

# **UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL**



**“Capacidad del soporte del suelo con adición de la savia de sábila en la carretera no pavimentada al Centro Poblado Tangay – Nuevo Chimbote. Año 2020”**

**Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil**

Autor:

Miranda Julcamoro Jonathan Antonino

Asesor:

Salazar Sánchez Dante Orlando

Código ORCID 0000-0003-2710-3416

Chimbote – Perú

2021

## INDICE

|                            |      |
|----------------------------|------|
| Índice                     | ii   |
| Palabras clave             | vii  |
| Título de la investigación | viii |
| Resumen                    | ix   |
| Abstract                   | x    |
| Introducción               | 1    |
| Metodología                | 35   |
| Resultados                 | 45   |
| Análisis y discusión       | 46   |
| Conclusiones               | 47   |
| Recomendaciones            | 48   |
| Agradecimientos            | 49   |
| Referencias bibliográficas | 50   |
| Anexo y apéndice           | 53   |

## Índice de Tablas

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1</b> Símbolos de grupo ( SUCS).....   | 3  |
| <b>Tabla 2</b> Tipología de suelos (SUCS) .....   | 4  |
| <b>Tabla 3</b> Características de los suelos según el SUCS .....  | 5  |
| <b>Tabla 4</b> Clasificación granulométrica de los suelos.....  | 6  |
| <b>Tabla 5</b> Componentes del de aloe vera. ....   | 12 |
| <b>Tabla 6</b> Mallas estándar. ....  | 13 |
| <b>Tabla 7</b> Clasificación SUCS. ....   | 21 |
| <b>Tabla 8</b> Clasificación de subrasante.....   | 23 |
| <b>Tabla 9</b> Técnicas e instrumentos de investigación.....  | 30 |
| <b>Tabla 10</b> Composición química de la savia de sábila por el método de espectrometría de fluorescencia de rayos x. .... | 34 |
| <b>Tabla 11</b> Cuadro Resumen del Análisis Granulométrico de la calicata N° 01 .....                                       | 35 |
| <b>Tabla 12</b> Cuadro Resumen del Análisis Granulométrico de la calicata N° 02 .....                                       | 35 |
| <b>Tabla 13</b> Cuadro Resumen del Análisis Granulométrico de la calicata N° 03 .....                                       | 37 |
| <b>Tabla 14</b> Proctor Modificado Patrón de la Calicata N°01 .....   | 38 |
| <b>Tabla 15</b> Proctor Modificado Experimental de la Calicata N°01 .....   | 39 |
| <b>Tabla 16</b> Proctor Modificado Experimental de la Calicata N°01 .....   | 40 |
| <b>Tabla 17</b> Proctor Modificado Patrón de la Calicata N°02 .....   | 41 |
| <b>Tabla 18</b> Proctor Modificado Experimental de la Calicata N°02 .....   | 42 |
| <b>Tabla 19</b> Proctor Modificado Experimental de la Calicata N°02 .....   | 43 |
| <b>Tabla 20</b> Proctor Modificado Patrón de la Calicata N°03 .....   | 43 |

|                 |  |    |
|-----------------|--|----|
| <b>Tabla 21</b> | Proctor Modificado Experimental de la Calicata N°03 .....  | 45 |
| <b>Tabla 22</b> | Contenido de Humedad de las C-1, C-2, C-3. ....  | 45 |
| <b>Tabla 23</b> | Cuadro resumen del ensayo de CBR para diferentes energías de compactación y diferentes porcentajes de savia de sábila en la calicata N° 01 ..... | 47 |
| <b>Tabla 24</b> | Cuadro resumen del ensayo de CBR para diferentes energías de compactación y diferentes porcentajes de savia de sábila en la calicata N° 02 ..... | 47 |
| <b>Tabla 25</b> | Cuadro resumen del ensayo de CBR para diferentes energías de compactación y diferentes porcentajes de savia de sábila en la calicata N° 03 ..... | 49 |
| <b>Tabla 26</b> | Capacidad de soporte a 2.4mm de penetración de calicata N° 01 .....  | 49 |
| <b>Tabla 27</b> | Capacidad de soporte a 2.4mm de penetración de calicata N° 02 .....  | 50 |
| <b>Tabla 28</b> | Capacidad de soporte a 2.4mm de penetración de calicata N° 03 .....  | 50 |
| <b>Tabla 29</b> | CBR (95% M.D.S) según adición de la savia de sábila 15% y 10% .....  | 51 |
| <b>Tabla 30</b> | CBR (100% M.D.S) según adición de la savia de sábila 15% y 10% .....   | 51 |

## Índice de Gráficos

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1</b> Determinación del índice de CBR.....  | 9  |
| <b>Figura 2</b> Curva Granulométrica de la calicata N°01.....   | 35 |
| <b>Figura 3</b> Curva Granulométrica de la calicata N°02.....   | 36 |
| <b>Figura 4</b> Curva Granulométrica de la calicata N°03.....   | 37 |
| <b>Figura 5</b> Curva Densidad Seca Vs Contenido de Humedad Patrón de la Calicata N 1 ..                  | 38 |
| <b>Figura 6</b> Curva Densidad Seca Vs Contenido de Humedad Experimental de la Calicata N°01 .....        | 39 |
| <b>Figura 7</b> Curva Densidad Seca Vs Contenido de Humedad Experimental de la Calicata N°01 - 10% .....  | 40 |
| <b>Figura 8</b> Curva Densidad Seca Vs Contenido de Humedad patron de la Calicata N°02 .....              | 41 |
| <b>Figura 9</b> Curva Densidad Seca Vs Contenido de Humedad Experimental de la Calicata N°02-15% .....    | 42 |
| <b>Figura 10</b> Curva Densidad Seca Vs Contenido de Humedad Experimental de la Calicata N°02 - 10% ..... | 43 |
| <b>Figura 11</b> Curva Densidad Seca Vs Contenido de Humedad Patrón de la Calicata N°03 .....             | 44 |
| <b>Figura 12</b> Curva Densidad Seca Vs Contenido de Humedad Experimental de la Calicata N°03 - 15% ..... | 45 |
| <b>Figura 13</b> Capacidad de soporte CBR, patrón, 10% y 15% de savia de sábila en la C-1. ....           | 47 |
| <b>Figura 14</b> Capacidad de soporte CBR, patrón, 10% y 15% de savia de sábila en la C-2. ....           | 48 |
| <b>Figura 15</b> Capacidad de soporte CBR, patrón, 10% y 15% de savia de sábila en la C-3. ....           | 49 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 16</b> Resumen de la Capacidad de soporte CBR (100%), patrón, 10% y 15% de savia de sábila en las C-1, C-2 y C-3..... | 51  |
| <b>Figura 17</b> Resumen de la Capacidad de soporte CBR (100%), patrón, 10% y 15% de savia de sábila en las C-1, C-2 y C-3..... | 52  |
| <b>Figura 18</b> Extracción del suelo de la calicata N° 1 .....   | 103 |
| <b>Figura 19</b> Extracción del suelo de la calicata N° 1 .....   | 103 |
| <b>Figura 20</b> Extracción de suelo de la calicata N° 2.....   | 104 |
| <b>Figura 21</b> Obtención de la sábila en Huacacorrall.....  | 104 |

## **PALABRAS CLAVE**

---

|             |                          |
|-------------|--------------------------|
| <b>Tema</b> | Estabilización de suelos |
|-------------|--------------------------|

---

|                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| <b>Especialidad</b> | Mecánica de suelos |
|---------------------|--------------------|

---

## **KEYWORD**

---

|              |                    |
|--------------|--------------------|
| <b>Theme</b> | Soil stabilization |
|--------------|--------------------|

---

|                  |                |
|------------------|----------------|
| <b>Specialty</b> | Soil mechanics |
|------------------|----------------|

---

## **LINEA DE INVESTIGACION – OCDE**

---

|              |                   |
|--------------|-------------------|
| <b>Línea</b> | <b>Transporte</b> |
|--------------|-------------------|

---

|             |                        |
|-------------|------------------------|
| <b>Área</b> | Ingeniería, tecnología |
|-------------|------------------------|

---

|                 |                  |
|-----------------|------------------|
| <b>Sub área</b> | Ingeniería Civil |
|-----------------|------------------|

---

|                   |                           |
|-------------------|---------------------------|
| <b>Disciplina</b> | Ingeniería del transporte |
|-------------------|---------------------------|

---

**“Capacidad del soporte del suelo con adición de la savia  
de sábila en la carretera no pavimentada al Centro  
Poblado Tangay – Nuevo Chimbote. Año 2020”**

## **RESUMEN**

El estudio de investigación realizado tuvo como objetivo mejorar la capacidad portante de una carretera, para ello se utilizó la savia de sábila como un material adhesivo con la finalidad de avalar que el terreno estudiado puede ser aprovechado como capa subrasante. Esto involucra conocer sus cualidades y propiedades del tipo de terreno determinado, y realizar algunas pruebas de laboratorio para poder establecer su capacidad de soporte del suelo. El procedimiento que se aplicará en el proyecto de investigación será el método de la experimentación complementada de la observación científica.

Se aspiró usar métodos de mejoramiento utilizando nuestro material, considerando su particularidad aditiva que apoya a unificar a los materiales granulares con los finos empleados en el estudio de la subrasante, lo que se confirmó en la presente investigación.

En cuanto a resultados, se logró mejorar la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera no pavimentada a Tangay, mediante la aplicación de savia de sábila, evidenciando de esa manera que la savia de sábila puede ser utilizada como estabilizante natural. Se demostró que la mejor dosificación encontrada en la investigación es de 15% de savia de sábila para obtener un aumento en la capacidad de soporte. Además de las tres calicatas estudiadas en laboratorio se encontró que, la relación de soporte - CBR promedio inicial fue de 21.6 % y aumentó un CBR final promedio a 29.7%, lo cual equivale una mejora de capacidad de soporte en 72.7% respecto a la muestra patrón.

## **ABSTRACT**

The research study carried out aimed to improve the bearing capacity of a road, for this, aloe vera sap was used as an adhesive material in order to guarantee that the studied terrain can be used as a subgrade layer. This involves knowing its qualities and properties of the specific type of soil, and carrying out some laboratory tests to establish its capacity to support the soil. Finally, to provide an innovative solution for the natural stabilization of soils by adding aloe vera sap, supposedly less budget compared to the current construction process of paving.

It is intended to use stabilization techniques with aloe vera, considering that aloe sap has a cohesive characteristic that helps to unite the granular materials with the fine materials used in the formation of the road subgrade, which will be verified through research. to be held.

The method to be applied in the research project will be the method of experimentation complemented by scientific observation. Experimentation method because through this project it will be sought to generate another way to develop a soil improvement compared to the conventional way, the soil has been modified by adding aloe vera sap. And scientific observation, because I myself (researcher) will control the method of experimentation, because I will obtain aloe sap, I will control all the indicated tests of both the modified and unmodified samples, the conception of technical support, etc.

The research is aimed at evaluating the sap of aloe, a material that is found near the area, as a stabilizing material of the Tangay soils, increasing the durability and resistance of the soil, and reducing the expansion due to the characteristic of the sap. aloe vera as a natural binder. As far as results are concerned, it is expected to obtain an improved soil in mechanical properties, reflected in its resistance, stability, Proctor and CBR

## INTRODUCCIÓN

De las investigaciones realizadas se encontró que se han planteado los más relevantes a este proyecto de investigación, empezando por el nivel internacional. Barek, L. (2015), desarrolló el trabajo de investigación titulado “Mejorar la capacidad portante de los suelos usando Sábila, para la construcción de caminos rurales”, que como objetivo tiene de aumentar la capacidad portante del suelo que se encuentran en pésimo estado, para ello se utilizó la sábila como aglutinante, para ser aplicados en el trabajo de caminos rurales; la presente investigación pertenece al tipo aplicativo, siendo su diseño experimental y de nivel cuasi experimental. Consistió en la búsqueda del porcentaje ideal de la savia de sábila para que pueda ser utilizado como aglutinante para los futuros caminos rurales; la misma que llegó a las siguientes conclusiones: La sábila al ser un componente aglutinante puede lograr que el suelo aumente su resistencia con lo que se minimiza el alzamiento de polvo y el agotamiento de este. Así como también asegura mayor eficiencia en el drenaje de aguas superficiales.

El Aloe Vera o sábila tiene características aglutinantes y ello ayudar al mejoramiento de la densidad del suelo. Por tal razón se le consideró interesante para hacer algunos ensayos y así encontrar porcentajes adecuados, para luego esta sea empleada como aglutinante en diversas construcciones que se realicen de caminos pertenecientes al cuarto orden

El porcentaje óptimo del Aloe Vera o sábila encontrado fue de 3% para la construcción de caminos rurales, sin embargo, dicho porcentaje cambiar si el tipo del suelo o también el clima son diferentes.

Espíritu, A. (2019) en su investigación titulada “Mejoramiento de la capacidad de soporte de la Subrasante mediante la aplicación de savia de sábila en la carretera la Esperanza – Malconga, km 5 Matamarca - 2018”, El objetivo de dicha investigación fue: el mejoramiento de la capacidad de soporte de la subrasante, y para cumplir con ello aplicó proporciones optimas de savia sacados de la planta Aloe Vera o sábila en la carretera en el tramo esperanza – Malconga.

El siguiente estudio fue encontrar la dosificación óptima suelo - savia, para hacer cumplir lo que requiere la norma MTC, y para medir la estabilidad volumétrica se determinó el porcentaje de expansión adecuado suelo – savia en la carretera pertenecientes al tramo La esperanza – Malconga.

El tipo de investigación realizada pertenece al tipo aplicativo de diseño experimental, siendo de nivel cuasi experimental

La investigación obtuvo como conclusión: La capacidad de soporte de la subrasante de la carretera se mejoró al utilizar la savia del Aloe Vera, por consiguiente, se llegó a demostrar que la savia puede ser utilizado como estabilizante de carreteras. Las dosificaciones utilizadas en porcentaje fueron: 25 % de savia, 75 % de agua. Los porcentajes de expansión se encontró realizando el ensayo de CBR siendo: 3.72 % suelo patrón, al añadir la savia en el 25 % del suelo la expansión fue de 2.61 %., llegando a concluir las mezclas realizadas tiene 73.16 % de estabilidad volumétrica.

Los resultados obtenidos demostraron un aumento de la capacidad de soporte de un 7% en el suelo patrón.

## FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

A partir del panorama de la ingeniería, suelo es material natural donde se realizan las obras, es donde extraen las propiedades físico-químicas, esencialmente las propiedades mecánicas. (Fundación Wikimedia, Inc, 2019).

El suelo se origina por la rotura o también de las fisuras de rocas, convirtiéndolo en pequeños granos. En algunos lugares donde ocurre el rompimiento de las rocas, que tapan la roca madre se les denomina suelos residuales. Podemos detallar que se categorizan en tres tipos: Aluviales o fluviales: formados por el cauce del agua. Glaciares: Originados por caída del glaciar. Eólicos: Originados por la acción del viento

Una buena clasificación del suelo facilita al ingeniero tener un conocimiento acerca del comportamiento del suelo, naturalmente, solo es necesario conocer la granulometría, plasticidad para llegar a saber cómo es el comportamiento mecánico del suelo. De varias clasificaciones de suelos existentes, se usará la clasificación según SUCS que es más completa y también la clasificación según AASHTO que es utilizado para obras de infraestructura vial.

Clasificación según SUCS: Bañón y Beviá (2000) afirman que, para esta clasificación, el suelo se nombra mediante emblemas de grupo que constan de un prefijo y un sufijo.

**Tabla 01**

*Símbolos de grupo (SUCS)*

| TIPO DE SUELO   | PREFIJO | SUBGRUPO                  | SUBFIJO |
|-----------------|---------|---------------------------|---------|
| <b>Grava</b>    | G       | Bien graduado             | W       |
| <b>Arena</b>    | S       | Pobrementemente graduado  | P       |
| <b>Limo</b>     | M       | Limoso                    | M       |
| <b>Arcilla</b>  | C       | Arcilloso                 | C       |
| <b>Orgánico</b> | O       | Límite líquido alto (>50) | L       |
| <b>Turba</b>    | Pt      | Límite líquido bajo (<50) | H       |

Fuente: Manual de carreteras. Vol. 2

Las combinaciones de estos símbolos forman los diferentes tipos de suelos, los cuales se muestran a continuación:

**Tabla 02**

*Tipología de suelos (SUCS)*

| SIMBOLO   |                   | Características generales  |                      |
|-----------|-------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>GW</b> |                   | Limpias                    | Bien graduadas       |
| <b>GP</b> | GRAVAS            | (Finos <5%)                | Pobremente graduadas |
| <b>GM</b> | (>50% en tamiz #4 | Con finos                  | Componente limoso    |
| <b>GC</b> | ASTM)             | (Finos >12%)               | Componente arcilloso |
| <b>SW</b> |                   | Limpias                    | Bien graduadas       |
| <b>SP</b> | ARENAS            | (finos <5%)                | Pobremente graduadas |
| <b>SM</b> | (<50% en tamiz #4 | Con finos                  | Componente limoso    |
| <b>SC</b> | ASTM)             | (Finos >12%)               | Componente arcilloso |
| <b>HL</b> | LIMOS             | Baja plasticidad (LL<50)   |                      |
| <b>MH</b> |                   | Alta plasticidad (LL>50)   |                      |
| <b>CL</b> | ARCILLAS          | Baja plasticidad (LL<50)   |                      |
| <b>CH</b> |                   | Alta plasticidad (LL>50)   |                      |
| <b>OL</b> | SUELOS            | Baja plasticidad (LL<50)   |                      |
| <b>OH</b> | ORGANICOS         | Alta plasticidad (LL>50)   |                      |
| <b>Pt</b> | TURBA             | Suelos altamente orgánicos |                      |

Fuente: Manual de carreteras. Vol. 2

Suelos de grano grueso (G y S): conformado por gravas y arenas 50 % menos del agregado fino para ello se utiliza el tamiz #200.

Suelos de grano fino (M y C): el 50% de su contenido está formado por limoso y arcilloso.

Suelos orgánicos (O, Pt): Está conformado por material orgánico. Estos no sirven para realizar cimentación.

**Tabla 03***Características de los suelos según el SUCS*

| Divisiones principales        | Símbolo                  | Comportamiento mecánico  | Capacidad de drenaje | CBR In situ        |                  |        |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------|------------------|--------|
| <b>SUELOS DE GRANO GRUESO</b> | GW                       | Excelente                | Excelente            | 60 – 80            |                  |        |
|                               | Gravas                   | GP                       | Bueno a excelente    | Excelente          | 25 – 60          |        |
|                               |                          | GM                       | Bueno                | Aceptable a mala   | 40 – 80          |        |
|                               |                          | GC                       | Bueno                | Mala a impermeable | 20 – 40          |        |
|                               |                          | SW                       | Bueno                | Excelente          | 20 – 40          |        |
|                               | Arenas                   | SP                       | Aceptable a bueno    | Excelente          | 10 – 25          |        |
|                               |                          | SM                       | Aceptable            | Aceptable a mala   | 20 – 40          |        |
|                               |                          | SC                       | Malo a aceptable     | Mala a impermeable | 10 – 20          |        |
|                               |                          | Limos y arcillas (LL<50) | ML                   | Malo a aceptable   | Aceptable a mala | 5 – 15 |
|                               |                          |                          | CL                   | Malo a aceptable   | Casi impermeable | 5 – 15 |
| OL                            |                          |                          | Malo                 | Mala               | 4 – 8            |        |
| <b>SUELOS DE GRANO FINO</b>   | Limos y arcillas (LL>50) | MH                       | Malo                 | Aceptable a mala   | 4 – 8            |        |
|                               |                          | CH                       | Malo a aceptable     | Casi impermeable   | 3 – 5            |        |
|                               |                          | OH                       | Malo a muy malo      | Casi impermeable   | 3 – 5            |        |
| <b>SUELOS ORGANICOS</b>       | Pt                       | Inaceptable              | Aceptable a mala     | -                  |                  |        |

Fuente: Manual de carreteras. Vol. 2

La granulometría que según el MTC (2014) se refiere que el orden del tamaño del agregado se realiza haciendo uso del tamizado y debe cumplir con las especificaciones técnicas (Ensayo MTC E 107), todo ello ayudara a aproximar. Para conocer la granulometría de un suelo se utiliza el Análisis Granulométrico del mismo.

La finalidad de un análisis granulométrico según el MTC (2014) es encontrar las proporciones y clasificarlo según el tamaño.

Por lo cual los suelos se clasifican según la dimensión de sus partículas que se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 04***Clasificación granulométrica de los suelos.*

| TIPO                     | DENOMINACION    |         | TAMAÑO (mm) |
|--------------------------|-----------------|---------|-------------|
|                          | Bolos y bloques |         | >60         |
| <b>SUELOS GRANULARES</b> | Grava           | Gruesa  | 60 – 20     |
|                          |                 | Media   | 20 – 6      |
|                          |                 | fina    | 2 – 6       |
| <b>SUELOS COHESIVOS</b>  | Limo            | Grueso  | 0.6 – 2     |
|                          |                 | Medio   | 0.2 – 0.6   |
|                          |                 | Fino    | 0.08 – 0.2  |
|                          |                 | Arcilla | < 0.002     |

Fuente: MTC (2014).

La plasticidad del suelo cumple con la función de garantizar la firmeza del suelo llegando a un límite de humedad sin disgregarse, no influyen los agregados gruesos solamente los agregados finos.

Al realizar el análisis granulométrico no se llega a encontrar el estudio de plasticidad, se debe determinar los Límites de Atterberg. (MTC, 2014)

Otras características del suelo es la humedad natural, porque los agregados finos están asociados a la humedad del suelo como también a la densidad que existe. (MTC, 2014).

Para obtener la humedad natural del terreno se utilizó el (ensayo MTC EM 108), luego se comparó la humedad que fue obtenido mediante el ensayo Próctor, luego tener el CBR (ensayo MTC EM 132). Si el contenido de humedad es menor o igual a la humedad óptima se debe proponer a compactar normal el suelo y adicionar el aporte de agua necesaria.

Si en caso de que la humedad natural sea superior a la óptima, se aumentara el grado de compactación, si el resultado no es favorable se remplazara el material. (MTC, 2014).

Por otra parte, la propiedad más importante en carreteras es la compacidad de un suelo, porque está relacionado directamente con factores como la deformación, estabilización y

también la resistencia. Es de suma importancia en construcción de terraplenes y también en rellenos, en el que el suelo debe estar firme para que se eviten los asentamientos que son causantes en fallas en la rasante de capas de rodadura. La frase que resume lo dicho es: “Un suelo más compacto, será más dificultoso volver a hacerlo”. (Bañón y Beviá, 2000).

Para el especialista (ingeniero) de carreteras el factor más importante es el comportamiento mecánico, la mayor estabilidad posible se consigue conjuntamente de acuerdo a las propiedades, ensayos realizados con anterioridad. Realizados los estudios anteriores hacen que los pesos o cargas sean transmitidos de manera uniforme, con ello ayudaría a evitar los asentamientos o como también los colapsos que originarían consecuencias graves. (Bañón y Beviá, 2000).

Para obtener la caracterización mecánica del suelo se debe emplear distintos tipos de ensayos existentes.

La estabilización del suelo según el MTC, lo define en modo a mejorar sus propiedades mediante la utilización de mecanismos o también mediante la incorporación de productos sean químicos o naturales.

Al hablar de estabilizar los suelos nos referimos a brindar la durabilidad mecánica para logren permanecer esas propiedades en el tiempo. Los métodos que se emplean cambian o también se llega a adicionar de otro terreno a los encargados de la estabilización. Cualquier mecanismo de estabilización que se emplea se tiene que utilizar el proceso de compactar. Podemos entender que la estabilización del suelo es cuando el suelo natural o de préstamo es sometido a métodos o procedimientos que ayuden a mejorar su resistencia.

Los factores que llegan a justificar la estabilización son: humedad mala, subrasante inadecuada, materiales no aptos o que no cumplen con las especificaciones técnicas.

Respecto que se menciona con anterioridad se dice que estabilizar el suelo es un procedimiento que tiene el objetivo de mejorar el suelo, incrementando la capacidad de

soporte, o también brindando condiciones de impermeabilidad, y tener como resultado que el suelo tenga un mejoramiento en su resistencia y que pueda afrontar tiempos difíciles.

Los objetivos son:

- Aumentar la capacidad portante
- disminuir la permeabilidad.
- Reducir las condiciones malas de superficiales del terreno.
- Mejoramiento de la transmisión de cargas de vehículos.
- Reducir la explotación de canteras.

Los procedimientos de estabilización que se utilizan actualmente, son los más apropiados en carreteras, como también son los que menos costo económico tienen.

La estabilización mecánica, utilizando este método su intención es que mejores el material existente, para lograrlo se debe compactar con ello se eliminaran los vacíos que existen en el suelo, como resultado obtener un suelo compacto

Al realizar la compactación del suelo se llega a obtener los siguientes resultados:

- El suelo tenga más densidad esto ayudará a que los esfuerzos transmitidos sean distribuidos de forma uniforme, con ello se contribuirá a tener menor deflexión en el terreno.
- El terreno al ser compacto y firme será más estable, con ello se evitará el asentamiento.

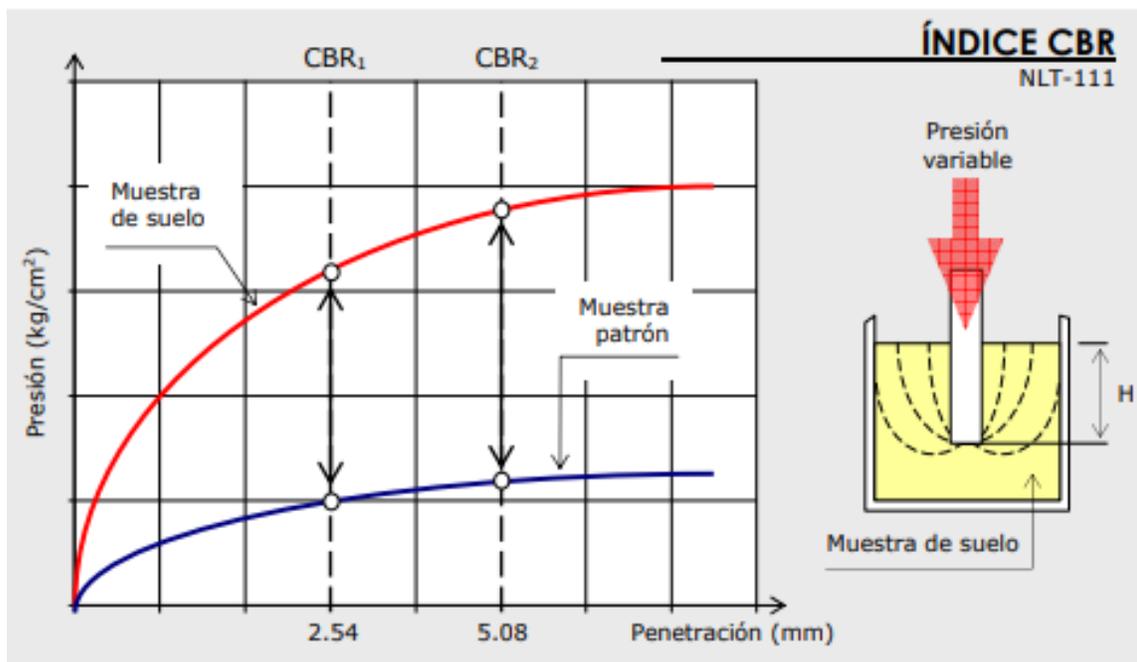
El ensayo de CBR nos ayudará a obtener la capacidad de soportar cargas, se encargará de medir su resistencia cortante estando en condiciones húmedas, en varios niveles de compactación.

La capacidad portante de un suelo se llega a definir la capacidad de aguantar cargas sin producirse asentamientos en exceso.

La hinchazón se llega a determinar cuándo se somete la muestra en un proceso de inmersión que dura 4 días, y el incremento es la misma que se espera en la situación de uso de la carretera. Se ejecutará dos mediciones al inicio y al término utilizando un trípode exactamente calibrado.

El proceso de hinchamiento es más importante en suelos arcillosos o suelos con un alto contenido de áridos finos. Esto se debe a que todo tipo de estructuras pueden provocar distintos asentamientos que provocan distintas situaciones.

Generalmente, toma diferentes pares de valores de penetración de presión. Esto debería verse como el gráfico a continuación. Esto tomará un valor que corresponda a la profundidad de 2.54 y 5.08 mm. (0.1 y 0.2 pulgadas), Esto se compara con muestras estándar de estas profundidades. El índice CBR del suelo debe ser el más alto de los dos obtenidos. (Bañón y Beviá, 2016, p. 18).



**Figura 1.** Determinación del índice de CBR

**Fuente.** Manual de carreteras. Vol. 2

El aloe, en cambio, es una planta de aloe o tiene tallos cortados cubiertos de hojas, tallos con tamaños aproximadamente de 30 cm, erguidos y no tienen ramas laterales. Sus hojas llegan a medir de 60 a 80 de longitud y 4 a 8 cm de ancho y se encuentran estrechos en una roseta conteniendo más de 20 hojas.

Según Ortiz (2010): La sábila es una planta verde con hojas largas y carnosas. Crece en colinas, al costado de caminos y en rocas con poca lluvia. Es resistente a la sequía y tiene la capacidad de vivir en escasez de agua durante mucho tiempo. Si se encuentra en una casa, dependerá de la humedad del lugar donde está la planta.

La planta, también conocida como aloe vera o aloe, es originaria de África y también es conocida por sus propiedades curativas y estéticas. Todos los días se descubren varios usos nuevos, lo que resulta beneficioso en muchos sentidos. El aloe vera o aloe es un miembro de la familia Liliaceae, que incluye plantas con flores, espárragos, cebollas y ajos.

Gage (2009), dijo que “El Aloe Vera es conocida en la antigüedad, asimismo Hipócrates, consideró al Aloe Vera o las plantas de aloe eran la primera opción de todas las plantas medicinales del mundo.

“Muy a menudo, las plantas de aloe vera se utilizan como remedios caseros para curar heridas y quemaduras leves. Para algunos, es considerado como una planta decorativa del hogar, para otros es una maravillosa planta de origen natural.” (Gage, La sábila (Aloe vera), 2009).

Crece en una variedad de lugares, incluidos soleados, estériles y rocosos. Se puede desarrollar en cualquier tipo de terreno, solo necesita un buen drenaje. Si es posible, en terrenos arenosos arcillosos que tenga materia orgánica suficiente. Crece en un pH levemente ácido. Las áreas ideales son calcáreas, secas, arenosas, con buen drenaje, las áreas cálidas y las orillas de las montañas. No puede crecer en pantanos.

La sábila por siglos fue utilizado gracias a sus propiedades medicinales y terapéuticas, anteriormente no tenían un el amplio conocimiento de sus propiedades. Sin embargo, esta planta es uno de los pocos remedios a base de hierbas que se utilizan habitualmente en el occidente. En los últimos años, ha pasado de ser utilizado de forma tradicional, posteriormente emplearlo en la industria médica debido a sus propiedades medicinales. Sus usos industriales fueron tres: alimentario, farmacéutico y cosmético.

El cultivo del Aloe o sábila se recomienda hacerlo en tierras vírgenes, que no estén contaminadas o que contengan productos químicos, crecerán de forma excelente terrenos con suelos arenosos y limosos. El drenaje es el factor más imponente al sembrar el Aloe Vera. También se recomienda sembrarlo en tierras no hayan sido utilizados para sembrar caña de azúcar.

La sábila crece mejor en suelos fertilizados, pero que tienen que contener propiedades químicas, se recomiendan usar productos orgánicos que sean naturales, que se interrelacionen con el medio ambiente, tienen alta resistencia al sol. A nivel internacional, la sábila es muy importante en el lado científico y en el comercial. Se distribuye en ciudades como Florida, Texas, Arizona, México y Santo Domingo, con plantaciones en Venezuela. También se refiere a cultivos hechos en Australia. (Bruce, 2014).

El aloe comienza a producir en 18 meses, dura hasta 10 años y las hojas se recolectan cada 2 meses.

- Por cada hectárea
- 9 toneladas en 18 meses

La producción del material que se quiere emplear como adicionante al suelo (savia de sábila) Aloe Vera, se genera en buena cantidad.

A nivel nacional: La empresa Tropical Forest Perú S.A.C cultiva muchos productos entre los cuales se encuentra el Aloe Vera el cual es usado para exportación y comercialización al interior del país.

A nivel regional: La asociación de agricultores del valle Santa - Lacramarca se encargan de sembrar, cosechar variedad de cultivos, entre estos se encuentra la sábila.

La accesibilidad a conseguir la planta, es alta, debido a que la que se comercializa en los mercados, son traídas del valle Santa – Lacramarca, donde se cosecha por la asociación de agricultores del mismo valle, por ende, solo hay que comprarla.

Para esta investigación se piensa obtener la planta de sábila del Centro Poblado Huaca Corral, distrito de Guadalupe, Provincia de Virú, Región la Libertad. Vale indicar que la sábila se puede obtener en cualquier parte del país.

La savia del Aloe Vera es obtenida cuando se corta la hoja pegada al tallo, se elimina las puntas, espinas y luego se cortan las caras de la hoja para así obtener el gel.

## Tabla 5

### *Componentes del de aloe vera.*

| Componente                          | Porcentaje y características   |
|-------------------------------------|--|
| <b>Agua humedad</b>                 | 98.5-99.5%, pH 4-5   |
| <b>Carbohidratos</b>                | 0.25% (25-50% en peso seco)  |
| <b>Contenido de nitrógeno</b>       | 0.013%   |
| <b>Vitaminas</b>                    | Ácido ascórbico, complejo B, carotenoides                                |
| <b>Minerales y elementos traza.</b> | 24-25% en peso seco, K, Cl, Ca, Mg, P, Fe, Cu, Zn, Mn, Al, Se, Cr.       |
| <b>Ácidos orgánicos</b>             | Ácido salicílico, málico, láctico, acético y succínico.                  |
| <b>Compuestos fenólicos</b>         | Antraquinonas, aloína A y B, aloe-emodina, aloenina, aloesina.           |
| <b>Fitoesteroles</b>                | B-sitosterol, campesterol.   |
| <b>Otros compuestos</b>             | Hidrocarburos alifáticos, ésteres de cadena larga, compuestos volátiles. |

Según se muestra, los componentes de la savia de sábila son muchos. Sin embargo, lo que nos interesa es la gran cantidad de porcentaje de agua y calcio que contiene. Componentes

importantes para poder realizar nuestra investigación porque gracias a estas propiedades deducimos que lograremos un mejoramiento en la capacidad de soporte del terreno de la carretera no pavimentada al centro poblado Tangay.

Algunas de las pruebas que deben realizarse para este estudio: Prueba de análisis de tamices.

Consiste en determinar de forma cuantitativa la distribución de los tamaños de las partículas del suelo. Para clasificar de menos de 75  $\mu\text{m}$  (retenido en el tamiz N° 200) Esto se hace mediante tamizado, y la clasificación de partículas que son menores de 75  $\mu\text{m}$  se usa en el procedimiento de sedimentación basado en la ley de Stokes usando un densitómetro adecuado.

Según Braja (2015 p. 2-3), Los tamaños de grano varían ampliamente en todos los tipos de suelo. Para clasificar correctamente en el suelo, necesita conocer la distribución del tamaño de partícula. El grano grueso, que es la distribución del tamaño de partícula del suelo, se obtiene principalmente mediante análisis de tamaño de partícula.

El análisis de la malla de distribución del tamaño de partícula se realiza recolectando una gran cantidad de suelo seco, partido y que pase por variedades de mallas, desde una malla grande con una bandeja en la parte inferior hasta una malla pequeña. La muestra retenida es mide para luego determinar cuál es el porcentaje acumulativo del suelo que pasa a través de la malla. Dicho porcentaje es llamado "porcentaje de aprobación" y tiene una lista del número de mallas y tamaños de sus aberturas.

**Tabla 6**

*Mallas estándar.*

| <b>CRIBA N°</b> | <b>ABERTURA (mm)</b> |
|-----------------|----------------------|
| 4               | 4.750                |
| 6               | 3.350                |
| 8               | 2.360                |
| 10              | 2.000                |
| 16              | 1.180                |
| 20              | 0.850                |
| 30              | 0.600                |
| 40              | 0.425                |
| 50              | 0.300                |
| 30              | 0.250                |
| 80              | 0.180                |
| 100             | 0.150                |
| 140             | 0.106                |
| 170             | 0.088                |
| 200             | 0.075                |

Otra prueba utilizada es un método de prueba que utiliza energía adaptativa para comprimir el suelo en el laboratorio. (2,700 kn-m/m<sup>3</sup> (56,000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)).

Esta NTP establece un método para la compactación de la tierra en el laboratorio, pero se utiliza energía modificada (2,700 kN-m/m<sup>3</sup> (56,000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)).

Primero, se colocan 5 capas con el contenido de humedad seleccionado en un molde dimensional privado, y cada capa se comprime con un pistón de 44,5 N en 25 o 56 golpes. Cuando se deja caer de 457 mm (18 pulgadas), el suelo tiene una compactación aproximada de 2700 kN m / m<sup>3</sup> (56 000 ft-lbf / ft<sup>3</sup>). Este proceso se repetirá con agua que sea suficiente para asentar el suelo. Estos datos representan a la curva de compresión.

Para las pruebas realizadas sobre el material comprimido de contenido de humedad, se presenta en triplete. Estas muestras deben comprimirse utilizando tres intentos de compresión diferentes para obtener pesos unitarios tanto por encima como por debajo del peso unitario deseado.

Cada muestra debe perforarse en un vástago cilíndrico después de que las muestras se hayan humedecido con agua o después de otro tratamiento específico utilizado para el curado. Se muestran los resultados de tensión (carga) y profundidad de penetración para obtener el CBR de cada muestra. El CBR a la densidad especificada se toma del gráfico de CBR frente al peso unitario.

En las pruebas que arrojan resultados para una serie de contenido de humedad, se utilizan varias muestras para cada una de las tres pruebas de compresión dentro del rango de contenido de humedad de interés. La tensión de compresión se elige para proporcionar pesos unitarios más altos y más bajos que el peso unitario deseado. Infiltrar la muestra después de mojarla o después de realizar ciertos tratamientos distintos al curado. Los resultados se muestran para determinar el CBR frente al peso unitario para cada contenido de humedad para determinar el CBR mínimo en el rango de contenido de agua. (Norma Técnica Peruana, NTP 339.145).

Algunos de los procedimientos para nuestro proceso de experimentación a aplicarse contienen fundamentalmente cuatro partes, que se detallarán a continuación:

Recopilación de información bibliográfica: Se buscó información bibliográfica similar a la estudiada en este proyecto e incluyó estándares internacionales. Debe estar más familiarizado con el uso de estabilizadores naturales en caminos de tierra.

Recolección de Datos: Analizamos muestras de suelo en caminos de tierra. Se evalúa utilizando jugo de aloe en el laboratorio de Suelos de la Universidad de San Pedro.

Tratamiento de la sábila (material): Para el proyecto de investigación se va obtener la planta de sábila del Centro Poblado Huaca Corral, distrito de Guadalupe, Provincia de

Virú, Región la Libertad. Vale indicar que la sábila se puede obtener en cualquier parte del país.

El jugo de aloe se obtiene cortando las hojas cerca del tallo, quitando las espinas de las puntas y cortando la superficie de las hojas para hacer un gel.

A continuación, se explica cómo aplicar este método: Cuando se alcance el porcentaje más alto de aloe, mézclelo con agua del suelo (humedad óptima) y realizar los ensayos antes mencionados para descubrir las mejoras y desventajas de esta experimentación.

Procesamiento de datos: Los datos de muestra se procesan a partir de caminos sin pavimentar obtenidos en laboratorios de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro los ensayos son: granulometría, Próctor modificado, CBR y contenido de humedad.

Justificación de la investigación. El estudio propuesto es de suma importancia porque es importante analizar las condiciones del suelo que brindan los caminos de terracería con el fin de obtener el potencial para mejorar la resistencia del subsuelo utilizando Aloe Vera como material adhesivo. De esta forma, intentamos brindar otra alternativa y ayudar a resolver los problemas identificados por ella.

Específicamente en el centro poblado de Tangay ubicado en el distrito de Nuevo Chimbote, muchos pobladores se ven afectados debido a las carreteras. Las viviendas se ven afectadas por el polvo que produce en ellas o un incremento en los costos y tiempo para la conservación de estas; en las personas la cantidad de enfermedades respiratorias causadas por emisión de partículas de polvo afecta a todos los, directamente a estudiantes y amas de casa que a diario caminan para llegar a sus centros educativos y las amas de casa a los mercados para realizar sus respectivas compras.

Este estudio contribuye a la optimización de la calidad del suelo en caminos de tierra. Esto se debe al uso de componentes que ayudan con su resistencia, durabilidad y compactación. La tierra utilizada en la vía, cuando se mezcla con jugo de aloe, produce propiedades que dan un mejor rendimiento.

Una de las características del jugo de aloe vera es que es cohesivo y ayuda a combinar los materiales finos y granulares utilizados para formar vías subterráneas. Esto se evidencia en nuestra investigación.

Además, a través de la utilización de sábila como aglutinante del suelo, se podría obtener una mezcla más densa y resistente que podría cambiar la calidad de este, satisfaciendo en parte las necesidades de los moradores, así como también la mejoría de transitabilidad y por ende el desarrollo socioeconómico de Tangay.

Es posible realizar este estudio dado que implementar la estabilización de carreteras es socio-económicamente importante tanto para la comunidad, Al aplicar el conocimiento científico que nos proponemos para demostrar su comportamiento de manera que brinde soluciones a los problemas de investigación, investigamos los métodos establecidos por las siguientes normas: la Norma Técnica Peruana (NTP) , (ASTM), y la (AASHTO).

El objetivo es ejecutar la prueba con un número mínimo de muestras, pero al mismo tiempo puede representar un costo modesto y el estudio puede ser factible. Porque el proyecto está financiado por investigadores.

Se ha iniciado la investigación sobre el uso de esta nueva tecnología para mejorar el suelo. Actualmente, se cree que no hay información que indique que el jugo de aloe se utilice como sustancia cohesiva. Por tanto, esta investigación contribuirá al desarrollo de investigaciones futuras, obtener una mejor calidad del suelo y reducir las molestias asociadas al deterioro de los caminos de tierra.

Aporte social, beneficiará a la comunidad del centro poblado Tangay brindando un mejoramiento en sus carreteras, eliminando el polvo que se produce en ellas y evitando enfermedades respiratorias causadas por la emisión del polvo que afecta a todos los transeúntes, especialmente a la mayoría de estudiantes que realizan sus desplazamientos a sus centros educativos a pie.

El aporte científico que brindará, quedará como un aporte más para el conocimiento estudio de más proyectos de investigación el cual deseen ahondar para un mejor desarrollo e innovar nuevas propuestas de soluciones respecto a los procesos de construcción de la subrasante.

La vida útil de un proyecto de construcción dependerá de la calidad del suelo de fundación en el que se construya. Los suelos que no son estables generan problemas representativos en las estructuras y pavimentos.

El suelo inestable es uno de los principales problemas de los caminos de tierra. Se utilizan varias técnicas de estabilización del suelo para solucionar este problema.

Este problema:

A nivel internacional: Especialmente en las zonas rurales, estas tareas, que se enfocan en el desarrollo vial, generalmente se enfocan en la mejora de las carreteras primarias, lo cual es desproporcionado por el agotamiento de los recursos y el agotamiento del asfalto, lo que resulta en tierras de mala calidad. Hay una carretera cuaternaria que está compuesta.

Al no tener cada asfalto, las condiciones de la carretera están completamente restringidas a la circulación de vehículos. Esto se debe a que el pegamento está menos en el suelo suelto, lo que resulta en la acumulación de polvo, visibilidad reducida y agua. Afecta la resistencia de la calzada y la calzada. Y la base, y por tanto el vehículo que la circula, aumenta el desgaste.

A nivel nacional y local: El mejoramiento del suelo se hará más tarde agregando materiales de préstamo para colocar la capa de asfalto, pero la calidad del suelo a menudo es deficiente, lo que resulta en capas adherentes más gruesas y aumentos excesivos del presupuesto, especialmente de Recursos naturales. (canteras).

Específicamente en el centro poblado de Tangay ubicado en el distrito de Nuevo Chimbote, muchos pobladores se ven afectados debido a las carreteras. Las viviendas se ven afectadas por el polvo que produce en ellas o un incremento en los costos y tiempo

para la conservación de estas; los seres humanos, la cantidad de enfermedades respiratorias provocadas por la liberación de partículas de polvo afecta a todos los entornos, especialmente a los estudiantes y amas de casa que caminan a diario para llegar a los centros educativos y mercados.

Tangay es una ciudad especializada en agricultura y necesita ser reubicada, por lo que incluso con poco tráfico local, la falta de carreteras aumenta los costos operativos de los vehículos, el tiempo de viaje a los centros de servicios y centros comerciales.

Como medida de posible solución a estos problemas se plantea utilizar en la siguiente investigación la adición de savia de sábila para mejorar la capacidad de soporte del suelo de Tangay.

De acuerdo a la realidad problemática, nos formulamos la siguiente interrogante. **¿DE QUÉ MANERA LA APLICACIÓN DE LA SAVIA DE SÁBILA EN 10% Y 15% RESPECTO A LA CANTIDAD DE AGUA DE COMPACTACIÓN, MEJORARÁ LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AL CENTRO POBLADO TANGAY?**

Conceptualización y operacionalización de las variables. En el proyecto de investigación se identificó el objeto de estudio, los tipos de variable (dependiente e independiente), siendo ambas de enfoque cuantitativo.

**Variable dependiente:** Capacidad de soporte.

Definición conceptual:

La capacidad del suelo para soportar la carga aplicada. Técnicamente, esta es la presión de contacto promedio máxima entre la cimentación y el suelo, por lo que no hay rotura por cizallamiento o anclaje. (Wikipedia, 2019).

Esta es la carga por unidad de área para el área de superficie de una forma y dimensión particular y no produce más que la probabilidad predicha.

El (%) CBR O CAPACIDAD DE SOPORTE, Esto se define como la fuerza requerida para penetrar un pistón estandarizado a una cierta profundidad, una muestra estandarizada que consiste en una muestra estándar de material triturado que penetra en el pistón a la misma profundidad y velocidad, expresada como un porcentaje de la fuerza requerida. CBR, que es la capacidad de carga o capacidad de carga del suelo, se denomina penetración de carga del 95% de MDS (densidad seca máxima) y 2,54 mm de penetración. MTC (2014).

Definición operacional:

Para esta investigación se realizarán ensayos de laboratorio, 2 ensayos de CBR (California Bearing Ratio). (MTC E132-2000-ASTM D1883). De la muestra patrón (sin adición de savia de sábila) y la muestra modificada (adición de la savia de sábila).

Esta variable será medida con un molde Coloque un trípode con extómetro en un recipiente lleno de agua suficiente para cubrir completamente el molde y haga la primera lectura cada 24 a 96 horas hasta la última lectura para calcular la hinchazón.

Posteriormente se realiza una prueba CBR para medir la resistencia al corte del suelo en condiciones controladas de humedad y densidad, lo que da como resultado una calificación de aprobación del (%).

Para un análisis detallado de la estabilización del suelo, se presentan los siguientes métodos: métodos cuantitativos.

- Esto hace que la evaluación sea rápida y sencilla.
- Se utiliza para obtener estimaciones de resultados numéricos que permitan evaluar el suelo mediante pruebas de laboratorio.

Dimensiones:

Propiedades del suelo:

Porcentaje de humedad: El contenido de humedad es la relación que hay entre el peso del agua dentro de una masa particular de suelo y el peso de las partículas sólidas, expresado como porcentaje. (Primer Taller de Mecánica de Suelos. UNI. 2006).

Peso específico: Es la relación del peso en el aire de un sólido a una cierta temperatura y el peso en el aire de la misma dimensión de agua destilada de igual temperatura. (Primer Taller de Mecánica de Suelos. UNI. 2006).

Clasificación SUCS – AASHTO: De acuerdo a las siguientes tablas:

**Tabla 7**

*Clasificación SUCS.*

|   | Divisiones Mayores  |   | Símbolo del grupo | Nombre del grupo                          |
|---|---|---|-------------------|---|
| <b>Suelos granulares gruesos menos del 50% pasa el tamiz n°200 (0.075 mm)</b> | Grava < 50% de la fracción gruesa que pasa el tamiz n°4 (4.75 mm) | grava limpia menos del 5% pasa el tamiz n°200           | GW                | grava bien graduada, grava fina a gruesa  |
|   |   |   | GP                | grava pobremente graduada                 |
|   |   | grava con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200 | GM                | grava limosa                              |
|   |   |   | GC                | grava arcillosa                           |
|   | Arena ≥ 50% de fracción gruesa                                    | Arena limpia menos del 5% pasa el tamiz n°200           | SW                | Arena bien graduada, arena fina a gruesa. |

|  |                                      |   |                                 |   |
|--|--------------------------------------|---|---------------------------------|---|
|  | que pasa el tamiz n°4                |   | SP                              | Arena pobremente graduada               |
|  |                                      | Arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200 | SM                              | Arena limosa                            |
|  |                                      |   | SC                              | Arena arcillosa                         |
| <b>Suelos de grano fino mayor o igual a 50% que pasa el tamiz No.200</b> | Limos y arcillas límite líquido < 50 | inorgánico  | ML                              | limo                                    |
|  |                                      |   | CL                              | arcilla                                 |
|  |                                      | orgánico  | OL                              | Limo orgánico, arcilla orgánica         |
|  | Limos y arcillas límite líquido ≥ 50 | Inorgánico  | MH                              | limo de alta plasticidad, limo elástico |
|  |                                      | CH  | Arcilla de alta plasticidad     |   |
| Orgánico   |                                      | OH  | Arcilla orgánica, Limo orgánico |   |
| <b>Suelos altamente orgánicos</b>  |                                      |   | Pt                              | turba                                   |

Capacidad de soporte. Esfuerzo: Obtenido de la relación de carga unitaria (lbs / in<sup>2</sup>). Se requiere una unidad de carga estándar (lbs / in<sup>2</sup>) para obtener la misma profundidad de penetración con una muestra estándar de material molido. Braja (2001).

Indicadores: Clasificación de subrasante.

**Tabla 8**

*Clasificación de subrasante.*

| <b>Categorías de Sub rasante</b> | <b>CBR</b>                   |
|----------------------------------|------------------------------|
| S0: Sub rasante inadecuada       | CBR < 3%                     |
| S1: Sub rasante pobre            | De CBR $\geq$ 3% a CBR <6%   |
| S2: Sub rasante regular          | De CBR $\geq$ 6% a CBR <10%  |
| S3: Sub rasante buena            | De CBR $\geq$ 10% a CBR <20% |
| S4: Sub rasante muy buena        | De CBR $\geq$ 20% a CBR <30% |
| S5: Sub rasante excelente        | CBR $\geq$ 30%               |

Fuente: Manual de Carreteras. "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos"

Promedio de capacidades de soporte: Indicador para la capacidad, dado que usaremos el promedio del número de muestras ensayadas.

**Variable independiente:** Dosificación en mezclas de suelo de savia de sábila.

Definición conceptual: La dosificación implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales determinados a fin de obtener un objetivo requerido. Wikipedia (2009).

Una mezcla de suelo se compone técnicamente de combinar dos o más suelos con diferentes propiedades fisicoquímicas para obtener una única capa de suelo con mejores propiedades geotécnicas que el suelo combinado.

Definición operacional: La forma de aplicar este método es: una vez alcanzado el mejor porcentaje de sábila mezclarlo con el agua (humedad óptima) del suelo y realizar los ensayos antes mencionados para descubrir las mejoras y desventajas de esta experimentación.

#### Dimensiones:

Capacidad requerida: La variable dosificación está vinculada a la capacidad que se requiere.

Dosificaciones: Implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales determinados a fin de obtener un objetivo requerido.

Dosificación con adición de 10% de savia de sábila respecto a la cantidad de agua de compactación. Implica establecer la proporción diseñada del material determinado a fin de obtener un objetivo requerido. Wikipedia (2009).

Dosificación con adición de 15% de savia de sábila respecto a la cantidad de agua de compactación. Implica establecer la proporción diseñada del material determinado a fin de obtener un objetivo requerido. Wikipedia (2009).

#### Indicadores:

Volumen: La dosificación puede expresarse en función al volumen a emplearse.

Proporción del 10% y 15% de savia de sábila respecto a la cantidad de agua de compactación.

Nuestra hipótesis formulada es que, al agregar la savia de sábila en 10% y 15% respecto al contenido de humedad y considerando su característica de aglutinante, mejorará la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera al centro poblado Tangay.

Y nuestros objetivos son:

**Objetivo general:** Determinar la capacidad de soporte de la subrasante aplicando una dosificación de savia de sábila, el 10% y 15%, utilizándola como aglutinante para que sean empleados en la carretera al centro poblado Tangay.

**Objetivos específicos:**

- Determinar las propiedades químicas de la savia de sábila.
- Determinar las propiedades mecánicas del suelo de la carretera al centro poblado Tangay.
- Sustitución del 10% y 15% del agua por la savia de sábila, respecto a la dosificación suelo-agua según las normas del MTC.
- Determinar la capacidad de soporte y Próctor de las muestras patrón y experimentales.

## METODOLOGÍA

Método de la experimentación porque realizamos la manipulación de nuestra variable independiente que es la dosificación en mezclas de suelos de savia de sábila, experimentando con distintos porcentajes (10 y 15%) respecto a la cantidad de agua a adicionarse, se le agregó la savia de sábila al agua para luego ser echado a las muestras; así mismo es complementado de la observación científica porque nos enfrentamos al fenómeno natural tomando en cuenta la mayor cantidad de contexto posible, procurando un entendimiento exhaustivo de las condiciones que influyen en el fenómeno que fue luego replicado en un laboratorio de suelos (experimentación).

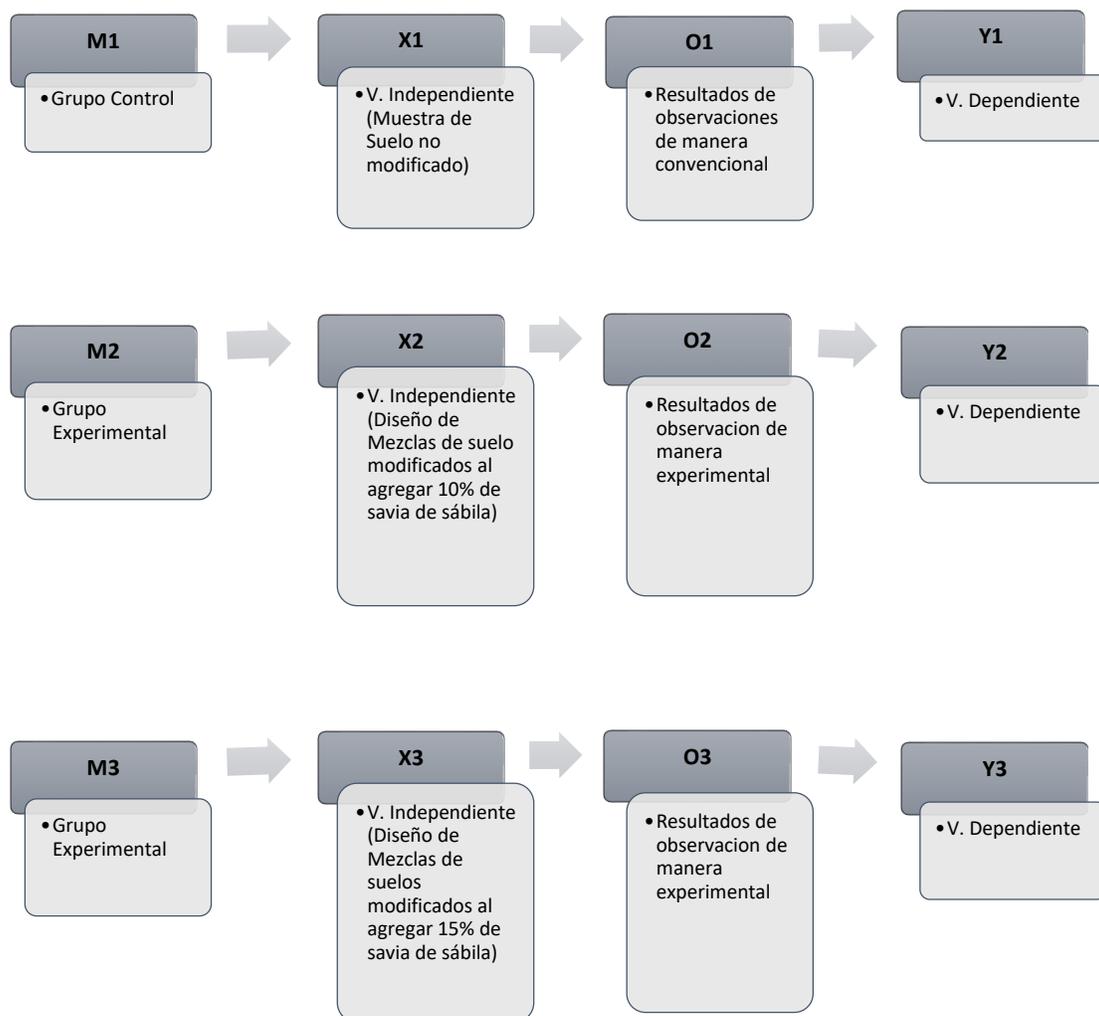
Mi investigación fue aplicada, porque el resultado del proceso de investigación sirvió a la solución directa del problema relacionada a revertir la calidad del suelo de la zona de Tangay. Usando un método innovador.

Para lo cual se realizó el material de la savia de sábila que se agregó a las mezclas del suelo seleccionadas y se comparó con una muestra de suelo natural (muestra patrón).



A esta investigación le corresponde un diseño de investigación experimental de nivel cuasi-experimental, porque existió una manipulación de la variable independiente (dosificación en mezclas de suelos de savia de sábila) sufrió una manipulación la cual es adicionar savia de sábila a la mezcla en un 10% y 15% respecto a la cantidad de agua de compactación, en donde se buscó determinar cuál es diferencia entre la capacidad de soporte y grado de compactación de una muestra de suelo convencional, no modificado, a uno que estará modificado al haberse adicionado la savia de sábila.

Siendo el esquema de dicho diseño de investigación el siguiente:



Donde:

- M1: Grupo control, muestras de suelo en estado natural (no modificado).
- M2: Muestra de mezclas de suelos modificados al agregar 10% de savia de sábila.
- M3: Muestra de Mezclas de suelos modificados al agregar 15% de savia de sábila.
- X1: V. Independiente: dosificaciones en diseño de mezclas de suelos no modificados.
- X2: V. Independiente: dosificaciones en diseño de Mezclas de suelos modificados al agregar 10% de savia de sábila.
- X3: V. Independiente: dosificaciones en diseño de mezclas de suelos modificados al agregar 15% de savia de sábila.
- O1: Observaciones Obtenidas por dicha muestra, son los resultados anotados en la guía de observación de la mezcla de suelo en estado natural.
- O2: Observaciones Obtenidas por dicha muestra, son los resultados anotados en la guía de observación de la mezcla de suelo con adición de savia de sábila al 10% respecto al agua requerida de compactación.
- O3: Observaciones Obtenidas por dicha muestra, son los resultados anotados en la guía de observación de la mezcla de suelo con adición de savia de sábila al 15% respecto al agua requerida de compactación.
- Y1: V. Dependiente: Capacidad de soporte de las muestras de mezcla de suelo no modificados.

- Y2: V. Dependiente: Capacidad de soporte de las muestras de mezcla de suelo con adición de savia de sábila al 10% respecto al agua requerida de compactación.
- Y3: V. Dependiente: Capacidad de soporte de las muestras de mezcla de suelo con adición de savia de sábila al 15% respecto al agua requerida de compactación.

La población es el conjunto de diseños de mezclas de suelos de la carretera no pavimentada al centro poblado Tangay, modificados al agregar 10% y 15% de savia de sábila en relación con la capacidad de soporte comparado con diseño de mezclas de suelo no modificado (control).

La muestra en estudio estuvo dada por el conjunto de diseños de mezclas de suelos de la carretera no pavimentada al centro poblado Tangay, de acuerdo a su capacidad portante al agregar el material de savia de sábila al 10% y 15% respecto a la cantidad de agua de compactación, en comparación a mezclas de suelos no modificados.

Debido a que nuestra vía es una carretera de bajo volumen de tránsito, se tomará 1 calicata por kilómetro, dada por la norma del MTC (2014) pero por indicaciones de mis asesores se aumentó dos calicatas más para que el proyecto de investigación sea más objetivo.

Cada observación y muestreo requerido se realiza para identificar las características y el estado actual del camino de tierra, lo que permite a los investigadores reconocer las especificaciones requeridas del suelo. En este sentido, se requirió la aplicación del método directo y se utilizó para extraer muestras para su posterior ensayo y realización de ensayos.

Los tipos de muestreo no estocásticos se utilizan para seleccionar ubicaciones y determinar secciones. Es decir, utilice criterios o muestreo. 'Una muestra objetivo especial es un ejemplo útil, pero los miembros que cumplen con los criterios previamente establecidos se seleccionan como importantes'. (Vílchez Guizado, 2011).

**Tabla 9***Técnicas e instrumentos de investigación.*

| <b>Técnicas y Métodos</b>       | <b>Instrumentos</b>   | <b>Naturaleza de la Investigación</b> | <b>Ámbito del trabajo</b>  |
|---------------------------------|---|---------------------------------------|--|
| <b>Observación experimental</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fichas técnicas de las pruebas de ensayos de laboratorio. (Granulometría, CBR, Próctor Modificado).</li> <li>- Guía de observación resumen.</li> </ul> | - Prospectivo                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grupo control: Muestras de suelo de la zona de Tangay, sin modificación.</li> <li>- Grupo experimental: Muestras de suelo de la zona de Tangay, modificadas, al agregar el material de la savia de sábila en la dosificaciones de 10% y 15%.</li> </ul> |

Fuente: Elaboración propia.

El método que se escogió es la observación experimental porque se justifica que a través del proyecto de investigación buscamos otra opción de elaborar un mejoramiento de suelo respecto a la manera convencional, el suelo se modificará añadiendo la savia de sábila considerando que este componente sirve como material cohesivo, en un 10% y 15% respectivamente y se comparará con el grupo control. Buscamos que la capacidad de soporte sea mayor del grupo modificado que del grupo sin modificar. Observación experimental porque el investigador estará en contacto directo con todo el proceso de la investigación.

Las herramientas de recopilación de datos son, en principio, cualquier fuente que los investigadores puedan utilizar para abordar y extraer información de un fenómeno. (Niño Rojas, 2011).

Se usarán para registrar la información acerca del uso de la savia de sábila, en la mejora de la capacidad de soporte del suelo:

- Fichas técnicas de las pruebas de ensayos de laboratorio.
- Guía de observación resumen.

Las hojas de laboratorio técnico son herramientas de adquisición de datos que se utilizan en campos y laboratorios para ayudar a organizar las pruebas realizadas y ejecutar las secuencias de control adecuadas.

Aquí se enumeran los valores obtenidos de las pruebas realizadas en las muestras de suelo del grupo de control y del grupo experimental. El formato del guía utilizado se ajusta al Manual de Ensayos de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Necesita evaluar la confiabilidad y validez de su instrumento. Solo este método confirma que la investigación es seria y que se obtienen los resultados reales.

La verificación es el rango que mide lo que el instrumento afirma medir realmente, o el rango que sirve al propósito para el cual el instrumento fue diseñado y desarrollado. (Martin, M. 2014)

- Método de opinión de expertos: El juicio de expertos se define como una opinión informada de personas profesionales, con trayectoria en el tema, el cual revisaran la estructura y diseño del instrumento, estos expertos son reconocidos por otros expertos cualificados en esté, y que pueden brindar información, evidencia, juicios y valoraciones. (Escobar, J. 2008).

Se solicitará el apoyo a un grupo de expertos (1 o 2 ingenieros civiles) para que evalúen la consistencia, eficacia y puedan dar sus opiniones del instrumento elaborado: guía de observación y fichas técnicas de ensayos de laboratorio. Estos expertos revisan el instrumento elaborado para que el investigador pueda corregir y levantar algunas observaciones encontradas.

Dicho proceso finaliza cuando la opinión de los expertos es favorable, ya sea la mayoría o por unanimidad; respecto a nuestro instrumento elaborado.

“La confiabilidad de un instrumento, es el grado de congruencia, nivel de exactitud de un instrumento, con la que mide el atributo que se supone evaluar, la aplicación repetida al mismo sujeto, reproduce resultados iguales”. (Kerlinger. 2002).

“Los coeficientes de Confiabilidad, 0.53 confiable nula, de 0.54 a 0.59, confiabilidad baja, de 0.60 a 0.65 confiable, de 0.66 a 0.71 muy confiable, de 0.72 a 0.99 excelente confiabilidad, 1.0 confiabilidad perfecta”. (Herrera. 1988).

Una vez recolectada la información con la aplicación de los instrumentos correspondientes, se procedió a clasificarla, resumirla, procederla y presentada sistemáticamente mediante la aplicación de métodos estadísticos:

- Métodos Estadísticos Descriptivos: Con la finalidad de clasificar sistemáticamente la información y resumirla adecuadamente la información se presentó en tablas de distribución de frecuencias con dos variables en donde identificamos los aspectos del comportamiento de las variables de estudio, asimismo con la finalidad de visualizar más rápidamente la información destacable del comportamiento de las variables, elaboré gráficos estadísticos como:
  - Gráficos de barra
  - Histogramas de frecuencia, etc.
  
- Métodos inferenciales: Con la finalidad de comprobar y demostrar la hipótesis planteada en la investigación aplicaremos una prueba de hipótesis, como por ejemplo la prueba de diferencias de las medias, la prueba diferencia de proporciones, la prueba de la media poblacional, según sea el caso. De igual manera con la finalidad de determinar el grado de variación del comportamiento de las variables de estudio aplicaremos el método de análisis de varianza que nos va conllevar a ello y por último, con la finalidad de investigar la característica de la población de estudio en base a los resultados

encontrados en la muestra, aplicaremos el método llamado estimación de parámetros como por ejemplo la media poblacional, diferencia de medias, pero esta estimación es factible utilizando los resultados de las muestras del proyecto de investigación.

Para efectos de resumir el trabajo operativo que se realizó, como herramienta informática se hará uso de una hoja de cálculo en Excel.

## RESULTADOS

**Tabla 10**

*Composición química de la savia de sábila por el método de espectrometría de fluorescencia de rayos x.*

| Composición química                                    | Resultados (%) | Método utilizado                           |
|--|----------------|--|
| Dióxido de silicio (Si O <sub>2</sub> )                | 31.25          |  |
| Oxido de calcio (Ca O)                                 | 28.60          |  |
| Trióxido de aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) | 19.32          |  |
| Trióxido de hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )   | 4.021          |  |
| Oxido de potasio (K <sub>2</sub> O)                    | 3.212          |  |
| Oxido de magnesio (Mg O)                               | 2.031          | Espectrometría de fluorescencia de rayos x |
| Pentóxido de fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )  | 0.566          |  |
| Oxido de cobre (Cu O)                                  | 0.324          |  |
| Trióxido de azufre (SO <sub>3</sub> )                  | 0.087          |  |
| Oxido de zinc (Zn O)                                   | 0.054          |  |
| Oxido de manganeso (Mn O)                              | 0.018          |  |
| Pérdida por quemado                                    | 10.52          |  |

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio LASACI. UNT.

Como se aprecia en la tabla N° 10, en la composición química de la savia de sábila, la mayor cantidad de óxido encontrado es el dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) con un porcentaje de 31.25% y el óxido de calcio (CaO) con 28.60% y en menores cantidad encontramos el óxido de zinc y óxido de manganeso.

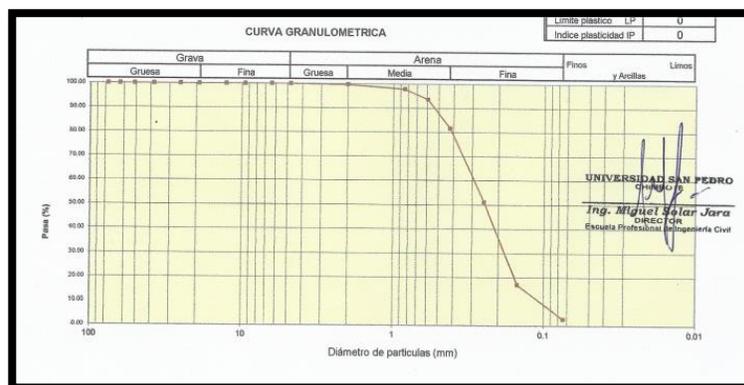
### RESULTADOS DE ENSAYOS EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO

- GRANULOMETRIA

**Tabla 11**

*Cuadro Resumen del Análisis Granulométrico de la calicata N° 01*

| C-1                            |       |                    |                      |                        |             |  |
|--------------------------------|-------|--------------------|----------------------|------------------------|-------------|--|
| <b>Peso seco inicial</b>       |       | 506.2 gr.          |                      |                        |             |  |
| <b>Peso seco lavado</b>        |       | 492.2 gr.          |                      |                        |             |  |
| <b>Peso perdido por lavado</b> |       | 14.0 gr.           |                      |                        |             |  |
| <b>Tamiz (Abertura)</b>        |       | Peso Retenido (gr) | Retenido Parcial (%) | Retenido Acumulado (%) | Pasante (%) |  |
| N°                             | (mm)  |                    |                      |                        |             |  |
| 2 1/2"                         | 76.20 | 0.0                | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       |  |
| 2"                             | 50.80 | 0.0                | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       |  |
| 1 1/2 "                        | 37.50 | 0.0                | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       |  |
| 1"                             | 22.50 | 0.0                | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       |  |
| 3/4"                           | 19.00 | 0.0                | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       |  |
| 1/2"                           | 12.50 | 0.0                | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       |  |
| 3/8"                           | 9.50  | 0.0                | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       |  |
| 1/4"                           | 6.30  | 0.0                | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       |  |
| N° 4                           | 4.75  | 0.0                | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       |  |
| N° 10                          | 2.00  | 1.6                | 0.3                  | 0.3                    | 99.7        |  |
| N° 20                          | 0.850 | 9.1                | 1.8                  | 2.1                    | 97.9        |  |
| N° 30                          | 0.600 | 21.6               | 4.3                  | 6.4                    | 93.6        |  |
| N° 40                          | 0.425 | 60.4               | 11.9                 | 18.3                   | 81.7        |  |
| N° 60                          | 0.250 | 154.7              | 30.6                 | 48.9                   | 51.1        |  |
| N° 100                         | 0.150 | 172.9              | 34.2                 | 83.0                   | 17.0        |  |
| N° 200                         | 0.075 | 71.9               | 14.2                 | 97.2                   | 2.8         |  |
| < 200                          |       | 14.0               | 2.8                  | 100.0                  | 0.0         |  |
| <b>TOTAL</b>                   |       | 506.2              |                      |                        | 100.0       |  |



**Figura 2.** Curva Granulométrica de la calicata N°01

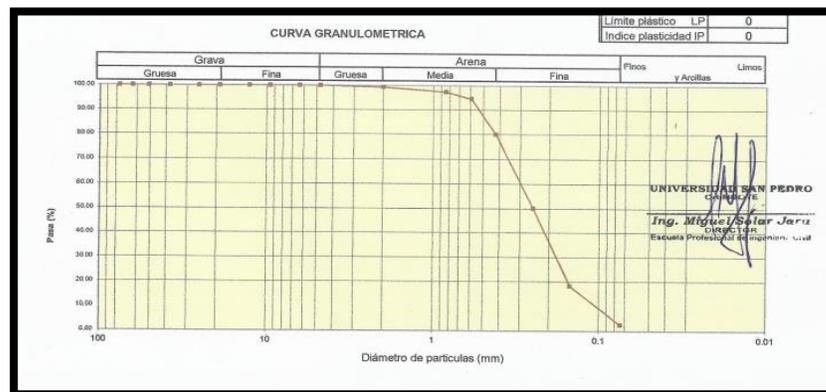
**Tabla 12**

*Cuadro Resumen del Análisis Granulométrico de la calicata N° 02*

C-2

|                                |             |                           |                             |                               |                    |
|--------------------------------|-------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Peso seco inicial</b>       | 616.7 gr.   |                           |                             |                               |                    |
| <b>Peso seco lavado</b>        | 601.4 gr.   |                           |                             |                               |                    |
| <b>Peso perdido por lavado</b> | 15.3 gr.    |                           |                             |                               |                    |
| <b>Tamiz (Abertura)</b>        |             | <b>Peso Retenido (gr)</b> | <b>Retenido Parcial (%)</b> | <b>Retenido Acumulado (%)</b> | <b>Pasante (%)</b> |
| <b>N°</b>                      | <b>(mm)</b> |                           |                             |                               |                    |
| 2 1/2"                         | 76.20       | 0.0                       | 0.0                         | 0.0                           | 100.0              |
| 2"                             | 50.80       | 0.0                       | 0.0                         | 0.0                           | 100.0              |
| 1 1/2 "                        | 37.50       | 0.0                       | 0.0                         | 0.0                           | 100.0              |
| 1"                             | 22.50       | 0.0                       | 0.0                         | 0.0                           | 100.0              |
| 3/4"                           | 19.00       | 0.0                       | 0.0                         | 0.0                           | 100.0              |
| 1/2"                           | 12.50       | 0.0                       | 0.0                         | 0.0                           | 100.0              |
| 3/8"                           | 9.50        | 0.0                       | 0.0                         | 0.0                           | 100.0              |
| 1/4"                           | 6.30        | 0.0                       | 0.0                         | 0.0                           | 100.0              |
| N° 4                           | 4.75        | 0.0                       | 0.0                         | 0.0                           | 100.0              |
| N° 10                          | 2.00        | 4.1                       | 0.7                         | 0.7                           | 99.3               |
| N° 20                          | 0.850       | 12.2                      | 2.0                         | 2.6                           | 97.4               |
| N° 30                          | 0.600       | 17.1                      | 2.8                         | 5.4                           | 94.6               |
| N° 40                          | 0.425       | 89.5                      | 14.5                        | 19.9                          | 80.1               |
| N° 60                          | 0.250       | 184.4                     | 29.9                        | 49.8                          | 50.2               |
| N° 100                         | 0.150       | 196.5                     | 31.9                        | 81.7                          | 18.3               |
| N° 200                         | 0.075       | 97.6                      | 15.8                        | 97.5                          | 2.5                |
| < 200                          |             | 15.3                      | 2.5                         | 100.0                         | 0.0                |
| <b>TOTAL</b>                   |             | <b>616.7</b>              |                             |                               | <b>100.0</b>       |

Fuente: Elaboración propia.



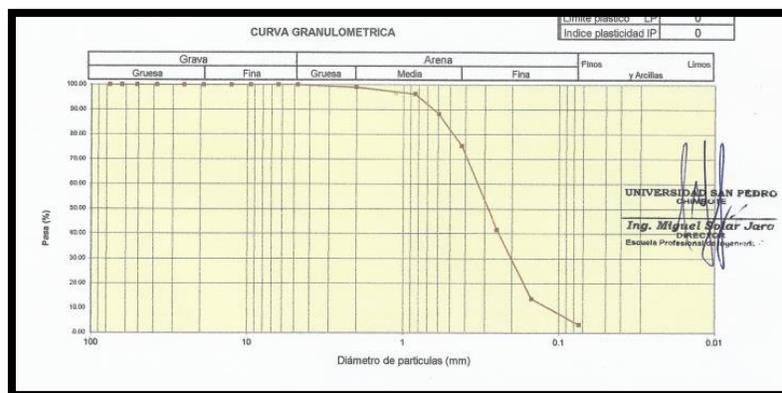
**Figura 3.** Curva Granulométrica de la calicata N°02

**Tabla 13**

*Cuadro Resumen del Análisis Granulométrico de la calicata N° 03*

| C-3                            |             |                      |                    |                           |                |
|--------------------------------|-------------|----------------------|--------------------|---------------------------|----------------|
| <b>Peso seco inicial</b>       |             | 620.0 gr.            |                    |                           |                |
| <b>Peso seco lavado</b>        |             | 599.0 gr.            |                    |                           |                |
| <b>Peso perdido por lavado</b> |             | 21.0 gr.             |                    |                           |                |
| <b>Tamiz (Abertura)</b>        |             | <b>Peso</b>          | <b>Retenido</b>    | <b>Retenido Acumulado</b> | <b>Pasante</b> |
| <b>N°</b>                      | <b>(mm)</b> | <b>Retenido (gr)</b> | <b>Parcial (%)</b> | <b>(%)</b>                | <b>(%)</b>     |
| 2 1/2"                         | 76.20       | 0.0                  | 0.0                | 0.0                       | 100.0          |
| 2"                             | 50.80       | 0.0                  | 0.0                | 0.0                       | 100.0          |
| 1 1/2 "                        | 37.50       | 0.0                  | 0.0                | 0.0                       | 100.0          |
| 1"                             | 22.50       | 0.0                  | 0.0                | 0.0                       | 100.0          |
| 3/4"                           | 19.00       | 0.0                  | 0.0                | 0.0                       | 100.0          |
| 1/2"                           | 12.50       | 0.0                  | 0.0                | 0.0                       | 100.0          |
| 3/8"                           | 9.50        | 0.0                  | 0.0                | 0.0                       | 100.0          |
| 1/4"                           | 6.30        | 0.0                  | 0.0                | 0.0                       | 100.0          |
| N° 4                           | 4.75        | 0.0                  | 0.0                | 0.0                       | 100.0          |
| N° 10                          | 2.00        | 6.1                  | 1.0                | 1.0                       | 99.0           |
| N° 20                          | 0.850       | 16.4                 | 2.6                | 3.6                       | 96.4           |
| N° 30                          | 0.600       | 49.9                 | 8.0                | 11.7                      | 88.3           |
| N° 40                          | 0.425       | 80.4                 | 13.0               | 24.6                      | 75.4           |
| N° 60                          | 0.250       | 209.4                | 33.8               | 58.4                      | 41.6           |
| N° 100                         | 0.150       | 172.4                | 27.8               | 86.2                      | 13.8           |
| N° 200                         | 0.075       | 64.4                 | 10.4               | 96.6                      | 3.4            |
| < 200                          |             | 21.0                 | 3.4                | 100.0                     | 0.0            |
| <b>TOTAL</b>                   |             | <b>620.0</b>         |                    |                           | <b>100.0</b>   |

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 4.** Curva Granulométrica de la calicata N°03

- **PROCTOR MODIFICADO**

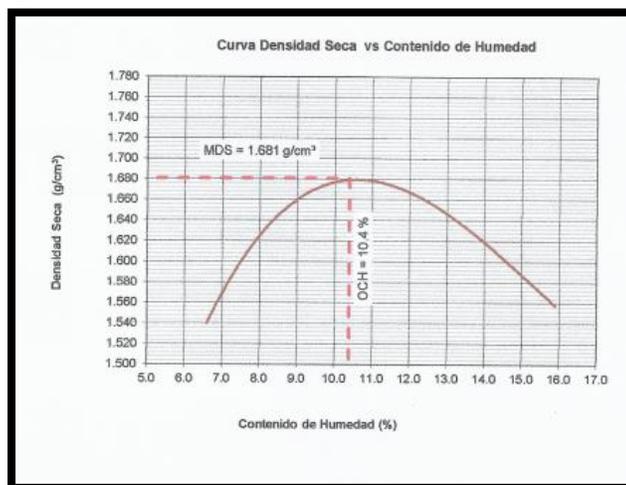
Las siguientes tablas y gráficos contienen los resultados de los ensayos de próctor modificado de las muestras patrón y experimentales ya mencionadas, correspondientes a las calicatas N° 01, N°02, N°03.

**Tabla 14**

*Próctor Modificado Patrón de la Calicata N°01*

| <b>Próctor Modificado C – 1</b>                   |        |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|--------|
| <b>Peso suelo húmedo + molde (g)</b>              | 3603.0 | 3785.0 | 3811.0 | 3765.0 |
| <b>Peso del molde (g)</b>                         | 1979.0 | 1979.0 | 1979.0 | 1979.0 |
| <b>Peso suelo húmedo (g)</b>                      | 1624.0 | 1806.0 | 1832.0 | 1786.0 |
| <b>Volumen del molde (cm<sup>3</sup>)</b>         | 989.0  | 989.0  | 989.0  | 989.0  |
| <b>Densidad suelo Húmedo (g/cm<sup>3</sup>)</b>   | 1.642  | 1.826  | 1.852  | 1.806  |
| <b>Tarro N°</b>                                   | 01     | 02     | 03     | 04     |
| <b>Peso suelo húmedo + tarro (g)</b>              | 625.5  | 635.9  | 646.8  | 637.8  |
| <b>Peso suelo seco + tarro (g)</b>                | 597.1  | 598.6  | 598.2  | 573.3  |
| <b>Peso del agua (g)</b>                          | 28.4   | 37.3   | 48.6   | 64.5   |
| <b>Peso del tarro (g)</b>                         | 167.6  | 201.4  | 240.2  | 168.6  |
| <b>Peso suelo seco (g)</b>                        | 429.5  | 397.2  | 358.0  | 404.7  |
| <b>Contenido de humedad (%)</b>                   | 6.6    | 9.4    | 13.6   | 15.9   |
| <b>Densidad del suelo seco (g/cm<sup>3</sup>)</b> | 1.540  | 1.669  | 1.631  | 1.558  |

Fuente: Elaboración propia.



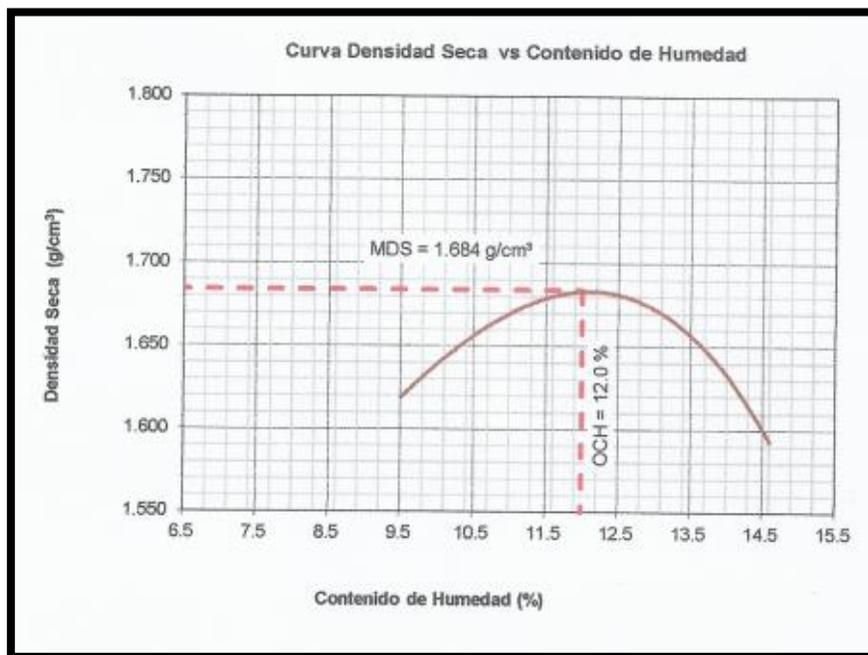
*Figura 5. Curva Densidad Seca Vs Contenido de Humedad Patrón de la Calicata N°01*

**Tabla 15**

*Próctor Modificado Experimental de la Calicata N°01*

| <b>Próctor Modificado Experimental 15% C – 1</b> |        |        |        |        |
|--|--------|--------|--------|--------|
| <b>Peso suelo húmedo + molde (g)</b>             | 3645   | 3729   | 3750   | 3695   |
| <b>Peso del molde (g)</b>                        | 1975.0 | 1975.0 | 1975.0 | 1975.0 |
| <b>Peso suelo húmedo (g)</b>                     | 1670.0 | 1754.0 | 1775.0 | 1720.0 |
| <b>Volumen del molde (cm3)</b>                   | 942.2  | 942.2  | 942.2  | 942.2  |
| <b>Densidad suelo Húmedo (g/cm3)</b>             | 1.773  | 1.862  | 1.884  | 1.826  |
| <b>Tarro N°</b>                                  | 01     | 02     | 03     | 04     |
| <b>Peso suelo húmedo + tarro (g)</b>             | 580.0  | 670.0  | 540.0  | 670.0  |
| <b>Peso suelo seco + tarro (g)</b>               | 535.0  | 624.0  | 484.0  | 610.0  |
| <b>Peso del agua (g)</b>                         | 45.0   | 46.0   | 56.0   | 60.0   |
| <b>Peso del tarro (g)</b>                        | 60.0   | 215.0  | 65.0   | 200.0  |
| <b>Peso suelo seco (g)</b>                       | 475.0  | 409.0  | 419.0  | 410.0  |
| <b>Contenido de humedad (%)</b>                  | 9.5    | 11.2   | 13.4   | 14.6   |
| <b>Densidad del suelo seco (g/cm3)</b>           | 1.619  | 1.674  | 1.661  | 1.593  |

Fuente: Elaboración propia.



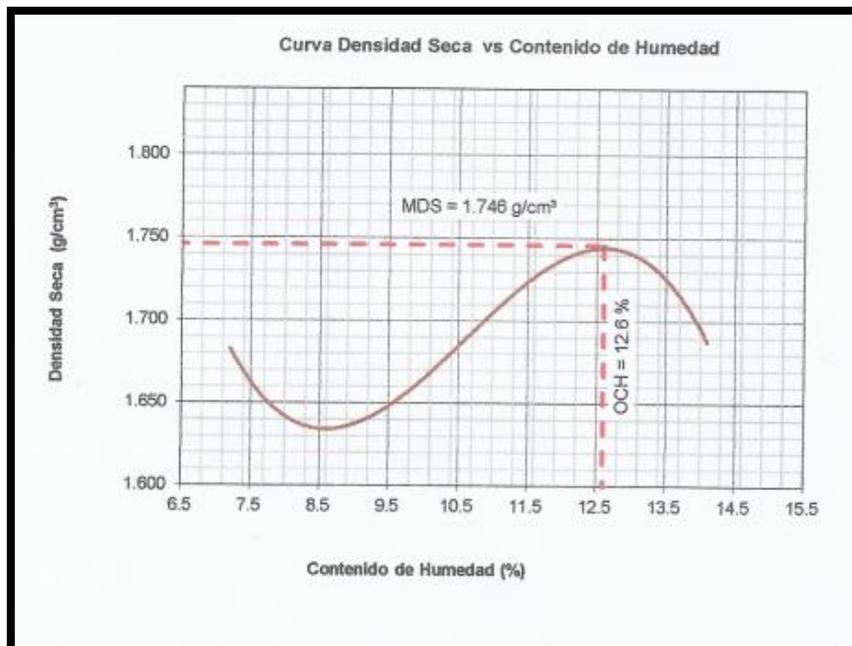
**Figura 6.** Curva Densidad Seca Vs Contenido de Humedad Experimental de la Calicata N°01 – 15%

**Tabla 16**

*Próctor Modificado Experimental de la Calicata N°01*

| <b>Próctor Modificado Experimental 10% C – 1</b> |        |        |        |        |
|--|--------|--------|--------|--------|
| <b>Peso suelo húmedo + molde (g)</b>             | 3675   | 3735   | 3815   | 3790   |
| <b>Peso del molde (g)</b>                        | 1975.0 | 1975.0 | 1975.0 | 1975   |
| <b>Peso suelo húmedo (g)</b>                     | 1700.0 | 1760.0 | 1840.0 | 1815.0 |
| <b>Volumen del molde (cm3)</b>                   | 942.2  | 942.2  | 942.2  | 942.2  |
| <b>Densidad suelo Húmedo (g/cm3)</b>             | 1.804  | 1.868  | 1.953  | 1.926  |
| <b>Tarro N°</b>                                  | 01     | 02     | 03     | 04     |
| <b>Peso suelo húmedo + tarro (g)</b>             | 610.0  | 555.0  | 520.0  | 525.0  |
| <b>Peso suelo seco + tarro (g)</b>               | 580.0  | 510.0  | 470.0  | 468.0  |
| <b>Peso del agua (g)</b>                         | 30.0   | 45.0   | 50.0   | 57.0   |
| <b>Peso del tarro (g)</b>                        | 165.0  | 85.0   | 60.0   | 65.0   |
| <b>Peso suelo seco (g)</b>                       | 415.0  | 425.0  | 410.0  | 403.0  |
| <b>Contenido de humedad (%)</b>                  | 7.2    | 10.6   | 12.2   | 14.1   |
| <b>Densidad del suelo seco (g/cm3)</b>           | 1.683  | 1.689  | 1.741  | 1.688  |

Fuente: Elaboración propia.



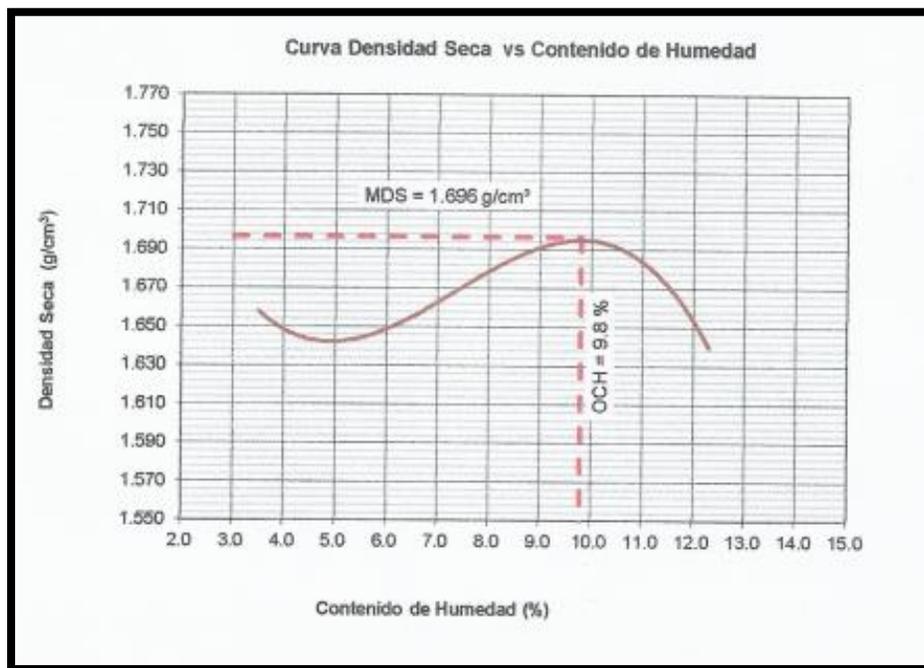
**Figura 7.** Curva Densidad Seca Vs Contenido de Humedad Experimental de la Calicata N°01 - 10%

**Tabla 15**

*Próctor Modificado Patrón de la Calicata N°02*

| <b>Próctor Modificado C – 2</b>        |        |        |        |        |
|--|--------|--------|--------|--------|
| <b>Peso suelo húmedo + molde (g)</b>   | 3676.0 | 3710.0 | 3805.0 | 3800.0 |
| <b>Peso del molde (g)</b>              | 1979.0 | 1979.0 | 1979.0 | 1979.0 |
| <b>Peso suelo húmedo (g)</b>           | 1967.0 | 1731.0 | 1826.0 | 1821.0 |
| <b>Volumen del molde (cm3)</b>         | 989.0  | 989.0  | 989.0  | 989.0  |
| <b>Densidad suelo Húmedo (g/cm3)</b>   | 1.716  | 1.750  | 1.846  | 1.841  |
| <b>Tarro N°</b>                        | 01     | 02     | 03     | 04     |
| <b>Peso suelo húmedo + tarro (g)</b>   | 568.6  | 514.3  | 523.6  | 505.7  |
| <b>Peso suelo seco + tarro (g)</b>     | 556.5  | 496.5  | 496.8  | 473.1  |
| <b>Peso del agua (g)</b>               | 12.1   | 17.8   | 26.8   | 32.6   |
| <b>Peso del tarro (g)</b>              | 208.3  | 202.4  | 201.1  | 207.7  |
| <b>Peso suelo seco (g)</b>             | 348.2  | 294.1  | 295.7  | 265.4  |
| <b>Contenido de humedad (%)</b>        | 3.5    | 6.1    | 9.1    | 12.3   |
| <b>Densidad del suelo seco (g/cm3)</b> | 1.658  | 1.650  | 1.692  | 1.640  |

Fuente: Elaboración propia.



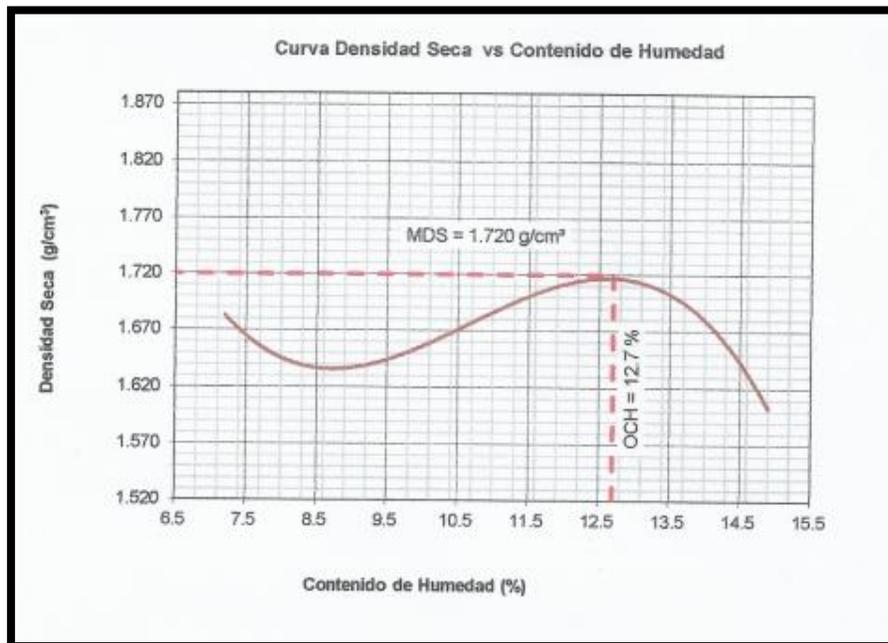
**Figura 8.** Curva Densidad Seca Vs Contenido de Humedad patrón de la Calicata N°02

**Tabla 18**

*Próctor Modificado Experimental de la Calicata N°02*

| <b>Próctor Modificado Experimental 15% C – 2</b> |        |        |        |        |
|--|--------|--------|--------|--------|
| <b>Peso suelo húmedo + molde (g)</b>             | 3675   | 3715   | 3795   | 3710   |
| <b>Peso del molde (g)</b>                        | 1975.0 | 1975.0 | 1975.0 | 1975.0 |
| <b>Peso suelo húmedo (g)</b>                     | 1700.0 | 1740.0 | 1820.0 | 1735.0 |
| <b>Volumen del molde (cm3)</b>                   | 942.2  | 942.2  | 942.2  | 942.2  |
| <b>Densidad suelo Húmedo (g/cm3)</b>             | 1.804  | 1.847  | 1.932  | 1.842  |
| <b>Tarro N°</b>                                  | 01     | 02     | 03     | 04     |
| <b>Peso suelo húmedo + tarro (g)</b>             | 590.0  | 540.0  | 640.0  | 755.0  |
| <b>Peso suelo seco + tarro (g)</b>               | 555.0  | 495.0  | 576.0  | 685.0  |
| <b>Peso del agua (g)</b>                         | 35.0   | 45.0   | 64.0   | 70.0   |
| <b>Peso del tarro (g)</b>                        | 70.0   | 65.0   | 65.0   | 215.0  |
| <b>Peso suelo seco (g)</b>                       | 485.0  | 430.0  | 511.0  | 470.0  |
| <b>Contenido de humedad (%)</b>                  | 7.2    | 10.5   | 12.5   | 14.9   |
| <b>Densidad del suelo seco (g/cm3)</b>           | 1.683  | 1.671  | 1.717  | 1.603  |

Fuente: Elaboración propia.



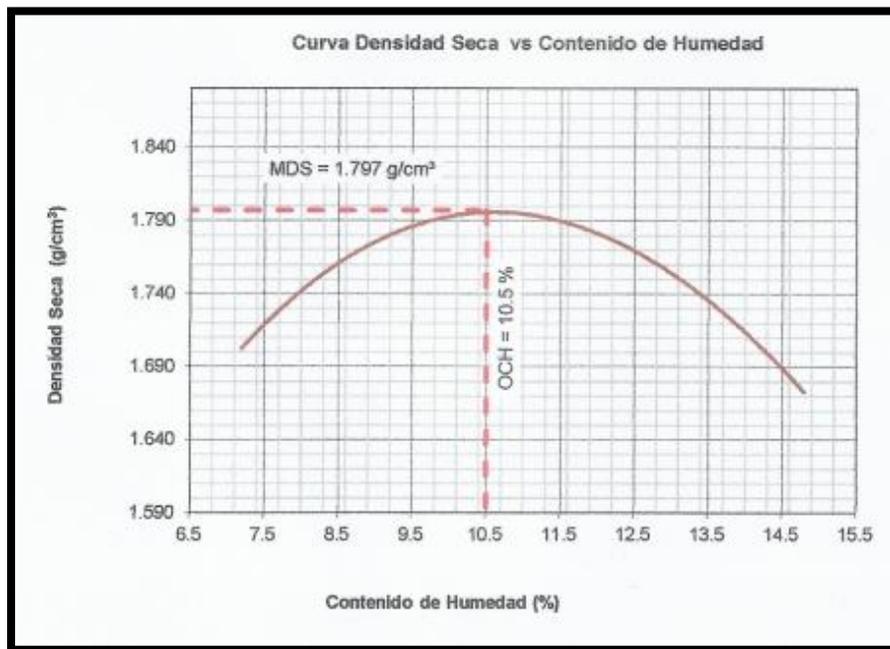
**Figura 9.** Curva Densidad Seca Vs Contenido de Humedad Experimental de la Calicata N°02-15%

**Tabla 19**

*Próctor Modificado Experimental de la Calicata N°02*

| <b>Próctor Modificado Experimental 10% C – 2</b> |        |        |        |        |
|--|--------|--------|--------|--------|
| <b>Peso suelo húmedo + molde (g)</b>             | 3695   | 3775   | 3840   | 3785   |
| <b>Peso del molde (g)</b>                        | 1975.0 | 1975.0 | 1975.0 | 1975.0 |
| <b>Peso suelo húmedo (g)</b>                     | 1720.0 | 1800.0 | 1865.0 | 1810.0 |
| <b>Volumen del molde (cm3)</b>                   | 942.2  | 942.2  | 942.2  | 942.2  |
| <b>Densidad suelo Húmedo (g/cm3)</b>             | 1.826  | 1.911  | 1.980  | 1.921  |
| <b>Tarro N°</b>                                  | 01     | 02     | 03     | 04     |
| <b>Peso suelo húmedo + tarro (g)</b>             | 720.0  | 640.0  | 695.0  | 565.0  |
| <b>Peso suelo seco + tarro (g)</b>               | 685.0  | 595.0  | 635.0  | 500.0  |
| <b>Peso del agua (g)</b>                         | 35.0   | 45.0   | 60.0   | 65.0   |
| <b>Peso del tarro (g)</b>                        | 200.0  | 65.0   | 55.0   | 60.0   |
| <b>Peso suelo seco (g)</b>                       | 485.0  | 530.0  | 580.0  | 440.0  |
| <b>Contenido de humedad (%)</b>                  | 7.2    | 8.5    | 10.3   | 14.8   |
| <b>Densidad del suelo seco (g/cm3)</b>           | 1.703  | 1.761  | 1.795  | 1.673  |

Fuente: Elaboración propia.



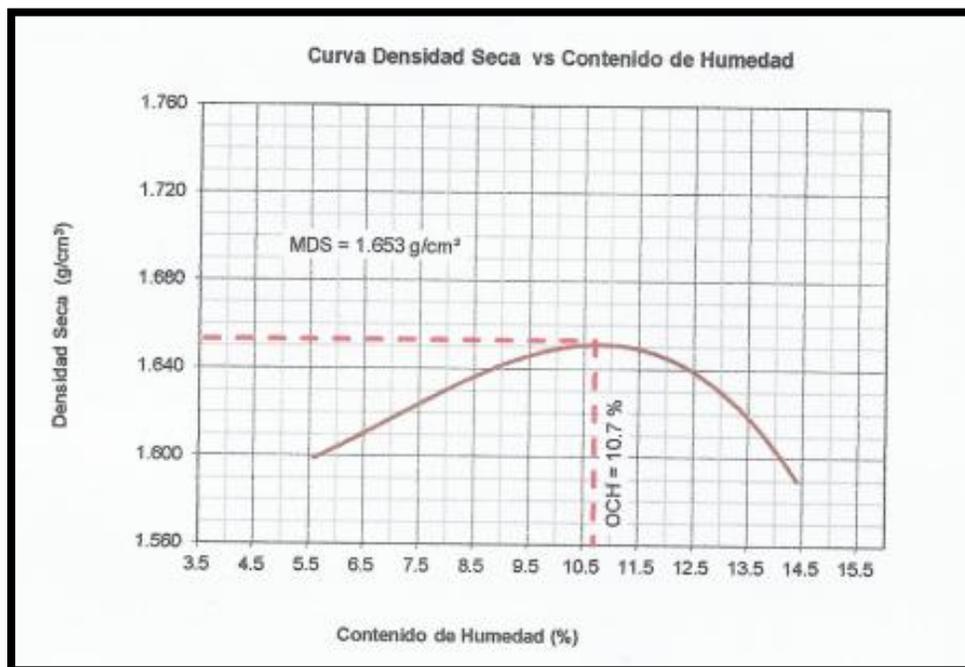
**Figura 10.** Curva Densidad Seca Vs Contenido de Humedad Experimental de la Calicata N°02 - 10%

**Tabla 20**

*Próctor Modificado Patrón de la Calicata N°03*

| <b>Próctor Modificado C – 3</b>        |        |        |        |        |
|--|--------|--------|--------|--------|
| <b>Peso suelo húmedo + molde (g)</b>   | 3649.0 | 3730.0 | 3792.0 | 3778.0 |
| <b>Peso del molde (g)</b>              | 1979.5 | 1979.5 | 1979.5 | 1979.5 |
| <b>Peso suelo húmedo (g)</b>           | 1669.5 | 1750.5 | 1812.8 | 1798.7 |
| <b>Volumen del molde (cm3)</b>         | 989.0  | 989.0  | 989.0  | 989.0  |
| <b>Densidad suelo Húmedo (g/cm3)</b>   | 1.688  | 1.770  | 1.833  | 1.819  |
| <b>Tarro N°</b>                        | 01     | 02     | 03     | 04     |
| <b>Peso suelo húmedo + tarro (g)</b>   | 721.0  | 509.5  | 527.2  | 483.5  |
| <b>Peso suelo seco + tarro (g)</b>     | 693.8  | 485.9  | 490.9  | 443.3  |
| <b>Peso del agua (g)</b>               | 27.2   | 23.6   | 36.3   | 40.2   |
| <b>Peso del tarro (g)</b>              | 207.5  | 200.0  | 161.0  | 165.0  |
| <b>Peso suelo seco (g)</b>             | 486.3  | 285.9  | 329.9  | 278.3  |
| <b>Contenido de humedad (%)</b>        | 5.6    | 8.3    | 11.0   | 14.4   |
| <b>Densidad del suelo seco (g/cm3)</b> | 1.599  | 1.634  | 1.651  | 1.590  |

Fuente: Elaboración propia.



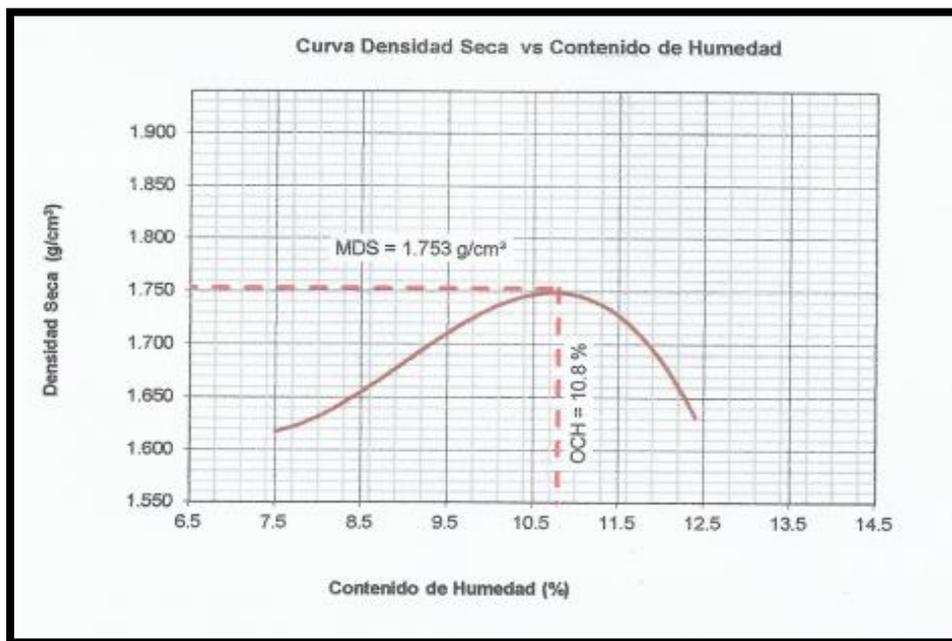
**Figura 11.** Curva Densidad Seca Vs Contenido de Humedad Patrón de la Calicata N°03

**Tabla 21**

*Próctor Modificado Experimental de la Calicata N°03*

| <b>Próctor Modificado Experimental 15% C – 3</b> |        |        |        |        |
|--|--------|--------|--------|--------|
| <b>Peso suelo húmedo + molde (g)</b>             | 3695   | 3790   | 3885   | 3790   |
| <b>Peso del molde (g)</b>                        | 1975.0 | 1975.0 | 1975.0 | 1975.0 |
| <b>Peso suelo húmedo (g)</b>                     | 1720.0 | 1815.0 | 1910.0 | 1815.0 |
| <b>Volumen del molde (cm3)</b>                   | 989.2  | 989.2  | 959.2  | 989.2  |
| <b>Densidad suelo Húmedo (g/cm3)</b>             | 1.739  | 1.835  | 1.931  | 1.835  |
| <b>Tarro N°</b>                                  | 01     | 02     | 03     | 04     |
| <b>Peso suelo húmedo + tarro (g)</b>             | 710.0  | 605.0  | 855.0  | 760.0  |
| <b>Peso suelo seco + tarro (g)</b>               | 665.0  | 560.0  | 780.0  | 638.0  |
| <b>Peso del agua (g)</b>                         | 45.0   | 45.0   | 75.0   | 77.0   |
| <b>Peso del tarro (g)</b>                        | 65.0   | 60.0   | 65.0   | 60.0   |
| <b>Peso suelo seco (g)</b>                       | 600.0  | 500.0  | 715.0  | 623.0  |
| <b>Contenido de humedad (%)</b>                  | 7.05   | 9.0    | 10.5   | 12.4   |
| <b>Densidad del suelo seco (g/cm3)</b>           | 1.618  | 1.683  | 1.747  | 1.632  |

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 12.** Curva Densidad Seca Vs Contenido de Humedad Experimental de la Calicata N°03 - 15%

**Tabla 22***Contenido de Humedad de las C-1, C-2, C-3.*

| <b>Ensayo N°</b>                | <b>C – 1</b> | <b>C – 2</b> | <b>C – 3</b> |
|---------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Peso de tara + MH</b>        | 745.60       | 545.50       | 740.30       |
| <b>Peso de tara + MS</b>        | 730.40       | 536.00       | 726.10       |
| <b>Peso de tara</b>             | 167.70       | 207.90       | 204.40       |
| <b>Peso del agua</b>            | 15.20        | 9.50         | 14.20        |
| <b>MS</b>                       | 562.70       | 328.10       | 521.70       |
| <b>Contenido de humedad (%)</b> | <b>2.70</b>  | <b>2.90</b>  | <b>2.72</b>  |

Fuente: Elaboración propia.

- **CAPACIDAD DE SOPORTE – CBR**

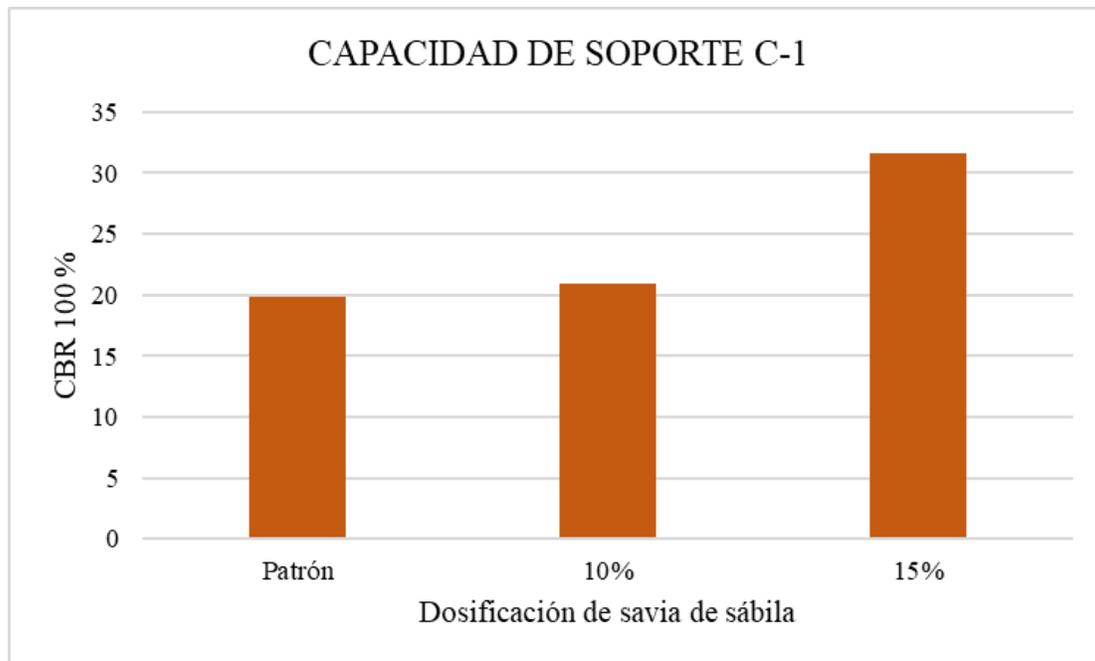
Dicha prueba fue realizada teniendo en cuenta el contenido óptimo de humedad obtenida en el ensayo de Próctor Modificado después de sumergir las muestras patrón y experimental de las calicatas C1, C2, C3 durante 96 horas (4 días), y con una carga de 4,5 kg.

**Tabla 23**

*Cuadro resumen del ensayo de CBR para diferentes energías de compactación y diferentes porcentajes de savia de sábila en la calicata N° 01*

| PENETRACIÓN | N° GOLPES | CAPACIDAD DE SOPORTE |      |      |
|-------------|-----------|----------------------|------|------|
|             |           | 0%                   | 15%  | 10%  |
| 2.54 mm     | 56        | 19.8                 | 31.6 | 20.9 |
|             | 25        | 13.9                 | 23.5 | 18.8 |
|             | 12        | 8.8                  | 18.2 | 15.3 |
|             |           |                      |      |      |

Fuente: Elaboración propia



**Figura 13.** Capacidad de soporte CBR, patrón, 10% y 15% de savia de sábila en la C-1.

**Fuente.** Elaboración propia.

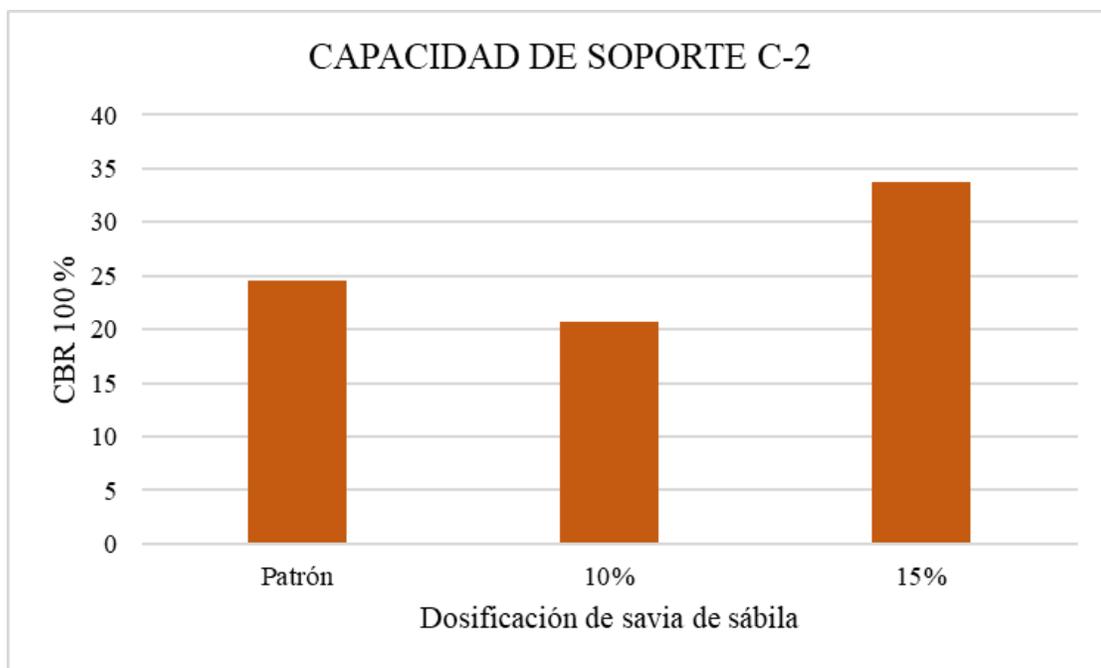
Como se visualiza, al adicionar nuestras dosificaciones de savia de sábila en 10% y 15% en la calicata 1, el CBR aumentó a 20.9% y 31.6 % respectivamente. Quiere decir que, la capacidad de soporte de la carretera no pavimentada al Centro Poblado Tangay aumentó en 105.6% y en 159.6% respecto a la muestra patrón, en las dosificaciones de 10% y 15% respectivamente.

**Tabla 24**

*Cuadro resumen del ensayo de CBR para diferentes energías de compactación y diferentes porcentajes de savia de sábila en la calicata N° 02*

| PENETRACIÓN | N° GOLPES | CAPACIDAD DE SOPORTE |      |      |
|-------------|-----------|----------------------|------|------|
|             |           | 0%                   | 15%  | 10%  |
| 2.54 mm     | 56        | 24.6                 | 33.7 | 20.7 |
|             | 25        | 17.9                 | 28.4 | 15.3 |
|             | 12        | 9.9                  | 13.1 | 8.4  |
|             |           |                      |      |      |

Fuente: Elaboración propia



**Figura 14.** Capacidad de soporte CBR, patrón, 10% y 15% de savia de sábila en la C-2.

*Fuente.* Elaboración propia

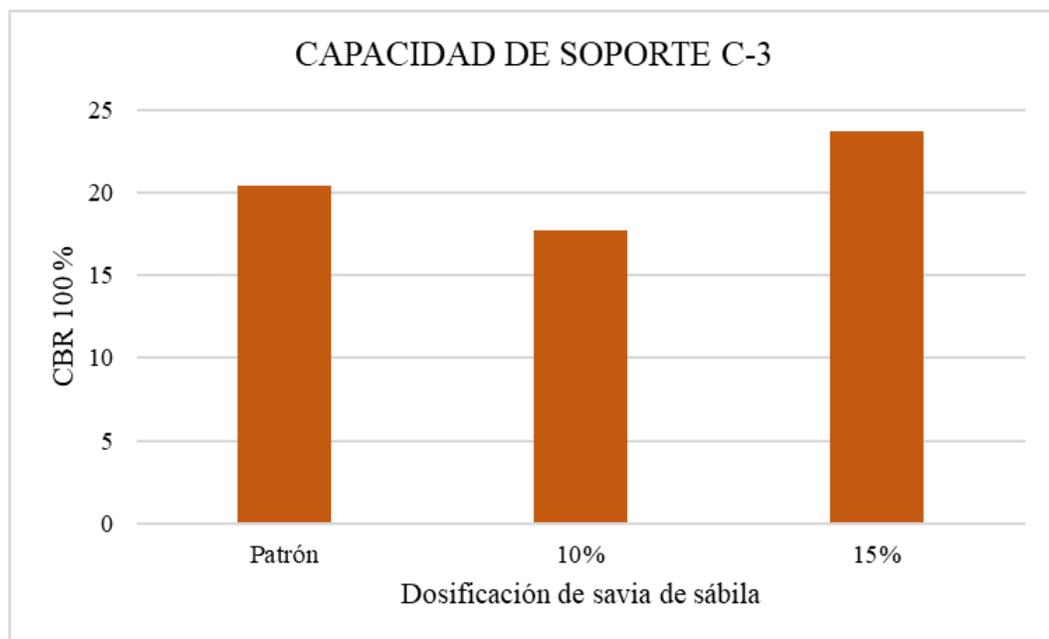
Como se visualiza, la muestra patrón obtuvo un CBR de 24.6%; al adicionar la savia de sábila en 10% en la calicata 2, el CBR disminuyó a 20.7% mientras que adicionado el 15% el CBR aumentó a 33.7%. Quiere decir que, la capacidad de soporte de la carretera no pavimentada al Centro Poblado Tangay aumentó con la dosificación de 15% de savia de sábila en 137 % respecto a la muestra patrón. Sin embargo, con la dosificación de 10% el CBR bajó.

**Tabla 25**

*Cuadro resumen del ensayo de CBR para diferentes energías de compactación y diferentes porcentajes de savia de sábila en la calicata N° 03*

| PENETRACIÓN | N°<br>GOLPES | CAPACIDAD DE SOPORTE |      |      |
|-------------|--------------|----------------------|------|------|
|             |              | 0%                   | 15%  | 10%  |
| 2.54 mm     |              | 20.4                 | 23.7 | 17.7 |
|             | 56           | 15.5                 | 18.8 | 12.1 |
|             | 25           | 13.7                 | 10.1 | 8.2  |
|             | 12           |                      |      |      |

Fuente: Elaboración propia



**Figura 15.** Capacidad de soporte CBR, patrón, 10% y 15% de savia de sábila en la C-3.

**Fuente.** Elaboración propia

Como se visualiza, en la calicata 3, la muestra patrón obtuvo un CBR de 20.4%; al adicionar la savia de sábila en 10% el CBR disminuyó a 17.7% mientras que adicionado el 15% el CBR aumentó a 23.7%. Quiere decir que, la capacidad de soporte de la carretera no pavimentada al Centro Poblado Tangay aumentó con la dosificación de 15% de savia de sábila en 116.2 % respecto a la muestra patrón. Sin embargo, con la dosificación de 10% el CBR bajó.

**Tabla 26***Capacidad de soporte a 2.4mm de penetración de calicata N° 01*

| PORCENTAJES DE<br>SAVIA DE SÁBILA<br>ADICIONADOS | N° GOLPES<br>CAPACIDAD DE SOPORTE |        |
|--|-----------------------------------|--------|
|  | 100% MDS                          | 95%MDS |
|  | 0%                                | 19.8   |
| 15%  | 31.6                              | 23.5   |
| 10%  | 20.9                              | 18.8   |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 27***Capacidad de soporte a 2.4mm de penetración de calicata N° 02*

| PORCENTAJES DE<br>SAVIA DE SÁBILA<br>ADICIONADOS | N° GOLPES<br>CAPACIDAD DE SOPORTE |        |
|--|-----------------------------------|--------|
|  | 100% MDS                          | 95%MDS |
|  | 0%                                | 24.6   |
| 15%  | 33.7                              | 28.4   |
| 10%  | 20.7                              | 15.3   |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 28***Capacidad de soporte a 2.4mm de penetración de calicata N° 03*

| PORCENTAJES DE<br>SAVIA DE SÁBILA<br>ADICIONADOS | N° GOLPES<br>CAPACIDAD DE SOPORTE |        |
|--|-----------------------------------|--------|
|  | 100% MDS                          | 95%MDS |
|  | 0%                                | 20.4   |
| 15%  | 23.7                              | 18.8   |
| 10%  | 17.7                              | 12.1   |

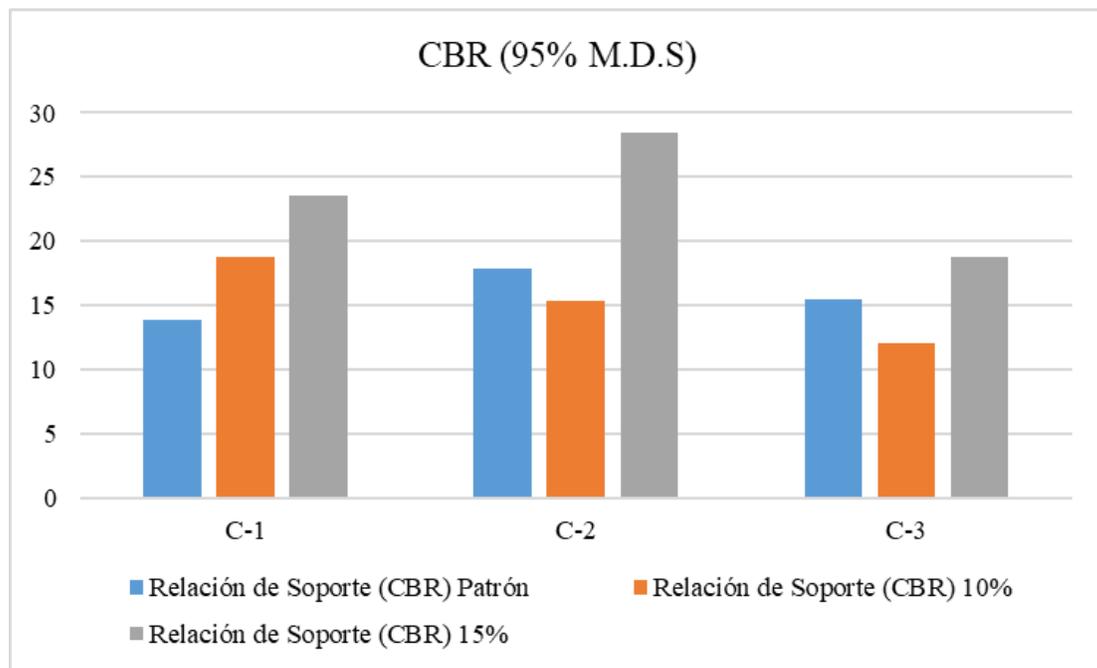
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 29**

*CBR (95% M.D.S) según adición de la savia de sábila 15% y 10%*

| CALICATAS | RELACION DE SOPORTE (CBR)<br>(CON ADICIÓN DE SAVIA DE SÁBILA) |      |      |
|-----------|---|------|------|
|           | 0%  | 15%  | 10%  |
| C1        | 13.9  | 23.5 | 18.8 |
| C2        | 17.9  | 28.4 | 15.3 |
| C3        | 15.5  | 18.8 | 12.1 |
| Media     | 15.8  | 23.6 | 15.4 |

Fuente: Elaboración propia



**Figura 16.** Resumen de la Capacidad de soporte CBR (95%), patrón, 10% y 15% de savia de sábila en las C-1, C-2 y C-3.

*Fuente.* Elaboración propia.

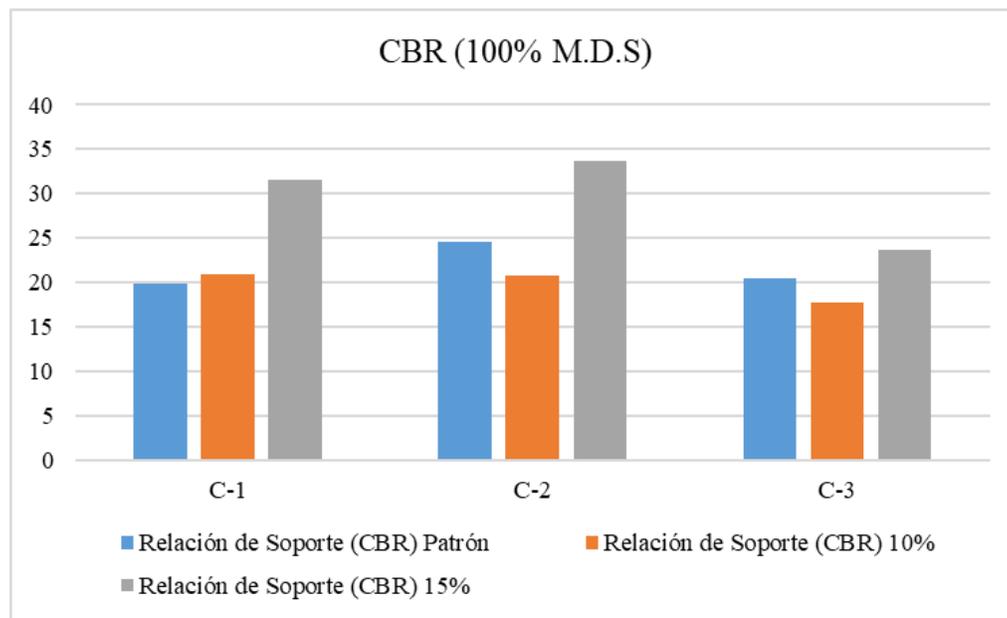
Como se proyecta en el anterior gráfico, la capacidad de soporte CBR promedio al 95% de las 3 calicatas realizadas en la investigación y las dos dosificaciones estudiadas fue de, en las muestras patrón de 15.8%, en las dosificaciones de 10% de 15.4% y en las dosificaciones de 15% de 23.6%.

**Tabla 30**

*CBR (100% M.D.S) según adición de la savia de sábila 15% y 10%*

| CALICATAS | RELACION DE SOPORTE CBR<br>(CON ADICIÓN DE SAVIA DE SÁBILA) |      |      |
|-----------|---|------|------|
|           | 0%  | 15%  | 10%  |
| C1        | 19.8  | 31.6 | 20.9 |
| C2        | 24.6  | 33.7 | 20.7 |
| C3        | 20.4  | 23.7 | 17.7 |
| Media     | 21.6  | 29.7 | 19.8 |

Fuente: Elaboración propia



**Figura 17.** Resumen de la Capacidad de soporte CBR (100%), patrón, 10% y 15% de savia de sábila en las C-1, C-2 y C-3.

**Fuente:** Elaboración propia

Como se proyecta en el anterior gráfico, la capacidad de soporte CBR promedio al 100% de las 3 calicatas realizadas en la investigación y las dos dosificaciones estudiadas fue de, en las muestras patrón de 21.6%, en las dosificaciones de 10% de 19.8% y en las dosificaciones de 15% de 29.7%.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como objetivo mostrar la optimización de la capacidad portante de la subrasante por medio de la aplicación de savia de sábila de la carretera no pavimentada del centro poblado Tangay- Nuevo Chimbote- Provincia del Santa- Región Áncash.

Y se encontró que, la aplicación de savia de sábila ha mejorado la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera no pavimentada al centro poblado Tangay. Al analizar los resultados obtenidos en nuestro laboratorio se encontró que, el CBR promedio inicial de las tres calicatas realizadas fue de 21.6 % y aumentó un CBR final promedio de 29.7%, lo cual equivale una mejora de 72.7%. La dosificación empleada para esta mejora fue de 15% de savia de sábila.

En un estudio parecido Espíritu (2019) con el objetivo principal de mejorar la capacidad de soporte de la subrasante mediante la aplicación de savia de sábila, para ser empleado en una carretera en la provincia de Huánuco, utilizando distintas dosificaciones de porcentajes de savia de sábila hasta hallar la dosificación competente, para luego compararlas con su muestra patrón. Obteniendo de esta manera la dosificación utilizada de 25% de savia de sábila y 75% de agua, teniendo una relación de soporte (CBR) patrón de 7% y añadido su porcentaje de savia de sábila el CBR aumentó a 11%.

La variedad de los resultados obtenidos entre Espíritu (2019) y los de esta investigación fue que los resultados en su investigación, el CBR tuvo un aumento de 4% respecto al suelo patrón, mientras que los resultados obtenidos en la presente investigación el CBR aumentó en 8.1%, respecto al suelo patrón.

En los resultados de Barek (2015), obtuvo que, para mejorar la construcción de caminos rurales, también se realizó diferentes dosificaciones de savia de sábila, hasta encontrar la más adecuada y comparar con su muestra patrón, aprobando de esta manera la dosificación para caminos rurales, de 3% de savia de sábila, obteniendo una mejora de CBR de 1.4%

(CBR del suelo natural igual a 4.2% y luego de la aplicación de la savia de sábila obtuvo un CBR igual a 5,6%).

De acuerdo al análisis de espectrometría de fluorescencia de rayos x de nuestra muestra, la savia de sábila, encontramos los siguientes compuestos: Dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) en 31.25%, óxido de calcio (CaO) en 28.60%, trióxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) en 19.32%. Dichos valores se encuentran en la tabla N<sup>a</sup> 12. Sin embargo, en el estudio de Barek (2015) y Espíritu (2019) no realizaron ningún tipo de análisis a su material de estudio (savia de sábila).

Analizando los resultados del ensayo granulométrico de las calicatas N<sup>o</sup>01, 02 y 03 expuesto en las Tablas N<sup>o</sup> 13, 14 y 15 respectivamente, observamos los porcentajes de pesos retenidos parciales por los diferentes número de mallas, pero resaltamos que el mayor porcentaje de peso retenido parcial se encuentra pasando la malla N<sup>o</sup>200, el suelo se clasifica como un material granular de la clasificación AASHTO el suelo se clasifica como un de tipo A-3 (Arena fina) y su correlación en la clasificación SUCS seria del tipo SP(Arena mal graduada). Coincidiendo de esta manera con el tipo de suelo granular de Espíritu (2019), mientras que la investigación de Barek (2015) se realizó en un tipo de suelo arcilloso.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación se halló que la mejor dosificación de savia de sábila utilizado en nuestro lugar de estudio, nos otorga resultados esperados para la mejora de la subrasante en la carretera no pavimentada a Tangay. Cuando utilizamos la dosificación de 15% de savia de sábila.

Espíritu (2019), consideró la dosificación de savia de sábila de un 25% y un 75% de agua. Mientras que Barek (2015), consideró una mezcla óptima de 3%, ya que al realizar las otras dosificaciones obtuvo resultados no esperados de acuerdo a su investigación.

Cabe resaltar que Espíritu (2019) también realizó el ensayo CBR in situ, mientras que Barek (2015) y mi presente investigación fueron realizados en laboratorios. Determinando que los resultados de CBR dependieron principalmente por el tipo de suelo, así como las condiciones climáticas en las que se realiza el ensayo.

## CONCLUSIONES

- Con los resultados obtenidos se concluye que se logra mejorar la capacidad de soporte de la subrasante de la carretera no pavimentada a Tangay, mediante la aplicación de savia de sábila, evidenciando de esa manera que la savia de sábila puede ser utilizada como estabilizante natural.
- Con los resultados obtenidos se demuestra que la mejor dosificación encontrada en la investigación es de 15% de savia de sábila para obtener un aumento en la capacidad de soporte y en su máxima densidad seca.
- De las tres calicatas estudiadas en laboratorio se encontró que, la relación de soporte - CBR promedio inicial al 100% de su MDS fue de 21.6 % y aumentó un CBR final promedio a 29.7%, lo cual equivale una mejora de capacidad de soporte en 72.7% respecto a la muestra patrón. Manteniendo de esta manera la misma categoría de S4: Sub rasante muy buena indicada en la tabla N° 09.
- Al realizar el análisis químico de la savia de sábila por el método de espectrometría de fluorescencia de rayos x en el laboratorio de la UNT, principalmente la mayor cantidad de óxido encontrado es el dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) con un porcentaje de 31.25% y el óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ) con 28.60% y en menores cantidad encontramos el óxido de zinc y óxido de manganeso.

## RECOMENDACIONES

- La investigación se ha realizado con una muestra de material de una sub-rasante de buena calidad en una carretera no pavimentada, entonces se recomienda realizar investigaciones con diferentes tipos de suelos con las diferentes dosificaciones de sábila y encontrar la dosificación más apta y verificar su comportamiento.
- Se recomienda realizar más investigaciones del trabajo de la savia de sábila en las distintas ramas de la ingeniería de transporte y en general, ya que podría obtenerse resultados inesperados al ser una planta muy importante en nuestro planeta, principalmente en las investigaciones de carreteras o suelos. Ya que se demostró que su mezcla con el agua y su adición al material de estudio obtiene cohesividad y brinda resultados favorables inclusive en suelos finos.
- Para obtener resultados esperados se recomienda utilizar la savia de sábila lo más fresco posible ya que si se guarda o almacena ocasionaría desintegración de las partículas y pérdida de sus propiedades adherentes.
- Y por último se recomienda no realizar investigaciones experimentales en estado de emergencia debido a las diversas complicaciones presentadas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer principalmente a mi Dios por siempre estar conmigo en todo momento de mi vida, guiándome y protegiendo. Agradecer a mi hermosa familia quienes fueron mi motor y mi motivación para culminar este logro.

A todos mis docentes de mi querida USP, que brindaron su dedicación y tiempo para ser ejemplo de profesional y por la enseñanza de sus conocimientos y experiencia.

**MIRANDA JULCAMORO JONATHAN ANTONINO**

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barek, L. (2015). *Mejorar la capacidad portante de los suelos usando sábila, para la construcción de caminos rurales*. Samborondón – Ecuador. Universidad de Especialidades Espíritu Santo. Recuperado de <http://repositorio.uees.edu.ec/handle/123456789/>
- Cenepo, S. (2016). *Efecto de la savia de la sábila como estabilizante natural en capas de rodadura granular en el malecón Huertas – Ambo*. Huánuco - Perú. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/4779/477951060015/html>
- Espinoza, T. y Honores, G. (2018). *Estabilización de suelos arcillosos con conchas de abanico y cenizas de carbón con fines de pavimentación*. Chimbote – Perú. Universidad Nacional del Santa. Recuperado de <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3349>
- Espíritu, A. (2019). *Mejoramiento de la capacidad de soporte de la subrasante mediante la aplicación de savia de sábila en la carretera La Esperanza – Malconga, km 5 Matamarca - 2018*. Huánuco – Perú. Recuperado de <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/50/>
- Gage, D. (1999). *La sábila: suavizante y curativo natural*. Recuperado de <https://www.libreriauniversitaria.it/sabila-suavizante-curativo-natural>

Gutiérrez, W. (2018). *Mecánica de suelos aplicados a vías de transporte*. Editorial Macro. Recuperado de <https://perupublica.cpl.org.pe/gpd-mecanica-de-suelos-aplicada-a-vias-de-transporte.html>

Lomparte, J. y Sánchez, D. (2019). *Estabilización de la superficie de rodadura mediante el uso de polímero en emulsión vinilo acrílico en la carretera no pavimentada al centro poblado Tangay - Nuevo Chimbote – Santa*. Nuevo Chimbote – Perú. Universidad Nacional del Santa. Recuperado de <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3217>

Manual de Carreteras: *Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Sección: Suelos y Pavimentos. (2014). Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05)

NTP 339.150 2001. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – manual. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/411054273/NTP-339-150-VersionBSSD-pdf>

Ramirez, I. (2018). *Estabilización de suelos de la avenida 2 del caserío de Pueblo Libre Nuevo, adicionando 3% y 5% de la ceniza de schinus molle de horno artesanal, Distrito de Pueblo Libre – Huaylas – Ancash*. Caraz – Perú. Universidad San Pedro. Recuperado de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/8012>

*Sábila. Aloe vera.* Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Recuperado de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/74/sabila.html>

Vasquez, A. (2018). *Capacidad de soporte al estabilizar el suelo de la Vía Cascajal con adición de carbón y cal a nivel de sub rasante.* Chimbote – Perú. Universidad San Pedro. Recuperado de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/8013>

Yucra, A. y Camala, E. (2017). *Análisis del uso de aditivos perma-zyme y cloruro cálcico en la estabilización de la base de la carretera no pavimentada (desvío Huancané – Chupa) - Puno.* Puno – Perú. Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3845>

# **ANEXOS**

**Anexo N° 01**  
**Análisis químico de la savia de sábila.**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION

LASACI



REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE  
MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

|             |   |
|-------------|---|
| SOLICITANTE | Bach. Miranda Julcamoro Jonathan  |
| TESIS       | "Capacidad de soporte del suelo con adición de la savia de sábila en la carretera no pavimentada al Centro poblado Tangay - Nuevo Chimbote. Año 2020" |
| MUESTRA     | SAVIA DE SÁBILA   |
| FECHA       | 29 DE MARZO DEL 2021  |

MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES

CONDICIONES DE LA MEDICION:

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca

BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.

Fuente de rayos x: tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

ESTANDAR INTERNACIONAL PARA

CUANTIFICACION: Elemento: Galio (Ga)

Concentración: lg/l.

2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Se analizó 25 mg de la muestra de savia de sábila, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

3. METODO

- BASADO EN LA NORMA : ASTM C25
- VOLUMETRIA : USAQ-ME06

JEFE DE LABORATORIO  
ANALISTA RESPONSABLE

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA  
ING. CARLOS VALQUI MENDOZA



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

☎ 949959632 / 933623974



LASACI

4. RESULTADOS

| COMPOSICION QUIMICA                                    | RESULTADOS (%) | METODO UTILIZADO                           |
|--|----------------|--|
| DIOXIDO DE SILICIO (Si O <sub>2</sub> )                | 31.25          | Espectrometria de fluorescencia de rayos x |
| OXIDO DE CALCIO (Ca O)                                 | 28.60          |  |
| TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) | 19.32          |  |
| TRIOXIDO DE HIERRO (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )   | 4.021          |  |
| OXIDO DE POTASIO (K <sub>2</sub> O)                    | 3.212          |  |
| OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)                               | 2.031          |  |
| PENTOXIDO DE FOSFORO (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )  | 0.566          |  |
| OXIDO DE COBRE (Cu O)                                  | 0.324          |  |
| TRIOXIDO DE AZUFRE (SO <sub>3</sub> )                  | 0.087          |  |
| OXIDO DE ZING (Zn O)                                   | 0.054          |  |
| OXIDO DE MANGANESO (Mn O)                              | 0.018          |  |
| PÉRDIDA POR QUEMADO                                    | 10.52          |  |

5. CONCLUSION

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontraron principalmente silice (Si), Calcio (Ca) y Aluminio (Al) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; fósforo (P), hierro (Fe), potasio (K), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), azufre (S) y zinc (Zn).



Trujillo, 05 de Abril del 2021

Ing. Carlos A. Valqui Mendoza  
DIRECTOR LASACI

**Anexo N° 02**  
**Matriz de consistencia**

| PROBLEMA   | OBJETIVOS  | VARIABLES   | DEFINICIÓN CONCEPTUAL  | DEFINICIÓN OPERACIONAL   | DIMENSIONES  | INDICADORES   |
|--|--|---|--|--|--|---|
| ¿DE QUÉ MANERA LA APLICACIÓN DE LA SAVIA DE SÁBILA EN 10% Y 15% RESPECTO A LA CANTIDAD DE AGUA DE COMPACTACIÓN, MEJORARÁ LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA AL CENTRO POBLADO TANGAY? | <p><b>Objetivo general:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar la capacidad de soporte de la subrasante aplicando una dosificación de savia de sábila, el 10% y 15%, utilizándola como aglutinante para que sean empleados en la carretera al centro poblado Tangay.</li> </ul> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar las propiedades químicas de la savia de sábila.</li> <li>- Determinar las propiedades mecánicas del suelo de la carretera al centro poblado Tangay.</li> <li>- Sustitución del 10% y 15% del agua por la savia de sábila,</li> </ul> | <p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Capacidad de soporte</p> | <p>El (%) CBR O CAPACIDAD DE SOPORTE, está definido como la fuerza requerida para que un pistón normalizado penetre a una profundidad determinada, expresada en porcentaje de fuerza necesaria para que el pistón penetre a esa misma profundidad y con igual velocidad, en una probeta normalizada constituida por una muestra patrón de material chancado. El CBR que es el valor soporte o capacidad de soporte del suelo, que estará referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54 mm. MTC (2014).</p> | <p>Para esta investigación se realizarán ensayos de laboratorio, 3 ensayos de CBR (California Bearing Ratio). (MTC E132-2000-ASTM D1883). De la muestra patrón (sin adición de savia de sábila) y las muestras modificadas (adición de la savia de sábila). Esta variable será medida con un molde dentro de un recipiente con agua suficiente para que cubrir por completo el molde después se monta un trípode con un extensómetro y se toma una lectura inicial cada 24 horas hasta las 96 horas hasta la última lectura para calcular el hinchamiento. Posteriormente se procede a realizar el ensayo de CBR el cual mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, permitiendo obtener un (%) de la relación de soporte. Para fines de análisis detallado de estabilización</p> | <p><b>Porcentaje de humedad:</b></p> <p>La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.</p> <p><b>Peso específico:</b></p> <p>Es la relación entre el peso en el aire de un cierto volumen de sólidos a una temperatura dada y el peso en el aire del mismo volumen de agua destilada, a la misma temperatura.</p> <p><b>Clasificación SUCS – AASHTO</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>cbr &lt; 3\%</math> = sub rasante inadecuada</li> <li>- <math>cbr \geq 3\%</math> a <math>cbr &lt; 6\%</math> = sub rasante pobre</li> <li>- <math>cbr \geq 6\%</math> a <math>cbr &lt; 10\%</math> = sub rasante regular</li> <li>- <math>cbr \geq 10\%</math> a <math>cbr &lt; 20\%</math> = sub rasante buena</li> <li>- <math>cbr \geq 20\%</math> a <math>cbr &lt; 30\%</math> = sub rasante muy buena</li> <li>- <math>cbr \geq 30\%</math> = sub rasante excelente</li> </ul> |

|  |   |   |  |   |   |  |
|--|---|---|--|---|---|--|
|  | <p>respecto a la dosificación suelo-agua según las normas del MTC.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar la capacidad de soporte y Próctor de las muestras patrón y experimentales.</li> <li>- Análisis y discusión de resultados.</li> </ul> | <p><b>Variable independiente:</b></p> <p>Dosificación en mezclas de suelo de savia de sábila.</p> | <p>Técnica consistente en combinar dos o más suelos de diferentes propiedades fisicoquímicas con el objetivo de lograr una única capa de suelo resultante cuyas propiedades geotécnicas sean mejores que las de los suelos combinados. Un suelo puede mejorar su capacidad portante mediante el mezclado con otro suelo de</p> | <p>de suelos, se presenta el siguiente método: <b>Método cuantitativo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite hacer la evaluación de forma rápida y sencilla.</li> <li>- Son usados para obtener un estimativo de resultados numéricos que nos permite evaluar los suelos mediante ensayos de laboratorio.</li> </ul> <p>La forma de aplicar este método es: una vez alcanzado el mejor porcentaje de sábila mezclarlo con el agua (humedad óptima) del suelo y realizar los ensayos antes mencionados para descubrir las mejoras y desventajas de esta experimentación.</p> <p>Para fines de análisis detallado de savia de sábila, se clasifica en el siguiente método: <b>Método cuantitativo</b></p> | <p><b>Capacidad requerida:</b></p> <p>La variable dosificación está vinculada a la capacidad que se requiere.</p> <p>Dosificación de 10% y 15% de savia de sábila respecto a la cantidad de agua de compactación.</p> <p>Diseño de mezcla de suelo (patrón): Es una muestra</p> | <p><b>Volumen:</b></p> <p>La dosificación puede expresarse en función al volumen a emplearse.</p> <p>Proporción del 10% y 15% de savia de sábila respecto a la cantidad de agua de compactación.</p> |
|--|---|---|--|---|---|--|

|  |  |  |   |   |   |  |
|--|--|--|---|---|---|--|
|  |  |  | <p>mejores características físico-mecánicas.</p> <p>Para la realización del mezclado de un suelo sólo es necesaria la aportación de los suelos que se quieren mezclar y la cantidad de agua necesaria para su compactación final en el lugar de puesta en obra.</p> | <p>Permite hacer la evaluación de forma rápida y sencilla para obtener resultados numéricos en un estimativo de savia de sábila al 30% del volumen de la muestra.</p> | <p>representativa del suelo de la carretera Tangay.</p> <p>Dosificación con adición de 10% y 15% de savia de sábila respecto a la cantidad de agua de compactación.</p> |  |
|--|--|--|---|---|---|--|

**Anexo N° 03**  
**Ensayos de laboratorio**



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)**

**SOLICITA:** Muestra Inyectores Jonathan Arriola  
**TÍTULO:** Caracterización de suelos del suelo con anterior de la zona de talud en la carretera en construcción  
 al Camino pedáneo Tarma - Nuevo Chimbote. Año 2020  
**LUGAR:** RVC - CHIMBOTE - JANCASH-SANTA  
**FECHA:** 13/05/2021

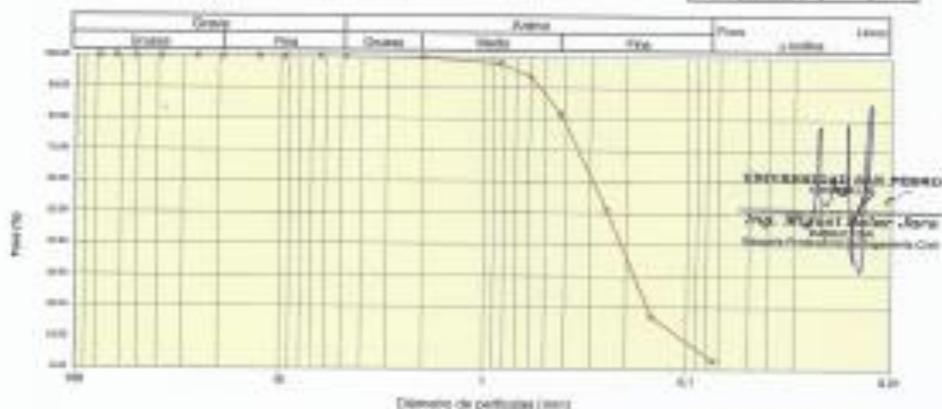
|                         |       |   |
|-------------------------|-------|---|
| Peso Saca Total         | 808.2 | g |
| Peso Saca Limpio        | 490.2 | g |
| Peso partido por ensayo | 150.0 | g |

|          |      |
|----------|------|
| MATERIAL | C-1  |
| MUESTRA  | MS-1 |
| ESCALA   | 1:50 |

| Tamaño (mm) | Peso Retenido (g) | Porcentaje Retenido (%) | Porcentaje Pasado (%) | Porcentaje (%) | Clasificación AASHTO  |
|-------------|-------------------|-------------------------|-----------------------|----------------|---|
| 75"         | 70.00             | 8.0                     | 0.0                   | 100.0          | Material grueso<br>Fineses o limos como máximo<br>A-B-Area 50 |
| 75"         | 80.80             | 9.0                     | 0.0                   | 100.0          |   |
| 1.18"       | 37.80             | 4.0                     | 0.0                   | 100.0          |   |
| 75"         | 22.80             | 2.0                     | 0.0                   | 100.0          |   |
| 30"         | 19.80             | 2.0                     | 0.0                   | 100.0          | Clasificación (U.S.C.S.)                                      |
| 50"         | 12.50             | 1.0                     | 0.0                   | 100.0          |   |
| 75"         | 8.50              | 1.0                     | 0.0                   | 100.0          | Estado de pedregos gruesos, hasta 50g.                        |
| 75"         | 8.50              | 1.0                     | 0.0                   | 100.0          |   |
| Nº 4        | 6.75              | 0.8                     | 0.0                   | 100.0          | limos y arcillas M  |
| Nº 10       | 2.00              | 0.2                     | 0.0                   | 100.0          |   |
| Nº 20       | 0.850             | 0.1                     | 0.0                   | 100.0          | Fineses limos Nº 4 (F <sub>L</sub> )                          |
| Nº 30       | 0.600             | 0.1                     | 0.0                   | 100.0          |   |
| Nº 40       | 0.425             | 0.0                     | 0.0                   | 100.0          | Fineses limos Nº 200 (F <sub>L</sub> )                        |
| Nº 60       | 0.250             | 0.0                     | 0.0                   | 100.0          |   |
| Nº 100      | 0.150             | 0.0                     | 0.0                   | 100.0          | Fineses arcillas (F <sub>A</sub> )                            |
| Nº 200      | 0.075             | 0.0                     | 0.0                   | 100.0          |   |
| = 200       | 14.9              | 1.8                     | 0.0                   | 100.0          | Ca  |
| Total       | 808.2             |                         |                       | 100.0          |   |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Límite líquido (LL)        | 0 |
| Límite plástico (LP)       | 0 |
| Índice de plasticidad (PI) | 0 |

**CURVA GRANULOMÉTRICA**





**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)**

SOLICITA : Mirinda Julcaino Jonathan Antonio  
 TESIS : Capacidad de soporte del suelo con adición de la savia de sabelo en la carretera no pavimentada  
 al Centro poblado Targay - Nuevo Chimbote, Año 2020  
 LUGAR : NVO. CHIMBOTE -ANCASH-SANTA  
 FECHA : 23/05/2021

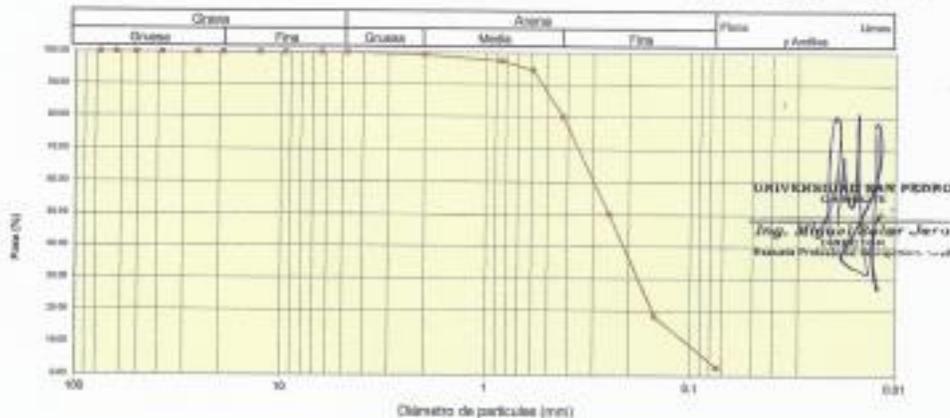
|                         |       |    |
|-------------------------|-------|----|
| Peso Seco Inicial       | 616.7 | gr |
| Peso Seco Levado        | 601.4 | gr |
| Peso perdido por lavado | 15.3  | gr |

|           |             |
|-----------|-------------|
| CALICATA  | C-2         |
| ESTRATO   | M-1         |
| PROF. (m) | 0.00 a 1.50 |

| Tamaño (Abertura) | Peso Retenido (gr.) | Retenido Parcial (%) | Retenido Acumulado (%) | Pasante (%) | Clasificación AASHTO   |
|-------------------|---------------------|----------------------|------------------------|-------------|--|
| Nº                | (mm)                |                      |                        |             |  |
| 2 1/2"            | 76.20               | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       | Material granular<br>Existente a suero como subgrado<br>A-3 Arena fina |
| 2"                | 50.80               | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       |  |
| 1 1/2"            | 37.50               | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       |  |
| 1"                | 25.50               | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       |  |
| 3/4"              | 19.00               | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       |  |
| 1/2"              | 12.50               | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       | Mayor del límite de plasticidad (LL)                                   |
| 3/8"              | 9.50                | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       | Clasificación (S.U.C.S.)   |
| 1/4"              | 6.30                | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       | Suelo de partículas gruesas. Tipo limo.                                |
| Nº 4              | 4.75                | 0.0                  | 0.0                    | 100.0       | Arena mal graduada SP  |
| Nº 10             | 2.00                | 4.1                  | 0.7                    | 99.3        |  |
| Nº 20             | 0.850               | 12.2                 | 2.9                    | 97.4        | Pase tamiz Nº 4 (%) : 99.3   |
| Nº 30             | 0.600               | 17.1                 | 2.9                    | 94.6        | Pase tamiz Nº 200 (%) : 2.5  |
| Nº 40             | 0.425               | 29.5                 | 14.5                   | 80.1        | D <sub>60</sub> (mm) : 0.31  |
| Nº 60             | 0.250               | 104.4                | 29.9                   | 50.2        | D <sub>30</sub> (mm) : 0.181   |
| Nº 100            | 0.150               | 196.5                | 51.9                   | 18.3        | D <sub>10</sub> (mm) : 0.106   |
| Nº 200            | 0.075               | 97.6                 | 15.8                   | 2.5         | C <sub>u</sub> : 2.824   |
| < 200             | 15.3                | 2.5                  | 100.0                  | 0.0         | C <sub>c</sub> : 0.965   |
| Total             | 616.7               |                      |                        | 100.0       |  |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Límite líquido LL     | 0 |
| Límite plástico LP    | 0 |
| Índice plasticidad IP | 0 |

**CURVA GRANULOMÉTRICA**





**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM D422)**

SOLICITA : Miranda Jucaosoro Jonathan Antonio  
 TESIS : Capacidad de soporte del suelo con adición de la arena de sálite en la carretera no pavimentada  
 al Centro poblado Tarpay - Nuevo Chimbote, Año 2020  
 LUGAR : NVO. CHIMBOTE - ANCASH-SANTA  
 FECHA : 23/05/2021

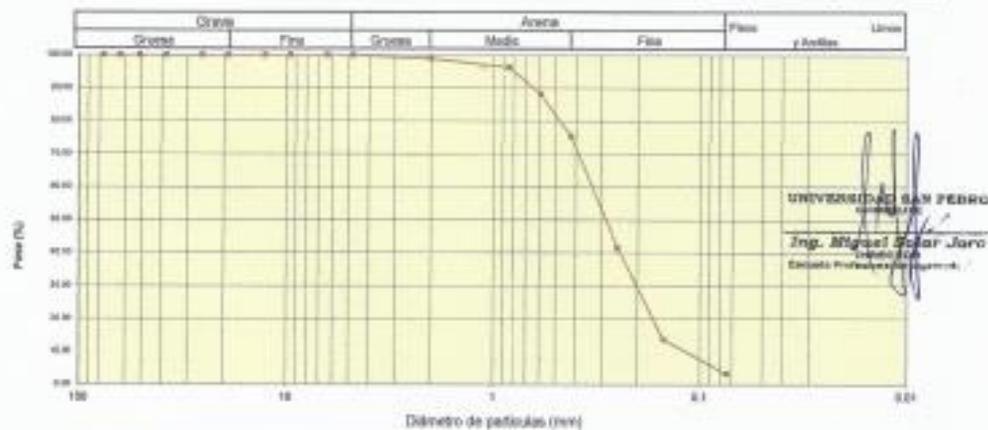
|                         |       |     |
|-------------------------|-------|-----|
| Peso Seco Inicial       | 820   | gr. |
| Peso Seco Lavado        | 599.0 | gr. |
| Peso perdido por lavado | 21.0  | gr. |

|           |               |
|-----------|---------------|
| CALICATA  | : C - 3       |
| ESTRATO   | : M - 1       |
| PROF. (w) | : 0.00 a 1.50 |

| Tamiz (Abertura) | Peso Retenido (g.) | Retenido Parcial (%) | Retenido Acumulado (%) | Pasado (%) | Clasificado AASHTO   |
|------------------|--------------------|----------------------|------------------------|------------|--|
| N°               | (mm)               |                      |                        |            |  |
| 2 1/2"           | 76.20              | 0.0                  | 0.0                    | 100.0      | Material grueso<br>Evolución a suare como subgrado<br>A-3 Arena fina |
| 2"               | 50.80              | 0.0                  | 0.0                    | 100.0      |  |
| 1 1/2"           | 37.50              | 0.0                  | 0.0                    | 100.0      |  |
| 1"               | 25.40              | 0.0                  | 0.0                    | 100.0      | Límite del índice de grupo (IG)                                      |
| 3/4"             | 19.00              | 0.0                  | 0.0                    | 100.0      |  |
| 1/2"             | 12.50              | 0.0                  | 0.0                    | 100.0      | Clasificación (S.U.C.S.)   |
| 3/8"             | 9.50               | 0.0                  | 0.0                    | 100.0      | Suelo de partículas gruesas, Suelo fino                              |
| 1/4"             | 6.30               | 0.0                  | 0.0                    | 100.0      |  |
| N° 4             | 4.75               | 0.0                  | 0.0                    | 100.0      | Arena mal graduada SP  |
| N° 10            | 2.00               | 6.1                  | 1.0                    | 93.9       |  |
| N° 20            | 0.850              | 16.4                 | 2.8                    | 83.6       | Peso tamiz N° 4 (%) : 99.0   |
| N° 30            | 0.600              | 49.9                 | 6.0                    | 50.1       | Peso tamiz N° 200 (%) : 3.4  |
| N° 40            | 0.425              | 80.4                 | 13.0                   | 19.6       | D60 (mm) : 0.84  |
| N° 60            | 0.250              | 209.4                | 33.8                   | 66.2       | D30 (mm) : 0.324   |
| N° 100           | 0.150              | 172.4                | 27.8                   | 72.2       | D10 (mm) : 0.115   |
| N° 200           | 0.075              | 64.4                 | 10.4                   | 89.6       | Cu : 2.998   |
| < 200            |                    | 21.0                 | 3.4                    | 96.6       | Cc : 1.047   |
| Total            |                    | 620.0                |                        | 100.0      |  |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| Límite líquido LL     | : 0 |
| Límite plástico LP    | : 0 |
| Índice plasticidad IP | : 0 |

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Miguel Ángel Jara  
 Encargado del Laboratorio de Suelos



### CONTENIDO DE HUMEDAD

**SOLICITA** : Miranda Jucamoro Jonathan Antonio  
**TESIS** : Capacidad de soporte del suelo con edición de la arena de sílice en la carretera no pavimentada al Centro poblado Tangay - Nuevo Chimbote, Año 2020.  
**MATERIAL** : TERRENO NATURAL  
**LUGAR** : NVO. CHIMBOTE -ANCASH-SANTA  
**FECHA** : 23/06/2021

| ENSAYO N°                | C - 1  | C - 2  | C - 3  |
|--------------------------|--------|--------|--------|
| Peso de tara + MH        | 745.50 | 545.30 | 740.30 |
| Peso de tara + MS        | 730.40 | 535.00 | 726.10 |
| Peso de tara             | 167.70 | 207.90 | 204.40 |
| Peso del agua            | 15.20  | 9.50   | 14.20  |
| MS                       | 562.70 | 328.10 | 521.70 |
| Contenido de humedad (%) | 2.70   | 2.86   | 2.72   |

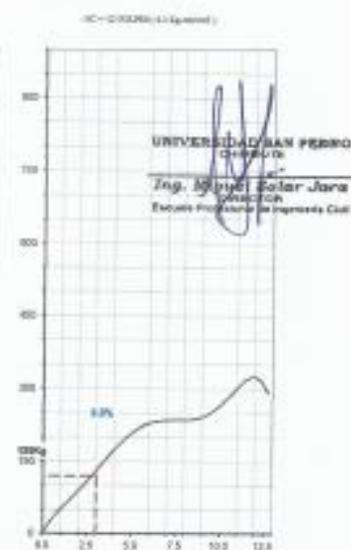
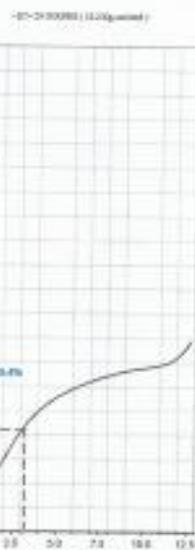
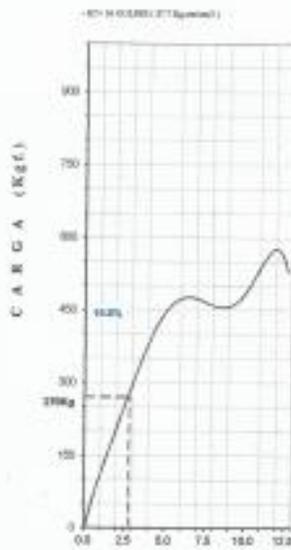
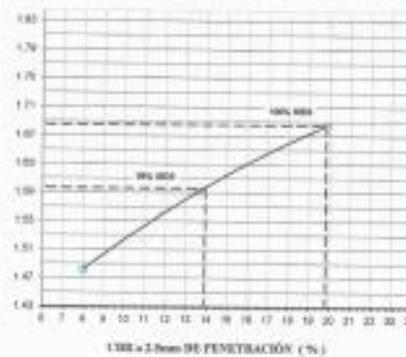
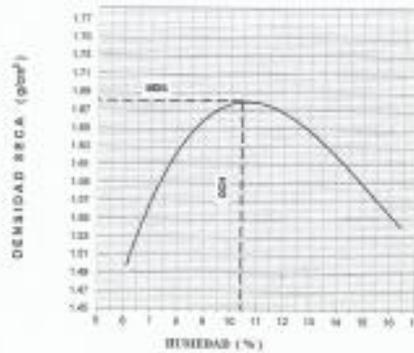
**NOTA** : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
Ing. Miguel Soler Jara  
Código 10000000000000000000  
Carrera Profesional de Ingeniería Civil



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]**

|              |  |  |               |                        |       |
|--------------|--|--|---------------|------------------------|-------|
| PROYECTA     | Miranda Abraham Jonathan Antonio                             | METODO DE COMPACTACION                     | (ASTM D-1557) | A                      |       |
| TITULO       | Deposición de soporte de suelo (carrión) de la zona de valle | ANIMA (DENSIDAD SECA) (g/cm <sup>3</sup> ) |               | 1.880                  |       |
|              | 400 del valle en su totalidad al Centro de Inge. Tarma       | OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)            |               | 12.4                   |       |
|              | Nuevo Chimbote año 2000                                      | CBR AL 10% DE LA M.D.S. (%)                |               | 15.5                   |       |
|              |  | CBR AL 98% DE LA M.D.S. (%)                |               | 15.0                   |       |
| INSTRUMENTAL | TERRENO 642.00a - 0.1  | ESPESEMIENTO                               | 100%          | 98                     |       |
|              |  | ABSORCIÓN                                  | 24.5%         | HUMEDAD DE PREPARACION | 12.8% |
|              | FECHA: 20-Jun-2021   |  |               |                        |       |





**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR  
NORMA ASTM D-1983**

**SOLICITA** : Miranda Julcamero Jonathan Antonino  
**TESIS** : Capacidad de soporte del suelo con adición de la savia de sábita en la carretera no pavimentada al Centro poblado Tangay - Nuevo Chimbote, Año 2020  
**MATERIAL** : TERRENO NATURAL - C-1  
**LUGAR** : NVO.CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 23/06/2021

| Características   |                    |                    |               |                 |           |                   |
|---|--------------------|--------------------|---------------|-----------------|-----------|-------------------|
| Numero de Molde   | 1                  | 2                  | 3             |                 |           |                   |
| Numero de Capas   | 5                  | 5                  | 5             |                 |           |                   |
| Numero de Golpe   | 25                 | 25                 | 12            |                 |           |                   |
| Energía Compactación (kg-cm/cm <sup>2</sup> )                   | 27.7               | 12.2               | 6.1           |                 |           |                   |
| Densidad Seca (CBR)   |                    |                    |               |                 |           |                   |
| 01 - Peso suelo humedo + molde (g)                              | 7,928.0            | 7,880.0            | 7,260.0       |                 |           |                   |
| 02 - Peso del molde (g)   | 4,100.0            | 4,100.0            | 3,950.0       |                 |           |                   |
| 03 - Peso suelo humedo (g)                                      | 3,828.0            | 3,780.0            | 3,310.0       |                 |           |                   |
| 04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>                          | 2,062.000          | 2,050.000          | 2,041.000     |                 |           |                   |
| 05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )                 | 1.839              | 1.739              | 1.622         |                 |           |                   |
| 06 - Tarro %  | 0.0                | 0.0                | 0.0           |                 |           |                   |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g)                              | 629.5              | 780.2              | 562.3         |                 |           |                   |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g)                                | 586.2              | 726.2              | 518.3         |                 |           |                   |
| 09 - Peso del agua (g)  | 39.3               | 54.0               | 44.0          |                 |           |                   |
| 10 - Peso del tarro (g)   | 167.0              | 157.3              | 66.4          |                 |           |                   |
| 11 - Peso suelo seco (g)  | 419.2              | 569.9              | 451.9         |                 |           |                   |
| 12 - Contenido de humedad (%)                                   | 9.4                | 9.5                | 9.7           |                 |           |                   |
| 13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )               | 1.981              | 1.988              | 1.476         |                 |           |                   |
| Saturación  |                    |                    |               |                 |           |                   |
| Embebido  | Fecha              | Hora               | Lev. Dial     | Lev. Dial       | Lev. Dial |                   |
| Dia 01  |                    | 5:00PM             | 0.00          | 0.00            | 0.00      |                   |
| Dia 02  |                    | 5:00PM             | 0.00          | 0.00            | 0.00      |                   |
| Dia 03  |                    | 5:00PM             | 0.00          | 0.00            | 0.00      |                   |
| Dia 04  |                    | 5:00PM             | 0.00          | 0.00            | 0.00      |                   |
| Expansión, %  |                    |                    | 0.0           | 0.0             | 0.0       |                   |
| Absorción   |                    |                    |               |                 |           |                   |
| Numero de molde   | 1                  | 2                  | 3             |                 |           |                   |
| 01 - Peso suelo humedo antes (g)                                | 3,828.0            | 3,780.0            | 3,310.0       |                 |           |                   |
| 02 - Peso suelo embebido + molde (g)                            | 5,012.0            | 7,771.6            | 7,359.5       |                 |           |                   |
| 03 - Peso del molde (g)   | 4,100.0            | 4,100.0            | 3,950.0       |                 |           |                   |
| 04 - Peso suelo embebido (g)                                    | 3,912.0            | 3,671.6            | 3,409.5       |                 |           |                   |
| 05 - Peso del agua absorbida (g)                                | 84.0               | 91.6               | 89.5          |                 |           |                   |
| 06 - Peso del suelo seco (g)                                    | 3,499.9            | 3,299.6            | 3,015.3       |                 |           |                   |
| 07 - Absorción de agua (%)                                      | 2.4                | 2.8                | 3.3           |                 |           |                   |
| Penetración   |                    |                    |               |                 |           |                   |
| Factor Anillo: Carga (kg) = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018 |                    |                    |               |                 |           |                   |
| Molde   | 1 (58 Golpes)      | 2 (25 Golpes)      | 3 (12 Golpes) |                 |           |                   |
| PEN. (mm)   | Lev. Dial          | Carga (kgf)        | Lev. Dial     | Carga (kgf)     | Lev. Dial | Carga (kgf) Prop. |
| 0.0   | 0.0                | 0.0                | 0.0           | 0.0             | 0.0       | 0.0               |
| 0.63  | 7.0                | 57.7               | 4.0           | 44.9            | 3.0       | 40.7              |
| 1.3   | 30.0               | 155.4              | 15.0          | 91.7            | 6.0       | 61.0              |
| 1.9   | 42.0               | 206.4              | 26.0          | 146.9           | 12.0      | 76.9              |
| 2.5   | 50.0               | 240.38             | 37.0          | 185.14          | 19.0      | 108.65            |
| 3.2   | 63.0               | 295.6              | 47.0          | 208.4           | 27.0      | 142.6             |
| 3.8   | 66.0               | 393.3              | 51.0          | 244.6           | 33.0      | 166.1             |
| 5.08  | 67.0               | 440.1              | 59.0          | 278.6           | 42.0      | 206.4             |
| 7.6   | 103.0              | 465.6              | 66.0          | 316.9           | 49.0      | 236.1             |
| 10.16   | 109.0              | 491.1              | 73.0          | 336.1           | 67.0      | 270.1             |
| 12.7  | 116.0              | 529.3              | 80.0          | 393.3           | 82.0      | 291.4             |
| Carga (%)   | 240.38 kgf (17.7%) | 185.14 kgf (13.6%) |               | 108.65 kgf (8%) |           |                   |

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
 Mónica J. Jara  
 Profesora de Ingeniería Civil



**PROCTOR MODIFICADO**  
NORMA ASTM D-1557 MTC E 115

**SOLICITA :** Miranda Jalcamero Jonathan Antonino  
**TESIS :** Capacidad de soporte del suelo con adición de la arena de sílice en la carretera no pavimentada al Centro poblado Tangay - Nuevo Chimbote, Año 2020  
**CANTERA :** CALICATA-1  
**FECHA :** 23/08/2021  
**LUGAR :** NVO.CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

| Método Compactación:                              | "A"                          | Número de Golpes |        |        |
|---|------------------------------|------------------|--------|--------|
| Energía de Compactación                           | 27.7 Kg.cm / cm <sup>3</sup> |                  |        |        |
| 01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)                | 3503                         | 3785             | 3911   | 3765   |
| 02 - Peso del Molde (g)                           | 1979.0                       | 1979.0           | 1979.0 | 1979.0 |
| 03 - Peso Suelo Humedo (g)                        | 1524.0                       | 1806.0           | 1932.0 | 1786.0 |
| 04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )         | 989.0                        | 989.0            | 989.0  | 989.0  |
| 05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )   | 1.542                        | 1.826            | 1.952  | 1.906  |
| 06 - Torno N°                                     | 01                           | 02               | 03     | 04     |
| 07 - Peso suelo humedo + torno (g)                | 825.5                        | 835.9            | 646.8  | 837.8  |
| 08 - Peso suelo seco + torno (g)                  | 597.1                        | 598.6            | 598.2  | 573.3  |
| 09 - Peso del agua (g)                            | 28.4                         | 37.3             | 48.6   | 64.5   |
| 10 - Peso del torno (g)                           | 167.6                        | 201.4            | 240.2  | 168.6  |
| 11 - Peso suelo seco (g)                          | 429.5                        | 397.2            | 356.0  | 404.7  |
| 12 - Contenido de Humedad (%)                     | 6.6                          | 9.4              | 13.6   | 15.9   |
| 13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.540                        | 1.989            | 1.831  | 1.558  |

Contenido Óptimo Humedad **10.4 %** Densidad Seca Máxima, **1.881 g/cm<sup>3</sup>**

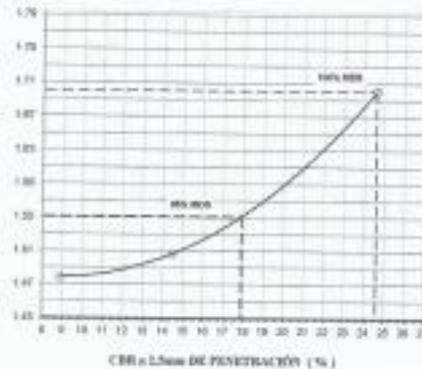
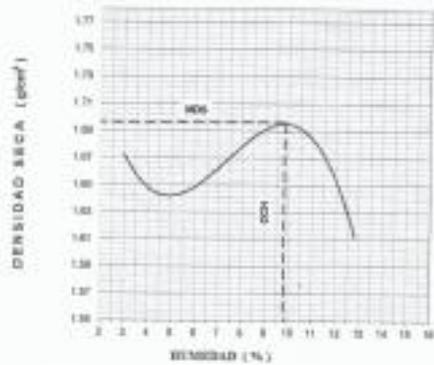


UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 CHIMBOTE  
 Ing. Miguel Poljar Jara  
 Laboratorio  
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]**

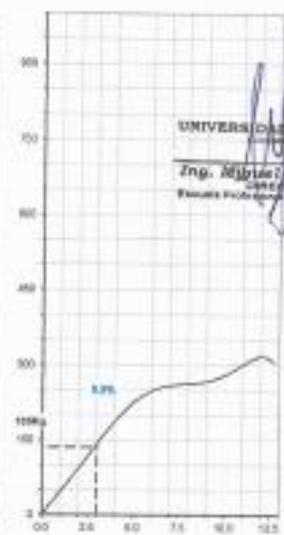
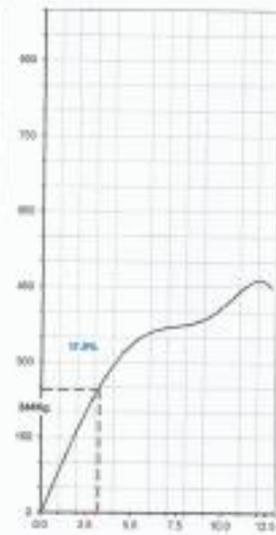
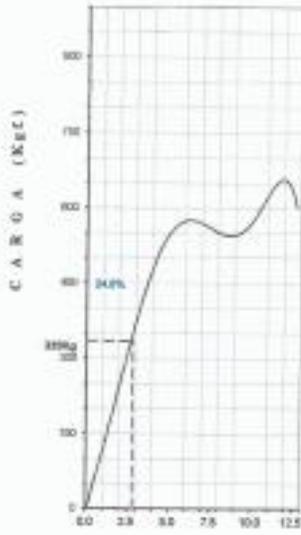
|          |   |                                    |                 |                        |       |
|----------|---|------------------------------------|-----------------|------------------------|-------|
| OBJETIVO | Elaborar curvas de densidad-humedad   | MÉTODO DE CONTRACTACIÓN            | (ARTÍCULO 1367) | A                      |       |
| TEMA     | Determinación de la densidad seca y la humedad óptima en un material incoherente al Consolidado Tergo | MASA DENSIDAD (g/cm <sup>3</sup> ) |                 | 1.99                   |       |
|          |   | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)    |                 | 9.9                    |       |
|          |   | CBR AL 10% DE LA M.D.E. (%)        |                 | 33.8                   |       |
|          |   | CBR AL 95% DE LA M.D.E. (%)        |                 | 17.8                   |       |
| MATERIAL | Terminación S.M.A. - D2   | ESPESES                            | 1.0cm           | CONTRACCIÓN            |       |
|          | FECHA: 25-Jun-2021  | ABSORCIÓN                          | 2.3%            | HUMEDAD DE PENETRACIÓN | 10.1% |



-01- Densidad (g/cm<sup>3</sup>)

-02- Humedad (O.C.M.)

-03- CBR (ASTM D-1883) (g/cm<sup>3</sup>)



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
Ing. Miguel Soler Jara  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



RELACIÓN DE SOPORTE - CBR  
NORMA ASTM D- 1883

**SOLICITA** : Miranda Juicimero Jonathan Antonino  
**TEBIS** : Capacidad de soporte del suelo con adición de la savia de eñbita en la carretera no pavimentada al Centro poblado Tangay - Nuevo Chimbote, Año 2020  
**MATERIAL** : TERRENO NATURAL - C-2  
**LUGAR** : NVO.CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 23/05/2021

| Características  |           |                     |           |                     |           |                   |  |
|--|-----------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|-------------------|--|
| Numero de Molde  | 1         | 2                   | 3         |                     |           |                   |  |
| Numero de Capas  | 5         | 5                   | 5         |                     |           |                   |  |
| Numero de Golpe  | 50        | 25                  | 12        |                     |           |                   |  |
| Energía Compactación [kg-cm/cm <sup>2</sup> ]                    | 27.7      | 12.2                | 6.1       |                     |           |                   |  |
| <b>Densidad Seca [CBR]</b>                                       |           |                     |           |                     |           |                   |  |
| 01 - Peso suelo húmedo + molde (g)                               | 7,984.0   | 7,500.0             | 7,250.0   |                     |           |                   |  |
| 02 - Peso del molde (g)  | 4,100.0   | 4,100.0             | 3,950.0   |                     |           |                   |  |
| 03 - Peso suelo húmedo (g)                                       | 3,884.0   | 3,400.0             | 3,310.0   |                     |           |                   |  |
| 04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>                           | 2,062,000 | 2,050,000           | 2,041,000 |                     |           |                   |  |
| 05 - Densidad suelo húmedo (g/cm <sup>3</sup> )                  | 1,888     | 1,651               | 1,622     |                     |           |                   |  |
| 06 - Tarro N°  | 0.0       | 0.0                 | 0.0       |                     |           |                   |  |
| 07 - Peso suelo húmedo + tarro (g)                               | 545.0     | 520.0               | 500.0     |                     |           |                   |  |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g)                                 | 510.7     | 487.4               | 480.6     |                     |           |                   |  |
| 09 - Peso del agua (g)   | 34.3      | 32.6                | 39.4      |                     |           |                   |  |
| 10 - Peso del tarro (g)  | 195.0     | 150.2               | 65.0      |                     |           |                   |  |
| 11 - Peso suelo seco (g)   | 345.7     | 331.2               | 395.6     |                     |           |                   |  |
| 12 - Contenido de humedad (%)                                    | 9.8       | 9.8                 | 10.0      |                     |           |                   |  |
| 13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )                | 1,697     | 1,500               | 1,475     |                     |           |                   |  |
| <b>Saturación</b>  |           |                     |           |                     |           |                   |  |
| Embebido   | Fecha     | Hora                | Lec. Dial | Lec. Dial           | Lec. Dial |                   |  |
| Día 01   |           | 5.00PM              |           |                     |           |                   |  |
| Día 02   |           | 5.00PM              |           |                     |           |                   |  |
| Día 03   |           | 5.00PM              |           |                     |           |                   |  |
| Día 04   |           | 5.00PM              |           |                     |           |                   |  |
| Expansión %  |           |                     |           |                     |           |                   |  |
| <b>Absorción</b>   |           |                     |           |                     |           |                   |  |
| Numero de molde  | 1         | 2                   |           |                     |           |                   |  |
| 01 - Peso suelo húmedo antes (g)                                 | 3,884.0   | 3,400.0             | 3,310.0   |                     |           |                   |  |
| 02 - Peso suelo embebido + molde (g)                             | 8,065.3   | 7,583.6             | 7,353.3   |                     |           |                   |  |
| 03 - Peso del molde (g)  | 4,100.0   | 4,100.0             | 3,950.0   |                     |           |                   |  |
| 04 - Peso suelo embebido (g)                                     | 3,965.3   | 3,483.6             | 3,403.3   |                     |           |                   |  |
| 05 - Peso del agua absorbida (g)                                 | 81.3      | 83.6                | 93.3      |                     |           |                   |  |
| 06 - Peso del suelo seco (g)                                     | 3,533.4   | 3,095.3             | 3,019.2   |                     |           |                   |  |
| 07 - Absorción de agua (%)                                       | 2.3       | 2.7                 | 3.1       |                     |           |                   |  |
| <b>Penetración</b>   |           |                     |           |                     |           |                   |  |
| Factor Anillo: Carga [kgf] = Lectura Dial * 4.2481345 + 27.92018 |           |                     |           |                     |           |                   |  |
| Molde  |           | 1 [50 Golpes]       |           | 2 [25 Golpes]       |           | 3 [12 Golpes]     |  |
| PEN. (mm)  | Lec. Dial | Carga (Kgf.)        | Lec. Dial | Carga (Kgf.)        | Lec. Dial | Carga (Kgf.)      |  |
| 0.0  | 0.0       | 0.0                 | 0.0       | 0.0                 | 0.0       | 0.0               |  |
| 0.63   | 0.0       | 53.4                | 4.0       | 44.9                | 2.0       | 35.4              |  |
| 1.3  | 30.0      | 178.6               | 20.0      | 112.9               | 8.0       | 53.4              |  |
| 1.9  | 50.0      | 240.4               | 32.0      | 163.9               | 14.0      | 87.4              |  |
| 2.5  | 80.0      | 282.87              | 40.0      | 187.89              | 22.0      | 121.40            |  |
| 3.2  | 85.0      | 389.1               | 51.0      | 244.6               | 30.0      | 155.4             |  |
| 3.8  | 110.0     | 485.3               | 62.0      | 291.4               | 35.0      | 178.8             |  |
| 5.08   | 120.0     | 537.8               | 73.0      | 338.1               | 47.0      | 227.6             |  |
| 7.6  | 125.0     | 559.1               | 81.0      | 372.1               | 55.0      | 261.6             |  |
| 10.16  | 130.0     | 580.3               | 91.0      | 414.6               | 60.0      | 282.9             |  |
| 12.7   | 135.0     | 601.6               | 99.0      | 448.8               | 65.0      | 304.1             |  |
| Carga (%)  |           | 282.87 kgf. (20.6%) |           | 187.89 kgf. (14.5%) |           | 121.4 kgf. (8.9%) |  |

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Miguel Escobar Jara  
 Director del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales



**PROCTOR MODIFICADO**

NORMA ASTM D-1557/ MTC E 116

**SOLICITA :** Miranda Jucanero Jonathan Antonio

**TESIS :** Capacidad de soporte del suelo con adición de la saba de sibba en la carretera no pavimentada al Centro poblado Tangay - Nuevo Chimbote, Año 2020

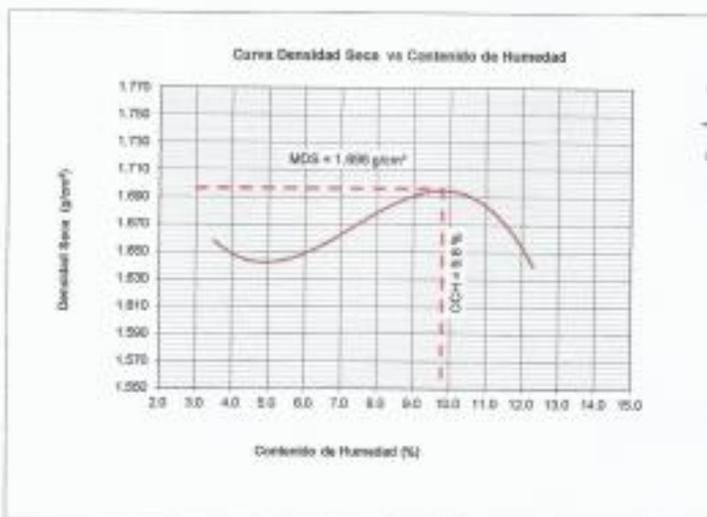
**CANTERA :** CALICATA-2

**FECHA :** 23/06/2021

**LUGAR :** NVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

| Método Compactación:                              | "A"                          | Número de Golpes |        | 25     |
|---|------------------------------|------------------|--------|--------|
| Energía de Compactación                           | 27.7 Kg.cm / cm <sup>2</sup> |                  |        |        |
| 01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)                | 3675                         | 3710             | 3805   | 3900   |
| 02 - Peso del Molde (g)                           | 1979.0                       | 1979.0           | 1979.0 | 1979.0 |
| 03 - Peso Suelo Humedo (g)                        | 1697.0                       | 1731.0           | 1826.0 | 1821.0 |
| 04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )         | 989.0                        | 989.0            | 989.0  | 989.0  |
| 05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )   | 1.716                        | 1.750            | 1.846  | 1.841  |
| 06 - Tarea N°                                     | 01                           | 02               | 03     | 04     |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g)                | 568.6                        | 514.3            | 523.6  | 505.7  |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g)                  | 556.5                        | 496.5            | 496.8  | 473.1  |
| 09 - Peso del agua (g)                            | 12.1                         | 17.8             | 26.8   | 32.6   |
| 10 - Peso del tarro (g)                           | 208.3                        | 202.4            | 201.1  | 207.7  |
| 11 - Peso suelo seco (g)                          | 348.2                        | 294.1            | 295.7  | 265.4  |
| 12 - Contenido de Humedad (%)                     | 3.5                          | 6.1              | 9.1    | 12.3   |
| 13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.658                        | 1.692            | 1.692  | 1.640  |

Contenido Optimo Humedad **9.8 %** Densidad Seca Maxima **1.698 g/cm<sup>3</sup>**

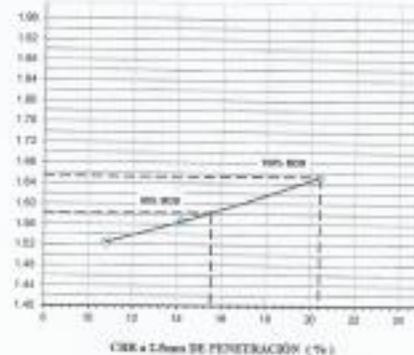
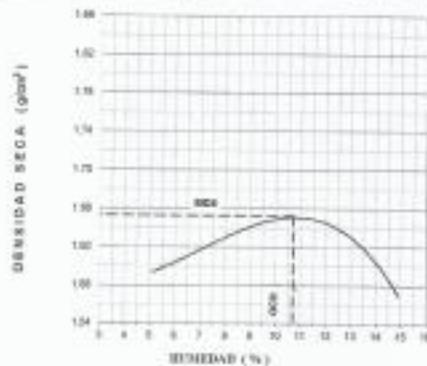


UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE  
Ing. Miguel Javier Jara  
Licenciado  
Especialista Profesional en Ingeniería Civil



**RELACION DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]**

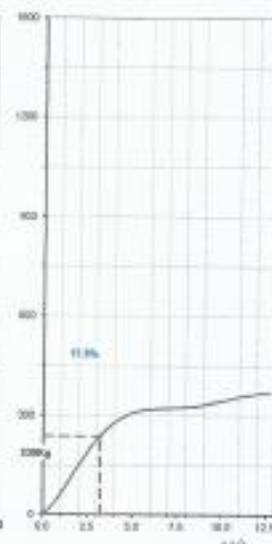
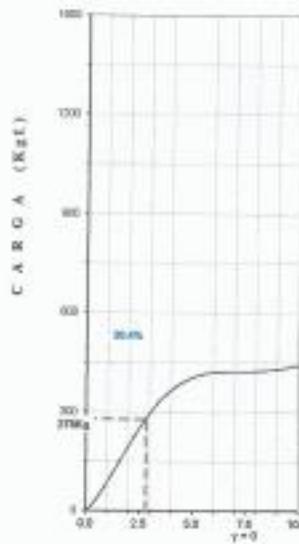
|   |  |
|---|--|
| <b>MOLESTA</b> - Muestra de arena lavada y tamizada<br><b>USO</b> - Capacidad de soporte del suelo con ajuste de la zona de trabajo<br>este procedimiento es aplicable al Control de Calidad de la obra<br>Nuevo Chiriquí, Año 2020<br><b>PREPARO</b> - TERRENO NATURAL - (1) | <b>MÉTODO DE COMPACTACIÓN</b> (ASTM D-1557)<br>MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> ) 1.822<br>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 13.7<br>CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%) 20.4<br>CBR AL 90% DE LA M.D.S. (%) 15.5 |
| <b>FECHA</b> - 20-Jun-2020  | <b>AMBIENTE</b> - HUMEDAD + 30% EXPANSION:<br>AMBIENTE - 19.7% HUMEDAD DE PENETRACIÓN - 30.4 N   |



10 - 2400PSI (171kg/cm<sup>2</sup>)

40 - 2800PSI (201kg/cm<sup>2</sup>)

40 - 2000PSI (141kg/cm<sup>2</sup>)



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Miguel Salar Jara  
 Experto en  
 Ingeniería Profesional de Ingeniería Civil



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR  
NORMA ASTM D-1883**

**SOLICITA** : Miranda Jucanoro Jonathan Antonino  
**TESIS** : Capacidad de soporte del suelo con adición de la savia de sáabe en la carretera no pavimentada  
 al Centro poblado Tangay - Nuevo Chimbote. Año 2020  
**MATERIAL** : TERREÑO NATURAL - C-3  
**LUGAR** : NVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 23/08/2021

| Características  |               |             |               |             |               |             |
|--|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| Numero de Molde  |               | 1           | 2             | 3           |               |             |
| Numero de Capas  |               | 5           | 5             | 5           |               |             |
| Numero de Golpe  |               | 26          | 26            | 12          |               |             |
| Energía Compactación [kg-cm/cm <sup>2</sup> ]                |               | 27.7        | 12.2          | 6.1         |               |             |
| <b>Densidad Seca [CBR]</b>                                   |               |             |               |             |               |             |
| 01 - Peso suelo humedo + molde (g)                           |               | 8.988.0     | 8.420.0       | 8.108.5     |               |             |
| 02 - Peso del molde (g)                                      |               | 4.816.0     | 4.796.0       | 4.526.0     |               |             |
| 03 - Peso suelo humedo (g)                                   |               | 3.852.0     | 3.624.0       | 3.580.5     |               |             |
| 04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>                       |               | 2,103.000   | 2,104.000     | 2,121.100   |               |             |
| 05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )              |               | 1.832       | 1.722         | 1.688       |               |             |
| 06 - Tarro N°  |               | 0.0         | 0.0           | 0.0         |               |             |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g)                           |               | 570.5       | 510.0         | 501.8       |               |             |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g)                             |               | 538.5       | 482.8         | 556.3       |               |             |
| 09 - Peso del agua (g)                                       |               | 32.0        | 27.2          | 35.5        |               |             |
| 10 - Peso del tarro (g)                                      |               | 242.9       | 210.0         | 245.3       |               |             |
| 11 - Peso suelo seco (g)                                     |               | 295.8       | 272.8         | 313.0       |               |             |
| 12 - Contenido de humedad (%)                                |               | 10.8        | 10.0          | 10.7        |               |             |
| 13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )            |               | 1.393       | 1.360         | 1.525       |               |             |
| <b>Baturación</b>  |               |             |               |             |               |             |
| Embebido   | Fecha         | Hora        | Lec. Dial     | Lec. Dial   | Lec. Dial     |             |
| Día 01   |               |             |               |             |               |             |
| Día 02   |               |             |               |             |               |             |
| Día 03   |               |             |               |             |               |             |
| Día 04   |               |             |               |             |               |             |
| Expansión, %   |               |             |               |             |               |             |
| Absorción  |               |             |               |             |               |             |
| Numero de molde  |               | 1           | 2             | 3           |               |             |
| 01 - Peso suelo humedo antes (g)                             |               | 3.852.0     | 3.624.0       | 3.580.5     |               |             |
| 02 - Peso suelo embebido + molde (g)                         |               | 9.352.7     | 9.072.5       | 8.750.1     |               |             |
| 03 - Peso del molde (g)                                      |               | 4.816.0     | 4.796.0       | 4.526.0     |               |             |
| 04 - Peso suelo embebido (g)                                 |               | 4.536.7     | 4.276.5       | 4.224.1     |               |             |
| 05 - Peso del agua absorbida (g)                             |               | 684.7       | 652.5         | 643.6       |               |             |
| 06 - Peso del suelo seco (g)                                 |               | 3,475.7     | 3,285.4       | 3,234.3     |               |             |
| 07 - Absorción de agua (%)                                   |               | 19.7        | 19.8          | 19.9        |               |             |
| <b>Penetración</b>   |               |             |               |             |               |             |
| Factor Anillo: Carga [kgL] = Lectura Dial*4.2491345+27.92018 |               |             |               |             |               |             |
| Molde  | 1 [56 Golpes] |             | 2 [25 Golpes] |             | 3 [12 Golpes] |             |
| PEN. (mm)  | Lec. Dial     | Carga [kgL] | Lec. Dial     | Carga [kgL] | Lec. Dial     | Carga [kgL] |
| 0.0  | 5.0           | 0.0         | 0.0           | 0.0         | 0.0           | 0.0         |
| 0.63   | 5.3           | 51.3        | 4.0           | 44.9        | 3.5           | 42.6        |
| 1.3  | 19.0          | 106.7       | 12.0          | 78.9        | 9.5           | 68.3        |
| 1.9  | 40.5          | 200.0       | 28.0          | 146.9       | 18.5          | 106.5       |
| 2.5  | 55.0          | 261.62      | 39.0          | 193.84      | 28.0          | 146.90      |
| 3.2  | 60.0          | 262.9       | 46.0          | 231.9       | 43.5          | 212.8       |
| 3.8  | 62.0          | 376.3       | 60.0          | 282.9       | 55.0          | 261.8       |
| 5.08   | 86.0          | 401.8       | 65.0          | 304.1       | 58.0          | 274.4       |
| 7.6  | 93.0          | 423.1       | 70.0          | 325.4       | 61.0          | 287.1       |
| 10.16  | 98.0          | 444.3       | 75.0          | 346.6       | 64.0          | 299.9       |
| 12.7   | 103.0         | 466.6       | 80.0          | 367.9       | 67.0          | 312.6       |
| Carga (%)  |               |             |               |             |               |             |

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Miguel Siles Jara  
 Director del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales



**PROCTOR MODIFICADO**

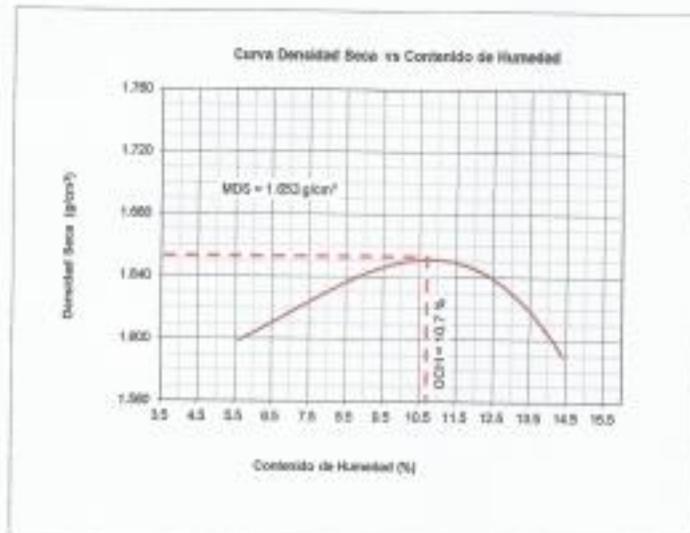
NORMA ASTM D- 1557/ MEC E 115

**SOLICITA :** Miranda Julcamero Jonathan Antonio  
**TEMA :** Capacidad de soporte del suelo con adición de la sílica de estibla en la carretera no pavimentada al Centro poblado Tangay - Nuevo Chimbote . Año 2020  
**CANTERA :** CALCATA-3  
**FECHA :** 23/05/2021  
**LUGAR :** NVO.CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

CALCATA : 3

| Método Compactación:                              | "A"    | Número de Golpes             |        | 25     |
|---|--------|------------------------------|--------|--------|
| Energía de Compactación Standard                  |        | 27.7 Kg.cm / cm <sup>2</sup> |        |        |
| 01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)                | 3649   | 3730                         | 3792   | 3770   |
| 02 - Peso del Molde (g)                           | 1079.5 | 1079.5                       | 1079.5 | 1079.5 |
| 03 - Peso Suelo Humedo (g)                        | 1869.5 | 1750.5                       | 1812.8 | 1790.7 |
| 04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )         | 989.0  | 989.0                        | 989.0  | 989.0  |
| 05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )   | 1.888  | 1.770                        | 1.833  | 1.819  |
| 06 - Tamo N°                                      | 01     | 02                           | 03     | 04     |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g)                | 721.0  | 599.5                        | 527.2  | 493.5  |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g)                  | 693.8  | 485.9                        | 480.9  | 443.3  |
| 09 - Peso del agua (g)                            | 27.2   | 23.8                         | 26.3   | 40.2   |
| 10 - Peso del tarro (g)                           | 207.5  | 200.0                        | 181.0  | 165.0  |
| 11 - Peso suelo seco (g)                          | 486.3  | 285.9                        | 329.9  | 278.3  |
| 12 - Contenido de Humedad (%)                     | 5.6    | 8.3                          | 11.0   | 14.4   |
| 13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.599  | 1.634                        | 1.651  | 1.599  |

Contenido Óptimo Humedad 10.7 % Densidad Seca Máxima 1.659 g/cm<sup>3</sup>



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Miguel Solter Jara  
 Responsable Laboratorio Ingeniería Civil



**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

|           |  |                      |                    |
|-----------|--|----------------------|--------------------|
| SOLICITA  | Mirante Julcamero Jonathan Antonio   |                      |                    |
| TIPO      | Capacidad de soporte del suelo con edición de la sevis de asfalto en la carretera no pavimentada |                      |                    |
|           | en Centro poblado Tangay - Nueva Chimbote, Año 2020  |                      |                    |
| UBICACIÓN | NYD CHIMBOTE SANTA - ANCASH  | NIVEL FREÁTICO (m.)  | N.P.               |
| FECHA     | 23/05/2021   | MÉTODO DE EXCAVACIÓN | Cielo abierto      |
| CALEDATA  | C-1  | TAMAÑO DE EXCAVACIÓN | 1.00 x 1.00 x 1.50 |

| MUESTRA  |         | PROFUNDIDAD |         | CARACTERÍSTICAS  |
|----------|---------|-------------|---------|--|
| Símbolo  | Grafico | En Mts.     | Mostris |  |
| hormigon |         | 0.060       | E-1     | De -0.02 a -0.05 m<br>Presenta una pequeña capa de mejoramiento con material de alta prestación                                      |
| SP       |         | 1.500       | E-2     | De -0.10 a -1.50 m<br>Arena mal graduada de color beige claro en estado semi húmedo y de compactación media no presenta plasticidad. |

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
Chimbote  
Ing. Miguel Esteban Jara  
Especialista Profesor de Ingeniería Civil



**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

|                  |  |                             |                    |
|------------------|--|-----------------------------|--------------------|
| <b>SOLICITA</b>  | Miranda Juliano Jonathan Antonio   |                             |                    |
| <b>TEMA</b>      | Capacidad de soporte del suelo con adición de la grava de arena en la carretera no pavimentada |                             |                    |
|                  | al Centro poblado Tangay - Nuevo Chimbote, Aña 2020  |                             |                    |
| <b>UBICACIÓN</b> | NVO CHIMBOTE SANTA - ANCASH  | <b>NIVEL FREÁTICO (m.)</b>  | M.P.               |
| <b>FECHA</b>     | 23/06/2021   | <b>MÉTODO DE EXCAVACIÓN</b> | Cielo abierto      |
| <b>CALCATA</b>   | C - 2  | <b>TAMAÑO DE EXCAVACIÓN</b> | 1.00 x 1.00 x 1.50 |

| MUESTRA  |         | PROFUNDIDAD |         | CARACTERÍSTICAS  |
|----------|---------|-------------|---------|--|
| Símbolo  | Gráfico | En Mts.     | Muestra |  |
| hormigon |         | 0.050       | E-1     | De -0.00 a -0.05 m<br>Presenta una pequeña capa de mejoramiento con material de préstamo.  |
| SP       |         | 1.500       | E-2     | De -0.10 a -1.50 m<br>Arena mal graduada de color beige claro en estado semi húmedo y de compactación media no presenta plasticidad. |

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

*Jng. Miguel Balder Jara*  
Catedrático  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

|           |  |                      |                    |
|-----------|--|----------------------|--------------------|
| BOUCITA   | Mineral Jucamero Jonathan Antonio  |                      |                    |
| TÍTULO    | Capacidad de soporte del suelo con adición de la levadura de sílice en la carretera no pavimentada |                      |                    |
|           | al Centro poblado Targay - Nuevo Chiricó, Año 2020   |                      |                    |
| UBICACIÓN | NVO CHIMBOTE SANTA - ANCASH  | NIVEL PRELIMINAR (m) | N.P.               |
| FECHA     | 23/06/2021   | MÉTODO DE EXCAVACIÓN | Cielo abierto      |
| CALCATA   | 0 - 3  | TAMAÑO DE EXCAVACIÓN | 1.00 x 1.00 x 1.50 |

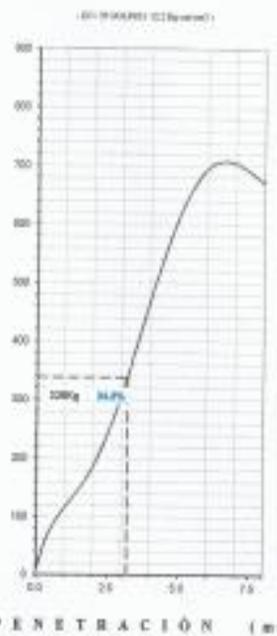
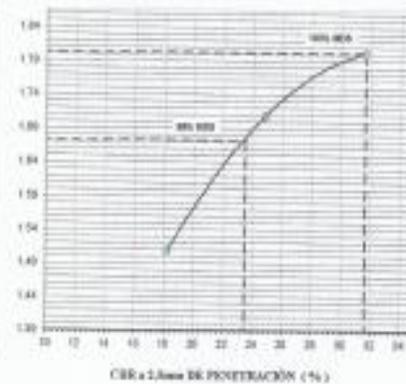
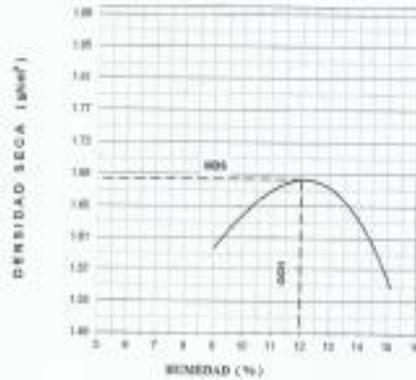
| MUESTRA  |         | PROFUNDIDAD |         | CARACTERÍSTICAS  |
|----------|---------|-------------|---------|--|
| Señalado | Dibujos | En Pts.     | Muestra |  |
| herraje  |         | 0.050       | E-1     | De -0.00 a -0.05 m<br>Presenta una pequeña capa de mejoramiento con material de préstamo   |
| gr       |         | 1.500       | E-2     | De -0.10 a -1.50 m<br>Arena mal graduada de color beige claro en estado semi húmedo y de compactación media no presenta plasticidad. |

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
Ing. Miguel Solar Jara  
Docente de Ingeniería Civil



RELACION DE SOPORTE - CBR [ASTM D-1683]-EXPERIMENTAL 15%

|          |  |   |             |                        |           |
|----------|--|---|-------------|------------------------|-----------|
| ROLAJE   | Blanco (aluminio) 200000-100000                                | MÉTODO DE COMPACTACIÓN                    | ASTM D-1587 | A                      |           |
| TIPO     | Capacidad de soporte de suelo en relación a otro tipo de suelo | MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> ) |             | 1.664                  |           |
|          | en términos de capacidad de soporte de suelo                   | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)           |             | 22.0                   |           |
|          | de acuerdo a la Norma ASTM D-1587                              | CBR a 50% DE LA DENS. (%)                 |             | 21.0                   |           |
| MATERIAL | CONCRETO EN CEMENTO - C-1                                      | CBR a 95% DE LA DENS. (%)                 |             | 20.0                   |           |
|          |  | SUELO                                     | CL          | SP                     | OL        |
|          | FECHA: 25-Jun-2021   | ANILLO                                    | EMBURO      | 4.004                  | EXPANSIÓN |
|          |  | ABSORCIÓN                                 | 0.0%        | HUMEDAD DE PENETRACIÓN | 0.0%      |





**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL 16%  
NORMA ASTM D- 1883**

**SOLICITA :** Miranda Julcamero Jonathan Antonino  
**TESIS :** Capacidad de soporte del suelo con adición de la savia de sáltils en la carretera no pavimentada al Centro poblado Tangay - Nuevo Chimbote. Año 2020  
**MATERIAL :** TERRENO NATURAL - C-1  
**LUGAR :** NVO.CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
**FECHA :** 23/06/2021

| Características                                   |           |           |           |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Numero de Molde                                   | 1         | 2         | 3         |
| Numero de Capes                                   | 5         | 5         | 5         |
| Numero de Golpes                                  | 58        | 25        | 12        |
| Energía Compactación (kg-cm)/cm <sup>2</sup>      | 27.7      | 12.2      | 6.1       |
| <b>Densidad Seca [CBR]</b>                        |           |           |           |
| 01 - Peso suelo humedo + molde (g)                | 8,720.0   | 8,198.0   | 8,000.0   |
| 02 - Peso del molde (g)                           | 4,778.0   | 4,472.0   | 4,555.0   |
| 03 - Peso suelo humedo (g)                        | 3,944.0   | 3,726.0   | 3,538.0   |
| 04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>            | 2,107.890 | 2,107.890 | 2,107.890 |
| 05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )   | 1.871     | 1.780     | 1.677     |
| 06 - Tarrn N°                                     | 0.0       | 0.0       | 0.0       |
| 07 - Peso suelo humedo + tarrn (g)                | 585.0     | 658.0     | 765.0     |
| 08 - Peso suelo seco + tarrn (g)                  | 533.0     | 600.0     | 692.0     |
| 09 - Peso del agua (g)                            | 52.0      | 58.0      | 73.0      |
| 10 - Peso del tarrn (g)                           | 65.0      | 80.0      | 80.0      |
| 11 - Peso suelo seco (g)                          | 468.0     | 520.0     | 612.0     |
| 12 - Contenido de humedad (%)                     | 11.1      | 11.2      | 11.8      |
| 13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.684     | 1.590     | 1.503     |

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Ing. Miguel Ángel Jara  
M.Sc. Ingeniero Civil

| Expansión, %                         |         |         |         |
|--------------------------------------|---------|---------|---------|
| <b>Absorción</b>                     |         |         |         |
| Numero de molde                      | 1       | 2       | 3       |
| 01 - Peso suelo humedo antes (g)     | 3,944.0 | 3,726.0 | 3,535.0 |
| 02 - Peso suelo embetado + molde (g) | 8,950.7 | 8,448.1 | 8,382.5 |
| 03 - Peso del molde (g)              | 4,778.0 | 4,472.0 | 4,555.0 |
| 04 - Peso suelo embetado (g)         | 4,174.7 | 3,974.1 | 3,807.5 |
| 05 - Peso del agua absorbida (g)     | 235.7   | 248.1   | 272.5   |
| 06 - Peso del suelo seco (g)         | 3,549.8 | 3,352.1 | 3,169.5 |
| 07 - Absorción de agua (%)           | 6.5     | 7.4     | 8.0     |

| Factor Anillo: Carga [kgf] = Lectura Dial * 4.2491345 + 27.92018 |                     |             |                     |             |                   |             |             |
|--|---------------------|-------------|---------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------|
| Molde  | 1 [58 Golpes]       |             | 2 [25 Golpes]       |             | 3 [12 Golpes]     |             | Carga [kgf] |
|  | Loc. Dial           | Carga [kgf] | Loc. Dial           | Carga [kgf] | Loc. Dial         | Carga [kgf] |             |
| 0.0  | 0.0                 | 0.0         | 0.0                 | 0.0         | 0.0               | 0.0         | 0.0         |
| 0.63   | 38.0                | 169.4       | 18.0                | 76.4        | 12.0              | 78.9        | 78.9        |
| 1.3  | 45.0                | 218.1       | 25.0                | 134.1       | 19.0              | 158.7       | 158.7       |
| 1.9  | 65.0                | 308.4       | 35.0                | 176.8       | 20.0              | 172.9       | 172.9       |
| 2.5  | 85.0                | 401.84      | 45.0                | 218.13      | 32.0              | 163.89      | 163.89      |
| 3.2  | 105.0               | 452.8       | 70.0                | 325.4       | 58.0              | 274.4       | 274.4       |
| 3.8  | 132.0               | 588.8       | 110.0               | 493.3       | 98.0              | 435.8       | 435.8       |
| 5.06   | 144.0               | 639.8       | 133.0               | 583.1       | 115.0             | 516.6       | 516.6       |
| 7.8  | 188.0               | 831.0       | 195.0               | 890.8       | 122.0             | 548.3       | 548.3       |
| 10.16  | 210.0               | 920.2       | 195.0               | 753.3       | 132.0             | 588.8       | 588.8       |
| 12.7   | 230.0               | 1005.2      | 173.0               | 764.3       | 142.0             | 621.3       | 621.3       |
| Carga [%]  | 401.84 kgf, (29.5%) |             | 219.13 kgf, (16.1%) |             | 163.89 kgf, (12%) |             |             |



**PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL 15%**

NORMA ASTM D-1557/ MTC E 115

SOLICITA : Miranda Juicemoro Jonathan Antonino  
 TESIS : Capacidad de soporte del suelo con adición de la serva de sábila en la carretera no pavimentada al Centro poblado Targay - Nuevo Chimbote, Año 2020  
 CANTERA : CALICATA-1  
 FECHA : 22/05/2021  
 LUGAR : NVO.CHIMBOTE - SANTA - ANCA2H

| Método Compactación:                              | "A"                          |        |        |        |
|---|------------------------------|--------|--------|--------|
| Energía de Compactación Standar                   | 27.7 Kg.cm / cm <sup>2</sup> |        |        |        |
|   | Número de Golpes             |        |        |        |
|   | 25                           | 50     | 75     | 100    |
| 01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)                | 3645                         | 3729   | 3750   | 3695   |
| 02 - Peso del Molde (g)                           | 1975.0                       | 1975.0 | 1975.0 | 1975.0 |
| 03 - Peso Suelo Humedo (g)                        | 1670.0                       | 1754.0 | 1775.0 | 1720.0 |
| 04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )         | 942.2                        | 942.2  | 942.2  | 942.2  |
| 05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )   | 1.773                        | 1.862  | 1.884  | 1.826  |
| 06 - Taro N°                                      | 01                           | 02     | 03     | 04     |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g)                | 580.0                        | 670.0  | 540.0  | 670.0  |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g)                  | 535.0                        | 624.0  | 484.0  | 610.0  |
| 09 - Peso del agua (g)                            | 45.0                         | 46.0   | 56.0   | 60.0   |
| 10 - Peso del tarro (g)                           | 60.0                         | 215.0  | 65.0   | 200.0  |
| 11 - Peso suelo seco (g)                          | 475.0                        | 409.0  | 419.0  | 410.0  |
| 12 - Contenido de Humedad (%)                     | 9.5                          | 11.2   | 13.4   | 14.6   |
| 13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.819                        | 1.674  | 1.661  | 1.593  |

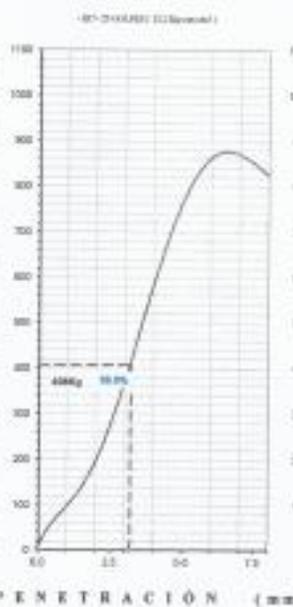
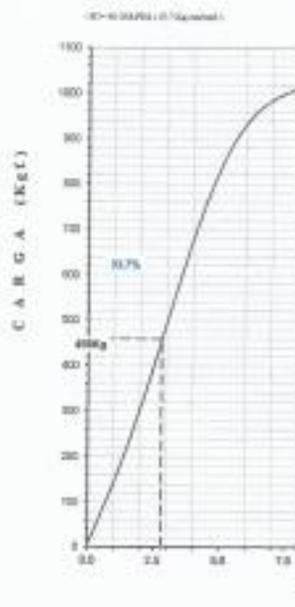
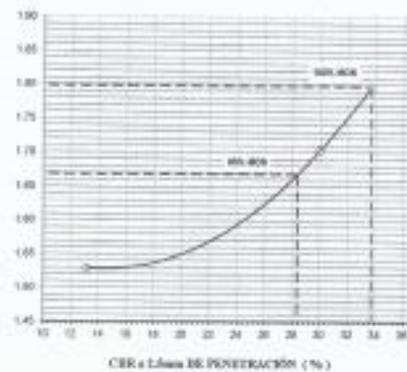
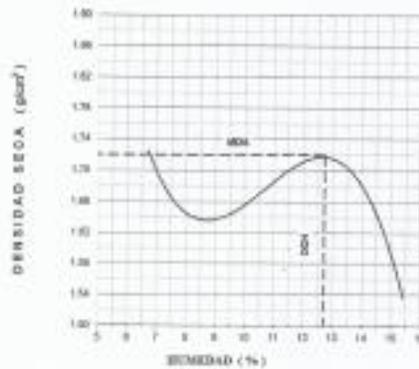
Contenido Óptimo Humedad 12.00 % Densidad Seca Maxima. 1.684 g/cm<sup>3</sup>





**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1083 ]-EXPERIMENTAL 15%**

|  |                                      |   |
|--|--------------------------------------|---|
| ALUMNO: <b>Morales Alvarado Jonathan Antonio</b>   | MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557) | A   |
| TÍTULO: <b>Experimento de soporte del suelo con el método de la densidad seca</b>                  | ÁREAS (PESADA) (cm <sup>2</sup> )    | 1.700   |
| este experimento se realizó en el Centro de Investigación y Desarrollo de la Universidad San Pedro | GRANDE CONTENIDO DE HUMEDAD (%)      | 12.7  |
| Nombre Ciudadano: <b>John A. Morales</b>   | CBR AL 100% DE LA MEDIA (%)          | 55.7  |
| GRUPO: <b>INGENIERÍA DE CIVIL - 1-1</b>  | CBR AL 80% DE LA MEDIA (%)           | 20.4  |
| FECHA: <b>20 Jun 2021</b>  | ESQUEMA                              | U --- P --- S <sub>1</sub> --- S <sub>2</sub> --- |
|  | AMBITO                               | DIÁMETRO 4.75cm GRUNDING                          |
|  | ADICIONALES                          | 50% HUMEDAD DE PENETRACIÓN 10.7%                  |



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
Ing. **Miguel Soler Jara**  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL 15%  
NORMA ASTM D- 1583**

**SOLICITA** : Miranda Juicamero Jonathan Antonio  
**TESIS** : Capacidad de soporte del suelo con adición de la savia de sábila en la carretera no pavimentada al Centro poblado Tangay - Nuevo Chimbote, Año 2020  
**MATERIAL** : TERRENO NATURAL - C-2  
**LUGAR** : NVO.CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 23/05/2021

| Características  |                     |             |                     |             |                    |             |
|--|---------------------|-------------|---------------------|-------------|--------------------|-------------|
| Numero de Molde  | 1                   | 2           | 3                   |             |                    |             |
| Numero de Capas  | 5                   | 5           | 5                   |             |                    |             |
| Numero de Golpe  | 56                  | 25          | 12                  |             |                    |             |
| Energía Compactación (kg-cm/cm <sup>3</sup> )                | 27.7                | 12.2        | 6.1                 |             |                    |             |
| <b>Densidad Seca [CBR]</b>                                   |                     |             |                     |             |                    |             |
| 01 - Peso suelo húmedo + molde (g)                           | 8,885.0             | 8,382.0     | 8,185.0             |             |                    |             |
| 02 - Peso del molde (g)                                      | 4,778.0             | 4,472.0     | 4,555.0             |             |                    |             |
| 03 - Peso suelo húmedo (g)                                   | 4,009.0             | 3,910.0     | 3,630.0             |             |                    |             |
| 04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>                       | 2,107.890           | 2,107.890   | 2,107.890           |             |                    |             |
| 05 - Densidad suelo húmedo (g/cm <sup>3</sup> )              | 1.940               | 1.855       | 1.722               |             |                    |             |
| 06 - Tarro N°  | 0.0                 | 0.0         | 0.0                 |             |                    |             |
| 07 - Peso suelo húmedo + tarro (g)                           | 576.0               | 620.0       | 735.0               |             |                    |             |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g)                             | 518.0               | 560.0       | 650.0               |             |                    |             |
| 09 - Peso del agua (g)                                       | 58.0                | 60.0        | 75.0                |             |                    |             |
| 10 - Peso del tarro (g)                                      | 65.0                | 60.0        | 65.0                |             |                    |             |
| 11 - Peso suelo seco (g)                                     | 453.0               | 480.0       | 585.0               |             |                    |             |
| 12 - Contenido de humedad (%)                                | 12.8                | 12.5        | 12.8                |             |                    |             |
| 13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )            | 1.720               | 1.849       | 1.529               |             |                    |             |
|  |                     |             |                     |             |                    |             |
| <b>Expansión, %</b>  |                     |             |                     |             |                    |             |
|  |                     |             |                     |             |                    |             |
| <b>Absorción</b>   |                     |             |                     |             |                    |             |
| Numero de molde  | 1                   | 2           | 3                   |             |                    |             |
| 01 - Peso suelo húmedo antes (g)                             | 4,089.0             | 3,910.0     | 3,630.0             |             |                    |             |
| 02 - Peso suelo embetido + molde (g)                         | 9,104.2             | 8,632.2     | 8,455.8             |             |                    |             |
| 03 - Peso del molde (g)                                      | 4,778.0             | 4,472.0     | 4,555.0             |             |                    |             |
| 04 - Peso suelo embetido (g)                                 | 4,326.2             | 4,160.2     | 3,900.8             |             |                    |             |
| 05 - Peso del agua absorbida (g)                             | 239.2               | 250.2       | 270.8               |             |                    |             |
| 06 - Peso del suelo seco (g)                                 | 3,824.9             | 3,475.6     | 3,223.7             |             |                    |             |
| 07 - Absorción de agua (%)                                   | 6.8                 | 7.2         | 8.8                 |             |                    |             |
| <b>Penetración</b>   |                     |             |                     |             |                    |             |
| Factor Anillo: Carga [kgf] = Lectura Dial*4.2491345+27.82518 |                     |             |                     |             |                    |             |
| Molde  | 1 (56 Golpes)       |             | 2 (25 Golpes)       |             | 3 (12 Golpes)      |             |
| PEN. (mm)  | Lec. Dial           | Carga [kgf] | Lec. Dial           | Carga [kgf] | Lec. Dial          | Carga [kgf] |
| 0.0  | 0.0                 | 0.0         | 0.0                 | 0.0         | 0.0                | 0.0         |
| 0.63   | 20.0                | 112.9       | 15.0                | 61.7        | 8.0                | 61.9        |
| 1.3  | 35.0                | 180.9       | 25.0                | 134.1       | 18.0               | 104.4       |
| 1.9  | 57.0                | 270.1       | 33.0                | 188.1       | 22.0               | 121.4       |
| 2.5  | 88.0                | 401.84      | 45.0                | 219.13      | 26.0               | 146.90      |
| 3.2  | 125.0               | 559.1       | 102.0               | 481.3       | 34.0               | 172.4       |
| 3.8  | 143.0               | 635.5       | 130.0               | 580.3       | 55.0               | 201.6       |
| 5.08   | 190.0               | 835.3       | 188.0               | 741.8       | 82.0               | 291.4       |
| 7.6  | 220.0               | 1005.2      | 194.0               | 852.3       | 75.0               | 363.6       |
| 10.16  | 280.0               | 1152.7      | 209.0               | 977.7       | 84.0               | 384.8       |
| 12.7   | 390.0               | 1260.2      | 210.0               | 920.2       | 91.0               | 414.8       |
| Carga (%)  | 401.84 kgf. (29.3%) |             | 219.13 kgf. (16.1%) |             | 146.9 kgf. (10.8%) |             |

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Miguel Sotelo Jara  
 INGENIERO CIVIL  
 Docente Prácticas de Ingeniería Civil



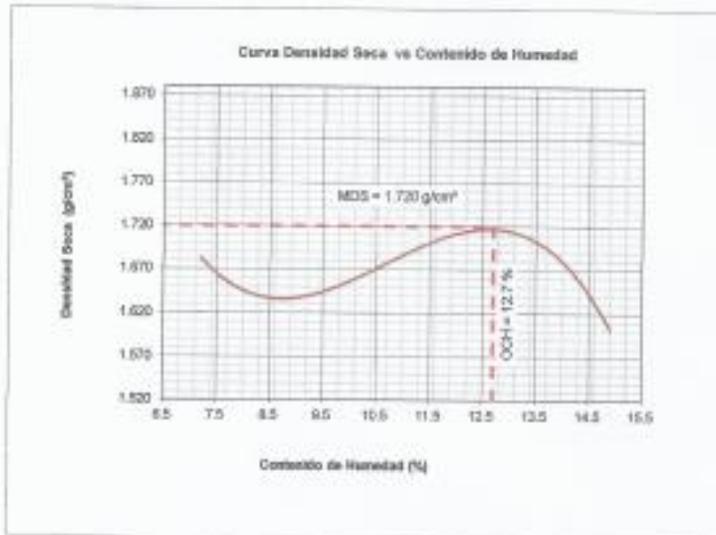
**PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL 15%**

NORMA ASTM D- 1557 MTC E 115

**SOLICITA :** Miranda Julcamero Jonathan Antonio  
**TESIS :** Capacidad de soporte del suelo con adición de la savia de sábila en la carretera no pavimentada al Centro poblado Tangay - Nuevo Chimbote. Año 2020  
**CANTERA :** CALICATA-2  
**FECHA :** 23/08/2021  
**LUGAR :** NVO.CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

| Metodo Compactación:                              | "A"                          | Número de Golpes |        | 25     |
|---|------------------------------|------------------|--------|--------|
| Energía de Compactación Standard                  | 27.7 Kg.cm / cm <sup>2</sup> |                  |        |        |
| 01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)                | 3675                         | 3715             | 3795   | 3710   |
| 02 - Peso del Molde (g)                           | 1975.0                       | 1975.0           | 1975.0 | 1975.0 |
| 03 - Peso Suelo Humedo (g)                        | 1700.0                       | 1740.0           | 1820.0 | 1735.0 |
| 04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )         | 942.2                        | 942.2            | 942.2  | 942.2  |
| 05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )   | 1.804                        | 1.847            | 1.932  | 1.842  |
| 06 - Tarro N°                                     | 01                           | 02               | 03     | 04     |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g)                | 590.0                        | 540.0            | 640.0  | 755.0  |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g)                  | 535.0                        | 495.0            | 576.0  | 685.0  |
| 09 - Peso del agua (g)                            | 35.0                         | 45.0             | 64.0   | 70.0   |
| 10 - Peso del tarro (g)                           | 70.0                         | 66.0             | 65.0   | 215.0  |
| 11 - Peso suelo seco (g)                          | 485.0                        | 430.0            | 511.0  | 470.0  |
| 12 - Contenido de Humedad (%)                     | 7.2                          | 10.5             | 12.5   | 14.9   |
| 13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.683                        | 1.671            | 1.717  | 1.803  |

Contenido Optimo Humedad      12.70 %      Densidad Seca Maxima,      1.720 g/cm<sup>3</sup>

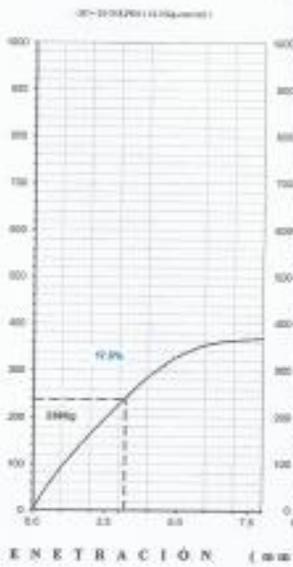
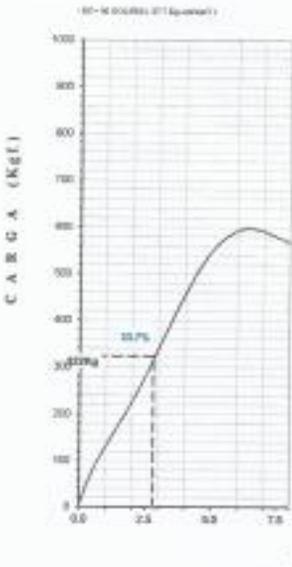
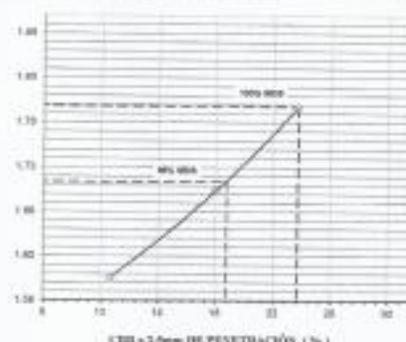
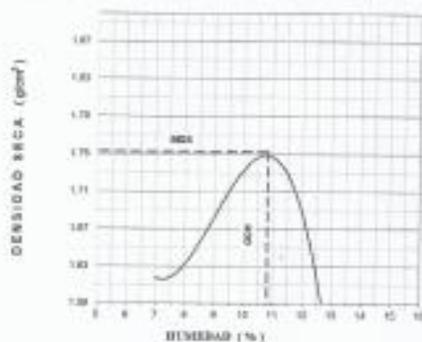


UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Miguel Solar Jara  
 Docente Asociado de Ingeniería Civil



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]-EXPERIMENTAL 15%**

|  |  |                        |
|--|--|------------------------|
| ESCALA: Muestra de arena limpia (arena)                                  | METODO DE COMPACTACIÓN: (ASTM D-1557)        | A                      |
| TITULO: Dependencia de soporte del grado de humedad de la arena de arena | BARRA (EQUIVALENT BECK) (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.150                  |
| de la humedad (relacionamiento al coeficiente de agua)                   | OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)              | 10.8                   |
| Nombre Cliente: Jara 2001  | CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)                 | 20.7                   |
| IMPACTO: (ASTM D-1557) 1-1   | CBR AL 90% DE LA M.D.S. (%)                  | 16.9                   |
| FECHA: 20 Jun 2001   | BLCE   | 11                     |
|  | AMBITO (MUESTRO 6.0cm) (EQUIVALENT)          | 15                     |
|  | ABSORCIÓN: 7.3%                              | HUMEDAD DE PENETRACIÓN |
|  |  | 11.8%                  |



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
Ing. Miguel Solar Jara  
Coordinador  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL 15%  
NORMA ASTM D-1883**

**SOLICITA** : Miranda Julcamoro Jonathan Antonino  
**TESIS** : Capacidad de soporte del suelo con adición de la savia de sábio en la carretera no pavimentada al Centro poblado Tángay - Nuevo Chimbote. Año 2020  
**MATERIAL** : TERRENO NATURAL - C-3  
**LUGAR** : NVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 23/06/2021

| Características   |                     |           |                     |        |                   |              |
|---|---------------------|-----------|---------------------|--------|-------------------|--------------|
| Numero de Molde   | 1                   | 2         | 3                   |        |                   |              |
| Numero de Capas   | 5                   | 5         | 5                   |        |                   |              |
| Numero de Golpe   | 56                  | 25        | 12                  |        |                   |              |
| Energía Compactación (kg-cm)/cm <sup>2</sup>                              | 27.7                | 12.2      | 6.1                 |        |                   |              |
| <b>Densidad Seca [CBR]</b>  |                     |           |                     |        |                   |              |
| 01 - Peso suelo húmedo + molde (g)  | 8,789.0             | 8,350.0   | 8,265.0             |        |                   |              |
| 02 - Peso del molde (g)   | 4,778.0             | 4,472.0   | 4,558.0             |        |                   |              |
| 03 - Peso suelo húmedo (g)  | 4,013.0             | 3,878.0   | 3,707.0             |        |                   |              |
| 04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>                                    | 2,107.890           | 2,107.890 | 2,107.890           |        |                   |              |
| 05 - Densidad suelo húmedo (g/cm <sup>3</sup> )                           | 1.904               | 1.840     | 1.755               |        |                   |              |
| 06 - Tamo N°  | 0.0                 | 0.0       | 0.0                 |        |                   |              |
| 07 - Peso suelo húmedo + tarro (g)  | 630.0               | 545.0     | 850.0               |        |                   |              |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g)  | 585.0               | 505.0     | 795.0               |        |                   |              |
| 09 - Peso del agua (g)  | 45.0                | 40.0      | 55.0                |        |                   |              |
| 10 - Peso del tarro (g)   | 60.0                | 65.0      | 200.0               |        |                   |              |
| 11 - Peso suelo seco (g)  | 525.0               | 440.0     | 595.0               |        |                   |              |
| 12 - Contenido de humedad (%)   | 8.6                 | 8.1       | 9.2                 |        |                   |              |
| 13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )                         | 1.753               | 1.686     | 1.607               |        |                   |              |
| Numero de molde   |                     |           |                     |        |                   |              |
| 01 - Peso suelo húmedo antes (g)  | 4,013.0             | 3,878.0   | 3,700.0             |        |                   |              |
| 02 - Peso suelo embebido + molde (g)                                      | 9,047.7             | 8,627.3   | 8,529.3             |        |                   |              |
| 03 - Peso del molde (g)   | 4,778.0             | 4,472.0   | 4,558.0             |        |                   |              |
| 04 - Peso suelo embebido (g)  | 4,271.7             | 4,155.3   | 3,974.3             |        |                   |              |
| 05 - Peso del agua absorbida (g)  | 256.7               | 277.3     | 274.3               |        |                   |              |
| 06 - Peso del suelo seco (g)  | 3,696.2             | 3,554.8   | 3,386.9             |        |                   |              |
| 07 - Absorción de agua (%)  | 7.0                 | 7.8       | 8.1                 |        |                   |              |
| Penetración   |                     |           |                     |        |                   |              |
| Factor Anillo: Carga [kgf]/m <sup>2</sup> Lectura Dial*4.2491345=27.92016 |                     |           |                     |        |                   |              |
| Molde   | 1 (56 Golpes)       |           | 2 (25 Golpes)       |        | 3 (12 Golpes)     |              |
| PEN. (mm)   | Loc.                | Dial      | Carga [Kgf.]        | Loc.   | Dial              | Carga [Kgf.] |
| 0.0   | 0.0                 | 0.0       | 0.0                 | 0.0    | 0.0               | 0.0          |
| 0.63  | 20.0                | 112.9     | 12.0                | 70.4   | 3.0               | 40.2         |
| 1.3   | 30.0                | 153.4     | 20.0                | 112.9  | 12.0              | 78.9         |
| 1.9   | 40.0                | 197.9     | 30.0                | 155.4  | 17.0              | 100.2        |
| 2.5   | 60.0                | 282.87    | 40.0                | 197.89 | 22.0              | 121.40       |
| 3.2   | 80.0                | 367.8     | 50.0                | 240.4  | 27.0              | 142.8        |
| 3.8   | 100.0               | 452.8     | 60.0                | 282.9  | 38.0              | 189.4        |
| 5.08  | 120.0               | 537.8     | 70.0                | 325.4  | 45.0              | 219.1        |
| 7.6   | 130.0               | 580.3     | 80.0                | 367.9  | 55.0              | 261.6        |
| 10.16   | 140.0               | 622.8     | 90.0                | 410.3  | 65.0              | 304.1        |
| 12.7  | 160.0               | 707.8     | 100.0               | 452.8  | 70.0              | 325.4        |
| Carga (%)   | 282.87 kgf. (20.6%) |           | 197.89 kgf. (14.5%) |        | 121.4 kgf. (8.9%) |              |

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
CHIMBOTE

Miranda Julcamoro Jonathan Antonino  
Ingeniero Civil



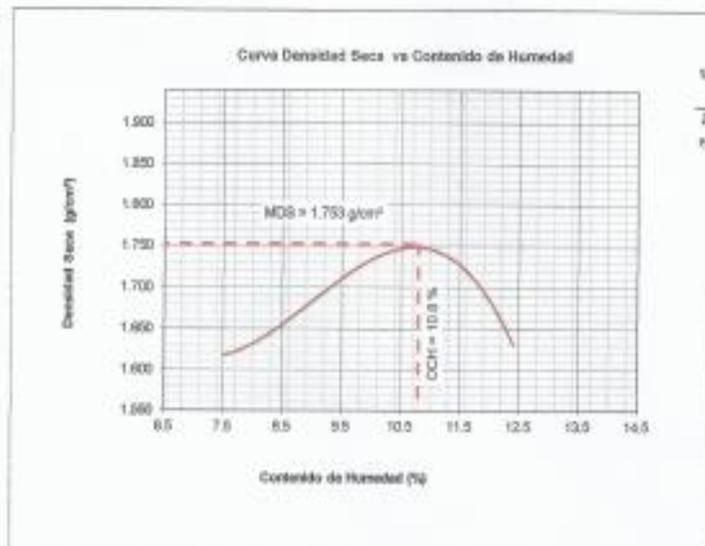
**PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL 15%**

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

**SOLICITA** : Miranda Julcamoro Jonathan Antonino  
**TESIS** : Capacidad de soporte del suelo con adición de la savia de sábla en la carretera no pavimentada al Centro poblado Tangay - Nuevo Chimbote. Año 2020  
**CANTERA** : CALICATA-3  
**FECHA** : 23/06/2021  
**LUGAR** : NVO. CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

|   |                              |                  |        |        |
|---|------------------------------|------------------|--------|--------|
| Metodo Compactación:                              | "A"                          | Número de Golpes |        | 25     |
| Energía de Compactación Standar                   | 27.7 Kg.cm / cm <sup>2</sup> |                  |        |        |
| 01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)                | 3896                         | 3790             | 3885   | 3790   |
| 02 - Peso del Molde (g)                           | 1975.0                       | 1975.0           | 1975.0 | 1975.0 |
| 03 - Peso Suelo Humedo (g)                        | 1720.0                       | 1815.0           | 1910.0 | 1815.0 |
| 04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )         | 989.2                        | 989.2            | 989.2  | 989.2  |
| 05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )   | 1.739                        | 1.835            | 1.931  | 1.835  |
| 06 - Tamo N°                                      | 01                           | 02               | 03     | 04     |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g)                | 710.0                        | 805.0            | 855.0  | 760.0  |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g)                  | 655.0                        | 660.0            | 780.0  | 683.0  |
| 09 - Peso del agua (g)                            | 45.0                         | 45.0             | 75.0   | 77.0   |
| 10 - Peso del tarro (g)                           | 65.0                         | 60.0             | 65.0   | 60.0   |
| 11 - Peso suelo seco (g)                          | 600.0                        | 600.0            | 715.0  | 623.0  |
| 12 - Contenido de Humedad (%)                     | 7.5                          | 9.0              | 10.5   | 12.4   |
| 13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.818                        | 1.883            | 1.747  | 1.832  |

Contenido Óptimo Humedad 10.80 % Densidad Seca Máxima 1.753 g/cm<sup>3</sup>



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Inge. Miguel Soler Lara  
 Docente Titular  
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil





**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL 10%  
NORMA ASTM D- 1583**

**SOLICITA** : Miranda Julcamero Jonathan Antonio  
**TESIS** : Capacidad de soporte del suelo con adición de la savia de sábila en la carretera no pavimentada al Centro poblado Tangay - Nuevo Chimbote, Año 2020  
**MATERIAL** : TERRENO NATURAL - C-1  
**LUGAR** : NVO.CHIMBOTE - SANTA - ANCASSH  
**FECHA** : 23/08/2021

| Características  |                     |              |                     |              |                     |              |
|--|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|
| Numero de Molde  | 1                   | 2            | 3                   |              |                     |              |
| Numero de Capas  | 5                   | 5            | 5                   |              |                     |              |
| Numero de Golpe  | 56                  | 25           | 12                  |              |                     |              |
| Energía Compactación (kg-cm/cm <sup>2</sup> )                    | 27.7                | 12.2         | 6.1                 |              |                     |              |
| <b>Densidad Seca [CBR]</b>                                       |                     |              |                     |              |                     |              |
| 01 - Peso suelo humedo + molde (g)                               | 8,905.0             | 8,380.0      | 8,200.0             |              |                     |              |
| 02 - Peso del molde (g)  | 4,025.0             | 4,472.0      | 4,555.0             |              |                     |              |
| 03 - Peso suelo humedo (g)                                       | 4,880.0             | 3,908.0      | 3,645.0             |              |                     |              |
| 04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>                           | 2,513.000           | 2,107.890    | 2,107.890           |              |                     |              |
| 05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )                  | 1.942               | 1.854        | 1.729               |              |                     |              |
| 06 - Tarro N°  | 0.0                 | 0.0          | 0.0                 |              |                     |              |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g)                               | 685.0               | 575.0        | 500.0               |              |                     |              |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g)                                 | 605.0               | 520.0        | 455.0               |              |                     |              |
| 09 - Peso del agua (g)   | 80.0                | 55.0         | 45.0                |              |                     |              |
| 10 - Peso del tarro (g)  | 70.0                | 90.0         | 80.0                |              |                     |              |
| 11 - Peso suelo seco (g)   | 535.0               | 430.0        | 375.0               |              |                     |              |
| 12 - Contenido de humedad (%)                                    | 11.2                | 12.8         | 12.0                |              |                     |              |
| 13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )                | 1.746               | 1.844        | 1.544               |              |                     |              |
|  |                     |              |                     |              |                     |              |
| Expansión, %   |                     |              |                     |              |                     |              |
|  |                     |              |                     |              |                     |              |
| <b>Absorción</b>   |                     |              |                     |              |                     |              |
| Numero de molde  | 1                   | 2            | 3                   |              |                     |              |
| 01 - Peso suelo humedo antes (g)                                 | 4,880.0             | 3,908.0      | 3,645.0             |              |                     |              |
| 02 - Peso suelo embetido + molde (g)                             | 9,089.3             | 8,567.1      | 8,421.3             |              |                     |              |
| 03 - Peso del molde (g)  | 4,025.0             | 4,472.0      | 4,555.0             |              |                     |              |
| 04 - Peso suelo embetido (g)                                     | 5,064.3             | 4,095.1      | 3,866.3             |              |                     |              |
| 05 - Peso del agua absorbida (g)                                 | 184.3               | 187.1        | 221.3               |              |                     |              |
| 06 - Peso del suelo seco (g)                                     | 4,387.9             | 3,464.8      | 3,254.5             |              |                     |              |
| 07 - Absorción de agua (%)                                       | 4.2                 | 5.4          | 6.8                 |              |                     |              |
| <b>Penetración</b>   |                     |              |                     |              |                     |              |
| Factor Anillo: Carga [Kgf] = Lectura Dial * 4.2481345 - 27.92018 |                     |              |                     |              |                     |              |
| Molde  | 1 [56 Golpes]       |              | 2 [25 Golpes]       |              | 3 [12 Golpes]       |              |
| REN (mm)   | Lec. Dial           | Carga [Kgf.] | Lec. Dial           | Carga [Kgf.] | Lec. Dial           | Carga [Kgf.] |
| 0.0  | 0.0                 | 0.0          | 0.0                 | 0.0          | 0.0                 | 0.0          |
| 0.03   | 20.0                | 112.9        | 20.0                | 112.8        | 8.0                 | 81.9         |
| 1.3  | 24.0                | 126.9        | 25.0                | 134.1        | 15.0                | 91.7         |
| 1.9  | 38.0                | 169.4        | 32.0                | 163.9        | 22.0                | 121.4        |
| 2.5  | 58.0                | 274.37       | 44.0                | 214.88       | 34.0                | 172.39       |
| 3.2  | 85.0                | 304.1        | 59.0                | 276.6        | 47.0                | 227.6        |
| 3.8  | 81.0                | 372.1        | 73.0                | 338.1        | 59.0                | 265.9        |
| 5.08   | 95.0                | 451.6        | 82.0                | 376.3        | 63.0                | 265.6        |
| 7.6  | 100.0               | 452.6        | 91.0                | 414.6        | 60.0                | 367.9        |
| 10.16  | 112.0               | 503.6        | 109.0               | 491.1        | 69.0                | 444.3        |
| 12.7   | 135.0               | 601.6        | 127.0               | 597.6        | 104.0               | 469.8        |
| Carga (%)  | 274.37 kgf. (20.2%) |              | 214.88 kgf. (15.8%) |              | 172.39 kgf. (12.7%) |              |

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Miguel Soler Jara  
 Director del Laboratorio de Ingeniería Civil



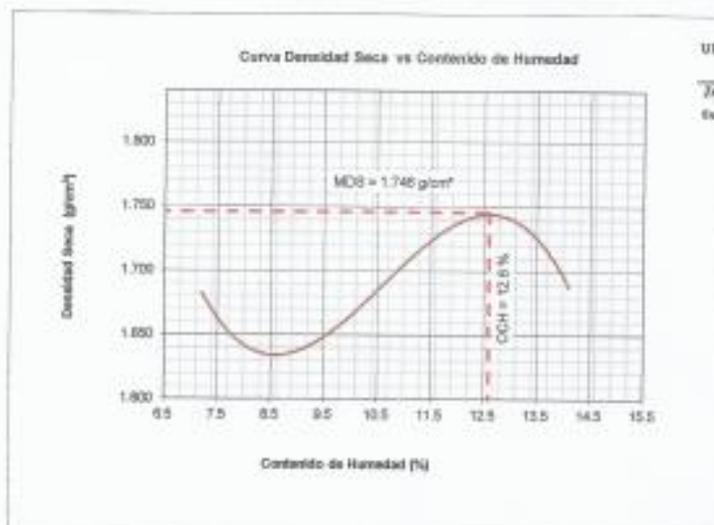
**PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL 10%**

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

**SOLICITA :** Miranda Julcamoro Jonathan Antonino  
**TESIS :** Capacidad de soporte del suelo con adición de la seva de sábila en la carretera no pavimentada al Centro poblado Tangay - Nuevo Chimbote. Año 2020  
**CANTERA :** CALICATA-1  
**FECHA :** 23/08/2021  
**LUGAR :** NVO.CHIMBOTE - GANTA - ANCAZHI

| Metodo Compactación:                              | 'A'                          | Número de Golpes |        |        |
|---|------------------------------|------------------|--------|--------|
| Energía de Compactación: Standar                  | 27.7 Kg.cm / cm <sup>2</sup> |                  |        |        |
| 01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)                | 3675                         | 3730             | 3815   | 3790   |
| 02 - Peso del Molde (g)                           | 1975.0                       | 1975.0           | 1975.0 | 1975.0 |
| 03 - Peso Suelo Humedo (g)                        | 1700.0                       | 1760.0           | 1840.0 | 1815.0 |
| 04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )         | 942.2                        | 942.2            | 942.2  | 942.2  |
| 05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )   | 1.804                        | 1.868            | 1.953  | 1.926  |
| 06 - Tarro N°                                     | 01                           | 02               | 03     | 04     |
| 07 - Peso suelo humedo + tarro (g)                | 610.0                        | 555.0            | 520.0  | 525.0  |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g)                  | 580.0                        | 510.0            | 470.0  | 468.0  |
| 09 - Peso del agua (g)                            | 30.0                         | 45.0             | 50.0   | 57.0   |
| 10 - Peso del tarro (g)                           | 165.0                        | 85.0             | 60.0   | 65.0   |
| 11 - Peso suelo seco (g)                          | 415.0                        | 425.0            | 410.0  | 403.0  |
| 12 - Contenido de Humedad (%)                     | 7.2                          | 10.6             | 12.2   | 14.1   |
| 13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.683                        | 1.688            | 1.741  | 1.688  |

Contenido Optimo Humedad **12.86 %** Densidad Seca Maxima **1.746 g/cm<sup>3</sup>**

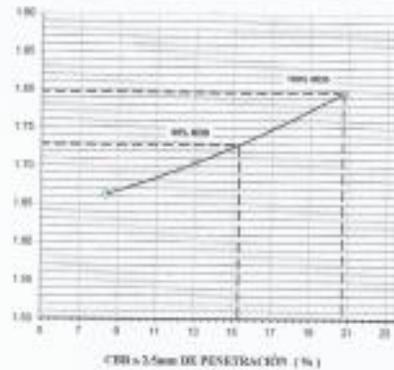
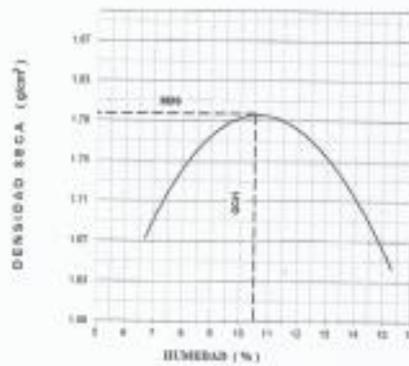


UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 Ing. Miguel Belar Jara  
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ]-EXPERIMENTAL 10%**

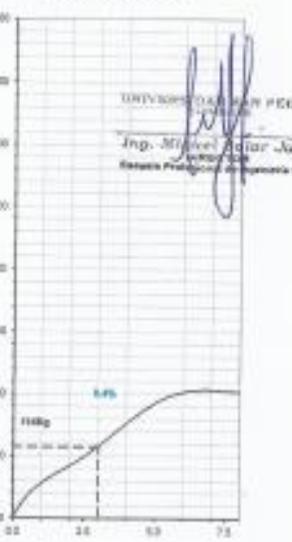
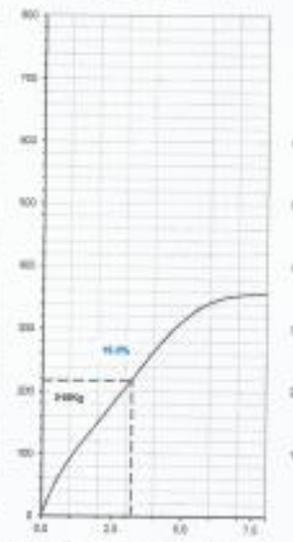
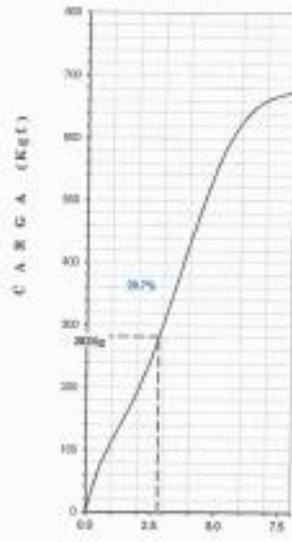
|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <b>MOLODA</b> : Muestra de arena compactada (apuro)                             |  | <b>MÉTODO DE COMPACTACIÓN</b> (ASTM D-1557) : A            |  |
| <b>TÍTULO</b> : Capacidad de soporte del suelo con respecto a la carga de campo |  | <b>GRUPO DE DENSIDAD SECA</b> (g/cm <sup>3</sup> ) : 1.287 |  |
| Para determinar el porcentaje de humedad óptimo                                 |  | <b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b> : 9.2               |  |
| Método Casagrande, tabla 2002   |  | <b>CBR AL 99% DE LA M.D.S. (%)</b> : 20.7                  |  |
| <b>EXPERIMENTAL</b> : contenido de humedad = 10%                                |  | <b>CBR AL 99% DE LA M.D.S. (%)</b> : 15.3                  |  |
| <b>FECHA</b> : 20-Jun-2021  |  | <b>ESCALA</b> :  |  |
|   |  | <b>ANÁLISIS</b> :  |  |
|   |  | <b>REVISIÓN</b> : 10%                                      |  |
|   |  | <b>HUMEDAD DE PENETRACIÓN</b> : 0.1%                       |  |



- 99% DE LA M.D.S. (27 kg/cm²)

- 99% DE LA M.D.S. (11 kg/cm²)

- 99% DE LA M.D.S. (11 kg/cm²)





**RELACIÓN DE SOPORTE - CBR-EXPERIMENTAL 10%  
NORMA ASTM D-1883**

**SOLICITA** : Miranda Julcamoro Jonathan Antonio  
**TEMA** : Capacidad de soporte del suelo con adición de la savia de sábio en la carretera no pavimentada al Centro poblado Tangay - Nuevo Chimbote. Año 2020  
**MATERIAL** : TERRENO NATURAL - C-2  
**LUGAR** : NVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
**FECHA** : 23/06/2021

| Características  |                     |             |                     |             |                 |             |       |
|--|---------------------|-------------|---------------------|-------------|-----------------|-------------|-------|
| Numero de Molde  | 1                   | 2           | 3                   |             |                 |             |       |
| Numero de Capas  | 5                   | 5           | 5                   |             |                 |             |       |
| Numero de Golpes   | 56                  | 25          | 12                  |             |                 |             |       |
| Energía Compactación (kg-cm/golpe)                               | 27.7                | 12.2        | 6.1                 |             |                 |             |       |
| Densidad Seca [CBR]  |                     |             |                     |             |                 |             |       |
| 01 - Peso suelo húmedo + molde (g)                               | 8,974.0             | 8,440.0     | 8,435.0             |             |                 |             |       |
| 02 - Peso del molde (g)  | 4,776.0             | 4,472.0     | 4,555.0             |             |                 |             |       |
| 03 - Peso suelo húmedo (g)                                       | 4,198.0             | 3,968.0     | 3,880.0             |             |                 |             |       |
| 04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>                           | 2,107.890           | 2,107.890   | 2,107.890           |             |                 |             |       |
| 05 - Densidad suelo húmedo (g/cm <sup>3</sup> )                  | 1.992               | 1.882       | 1.841               |             |                 |             |       |
| 06 - Tareo N°  | 0.0                 | 0.0         | 0.0                 |             |                 |             |       |
| 07 - Peso suelo húmedo + tarro (g)                               | 525.0               | 640.0       | 480.0               |             |                 |             |       |
| 08 - Peso suelo seco + tarro (g)                                 | 480.0               | 585.0       | 440.0               |             |                 |             |       |
| 09 - Peso del agua (g)   | 45.0                | 55.0        | 40.0                |             |                 |             |       |
| 10 - Peso del tarro (g)  | 65.0                | 65.0        | 65.0                |             |                 |             |       |
| 11 - Peso suelo seco (g)   | 415.0               | 520.0       | 375.0               |             |                 |             |       |
| 12 - Contenido de humedad (%)                                    | 10.8                | 10.8        | 10.7                |             |                 |             |       |
| 13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )                | 1.797               | 1.702       | 1.893               |             |                 |             |       |
| Absorción  |                     |             |                     |             |                 |             |       |
| Numero de molde  | 1                   | 2           | 3                   |             |                 |             |       |
| 01 - Peso suelo húmedo antes (g)                                 | 4,186.0             | 3,966.0     | 3,880.0             |             |                 |             |       |
| 02 - Peso suelo embebido + molde (g)                             | 9,261.8             | 8,741.4     | 8,743.5             |             |                 |             |       |
| 03 - Peso del molde (g)  | 4,776.0             | 4,472.0     | 4,555.0             |             |                 |             |       |
| 04 - Peso suelo embebido (g)                                     | 4,485.8             | 4,269.4     | 4,188.5             |             |                 |             |       |
| 05 - Peso del agua absorbida (g)                                 | 287.8               | 301.4       | 308.5               |             |                 |             |       |
| 06 - Peso del suelo seco (g)                                     | 3,787.3             | 3,588.5     | 3,506.0             |             |                 |             |       |
| 07 - Absorción de agua (%)                                       | 7.6                 | 8.4         | 8.8                 |             |                 |             |       |
| Penetración  |                     |             |                     |             |                 |             |       |
| Factor Anillo: Carga (kgf) = Lectura Dial * 4.2491345 * 27.32018 |                     |             |                     |             |                 |             |       |
| Molde  | 1 [56 Golpes]       |             | 2 [25 Golpes]       |             | 3 [12 Golpes]   |             | Tareo |
| PEN. (mm)  | Lec. Dial           | Carga [Kgf] | Lec. Dial           | Carga [Kgf] | Lec. Dial       | Carga [Kgf] |       |
| 0.0  | 0.0                 | 0.0         | 0.0                 | 0.0         | 0.0             | 0.0         |       |
| 0.63   | 13.0                | 85.2        | 10.0                | 79.4        | 4.0             | 44.9        |       |
| 1.3  | 27.0                | 142.8       | 21.0                | 117.2       | 10.0            | 70.4        |       |
| 1.9  | 39.0                | 190.8       | 25.0                | 138.4       | 11.0            | 74.7        |       |
| 2.5  | 46.0                | 223.36      | 30.0                | 155.39      | 16.0            | 85.91       |       |
| 3.2  | 69.0                | 321.1       | 50.0                | 240.4       | 23.0            | 125.7       |       |
| 3.8  | 97.0                | 440.1       | 55.0                | 265.9       | 30.0            | 155.4       |       |
| 5.08   | 120.0               | 537.8       | 65.0                | 304.1       | 36.0            | 180.9       |       |
| 7.6  | 152.0               | 673.8       | 75.0                | 359.4       | 42.0            | 206.4       |       |
| 10.16  | 182.0               | 801.3       | 90.0                | 410.3       | 52.0            | 249.9       |       |
| 12.7   | 215.0               | 941.9       | 104.0               | 489.8       | 61.0            | 287.1       |       |
| Carga (%)  | 223.36 kgf. [16.4%] |             | 155.39 kgf. [11.4%] |             | 85.91 kgf. [7%] |             |       |

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Miguel Solar Jara  
 Profesor de Laboratorio Civil



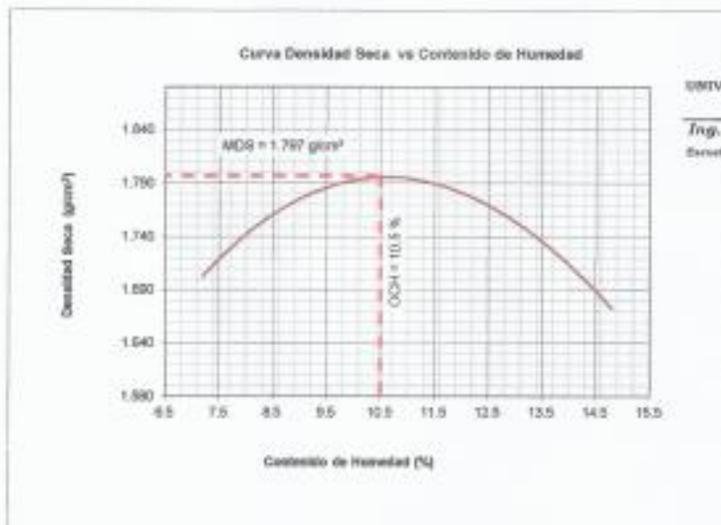
**PROCTOR MODIFICADO-EXPERIMENTAL 10%**

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

**SOLICITA :** Miranda Julcamero Jonathan Antonino  
**TESIS :** Capacidad de soporte del suelo con adición de la savia de sábila en la carretera no pavimentada al Centro poblado Tangay - Nuevo Chimbote. Año 2020  
**CANTERA :** CALICATA-2  
**FECHA :** 23/06/2021  
**LUGAR :** NVO.CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

| Metodo Compactación:                              | "A"                          | Número de Golpes |        |        |
|---|------------------------------|------------------|--------|--------|
| Energía de Compactación Stander                   | 27.7 Kg.cm / cm <sup>3</sup> |                  |        |        |
| 01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)                | 3695                         | 3775             | 3840   | 3785   |
| 02 - Peso del Molde (g)                           | 1975.0                       | 1975.0           | 1975.0 | 1975.0 |
| 03 - Peso Suelo Humedo (g)                        | 1720.0                       | 1800.0           | 1865.0 | 1810.0 |
| 04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )         | 942.2                        | 942.2            | 942.2  | 942.2  |
| 05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )   | 1.826                        | 1.911            | 1.980  | 1.921  |
| 06 - Tamo N°                                      | 01                           | 02               | 03     | 04     |
| 07 - Peso suelo humedo + tamo (g)                 | 720.0                        | 640.0            | 695.0  | 665.0  |
| 08 - Peso suelo seco + tamo (g)                   | 685.0                        | 595.0            | 635.0  | 600.0  |
| 09 - Peso del agua (g)                            | 35.0                         | 45.0             | 60.0   | 65.0   |
| 10 - Peso del tamo (g)                            | 200.0                        | 65.0             | 55.0   | 60.0   |
| 11 - Peso suelo seco (g)                          | 485.0                        | 530.0            | 580.0  | 440.0  |
| 12 - Contenido de Humedad (%)                     | 7.2                          | 8.5              | 10.3   | 14.8   |
| 13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.703                        | 1.781            | 1.795  | 1.673  |

Contenido Óptimo Humedad **10.56 %** Densidad Seca Máxima, **1.797 g/cm<sup>3</sup>**



**Anexo N° 04**  
**Panel fotográfico**



*Figura 18 y 19.* Extracción del suelo de la calicata N° 1.





*Figura 20.* Extracción de suelo de la calicata N° 2.



*Figura 21.* Obtención de la sábila en Huacacorral

## **Anexo N° 05**

### **Plano de ubicación de calicatas**

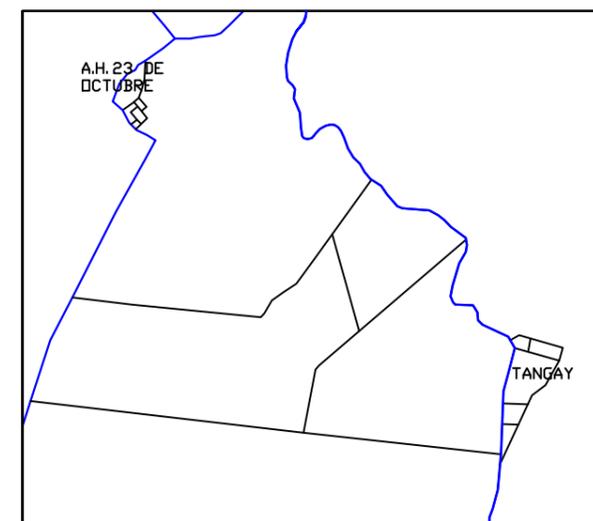


COORDENADAS:  
 ESTE:772154 m E  
 NORTE:9000691 m S

☒ CALICATA 2

KM 10+700 DEL TRAMO:  
 AL CENTRO POBLADO  
 TANGAY

PROFUNDIDAD:  
 1.50 m



### LOCALIZACIÓN



COORDENADAS:  
 ESTE:771804 m E  
 NORTE:9000887 m S

☒ CALICATA 3

KM 11+200 DEL TRAMO:  
 AL CENTRO POBLADO  
 TANGAY

PROFUNDIDAD:  
 1.50 m

### LEYENDA

|  |   |
|--|---|
|  | CARRETERA NO PAVIMENTADA AL CENTRO POBLADO TANGAY |
|  | UBICACION. CALICATA                               |



COORDENADAS:  
 ESTE:772258 m E  
 NORTE:9000235 m S

☒ CALICATA 1

KM 10+200 DEL TRAMO:  
 AL CENTRO POBLADO  
 TANGAY

PROFUNDIDAD:  
 1.50 m



CAPACIDAD DEL SOPORTE DEL SUELO CON ADICIÓN DE LA SAVIA DE SÁBILA EN LA CARRETERA NO PAVIMENTADA AL CENTRO POBLADO TANGAY - NUEVO CHIMBOTE. AÑO 2020.

DEPARTAMENTO: ANCASH      PROVINCIA: SANTA      DISTRITO: NVO. CHIMBOTE

PLANO: **UBICACION DE CALICATAS**

BACHILLER: MIRANDA JULCAMORO JONATHAN ANTONINO      Nº DE LAMINA:

ASIGNATURA: SEMINARIO DE TESIS      ESCALA: S/E      FECHA: MARZO - 2021

**UC - 01**