiente g	74.01	59.25	66.65	74.02	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	22.33	20.93	25.71	21.37	70.25	20.77
Peso del agua g	2.93	3.89	3.28	4.22	4.61	5.26
Contenido de Humedad %	13.12	18.59	12.76	19.75	6.56	25.32
Humedad promedio %	15.85		16.25		15.94	

#### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.41	0.001932	0.21
0.050	1.27	0.82	0.001932	0.42
0.075	1.91	1.26	0.001932	0.65
0.100	2.54	1.64	0.001932	0.85
0.125	3.18	2.05	0.001932	1.06
0.150	3.81	2.43	0.001932	1.26
0.175	4.45	2.83	0.001932	1.46
0.200	5.08	3.04	0.001932	1.57
0.300	7.62	3.72	0.001932	1.93
0.400	10.16	4.15	0.001932	2.15
0.500	12.7	4.55	0.001932	2.36

  
Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

  
Jerald Danilo Hpacó Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

  
Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

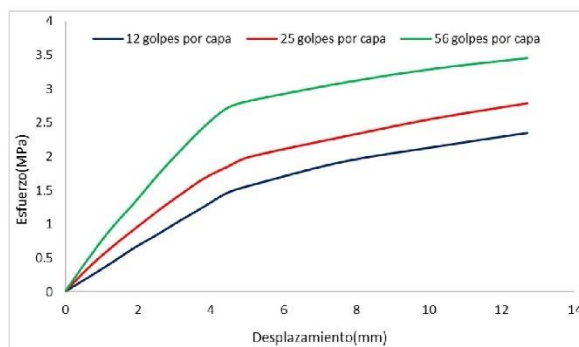
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C2 + 8% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.68	0.001932	0.35
0.050	1.27	1.26	0.001932	0.65
0.075	1.91	1.79	0.001932	0.93
0.100	2.54	2.30	0.001932	1.19
0.125	3.18	2.78	0.001932	1.44
0.150	3.81	3.23	0.001932	1.67
0.175	4.45	3.56	0.001932	1.84
0.200	5.08	3.85	0.001932	1.99
0.300	7.62	4.42	0.001932	2.29
0.400	10.16	4.95	0.001932	2.56
0.500	12.70	5.38	0.001932	2.78

Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.95	0.001932	0.492
0.050	1.27	1.81	0.001932	0.937
0.075	1.91	2.55	0.001932	1.320
0.100	2.54	3.33	0.001932	1.724
0.125	3.18	4.05	0.001932	2.096
0.150	3.81	4.71	0.001932	2.438
0.175	4.45	5.25	0.001932	2.717
0.200	5.08	5.46	0.001932	2.826
0.300	7.62	5.97	0.001932	3.090
0.400	10.16	6.38	0.001932	3.302
0.500	12.7	6.68	0.001932	3.458



Jerald Danilo Huaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274



Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

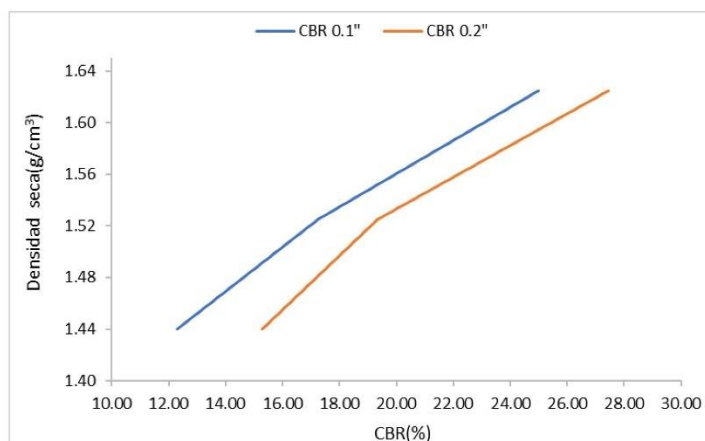


**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C2 + 8% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.85	6.9	<b>12.30</b>
12	0.2	1.57	10.3	<b>15.28</b>
25	0.1	1.19	6.9	<b>17.25</b>
25	0.2	1.99	10.3	<b>19.35</b>
56	0.1	1.72	6.9	<b>24.98</b>
56	0.2	2.83	10.3	<b>27.44</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.44	12.30	15.28
25	1.52	17.25	19.35
56	1.62	24.98	27.44



M.D.S	1.600	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.520	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	16	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	19	%

Jerald Daño Hpac Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C3 + 8% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11568	11698	12015
Peso suelo húmedo (g)	3644	3763	4090
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.72	1.77	1.93
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.48</b>	<b>1.53</b>	<b>1.66</b>
Contenido de humedad(%)	15.91	15.98	15.89

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	100.07	84.05	95.71	100.34	134.54	94.48
Rec + suelo seco g	96.89	80.28	92.24	96.25	128.24	89.69
Peso del recipiente g	74.01	59.25	66.65	74.02	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	22.88	21.03	25.59	22.23	69.35	21.11
Peso del agua g	3.18	3.77	3.47	4.09	6.30	4.79
Contenido de Humedad %	13.90	17.93	13.56	18.40	9.08	22.69
Humedad promedio %	15.91		15.98		15.89	

#### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.48	0.001932	0.25
0.050	1.27	1.01	0.001932	0.52
0.075	1.91	1.54	0.001932	0.80
0.100	2.54	2.14	0.001932	1.11
0.125	3.18	2.64	0.001932	1.37
0.150	3.81	3.12	0.001932	1.61
0.175	4.45	3.37	0.001932	1.74
0.200	5.08	3.59	0.001932	1.86
0.300	7.62	4.00	0.001932	2.07
0.400	10.16	4.28	0.001932	2.22
0.500	12.7	4.48	0.001932	2.32

Jerald Dabito Hpacó Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



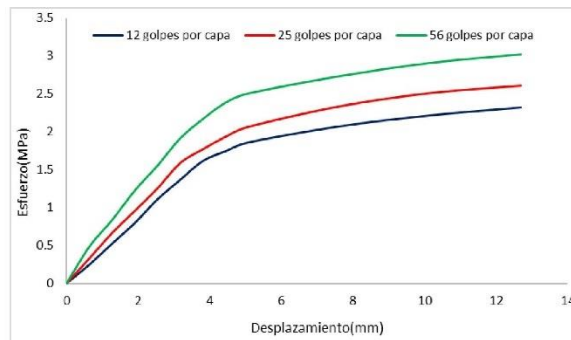


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C3 + 8% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.64	0.001932	0.33
0.050	1.27	1.28	0.001932	0.66
0.075	1.91	1.85	0.001932	0.96
0.100	2.54	2.42	0.001932	1.25
0.125	3.18	3.07	0.001932	1.59
0.150	3.81	3.42	0.001932	1.77
0.175	4.45	3.74	0.001932	1.94
0.200	5.08	3.99	0.001932	2.07
0.300	7.62	4.51	0.001932	2.33
0.400	10.16	4.85	0.001932	2.51
0.500	12.70	5.04	0.001932	2.61

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.94	0.001932	0.487
0.050	1.27	1.61	0.001932	0.833
0.075	1.91	2.37	0.001932	1.227
0.100	2.54	3	0.001932	1.553
0.125	3.18	3.7	0.001932	1.915
0.150	3.81	4.19	0.001932	2.169
0.175	4.45	4.61	0.001932	2.386
0.200	5.08	4.84	0.001932	2.505
0.300	7.62	5.28	0.001932	2.733
0.400	10.16	5.62	0.001932	2.909
0.500	12.7	5.84	0.001932	3.023



Jerald Danilo Hualpa Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242463



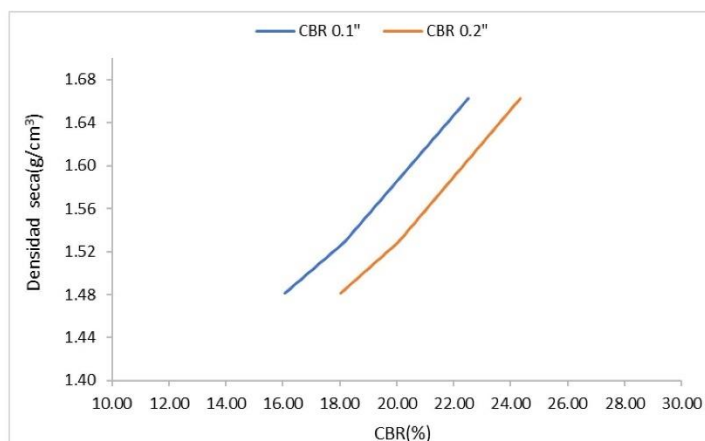


**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C3 + 8% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.11	6.9	<b>16.05</b>
12	0.2	1.86	10.3	<b>18.04</b>
25	0.1	1.25	6.9	<b>18.15</b>
25	0.2	2.07	10.3	<b>20.05</b>
56	0.1	1.55	6.9	<b>22.50</b>
56	0.2	2.51	10.3	<b>24.32</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.48	16.05	18.04
25	1.53	18.15	20.05
56	1.66	22.50	24.32



M.D.S	1.620	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.539	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	17.8	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	19.5	%

*Jerald Daño Haco Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461





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

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C4 + 8% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11465	11698	12075
Peso suelo húmedo (g)	3541	3763	4150
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.67	1.77	1.96
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.44</b>	<b>1.53</b>	<b>1.70</b>
Contenido de humedad(%)	15.99	15.95	14.78

**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	105.07	84.61	105.85	93.64	88.45	99.08
Rec + suelo seco g	101.85	79.66	102.68	90.84	84.28	95.54
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	27.84	24.25	36.03	12.12	25.39	26.96
Peso del agua g	3.22	4.95	3.17	2.80	4.17	3.54
Contenido de Humedad %	11.57	20.41	8.80	23.10	16.42	13.13
Humedad promedio %	15.99		15.95		14.78	

**Ensayo de CBR**

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.41	0.001932	0.21
0.050	1.27	0.82	0.001932	0.42
0.075	1.91	1.26	0.001932	0.65
0.100	2.54	1.64	0.001932	0.85
0.125	3.18	2.05	0.001932	1.06
0.150	3.81	2.43	0.001932	1.26
0.175	4.45	2.83	0.001932	1.46
0.200	5.08	3.04	0.001932	1.57
0.300	7.62	3.72	0.001932	1.93
0.400	10.16	4.15	0.001932	2.15
0.500	12.7	4.55	0.001932	2.36

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Jerald Danilo Huaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274



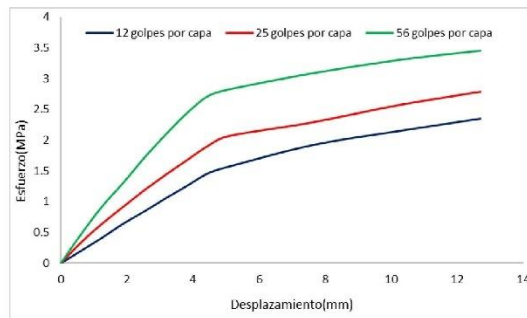


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C4 + 8% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.68	0.001932	0.35
0.050	1.27	1.26	0.001932	0.65
0.075	1.91	1.79	0.001932	0.93
0.100	2.54	2.30	0.001932	1.19
0.125	3.18	2.78	0.001932	1.44
0.150	3.81	3.23	0.001932	1.67
0.175	4.45	3.68	0.001932	1.90
0.200	5.08	3.99	0.001932	2.07
0.300	7.62	4.42	0.001932	2.29
0.400	10.16	4.95	0.001932	2.56
0.500	12.70	5.38	0.001932	2.78

Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	0.95	0.001932	0.492
0.050	1.27	1.81	0.001932	0.937
0.075	1.91	2.55	0.001932	1.320
0.100	2.54	3.33	0.001932	1.724
0.125	3.18	4.05	0.001932	2.096
0.150	3.81	4.71	0.001932	2.438
0.175	4.45	5.25	0.001932	2.717
0.200	5.08	5.46	0.001932	2.826
0.300	7.62	5.97	0.001932	3.090
0.400	10.16	6.38	0.001932	3.302
0.500	12.7	6.68	0.001932	3.458



Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Jerald Danilo Huaco Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274





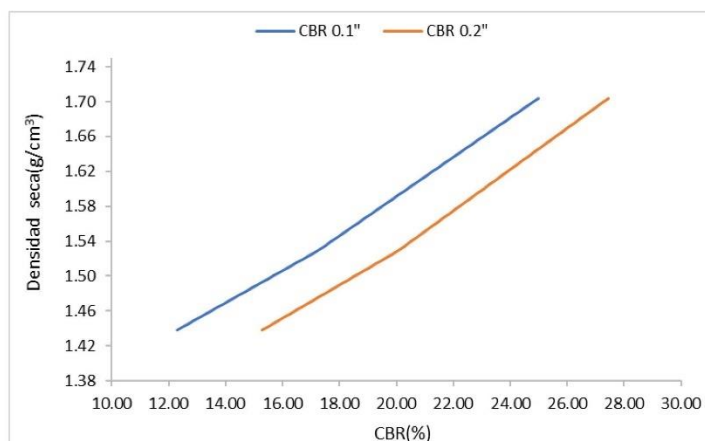


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C4 + 8% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.85	6.9	<b>12.30</b>
12	0.2	1.57	10.3	<b>15.28</b>
25	0.1	1.19	6.9	<b>17.25</b>
25	0.2	2.07	10.3	<b>20.05</b>
56	0.1	1.72	6.9	<b>24.98</b>
56	0.2	2.83	10.3	<b>27.44</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.44	12.30	15.28
25	1.53	17.25	20.05
56	1.70	24.98	27.44



M.D.S	1.630	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.549	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	18.5	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	20	%

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Jerald Danilo Hincapié Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIJURA, 2021.  
MUESTRA : C1 + 10% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIJURA, 2021

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11801	11916	12357
Peso suelo húmedo (g)	3877	3981	4432
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.83	1.88	2.09
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.60</b>	<b>1.64</b>	<b>1.81</b>
Contenido de humedad(%)	14.45	14.57	15.16

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	99.65	81.05	101.24	95.27	85.67	95.28
Rec + suelo seco g	96.21	78.02	96.21	93.48	82.29	91.62
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	22.20	22.61	29.56	14.76	23.40	23.04
Peso del agua g	3.44	3.03	5.03	1.79	3.38	3.66
Contenido de Humedad %	15.50	13.40	17.02	12.13	14.44	15.89
Humedad promedio %	14.45		14.57		15.16	

#### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.38	0.001932	0.71
0.050	1.27	2.35	0.001932	1.22
0.075	1.91	3.19	0.001932	1.65
0.100	2.54	3.91	0.001932	2.02
0.125	3.18	4.51	0.001932	2.33
0.150	3.81	5.14	0.001932	2.66
0.175	4.45	5.65	0.001932	2.92
0.200	5.08	6.10	0.001932	3.16
0.300	7.62	6.58	0.001932	3.41
0.400	10.16	6.82	0.001932	3.53
0.500	12.7	6.98	0.001932	3.61

  
Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242463

  
Jerald Danilo Haco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

  
Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



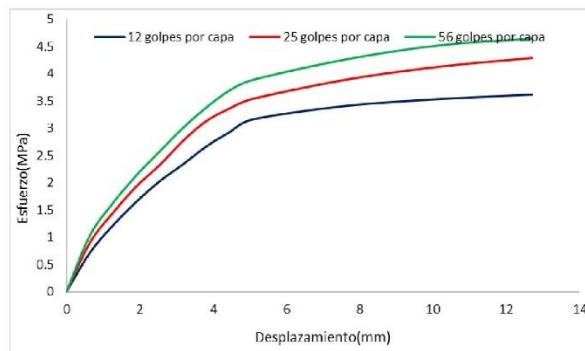


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIJRA, 2021.  
MUESTRA : C1 + 10% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIJRA, 2021

Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.74	0.001932	0.90
0.050	1.27	2.80	0.001932	1.45
0.075	1.91	3.74	0.001932	1.94
0.100	2.54	4.49	0.001932	2.32
0.125	3.18	5.35	0.001932	2.77
0.150	3.81	6.05	0.001932	3.13
0.175	4.45	6.50	0.001932	3.36
0.200	5.08	6.84	0.001932	3.54
0.300	7.62	7.52	0.001932	3.89
0.400	10.16	7.98	0.001932	4.13
0.500	12.70	8.29	0.001932	4.29

Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	2	0.001932	1.035
0.050	1.27	3.15	0.001932	1.630
0.075	1.91	4.14	0.001932	2.143
0.100	2.54	4.98	0.001932	2.578
0.125	3.18	5.82	0.001932	3.012
0.150	3.81	6.54	0.001932	3.385
0.175	4.45	7.15	0.001932	3.701
0.200	5.08	7.52	0.001932	3.892
0.300	7.62	8.25	0.001932	4.270
0.400	10.16	8.75	0.001932	4.529
0.500	12.7	8.99	0.001932	4.653



Jerald Danilo Haco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

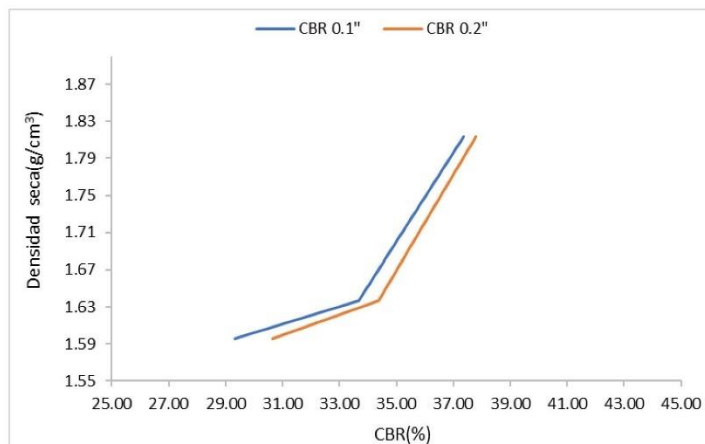


**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIJURA, 2021.  
MUESTRA : C1 + 10% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIJURA, 2021

	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	2.02	6.9	<b>29.33</b>
12	0.2	3.16	10.3	<b>30.65</b>
25	0.1	2.32	6.9	<b>33.68</b>
25	0.2	3.54	10.3	<b>34.37</b>
56	0.1	2.58	6.9	<b>37.36</b>
56	0.2	3.89	10.3	<b>37.79</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.60	29.33	30.65
25	1.64	33.68	34.37
56	1.81	37.36	37.79



M.D.S	1.740	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.653	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	34.8	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	35.4	%

*Jerald Danilo Huaco Chere*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Johnny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C2 + 10% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11802	12124	12298
Peso suelo húmedo (g)	3878	4189	4373
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.83	1.97	2.06
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.59</b>	<b>1.72</b>	<b>1.79</b>
Contenido de humedad(%)	14.91	14.64	15.25

### Datos de humedad del ensayo


Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	99.89	81.15	101.03	95.85	85.87	95.34
Rec + suelo seco g	96.23	78.12	96.01	93.99	82.31	91.79
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	22.22	22.71	29.36	15.27	23.42	23.21
Peso del agua g	3.66	3.03	5.02	1.86	3.56	3.55
Contenido de Humedad %	16.47	13.34	17.10	12.18	15.20	15.30
Humedad promedio %	14.91		14.64		15.25	

### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.35	0.001932	0.70
0.050	1.27	2.61	0.001932	1.35
0.075	1.91	3.72	0.001932	1.93
0.100	2.54	4.68	0.001932	2.42
0.125	3.18	5.51	0.001932	2.85
0.150	3.81	6.29	0.001932	3.26
0.175	4.45	6.96	0.001932	3.60
0.200	5.08	7.42	0.001932	3.84
0.300	7.62	7.92	0.001932	4.10
0.400	10.16	8.19	0.001932	4.24
0.500	12.7	8.26	0.001932	4.28

  
Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

  
Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

  
Jerald Danilo Hpacó Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274







### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

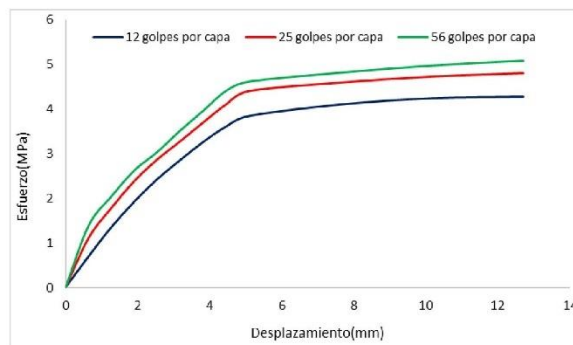
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C2 + 10% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	2.15	0.001932	1.11
0.050	1.27	3.45	0.001932	1.79
0.075	1.91	4.62	0.001932	2.39
0.100	2.54	5.55	0.001932	2.87
0.125	3.18	6.34	0.001932	3.28
0.150	3.81	7.15	0.001932	3.70
0.175	4.45	7.94	0.001932	4.11
0.200	5.08	8.52	0.001932	4.41
0.300	7.62	8.89	0.001932	4.60
0.400	10.16	9.15	0.001932	4.74
0.500	12.70	9.30	0.001932	4.81

**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	2.68	0.001932	1.387
0.050	1.27	3.94	0.001932	2.039
0.075	1.91	5.07	0.001932	2.624
0.100	2.54	5.86	0.001932	3.033
0.125	3.18	6.79	0.001932	3.514
0.150	3.81	7.64	0.001932	3.954
0.175	4.45	8.51	0.001932	4.405
0.200	5.08	8.91	0.001932	4.612
0.300	7.62	9.3	0.001932	4.814
0.400	10.16	9.61	0.001932	4.974
0.500	12.7	9.82	0.001932	5.083



Jerald Danilo Huaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

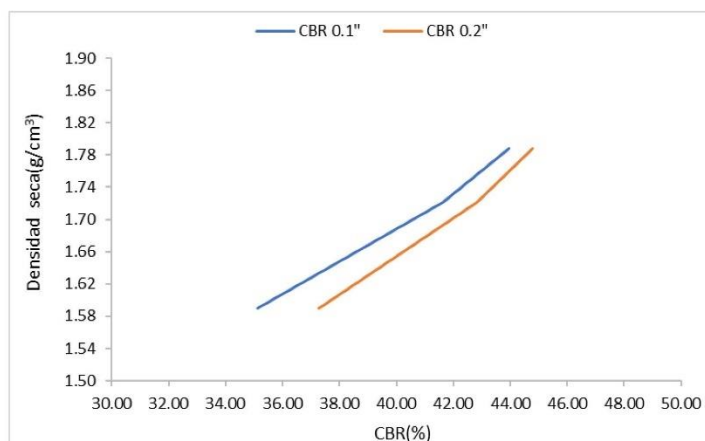


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C2 + 10% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	2.42	6.9	35.11
12	0.2	3.84	10.3	37.29
25	0.1	2.87	6.9	41.63
25	0.2	4.41	10.3	42.81
56	0.1	3.03	6.9	43.96
56	0.2	4.61	10.3	44.77

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.59	35.11	37.29
25	1.72	41.63	42.81
56	1.79	43.96	44.77



M.D.S	1.730	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.644	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	38.5	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	41	%

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Jerald Danilo Híaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274





## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C3 + 10% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11862	12095	12215
Peso suelo humedo (g)	3938	4160	4290
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad humeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.86	1.96	2.02
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.61</b>	<b>1.70</b>	<b>1.77</b>
Contenido de humedad(%)	15.11	15.45	14.45

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	100.65	82.25	102.25	96.38	85.25	97.38
Rec + suelo seco g	97.32	78.56	97.42	94.05	82.01	93.65
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	23.31	23.15	30.77	15.33	23.12	25.07
Peso del agua g	3.33	3.69	4.83	2.33	3.24	3.73
Contenido de Humedad %	14.29	15.94	15.70	15.20	14.01	14.88
Humedad promedio %	15.11		15.45		14.45	

### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.52	0.001932	0.79
0.050	1.27	2.75	0.001932	1.42
0.075	1.91	3.86	0.001932	2.00
0.100	2.54	4.75	0.001932	2.46
0.125	3.18	5.49	0.001932	2.84
0.150	3.81	6.15	0.001932	3.18
0.175	4.45	6.85	0.001932	3.55
0.200	5.08	7.38	0.001932	3.82
0.300	7.62	7.85	0.001932	4.06
0.400	10.16	7.95	0.001932	4.11
0.500	12.7	8.09	0.001932	4.19

Jerald Danilo Huaco Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





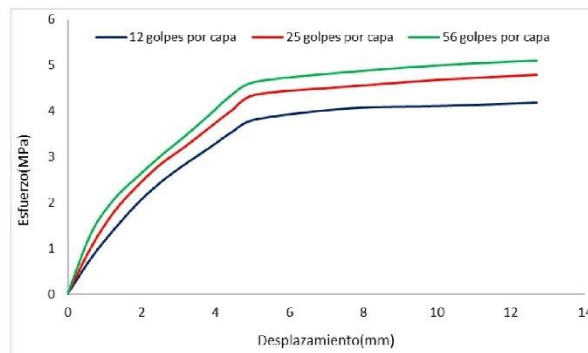


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C3 + 10% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.98	0.001932	1.02
0.050	1.27	3.49	0.001932	1.81
0.075	1.91	4.59	0.001932	2.38
0.100	2.54	5.50	0.001932	2.85
0.125	3.18	6.21	0.001932	3.21
0.150	3.81	6.98	0.001932	3.61
0.175	4.45	7.75	0.001932	4.01
0.200	5.08	8.40	0.001932	4.35
0.300	7.62	8.75	0.001932	4.53
0.400	10.16	9.04	0.001932	4.68
0.500	12.70	9.24	0.001932	4.78

Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	2.58	0.001932	1.335
0.050	1.27	4.02	0.001932	2.081
0.075	1.91	4.98	0.001932	2.578
0.100	2.54	5.86	0.001932	3.033
0.125	3.18	6.67	0.001932	3.452
0.150	3.81	7.53	0.001932	3.898
0.175	4.45	8.42	0.001932	4.358
0.200	5.08	8.96	0.001932	4.638
0.300	7.62	9.38	0.001932	4.855
0.400	10.16	9.67	0.001932	5.005
0.500	12.7	9.86	0.001932	5.104



Jerald Danilo Haco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

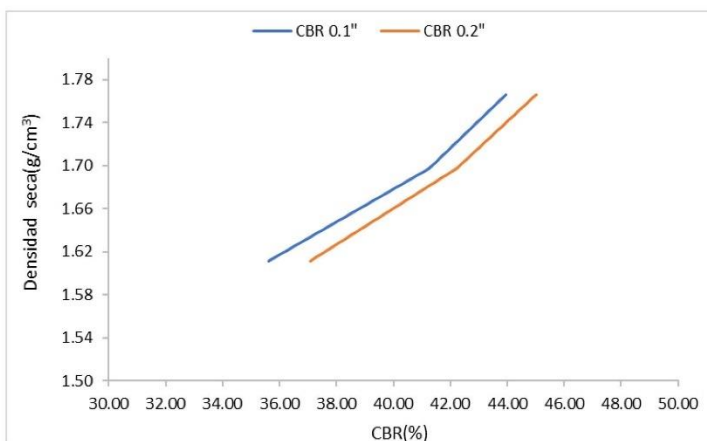


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C3 + 10% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	2.46	6.9	<b>35.63</b>
12	0.2	3.82	10.3	<b>37.09</b>
25	0.1	2.85	6.9	<b>41.26</b>
25	0.2	4.35	10.3	<b>42.21</b>
56	0.1	3.03	6.9	<b>43.96</b>
56	0.2	4.64	10.3	<b>45.03</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.61	35.63	37.09
25	1.70	41.26	42.21
56	1.77	43.96	45.03



M.D.S	1.730	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.644	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	38	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	39.5	%

**Jerald Danilo Huaco Chera**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

**Carlos Enrique Martínez Zapata**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

**Johnny Henry Castillo Calderón**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C4 + 10% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11802	12124	12298
Peso suelo húmedo (g)	3878	4189	4373
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.83	1.97	2.06
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.59</b>	<b>1.72</b>	<b>1.79</b>
Contenido de humedad(%)	15.23	14.98	15.02

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	104.85	84.54	105.81	93.64	88.62	99.27
Rec + suelo seco g	101.90	79.71	102.79	90.99	84.31	95.72
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	27.89	24.30	36.14	12.27	25.42	27.14
Peso del agua g	2.95	4.83	3.02	2.65	4.31	3.55
Contenido de Humedad %	10.58	19.88	8.36	21.60	16.96	13.08
Humedad promedio %	15.23		14.98		15.02	

#### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.35	0.001932	0.70
0.050	1.27	2.61	0.001932	1.35
0.075	1.91	3.72	0.001932	1.93
0.100	2.54	4.68	0.001932	2.42
0.125	3.18	5.51	0.001932	2.85
0.150	3.81	6.29	0.001932	3.26
0.175	4.45	6.96	0.001932	3.60
0.200	5.08	7.42	0.001932	3.84
0.300	7.62	7.92	0.001932	4.10
0.400	10.16	8.19	0.001932	4.24
0.500	12.7	8.26	0.001932	4.28

Jerald Danilo Hualpa Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242463

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



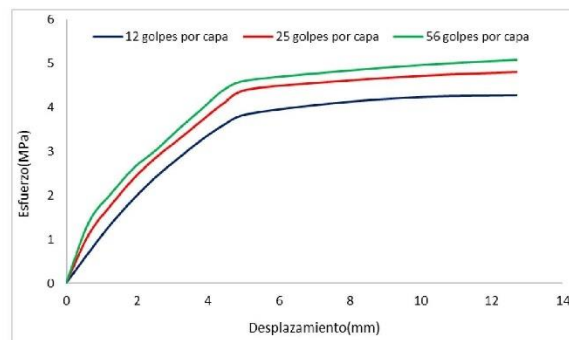


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C4 + 10% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	2.15	0.001932	1.11
0.050	1.27	3.45	0.001932	1.79
0.075	1.91	4.62	0.001932	2.39
0.100	2.54	5.55	0.001932	2.87
0.125	3.18	6.34	0.001932	3.28
0.150	3.81	7.15	0.001932	3.70
0.175	4.45	7.94	0.001932	4.11
0.200	5.08	8.52	0.001932	4.41
0.300	7.62	8.89	0.001932	4.60
0.400	10.16	9.15	0.001932	4.74
0.500	12.70	9.30	0.001932	4.81

Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	2.68	0.001932	1.387
0.050	1.27	3.94	0.001932	2.039
0.075	1.91	5.07	0.001932	2.624
0.100	2.54	5.86	0.001932	3.033
0.125	3.18	6.79	0.001932	3.514
0.150	3.81	7.64	0.001932	3.954
0.175	4.45	8.51	0.001932	4.405
0.200	5.08	8.91	0.001932	4.612
0.300	7.62	9.3	0.001932	4.814
0.400	10.16	9.61	0.001932	4.974
0.500	12.7	9.82	0.001932	5.083



Jerald Danilo Hualpa Chera  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

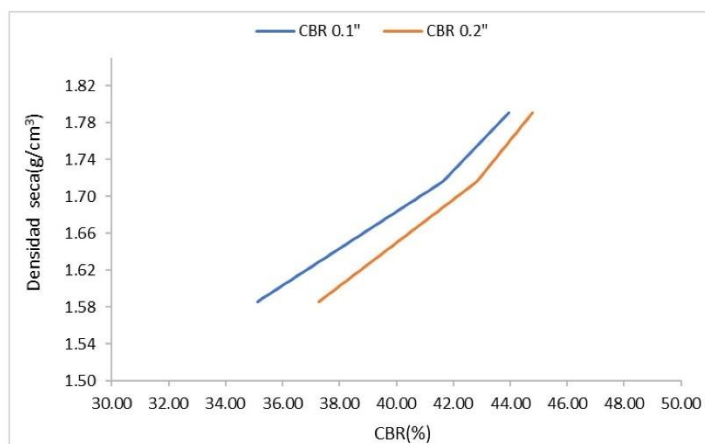


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C4 + 10% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	2.42	6.9	<b>35.11</b>
12	0.2	3.84	10.3	<b>37.29</b>
25	0.1	2.87	6.9	<b>41.63</b>
25	0.2	4.41	10.3	<b>42.81</b>
56	0.1	3.03	6.9	<b>43.96</b>
56	0.2	4.61	10.3	<b>44.77</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.59	35.11	37.29
25	1.72	41.63	42.81
56	1.79	43.96	44.77



M.D.S	1.720	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.634	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	38	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	40	%

Jerald Danilo Hpacó Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749







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

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIJRA, 2021.  
MUESTRA : C1 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIJRA, 2021

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11854	12198	12385
Peso suelo humedo (g)	3930	4263	4460
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad humeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.85	2.01	2.10
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.60</b>	<b>1.74</b>	<b>1.81</b>
Contenido de humedad(%)	15.66	15.15	15.90

**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	100.12	81.12	102.04	95.04	85.31	96.42
Rec + suelo seco g	96.21	78.02	96.21	93.48	82.35	91.94
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	22.20	22.61	29.56	14.76	23.46	23.36
Peso del agua g	3.91	3.10	5.83	1.56	2.96	4.48
Contenido de Humedad %	17.61	13.71	19.72	10.57	12.62	19.18
Humedad promedio %	15.66		15.15		15.90	

**Ensayo de CBR**

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.25	0.001932	0.65
0.050	1.27	2.80	0.001932	1.45
0.075	1.91	4.35	0.001932	2.25
0.100	2.54	5.59	0.001932	2.89
0.125	3.18	7.02	0.001932	3.63
0.150	3.81	7.84	0.001932	4.06
0.175	4.45	8.24	0.001932	4.27
0.200	5.08	8.52	0.001932	4.41
0.300	7.62	9.07	0.001932	4.69
0.400	10.16	9.58	0.001932	4.96
0.500	12.7	9.74	0.001932	5.04

Jerald Dahilo Hpac Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

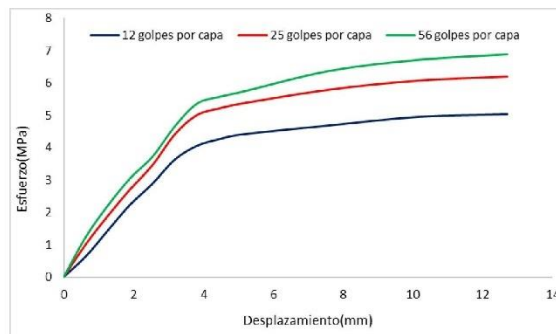
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C1 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.98	0.001932	1.02
0.050	1.27	3.67	0.001932	1.90
0.075	1.91	5.27	0.001932	2.73
0.100	2.54	6.69	0.001932	3.46
0.125	3.18	8.53	0.001932	4.42
0.150	3.81	9.68	0.001932	5.01
0.175	4.45	10.08	0.001932	5.22
0.200	5.08	10.37	0.001932	5.37
0.300	7.62	11.21	0.001932	5.80
0.400	10.16	11.75	0.001932	6.08
0.500	12.70	11.99	0.001932	6.21

**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	2.42	0.001932	1.253
0.050	1.27	4.28	0.001932	2.215
0.075	1.91	5.91	0.001932	3.059
0.100	2.54	7.18	0.001932	3.716
0.125	3.18	8.99	0.001932	4.653
0.150	3.81	10.34	0.001932	5.352
0.175	4.45	10.75	0.001932	5.564
0.200	5.08	11.04	0.001932	5.714
0.300	7.62	12.31	0.001932	6.372
0.400	10.16	12.96	0.001932	6.708
0.500	12.7	13.28	0.001932	6.874



Jerald Danilo Hpac Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

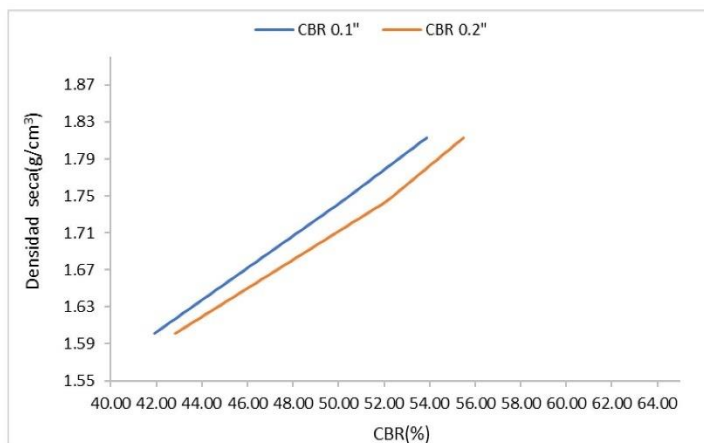


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 28 DE OCTUBRE PIJURA, 2021.  
MUESTRA : C1 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 28 DE OCTUBRE - PIJURA, 2021

	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	2.89	6.9	<b>41.93</b>
12	0.2	4.41	10.3	<b>42.81</b>
25	0.1	3.46	6.9	<b>50.18</b>
25	0.2	5.37	10.3	<b>52.11</b>
56	0.1	3.72	6.9	<b>53.86</b>
56	0.2	5.71	10.3	<b>55.48</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.60	41.93	42.81
25	1.74	50.18	52.11
56	1.81	53.86	55.48



M.D.S	1.770	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.682	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	46	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	48	%

Jerald Danilo Huaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749







## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C2 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11802	12124	12298
Peso suelo humedo (g)	3878	4189	4373
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad humeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.83	1.97	2.06
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.58</b>	<b>1.71</b>	<b>1.78</b>
Contenido de humedad(%)	15.28	15.19	15.47

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	100.14	80.64	112.52	94.68	87.34	95.68
Rec + suelo seco g	96.43	77.54	110.05	91.52	84.84	90.92
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	22.42	22.13	43.40	12.80	25.95	22.34
Peso del agua g	3.71	3.10	2.47	3.16	2.50	4.76
Contenido de Humedad %	16.55	14.01	5.69	24.69	9.63	21.31
Humedad promedio %	15.28		15.19		15.47	

### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.94	0.001932	0.49
0.050	1.27	2.51	0.001932	1.30
0.075	1.91	4.15	0.001932	2.15
0.100	2.54	5.96	0.001932	3.08
0.125	3.18	7.25	0.001932	3.75
0.150	3.81	8.19	0.001932	4.24
0.175	4.45	8.86	0.001932	4.59
0.200	5.08	9.25	0.001932	4.79
0.300	7.62	9.62	0.001932	4.98
0.400	10.16	9.85	0.001932	5.10
0.500	12.7	10.25	0.001932	5.31

Jerald Datillo Hñaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



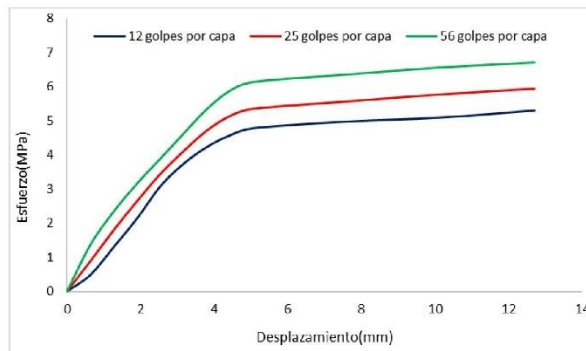


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C2 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.72	0.001932	0.89
0.050	1.27	3.47	0.001932	1.80
0.075	1.91	5.12	0.001932	2.65
0.100	2.54	6.65	0.001932	3.44
0.125	3.18	7.96	0.001932	4.12
0.150	3.81	9.12	0.001932	4.72
0.175	4.45	9.95	0.001932	5.15
0.200	5.08	10.34	0.001932	5.35
0.300	7.62	10.75	0.001932	5.56
0.400	10.16	11.15	0.001932	5.77
0.500	12.70	11.47	0.001932	5.94

Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	2.65	0.001932	1.372
0.050	1.27	4.52	0.001932	2.340
0.075	1.91	6.12	0.001932	3.168
0.100	2.54	7.52	0.001932	3.892
0.125	3.18	8.96	0.001932	4.638
0.150	3.81	10.34	0.001932	5.352
0.175	4.45	11.39	0.001932	5.895
0.200	5.08	11.86	0.001932	6.139
0.300	7.62	12.28	0.001932	6.356
0.400	10.16	12.68	0.001932	6.563
0.500	12.7	12.96	0.001932	6.708



Jerald Danilo Hinocho Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242481

Johny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

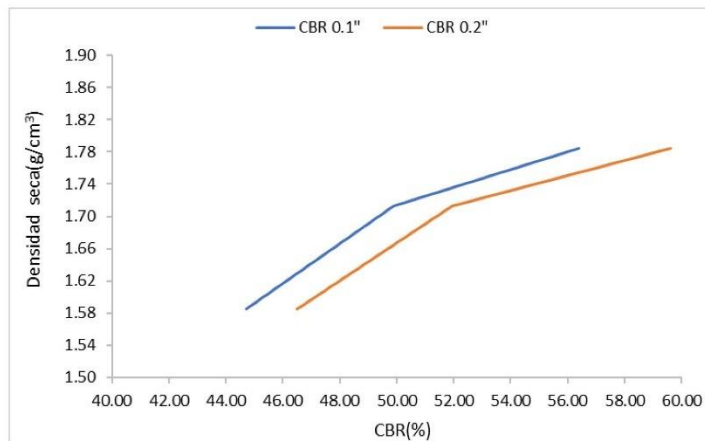


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C2 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	3.08	6.9	<b>44.71</b>
12	0.2	4.79	10.3	<b>46.48</b>
25	0.1	3.44	6.9	<b>49.88</b>
25	0.2	5.35	10.3	<b>51.96</b>
56	0.1	3.89	6.9	<b>56.41</b>
56	0.2	6.14	10.3	<b>59.60</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.58	44.71	46.48
25	1.71	49.88	51.96
56	1.78	56.41	59.60



M.D.S	1.770	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.682	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	48.5	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	49.5	%

Jerald Danilo Hualco Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C3 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11862	12095	12215
Peso suelo humedo (g)	3938	4160	4290
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad humeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.86	1.96	2.02
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.61</b>	<b>1.70</b>	<b>1.75</b>
Contenido de humedad(%)	15.36	15.46	15.63

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	125.38	94.58	101.64	96.42	87.29	97.32
Rec + suelo seco g	116.85	90.76	95.99	94.57	84.58	92.39
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	42.84	35.35	29.34	15.85	25.69	23.81
Peso del agua g	8.53	3.82	5.65	1.85	2.71	4.93
Contenido de Humedad %	19.91	10.81	19.26	11.67	10.55	20.71
Humedad promedio %	15.36		15.46		15.63	

#### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	0.98	0.001932	0.51
0.050	1.27	2.56	0.001932	1.33
0.075	1.91	4.14	0.001932	2.14
0.100	2.54	5.69	0.001932	2.95
0.125	3.18	7.06	0.001932	3.65
0.150	3.81	8.06	0.001932	4.17
0.175	4.45	8.76	0.001932	4.53
0.200	5.08	8.80	0.001932	4.55
0.300	7.62	9.47	0.001932	4.90
0.400	10.16	9.90	0.001932	5.12
0.500	12.7	10.30	0.001932	5.33

Jerald Danilo Haco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIF 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

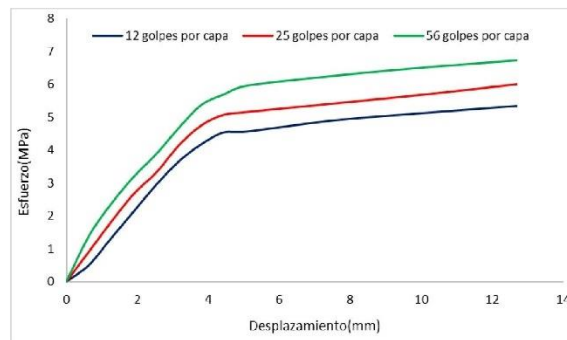
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C3 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.77	0.001932	0.92
0.050	1.27	3.52	0.001932	1.82
0.075	1.91	5.17	0.001932	2.68
0.100	2.54	6.41	0.001932	3.32
0.125	3.18	8.01	0.001932	4.15
0.150	3.81	9.17	0.001932	4.75
0.175	4.45	9.80	0.001932	5.07
0.200	5.08	9.95	0.001932	5.15
0.300	7.62	10.47	0.001932	5.42
0.400	10.16	10.99	0.001932	5.69
0.500	12.70	11.58	0.001932	5.99

Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	2.69	0.001932	1.392
0.050	1.27	4.58	0.001932	2.371
0.075	1.91	6.18	0.001932	3.199
0.100	2.54	7.5	0.001932	3.882
0.125	3.18	9.04	0.001932	4.679
0.150	3.81	10.38	0.001932	5.373
0.175	4.45	11	0.001932	5.694
0.200	5.08	11.5	0.001932	5.952
0.300	7.62	12.1	0.001932	6.263
0.400	10.16	12.59	0.001932	6.517
0.500	12.7	12.99	0.001932	6.724



Jerald Danilo Huaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242463

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



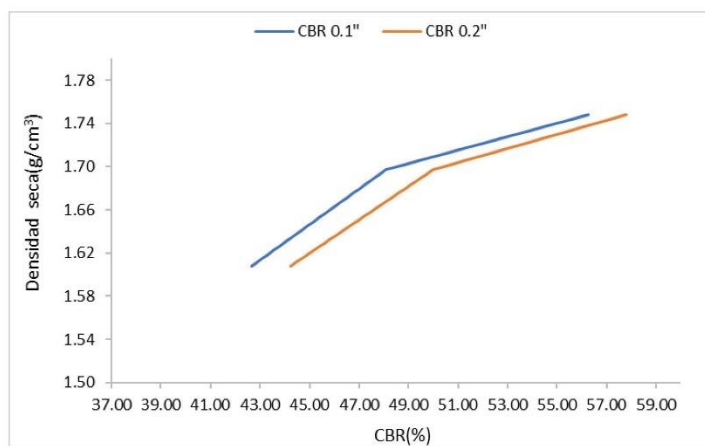


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C3 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	2.95	6.9	<b>42.68</b>
12	0.2	4.55	10.3	<b>44.22</b>
25	0.1	3.32	6.9	<b>48.08</b>
25	0.2	5.15	10.3	<b>50.00</b>
56	0.1	3.88	6.9	<b>56.26</b>
56	0.2	5.95	10.3	<b>57.79</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.61	42.68	44.22
25	1.70	48.08	50.00
56	1.75	56.26	57.79



M.D.S	1.780	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.691	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	45.8	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	48	%

Jerald Danilo Hpacoco Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C4 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12000	12234	12394
Peso suelo humedo (g)	4076	4299	4469
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad humeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.92	2.03	2.11
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.67</b>	<b>1.76</b>	<b>1.83</b>
Contenido de humedad(%)	15.14	15.13	15.27

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	99.08	82.65	104.65	98.34	85.74	96.39
Rec + suelo seco g	95.39	79.51	97.85	96.81	82.92	91.99
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	21.38	24.10	31.20	18.09	24.03	23.41
Peso del agua g	3.69	3.14	6.80	1.53	2.82	4.40
Contenido de Humedad %	17.26	13.03	21.79	8.46	11.74	18.80
Humedad promedio %	15.14		15.13		15.27	

### Ensayo de CBR

### 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.35	0.001932	0.70
0.050	1.27	2.91	0.001932	1.51
0.075	1.91	4.45	0.001932	2.30
0.100	2.54	5.96	0.001932	3.08
0.125	3.18	7.34	0.001932	3.80
0.150	3.81	8.36	0.001932	4.33
0.175	4.45	8.82	0.001932	4.57
0.200	5.08	9.06	0.001932	4.69
0.300	7.62	9.47	0.001932	4.90
0.400	10.16	9.78	0.001932	5.06
0.500	12.7	10.15	0.001932	5.25

Jerald Danilo Hpacó Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

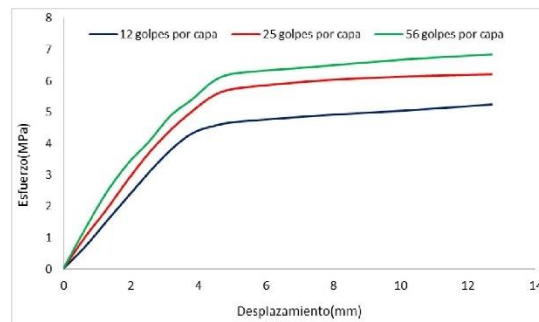
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C4 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.95	0.001932	1.01
0.050	1.27	3.64	0.001932	1.88
0.075	1.91	5.49	0.001932	2.84
0.100	2.54	7.16	0.001932	3.71
0.125	3.18	8.57	0.001932	4.44
0.150	3.81	9.72	0.001932	5.03
0.175	4.45	10.69	0.001932	5.53
0.200	5.08	11.12	0.001932	5.76
0.300	7.62	11.62	0.001932	6.01
0.400	10.16	11.87	0.001932	6.14
0.500	12.70	12.01	0.001932	6.22

Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	2.45	0.001932	1.268
0.050	1.27	4.69	0.001932	2.428
0.075	1.91	6.49	0.001932	3.359
0.100	2.54	7.86	0.001932	4.068
0.125	3.18	9.46	0.001932	4.896
0.150	3.81	10.45	0.001932	5.409
0.175	4.45	11.59	0.001932	5.999
0.200	5.08	12.06	0.001932	6.242
0.300	7.62	12.5	0.001932	6.470
0.400	10.16	12.93	0.001932	6.693
0.500	12.7	13.24	0.001932	6.853



Jerald Danilo Hualpa Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



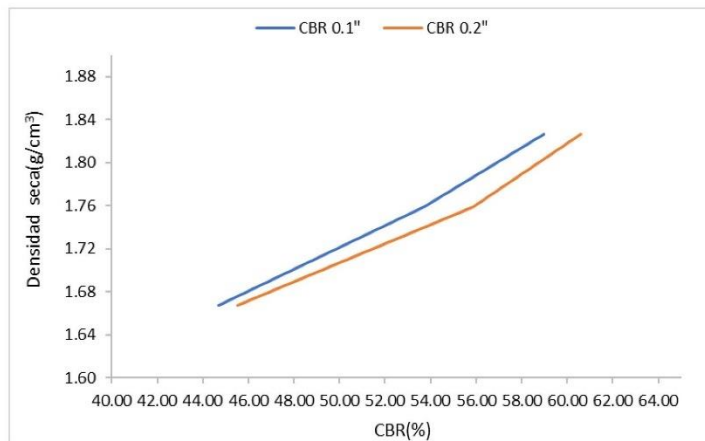


**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C4 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	3.08	6.9	<b>44.71</b>
12	0.2	4.69	10.3	<b>45.53</b>
25	0.1	3.71	6.9	<b>53.71</b>
25	0.2	5.76	10.3	<b>55.88</b>
56	0.1	4.07	6.9	<b>58.96</b>
56	0.2	6.24	10.3	<b>60.60</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.67	44.71	45.53
25	1.76	53.71	55.88
56	1.83	58.96	60.60



M.D.S	1.780	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.691	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	46.5	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	47.8	%

*Jerald Danilo Huaco Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





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

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 28 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C1 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.25 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 28 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12124	12254	12425
Peso suelo húmedo (g)	4200	4319	4500
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.98	2.03	2.12
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.69</b>	<b>1.74</b>	<b>1.84</b>
Contenido de humedad(%)	16.86	16.64	15.15

**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	99.85	82.41	103.42	97.25	86.27	95.45
Rec + suelo seco g	95.46	79.25	97.52	94.95	82.24	92.35
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	21.45	23.84	30.87	16.23	23.35	23.77
Peso del agua g	4.39	3.16	5.90	2.30	4.03	3.10
Contenido de Humedad %	20.47	13.26	19.11	14.17	17.26	13.04
Humedad promedio %	16.86		16.64		15.15	

**Ensayo de CBR**

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.29	0.001932	0.67
0.050	1.27	2.95	0.001932	1.53
0.075	1.91	4.96	0.001932	2.57
0.100	2.54	6.74	0.001932	3.49
0.125	3.18	8.25	0.001932	4.27
0.150	3.81	9.25	0.001932	4.79
0.175	4.45	9.92	0.001932	5.13
0.200	5.08	10.25	0.001932	5.31
0.300	7.62	11.05	0.001932	5.72
0.400	10.16	11.48	0.001932	5.94
0.500	12.7	11.65	0.001932	6.03

Jerald Danilo Hpacoco Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

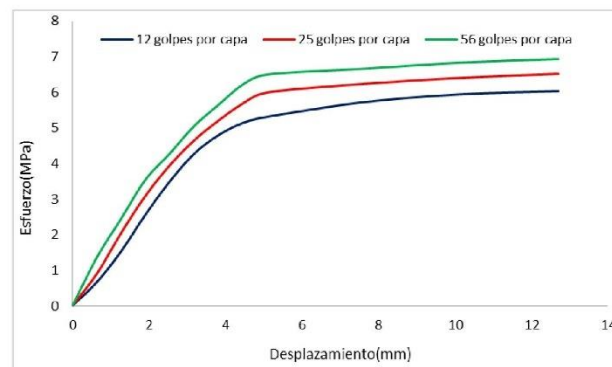
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C1 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.25 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.75	0.001932	0.91
0.050	1.27	3.95	0.001932	2.04
0.075	1.91	5.98	0.001932	3.10
0.100	2.54	7.62	0.001932	3.94
0.125	3.18	8.98	0.001932	4.65
0.150	3.81	10.05	0.001932	5.20
0.175	4.45	10.98	0.001932	5.68
0.200	5.08	11.58	0.001932	5.99
0.300	7.62	12.05	0.001932	6.24
0.400	10.16	12.38	0.001932	6.41
0.500	12.70	12.59	0.001932	6.52

**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	2.64	0.001932	1.366
0.050	1.27	4.72	0.001932	2.443
0.075	1.91	6.85	0.001932	3.546
0.100	2.54	8.25	0.001932	4.270
0.125	3.18	9.75	0.001932	5.047
0.150	3.81	10.89	0.001932	5.637
0.175	4.45	12	0.001932	6.211
0.200	5.08	12.54	0.001932	6.491
0.300	7.62	12.86	0.001932	6.656
0.400	10.16	13.19	0.001932	6.827
0.500	12.7	13.38	0.001932	6.925



Jerald Daño Múaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

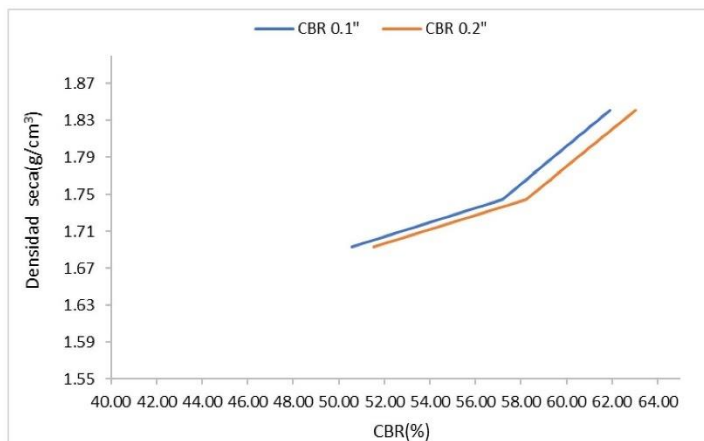


**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 28 DE OCTUBRE PIJURA, 2021.  
MUESTRA : C1 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.25 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 28 DE OCTUBRE - PIJURA, 2021

	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	3.49	6.9	<b>50.56</b>
12	0.2	5.31	10.3	<b>51.51</b>
25	0.1	3.94	6.9	<b>57.16</b>
25	0.2	5.99	10.3	<b>58.19</b>
56	0.1	4.27	6.9	<b>61.89</b>
56	0.2	6.49	10.3	<b>63.02</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.69	50.56	51.51
25	1.74	57.16	58.19
56	1.84	61.89	63.02



M.D.S	1.790	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.701	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	50.7	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	51.8	%

*Jerald Danilo Huaco Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C2 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.25 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12074	12294	12406
Peso suelo húmedo (g)	4150	4359	4481
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.96	2.05	2.11
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.68</b>	<b>1.78</b>	<b>1.82</b>
Contenido de humedad(%)	16.72	15.48	16.11

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	98.24	83.69	100.04	99.34	89.24	95.12
Rec + suelo seco g	95.02	79.35	95.87	96.39	83.59	92.85
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	21.01	23.94	29.22	17.67	24.70	24.27
Peso del agua g	3.22	4.34	4.17	2.95	5.65	2.27
Contenido de Humedad %	15.30	18.13	14.27	16.69	22.87	9.35
Humedad promedio %	16.72		15.48		16.11	

#### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.29	0.001932	0.67
0.050	1.27	2.95	0.001932	1.53
0.075	1.91	4.95	0.001932	2.56
0.100	2.54	6.77	0.001932	3.50
0.125	3.18	8.28	0.001932	4.29
0.150	3.81	9.28	0.001932	4.80
0.175	4.45	9.97	0.001932	5.16
0.200	5.08	10.26	0.001932	5.31
0.300	7.62	11.05	0.001932	5.72
0.400	10.16	11.46	0.001932	5.93
0.500	12.7	11.67	0.001932	6.04

Jerald Danilo Hpac Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749







### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

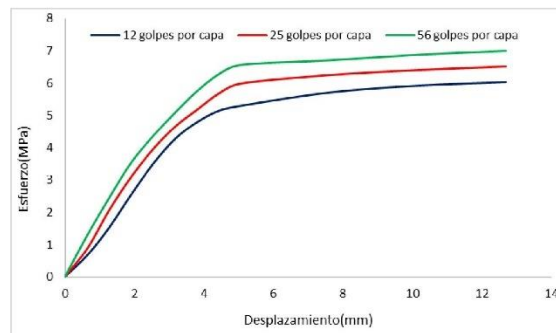
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C2 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.25 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.69	0.001932	0.87
0.050	1.27	3.98	0.001932	2.06
0.075	1.91	5.99	0.001932	3.10
0.100	2.54	7.63	0.001932	3.95
0.125	3.18	8.99	0.001932	4.65
0.150	3.81	10.00	0.001932	5.18
0.175	4.45	10.99	0.001932	5.69
0.200	5.08	11.56	0.001932	5.98
0.300	7.62	12.06	0.001932	6.24
0.400	10.16	12.36	0.001932	6.40
0.500	12.70	12.57	0.001932	6.51

**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	2.49	0.001932	1.289
0.050	1.27	4.72	0.001932	2.443
0.075	1.91	6.85	0.001932	3.546
0.100	2.54	8.42	0.001932	4.358
0.125	3.18	9.84	0.001932	5.093
0.150	3.81	11.12	0.001932	5.756
0.175	4.45	12.15	0.001932	6.289
0.200	5.08	12.68	0.001932	6.563
0.300	7.62	12.95	0.001932	6.703
0.400	10.16	13.28	0.001932	6.874
0.500	12.7	13.51	0.001932	6.993



LABORATORIO DE CERÁMICOS Y SUELOS  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

Jerald Dabillo Huaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

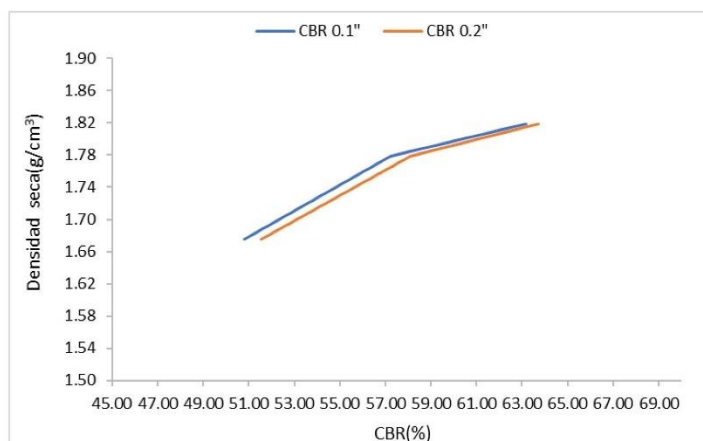


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C2 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.25 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	3.50	6.9	<b>50.78</b>
12	0.2	5.31	10.3	<b>51.56</b>
25	0.1	3.95	6.9	<b>57.24</b>
25	0.2	5.98	10.3	<b>58.09</b>
56	0.1	4.36	6.9	<b>63.16</b>
56	0.2	6.56	10.3	<b>63.72</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.68	50.78	51.56
25	1.78	57.24	58.09
56	1.82	63.16	63.72



M.D.S	1.790	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.701	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	51.3	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	51.5	%

Jerald Dabito Haco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242483

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749







### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C3 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.25 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12098	12297	12395
Peso suelo húmedo (g)	4174	4362	4470
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.97	2.05	2.11
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.70</b>	<b>1.77</b>	<b>1.82</b>
Contenido de humedad(%)	15.56	15.89	15.59

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	99.94	82.04	99.45	98.64	88.45	95.05
Rec + suelo seco g	95.64	79.35	95.34	95.68	83.25	92.68
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	21.63	23.94	28.69	16.96	24.36	24.10
Peso del agua g	4.30	2.69	4.11	2.96	5.20	2.37
Contenido de Humedad %	19.88	11.24	14.33	17.45	21.35	9.83
Humedad promedio %	15.56		15.89		15.59	

#### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.51	0.001932	0.78
0.050	1.27	3.17	0.001932	1.64
0.075	1.91	5.16	0.001932	2.67
0.100	2.54	6.98	0.001932	3.61
0.125	3.18	8.49	0.001932	4.39
0.150	3.81	9.49	0.001932	4.91
0.175	4.45	10.18	0.001932	5.27
0.200	5.08	10.58	0.001932	5.48
0.300	7.62	11.26	0.001932	5.83
0.400	10.16	11.68	0.001932	6.05
0.500	12.7	11.88	0.001932	6.15

Jerald Danilo Huaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

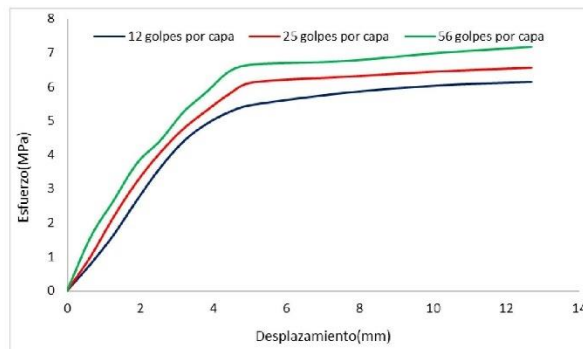
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C3 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.25 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.94	0.001932	1.00
0.050	1.27	4.19	0.001932	2.17
0.075	1.91	6.21	0.001932	3.21
0.100	2.54	7.84	0.001932	4.06
0.125	3.18	9.21	0.001932	4.77
0.150	3.81	10.24	0.001932	5.30
0.175	4.45	11.21	0.001932	5.80
0.200	5.08	11.85	0.001932	6.13
0.300	7.62	12.17	0.001932	6.30
0.400	10.16	12.47	0.001932	6.45
0.500	12.70	12.68	0.001932	6.56

**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	3.04	0.001932	1.573
0.050	1.27	5.12	0.001932	2.650
0.075	1.91	7.25	0.001932	3.753
0.100	2.54	8.52	0.001932	4.410
0.125	3.18	10.15	0.001932	5.254
0.150	3.81	11.29	0.001932	5.844
0.175	4.45	12.49	0.001932	6.465
0.200	5.08	12.86	0.001932	6.656
0.300	7.62	13.06	0.001932	6.760
0.400	10.16	13.52	0.001932	6.998
0.500	12.7	13.86	0.001932	7.174



Jerald Dado Hpac Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242481

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

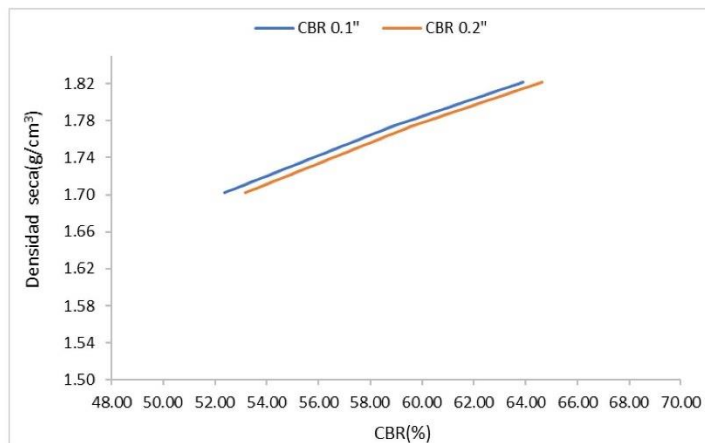


**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C3 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.25 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	3.61	6.9	<b>52.36</b>
12	0.2	5.48	10.3	<b>53.17</b>
25	0.1	4.06	6.9	<b>58.81</b>
25	0.2	6.13	10.3	<b>59.55</b>
56	0.1	4.41	6.9	<b>63.91</b>
56	0.2	6.66	10.3	<b>64.62</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.70	52.36	53.17
25	1.77	58.81	59.55
56	1.82	63.91	64.62



M.D.S	1.790	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.701	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	54	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	55	%

Jerald Danilo Haco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C4 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.25 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12098	12297	12395
Peso suelo humedo (g)	4174	4362	4470
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad humeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.97	2.05	2.11
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.70</b>	<b>1.78</b>	<b>1.82</b>
Contenido de humedad(%)	15.54	15.51	15.59

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	99.75	82.24	99.45	98.51	88.45	95.05
Rec + suelo seco g	95.64	79.35	95.34	95.68	83.25	92.68
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	21.63	23.94	28.69	16.96	24.36	24.10
Peso del agua g	4.11	2.89	4.11	2.83	5.20	2.37
Contenido de Humedad %	19.00	12.07	14.33	16.69	21.35	9.83
Humedad promedio %	15.54		15.51		15.59	

### Ensayo de CBR

### 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.21	0.001932	0.63
0.050	1.27	2.87	0.001932	1.49
0.075	1.91	4.86	0.001932	2.52
0.100	2.54	6.68	0.001932	3.46
0.125	3.18	8.19	0.001932	4.24
0.150	3.81	9.19	0.001932	4.76
0.175	4.45	9.88	0.001932	5.11
0.200	5.08	10.17	0.001932	5.26
0.300	7.62	10.96	0.001932	5.67
0.400	10.16	11.37	0.001932	5.89
0.500	12.7	11.58	0.001932	5.99

Jerald Danilo Haco Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

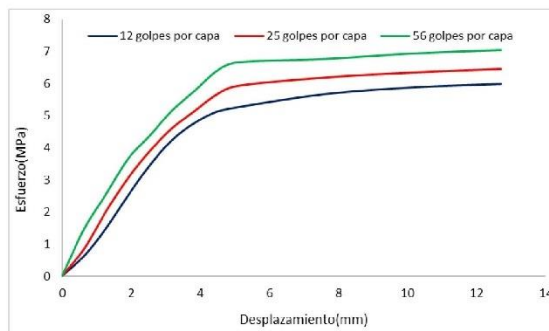
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C4 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.25 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.64	0.001932	0.85
0.050	1.27	3.89	0.001932	2.01
0.075	1.91	5.91	0.001932	3.06
0.100	2.54	7.54	0.001932	3.90
0.125	3.18	8.91	0.001932	4.61
0.150	3.81	9.91	0.001932	5.13
0.175	4.45	10.91	0.001932	5.65
0.200	5.08	11.47	0.001932	5.94
0.300	7.62	11.97	0.001932	6.20
0.400	10.16	12.27	0.001932	6.35
0.500	12.70	12.48	0.001932	6.46

**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	2.84	0.001932	1.470
0.050	1.27	4.92	0.001932	2.547
0.075	1.91	7.05	0.001932	3.649
0.100	2.54	8.45	0.001932	4.374
0.125	3.18	9.95	0.001932	5.150
0.150	3.81	11.09	0.001932	5.740
0.175	4.45	12.29	0.001932	6.361
0.200	5.08	12.85	0.001932	6.651
0.300	7.62	13.06	0.001932	6.760
0.400	10.16	13.39	0.001932	6.931
0.500	12.7	13.59	0.001932	7.034



Jerald Danilo Haco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



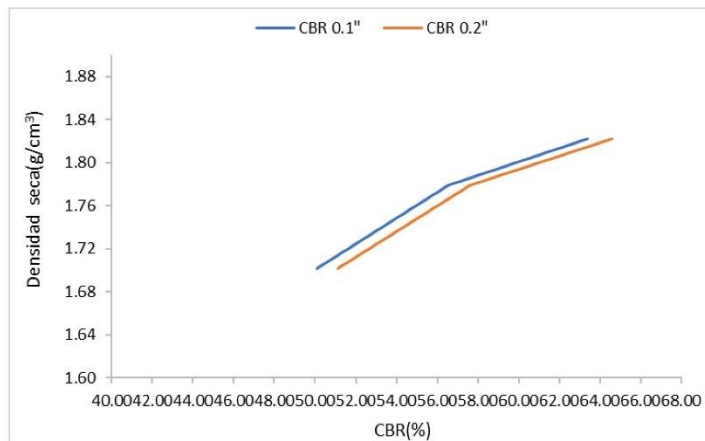


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C4 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.25 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	3.46	6.9	<b>50.11</b>
12	0.2	5.26	10.3	<b>51.11</b>
25	0.1	3.90	6.9	<b>56.56</b>
25	0.2	5.94	10.3	<b>57.64</b>
56	0.1	4.37	6.9	<b>63.39</b>
56	0.2	6.65	10.3	<b>64.57</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.70	50.11	51.11
25	1.78	56.56	57.64
56	1.82	63.39	64.57



M.D.S	1.800	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.710	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	52	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	53	%

**Jerald Danilo Hpacó Chere**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

**Carlos Enrique Martínez Zapata**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242463

**Johnny Henry Castillo Calderón**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





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

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 28 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C1 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.30 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 28 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12215	12504	12584
Peso suelo húmedo (g)	4291	4569	4659
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	2.02	2.15	2.19
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.75</b>	<b>1.85</b>	<b>1.89</b>
Contenido de humedad(%)	15.81	16.27	16.25

**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	102.41	87.02	104.75	92.85	90.04	98.54
Rec + suelo seco g	99.25	81.95	101.29	90.25	84.59	95.50
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	25.24	26.54	34.64	11.53	25.70	26.92
Peso del agua g	3.16	5.07	3.46	2.60	5.45	3.04
Contenido de Humedad %	12.52	19.10	9.99	22.55	21.21	11.29
Humedad promedio %	15.81		16.27		16.25	

**Ensayo de CBR**

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.34	0.001932	0.69
0.050	1.27	3.15	0.001932	1.63
0.075	1.91	5.15	0.001932	2.67
0.100	2.54	7.45	0.001932	3.86
0.125	3.18	9.35	0.001932	4.84
0.150	3.81	10.38	0.001932	5.37
0.175	4.45	11.41	0.001932	5.91
0.200	5.08	12.00	0.001932	6.21
0.300	7.62	13.75	0.001932	7.12
0.400	10.16	14.24	0.001932	7.37
0.500	12.7	14.58	0.001932	7.55

Jerald Dabillo Huaco Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242463

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749







### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

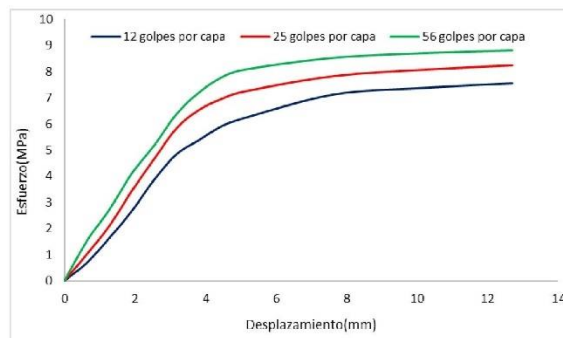
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C1 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.30 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.98	0.001932	1.02
0.050	1.27	4.05	0.001932	2.10
0.075	1.91	6.65	0.001932	3.44
0.100	2.54	9.00	0.001932	4.66
0.125	3.18	11.29	0.001932	5.84
0.150	3.81	12.64	0.001932	6.54
0.175	4.45	13.45	0.001932	6.96
0.200	5.08	14.00	0.001932	7.25
0.300	7.62	15.14	0.001932	7.84
0.400	10.16	15.62	0.001932	8.08
0.500	12.70	15.94	0.001932	8.25

**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	2.96	0.001932	1.532
0.050	1.27	5.25	0.001932	2.717
0.075	1.91	7.94	0.001932	4.110
0.100	2.54	10	0.001932	5.176
0.125	3.18	12.34	0.001932	6.387
0.150	3.81	13.92	0.001932	7.205
0.175	4.45	15.04	0.001932	7.785
0.200	5.08	15.61	0.001932	8.080
0.300	7.62	16.49	0.001932	8.535
0.400	10.16	16.84	0.001932	8.716
0.500	12.7	17.05	0.001932	8.825



*Jerald Danilo Hualpa Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Johnny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

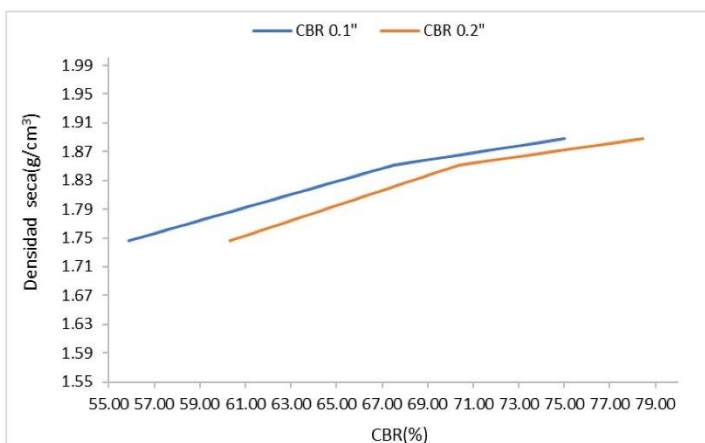


**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 28 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C1 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.30 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 28 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	3.86	6.9	<b>55.89</b>
12	0.2	6.21	10.3	<b>60.30</b>
25	0.1	4.66	6.9	<b>67.51</b>
25	0.2	7.25	10.3	<b>70.35</b>
56	0.1	5.18	6.9	<b>75.01</b>
56	0.2	8.08	10.3	<b>78.44</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.75	55.89	60.30
25	1.85	67.51	70.35
56	1.89	75.01	78.44



M.D.S	1.850	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.758	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	60	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	62	%

*Jerald Danilo Múaco Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C2 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.30 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12042	12257	12451
Peso suelo húmedo (g)	4118	4322	4526
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.94	2.04	2.13
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.68</b>	<b>1.78</b>	<b>1.84</b>
Contenido de humedad(%)	15.36	14.66	15.96

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	95.74	120.42	144.24	92.34	89.14	95.02
Rec + suelo seco g	91.15	117.95	143.98	89.28	83.58	92.75
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	17.14	62.54	77.33	10.56	24.69	24.17
Peso del agua g	4.59	2.47	0.26	3.06	5.56	2.27
Contenido de Humedad %	26.78	3.95	0.34	28.98	22.52	9.39
Humedad promedio %	15.36		14.66		15.96	

#### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.61	0.001932	0.83
0.050	1.27	3.27	0.001932	1.69
0.075	1.91	5.26	0.001932	2.72
0.100	2.54	7.08	0.001932	3.66
0.125	3.18	8.59	0.001932	4.45
0.150	3.81	9.59	0.001932	4.96
0.175	4.45	10.28	0.001932	5.32
0.200	5.08	10.69	0.001932	5.53
0.300	7.62	11.36	0.001932	5.88
0.400	10.16	11.77	0.001932	6.09
0.500	12.7	11.98	0.001932	6.20

  
Jerald Dabijo Híaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

  
Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

  
Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

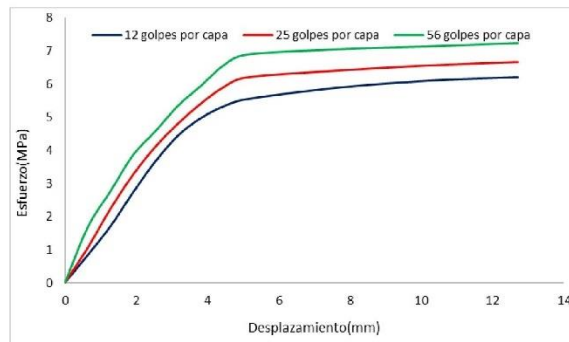
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C2 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.30 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	2.04	0.001932	1.06
0.050	1.27	4.29	0.001932	2.22
0.075	1.91	6.30	0.001932	3.26
0.100	2.54	7.94	0.001932	4.11
0.125	3.18	9.30	0.001932	4.81
0.150	3.81	10.45	0.001932	5.41
0.175	4.45	11.41	0.001932	5.91
0.200	5.08	11.97	0.001932	6.20
0.300	7.62	12.37	0.001932	6.40
0.400	10.16	12.67	0.001932	6.56
0.500	12.70	12.88	0.001932	6.67

Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	3.24	0.001932	1.677
0.050	1.27	5.32	0.001932	2.754
0.075	1.91	7.45	0.001932	3.856
0.100	2.54	8.85	0.001932	4.581
0.125	3.18	10.35	0.001932	5.357
0.150	3.81	11.49	0.001932	5.947
0.175	4.45	12.69	0.001932	6.568
0.200	5.08	13.31	0.001932	6.889
0.300	7.62	13.62	0.001932	7.050
0.400	10.16	13.79	0.001932	7.138
0.500	12.7	13.99	0.001932	7.241



Jerald Danilo Hnaco Chera  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

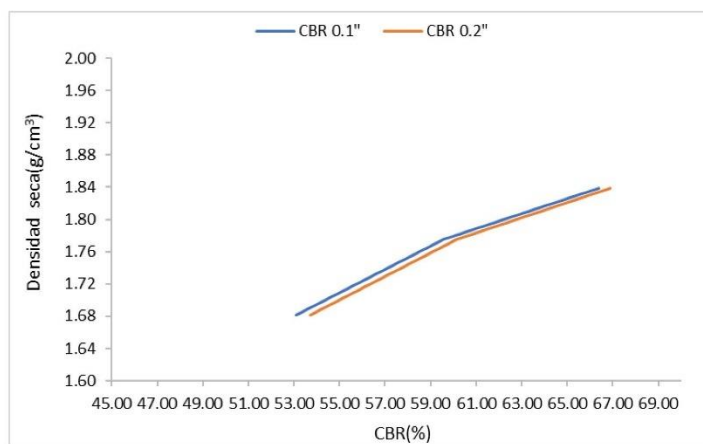


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C2 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.30 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	3.66	6.9	<b>53.11</b>
12	0.2	5.53	10.3	<b>53.72</b>
25	0.1	4.11	6.9	<b>59.56</b>
25	0.2	6.20	10.3	<b>60.15</b>
56	0.1	4.58	6.9	<b>66.39</b>
56	0.2	6.89	10.3	<b>66.89</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.68	53.11	53.72
25	1.78	59.56	60.15
56	1.84	66.39	66.89



M.D.S	1.850	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.758	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	60.5	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	61.5	%

Jerald Dabillo Mpaico Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749







## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C3 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.30 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12285	12416	12634
Peso suelo húmedo (g)	4361	4481	4709
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	2.05	2.11	2.22
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.78</b>	<b>1.83</b>	<b>1.91</b>
Contenido de humedad(%)	15.71	15.11	15.99

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	105.52	85.85	109.34	92.14	90.24	96.74
Rec + suelo seco g	102.95	80.25	105.94	89.76	84.35	94.45
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	28.94	24.84	39.29	11.04	25.46	25.87
Peso del agua g	2.57	5.60	3.40	2.38	5.89	2.29
Contenido de Humedad %	8.88	22.54	8.65	21.56	23.13	8.85
Humedad promedio %	15.71		15.11		15.99	

### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.22	0.001932	0.63
0.050	1.27	2.92	0.001932	1.51
0.075	1.91	5.49	0.001932	2.84
0.100	2.54	8.19	0.001932	4.24
0.125	3.18	10.21	0.001932	5.28
0.150	3.81	11.58	0.001932	5.99
0.175	4.45	12.21	0.001932	6.32
0.200	5.08	12.61	0.001932	6.53
0.300	7.62	13.31	0.001932	6.89
0.400	10.16	13.72	0.001932	7.10
0.500	12.7	14.05	0.001932	7.27

Jerald Danflo-Huaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



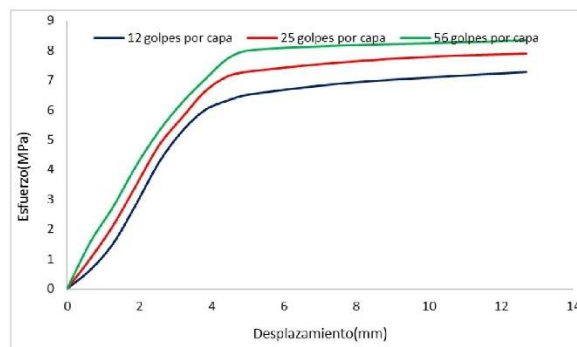


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C3 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.30 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.95	0.001932	1.01
0.050	1.27	4.09	0.001932	2.12
0.075	1.91	6.71	0.001932	3.47
0.100	2.54	9.29	0.001932	4.81
0.125	3.18	11.09	0.001932	5.74
0.150	3.81	12.78	0.001932	6.61
0.175	4.45	13.78	0.001932	7.13
0.200	5.08	14.09	0.001932	7.29
0.300	7.62	14.68	0.001932	7.60
0.400	10.16	15.05	0.001932	7.79
0.500	12.70	15.24	0.001932	7.89

Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	3.02	0.001932	1.563
0.050	1.27	5.31	0.001932	2.748
0.075	1.91	7.98	0.001932	4.130
0.100	2.54	10.23	0.001932	5.295
0.125	3.18	12.08	0.001932	6.253
0.150	3.81	13.58	0.001932	7.029
0.175	4.45	14.95	0.001932	7.738
0.200	5.08	15.48	0.001932	8.012
0.300	7.62	15.78	0.001932	8.168
0.400	10.16	15.94	0.001932	8.251
0.500	12.7	16.12	0.001932	8.344



Jerald Danilo Hinocho Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242483

Johny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



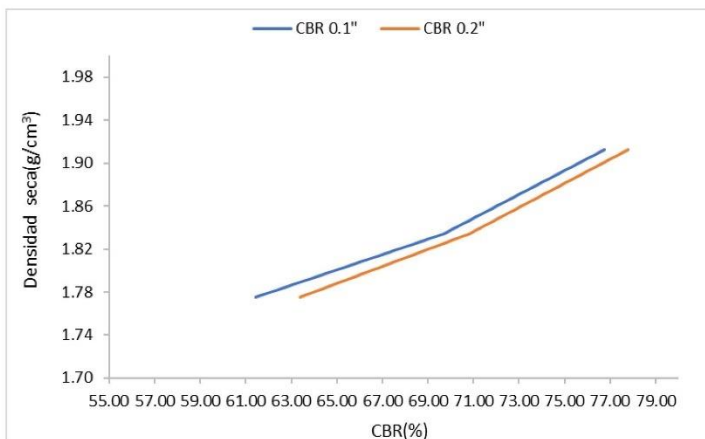


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C3 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.30 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	4.24	6.9	<b>61.44</b>
12	0.2	6.53	10.3	<b>63.37</b>
25	0.1	4.81	6.9	<b>69.69</b>
25	0.2	7.29	10.3	<b>70.81</b>
56	0.1	5.30	6.9	<b>76.74</b>
56	0.2	8.01	10.3	<b>77.79</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.78	61.44	63.37
25	1.83	69.69	70.81
56	1.91	76.74	77.79



M.D.S	1.860	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.767	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	63	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	64	%

Jerald Danilo Huaco Chera  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242463

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





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

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C4 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.30 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12285	12435	12614
Peso suelo húmedo (g)	4361	4500	4689
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	2.05	2.12	2.21
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.78</b>	<b>1.84</b>	<b>1.90</b>
Contenido de humedad(%)	15.68	15.39	15.97

**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	97.85	88.57	106.14	95.48	92.15	98.85
Rec + suelo seco g	95.25	83.25	104.24	92.05	85.21	97.25
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	21.24	27.84	37.59	13.33	26.32	28.67
Peso del agua g	2.60	5.32	1.90	3.43	6.94	1.60
Contenido de Humedad %	12.24	19.11	5.05	25.73	26.37	5.58
Humedad promedio %	15.68		15.39		15.97	

**Ensayo de CBR**

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.12	0.001932	0.58
0.050	1.27	2.94	0.001932	1.52
0.075	1.91	5.26	0.001932	2.72
0.100	2.54	8.26	0.001932	4.28
0.125	3.18	10.25	0.001932	5.31
0.150	3.81	11.58	0.001932	5.99
0.175	4.45	12.21	0.001932	6.32
0.200	5.08	12.51	0.001932	6.48
0.300	7.62	13.45	0.001932	6.96
0.400	10.16	13.84	0.001932	7.16
0.500	12.7	14.05	0.001932	7.27

Jerald Dado Hpac Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



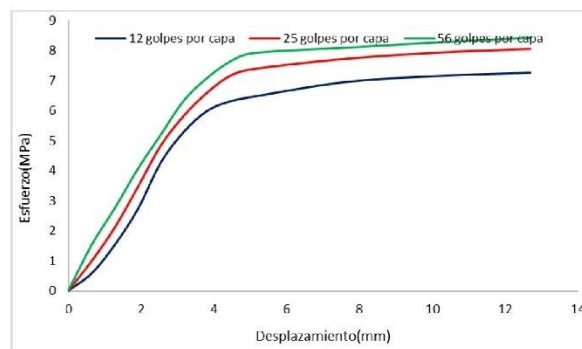


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C4 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.30 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.92	0.001932	0.99
0.050	1.27	4.05	0.001932	2.10
0.075	1.91	6.68	0.001932	3.46
0.100	2.54	9.35	0.001932	4.84
0.125	3.18	11.28	0.001932	5.84
0.150	3.81	12.75	0.001932	6.60
0.175	4.45	13.85	0.001932	7.17
0.200	5.08	14.28	0.001932	7.39
0.300	7.62	14.94	0.001932	7.73
0.400	10.16	15.34	0.001932	7.94
0.500	12.70	15.57	0.001932	8.06

Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	2.95	0.001932	1.527
0.050	1.27	5.29	0.001932	2.738
0.075	1.91	7.84	0.001932	4.058
0.100	2.54	10.04	0.001932	5.197
0.125	3.18	12.25	0.001932	6.341
0.150	3.81	13.68	0.001932	7.081
0.175	4.45	14.75	0.001932	7.635
0.200	5.08	15.29	0.001932	7.914
0.300	7.62	15.64	0.001932	8.095
0.400	10.16	15.98	0.001932	8.271
0.500	12.7	16.27	0.001932	8.421



Jerald Danilo Hpac Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



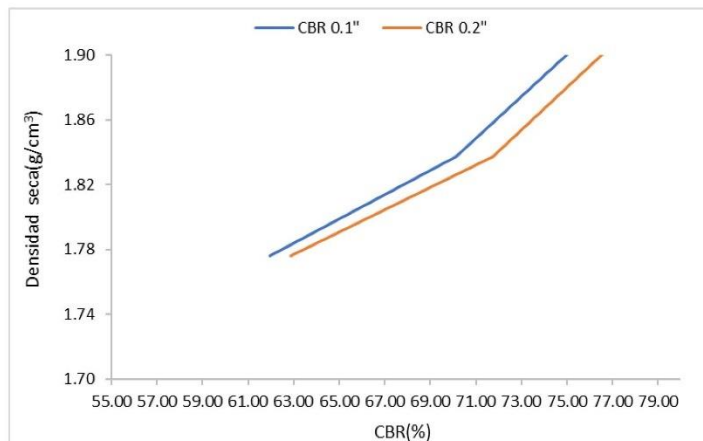


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C4 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.30 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	4.28	6.9	<b>61.96</b>
12	0.2	6.48	10.3	<b>62.87</b>
25	0.1	4.84	6.9	<b>70.14</b>
25	0.2	7.39	10.3	<b>71.76</b>
56	0.1	5.20	6.9	<b>75.31</b>
56	0.2	7.91	10.3	<b>76.84</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.78	61.96	62.87
25	1.84	70.14	71.76
56	1.90	75.31	76.84



M.D.S	1.850	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.758	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	62.5	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	64.3	%

Jerald Dado Hwaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





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

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 28 DE OCTUBRE PIJURA, 2021.  
MUESTRA : C1 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.35 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 28 DE OCTUBRE - PIJURA, 2021

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12304	12459	12657
Peso suelo húmedo (g)	4380	4524	4732
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	2.06	2.13	2.23
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.78</b>	<b>1.85</b>	<b>1.92</b>
Contenido de humedad(%)	15.86	15.35	15.95

**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	105.00	84.61	105.12	93.74	89.45	98.65
Rec + suelo seco g	101.85	79.66	102.68	90.84	84.28	95.54
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	27.84	24.25	36.03	12.12	25.39	26.96
Peso del agua g	3.15	4.95	2.44	2.90	5.17	3.11
Contenido de Humedad %	11.31	20.41	6.77	23.93	20.36	11.54
Humedad promedio %	15.86		15.35		15.95	

**Ensayo de CBR**

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.15	0.001932	0.60
0.050	1.27	2.94	0.001932	1.52
0.075	1.91	5.48	0.001932	2.84
0.100	2.54	8.25	0.001932	4.27
0.125	3.18	10.15	0.001932	5.25
0.150	3.81	11.48	0.001932	5.94
0.175	4.45	12.54	0.001932	6.49
0.200	5.08	12.98	0.001932	6.72
0.300	7.62	13.47	0.001932	6.97
0.400	10.16	14.01	0.001932	7.25
0.500	12.7	14.15	0.001932	7.32

Jerald Danilo Hpac Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242463

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749







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

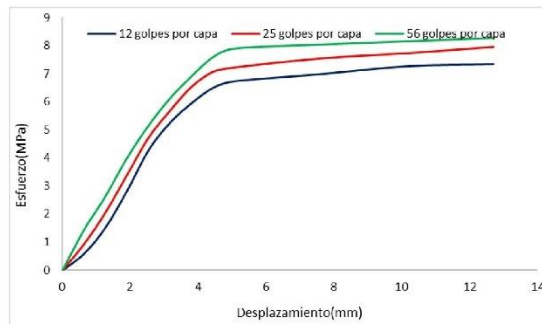
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIJRA, 2021.  
MUESTRA : C1 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.35 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIJRA, 2021

**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.82	0.001932	0.94
0.050	1.27	3.98	0.001932	2.06
0.075	1.91	6.58	0.001932	3.41
0.100	2.54	9.12	0.001932	4.72
0.125	3.18	10.99	0.001932	5.69
0.150	3.81	12.62	0.001932	6.53
0.175	4.45	13.65	0.001932	7.07
0.200	5.08	13.94	0.001932	7.22
0.300	7.62	14.56	0.001932	7.54
0.400	10.16	14.92	0.001932	7.72
0.500	12.70	15.35	0.001932	7.95

**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	2.8	0.001932	1.449
0.050	1.27	5.1	0.001932	2.640
0.075	1.91	7.75	0.001932	4.011
0.100	2.54	9.96	0.001932	5.155
0.125	3.18	11.85	0.001932	6.134
0.150	3.81	13.35	0.001932	6.910
0.175	4.45	14.68	0.001932	7.598
0.200	5.08	15.25	0.001932	7.893
0.300	7.62	15.52	0.001932	8.033
0.400	10.16	15.75	0.001932	8.152
0.500	12.7	15.98	0.001932	8.271



*Jerald Danilo Hualpa Chere*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



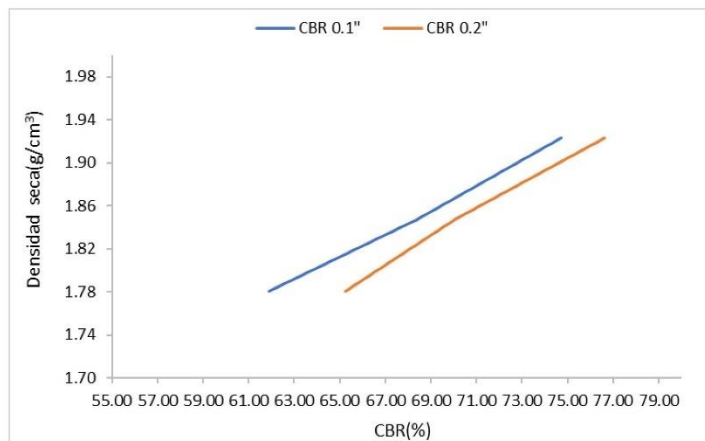


**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 28 DE OCTUBRE PIJURA, 2021.  
MUESTRA : C1 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.35 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 28 DE OCTUBRE - PIJURA, 2021

	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	4.27	6.9	<b>61.89</b>
12	0.2	6.72	10.3	<b>65.23</b>
25	0.1	4.72	6.9	<b>68.41</b>
25	0.2	7.22	10.3	<b>70.05</b>
56	0.1	5.16	6.9	<b>74.71</b>
56	0.2	7.89	10.3	<b>76.63</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.78	61.89	65.23
25	1.85	68.41	70.05
56	1.92	74.71	76.63



M.D.S	1.880	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.786	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	64	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	68	%

Jerald Danilo Hpacó Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749







## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C2 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.35 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12204	12405	12625
Peso suelo humedo (g)	4280	4470	4700
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad humeda(g/cm <sup>3</sup> )	2.02	2.11	2.21
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.76</b>	<b>1.83</b>	<b>1.91</b>
Contenido de humedad(%)	14.33	15.15	15.75

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	104.24	85.45	105.28	94.21	90.14	98.54
Rec + suelo seco g	102.24	80.12	103.52	91.06	84.85	95.54
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	28.23	24.71	36.87	12.34	25.96	26.96
Peso del agua g	2.00	5.33	1.76	3.15	5.29	3.00
Contenido de Humedad %	7.08	21.57	4.77	25.53	20.38	11.13
Humedad promedio %	14.33		15.15		15.75	

### Ensayo de CBR

### 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.00	0.001932	0.52
0.050	1.27	2.82	0.001932	1.46
0.075	1.91	5.18	0.001932	2.68
0.100	2.54	8.12	0.001932	4.20
0.125	3.18	9.75	0.001932	5.05
0.150	3.81	11.29	0.001932	5.84
0.175	4.45	12.39	0.001932	6.41
0.200	5.08	12.58	0.001932	6.51
0.300	7.62	13.26	0.001932	6.86
0.400	10.16	13.71	0.001932	7.10
0.500	12.7	13.95	0.001932	7.22

Jerald Dabillo Huaco Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

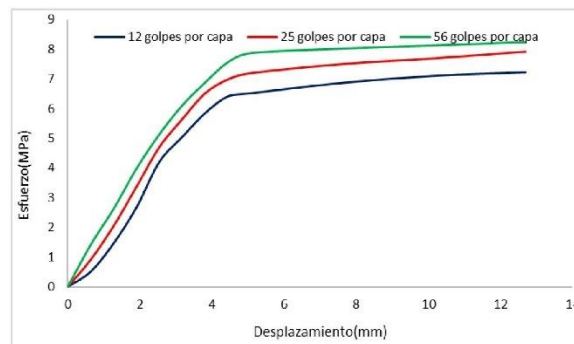
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C2 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.35 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.78	0.001932	0.92
0.050	1.27	3.95	0.001932	2.04
0.075	1.91	6.52	0.001932	3.37
0.100	2.54	9.08	0.001932	4.70
0.125	3.18	10.91	0.001932	5.65
0.150	3.81	12.58	0.001932	6.51
0.175	4.45	13.49	0.001932	6.98
0.200	5.08	13.89	0.001932	7.19
0.300	7.62	14.48	0.001932	7.49
0.400	10.16	14.85	0.001932	7.69
0.500	12.70	15.29	0.001932	7.91

Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	2.75	0.001932	1.423
0.050	1.27	5.06	0.001932	2.619
0.075	1.91	7.7	0.001932	3.986
0.100	2.54	9.91	0.001932	5.129
0.125	3.18	11.8	0.001932	6.108
0.150	3.81	13.28	0.001932	6.874
0.175	4.45	14.61	0.001932	7.562
0.200	5.08	15.19	0.001932	7.862
0.300	7.62	15.48	0.001932	8.012
0.400	10.16	15.69	0.001932	8.121
0.500	12.7	15.91	0.001932	8.235



Jerald Datojo Haco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



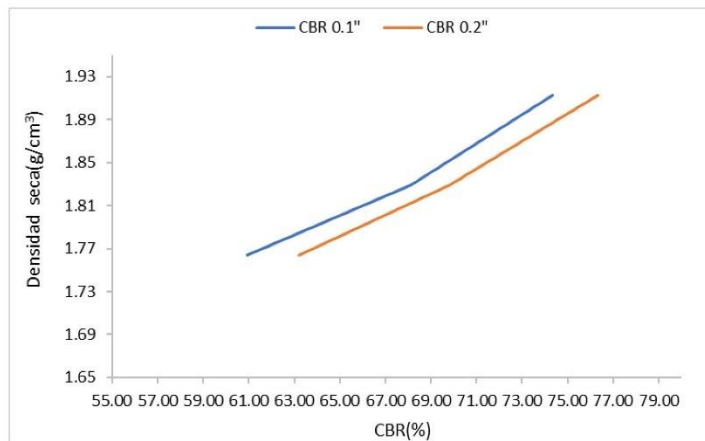


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C2 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.35 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	4.20	6.9	<b>60.91</b>
12	0.2	6.51	10.3	<b>63.22</b>
25	0.1	4.70	6.9	<b>68.11</b>
25	0.2	7.19	10.3	<b>69.80</b>
56	0.1	5.13	6.9	<b>74.34</b>
56	0.2	7.86	10.3	<b>76.33</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.76	60.91	63.22
25	1.83	68.11	69.80
56	1.91	74.34	76.33



M.D.S	1.870	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.777	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	67.4	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	69.2	%

Jerald Dabito Hpac Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C3 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.35 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12304	12495	12684
Peso suelo humedo (g)	4380	4560	4759
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad humeda(g/cm <sup>3</sup> )	2.06	2.15	2.24
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.79</b>	<b>1.86</b>	<b>1.93</b>
Contenido de humedad(%)	15.12	15.65	15.91

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	104.23	84.24	105.27	94.05	89.27	96.42
Rec + suelo seco g	101.27	79.56	102.05	91.27	83.74	93.99
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	27.26	24.15	35.40	12.55	24.85	25.41
Peso del agua g	2.96	4.68	3.22	2.79	5.53	2.43
Contenido de Humedad %	10.86	19.38	9.10	22.20	22.25	9.56
Humedad promedio %	15.12		15.65		15.91	

#### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.25	0.001932	0.65
0.050	1.27	3.02	0.001932	1.56
0.075	1.91	5.52	0.001932	2.86
0.100	2.54	8.45	0.001932	4.37
0.125	3.18	10.25	0.001932	5.31
0.150	3.81	11.57	0.001932	5.99
0.175	4.45	12.67	0.001932	6.56
0.200	5.08	13.04	0.001932	6.75
0.300	7.62	13.52	0.001932	7.00
0.400	10.16	14.05	0.001932	7.27
0.500	12.7	14.28	0.001932	7.39

Jerald Danilo Hinocho Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

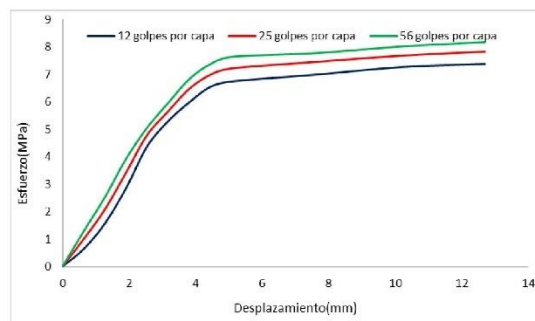
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C3 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.35 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.95	0.001932	1.01
0.050	1.27	4.01	0.001932	2.08
0.075	1.91	6.62	0.001932	3.43
0.100	2.54	9.25	0.001932	4.79
0.125	3.18	10.94	0.001932	5.66
0.150	3.81	12.52	0.001932	6.48
0.175	4.45	13.52	0.001932	7.00
0.200	5.08	13.96	0.001932	7.23
0.300	7.62	14.42	0.001932	7.46
0.400	10.16	14.85	0.001932	7.69
0.500	12.70	15.14	0.001932	7.84

**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	2.5	0.001932	1.294
0.050	1.27	4.86	0.001932	2.516
0.075	1.91	7.58	0.001932	3.923
0.100	2.54	9.76	0.001932	5.052
0.125	3.18	11.52	0.001932	5.963
0.150	3.81	13.19	0.001932	6.827
0.175	4.45	14.25	0.001932	7.376
0.200	5.08	14.75	0.001932	7.635
0.300	7.62	15.02	0.001932	7.774
0.400	10.16	15.48	0.001932	8.012
0.500	12.7	15.79	0.001932	8.173



*Jerald Dadiño Hpacó Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



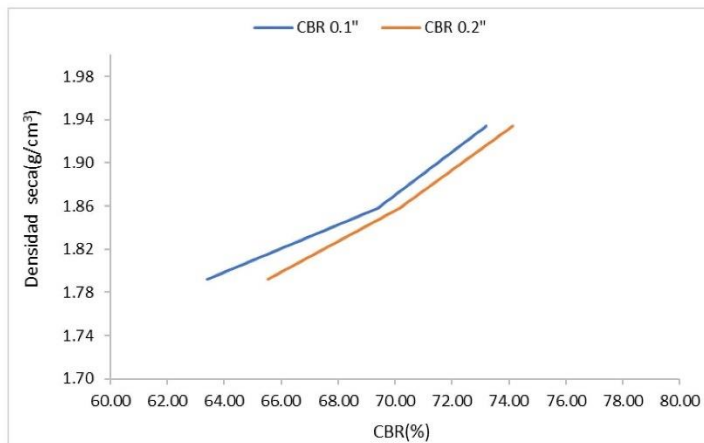


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C3 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.35 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	4.37	6.9	<b>63.39</b>
12	0.2	6.75	10.3	<b>65.53</b>
25	0.1	4.79	6.9	<b>69.39</b>
25	0.2	7.23	10.3	<b>70.15</b>
56	0.1	5.05	6.9	<b>73.21</b>
56	0.2	7.63	10.3	<b>74.12</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.79	63.39	65.53
25	1.86	69.39	70.15
56	1.93	73.21	74.12



M.D.S	1.870	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.777	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	65	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	67	%

Jerald Dahillo Huaco Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





## INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C4 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.35 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12304	12459	12657
Peso suelo húmedo (g)	4380	4524	4732
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	2.06	2.13	2.23
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.78</b>	<b>1.84</b>	<b>1.94</b>
Contenido de humedad(%)	15.69	15.53	14.99

### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	103.64	84.24	108.42	95.24	89.42	98.74
Rec + suelo seco g	100.85	79.24	104.95	92.26	84.35	95.98
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	26.84	23.83	38.30	13.54	25.46	27.40
Peso del agua g	2.79	5.00	3.47	2.98	5.07	2.76
Contenido de Humedad %	10.39	20.98	9.06	22.01	19.91	10.07
Humedad promedio %	15.69		15.53		14.99	

### Ensayo de CBR

### 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.02	0.001932	0.53
0.050	1.27	2.72	0.001932	1.41
0.075	1.91	5.29	0.001932	2.74
0.100	2.54	7.99	0.001932	4.14
0.125	3.18	10.01	0.001932	5.18
0.150	3.81	11.38	0.001932	5.89
0.175	4.45	12.47	0.001932	6.45
0.200	5.08	12.61	0.001932	6.53
0.300	7.62	13.40	0.001932	6.94
0.400	10.16	13.52	0.001932	7.00
0.500	12.7	13.85	0.001932	7.17

Jerald Datijo Haco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749







### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

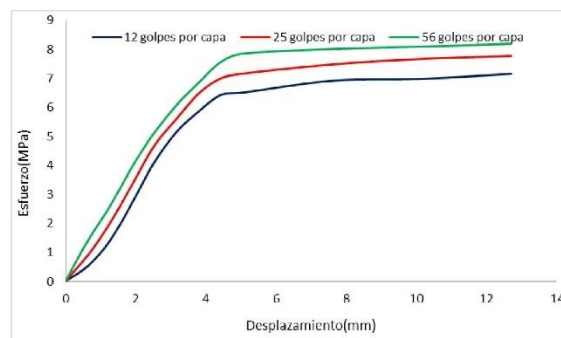
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C4 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.35 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.75	0.001932	0.91
0.050	1.27	3.89	0.001932	2.01
0.075	1.91	6.51	0.001932	3.37
0.100	2.54	9.09	0.001932	4.70
0.125	3.18	10.89	0.001932	5.64
0.150	3.81	12.58	0.001932	6.51
0.175	4.45	13.58	0.001932	7.03
0.200	5.08	13.87	0.001932	7.18
0.300	7.62	14.48	0.001932	7.49
0.400	10.16	14.85	0.001932	7.69
0.500	12.70	15.04	0.001932	7.78

Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	2.72	0.001932	1.408
0.050	1.27	5.01	0.001932	2.593
0.075	1.91	7.68	0.001932	3.975
0.100	2.54	9.93	0.001932	5.140
0.125	3.18	11.78	0.001932	6.097
0.150	3.81	13.28	0.001932	6.874
0.175	4.45	14.65	0.001932	7.583
0.200	5.08	15.18	0.001932	7.857
0.300	7.62	15.48	0.001932	8.012
0.400	10.16	15.64	0.001932	8.095
0.500	12.7	15.82	0.001932	8.188



Jerald Danilo Hualco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

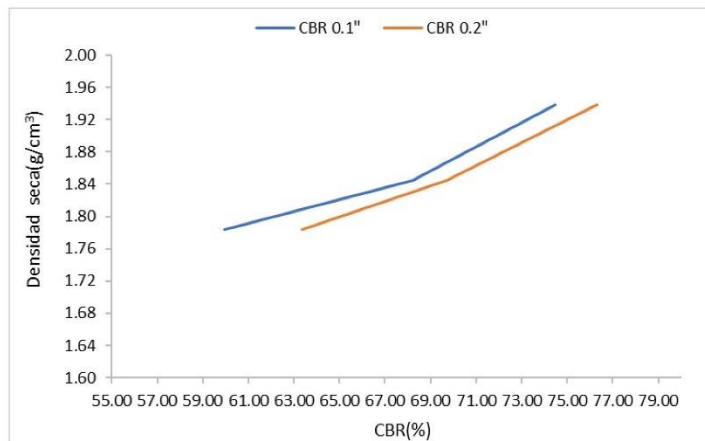


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C4 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.35 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	4.14	6.9	<b>59.94</b>
12	0.2	6.53	10.3	<b>63.37</b>
25	0.1	4.70	6.9	<b>68.19</b>
25	0.2	7.18	10.3	<b>69.70</b>
56	0.1	5.14	6.9	<b>74.49</b>
56	0.2	7.86	10.3	<b>76.28</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.78	59.94	63.37
25	1.84	68.19	69.70
56	1.94	74.49	76.28



M.D.S	1.880	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.786	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	65	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	68	%

Jerald Danilo Hpacó Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





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

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 28 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C1 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.40 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 28 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12000	12254	12784
Peso suelo húmedo (g)	4076	4319	4859
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.92	2.03	2.29
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.66</b>	<b>1.76</b>	<b>1.99</b>
Contenido de humedad(%)	15.68	15.47	15.08

**Datos de humedad del ensayo**

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	99.45	82.64	99.21	98.64	89.02	94.24
Rec + suelo seco g	95.64	79.35	95.34	95.68	83.25	92.68
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	21.63	23.94	28.69	16.96	24.36	24.10
Peso del agua g	3.81	3.29	3.87	2.96	5.77	1.56
Contenido de Humedad %	17.61	13.74	13.49	17.45	23.69	6.47
Humedad promedio %	15.68		15.47		15.08	

**Ensayo de CBR**

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.21	0.001932	0.63
0.050	1.27	2.87	0.001932	1.49
0.075	1.91	4.86	0.001932	2.52
0.100	2.54	6.68	0.001932	3.46
0.125	3.18	8.19	0.001932	4.24
0.150	3.81	9.19	0.001932	4.76
0.175	4.45	9.88	0.001932	5.11
0.200	5.08	10.17	0.001932	5.26
0.300	7.62	10.96	0.001932	5.67
0.400	10.16	11.37	0.001932	5.89
0.500	12.7	11.58	0.001932	5.99

Jerald Danilo Huaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

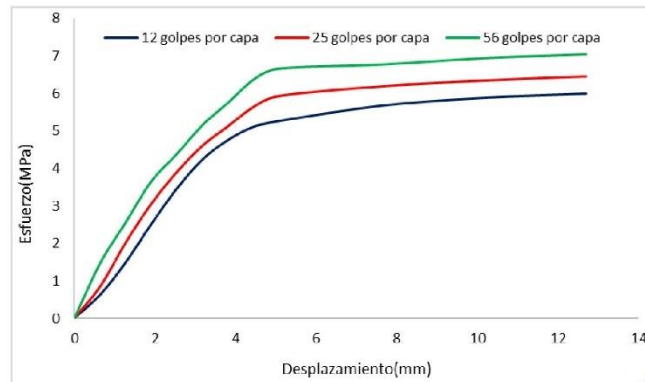
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C1 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.40 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.64	0.001932	0.85
0.050	1.27	3.89	0.001932	2.01
0.075	1.91	5.91	0.001932	3.06
0.100	2.54	7.54	0.001932	3.90
0.125	3.18	8.91	0.001932	4.61
0.150	3.81	9.91	0.001932	5.13
0.175	4.45	10.91	0.001932	5.65
0.200	5.08	11.47	0.001932	5.94
0.300	7.62	11.97	0.001932	6.20
0.400	10.16	12.27	0.001932	6.35
0.500	12.70	12.48	0.001932	6.46

Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	2.84	0.001932	1.470
0.050	1.27	4.92	0.001932	2.547
0.075	1.91	7.05	0.001932	3.649
0.100	2.54	8.45	0.001932	4.374
0.125	3.18	9.95	0.001932	5.150
0.150	3.81	11.09	0.001932	5.740
0.175	4.45	12.29	0.001932	6.361
0.200	5.08	12.85	0.001932	6.651
0.300	7.62	13.06	0.001932	6.760
0.400	10.16	13.39	0.001932	6.931
0.500	12.7	13.59	0.001932	7.034



Ing. Jerald Danilo Hinojosa Chero  
LABORATORIO DE MATERIALES  
CIP N° 238274

Jerald Danilo Hinojosa Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

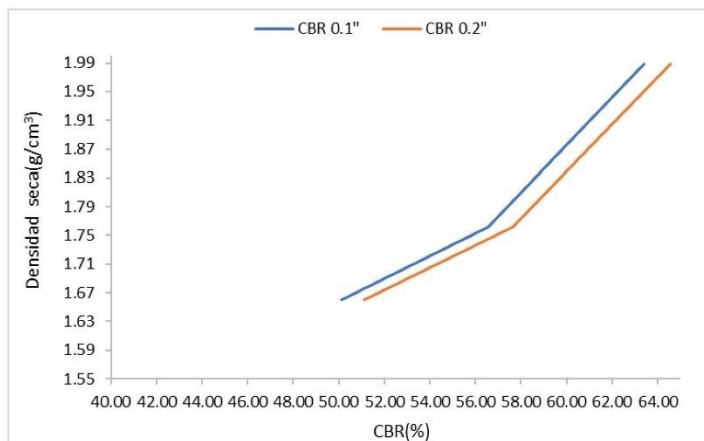


**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 28 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C1 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.40 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE: MUA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 28 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	3.46	6.9	<b>50.11</b>
12	0.2	5.26	10.3	<b>51.11</b>
25	0.1	3.90	6.9	<b>56.56</b>
25	0.2	5.94	10.3	<b>57.64</b>
56	0.1	4.37	6.9	<b>63.39</b>
56	0.2	6.65	10.3	<b>64.57</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.66	50.11	51.11
25	1.76	56.56	57.64
56	1.99	63.39	64.57



M.D.S	1.950	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.853	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	59	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	60	%

*Jerald Dahillo Huaco Chere*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749







### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C2 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.40 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12274	12415	12784
Peso suelo húmedo (g)	4350	4480	4859
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	2.05	2.11	2.29
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.77</b>	<b>1.84</b>	<b>1.98</b>
Contenido de humedad(%)	15.65	14.47	15.87

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	97.95	83.51	99.45	99.34	89.12	95.12
Rec + suelo seco g	95.02	79.35	95.87	96.39	83.59	92.85
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	21.01	23.94	29.22	17.67	24.70	24.27
Peso del agua g	2.93	4.16	3.58	2.95	5.53	2.27
Contenido de Humedad %	13.92	17.38	12.25	16.69	22.39	9.35
Humedad promedio %	15.65		14.47		15.87	

#### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.14	0.001932	0.59
0.050	1.27	2.80	0.001932	1.45
0.075	1.91	4.81	0.001932	2.49
0.100	2.54	6.59	0.001932	3.41
0.125	3.18	8.10	0.001932	4.19
0.150	3.81	9.10	0.001932	4.71
0.175	4.45	9.77	0.001932	5.06
0.200	5.08	10.34	0.001932	5.35
0.300	7.62	10.95	0.001932	5.67
0.400	10.16	11.33	0.001932	5.86
0.500	12.7	11.50	0.001932	5.95

Jerald Dabillo Múaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



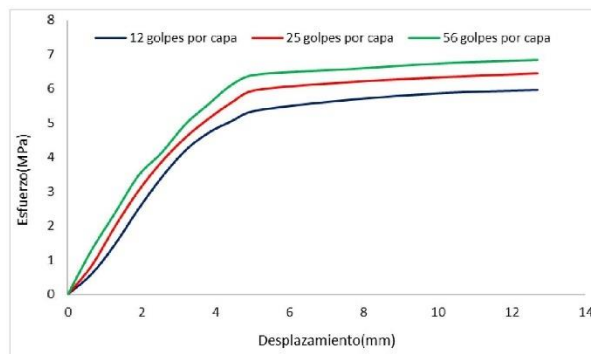


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C2 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.40 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

Ensayo de CBR		25 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.60	0.001932	0.83
0.050	1.27	3.80	0.001932	1.97
0.075	1.91	5.83	0.001932	3.02
0.100	2.54	7.47	0.001932	3.87
0.125	3.18	8.83	0.001932	4.57
0.150	3.81	9.90	0.001932	5.12
0.175	4.45	10.83	0.001932	5.61
0.200	5.08	11.50	0.001932	5.95
0.300	7.62	11.95	0.001932	6.19
0.400	10.16	12.23	0.001932	6.33
0.500	12.70	12.44	0.001932	6.44

Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	2.49	0.001932	1.289
0.050	1.27	4.57	0.001932	2.365
0.075	1.91	6.7	0.001932	3.468
0.100	2.54	8	0.001932	4.141
0.125	3.18	9.6	0.001932	4.969
0.150	3.81	10.74	0.001932	5.559
0.175	4.45	11.85	0.001932	6.134
0.200	5.08	12.39	0.001932	6.413
0.300	7.62	12.71	0.001932	6.579
0.400	10.16	13.04	0.001932	6.749
0.500	12.7	13.23	0.001932	6.848



Jerald Danilo Hpac Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749



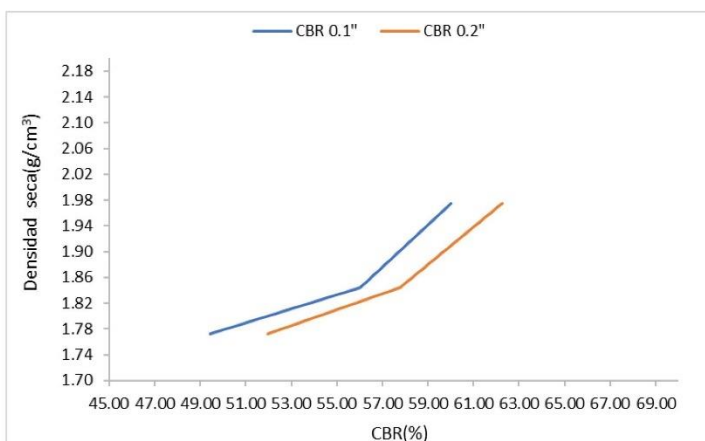


**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C2 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.40 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	3.41	6.9	<b>49.43</b>
12	0.2	5.35	10.3	<b>51.96</b>
25	0.1	3.87	6.9	<b>56.04</b>
25	0.2	5.95	10.3	<b>57.79</b>
56	0.1	4.14	6.9	<b>60.01</b>
56	0.2	6.41	10.3	<b>62.26</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.77	49.43	51.96
25	1.84	56.04	57.79
56	1.98	60.01	62.26



M.D.S	1.950	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.853	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	58	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	59.5	%

*Jerald Datillo Hpacoco Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C3 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.40 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12412	12495	12864
Peso suelo humedo (g)	4488	4560	4939
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad humeda(g/cm <sup>3</sup> )	2.11	2.15	2.33
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.82</b>	<b>1.86</b>	<b>2.01</b>
Contenido de humedad(%)	15.93	15.56	15.68

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	99.45	82.41	103.02	97.11	85.94	96.04
Rec + suelo seco g	95.46	79.25	97.52	94.95	82.24	92.35
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	21.45	23.84	30.87	16.23	23.35	23.77
Peso del agua g	3.99	3.16	5.50	2.16	3.70	3.69
Contenido de Humedad %	18.60	13.26	17.82	13.31	15.85	15.52
Humedad promedio %	15.93		15.56		15.68	

#### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.29	0.001932	0.67
0.050	1.27	2.95	0.001932	1.53
0.075	1.91	4.96	0.001932	2.57
0.100	2.54	6.74	0.001932	3.49
0.125	3.18	8.25	0.001932	4.27
0.150	3.81	9.25	0.001932	4.79
0.175	4.45	9.92	0.001932	5.13
0.200	5.08	10.25	0.001932	5.31
0.300	7.62	11.05	0.001932	5.72
0.400	10.16	11.48	0.001932	5.94
0.500	12.7	11.65	0.001932	6.03

Jerald Danilo Hpacó Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242463

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

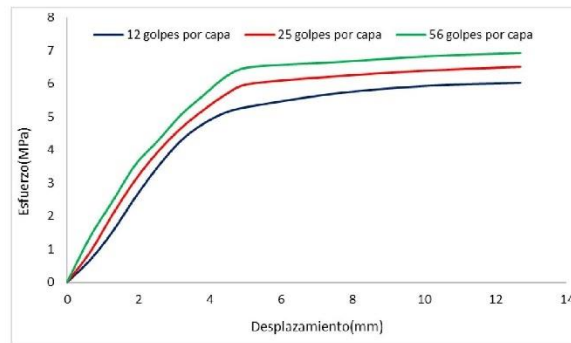
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C3 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.40 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.75	0.001932	0.91
0.050	1.27	3.95	0.001932	2.04
0.075	1.91	5.98	0.001932	3.10
0.100	2.54	7.62	0.001932	3.94
0.125	3.18	8.98	0.001932	4.65
0.150	3.81	10.05	0.001932	5.20
0.175	4.45	10.98	0.001932	5.68
0.200	5.08	11.58	0.001932	5.99
0.300	7.62	12.05	0.001932	6.24
0.400	10.16	12.38	0.001932	6.41
0.500	12.70	12.59	0.001932	6.52

**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	2.64	0.001932	1.366
0.050	1.27	4.72	0.001932	2.443
0.075	1.91	6.85	0.001932	3.546
0.100	2.54	8.25	0.001932	4.270
0.125	3.18	9.75	0.001932	5.047
0.150	3.81	10.89	0.001932	5.637
0.175	4.45	12	0.001932	6.211
0.200	5.08	12.54	0.001932	6.491
0.300	7.62	12.86	0.001932	6.656
0.400	10.16	13.19	0.001932	6.827
0.500	12.7	13.38	0.001932	6.925



Jerald Dabillo Huaco Chere  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

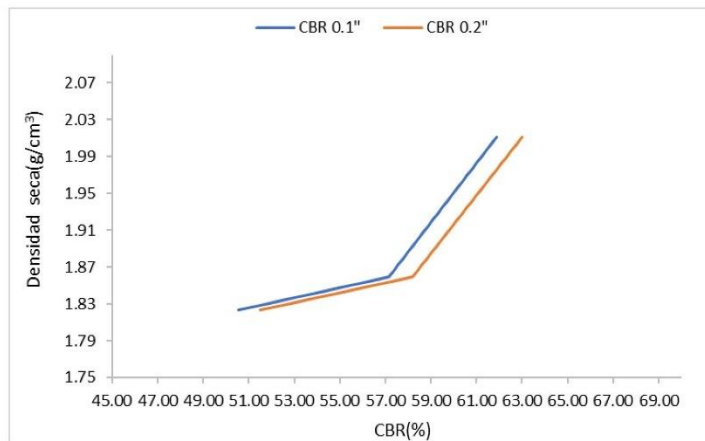


**INDICE DE CBR DE SUELOS  
ASTM D 1883**

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C3 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.40 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	3.49	6.9	<b>50.56</b>
12	0.2	5.31	10.3	<b>51.51</b>
25	0.1	3.94	6.9	<b>57.16</b>
25	0.2	5.99	10.3	<b>58.19</b>
56	0.1	4.27	6.9	<b>61.89</b>
56	0.2	6.49	10.3	<b>63.02</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.82	50.56	51.51
25	1.86	57.16	58.19
56	2.01	61.89	63.02



M.D.S	1.970	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.872	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	58	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	59	%

*Jerald Dabijo Hincó Chero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

*Carlos Enrique Martínez Zapata*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

*Johny Henry Castillo Calderón*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C4 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.40 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

#### DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7924	7935	7925
Peso del molde + suelo húmedo (g)	12385	12465	12754
Peso suelo húmedo (g)	4461	4530	4829
Volumen (cm <sup>3</sup> )	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm <sup>3</sup> )	2.10	2.13	2.27
<b>Densidad seca(g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.82</b>	<b>1.85</b>	<b>1.97</b>
Contenido de humedad(%)	15.36	15.43	15.43

#### Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12 golpes		25 golpes		56 golpes	
Rec + suelo húmedo g	99.12	82.71	104.84	98.34	85.82	96.39
Rec + suelo seco g	95.39	79.51	97.85	96.81	82.92	91.99
Peso del recipiente g	74.01	55.41	66.65	78.72	58.89	68.58
Peso del suelo seco g	21.38	24.10	31.20	18.09	24.03	23.41
Peso del agua g	3.73	3.20	6.99	1.53	2.90	4.40
Contenido de Humedad %	17.45	13.28	22.40	8.46	12.07	18.80
Humedad promedio %	15.36		15.43		15.43	

#### Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0.00	0.001932	0
0.025	0.64	1.49	0.001932	0.77
0.050	1.27	3.15	0.001932	1.63
0.075	1.91	5.16	0.001932	2.67
0.100	2.54	6.94	0.001932	3.59
0.125	3.18	8.45	0.001932	4.37
0.150	3.81	9.45	0.001932	4.89
0.175	4.45	10.34	0.001932	5.35
0.200	5.08	10.85	0.001932	5.62
0.300	7.62	11.25	0.001932	5.82
0.400	10.16	11.68	0.001932	6.05
0.500	12.7	11.85	0.001932	6.13

  
Jerald Dato Haco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

  
Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

  
Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749







### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

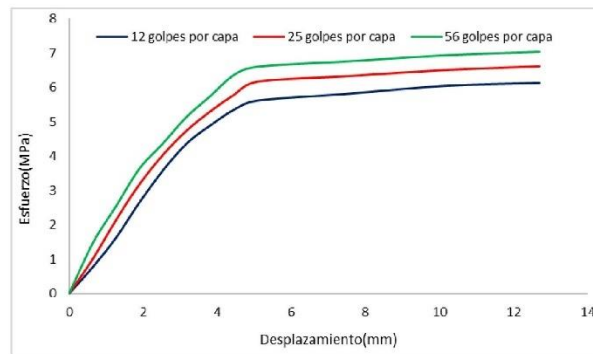
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C4 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.40 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

**Ensayo de CBR** 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.95	0.001932	1.01
0.050	1.27	4.15	0.001932	2.15
0.075	1.91	6.18	0.001932	3.20
0.100	2.54	7.82	0.001932	4.05
0.125	3.18	9.18	0.001932	4.75
0.150	3.81	10.25	0.001932	5.31
0.175	4.45	11.18	0.001932	5.79
0.200	5.08	11.92	0.001932	6.17
0.300	7.62	12.25	0.001932	6.34
0.400	10.16	12.58	0.001932	6.51
0.500	12.70	12.79	0.001932	6.62

**Ensayo de CBR** 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m <sup>2</sup> )	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0	0	0.001932	0
0.025	0.64	2.84	0.001932	1.470
0.050	1.27	4.92	0.001932	2.547
0.075	1.91	7.05	0.001932	3.649
0.100	2.54	8.45	0.001932	4.374
0.125	3.18	9.95	0.001932	5.150
0.150	3.81	11.09	0.001932	5.740
0.175	4.45	12.29	0.001932	6.361
0.200	5.08	12.75	0.001932	6.599
0.300	7.62	13.06	0.001932	6.760
0.400	10.16	13.39	0.001932	6.931
0.500	12.7	13.58	0.001932	7.029



Ing. Mija Castillo  
Ing. de Materiales  
CIP N° 107304

Jerald Dahilo Huaco Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749

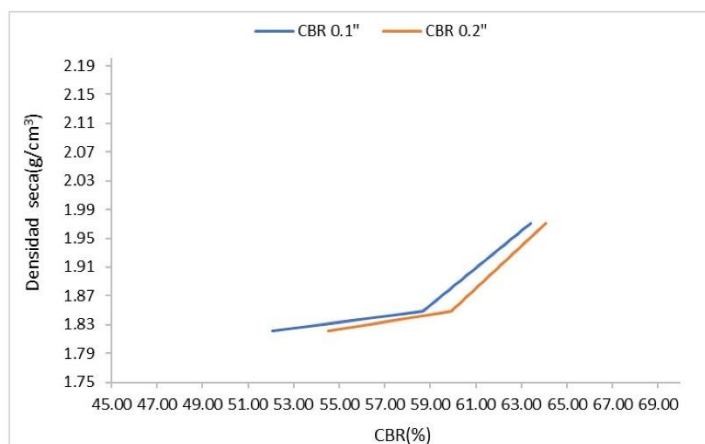


### INDICE DE CBR DE SUELOS ASTM D 1883

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DEL SUELO ADICIONANDO FIBRA DE BANANO Y ACEITE DE LIMÓN, HACIENDA DEL ESTE DISTRITO 26 DE OCTUBRE PIURA, 2021.  
MUESTRA : C4 + 12% DE FIBRA DE PLÁTANO + 0.40 L DE ACEITE DE LIMÓN  
SOLICITANTE : MIJA CASTILLO, RAÚL EDWIN  
UBICACIÓN : DISTRITO 26 DE OCTUBRE - PIURA, 2021

GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	3.59	6.9	<b>52.06</b>
12	0.2	5.62	10.3	<b>54.52</b>
25	0.1	4.05	6.9	<b>58.66</b>
25	0.2	6.17	10.3	<b>59.90</b>
56	0.1	4.37	6.9	<b>63.39</b>
56	0.2	6.60	10.3	<b>64.07</b>

GOLPES	DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> )	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.82	52.06	54.52
25	1.85	58.66	59.90
56	1.97	63.39	64.07



M.D.S	1.960	g/cm <sup>3</sup>
95%(M.D.S)	1.862	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	59	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	61	%

Jerald Danilo Hpac Chero  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Carlos Enrique Martínez Zapata  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 242461

Johnny Henry Castillo Calderón  
INGENIERO CIVIL  
CIP 107749





## ANEXO 4: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### IV. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: CASTILLO CALDERÓN JOHNY HENRY  
 Institución donde labora : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VICE - SECHURA  
 Especialidad : GERENCIA DE PROYECTOS  
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.  
 Autor (s) del instrumento (s: Valverde Ore Luis David.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: <b>Fibra de Banano y el Aceite de Limón</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Fibra de Banano y el Aceite de Limón</b>				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Fibra de Banano y el Aceite de Limón</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

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

#### VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN

48

Lima, 30 de junio de 2021

  
**Johny Henry Castillo Calderón**  

**INGENIERO CIVIL**  
**CIP 107749**

## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### V. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: MARTINEZ ZAPATA CARLOS ENRIQUE  
 Institución donde labora : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VICE - SECHURA  
 Especialidad : GERENCIA DE PROYECTOS  
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.  
 Autor (s) del instrumento (s: Valverde Ore Luis David.

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					x
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>Fibra de Banano y el Aceite de Limón</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				x	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Fibra de Banano y el Aceite de Limón</b>				x	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				x	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					x
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					x
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					x
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Fibra de Banano y el Aceite de Limón</b>					x
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				x	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					x
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

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

### VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

---



---

**PROMEDIO DE VALORACIÓN:** 46 Lima, 30 de junio de 2021



**Carlos Enrique Martínez Zapata**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG. CIP. 242461**

## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### VI. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: HUACO CHERO JERALD DANILO

Institución donde labora : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VICE - SECHURA

Especialidad : GERENCIA DE PROYECTOS

Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.

Autor (s) del instrumento (s: Valverde Ore Luis David.

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>Fibra de Banano y el Aceite de Limón</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>COLOCAR EL Fibra de Banano y el Aceite de Limón</b>				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Fibra de Banano y el Aceite de Limón</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

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

### VIII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

47

**Jerald Danilo Huaco Chero**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 238274

Sechura, 30 de junio de 2021

## ANEXO 5: CONFIABILIDAD



N°

8558

V0198-12

Av. Ricardo Palma # 905, San Antonio - Miraflores  
Telef. # 219-2800 / Fax: 219-2801  
e-mail: ingenieria@hwkessel.com.pe

### CERTIFICADO

#### A).- CALIBRACION Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO

Conste por el presente documento la entrega, puesta en marcha y recepción conforme a lo siguiente:

Cliente :	UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO LOCAL PRINCIPAL	R.U.C.:	
Nombre Equipo :		Marca:	20172557628
Modelo :	EDOMETRO DIGITAL	Serie:	HUMBOLDT
Guía de Remisión N° :		Fecha:	C1769110832566
Factura N° :	003-0018924	Fecha:	18/03/2021
Vendedor :	003-0032462	Fecha:	18/03/2022
	VANESSA CHAVARRY		

Cualquier observación que hubiera en el presente servicio, será anotado abajo:

RECOMENDACIONES: Cumplir con lo siguiente:

*Realizar calibración de equipo dentro de un año*

#### B).- DE LA CAPACITACION:


Recibieron la capacitación las siguientes personas designadas y autorizadas por el cliente:

#### C).- DE LA GARANTIA:

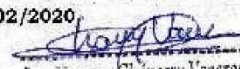
Será cubierta de acuerdo a las condiciones estipuladas al reverso del presente documento, teniendo una cobertura de: 1 años 0 meses y finalizará el: 13/02/2020

Calificación:

Excelente  
 Bueno

  
Firma y Sello del Responsable o Jefe de Area  
CLIENTE

13/02/2020

  
Ing. Vanessa Chavarry Veneros  
AREA COMERCIAL  
H.W. KESSEL S.A.C.

Firma, Nombre y sello del Representante de *Kessel*  
PROVEEDOR

Fecha: \_\_\_\_\_



551-D Pylon Drive, Raleigh, NC 27606-1487  
 800.537.4183 or 919.832.6509 fax: 919.933.5283  
 email: hsi@humboldt.com www.humboldtmg.com

### Humboldt Calibration Certificate

<b>Model</b>	HM-2300.020
<b>Full scale Output</b>	3.0000 mv/v
<b>NTEP#</b>	06-080
<b>Serial#</b>	314498
<b>Capacity</b>	2000 lb
<b>Date</b>	21/03/2021

Zero Balance	2.00% FS
Rated Excitation	10 Vdc
Compensated Temp. Range	14 to 104 °F
Insulation Res.	>1,000 Megohms at 50V DC
Barometric Effect	Nil
Input Resistance	385 ± 1.5Ω
Output Resistance	350 ± 3Ω
Minimum Dead Load	40LB
Vmin	0.200&0.080LB
Safe overload (150%)	150% of capacity
Ultimate Overload (300%)	

Wiring Code			
Red	+ Excitation	Black	- Excitation
Green	+ Output	White	- Output

**Caution: Cutting cable will affect the Full Scale Output calibration and Voids warranty!**

**Data obtained utilizing standards traceable to the National Institute of Standards & Technology.**



Testing Equipment for Construction Materials



# HUMBOLDT

## Pressure Calibration Certificate

### Calibration Certificate

Certificate Number: 03052015160619

Instrument: HM-4170

Serial Number: 1503005\_Cell

Description: 1000kpa Pressure Transducer

Customer: H.W. Kessel S.A.C.

Address: H.W. Kessel S.A.C.

Phone:

Calibration Method: PRESSURE CALIBRATION PROCEDURE

Calibration Results: OK

Calibration Date: 12/03/2021

Next Calibration Due: 12/03/2022

Temperature (°C): 22.0

Readout HM-2450

Serial Number of Readout: 1503005

The above instrument has been processed and calibrated in accordance with HUMBOLDT SCIENTIFIC, INC.'s Quality Management System and applicable work instructions, and is traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST). Uncertainty of measurement was estimated at the 95% confidence level.

This certificate shall not be reproduced except in full, without the written approval of HUMBOLDT SCIENTIFIC, INC.

Instrument Received:

Instrument Returned:

Name: Boyan Tchavdarov

Function: Quality Team Member

Authorized Signature

HUMBOLDT SCIENTIFIC, INC. 2525 ATLANTIC AVE RALEIGH, NC 27604

800.537.4183 - 919.833.5283 (fax) - hsi@humboldtscientific.com - www.humboldtscientific.com

Certificate #: 03052015160619

1



BAIRES S.A.C.  
Av. Emilio Cavenecia 225 - Of. 6-7  
San Isidro Lima - Perú  
Tel. (511) 222-5045  
Fax (511) 222-5260  
baires@bairesac.com  
www.bairesac.com

**ACTA DE CONFORMIDAD, RECEPCION, INSTALACION,  
CAPACITACION Y PRUEBA OPERATIVA**

Siendo las M.<sup>a</sup> horas del 25 de Marzo del 2021 la empresa BAIRES S.A.C., realiza la capacitación, instalación, puesta en marcha y prueba operativa en las instalaciones de la Facultad de Ing. Materiales de la U.N.W. Nacional de Trujillo, el equipo que a continuación se detalla:

DESCRIPCION	CANT.	MARCA	MODELO	Nº DE SERIE
Balanza ANALÍTICA	01	Kern	ABS 220-4	WB1210018

En la recepción del citado equipo se pudo constatar:

1. Cumplimiento de especificaciones técnicas.
2. Integridad física y estado de conservación óptimo de los equipos, entregados en su embalaje tropicalizado.
3. Perfecto estado de funcionamiento del equipo, incluyendo todos los accesorios necesarios para su instalación.
4. Entrega por cada equipo de Certificado de Garantía por 12 meses.
5. Realización a cabalidad de la Instalación y Prueba Operativa del equipo.
6. Realización de la Capacitación en el uso del equipo.

El postor ha cumplido la prestación a cabalidad sin incurrir en penalidades.

Encontrándose todo conforme, se firma el acta correspondiente.

  
Firma y Sello del Usuario

  
Firma y Sello BAIRES SAC





**Load Cell Calibration Certificate**

**Calibration Certificate**

Certificate Number: 02202015133338

Instrument: HM-2300.020

Serial Number: 314498

Description: 2000lb/10.0kN Load Cell

Customer: H. W. Kessel S.A.C.

Address: Av. Ricardo Palma 905, San Antonio,  
Miraflores LIMA PERU

Phone: 5112192800

Calibration Method: ASTM STANDARD MARKED E4

Calibration Results: OK

Calibration Date: 12/03/2021

Next Calibration Due: 12/03/2022

Temperature (°C): 22.0

Readout: HM-2470

Serial Number of Readout: 1502006

The above instrument has been processed and calibrated in accordance with HUMBOLDT SCIENTIFIC, INC.'s Quality Management System and applicable work instructions, and is traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST). Uncertainty of measurement was estimated at the 95% confidence level.

This certificate shall not be reproduced except in full, without the written approval of HUMBOLDT SCIENTIFIC, INC.

Instrument Received:  
Instrument Returned:

Name: David Travis  
Function: Quality Team Member  
  
Authorized Signature

Testing Equipment for

Construction Materials

# HUMBOLDT

## Displacement Calibration Certificate

### Calibration Certificate

Certificate Number: 02192015150018

Instrument: HM-2310.10

Serial Number: 14703

Description: 1.0000in/25.4mm Displacement Transducer

Customer: H. W. Kessel S.A.C.

Address: Av. Ricardo Palma 905, San Antonio,  
Miraflores Lima, Peru

Phone: 5112192800

Calibration Method: LSCT CALIBRATION PROCEDURE

Calibration Results: OK

Calibration Date: 15/03/2021

Next Calibration Due: 15/03/2022

Temperature (°C): 22.0

Readout: HM-2470

Serial Number of Readout: 1502006

The above instrument has been processed and calibrated in accordance with HUMBOLDT SCIENTIFIC, INC.'s Quality Management System and applicable work instructions, and is traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST). Uncertainty of measurement was estimated at the 95% confidence level.

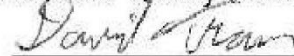
This certificate shall not be reproduced except in full, without the written approval of HUMBOLDT SCIENTIFIC, INC.

Instrument Received:

Instrument Returned:

Name: David Travis

Function: Quality Team Member



Authorized Signature

HUMBOLDT SCIENTIFIC, INC. 2525 ATLANTIC AVE RALEIGH, NC 27604

800.537.4183 - 919.833.5283 (fax) - hsi@humboldtmtg.com - www.humboldtscientific.com

Certificate #: 02192015150018

## ANEXO 6: DOSIFICACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS DE ANTECEDENTES

**Tema:** “Estabilización del suelo adicionando fibra de banano y aceite de limón, Hacienda del Este, distrito 26 de octubre –Piura, 2021”

AUTOR	TITULO	AÑO	PORCENTAJES		# GOLPES - (PENETRACION)	INDICE DE PLASTICIDAD (IP)	OPTIMO CONTENIDO HUMEDAD (OCH)	MAXIMA DENSIDAD SECA (MDS)	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)	TIPO DE SUELO
Mosqueira, Miguel; Guerra, Kehila.	Bearing capacity (CBR) of three clay soils incorporating banana pseudostem fiber in different percentages	2020	Suelo 1	Fibra de plátano (0%) - MP	(0.1" –0.2")	25.29 %	30 %	1.336 gr/cm3	(0.577 – 0.615)	Arena Arcillosa (SC)
				Fibra de plátano (0.25%)	(0.1" – 0.2")		26 %	1.505 gr/cm3	(0.870 – 0.9)	
				Fibra de plátano (0.5%)	(0.1" – 0.2")		28.02 %	1.368 gr/cm3	(0.405 – 0.405)	
				Fibra de plátano (0.75%)	(0.1" – 0.2")		28.5 %	1.413 gr/cm3	(0.358 – 0.365)	
			Suelo 2	Fibra de plátano (0%) - MP	(0.1" –0.2")	22.33 %	29 %	1413 gr/cm3	(0.37 – 0.465)	
				Fibra de plátano (0.25%)	(0.1" – 0.2")		26.5 %	1.517 gr/cm3	(1.185 – 1.31)	
				Fibra de plátano (0.5%)	(0.1" – 0.2")		24.8 %	1.528 gr/cm3	(0.592 – 0.633)	
				Fibra de plátano (0.75%)	(0.1" – 0.2")		20 %	1.468 gr/cm3	(0.468 – 0.485)	
					(0.1" – 0.2")					
			Suelo 3	Fibra de plátano (0%) - MP	(0.1" –0.2")	69.31 %	30 %	1.410 gr/cm3	(0.873 – 0.98)	
				Fibra de plátano (0.25%)	(0.1" – 0.2")		26.2 %	1.436 gr/cm3	(1.15 – 1.165)	
				Fibra de plátano (0.5%)	(0.1" – 0.2")		24 %	1.401 gr/cm3	(0.794 – 0.808)	
Fibra de plátano (0.75%)	(0.1" – 0.2")									

				(0.1" – 0.2")		21.5 %	1.372 gr/cm3	(0.433 – 0.515)	
García, Diego; Romero, Alday	Verificación de Resistencia entre la Estabilización del suelo – Cemento y la Estabilización con suelo – Cemento y Fibra de Fique	2019	Suelo in Situ (7 Kg)	(2.54 – 5.08) mm	13.05 %	21.57 %	1.848 gr/cm3	(3.7 – 4.6)	Arena Arcillosa (SC)
			Suelo (7 Kg) - Fibra de Fique (0.47%)	10 (2.54 – 5.08) mm 25(2.54 – 5.08) mm 56(2.54 – 5.08) mm		16.3 %	1.7855 gr/cm3	(8.70 – 11.94) (3.19 – 5.83) (4.78 – 5.53)	
			Suelo (7 Kg) – Cemento (11.5%)	10 (2.54 – 5.08) mm 25(2.54 – 5.08) mm 56(2.54 – 5.08) mm		16.3 %	1.92 gr/cm3	(160.14 – 171.84) (152.17 – 167.38) (165.22 – 169.01)	
			Suelo (7 Kg) – Cemento (11.5 %) – Fibra de Fique (0.47 %)	10 (2.54 – 5.08) mm 25(2.54 – 5.08) mm 56(2.54 – 5.08) mm		16.3 %	1.785 gr/cm3	(123.19 – 135.92) (115.94 – 126.21) (130.43 – 131.07)	
More, Sandra; Ydrogo, Estela	Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi – Chirapa, 2019	2019	Suelo in Situ	13,25,56(1" – 2") mm	9.45 %	11 %	1.96 gr/cm3	(6.60 – 10.00)	Arena Arcillosa (SC)
			Suelo – Resina de plátano (1.25 %)	13,25,56 (1" – 2") mm		11 %	1.98 gr/cm3	(8.0 % – 11.5 %)	
			Suelo – Resina de plátano (2.50 %)	13,25,56 (1" – 2") mm		11 %	2.06 gr/cm3	(12.5 %– 14 %)	
			Suelo – Resina de plátano (5.00 %)	13,25,56 (1" – 2")		11 %	2.02 gr/cm3	(11 % – 13.6 %)	
Lalangué, Oscar	"Estabilización de	2019	Suelo Natural	(0.1" – 0.2")	20 %	12.401 %	1.885gr/cm3	(6.298%-9.072%)	Arena Arcillosa (SC)
			Suelo – Cal (0.5 %)	(0.1" – 0.2")				(2.4 % – 2.8 %)	
			Suelo – Cal (1 %)	(0.1" – 0.2")				(2.9 % – 3.9 %)	
			[Suelo – Cal (1.5 %)] + Aceite sulfonado (0.2L) Aceite sulfonado (0.3L) Aceite sulfonado (0.4L) Aceite sulfonado (0.5L)	Cal-(0.1" – 0.2") Cal+AS=(0.1" – 0.2")				(3.8 % – 5.5 %) (7.2 % – 8.8 %)	
				(0.1" – 0.2")				(8.3 % – 9.6 %)	
				(0.1" – 0.2")				(9.2 % – 10.1 %)	
	(0.1" – 0.2")				(9.5 % – 10.7 %)				

la subrasante con aceite sulfonado para la Carretera Departamental Ruta PI- 114 Emp. PE-1N (El Alto-Talara) - Emp. PI-105 (Pariñas), km:08+000.00 - 09+000.00, Talara - Piura, 2019"

Suelo-Cemento (0.5%)	(0.1" - 0.2")				(2.6 % - 3.1 %)
Suelo-Cemento (1 %)	(0.1" - 0.2")				(3.4 % - 4.3 %)
Suelo-Cemento (1.5%) + Aceite sulfonado (0.2L)	(0.1" - 0.2") C + AS= (0.1" - 0.2")				(4.4 % - 6.3 %) (4.6 % - 5.4 %)
Aceite sulfonado (0.3L)	(0.1" - 0.2")				(5.2 % - 6 %)
Aceite sulfonado (0.4L)	(0.1" - 0.2")				(5.4 % - 6.6 %)
Aceite sulfonado (0.5L)	(0.1" - 0.2")				(5.7 % - 7 %)
Suelo - Cal (0.5 %)	(0.1" - 0.2")				(4.6 % - 6.2 %)
Suelo - Cal (1 %)	(0.1" - 0.2")				(5.6 % - 7.1 %)
[Suelo - Cal (1.5 %)] + Aceite sulfonado (0.2L) Aceite sulfonado (0.3L) Aceite sulfonado (0.4L) Aceite sulfonado (0.5L)	(0.1" - 0.2")				(5.9 % - 7.5 %) (6.8 % - 8.2 %)
	(0.1" - 0.2")				(8.8 % - 9.8 %)
	(0.1" - 0.2")				(10 % - 10.8 %)
	(0.1" - 0.2")				(10.3 % - 11.2 %)
Suelo-Cemento (0.5%)	(0.1" - 0.2")				(5.8 % - 7.3 %)
Suelo-Cemento (1 %)	(0.1" - 0.2")				(6.2 % - 7.9 %)
Suelo-Cemento (1.5%) + Aceite sulfonado (0.2L)	(0.1" - 0.2")				(7.2 % - 8.8 %) (7.9 % - 9.5 %)
Aceite sulfonado (0.3L)	(0.1" - 0.2")				(8.6 % - 10.1 %)
Aceite sulfonado (0.4L)	(0.1" - 0.2")				(9.2 % - 10.6 %)
Aceite sulfonado (0.5L)	(0.1" - 0.2")				

				(0.1" – 0.2")				(9.7 % – 11 %)	
Serrato, Yesica; Cabezas Erick.	Evaluación de la resistencia de un suelo grueso reforzado con fibras de coco.	2019	Suelo Natural	12 25 56	16 %	19.7 %	1.63 gr/cm3	0.87 % 1.47 % 2.20 %	Arena Arcillosa (SC)
			Suelo – Fibras de coco (1 %)	12 25 56		19.7 %	1.63 gr/cm3	2.5 % 2.8 % 3 %	
Hoyle, Priscila; Rodríguez, Carlos	Estabilización del suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis de Musa Paradisiaca y cenizas de hojas de Eucaliptus de los caseríos Canchas a Colcap, Jimbe, Santa, Ancash - 2019	2019	Suelo Natural		13.46 %	8.80 %	1.862 gr/cm3	6.76 %	Arena Arcillosa (SC)
			Suelo – (ceniza de hojas de eucalipto y fibra de raquis) 5% 10 % 15 %			9.40 %	1.93 gr/cm3	7.41 %	
						10.90 %	2 gr/cm3	11.24 %	
						8.90 %	1.97 gr/cm3	9.27 %	

## ANEXO 7: PROCEDIMIENTOS Y FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PROCESO DE EXTRACCIÓN DE LA FIBRA DEL BANANO	
SELECCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección o ubicación del lugar donde se obtiene el pseudotallo de la planta del banano.</li> <li>- Selección de la planta para obtener el pseudotallo</li> </ul>
LAVADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se separa y coloca en una tina con agua</li> <li>- Se limpia con una escobilla las impurezas</li> </ul>
ESCURRIDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se elimina el excedente de agua</li> </ul>
PESADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se pesa en balanza electrónica</li> <li>- Se cuantifica la cantidad de pseudotallo</li> </ul>
TRITURADO DEL PSEUDOTALLO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las capas se presan para eliminar la humedad natural</li> <li>- Se almacena entre 7 a 15 días</li> </ul>
PRODUCTO SECADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se toma las capas secas y se rasgan con un instrumento en forma de trinche</li> <li>- Hasta obtener las fibras delgadas</li> </ul>
OBTENCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se cortan las fibras en longitudes de 4 cm</li> <li>- Se almacena el producto final.</li> </ul>

PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DEL LIMÓN	
SELECCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección o ubicación del lugar donde se obtiene el limón.</li> <li>- Selección de la fruta</li> </ul>
LAVADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se coloca en una tina con agua</li> <li>- Se limpia con una escobilla las impurezas</li> </ul>
ESCURRIDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se elimina el excedente de agua</li> </ul>
PESADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se pesa en balanza electrónica</li> <li>- Se cuantifica la cantidad de limón</li> </ul>
PELADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Con un cuchillo a mano, retirar la cáscara de la pulpa</li> </ul>
PESADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se pesa en balanza electrónica</li> <li>- Se cuantifica la cantidad de cáscara</li> </ul>
TRITURADO DE LA CÁSCARA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se corta en hiladas</li> <li>- Se coloca en el molino para su triturado</li> </ul>
PRENSADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realiza el prensado al residuo del triturado entre la cáscara y el líquido</li> </ul>
DECANTADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En una tetera se coloca en su pico una manguera, que pasa por medio de dos botellas una con capacidad de tres litros y una de 500 ml, en medio se coloca hielo; la manguera en su parte final esta adherida un recipiente sellado y con una llave de desfogue.</li> <li>- Se coloca en la tetera el producto obtenido del prensado</li> </ul>
SEPARACIÓN DEL ACEITE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se da después de hervir.</li> <li>- Se reposa por 5 horas</li> </ul>
OBTENCIÓN Y ENVASADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En un envase de vidrio y se tapa</li> </ul>



## **FICHA DEL PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO X CALICATA O MUESTRA**

NORMA	TÍTULO	EQUIPO Y/O MATERIALES	DESCRIPCIÓN O PROCEDIMIENTO
MTC E 101  ASTM D420	MUESTRAS DE SUELOS Y ROCAS (CALICATAS)  ASTM D420 Standard Guide to Site Characterization for Engineering Design and Construction Purposes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Palana</li> <li>- Barreta</li> <li>- Wincha</li> <li>- Tubo cinta pesado</li> <li>- 1 bolsa de yeso</li> <li>- Plumones, Pizarra</li> <li>- Cámara fotográfica</li> <li>- Plástico para envolver</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Excavación a cielo abierto 1.50x1.50x1.50 m</li> <li>- Identificación del suelo en el terreno con registro de la profundidad</li> <li>- En un lado del interior de la calicata se realiza un corte en forma de prisma para el ensayo del peso volumetrico.</li> </ul>
MTC E 103  ASTM C702	REDUCCIÓN DE MUESTRAS DE CAMPO A TAMAÑOS DE MUESTRAS DE ENSAYO  Standard Practice for Reducing Samples of Aggregate to Testing Size.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Palana para mezclar</li> <li>- Plástico de 4x4m</li> </ul>	MÉTODO B
MTC E 127  NTP 339.139  ASTM D1587	MUESTREO DE SUELOS INALTERADOS (SUPERFICIALES). PESO VOLUMETRICO DE SUELOS COHESIVOS. (TOMA DE MUESTRA)  STANDARD PRACTICE FOR THIN-WALLED TUBE SAMPLING OF SOILS FOR GEOTECHNICAL PURPOSES.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramientas de excavar</li> <li>- Cuchillo de bolsillo</li> <li>- Pala, cinta aislante</li> <li>- Caja de madera de 30x30cm</li> <li>- Papel</li> <li>- Recipiente</li> <li>- Cuchara, brocha, cuerda</li> <li>- Parafina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De una cara interior de la calicata se marca el contorno para la excavación</li> <li>- Se excava alrededor y por detrás dando forma al trozo</li> <li>- Se corta el trozo y se retira del hoyo</li> <li>- Se le aplica tres capas de parafina con una brocha</li> <li>- Se envuelve con cinta aislante</li> <li>- Se sumerge en parafina fundida para sellar completamente la muestra</li> <li>- Se coloca en la caja de madera y en las aberturas se coloca aserrín</li> </ul>
MTC E 104	CONSERVACIÓN Y TRANSPORTE DE MUESTRAS DE SUELOS (GRUPO B)  SOILS. Standard Practices for Preserving	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cinta adhesiva gruesa, papel bond A4, Plumones, Pizarra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La muestra seleccionada se coloca en 3 bolsas de polietileno</li> <li>- Se realiza el sellado de la bolsa y se coloca su</li> </ul>

ASTM D4220	and Transporting Soil Samples	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bolsas de polietileno de 110x130cm</li> </ul>	<p>respectiva identificación de cada muestra (Nombre del proyecto, localización de la calicata, profundidad)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Una vez sellada la muestra se transporta a laboratorio en cualquier medio de transporte</li> </ul>
MTC E 105 NTP 339.089	<p>OBTENCIÓN EN LABORATORIO DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS (CUARTEO)</p> <p>SUELOS. Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bolsa en forma de lona de 3x3 m</li> <li>- Pala o cucharón metálico</li> <li>- Varilla metálica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colocación de la muestra sobre una bolsa 3x3 en una superficie limpia</li> <li>- Mezclar pasando de un lado a otro en forma de cono</li> <li>- Se aplana y extiende la muestra</li> <li>- Se divide en cuatro partes y se toma los lados opuestos</li> </ul>
MTC E 107 ASTM D422	<p>ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO</p> <p>Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Balanza electrónica con sensibilidad de 0.01gr</li> <li>- Estufa u horno</li> <li>- Tamices de 3/8" hasta N°200 (utilización alterna)</li> <li>- Envases metálicos</li> <li>- Cepillo y brocha</li> </ul>	<p>A.G DE LA FRACCIÓN FINA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se selecciono una parte de muestra</li> <li>- Se coloco en una bandeja metálica y se le adiciono agua para su lavado de impurezas hasta que el agua este limpia</li> <li>- Se coloco en otro recipiente y se le llevo a la estufa</li> <li>- Se tomo 500gr</li> <li>- Se paso por las mallas</li> <li>- Se procedió a girar las mallas en forma de espiral por 5 minutos</li> <li>- Se pesa cada malla con la muestra retenida incluida la bandeja</li> <li>- Se realiza los cálculos respectivos establecidos en la norma.</li> </ul>
MTC E 108 ASTM D2216 NTP 339.127	<p>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO</p> <p>Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock.</p> <p>Contenido de Humedad</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estufa u horno de secado</li> <li>- Balanza electrónica</li> <li>- 3 recipientes metálico con tapa</li> <li>- Utensilios para la manipulación de recipientes</li> <li>- Cuchillo, espátula.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Registrar el peso de los recipientes metálicos</li> <li>- Llenar ¾ partes de cada recipiente con la muestra</li> <li>- Se pesa y se registra nuevamente</li> <li>- Se lleva al horno x 24 hrs</li> <li>- se deja enfriar y se toma el peso</li> <li>- se realiza los cálculos</li> </ul>

<p>NTP 339.139</p>	<p>ENSAYO EN LABORATORIO DE PESO VOLUMETRICO DE SUELOS COHESIVOS.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muestra inalterada de suelo</li> <li>- Balanza electrónica con sensibilidad de 0.1gr</li> <li>- Regla</li> <li>- Parafina</li> <li>- Hilo</li> <li>- Recipiente de acero para contenido de agua</li> <li>- Cuchillo</li> <li>- Espátula</li> <li>- Olla pequeña</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se procedió abrir la muestra traída de la zona de estudio y se retiró el aserrín</li> <li>- De la muestra inalterada se procedió a labrar un prisma de aproximadamente 5cm de lado</li> <li>- Con la regla se toma las medidas del prisma</li> <li>- Se peso la muestra húmeda para obtener Wm sin parafina</li> <li>- Se funde la parafina solida</li> <li>- Se cubrió el prisma humedo con parafina sumergiéndolo en la olla</li> <li>- Determinación del peso de la muestra húmeda con parafina</li> <li>- Se pesa el hilo que sujetara el prisma con parafina</li> <li>- Determinar el peso sumergido de la muestra con parafina</li> <li>- Se realiza los cálculos ya establecidos ingresando los datos obtenidos.</li> </ul>
<p>MTC E 110</p> <p>NTP 339.129</p> <p>ASTM D4318</p>	<p>DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS</p> <p>SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.</p> <p>Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vasija de porcelana de 115 mm de diámetro</li> <li>- Aparato del límite liquido (Casagrande)</li> <li>- Acanalador o ranurador</li> <li>- Calibrador o pie de rey digital</li> <li>- Recipientes metálicos</li> <li>- Balanza</li> <li>- Estufa u horno eléctrico</li> <li>- Espátula</li> <li>- Gotero con agua de 250 ml</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se selecciono la cantidad de 200 gr de muestra</li> <li>- Se humedeció la muestra con un gotero</li> <li>- Se coloco una cantidad adecuada dentro de la cazuela</li> <li>- Se comprimió y extendió</li> <li>- Con el ranurador se hizo una pasada hundiendo el biselado</li> <li>- Se levanto y golpeo la cazuela girando la manija hasta que las dos mitades se juntaran</li> <li>- Se registro el numero de golpes que se utiliza hasta juntar la ranura</li> <li>- Se tomo la parte de la muestra que se junto</li> <li>- Se puso al recipiente metálico</li> <li>- Se llevo al horno a 110 °C por 24 hrs.</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se selecciono 20 gr de muestra preparado en</li> </ul>

<p>MTC E 111</p> <p>NTP 339.129</p> <p>ASTM D4318</p>	<p>DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD</p> <p>SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.</p> <p>Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pieza de vidrio esmerilado plano de 30x30</li> <li>- Espátula</li> <li>- Recipiente metálico y de porcelana</li> <li>- Balanza digital</li> <li>- Estufa u horno eléctrico</li> <li>- Tamiz N°40</li> <li>- Gotero con agua destilada</li> </ul>	<p>LL</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se busco que la muestra alcanzara una consistencia que permitiera enrollarlo sin que se pegara a las manos</li> <li>- Se tomo 2 gr y se hizo rodar entre las manos y la placa de vidrio hasta llegar aproximadamente 3.2 mm</li> <li>- Se toma el trozo dividido y se pesa</li> <li>- Se coloca al recipiente metálico y se lleva al horno</li> <li>- Se coloca al horno a 110°C por 24 hrs</li> <li>- Se realiza los cálculos establecidos en la norma incluido el índice de plasticidad.</li> </ul>
<p>MTC E 115</p> <p>NTP 339.141</p> <p>ASTM D1557</p>	<p>COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)</p> <p>Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m3 (56 000 pie-lbf/pie3)).</p> <p>Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort ((2 700 kN-m/m3 (56 000 pie-lbf/pie3)).</p> <p>(SUELO NATURAL Y AL SUELO CON SUS DOSIFICACIONES 8, 10, 12% FIBRA DE BANANO Y 0.25, 0.30, 0.35, 0.40 Lt ACEITE DE LIMÓN)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moldes de 6"</li> <li>- Pisón o martillo de 10 lb</li> <li>- Balanza</li> <li>- Forno</li> <li>- Tamices 2", ¾", N°4</li> <li>- Recipientes y bandeja metálica</li> <li>- Espátula</li> <li>- Regla metálica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La muestra se deja secar a temperatura ambiente o en una estufa</li> <li>- Se pasa por el tamiz N°4</li> <li>- se mezcla la muestra con agua hasta conseguir una muestra ligeramente húmeda que se desmorone cuando se aprieta con la mano</li> <li>- se pesa el molde</li> <li>- se divide la muestra en 5 porciones de acuerdo a la capa que se utilice</li> <li>- al molde se le agrega el collarín</li> <li>- se le agrega la muestra al molde</li> <li>- El molde se llena en 5 capas compactadas con el pisón a 25 golpes y de forma espiral a cada capa y a una altura de 18"</li> <li>- Luego se lleva la muestra con el molde a la máquina de compactación</li> <li>- Terminado la compactación de cada uno se saca el collarín y se utiliza como regla para nivelar o enrazar</li> <li>- Se pesa cada molde con la muestra incluida y enrazada</li> <li>- Retiramos el suelo del molde y se toma dos muestras representativas del nivel superior y nivel inferior</li> <li>- Se toma las muestras extraídas, se pesa y se</li> </ul>

			<p>lleva al horno por 12 hrs</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se repite el proceso, pero esta vez con un contenido de agua ligeramente mayor hasta de disminuya con una diferencia de 2 puntos la gráfica de compactación.</li> </ul>
<p>MTC E 132 ASTM D1883</p>	<p>CBR DE SUELOS (LABORATORIO) Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory- Compacted Soils. (SUELO NATURAL Y AL SUELO CON SUS DOSIFICACIONES 8, 10, 12% FIBRA DE BANANO Y 0.25, 0.30, 0.35, 0.40 Lt ACEITE DE LIMÓN)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prensa hidráulica Humboldt</li> <li>- 3 moldes cilíndricos de metal</li> <li>- Collarín</li> <li>- Disco espaciador de metal</li> <li>- Pisón de compactación</li> <li>- Pesas de plomo</li> <li>- Pistón de penetración</li> <li>- Tanque</li> <li>- Balanzas</li> <li>- Tamices</li> <li>- Probeta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La muestra debe ser tamizado por las mallas ¾", 3/8", N°4</li> <li>- La fracción retenida en el tamiz ¾" se descarta y reemplaza de igual proporción con el material comprendido entre el tamiz N°4</li> <li>- Mezclar bien</li> <li>- Se pesa cada molde y se pasa a llenar</li> <li>- El primer molde se llena en 5 capas compactadas con el pisón a 12 golpes cada capa</li> <li>- El segundo molde se llena en 5 capas compactadas con el pisón a 25 golpes cada capa</li> <li>- El tercer molde se llena en 5 capas compactadas con el pisón a 56 golpes cada capa</li> <li>- Terminado la compactación de cada uno se saca el collarín y se utiliza como regla para nivelar o enrazar</li> <li>- Se pesa cada molde con la muestra incluida y enrazada</li> <li>- Se retira el disco levantando el molde, se voltea la muestra y se coloca los anillos que simularan el peso del asfalto</li> <li>- Se lleva a sumergirlo en una fuente de agua</li> <li>- Se Deja por tres días la muestra en el molde y sumergido en agua</li> <li>- Pasado los tres días se retira del agua y se pone los moldes en la prensa para ensayo CBR</li> <li>- Los resultados obtenidos son desplazamiento y carga</li> </ul>

## ANEXO 8: ANALISIS DE COSTOS

### ANALISIS DE COSTO CON LA ADICIÓN DE CEMENTO

DESCRIPCIÓN	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>Presupuesto</b>				1814212.77
<b>Obras Provisionales</b>				
Cartel de obra ()	und	1	786.6	786.6
Movilización y desmovilización de maquinaria y equipo	glb	1	3500	3500
<b>Obras Preliminares</b>				
Limpieza de terreno manual	m2	14,640	0.35	5124
Trazo y replanteo topografico	km	2.44	986.3	2406.572
<b>Movimiento de tierras</b>				
Corte de material suelto	m3	28,800	5.35	154080
Conformación de terraplenes con 12% de cemento	m3	2,784	170	473280
Conformación y perfilado de cunetas	ml	4,880	1.25	6100
Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante con 12% cemento	m3	6,000	170	1020000
<b>Pavimento</b>				
Afirmado	m3	4392	28.7	126050.4
<b>Transporte</b>				
Transporte de material excedente de 1000 m	m3	2808	8.15	22885.2

ANALISIS DE COSTO CON LA ADICIÓN DE FIBRA DE BANANO AL (8%, 10%, 12%)

DESCRIPCIÓN	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>Presupuesto</b>				932299.172			1085140.77			1237982.37
<b>Obras Provisionales</b>										
Cartel de obra ()	und	1	786.6	786.6	1	786.6	786.6	1	786.6	786.6
Movilización y desmovilización de maquinaria y equipo	glb	1	3500	3500	1	3500	3500	1	3500	3500
<b>Obras Preliminares</b>										
Limpieza de terreno manual	m2	14,640	0.35	5124	14,640	0.35	5124	14,640	0.35	5124
Trazo y replanteo topografico	km	2.44	986.3	2406.572	2.44	986.3	2406.572	2.44	986.3	2406.572
<b>Movimiento de tierras</b>										
Corte de material suelto	m3	28,800	5.35	154080	28,800	5.35	154080	28,800	5.35	154080
Conformación de terraplenes con % de fibra de banano	m3	2,784	69.6	193766.4	2,784	87	242208	2,784	104.4	290649.6
Conformación y perfilado de cunetas	ml	4,880	1.25	6100	4,880	1.25	6100	4,880	1.25	6100
Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante con % fibra de banano	m3	6,000	69.6	417600	6,000	87	522000	6,000	104.4	626400
<b>Pavimento</b>										
Afirmado	m3	4392	28.7	126050.4	4392	28.7	126050.4	4392	28.7	126050.4
<b>Transporte</b>										
Transporte de material excedente de 1000 m	m3	2808	8.15	22885.2	2808	8.15	22885.2	2808	8.15	22885.2



ANALISIS DE COSTO CON LA ADICIÓN DE 12% DE FIBRA DE BANANO Y ADICIÓN DE ACEITE DE LIMÓN AL (0.25L,  
0.30L, 0.35L, 0.40L)

DESCRIPCIÓN	Und.	0.25 Lt			0.30 Lt			0.35 Lt			0.40 Lt		
		Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>Presupuesto</b>				4655617.17			4392755.97			4918478.37			5,444,289
<b>Obras Provisionales</b>													
Cartel de obra ()	und	1	786.6	786.6	1	786.6	786.6	1	786.6	786.6	1	786.6	786.6
Movilización y desmovilización de maquinaria y equipo	glb	1	3500	3500	1	3500	3500	1	3500	3500	1	3500	3500
<b>Obras Preliminares</b>													
Limpieza de terreno manual	m2	14,640	0.35	5124	14,640	0.35	5124	14,640	0.35	5124	14,640	0.35	5,124
Trazo y replanteo topografico	km	2.44	986.3	2406.572	2.44	986.3	2406.572	2.44	986.3	2406.572	2.44	986.3	2406.572
<b>Movimiento de tierras</b>													
Corte de material suelto	m3	28,800	5.35	154080	28,800	5.35	154080	28,800	5.35	154080	28,800	5.35	154,080
Conformación de terraplenes con 12% de fibra de banano + "X"% aceite	m3	2,784	493.475	1373834.4	2,784	463.55	1290523.2	2,784	523.4	1457145.6	2,784	583.26	1,623,796
Conformación y perfilado de cunetas	ml	4,880	1.25	6100	4,880	1.25	6100	4,880	1.25	6100	4,880	1.25	6,100
Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante con 12% fibra de banano	m3	6,000	493.475	2960850	6,000	463.55	2781300	6,000	523.4	3140400	6,000	583.26	3,499,560
<b>Pavimento</b>													
Afirmado	m3	4392	28.7	126050.4	4392	28.7	126050.4	4392	28.7	126050.4	4392	28.7	126050.4
<b>Transporte</b>													
Transporte de material excedente de 1000 m	m3	2808	8.15	22885.2	2808	8.15	22885.2	2808	8.15	22885.2	2808	8.15	22885.2

## ANALISIS DE COSTO UNITARIO

Costos totales de la extracción del limón	
Concepto	Limón
Recolección (S/.)	120.00
Transporte (S/.)	100.00
Agua (S/.)	3.00
Energía (S/.)	10.00
Gas (S/.)	10.00
<b>Total (S/.)</b>	<b>243.00</b>

Costos totales de Inversión	
Concepto	Limón
Costo (S/.)	1313.30
Cantidad (kg)	1346.2
Cantidad cáscara (kg)	216.7
Costo cáscara (Kg)	S/ 6.10
Litros	1.3

ANALISIS	HOJAS	PSEUDOTALLO	RAQUIS	CÁSCARA
Peso (kg)	10	50	7	33 (14.5)
Fibra (%)	20	40	25	15
Kg/mes	1739.13	6666.7	2666.7	800
Precio Costo (s./kg)	2.30	0.60	1.50	5.00

# ANEXO 9: TURNITIN

## Resumen de coincidencias

# 13 %

< >

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4 % >
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	2 % >
3	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1 % >
4	eprints.covenantuniver... Fuente de Internet	1 % >
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 % >
6	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 % >
7	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 % >
8	1library.co Fuente de Internet	<1 % >
9	repositorio.uta.edu.ec	<1 % >



## FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Estabilización del suelo adicionando fibra de banano - aceite de limón, PE1N - Km1016 panamericana norte, distrito veintiséis de octubre - Piura, 2021"

#### TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

##### AUTOR:

Bach. MIJA CASTILLO, Raúl Edwin

<https://orcid.org/0000-0002-5582-4053>

##### ASESOR:

Dr. Ing. VARGAS CHACALTANA, Luis Alberto

<https://orcid.org/000-0003-4136-7189>

##### LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

PIURA - PERÚ

2021

## ANEXO 10: NORMATIVA



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles

Difundido por:  
ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia  
[icg@icgmail.org](mailto:icg@icgmail.org) / [www.construccion.org](http://www.construccion.org)

# CAPITULO IV

---

## SUELOS

---



## 4. SUELOS

En este capítulo se desarrollan pautas para identificar las características y la clasificación de los suelos que se utilizarán en la construcción de los pavimentos de las carreteras del Perú.

La exploración e investigación del suelo es muy importante tanto para la determinación de las características del suelo, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento. Si la información registrada y las muestras enviadas al laboratorio no son representativas, los resultados de las pruebas aún con exigencias de precisión, no tendrán mayor sentido para los fines propuestos.

### 4.1 EXPLORACIÓN DE SUELOS Y ROCAS

AASHTO para la investigación y muestreo de suelos y rocas recomienda la aplicación de la norma T 86-90 que equivale a la ASTM D420-69; para el presente manual, se aplicará para todos los efectos el procedimiento establecido en las normas MTC E101, MTC E102, MTC E103 y MTC E104, que recoge los mencionados alcances de AASHTO y ASTM. En este capítulo se dan pautas complementarias para llevar a cabo el muestreo e investigación de suelos y rocas.

Para la exploración de suelos y rocas primero deberá efectuarse un reconocimiento del terreno y como resultado de ello un programa de exploración e investigación de campo a lo largo de la vía y en las zonas de préstamo, para de esta manera identificar los diferentes tipos de suelo que puedan presentarse.

El reconocimiento del terreno permitirá identificar los cortes naturales y/o artificiales, definir los principales estratos de suelos superficiales, delimitar las zonas en las cuales los suelos presentan características similares, asimismo identificar las zonas de riesgo o poco recomendables para emplazar el trazo de la vía.

El programa de exploración e investigación de campo incluirá la ejecución de calcatas o pozos exploratorios, cuyo espaciamiento dependerá fundamentalmente de las características de los materiales subyacentes en el trazo de la vía. Generalmente están espaciadas entre 250 m y 2,000 m, pero pueden estar más próximas dependiendo de puntos singulares, como en los casos de:



- cambio en la topografía de la zona en estudio;
- por la naturaleza de los suelos o cuando los suelos se presentan en forma errática o irregular
- delimitar las zonas en que se detecten suelos que se consideren pobres o inadecuados;
- zonas que soportarán terraplenes o rellenos de altura mayor a 5.0m;
- zonas donde la rasante se ubica muy próxima al terreno natural ( $h < 0.6$  m);
- en zonas de corte, se ubicarán los puntos de cambio de corte a terraplén o de terraplén a corte, para conocer el material a nivel de subrasante.

De las calicatas o pozos exploratorios deberán obtenerse de cada estrato muestras representativas en número y cantidades suficientes de suelo o de roca, o de ambos, de cada material que sea importante para el diseño y la construcción. El tamaño y tipo de la muestra requerida depende de los ensayos que se vayan a efectuar y del porcentaje de partículas gruesas en la muestra, y del equipo de ensayo a ser usado.

Con las muestras obtenidas en la forma descrita, se efectuarán ensayos en laboratorio y finalmente con los datos obtenidos se pasará a la fase de gabinete, para consignar en forma gráfica y escrita los resultados obtenidos, asimismo se determinará un perfil estratigráfico de los suelos (eje y bordes), debidamente acotado en un espesor no menor a 1.50 m, teniendo como nivel superior la línea de subrasante del diseño geométrico vial y debajo de ella, espesores y tipos de suelos del terraplén y los del terreno natural, con indicación de sus propiedades o características y los parámetros básicos para el diseño de pavimentos. Para obtener el perfil estratigráfico en zonas donde existirán cortes cerrados, se efectuarán métodos geofísicos de prospección que permitan determinar la naturaleza y características de los suelos y/o roca subyacente (según Norma MTC E101).

#### **4.2 CARACTERIZACIÓN DE LA SUBRASANTE**

Con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales de la subrasante se llevarán a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios ó calicatas de 1.5 m de profundidad mínima; el número mínimo de calicatas por kilómetro, estará de acuerdo al cuadro 4.1.

Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada, dentro de la faja que cubre el ancho de la calzada, a distancias aproximadamente iguales; para luego, si se considera necesario, densificar la exploración en puntos singulares del trazo de la vía, tal como se mencionan en el numeral 4.1 del presente manual.





**Cuadro 4.1**  
**Número de Calcatas para Exploración de Suelos**

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calcatas	Observación
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"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calcatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calcatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calcatas x km x sentido</li> </ul>	Las calcatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
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"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calcatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calcatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calcatas x km x sentido</li> </ul>	
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 calcatas x km</li> </ul>	Las calcatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 calcatas x km</li> </ul>	
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 calcatas x km</li> </ul>	
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 calicata x km</li> </ul>	

Fuente: Elaboración Propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera establecido en la RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC

El número de calcatas indicado en el cuadro 4.1, se aplica para pavimentos nuevos, reconstrucción y mejoramiento. En caso, de estudios de factibilidad o prefactibilidad se efectuará el número de calcatas indicadas en el referido cuadro espaciadas cada 2.0 km en vez de cada km. En caso de estudios a nivel de perfil se utilizará información secundaria existente en el tramo del proyecto, de no existir información secundaria se efectuará el número de calcatas del cuadro 4.1 espaciadas cada 4.0 km en vez de cada km. En el caso de refuerzo o rehabilitación de pavimentos se tendrá en cuenta los resultados de las mediciones deflectométricas (deflectograma) y la sectorización de comportamiento homogéneo, efectuando por cada sector homogéneo (mínimo 4 calcatas) en correspondencia con los puntos de ensayo, una calicata donde la deflexión es máxima, una segunda calicata donde la deflexión es cercana a la deflexión característica, una tercera calicata donde la deflexión es cercana a la deflexión promedio y una cuarta calicata donde la deflexión ha sido mínima.





Las calicatas y ensayos efectuados en los estudios de preinversión (factibilidad, prefactibilidad o perfil), formarán parte del estudio definitivo, resultando que para el definitivo será sólo necesario efectuar calicatas y ensayos complementarios a los estudios de preinversión, los mismos que sirven eventualmente, además como comprobatorios.

En caso el tramo tenga una longitud entre 500 m y 1,000 m el número de calicatas a realizar será la cantidad de calicatas para un kilómetro indicada en el cuadro 4.1. Si el tramo tiene una longitud menor a 500 m, el número de calicatas a realizar será la mitad de calicatas indicada en el cuadro 4.1.

Si a lo largo del avance del estacado las condiciones topográficas o de trazo, muestran por ejemplo cambios en el perfil de corte a terraplén; o la naturaleza de los suelos del terreno evidencia un cambio significativo de sus características o se presentan suelos erráticos o irregulares, se deben ejecutar más calicatas por kilómetro en puntos singulares, que verifiquen el cambio.

También se determinará la presencia o no de suelos orgánicos, suelos expansivos, napa freática, rellenos sanitarios, de basura, etc., en cuyo caso las calicatas deben ser más profundas, delimitando los sectores con subrasante pobre o inadecuada que requerirá, para determinar el tipo de estabilización o mejoramiento de suelos de la subrasante, de estudios geotécnicos de estabilidad y de asentamientos donde el Ingeniero Responsable sustente en su Informe Técnico que la solución adoptada según la naturaleza del suelo, alcanzará estabilidad volumétrica, adecuada resistencia, permeabilidad, compresibilidad y durabilidad. Este tipo de estudios también se realizarán en caso de terraplenes con altura mayor a 5.0 m. En este caso, los valores representativos resultado de los ensayos será sólo válida para el respectivo sector.

Donde se encuentre macizo rocoso dentro de la profundidad de investigación, se deberá aplicar lo establecido en la norma MTC E101.

#### 4.2.1 REGISTROS DE EXCAVACIÓN

De los estratos encontrados en cada una de las calicatas se obtendrán muestras representativas, las que deben ser descritas e identificadas mediante una tarjeta con la ubicación de la calicata (con coordenadas UTM - WGS84), número de muestra y profundidad y luego colocadas en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio. Así mismo, durante la ejecución de las investigaciones de campo se llevará un registro en el que se anotará el espesor de cada una de los estratos del sub-suelo, sus características de gradación y el estado de compacidad de cada uno de los materiales. Así mismo se extraerán muestras representativas de la subrasante para realizar ensayos de Módulos de resiliencia (Mr) o ensayos de CBR para correlacionarlos con ecuaciones de Mr, la cantidad de ensayos dependerá del tipo de carretera (ver cuadro 4.2).



**Cuadro 4.2**  
**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"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
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"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada 1 km se realizará un CBR</li> </ul>
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada 1.5 km se realizará un CBR</li> </ul>
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada 2 km se realizará un CBR</li> </ul>
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cada 3 km se realizará un CBR</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera establecido en la RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC

El número de ensayos indicado en el cuadro 4.2, se aplica para pavimentos nuevos, reconstrucción y mejoramiento. En caso, de estudios de factibilidad o prefactibilidad se efectuará el número de ensayos indicados en el referido cuadro, por 2 veces la longitud indicada (ejemplo, para Carreteras de Tercera Clase "Cada 4.0 km se realizará un CBR" en lugar de un CBR cada 2.0 km. En caso de estudios a nivel de perfil se utilizará información secundaria existente en el tramo del proyecto, de no existir información secundaria se efectuará el número de ensayos del cuadro 4.2, por 3 veces la longitud indicada (ejemplo, para Carreteras de Segunda Clase "Cada 4.5 km se realizará un CBR" en lugar de un CBR cada 1.5 km). Para el caso de refuerzo o rehabilitación de pavimentos, se tendrá en cuenta las mediciones deflectométricas (deflectograma) y la sectorización de comportamiento homogéneo, efectuando por cada sector homogéneo (mínimo dos CBR) en correspondencia con los puntos de ensayo, un CBR donde la deflexión ha sido máxima y el segundo CBR donde la deflexión es cercana a la deflexión característica.

Los ensayos de Mr o de CBR efectuados en los estudios de preinversión (factibilidad, prefactibilidad o perfil), formarán parte del estudio definitivo, resultando que para el definitivo será sólo necesario efectuar ensayos complementarios a los de estudios de preinversión, los mismos que sirven eventualmente, además como comprobatorios.



PERU

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles

Difundido por:  
ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia  
icg@icgmail.org / www.construccion.org

En caso el tramo tenga una longitud menor a la indicada, en el cuadro 4.2, para el número de Mr o de CBR a realizar, la cantidad de ensayos indicada en el cuadro debe ser tomada como mínima.

Se podrán realizar ensayos in situ, como el CBR en el terreno según ensayo MTC E 133-2000 y el ensayo mediante Penetrómetro Dinámico de Cono (PDC), este ensayo su principal limitación se presenta en las mediciones de suelos con bolonería, pero resulta muy útil en suelos de mala calidad, donde precisamente se requiere de mayores evaluaciones del suelo y sus estratos, por lo que en este caso debe efectuarse este tipo de ensayos que permitirá tramificar mejor la capacidad soporte de la subrasante. Las correlaciones para determinar el CBR deben contar con la aprobación de la Dirección de Normatividad Vial del MTC. La cantidad de ensayos mínimo será igual al número de calicatas indicado en el cuadro 4.1.

Los ensayos in situ autorizados por el MTC, utilizando el LWD (deflectómetro de impacto liviano) o el SPT (ensayo de penetración estándar), se efectuarán de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales del MTC vigente o en base a normas internacionales ASTM o AASHTO, cuyos procedimientos y correlaciones para determinar los módulos del suelo de la subrasante y las características de los suelos deben contar con la aprobación de la Dirección de Normatividad Vial del MTC.

### **4.3 DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS**

Los suelos encontrados serán descritos y clasificados de acuerdo a metodología para construcción de vías, la clasificación se efectuará obligatoriamente por AASHTO y SUCS, se utilizarán los signos convencionales de los cuadros 4.3 y 4.4:





**Cuadro 4.3**  
**Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación AASHTO**

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		MATERIA ORGANICA
	A-2-6		ROCA SANA
	A-2-7		ROCA DESINTEGRADA
	A-4		

Fuente: Simbología AASHTO

**Cuadro 4.4**  
**Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación SUCS**

	Grava bien graduada, arena, grava con poco o nada de material fino, variación en tamaños granulares.		Materiales finos en pedruzcos o con plasticidad muy baja.
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco resto de material fino.		Arenas arcillosas, mezcla de arena-arcillas.
	Gravas finas mezclas de grava arena finas.		Limas orgánicas y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas o limas arcillosas con ligera plasticidad.
	Gravas arcillosas, mezclas de grava-arena-arcilla gruesas con material fino contenido agregado de material fino.		Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a mediana, arcillas gruesas, arcillas arenosas, arenas limosas, arcillas magras.
	Arena bien graduada, arenas con grava, poco o nada de material fino, arenas limpos poco o nada, arena variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaño intermedios.		Limas orgánicas y arcillas limosas orgánicas, baja plasticidad.
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias.		Limas inorgánicas suaves finas gruesas o limosas, arcillas o carboníferas, limas estériles.
			Arcillas inorgánicas de elevada plasticidad, arcilla grasosa.
			Arcillas orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limas orgánicas.
			Tanto, suelos considerablemente orgánicos.

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales – Norma MTC E101, Símbolos gráficos para suelos

Las propiedades fundamentales a tomar en cuenta son:

- a. **Granulometría:** representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas (Ensayo MTC EM 107). A partir de la cual se puede estimar, con mayor o menor aproximación, las demás propiedades que pudieran interesar.

El análisis granulométrico de un suelo tiene por finalidad determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño.

De acuerdo al tamaño de las partículas de suelo, se definen los siguientes términos:

**Cuadro 4.5**  
**Clasificación de suelos según Tamaño de partículas**

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00mm – 0.425mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

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

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

**Límite Líquido (LL),** cuando el suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse.

**Límite Plástico (LP),** cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.



Límite de Contracción (retracción), cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y deja de contraerse al perder humedad.

Además del LL y del LP, una característica a obtener es el Índice de plasticidad IP (ensayo MTC EM 111) que se define como la diferencia entre LL y LP:

$$IP = LL - LP$$

El índice de plasticidad indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP grande corresponde a un suelo muy arcilloso; por el contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso. En tal sentido, el suelo en relación a su Índice de plasticidad puede clasificarse según lo siguiente:

**Cuadro 4.6**  
**Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad**

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Se debe tener en cuenta que, en un suelo el contenido de arcilla, de acuerdo a su magnitud puede ser un elemento riesgoso en un suelo de subrasante y en una estructura de pavimento, debido sobre todo a su gran sensibilidad al agua.

- c. **Equivalente de Arena:** Es la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo ó material arcilloso en los suelos o agregados finos (ensayo MTC EM 114). Es el ensayo que da resultados parecidos a los obtenidos mediante la determinación de los límites de Atterberg, aunque menos preciso. Tiene la ventaja de ser muy rápido y fácil de efectuar.

El valor de Equivalente de Arena (EA) es un indicativo de la plasticidad del suelo:

**Cuadro 4.7**  
**Clasificación de suelos según Equivalente de Arena**

Equivalente de Arena	Característica
si EA > 40	el suelo no es plástico, es arena
Si 40 > EA > 20	el suelo es poco plástico y no heladizo
si EA < 20	el suelo es plástico y arcilloso



d. Índice de Grupo: es un índice normado por AASHTO de uso corriente para clasificar suelos, está basado en gran parte en los límites de Atterberg. El índice de grupo de un suelo se define mediante la fórmula:

$$IG = 0.2 (a) + 0.005 (ac) + 0.01(bd)$$

Donde:

- a = F-35 (F = Fracción del porcentaje que pasa el tamiz N° 200 -74 micras). Expresado por un número entero positivo comprendido entre 1 y 40.
- b = F-15 (F = Fracción del porcentaje que pasa el tamiz N° 200 -74 micras). Expresado por un número entero positivo comprendido entre 1 y 40.
- c = LL - 40 (LL = límite líquido). Expresado por un número entero comprendido entre 0 y 20.
- d = IP-10 (IP = índice plástico). Expresado por un número entero comprendido entre 0 y 20 o más.

El Índice de Grupo es un valor entero positivo, comprendido entre 0 y 20 o más. Cuando el IG calculado es negativo, se reporta como cero. Un índice cero significa un suelo muy bueno y un índice ≥ a 20, un suelo no utilizable para caminos.

Cuadro 4.8  
Clasificación de suelos según Índice de Grupo

Índice de Grupo	Suelo de Subrasante
IG > 9	Muy Pobre
IG está entre 4 a 9	Pobre
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 - 2	Bueno
IG está entre 0 - 1	Muy Bueno

e. Humedad Natural: Otra característica importante de los suelos es su humedad natural; puesto que la resistencia de los suelos de subrasante, en especial de los finos, se encuentra directamente asociada con las condiciones de humedad y densidad que estos suelos presenten.





La determinación de la humedad natural (ensayo MTC EM 108) permitirá comparar con la humedad óptima que se obtendrá en los ensayos Proctor para obtener el CBR del suelo (ensayo MTC EM 132). Si la humedad natural resulta igual o inferior a la humedad óptima, el Proyectista propondrá la compactación normal del suelo y el aporte de la cantidad conveniente de agua. Si la humedad natural es superior a la humedad óptima y según la saturación del suelo, se propondrá, aumentar la energía de compactación, airear el suelo, o reemplazar el material saturado.

- f. **Clasificación de los suelos:** Determinadas las características de los suelos, según los acápite anteriores, se podrá estimar con suficiente aproximación el comportamiento de los suelos, especialmente con el conocimiento de la granulometría, plasticidad e índice de grupo; y, luego clasificar los suelos.

La clasificación de los suelos se efectuará bajo el sistema mostrado en el cuadro 4.9. Esta clasificación permite predecir el comportamiento aproximado de los suelos, que contribuirá a delimitar los sectores homogéneos desde el punto de vista geotécnico.

A continuación se presenta una correlación de los dos sistemas de clasificación más difundidos, AASHTO y ASTM (SUCS):

**Cuadro 4.9**  
**Correlación de Tipos de suelos AASHTO – SUCS**

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

Fuente: US Army Corps of Engineers

- g. **Ensayos CBR:** (ensayo MTC EM 132), una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO y SUCS, para caminos contemplados en este manual, se elaborará un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo en estudio, a partir del cual se determinará el programa de ensayos para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54 mm.



Para la obtención del valor CBR de diseño de la subrasante, se debe considerar lo siguiente:

1. En los sectores con 6 o más valores de CBR realizados por tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se determinará el valor de CBR de diseño de la subrasante considerando el promedio del total de los valores analizados por sector de características homogéneas.
2. En los sectores con menos de 6 valores de CBR realizados por tipo de suelo representativo o por sección de características homogéneas de suelos, se determinará el valor de CBR de diseño de la subrasante en función a los siguientes criterios:
  - Si los valores son parecidos o similares, tomar el valor promedio.
  - Si los valores no son parecidos o no son similares, tomar el valor crítico (el más bajo) o en todo caso subdividir la sección a fin de agrupar subsectores con valores de CBR parecidos o similares y definir el valor promedio. La longitud de los subsectores no será menor a 100 m.

Son valores de CBR parecidos o similares los que se encuentran dentro de un determinado rango de categoría de subrasante, según Cuadro 4.10.

3. Una vez definido el valor del CBR de diseño, para cada sector de características homogéneas, se clasificará a que categoría de subrasante pertenece el sector o subtramo, según lo siguiente:

**Cuadro 4.10**  
**Categorías de Subrasante**

Categorías de Subrasante	CBR
S <sub>0</sub> : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Elaboración propia



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles

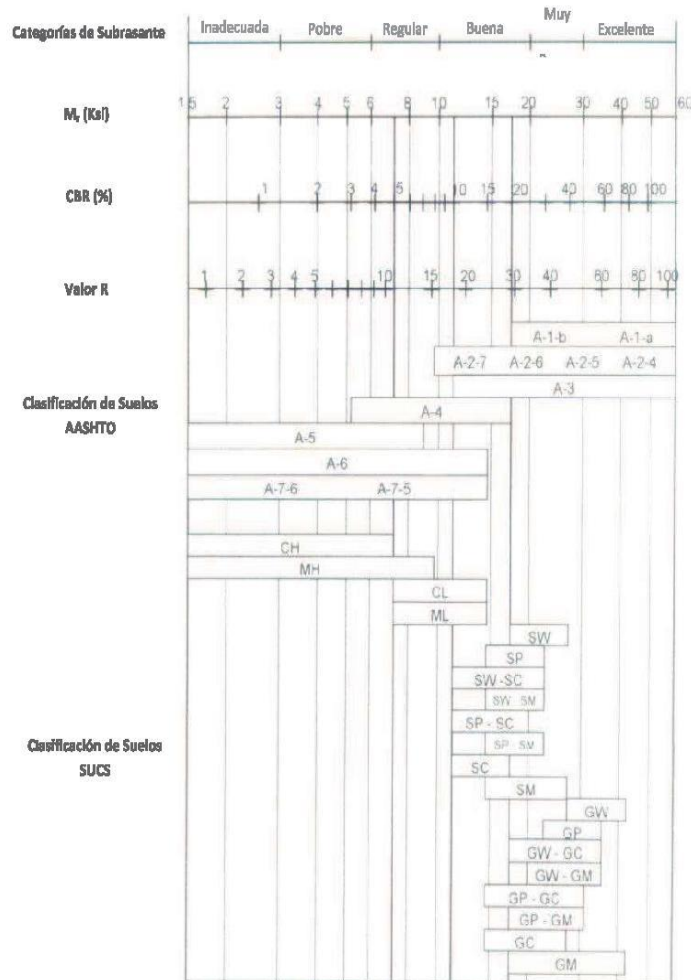
Difundido por:  
ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia  
icg@icgmail.org / www.construccion.org

Para obtener el Módulo Resiliente a partir del CBR, se empleará la siguiente ecuación que correlaciona el Mr – CBR, obtenida del Appendix CC-1 "Correlation of CBR values with soil index properties" preparado el 2001 por NCHRP Project 1-37A (National Cooperative Highway Research Program), documento que forma parte de MEPDG Mechanistic - Empirical Pavement Design Guide – AASHTO interim 2008):

$$Mr (\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

A manera referencial se presenta la Figura 4.1 de correlaciones típicas entre las clasificaciones y características de los suelos y el módulo de resiliencia, preparado por la NAPA Information Series 117 "Guidelines for Use of HMA Overlays to Rehabilitate PCC Pavements", 1994 y que está incluida en el documento indicado anteriormente Appendix CC-1 "Correlation of CBR values with soil index properties":

**Figura 4.1**  
**Correlaciones Típicas entre las Clasificaciones y Propiedades de los Suelos con el Módulo de Resiliencia**



Fuente: Appendix CC-1 "Correlation of CBR Values with Soil Index Properties"- NCHRP Project 1-37A, 2001. Figure 1. Typical Resilient Modulus Correlations to Empirical Soil Properties and Classification Categories. Guide for Mechanistic-Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures.

#### h. Ensayo de Modulo Resiliente

Para ejecutar el ensayo de módulo resiliente se utilizará la norma MTC E 128 (AASHTO T274), el Módulo de Resiliencia es una medida de la propiedad elástica de suelos, reconociéndole ciertas características no lineales. El modulo de resiliencia se puede usar directamente en el diseño de pavimentos flexibles; y, para el diseño de pavimentos rígidos o de concreto, debe convertirse a modulo de reacción de la subrasante (valor k).

**Cuadro 4.11**  
**Clasificación de los Suelos – Método AASHTO**

Clasificación general	Suelos granulosos						Suelos finos					
	35% máximo que pasa por tamiz de 0.08 mm			más de 35% pasa por el tamiz de 0.08 mm			A7		A6		A5	
Grupo	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
Símbolo	A1-a	A1-b	A2-1	A2-2	A2-3	A2-4	A2-5	A2-6	A2-7	A3-1	A3-2	A3-3
Análisis granulométrico												
% que pasa por el tamiz de:												
2 mm	máx. 50	máx. 50	mín. 50	máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35
0.5 mm	máx. 30	máx. 25	máx. 10	máx. 40	máx. 40	máx. 40	máx. 40	máx. 40	mín. 40	máx. 40	máx. 40	mín. 40
0.08 mm	máx. 15	máx. 6		máx. 10	máx. 10	máx. 10	máx. 10	máx. 10	mín. 10	máx. 10	máx. 10	mín. 10
Límite Atterberg												
límite de líquido												
índice de plasticidad	máx. 6	máx. 6		máx. 10	máx. 10	máx. 10	máx. 10	máx. 10	mín. 10	máx. 10	máx. 10	mín. 10
Índice de grupo	0	0	0	0	0	0	0	0	máx. 4	máx. 4	máx. 4	máx. 20
Tipo de material	Piedras, gravas y arena	Arena Fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas	Suelos limosos	Suelos arcillosos	Suelos arcillosos	Suelos arcillosos	Suelos arcillosos	Suelos arcillosos	Suelos arcillosos	Suelos arcillosos	Suelos arcillosos
Estimación general del suelo como subrasante	De excesivo a bueno						De pasable a malo					

Fuente: AASHTO M 145





#### 4.4 ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras extraídas de las calicatas efectuadas, se realizarán los siguientes ensayos de laboratorio:

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422, MTC E107
- Límite Líquido ASTM D-4318, MTC E110
- Límite Plástico ASTM D-4318, MTC E111
- Contenido de humedad ASTM D-2216, MTC E108
- Clasificación SUCS ASTM D-2487
- Contenido Sulfatos ASTM D-516
- Contenido Cloruros ASTM D-512
- Contenido Sales Solubles Totales MTC - E219
- Clasificación AASHTO M-145

##### Ensayos Especiales

- California Bearing Ratio ASTM D-1883, MTC – E132, ó Módulo resiliente de suelos de subrasante AASHTO T 274, MTC – E128
- Proctor Modificado ASTM D-1557, MTC – E115
- Equivalente de Arena ASTM D-2419, MTC-E114
- Ensayo de Expansión Libre ASTM D-4546
- Colapsabilidad Potencial ASTM D-5333
- Consolidación Uniaxial ASTM D-2435

Los ensayos deben ser ejecutados en laboratorios competentes que cuenten con:

- Personal calificado
- Instalaciones que faciliten la correcta ejecución de los ensayos
- Métodos y procedimientos apropiados para la realización de los ensayos, siguiendo las Normas de Ensayos del MTC o normas internacionales como ASTM o AASHTO, incluyendo técnicas estadísticas para el análisis de los datos de ensayo.
- Equipos debidamente calibrados, que garanticen la exactitud o validez de los resultados de los ensayos. Antes del inicio de los ensayos o de la puesta en servicio el proveedor debe presentar los respectivos certificados de calibración de sus equipos, emitidos por Laboratorios de Calibración acreditados.
- Aseguramiento de calidad de los resultados de los ensayos.
- Informe de resultados de cada ensayo, presentado en forma de informe de ensayo o certificado de ensayo, que exprese el resultado de manera exacta, clara, sin ambigüedades y objetivamente, de acuerdo con las instrucciones específicas de los métodos de ensayo.



## 4.5 INFORME DE EXPLORACIÓN

---

### 4.5.1 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

En base a la información obtenida de los trabajos de campo y ensayos de laboratorio se realizará una descripción de los diferentes tipos de suelos encontrados en las calcatas o pozos. Una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO, se elaborará un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo en estudio, a partir del cual se determinará los suelos que controlarán el diseño y se establecerá el programa de ensayos para definir el CBR de diseño para cada sector homogéneo.

### 4.5.2 SECTORIZACIÓN

Para efectos del diseño de la estructura del pavimento se definirán sectores homogéneos donde, a lo largo de cada uno de ellos, las características del material del suelo de fundación o de la capa de subrasante se identifican como uniforme. Dicha uniformidad se establecerá sobre la base de las características físico-mecánicas de los suelos (Clasificación, plasticidad). El proceso de sectorización requiere de análisis y criterio del proyectista, teniendo en cuenta las características del material de suelo de la subrasante, el tráfico vial, el drenaje y/o subdrenaje, microclimas y otros aspectos que considere el Ingeniero Responsable.

Para la identificación de los sectores de características homogéneas, se tendrá en cuenta los resultados de las prospecciones y ensayos, previamente a ello se deberá establecer una estrategia para efectuar el programa exploratorio y, a partir de ello, se ordenará la toma de las muestras necesarias de cada perforación, de manera de poder evaluar aquellas características que siendo determinantes en su comportamiento, resulten de sencilla e indiscutible determinación.

### 4.5.3 CORTES Y TERRAPLENES

Los taludes de corte dependerán de la naturaleza del terreno y de su análisis de estabilidad (Estudio Geotécnico), pudiendo utilizarse (a modo referencial) las siguientes relaciones de corte en talud (V:H), que son apropiados para los tipos de materiales (rocas y suelos) indicados en el cuadro 4.12.





**Cuadro 4.12**  
**Taludes de Corte**

CLASE DE TERRENO	TALUD (V: H)		
	V ≤ 5m	5m < V ≤ 10m	V > 10m
Roca Fija	10 : 1	10 : 1 (*)	(**)
Roca Suelta	6 : 1 - 4 : 1	4 : 1 - 2 : 1 (*)	(**)
Conglomerados Cementados	4 : 1	(*)	(**)
Suelos Consolidados Compactos	4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados Comunes	3 : 1	(*)	(**)
Tierra Compacta	2 : 1 - 1 : 1	(*)	(**)
Tierra Suelta	1 : 1	(*)	(**)
Arenas Sueltas	1 : 2	(*)	(**)
Zonas blandas con abundante arcillas o zonas humedecidas por filtraciones	1 : 2 hasta 1 : 2	(*)	(**)

(\*) Requiere Banqueta o análisis de estabilidad

(\*\*) Requiere Análisis de Estabilidad

Nota: La relación V: H, indica que V corresponde a la altura vertical del talud y H la distancia horizontal.

Los taludes de relleno igualmente estarán en función de los materiales empleados, pudiendo utilizarse (a modo de taludes de relleno referenciales) los siguientes que son apropiados para los tipos de material incluidos en el siguiente cuadro:

**Cuadro 4.13**  
**Taludes de Relleno**

Materiales	Talud (V : H)		
	V ≤ 5m	5m < V ≤ 10m	V > 10m
Enrocado	1 : 1	(*)	(**)
Suelos diversos compactados (mayoría de suelos)	1 : 1.5	(*)	(**)
Arenas Limpias	1 : 2	(*)	(**)

(\*) Requiere Banqueta o análisis de estabilidad

(\*\*) Requiere Análisis de Estabilidad

#### 4.5.4 SUBRASANTE

Se considerarán como materiales aptos para las capas de la subrasante suelos con CBR ≥ 6%. En caso de ser menor (subrasante pobre o subrasante inadecuada), se procederá a la estabilización de los suelos, para lo cual se analizarán alternativas de solución, de acuerdo a la naturaleza del suelo, como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de cimentación, estabilización química de suelos, estabilización con geosintéticos, elevación de la rasante, cambiar el trazo vial, eligiéndose la mas conveniente técnica y económica. En el Capítulo 9 Estabilización de Suelos, se describen diversos tipos de estabilización de suelos.



Para poder asignar la categoría de subrasante indicada en el cuadro 4.10, los suelos de la explanación debajo del nivel superior de la subrasante, deberán tener un espesor mínimo de 0.60 m del material correspondiente a la categoría asignada, caso contrario se asignará a la categoría inmediata de calidad inferior.

El nivel superior de la subrasante debe quedar encima del nivel de la napa freática como mínimo a 0.60 m cuando se trate de una subrasante excelente - muy buena ( $\text{CBR} \geq 30\%$ ); a 0.80 m cuando se trate de una subrasante buena - regular ( $6\% \leq \text{CBR} < 20\%$ ); a 1.00 m cuando se trate de una subrasante pobre ( $3\% \leq \text{CBR} < 6\%$ ); y, a 1.20 m cuando se trate de una subrasante inadecuada ( $\text{CBR} < 3\%$ ). En caso necesario, se colocarán subdrenos o capas anticontaminantes y/o drenantes o se elevará la rasante hasta el nivel necesario.

Cuando la capa de subrasante sea arcillosa o limosa y, al humedecerse, partículas de estos materiales puedan penetrar en las capas granulares del pavimento contaminándolas, deberá proyectarse una capa de material separador de 10 cm. de espesor como mínimo o un geosintético, según lo justifique el Ingeniero Responsable.

Se estabilizarán las zonas húmedas locales o áreas blandas o subrasantes inadecuadas, cuyo estabilización o mejoramiento será materia de un estudio geotécnico de estabilidad y de asentamientos donde el Ingeniero Responsable analizará según la naturaleza del suelo diversas alternativas como estabilización con cal o cemento, estabilización química de suelos, geosintéticos, pedraplenes, enrocados, capas de arena, reemplazo, etc; definiendo y justificando en su Informe Técnico la solución adoptada, donde se indicará que con la solución adoptada el suelo alcanzará estabilidad volumétrica, adecuada resistencia, permeabilidad, compresibilidad y durabilidad.

En zonas sobre los 4,000 msnm, se evaluará la acción de los friajes o las heladas en los suelos. En general, la acción de congelamiento está asociada con la profundidad de la napa freática y la susceptibilidad del suelo al congelamiento. En el caso de presentarse en los últimos 0.60 m de la subrasante, suelos susceptibles al congelamiento por acción climática, se reemplazará este suelo en el espesor comprometido o se levantará la rasante con un relleno granular adecuado, hasta el nivel necesario. Son suelos susceptibles al congelamiento, por acción climática rigurosa, los suelos limosos, igualmente los suelos que contienen más del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm; con excepción de las arenas finas uniformes que aunque contienen hasta el 10% de materiales de tamaño inferior a los 0.02 mm, no son susceptibles al congelamiento. En general, son suelos no susceptibles los que contienen menos del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm.

La curva granulométrica de la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0.074 mm (Nº 200) se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios (según Norma MTC E109).



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles

Difundido por:  
ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia  
[icg@icgmail.org](mailto:icg@icgmail.org) / [www.construccion.org](http://www.construccion.org)

# CAPITULO IX

---

## ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

---



## 9. ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en los suelos de subrasante inadecuado o pobre, en este caso son conocidas como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos diversos. En cambio cuando se estabiliza una subbase granular o base granular, para obtener un material de mejor calidad se denomina como subbase o base granular tratada (con cemento o con cal o con asfalto, etc).

La estabilización de suelos consiste en dotar a los mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación.

El manual ilustra diferentes metodologías de estabilización como: mejoramiento por sustitución de suelos de la subrasante, estabilización mecánica de suelos, mejoramiento por combinación de suelos, suelos estabilizados con cal, cemento, escorias, emulsión asfáltica, estabilización química del suelo, estabilización con geosintéticos (geotextiles, geomallas u otros). Sin embargo, debe destacarse la significación que adquiere contar con ensayos de laboratorio, que demuestren la aptitud y tramos construidos que ratifiquen el buen resultado. Además, se debe garantizar que tanto la construcción como la conservación vial, puedan realizarse en forma simple, económica y con el equipamiento disponible.

### 9.1 CRITERIOS GEOTÉCNICOS PARA ESTABLECER LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

- 1) Se considerarán como materiales aptos para las capas de la subrasante suelos con  $\text{CBR} \geq 6\%$ . En caso de ser menor (subrasante pobre o subrasante inadecuada), o se presenten zonas húmedas locales o áreas blandas, será materia de un Estudio Especial para la estabilización, mejoramiento o reemplazo, donde el Ingeniero Responsable analizará diversas alternativas de estabilización o de solución, como: Estabilización mecánica, Reemplazo del suelo de cimentación, Estabilización con productos o aditivos que mejoran las propiedades del suelo, Estabilización con geosintéticos (geotextiles, geomallas u otros), Pedraplenes, Capas de arena, Elevar





PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles

Diffundido por:  
ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia  
icg@icgmail.org / www.construccion.org

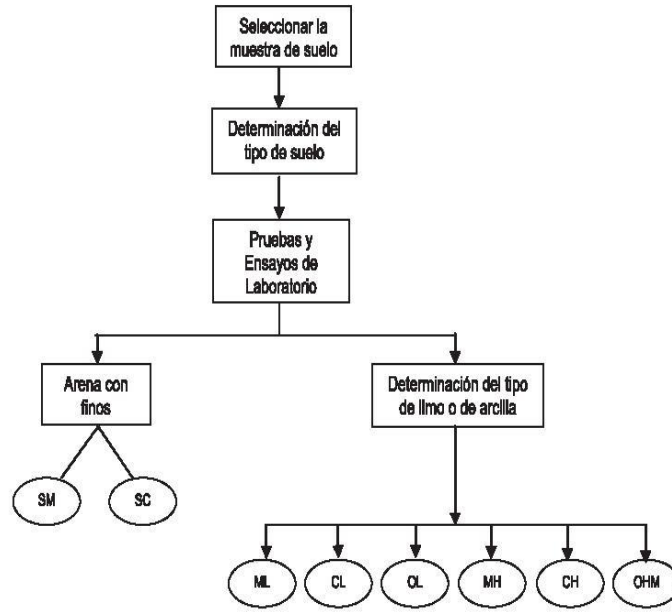
la rasante o cambiar el trazo vial si las alternativas analizadas resultan ser demasiado costosas y complejas.

- 2) Cuando la capa de subrasante sea arcillosa o limosa y, al humedecerse, partículas de estos materiales puedan penetrar en las capas granulares del pavimento contaminándolas, deberá proyectarse una capa de material anticontaminante de 10 cm. de espesor como mínimo o un geotextil, según lo justifique el Ingeniero Responsable.
- 3) La superficie de la subrasante debe quedar encima del nivel de la napa freática como mínimo a 0.60 m cuando se trate de una subrasante extraordinaria y muy buena; a 0.80 m cuando se trate de una subrasante buena y regular; a 1.00 m cuando se trate de una subrasante pobre y, a 1.20 m cuando se trate de una subrasante inadecuada. En caso necesario, se colocarán subdrenes o capas anticontaminantes y/o drenantes o se elevará la rasante hasta el nivel necesario.
- 4) En zonas sobre los 4,000 msnm, se evaluará la acción de las heladas en los suelos. En general, la acción de congelamiento está asociada con la profundidad de la napa freática y la susceptibilidad del suelo al congelamiento. Si la profundidad de la napa freática es mayor a la indicada anteriormente (1.20 m), la acción de congelamiento no llegará a la capa superior de la subrasante. En el caso de presentarse en la capa superior de la subrasante (últimos 0.60 m) suelos susceptibles al congelamiento, se reemplazará este suelo en el espesor comprometido o se levantará la rasante con un relleno granular adecuado, hasta el nivel necesario. Son suelos susceptibles al congelamiento, los suelos limosos. Igualmente los suelos que contienen más del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm, con excepción de las arenas finas uniformes que aunque contienen hasta el 10% de materiales de tamaño inferior a los 0.02mm, no son susceptibles al congelamiento. En general, son suelos no susceptibles los que contienen menos del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm.

La curva granulométrica de la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0.074 mm (Nº 200) se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios (según Norma MTC E109).

- 5) Para establecer un tipo de estabilización de suelos es necesario determinar el tipo de suelo existente. Los suelos que predominantemente se encuentran en este ámbito son: los limos, las arcillas, o las arenas limosas o arcillosas.

**Figura 9.1.**  
**Proceso para la Identificación del Tipo del suelo**

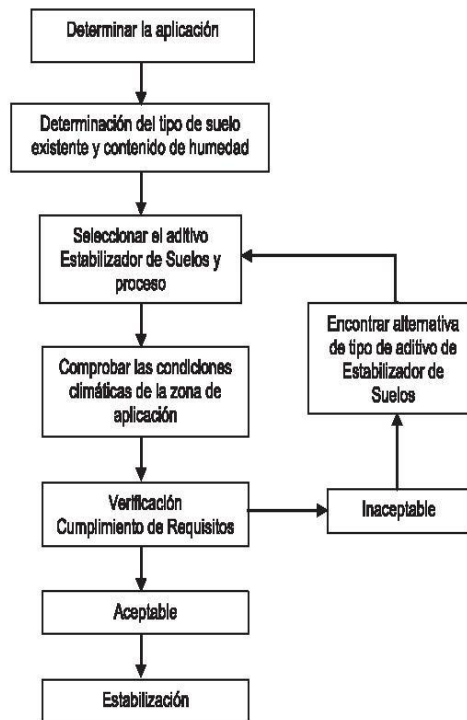


6) Los factores que se considerarán al seleccionar el método más conveniente de estabilización son:

- a. Tipo de suelo a estabilizar
- b. Uso propuesto del suelo estabilizado
- c. Tipo de aditivo estabilizador de suelos
- d. Experiencia en el tipo de estabilización que se aplicará
- e. Disponibilidad del tipo de aditivo estabilizador
- f. Disponibilidad del equipo adecuado
- g. Costos comparativos

El siguiente diagrama sintetiza un procedimiento para determinar el método apropiado de estabilización:

Figura 9.2.  
Proceso de selección del Tipo de Estabilización



7) A continuación se presentan dos guías referenciales para la selección del tipo de estabilizador, que satisface las restricciones y observaciones de cada tipo de suelo.





**Cuadro 9.1**  
**Guía Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador**

ÁREA	CLASE DE SUELO	TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO	RESTRICCIÓN EN LL Y IP DEL SUELO	RESTRICCIÓN EN EL PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA 200	OBSERVACIONES
1A	SW ó SP	(1) Asfalto			
		(2) Cemento Pórtland			
		(3) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1B	SW - SM ó SP - SM ó SW - SC ó SP - PC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		
		(2) Cemento Pórtland	IP no excede de 30		
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1C	SM ó SC ó SM-SC	(1) Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	
		(2) Cemento Pórtland	(b)		
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2A	GW ó GP	(1) Asfalto			Solamente material bien graduado.
		(2) Cemento Pórtland			El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla Nº 4.
		(3) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2B	GW - GM ó GP - GM ó GW - GC ó GP-GC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien graduado.
		(2) Cemento Pórtland	IP no excede de 30		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla Nº 4.
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2C	GM ó GC ó GM - GC	(1) Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	Solamente material bien graduado..
		(2) Cemento Pórtland	(b)		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla Nº 4.
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Ceniza	IP no excede de 25		
3	CH ó CL ó MH ó ML ó OH ó OL ó NL-CL	(1) Cemento Pórtland	LL no menor de 40 IP no menor de 20		Suelos orgánicos y fuertemente ácidos contenidos en esta área no son susceptibles a la estabilización por métodos ordinarios
		(2) Cal	IP no menor de 12		
IP = Índice Plástico (b) $IP \geq 20 + (50 - \text{porcentaje que pasa la Malla } \# 200) / 4$			Sin restricción u observación No es necesario aditivo estabilizador	Fuentes: US Army Corps of Engineers	



**Cuadro 9.2**  
**Guía Complementaria Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador**

TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO	NORMAS TÉCNICAS	SUELO <sup>(1)</sup>	DOSEIFICACIÓN <sup>(2)</sup>	CURADO (APERTURA AL TRÁNSITO) <sup>(3)</sup>	OBSERVACIONES
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85	A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7 LL < 40% IP ≤ 18% CMO <sup>(4)</sup> ≤ 1.0% Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) < 0.2% Abrasión < 50% Durabilidad SO <sub>4</sub> Ca <sup>(5)</sup> - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO <sub>4</sub> Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	2 - 12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Emulsión	ASTM D2397 ó AASHTO M208	A-1, A-2 y A3 Pasante malla Nº 200 ≤ 10% IP ≤ 8% Equiv. Arena ≥ 40% CMO <sup>(2)</sup> < 1.0% Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) < 0.6% Abrasión < 50% Durabilidad SO <sub>4</sub> Ca <sup>(5)</sup> - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO <sub>4</sub> Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	4 - 8%	Mínimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall modificado o Illinois
Cal	EG-CBT-2008 Sección 3078 AASHTO M216 ASTM C977	A-2-6, A-2-7, A-6 y A-7 10% ≤ IP ≤ 50% CMO <sup>(4)</sup> < 3.0% Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) < 0.2% Abrasión < 50%	2 - 8%	Mínimo 72 horas	Para IP > 50%, se puede aplicar cal en dos etapas Diseño de mezcla de acuerdo a la Norma ASTM D 6276
Cloruro de Calcio	ASTM D98 ASTM D345 ASTM E449 MTC E 1109	A-1, A-2, y A-3 IP ≤ 15% CMO <sup>(4)</sup> < 3.0% Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) < 0.2% Abrasión < 50%	1 a 3% en peso del suelo seco	24 horas	
Cloruro de Sodio	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM E694 MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 8% < IP ≤ 15% CMO <sup>(4)</sup> < 3.0% Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m <sup>2</sup>	07 días	La cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio (dosificación) y tramo de prueba
Cloruro de Magnesio	MTC E 1109	A-1, A-2 y A-3 IP ≤ 15% CMO <sup>(4)</sup> < 3.0% pH: mínimo 5 Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m <sup>2</sup>	48 horas	La cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio (dosificación) y tramo de prueba
Enzimas	EG-CBT-2008 Sección 3068 MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 6% ≤ IP ≤ 15% 4.5 < pH < 8.5 CMO <sup>(4)</sup> No debe contener Abrasión < 50% % < Nº 200: 10 - 35%	1L / 30-33 m <sup>2</sup>	De acuerdo a Especificaciones del fabricante	
Aceites sulfonados		Aplicable en suelos con partículas finas limosas o arcillosas, con LL bajo, arcillas y limos muy plásticos CMO <sup>(4)</sup> ≤ 1.0% Abrasión < 50%		De acuerdo a Especificaciones del fabricante	

Fuente: Estudios Especiales del MTC

- (1) Espesor de tratamiento por capas de 6 a 8"  
Tamaño máximo: 2", debe carecer de raíces vegetales  
Los suelos naturales, materiales de bancos de préstamo o mezcla de ambos que sean objeto de estabilización, deben estar definidos en el Expediente Técnico del Proyecto
- (2) CMO: Contenido de materia orgánica
- (3) Los diseños o dosificaciones deben indicar: fórmula de trabajo, tipo de suelo, cantidad de estabilizador, volumen de agua, valor de CBR o resistencia a compresión simple o resultados de ensayos Marshall modificado o Illinois, según corresponda al tipo de estabilizador aplicado
- (4) Para aflúdes mayores a 3000 mm/m
- (5) Después de finalizado el proceso de compactación



## 9.2 ESTABILIZACIÓN MECÁNICA DE SUELOS

Con la Estabilización Mecánica de Suelos se pretende mejorar el material del suelo existente, sin cambiar la estructura y composición básica del mismo. Como herramienta para lograr este tipo de estabilización se utiliza la compactación, con la cual se reduce el volumen de vacíos presentes en el suelo.

## 9.3 ESTABILIZACIÓN POR COMBINACIÓN DE SUELOS

La estabilización por combinación de suelos considera la combinación o mezcla de los materiales del suelo existente con materiales de préstamo.

El suelo existente se disgregará o escarificará, en una profundidad de quince centímetros (15 cm) y luego se colocará el material de préstamo o de aporte. Los materiales disgregados y los de aporte se humedecerán o airearán hasta alcanzar la humedad apropiada de compactación y previa eliminación de partículas mayores de setenta y cinco milímetros (75 mm), si las hubiere. Luego se procederá a un mezclado de ambos suelos, se conformará y compactará cumpliendo las exigencias de densidad y espesores hasta el nivel de subrasante fijado en el proyecto.

El suelo de aporte para el mejoramiento se aplicará en los sitios indicados en los documentos del proyecto, en cantidad tal, que se garantice que la mezcla con el suelo existente cumpla las exigencias de la [Sección 207](#) de las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (vigente).

## 9.4 ESTABILIZACIÓN POR SUSTITUCIÓN DE LOS SUELOS

Cuando se prevea la construcción de la subrasante mejorada solamente con material adicionado, pueden presentarse dos situaciones, sea que la capa se construya directamente sobre el suelo natural existente o que éste deba ser excavado previamente y reemplazado por el material de adición.

En el primer caso, el suelo existente se deberá escarificar, conformar y compactar a la densidad especificada para cuerpos de terraplén, en una profundidad de quince centímetros (15 cm). Una vez se considere que el suelo de soporte está debidamente preparado, autorizará la colocación de los materiales, en espesores que garanticen la obtención del nivel de subrasante y densidad exigidos, empleando el equipo de compactación adecuado. Dichos materiales se humedecerán o airearán, según sea necesario, para alcanzar la humedad más apropiada de compactación, procediéndose luego a su densificación.



En el segundo caso, el mejoramiento con material totalmente adicionado implica la remoción total del suelo natural existente, de acuerdo al espesor de reemplazo. Una vez alcanzado el nivel de excavación indicado, conformado y compactado el suelo, se procederá a la colocación y compactación en capas de los materiales, hasta alcanzar las cotas exigidas.

**9.4.1 PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR EL ESPESOR DE REEMPLAZO EN FUNCIÓN AL VALOR SOPORTE O RESISTENCIA DEL SUELO**

Este procedimiento de cálculo para determinar en sectores localizados, el espesor de material a reemplazar se aplicará solo en casos de subrasantes pobres, con suelos de plasticidad media, no expansivos y con valores soporte entre  $CBR \geq 3\%$  y  $CBR < 6\%$ , calculándose según lo siguiente:

- a) Se calculará el número estructural SN del pavimento para 20 años, el material a emplear tendrá un  $CBR \geq 10\%$  e IP menor a 10, o en todo caso será similar. Cuando en los sectores adyacentes al sector de sustitución de suelos presentan un  $CBR > 10\%$ , para el cálculo del SN se utilizará el mayor valor de CBR de diseño, que representa el material de reemplazo, este número estructural SN calculado se denominará SNm (mejorado), luego se calculará el SN del pavimento para el CBR del material de subrasante existente (menor a 6%), que se denominará SNe (existente).
- b) Se realizará la diferencia algebraica de números estructurales

$$\Delta SN = SNe - SNm$$

- c) Habiéndose escogido el material de reemplazo ( $CBR \geq 10\%$ ) a colocar (según SNm calculado), se obtendrán los valores correspondientes de coeficiente estructural (ai) y coeficiente de drenaje (mi), luego de obtener dichos valores se procederá a obtener el espesor E, aplicando la siguiente ecuación:

$$E = \frac{\Delta SN}{ai \times mi}$$

Siendo:

- E: Espesor de reemplazo en cm.
- ai: Coeficiente estructural del material a colocar / cm
- mi: Coeficiente de drenaje del material a colocar.



d) Espesores recomendados de material a reemplazar.

**Cuadro 9.3**  
**Espesores Recomendados para Estabilización por**  
**Sustitución de Suelos**

**$3\% \leq \text{CBR} \leq 6\%$**

Tráfico		Espesor de Reemplazo con Material CBR>10% (cm)
0	25 000	25.0
25 001	75 000	30.0
75 001	150 000	30.0
150 001	300 000	35.0
300 001	500 000	40.0
500 001	750 000	40.0
750 001	1 000 000	45.0
1 000 001	1 500 000	55.0
1 500 001	3 000 000	55.0
3 000 001	5 000 000	60.0
5 000 001	7 500 000	60.0
7 500 001	10 000 000	65.0
10 000 001	12 500 000	65.0
12 000 001	15 000 000	65.0
15 000 001	20 000 000	70.0
20 000 001	25 000 000	75.0
25 000 001	30 000 000	75.0

Notas:

1. Coeficiente estructural del material con CBR 10%  $a=0.021$
2. Coeficiente drenaje del material a colocar  $m=1.0$





## 9.5 SUELOS ESTABILIZADOS CON CAL

El suelo-cal se obtiene por mezcla íntima de suelo, cal y agua. La cal que se utiliza es óxido cálcico (cal anhidra o cal viva), obtenido por calcinación de materiales calizos, o hidróxido cálcico (cal hidratada o cal apagada). Estas cales se llaman también aéreas por la propiedad que tienen de endurecerse en el aire, una vez mezcladas con agua, por acción del anhídrido carbónico.

La experiencia demuestra que los productos de la hidratación del cemento pueden ser reproducidos combinando dos o más componentes primarios de este producto como: Ca O, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y FC<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en las proporciones adecuadas y en presencia de agua.

Como la mayoría de los suelos contienen sílice y aluminio silicatos, la incorporación de cal anhidra (Ca O) o de cal hidratada (Ca (OH)<sub>2</sub>) y agua en cantidad apropiada se puede obtener la composición deseada.

La Cal que se use para la construcción de Suelo-Cal puede ser Cal viva ó hidratada y debe satisfacer los requisitos establecidos en la [Sección 301.B](#) de las Especificaciones Técnicas Generales para construcción de Carreteras del MTC (vigente), la Especificación AASHTO M-216 ó ASTM C-977.

Al mezclar el suelo con la cal, se produce una reacción rápida de floculación e intercambio iónico, seguida de otra muy lenta de tipo puzolánico, con formación de nuevos productos químicos. La sílice y alúmina de las partículas del suelo se combinan con la cal en presencia de agua para formar silicatos y aluminatos cálcicos insolubles.

Uno de los efectos más importantes de la cal en el suelo, es el de cambiar apreciablemente su plasticidad. Por ejemplo suelos de plasticidad IP < 15, aumentan tanto el LL como el LP, y también muy ligeramente su IP; en cambio, en los suelos de plasticidad con IP > 15) disminuye el IP.

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.

Los suelos más apropiados para estabilizar con cal son los de granulometría fina de cierta plasticidad.

En cortes e incluso en terrapienes, donde se evidencien suelos arcillosos, resulta conveniente mejorar el suelo con un pequeño porcentaje de cal para proteger la explanación y formar una plataforma para la construcción de la capa de rodadura.

Al mezclar el suelo con cal éste se vuelve más friable y granular. Al aumentar su límite plástico y humedad óptima de compactación permite su puesta en obra con mayor facilidad.



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.

La National Lime Association resume las propiedades que se obtienen después de una estabilización o mejoramiento con cal, en lo siguiente:

- i) Reducción del índice de plasticidad, debido a una reducción del límite líquido y a un incremento del límite plástico.
- ii) Reducción considerable del ligante natural del suelo por aglomeración de partículas.
- iii) Obtención de un material más trabajable y fiable como producto de la reducción del contenido de agua en los suelos (rotura fácil de grumos).
- iv) La cal ayuda a secar los suelos húmedos lo que acelera su compactación.
- v) Reducción importante del potencial de contracción y del potencial de hinchamiento.
- vi) Incremento de la resistencia a la comprensión simple de la mezcla posterior al tiempo de curado alcanzando en algunos casos hasta un 40% de incremento.
- vii) Incremento de la capacidad portante del suelo (CBR).
- viii) Incremento de la resistencia a la tracción del suelo.
- ix) Formación de barreras impermeables que impiden la penetración de aguas de lluvia o el ascenso capilar de aguas subterráneas.

La experiencia americana ha demostrado que una estabilización con cal tiene excelentes resultados, en los siguientes casos:

- a) Materiales compuestos por mezclas de grava y arcilla para su uso como capa granular superficial con una incorporación de 2 a 4% de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  en peso.
- b) Suelos altamente arcillosos para usarlos como capa granular superficial (5 a 10% de cal en peso) o como capa inferior (1 a 3% de cal en peso).

Debe tenerse en cuenta, 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 período 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.





## 9.6 SUELOS ESTABILIZADOS CON CEMENTO

El material llamado suelo-cemento se obtiene por la mezcla íntima de un suelo suficientemente disgregado con cemento, agua y otras eventuales adiciones, seguida de una compactación y un curado adecuados. De esta forma, el material suelto se convierte en otro endurecido, mucho más resistente. A diferencia del concreto, sin embargo, los granos de los suelos no están envueltos en pasta de cemento endurecido, sino que están puntualmente unidos entre sí. Por ello, el suelo-cemento tiene una resistencia inferior y un módulo de elasticidad más bajo que el concreto.

El contenido óptimo de agua se determina por el ensayo proctor como en la compactación de suelos.

Las propiedades del suelo-cemento dependen de:

- Tipo y cantidad de suelo, cemento y agua.
- Ejecución.
- Edad de la mezcla compactada y tipo de curado.

Los suelos más adecuados para estabilizar con cemento son los granulares tipos A-1, A-2 y A-3, con finos de plasticidad baja o media ( $LL < 40$ ,  $IP < 18$ ).

La resistencia del suelo-cemento aumenta con el contenido de cemento y la edad de la mezcla. Al añadir cemento a un suelo y antes de iniciarse el fraguado, su IP disminuye, su LL varía ligeramente y su densidad máxima y humedad-óptima aumenta o disminuyen ligeramente, según el tipo de suelo.

La dosificación de cemento para Suelo Cemento puede fijarse aproximadamente en función del tipo de suelo, según lo siguiente:

**Cuadro 9.4**  
**Rango de Cemento Requerido en Estabilización Suelo Cemento**

Clasificación de suelos AASHTO	Rango usual de cemento requerido Porcentaje del peso de los suelos
A-1-a	3 - 5
A-1-b	5 - 8
A-2	5 - 9
A-3	7 - 11
A-4	7 - 12
A-5	8 - 13
A-6	9 - 15
A-7	10 - 16

Fuente: Federal Highway Administration (FHWA).



Es conveniente que la compactación se inicie cuando la humedad in situ sea la prescrita y en todo caso, en menos de una hora a partir del mezclado, y se debe terminar entre 2 y 4 horas, según las condiciones atmosféricas. A nivel de subrasante, se exige un grado de compactación mínimo 95% según AASHTO T180 en la capa de afirmado el mínimo es de 100%.

Debe tenerse en cuenta, el problema del posible fisuramiento de estas estabilizaciones o de bases tratadas con cemento, 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 cemento.

### 9.7 SUELOS ESTABILIZADOS CON ESCORIA

Hoy en día las escorias de acería o de otros hornos de fundición se emplean en muchas partes del mundo, en la fabricación del cemento, como agregados en la fabricación de hormigón, como material de base y sub-base en los pavimentos, en la estabilización de sub-rasantes, en la carpeta asfáltica formando parte del ligante bituminoso; en la agricultura también se ha encontrado aplicación, así como en el tratamiento de aguas residuales. Al emplearse este subproducto en construcción de infraestructura vial se evita explotar nuevas canteras, manteniendo el paisaje de la zona; como no requiere procesar los agregados se reduce el consumo de energía y combustibles, y se reducen las emisiones de CO<sub>2</sub> al ambiente.

En caso de escasez de finos, se podrá efectuar una mezcla de escoria, arena fina y cal. La cal a utilizar será la indicada en la [Sección 301.B](#) Suelo Estabilizado con Cal, de las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras del MTC (vigente); no obstante, en este caso no se admitirá el uso de cal viva, porque podría causar expansión en el suelo.

En los suelos estabilizados con escoria y cal el porcentaje estimado en peso de cal se encuentra en 1.5 y 3% y del escoria entre 35% - 45% en volumen. La utilización de grados con tamaño máximo limitado al de las arenas facilita los trabajos de mantenimiento sin desgastar prematuramente las cuchillas de motoniveladoras ni formar estrias sobre la calzada.

Además tamaño de agregados mayores a 1 cms al ser despedidos por la acción del tránsito pueden provocar daños a os vehículos así como a las personas.



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles

Diffundido por:  
ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia  
icg@icgmail.org / www.construccion.org

## 9.8 ESTABILIZACIÓN CON CLORURO DE SODIO

El principal uso de la sal es como control del polvo en bases y superficies de rodadura para tránsito ligero. También se utiliza en zonas muy secas para evitar la rápida evaporación del agua de compactación.

La sal es un estabilizante natural, compuesto aproximadamente por 98% de NaCl y un 2% de arcillas y limos, cuya propiedad fundamental, al ser higroscópico, es absorber la humedad del aire y de los materiales que le rodean, reduciendo el punto de evaporación y mejorando la cohesión del suelo. Su poder coagulante conlleva a un menor esfuerzo mecánico para lograr la densificación deseada, debido al intercambio iónico entre el Sodio y los minerales componentes de la matriz fina de los materiales, produciéndose una acción cementante.

Los suelos que se usen para la construcción de Suelo-Sal deben estar limpios y no deben tener más de tres por ciento (3%) de su peso de materia orgánica.

El índice de plasticidad del suelo debe ser mayor a 8%, pero para la fracción de suelos que pasa la malla N°200 el requerimiento mínimo es de 12%. No obstante, para mayores índices de plasticidad del suelo, se permite aceptar para la fracción de suelos que pasa la malla #200, menores valores de IP hasta un límite no menor a 9%.

El tamaño máximo del agregado grueso que contenga el suelo no debe ser mayor de 1/3 del espesor de la capa compactada de Suelo-Sal. El espesor total de la capa de suelo estabilizado con sal será de 150 mm o 200 mm, según se especifique en el Proyecto.

La Sal (cloruro de sodio) se produce mediante 3 métodos, el más antiguo consiste en el empleo del calor solar para producir la evaporación del agua salada, con lo que se obtienen los residuos de sal. Otro método consiste en la extracción directa de las minas de sal y tercer método consiste en la evaporación del agua de mar mediante el empleo de hornos.

El cloruro de sodio se presenta en forma de cristales, fácilmente solubles en agua, los cuales son higroscópicos y se les consigue en el mercado constituyendo cristales grandes o polvo fino y con diferentes grados de pureza.

Las características típicas de la sal (cloruro de sodio) son:



**Cuadro 9.5**  
**Características Típicas de Sal (Cloruro de Sodio)**

Características	Límites
Cloruro de sodio, %	98.00 – 99.70
Humedad, %	2.00 – 3.60
Materia Insoluble, %	0.007 – 0.175
Ion calcio, %	0.035 – 0.910
Ion magnesio, %	0.002 – 0.074
Ion sulfato, %	0.125 – 0.355
Tamiz 4.75 mm ( Nº 4 )	20 – 55%
Tamiz 1.18 mm (Nº 16)	50 – 70%
% Pasa Tamiz 1.18 mm (Nº 16)	13% max

Normalmente la cantidad de sal está comprendida entre 50 y 80 kg/m<sup>3</sup> de suelo a estabilizar. No obstante, la cantidad adecuada de sal depende de los resultados que se obtengan del tramo de prueba.

El agua que se use para la construcción de Bases de Suelo – Sal debe estar limpia, no debe contener materia orgánica y debe estar libre de aceites, ácidos y álcalis perjudiciales.

Se podrá incorporar al agua, sal (Cloruro de Sodio), produciendo salmuera o también podrá aplicarse el agua de mar, mediante riego de salmueras, verificando que la cantidad de agua regada contenga la dosis adecuada de sal.

La mezcla sobre la vía es el conjunto de operaciones que, mediante el mezclado sobre la plataforma de la vía del suelo con la Sal y con el agua, utilizando el equipo adecuado, permite obtener la mezcla de Suelo – Sal que satisfaga los requisitos establecidos. Para mezclar es más adecuado el uso de rastras con discos rotatorios. La compactación se puede iniciar en cualquier momento luego de perfilada la superficie con el equipo adecuado al tipo de suelo. Cuando se observe que se ha perdido la sal por efecto del tránsito o las lluvias, la superficie debe rociarse con 450grs de sal por cada metro cuadrado.





### **9.9 ESTABILIZACIÓN CON CLORURO DE CALCIO**

Este producto trabaja de forma similar a la sal común, pero es preferible debido al efecto oxidante que tiene el cloruro de sodio. En todo caso, el cloruro de calcio ayuda al proceso de compactación y contribuye con la resistencia del suelo, previene el desmoronamiento de la superficie y es un paliativo del polvo.

Las características higroscópicas de este producto ayudan a mantener la humedad en la superficie del camino.

Se puede utilizar de dos formas:

- En granos regulares o Tipo I
- En hojuelas o pelotillas o Tipo II

La dosificación es de 1% - 2% de cloruro de calcio en peso respecto del suelo seco. El mezclado, compactación y terminación son similares a los de la estabilización con cloruro de sodio; generalmente se aplica disuelto en agua mediante riego al comienzo de la temporada seca.

El suelo a estabilizar deberá presentar las siguientes características:

- Agregado grueso (1" - N° 4) de 10 - 60%
- Agregado fino menor que la malla N° 200 de 10 - 30%
- Índice plástico IP = 4 - 15%
- Sulfatos 001% máximo.

### **9.10 ESTABILIZACIÓN CON CLORURO DE MAGNESIO**

El cloruro de magnesio (MgCl) es un cloruro en forma de cristales de color blanco, más efectivo que el cloruro de calcio para incrementar la tensión superficial produciendo una superficie de rodado más dura. Químicamente, el cloruro de magnesio está constituido aproximadamente por un 10.5% de magnesio, un 33.5% de cloro, un 52% de agua y un 4% de impurezas, grasoso al tacto por su gran contenido de humedad. Para el uso vial presenta las siguientes propiedades útiles:

- Higroscópica: Posee la capacidad de absorber humedad del ambiente, incluso en zonas sumamente áridas.
- Ligante: Cohesiona las partículas finas, permitiendo consolidar la carpeta de rodado.
- Resistente a la evaporación: Posee una baja tensión de vapor, lo que permite que no se pierda la humedad absorbida.
- Baja temperatura de congelamiento: -32.8 °C.
- Altamente soluble en agua: Permite elaborar una solución en forma rápida y sencilla.



En los caminos pavimentados, el cloruro de magnesio puede utilizarse para prevenir la formación de hielo sobre la calzada ("anti-icing"), o bien para derretir hielo ya formado sobre el pavimento ("de-icing"), debido a que permite bajar el punto de congelamiento del agua e impedir la formación de hielo, a temperaturas ambientales por debajo de los  $-5^{\circ}\text{C}$ .

En los caminos no pavimentados, se utiliza bajo dos formas de aplicación diferentes:

- Como tratamiento supresor de polvo: el camino no pavimentado (afirmado) debe ser previamente preparado, humedecido y compactado, y estar libre de deterioro en superficie.

De preferencia, el material deberá contener una proporción de material fino en el orden del 10 al 20% para asegurar cohesión (en tal sentido, mejor si son finos plásticos), y al menos un 20% de material granular con tamaño superior a 10 mm para asegurar un mínimo de estabilidad estructural.

Sobre esta capa se aplica una serie de riegos de salmuera de cloruro de magnesio, cuya disolución debe ser homogénea y estar en proporción 1,5 a 1 con el agua (en peso), con lo cual la salmuera tendrá una densidad de 1,25 tn/m<sup>3</sup>.

Se recomienda aplicar unos 4 l/m<sup>2</sup> de riego sobre el camino, pudiendo variar la dosis en función de la geometría del camino, tránsito futuro, o también de la proporción de finos plásticos. De esta manera, se consigue una costra superficial durable que reduce casi por completo la dispersión del polvo causada por el tránsito vehicular, mejorando sensiblemente las condiciones ambientales en la zona aledaña.

- Como estabilizador superficial: en este caso, se debe mezclar la parte superior de la capa de afirmado con el producto diluido en agua, en un espesor variable entre 7 y 15 cm de acuerdo al diseño efectuado.

La dosis de cloruro de magnesio se aplica, en una proporción de entre 3 y 5% en peso de suelo seco, depende del grado de plasticidad en el material a tratar (a mayor IP, menor cantidad requerida de MgCl).

El material debe ser trabajado con maquinaria y mezclado en forma homogénea, y se debe humectar hasta alcanzar su humedad óptima considerando el aporte de la salmuera de cloruro de magnesio, y descontando la humedad natural del afirmado. Posteriormente, el material ya humectado debe ser apropiadamente distribuido y compactado con rodillo liso vibratorio.



## 9.11 ESTABILIZACIÓN CON PRODUCTOS ASFÁLTICOS

La mezcla de un suelo con un producto asfáltico puede tener como finalidad:

1. Un aumento de su estabilidad por las características aglomerantes del ligante que envuelve las partículas del suelo.
2. Una impermeabilización del suelo, haciéndolo menos sensible a los cambios de humedad y por tanto más estable en condiciones adversas.

La dosificación necesaria de ligante es función principalmente de la granulometría (superficie específica) del suelo. Los suelos más adecuados son los granulares con pocos finos, de reducida plasticidad, que presentan menos del 20% que pasa la malla N°200, LL < 30 e IP < 10.

El material asfáltico usualmente empleado son las emulsiones asfálticas y los asfaltos fluidificados de viscosidad media. La mezcla se hace con frecuencia in situ, y la elección del ligante asfáltico dependerá de la granulometría del suelo, de su contenido de humedad y de las condiciones climáticas. La granulometría puede ser abierta, cerrada con finos o cerrada sin finos, pero una mayor superficie específica exigirá un ligante de curado y rotura más lentos, para permitir una mezcla mas adecuada. En zonas con temperaturas elevadas, también deberán usarse productos de curado y rotura más lentos, éstos podrán ser mas viscosos.

En el caso de las estabilizaciones con emulsiones asfálticas se emplea un emulsificante, tal como un agente químico utilizado como emulsificante y definido como tenso activo o surfactante aniónico o catiónico, que determinará la clasificación de las emulsiones como aniónicas, catiónicas o no iónicas.

Se tienen emulsiones de fraguado lento, medio y rápido, de acuerdo al porcentaje de cemento asfáltico que se emplea. Una emulsión asfáltica es una dispersión de asfalto en agua en forma de pequeñas partículas de diámetro de entre 3 y 9 micras.

Este tipo de aglutinantes puede usarse casi con cualquier tipo de material aunque por economía se recomienda que se emplee en suelos gruesos o en materiales triturados que no presenten un alto índice de plasticidad; puede usarse también con las arcillas pero solo le procura impermeabilidad; además, para el caso de suelos plásticos, con otros productos se logra mayor eficiencia y economías.

Es importante que el material pétreo que se va a mejorar, presente cierta rugosidad para que exista un anclaje adecuado con la película asfáltica, situación que se agrava si el material pétreo no es afín con el producto asfáltico. Algunos productos asfálticos contienen agua y si esto no se toma en cuenta se pueden presentar problemas muy serios al momento de compactar, la prueba que más comúnmente se emplea en el laboratorio para determinar el porcentaje adecuado de asfalto a utilizar se conoce como "prueba de valor





soporte florida modificada" y el procedimiento consiste en elaborar especímenes de pétreos que presentan cierta humedad usando diferentes porcentajes de asfalto, se compactan con carga estática.

Después de esto se pesan y se meten a curar al horno a una temperatura de 60° C, se sacan y se penetran hasta la falla o bien hasta que tengan una profundidad de 6.35 mm registrándose la carga máxima en Kg, se efectúa una gráfica para obtener el porcentaje óptimo de emulsión y se recomienda que el material por mejorar presente un equivalente de arena mayor de 40% y el porcentaje de emulsión varíe en un porcentaje de 1.

El procedimiento constructivo se desarrolla de la manera siguiente: la capa a mejorar ya tiene que estar completamente terminada. No se debe hacer la estabilización cuando hay mucho viento, menos de 5° C o lluvia. Las estabilizaciones se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a 15° C, no obstante, si la temperatura ambiente tiene tendencia a aumentar, podrá fijarse en 10° C la temperatura límite inferior para poder ejecutar la mezcla; estos límites podrán ser rebajados en 5° C, cuando la aplicación del ligante se efectúe directamente en la máquina de una sola pasada o en la mezcladora de la planta fija.

La dosificación depende de la granulometría del suelo, suelos finos requieren mayor cantidad de asfalto, así suelos plásticos muy finos no pueden estabilizarse a un costo razonable debido a la dificultad para pulverizarlos y la cantidad de bitumen exigido. En general, la cantidad de asfalto utilizado varía entre un 4% y un 7% y en todo caso la suma de agua para compactación más el asfalto no debe exceder a la cantidad necesaria para llenar los vacíos de la mezcla compactada.

El proceso de curado en la estabilización con asfalto tiene una gran importancia, depende de muchas variables, como cantidad de asfalto aplicado, humedad y viento, cantidad de lluvias y la temperatura ambiente; razón por la cual es fundamental considerar el curado de estas capas estabilizadas o tratadas con asfalto.

## **9.12 ESTABILIZACIÓN CON GEOSINTÉTICOS**

A diferencia de los suelos, los geosintéticos proporcionan resistencia a la tracción y una mejora significativa en el rendimiento y construcción de pavimentos.

La experiencia internacional que se tiene hasta ahora de los geosintéticos, respecto al comportamiento frente a los agentes agresivos y respecto a su resistencia mecánica, ha permitido la diversificación funcional de los geosintéticos; así tenemos, que la función drenante y anticontaminante es la misión específica de los geotextiles; la función específica de armado o refuerzo del terreno (o de la explanada) o de los pavimentos, está en el ámbito de las geomallas; y, la función de impermeabilización o protección está en el campo de las geomembranas.



Las funciones de separación y filtro de los geotextiles y la función de refuerzo de las geomallas, se pueden combinar para proporcionar una estabilización mecánica de los suelos de subrasante inadecuada. Las geomallas también se puede utilizar para reforzar la capa de base de un pavimento flexible ya que nos permite mejorar el valor soporte y así mejorar el comportamiento de la estructura del pavimento y los geotextiles se pueden colocar en la interfase de sub-base - base a: (i) para permitir el drenaje de la sub-base, cuando se evidencie un mal drenaje, por ejemplo por la utilización de una base densa o cerrada; y / o (ii) para permitir el rápido drenaje de la capa de base.

Las condiciones consideradas óptimas para el uso de geosintéticos, en la construcción de carreteras:

1. Suelos Clasificados según:

- Clasificación SUCS: SC, CL, CH, ML, MH, OL, OH y PT
- Clasificación AASHTO: A-5, A-6, A-7-5 y A-7-6

2. Baja resistencia al corte y sin drenaje

- $T_f = C_u < 2,000$  libras por pie cuadrado (90 kPa)
- $CBR < 3$  (muestra saturada, CBR determinado según la norma ASTM D 4429)
- R-valor  $\sim < 20$  (Determinado según la norma AASHTO T 190)
- $MR \sim < 4500$  psi (30 MPa) (Determinado según la norma AASHTO T 274)

3. Nivel freático alto

4. Sensibilidad alta ( $S > 8$ , como resultado de la relación entre la resistencia a la compresión no confinada en estado inalterado y la resistencia a la compresión no confinada en estado remoldeado, de una muestra de suelo cohesivo, determinado según el ensayo MTC E121).

En estas condiciones, los geosintéticos pueden funcionar como separadores para evitar la contaminación o entremezcla de los agregados del afirmado, subbase o base de la carretera y el suelo de la subrasante; migración de finos se ha observado aún en suelos con CBR 8%. Asimismo, el filtro es necesario, porque los suelos por debajo de un CBR de 3%, suelen ser húmedos y saturados, en tal sentido, el agua existente puede drenar a través de los geosintéticos sin que se produzca transporte de sólidos. También los geosintéticos en su función de refuerzo permitirán, a través del tiempo, la disipación de los esfuerzos y reducción de tensiones en la sub-base y mejoramiento de la capacidad de carga.



Según el documento ETL1110-1-189 del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, existen varios tipos de geomallas: geomallas extruídas (extruded), geomallas tejidas (woven), geomallas soldadas (welded) y compuestos de geomallas (geogrid composites). Las geomallas extruídas son formadas de láminas de polímero las cuales son perforadas, calentadas y estiradas en dos direcciones para mejorar sus propiedades físicas. Las geomallas tejidas son fabricadas de fibras de polímero tejidas y luego recubiertas para aumentar su resistencia a la abrasión. Las geomallas soldadas son fabricadas soldando las uniones de una malla tiras de polímero extruído. Finalmente, los compuestos de geomalla son geomallas formadas en combinación con otro geosintético para resolver una aplicación geotécnica en particular. De acuerdo a la experiencia internacional, las geomallas extruídas han tenido un mejor comportamiento estructural en aplicaciones de refuerzo de pavimentos.

Se han identificado tres mecanismos de refuerzo de las geomallas en el refuerzo de suelos y pavimentos: confinamiento lateral de las partículas, mejoramiento de la capacidad portante del terreno natural y el efecto membrana tensionada (ETL 1110-1-189).

#### **Confinamiento Lateral**

Este mecanismo se logra a través de la trabazón de las partículas granulares con el refuerzo. Las geomallas aumentan el módulo de la capa reforzada al confinar las partículas e impedir su movimiento natural ante la aplicación de las cargas vehiculares. La trabazón mecánica aumenta la rigidez de la base reduciendo las deformaciones verticales en la interfase inferior y los ahuellamientos en la superficie de rodadura.

#### **Mejoramiento de la Capacidad Portante del Terreno Natural**

La rigidez de la geomalla permite distribuir las cargas aplicadas en una mayor área disminuyendo los esfuerzos cortantes y verticales en el terreno natural blando. Básicamente se traslada el plano de falla de la estructura del pavimento de un material no competente (blando) a materiales de mejor comportamiento estructural como la base/subbase.

#### **Efecto Membrana Tensionada**

Este mecanismo se presenta cuando ocurre un ahuellamiento o deformación considerable en el terreno natural debido a una carga vehicular, desarrollándose unos esfuerzos que son soportados por la resistencia a la tensión del refuerzo. Este efecto de membrana tensionada desarrolla en el refuerzo una resistencia vertical y un confinamiento hacia abajo, aumentando la resistencia al corte del terreno natural. Este mecanismo de refuerzo para desarrollarse necesita una deformación significativa de la superficie de la carretera,



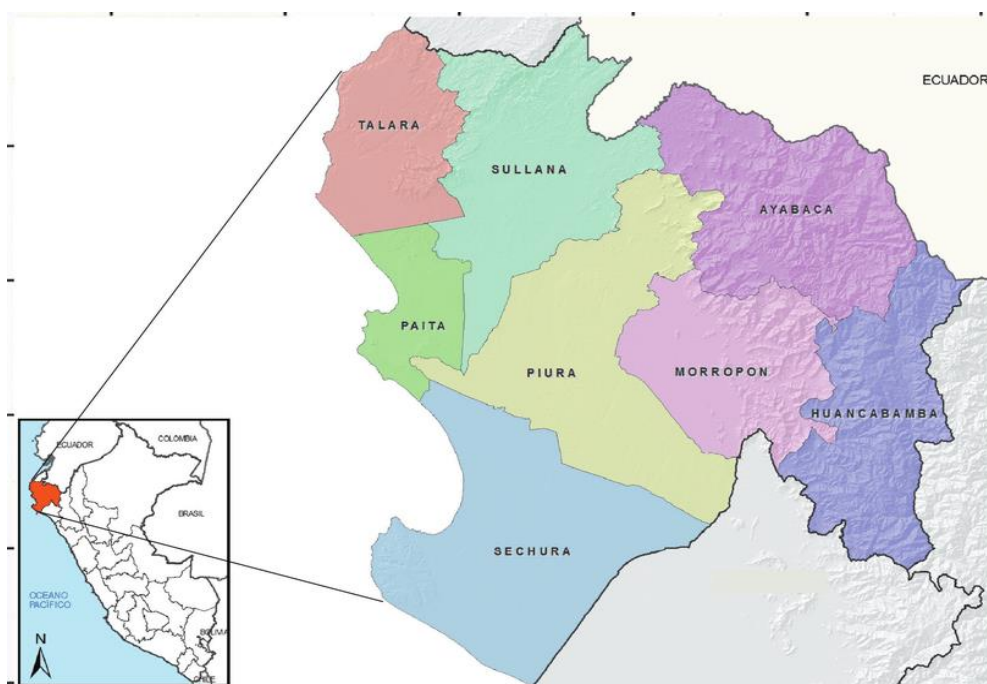
que no siempre es admisible en caminos pavimentados, y adicionalmente, el tráfico debe ser canalizado.

Hasta hace unos años, el efecto membrana tensionada se consideraba el mecanismo principal de refuerzo. Luego de años de investigación se ha determinado que cuando se quiere reforzar la capa granular el mecanismo principal es el confinamiento lateral. En el refuerzo de capas granulares las deformaciones en la estructura del pavimento son mínimas por lo que el efecto membrana tensionada no se alcanza a desarrollar. Cuando se quiere hacer un mejoramiento del terreno natural, los mecanismos principales son el mejoramiento de la capacidad portante y el efecto membrana tensionada.

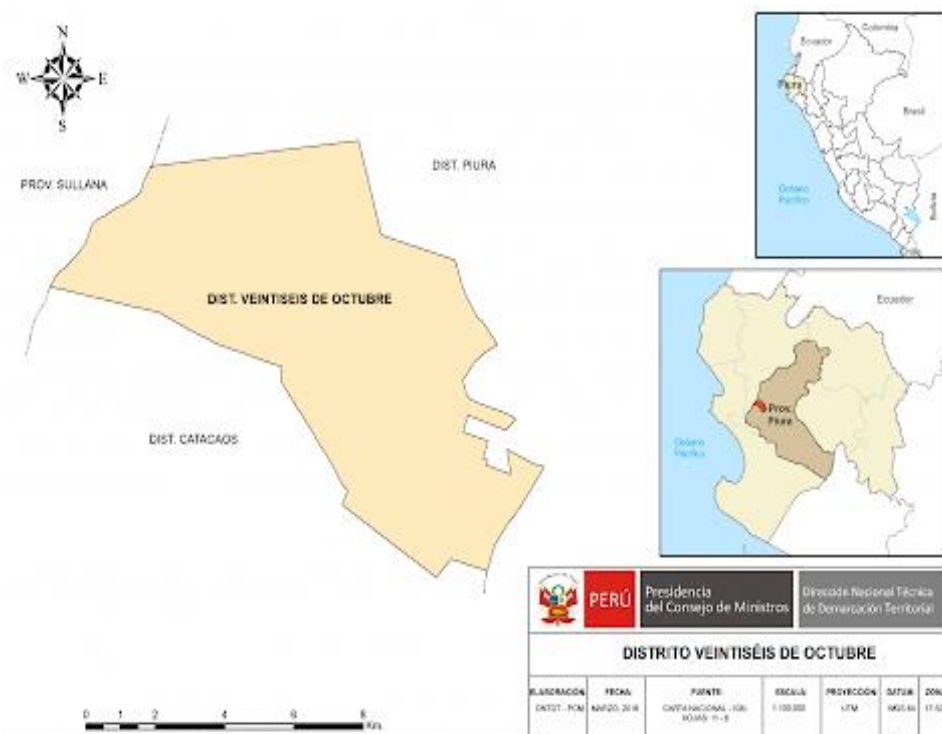
De acuerdo al USACE y AASHTO, existen diferentes tipos de geomallas, no obstante que presentan una apariencia similar, pero no necesariamente tienen el mismo beneficio estructural. Por lo tanto, en caso que el Ingeniero Responsable decida utilizar geosintéticos para la estabilización de suelos, analizará y sustentará la conveniencia de aplicación del tipo de geosintético que incluirá en su diseño, definiendo si se aplicará para una función drenante, filtro, anticontaminante, refuerzo o protección.



## ANEXO 11: MAPAS Y PLANOS



- Mapa de ubicación geográfica, de la Región Piura en el mapa del Perú.



- Mapa de ubicación del distrito Veintiséis de octubre en la Región Piura.

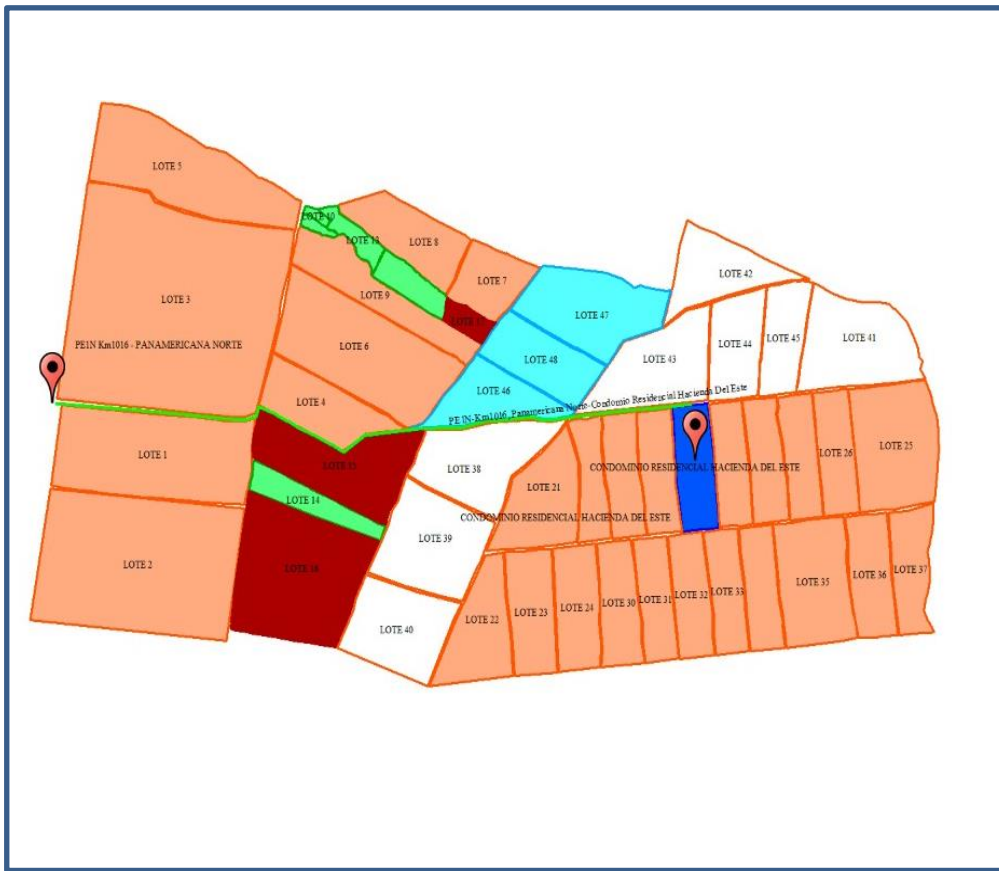
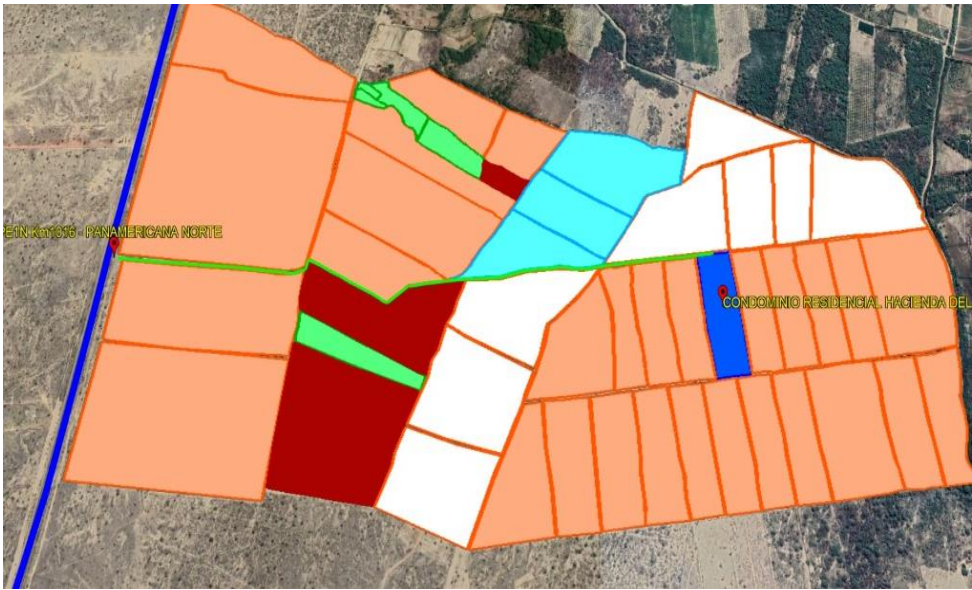


- Ubicación de la carretera panamericana norte que es la 1N.



- Ubicación de la entrada de la vía en estudio y sus 4 calicatas realizadas; al final de azul condominios Hacienda Del Este.





## ANEXO 12: PANEL FOTOGRÁFICO

### Trabajo de Campo

#### Procedimiento previo al análisis

Para los estudios en laboratorio de las muestras se tomó en cuenta 04 puntos de investigación que es igual a 04 calicatas con una profundidad de 1.50m, para precisión de resultados a pesar que la norma indica que para carreteras de bajo volumen de tránsito con un  $IMDA \leq 200$  veh. /día, el número de calicatas a realizar será como mínimo 1 calicata x km y son llamados trochas carrozables, cuyo ancho de calzada será de 6m.

#### Ubicación de las Calicatas

Se realizaron 04 calicatas dentro de los 2.44 km que comprende el estudio de la tesis, siempre teniendo como guía el manual de carreteras y pavimentos del MTC.

Figura 63: CALICATA # 01



- La calicata # 01 se encuentra ubicada en las coordenadas UTM de zona 17M532739 9440274, este proceso permite conocer el estado actual del terreno in situ y proporciona información mediante datos cuantificables.





- La calicata # 04 en 17M534573 9440228, se realizo los mismos procedimientos que las calicatas anteriores, teniendo como guía la norma MTC.



- Inicio de la vía en estudio, reconocimiento, toma de medidas y coordenadas UTM.



- Toma de puntos UTM para verificación de terrenos por donde pasa la vía.
- Recolección de muestras como los residuos de la cosecha del plátano, pseudotallo, hojas, raquis.



- Recolección del pseudotallo; corte de la planta.



- Corte del pseudotallo en partes y posterior secado.





- Muestra el proceso de la toma de muestras, el pesado y colocación en las mallas para su clasificación del suelo.



- Se realiza un movimiento elipsoidal para su correcto sernimiento y luego se procede al pesado de la muestra en su respectiva malla.





- En el ensayo de contenido de humedad natural, se pesa los recipientes vacíos y luego llenos con la muestra, se registra los datos obtenidos.



- Después de llenar los recipientes con la muestra, se llevan al horno por 24 hrs para su secado.



- Se retira del horno, se deja enfriar y se toma el peso.



- Se selecciona 200 gr de muestra.



- Se pasa por el tamiz N°40, y si cumple se realiza el ensayo con la muestra pasante.



- Se coloca una cantidad adecuada al recipiente de porcelana.





- Se humedece la muestra con agua mediante un gotero.



- Se mezcla, se bate y se comprime usando una espátula.



- Se comprime con la mano y se pasa a colocar en el Casagrande, con una espátula de manera proporcionada y extendiendo la muestra en todo el plato.



- Una vez extendido la muestra en todo el plato de Casagrande, con el ranurador se da una pasada hundiendo el biselado.



- Se gira la manija de la cazuela de manera que lo golpee, hasta que las dos mitades se junten.



- Se toma la muestra de la parte que se juntó, se coloca en un recipiente metálico.





- Se pesa la muestra y se lleva al horno a 110 °C y por 24 hrs.



- Se toma 20 gr de la muestra que quedo del límite líquido y se busca alcanzar una consistencia que permita enrollarse.
- Se toma el trozo dividido y se pesa.
- Se lleva al horno a 110 °C por 24 hrs.



- Pisón de 10 lb y molde para la realización del ensayo Proctor Modificado.



- Se realiza el pesado del molde, pero vacío y se procede a llenar de la muestra a realizar.



- Se realiza el apisonado cada capa de la muestra.



- Luego del llenado de muestra en el molde se retira la parte superior del molde y se utiliza como nivel o regla.





- Se pesa la muestra con todo y molde, y se repite el procedimiento en los dos moldes siguientes.



- Llenado y apisonado de la muestra en los siguientes moldes.



- Se repite el procedimiento en el tercer molde y se procede a pesar.



- Preparación de los moldes y muestras para los ensayos de CBR.



- Colocación del molde en la prensa para los respectivos ensayos de penetración.



- Pesado de muestra y fibra de banano para la mezcla correspondiente.

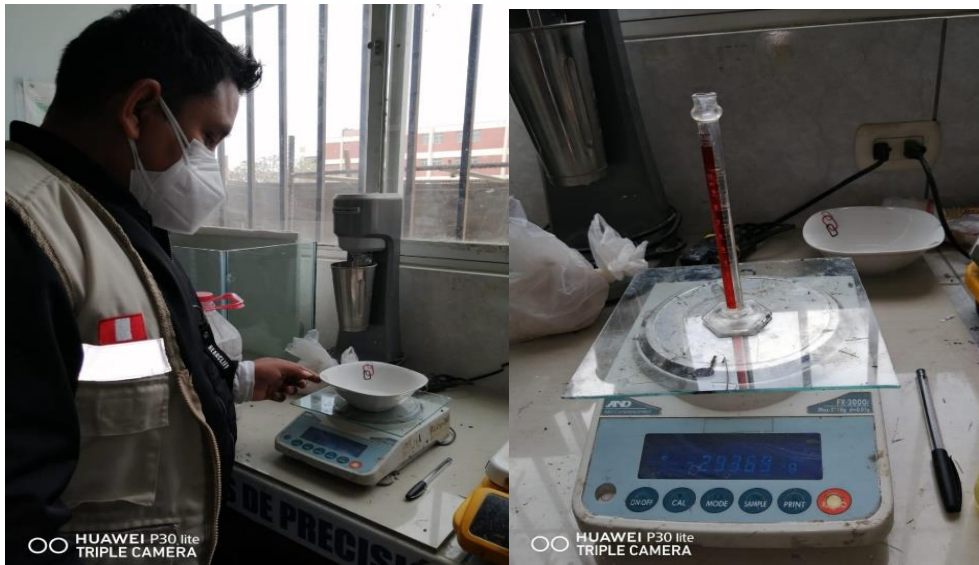




- Proceso de la mezcla, es el mismo en todas las dosificaciones.



- Después de la mezcla se procede a colocar en los moldes, también se pesa el deposito vacío donde estuvo la fibra.



- Pesado del molde y de la muestra de aceite contenida en el tubo de ensayo, aunque se tomo el aceite en medida por litros.



- Mezcla de 6000 gr de suelo, 720 gr de fibra y 0.25 Lt, 0.30 Lt, 0.35 Lt, 0.40 Lt respectivamente de aceite de limón.



- Apisonado de la muestra.
- Se lleva a sumergirse en agua por tres días



- Luego de retirar la muestra del agua se lleva a la prensa para su respectivo ensayo.
- Los resultados obtenidos son de desplazamiento y carga.