

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil

Autora:

Melissa Soledad Salcedo Espinoza

Asesora:

Ing. Anita Elizabet Alva Sarmiento

Cajamarca - Perú

2021



## DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado principalmente a Dios por ser padre y creador, camino, verdad y vida; por tu gran amor y bondad hacia las personas. A Doris Espinoza Rodríguez, por ser la madre incondicional y que en vida me demostró su inmenso amor, a través de sus enseñanzas, consejos, a Wilder Eli Salcedo Zamora, por ser la persona más luchadora y comprensible del mundo, por ser padre y amigo, por aconsejarme y apoyarme incondicionalmente en todo momento. Y a mis hermanos; Jenny, Omar, Richard, José y Ever por estar allí conmigo en las buenas y en las malas, por aconsejarme cuando cometí errores, por apoyarme en el logro de mis metas.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi familia y sobre todo a mi padre Wilder Eli Salcedo Zamora, por apoyarme en el logro de mi profesión, gracias Papá, por ti soy lo que soy. A mi asesora Ing. Anita Elizabet Alva Sarmiento, por su valioso tiempo, apoyo, colaboración, recomendaciones y enseñanzas para el desarrollo del presente proyecto de investigación. A la Universidad Privada del Norte y a la Facultad de Ingeniería Civil, por los conocimientos adquiridos en sus aulas, por el apoyo en mi formación profesional y personal.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO II. MÉTODO .....</b>	<b>24</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS.....</b>	<b>35</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO N°1.....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO N°2.....</b>	<b>136</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Simbología de suelos .....	18
<b>Tabla 2</b> Cantidad de producto por metro cuadrado.....	20
<b>Tabla 3</b> Cantidad de producto por metro cuadrado.....	21
<b>Tabla 4</b> Grupo de participantes .....	27
<b>Tabla 5</b> Ubicación de muestras de estudio de las investigaciones con estabilización del SISTEMA CONSOLID de acuerdo a la región.....	35
<b>Tabla 6</b> Índice de plasticidad sin estabilización del SISTEMA CONSOLID.....	37
<b>Tabla 7</b> Máxima densidad seca sin y con estabilización del SISTEMA CONSOLID .....	38
<b>Tabla 8</b> Óptimo contenido de humedad sin y con estabilización del SISTEMA CONSOLID .....	39
<b>Tabla 9</b> California Bearing Ratio sin y con estabilización del SISTEMA CONSOLID .....	40
<b>Tabla 10</b> Ubicación de las muestras de estudio de las investigaciones con estabilización de TERRASIL + CEMENTO de acuerdo a la región.....	42
<b>Tabla 11</b> Máxima densidad seca sin y con estabilización de TERRASIL + CEMENTO .....	42
<b>Tabla 12</b> Óptimo contenido de humedad sin y con estabilización del TERRASIL + CEMENTO .....	43
<b>Tabla 13</b> California Bearing Ratio sin y con estabilización de TERRASIL con CEMENTO.....	45
<b>Tabla 14</b> Muestras de estudio de las investigaciones con estabilización de PROES + CEMENTO de acuerdo a la región.....	46
<b>Tabla 15</b> Máxima densidad seca sin y con estabilización de PROES + CEMENTO.....	48

<b>Tabla 16</b>	Óptimo contenido de humedad sin y con estabilización de PROES + CEMENTO	49
<b>Tabla 17</b>	California Bearing Ratio sin y con estabilización de PROES + CEMENTO	50
<b>Tabla 18</b>	Ubicación de la muestra de estudio de investigaciones con estabilización de BISCHOFITA de acuerdo a la región	52
<b>Tabla 19</b>	Índice de plasticidad sin y con estabilización de BISCHOFITA	52
<b>Tabla 20</b>	Máxima densidad seca sin y con estabilización de BISCHOFITA	53
<b>Tabla 21</b>	Óptimo contenido de humedad sin y con estabilización de BISCHOFITA	54
<b>Tabla 22</b>	California Bearing Ratio sin y con estabilización de BISCHOFITA	56
<b>Tabla 23</b>	California Bearing Ratio con estabilizantes (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL + CEMENTO, PROES + CEMENTO Y BISCHOFITA)	57
<b>Tabla 24</b>	Ubicación de la muestra de estudio de investigaciones con estabilización de CONSOLID-444, TERRASIL, PROES y CLORURO DE MAGNESIO de acuerdo a la región	59
<b>Tabla 25</b>	Máxima densidad seca sin y con estabilización de CONSOLID-444, TERRASIL, PROES y CLORURO DE MAGNESIO	60
<b>Tabla 26</b>	Óptimo contenido de humedad sin y con estabilización de CONSOLID-444, TERRASIL, PROES y CLORURO DE MAGNESIO	62
<b>Tabla 27</b>	California Bearing Ratio sin y con estabilización de CONSOLID-444, TERRASIL, PROES, CLORURO DE MAGNESIO	63
<b>Tabla 28</b>	California Bearing Ratio con estabilización de SISTEMA CONSOLID, TERRASIL + CEMENTO, PROES + CEMENTO Y BICHOFITA y CONSOLID, TERRASIL, PROES Y CLORURO DE MAGNESIO	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Sistema CONSOLID-444.....	19
<b>Figura 2</b> Variación de los arreglos de partículas por efecto del CONSOLID-444 .....	20
<b>Figura 3</b> Ficha de revisión bibliográfica y el resumen.....	30
<b>Figura 4</b> Ficha de los ensayos realizados en los laboratorios de mecánica de suelos.....	31
<b>Figura 5</b> Flujoograma de la investigación.....	34
<b>Figura 6</b> Muestras de estudio de las investigaciones con estabilización del SISTEMA CONSOLID de acuerdo a la región .....	36
<b>Figura 7</b> Índice de plasticidad sin estabilización del SISTEMA CONSOLID .....	37
<b>Figura 8</b> Máxima densidad seca sin y con estabilización del SISTEMA CONSOLID .....	38
<b>Figura 9</b> Óptimo contenido de humedad sin y con estabilización del SISTEMA CONSOLID .....	39
<b>Figura 10</b> California Bbearing Ratio sin y con estabilización del SISTEMA CONSOLID...41	
<b>Figura 11</b> Máxima densidad seca sin y con estabilización de TERRASIL + CEMENTO.....43	
<b>Figura 12</b> Óptimo contenido de humedad sin y con estabilización de TERRASIL + CEMENTO .....	44
<b>Figura 13</b> California Bearing Ratio sin y con estabilización de TERRASIL con CEMENTO .....	45
<b>Figura 14</b> Ubicación de las muestras de estudio en investigaciones con estabilización de PROES + CEMENTO de acuerdo a la región .....	47
<b>Figura 15</b> Máxima densidad seca sin y con estabilización de PROES + CEMENTO .....	48

<b>Figura 16</b> Óptimo contenido de humedad sin y con estabilización de PROES + CEMENTO .....	49
<b>Figura 17</b> California Bearing Ratio sin y con estabilización de PROES + CEMENTO .....	51
<b>Figura 18</b> Índice de plasticidad sin y con estabilización de BISCHOFITA .....	53
<b>Figura 19</b> Máxima densidad seca sin y con estabilización de BISCHOFITA.....	54
<b>Figura 20</b> Óptimo contenido de humedad sin y con estabilización de BISCHOFITA.....	55
<b>Figura 21</b> California Bearing Ratio sin y con estabilización de BISCHOFITA.....	56
<b>Figura 22</b> California Bearing Ratio con estabilizantes (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL + CEMENTO, PROES + CEMENTO Y BISCHOFITA) .....	58
<b>Figura 23</b> Muestras de estudio de las investigaciones con estabilización de CONSOLID-444, TERRASIL, PROES y CLORURO DE MAGNESIO de acuerdo a la región .....	60
<b>Figura 24</b> Máxima densidad seca sin y con estabilización de CONSOLID-444, TERRASIL, PROES y CLORURO DE MAGNESIO.....	61
<b>Figura 25</b> Óptimo contenido de humedad sin y con estabilización CONSOLID-444, TERRASIL, PROES y CLORURO DE MAGNESIO .....	62
<b>Figura 26</b> California Bearing Ratio con estabilización de CONSOLID-444, TERRASIL, PROES, CLORURO DE MAGNESIO.....	64
<b>Figura 27</b> California Bearing Ratio con estabilización de SISTEMA CONSOLID, TERRASIL + CEMENTO, PROES + CEMENTO Y BISCHOFITA y CONSOLID, TERRASIL, PROES Y CLORURO DE MAGNESIO .....	66



## RESUMEN

La investigación se realizó con el objetivo de analizar las características físico-mecánicas de los suelos que han sido mejorados con la utilización de estabilizadores en la capacidad portante para pavimentos a nivel de afirmado, y con base a los resultados de las tesis estudiadas, es proponer la utilización del estabilizador que brinde un aumento considerable a la sub rasante y permitan disminuir los espesores del pavimento a nivel de afirmado, en la región Cajamarca. Se tiene un enfoque cualitativo, en el cual, se tuvo como grupo de participación a 20 investigaciones con estabilizantes (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL, PROES y BISCHOFITA). Se utilizó como instrumento las fichas de recolección de información para la sistematización. En los resultados, se evidencia que la incorporación de los estabilizantes incrementa la capacidad portante; determinando que el 79% de investigaciones tienen una sub rasante excelente, el 5% de las investigaciones se encuentran en una sub rasante buena y el 16% se encuentra en una sub rasante regular. La hipótesis se cumple, dado que, la caracterización de los estabilizantes mejora la capacidad portante del pavimento, disminuyen el índice de plasticidad, evaporizando el agua, impermeabilización del suelo y, por ende, en un diseño de pavimento se disminuye el espesor del pavimento a nivel de afirmado.

**Palabras clave:** Estabilizadores (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL, PROES y BISCHOFITA), Pavimentación, Capacidad portante.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La construcción en las vías de transporte ha ido evolucionando para mejorar los beneficios socio-económico en la sociedad, en cuanto a una mejor calidad de vida. Sin embargo, “Las primeras vías de circulación terrestre fueron trazadas en la antigüedad por el continuo transporte de personas y animales se trataba de los senderos y atajos” (Lafebre, 1981, p.11). Al transcurrir el tiempo, los nuevos avances tecnológicos como los vehículos de rueda, obligó a la población a construir carreteras. “En el mundo occidental, las carreteras propiamente dichas surgen con el desarrollo del imperio romano” (Lafebre, 1981, p.11). De acuerdo al incremento de exportar e importar sus productos comerciales, se observó grandes inconvenientes en las carreteras como el polvo y el fango, es por ello que, la población comenzó a mejorar las construcciones de las carreteras. En este momento el desarrollo de la construcción en las vías de transporte es un factor muy importante a nivel mundial, trayendo progreso y desarrollo a la sociedad. La mayoría de las redes viales se encuentran no pavimentadas por no contar con un presupuesto en obras públicas, además, por contener en su mayoría un tipo de suelo arenoso o arcilloso que conlleva a diferentes problemas como: fisuras, asentamientos y desgaste de la capa de rodadura.

En Argentina, “desde 1900 las vías de comunicación fueron las fluviales, el primer intento vial se hizo procurando comunicar la colonia con los ríos, no eran propiamente caminos” (Sánchez, 1997, p.67). Desde entonces, la construcción vial terrestre fue creciendo lentamente, pero sin parar, porque un pueblo con calles en malas condiciones no podrá efectuar un desarrollo de progreso. “Se realizaron los primeros estudios sobre el comportamiento de los pavimentos (1920 – 1950)” (Instituto del Cemento Portland Argentino, 2016, p.13), esto

motivó a buscar nuevos métodos de cómo mejorar la construcción de carreteras pavimentadas y no pavimentadas para progresar y traer desarrollo a las colonias.

CEPAL (1988) en su investigación la evolución de las redes de transporte terrestre en américa latina:

Brasil ha debido desplegar grandes esfuerzos en la construcción de carreteras, desde que iniciara en 1960, la gigantesca tarea de trasladar su capital a Brasilia, como gran parte de sus planes geopolíticos para extender la frontera agrícola e importar a la producción los territorios interiores. (p.15).

Es por ello que, a lo largo de su historia han buscado mejorar sus carreteras pavimentadas y no pavimentadas, para que sus ciudades estén en constante avance hacia el progreso. Así mismo, hoy en día cuentan con diversas empresas que elaboran diferentes productos químicos como estabilizantes que ayudan a mejorar la construcción de vías terrestres.

Alegre (2016) describe que el Perú es un país que cuenta con ciudades que se encuentran en distintas fases de crecimiento y que enfrentan diferentes retos acordes a su geografía y a sus actividades económicas principales. Sin embargo, un problema común, es la falta de un adecuado sistema de transporte, que facilite los desplazamientos de personas y bienes materiales (p.5). Las vías de comunicación más utilizadas dentro del territorio peruano son las vías terrestres, dentro de éstas se encuentran los caminos, carreteras y trochas, las mismas que permiten optimizar los tiempos de recorrido de los vehículos debido al diseño de su capa de rodadura. Es así que, un buen diseño de estas carreteras es necesario para garantizar su correcto desempeño y durabilidad.

En la Región de Cajamarca, según datos brindados por el Diagnóstico de la situación de las brechas de infraestructura o de acceso a servicios (2020), la ciudad cuenta con una red

vial de 14649.18 km, los cuales están distribuidos de la siguiente manera: 1738.94 km pertenecen a la red vial nacional, mientras que, 886.42 km corresponde a la red vial departamental y 12023.82 km se distribuyen en la red vial vecinal. Haciendo un total de 13112.01 km entre las redes viales antes mencionadas, que no se encuentran pavimentadas. A la falta de vías en buenas condiciones, la población es afectada en el servicio de salud, turismo y en sus actividades agrícolas y ganaderas.

Hilario (2015) en su investigación con estabilizador químico de cloruro de magnesio destaca el significado de estabilización de suelos:

Llamamos estabilización de un suelo al proceso mediante el cual se someten los suelos naturales a cierta manipulación o tratamiento de modo que podamos aprovechar sus mejores cualidades, capaz de soportar los efectos del tránsito y las condiciones de clima más severas (p.24).

En la actualidad, con los nuevos avances tecnológicos, se utilizan estabilizadores químicos, que sirven para mejorar las propiedades del suelo. Los estabilizantes son utilizados para la construcción de una vía terrestre, además, ayudan a mejorar daños o manifestaciones de deterioro en la superficie del afirmado. Ante esta situación, es importante estudiar las características que presentan los estabilizantes para mejorar la capacidad portante del pavimento a nivel de afirmado, y disminuir los espesores de la sub base y la base.

Álvarez (2015) en su investigación de estabilización química resalta la importancia de del uso de estabilizantes químicos:

La estabilización química si trae beneficios técnicos tanto para el incremento de resistencia a la compresión como para reducción de los índices de plasticidad. La resistencia a la compresión no solo es aumentada para suelos secos, sino también para

suelos sumergidos, cosa que se crea un ambiente muy prometedor para el desempeño técnico de estos productos” (p.47).

Es decir, la industria de la construcción vial, se ha desarrollado gracias al implemento de estabilizadores químicos, ya que, con éste se producen aditivos para mejorar las características del suelo, que es el principal objetivo de construcción vial utilizado hoy en día, gracias a sus propiedades de trabajabilidad, tiempo, durabilidad y costo, lo convierte en un excelente suelo para la utilización en vías, disminuyendo así, los espesores de las capas.

Se ha demostrado en diversas investigaciones, que, a partir de diferentes tipos de estabilizadores químicos, se logran incrementar las propiedades mecánicas del suelo, además, de incrementar su durabilidad por medio de la impermeabilización que produce este producto. Estos estabilizadores químicos pueden mejorar tanto la resistencia como también la estabilidad del suelo, cuando son utilizadas en taludes y en suelos de baja resistencia, esto es debido a que, el suelo es arcilloso y húmedo, producido por la hidratación excesiva, provocada por temporadas invernales.

Por las razones descritas anteriormente, la inclusión de los estabilizantes químicos permitirá mejorar las vías terrestres de acceso en nuestra región, y así mejorar la calidad de vida de la población cajamarquina. En tal sentido, surge la necesidad de un estudio, que demuestre los beneficios de los estabilizantes químicos en los diferentes tipos de suelos, además, de elaborar una propuesta de diseño de pavimento a nivel de afirmado, donde se observará la reducción de capas del pavimento.

Teniendo en cuenta la problemática, surge como pregunta de investigación: ¿Qué características físico-mecánicas de los suelos a nivel de sub rasante mejoran la utilización de estabilizadores para pavimentos a nivel de afirmado? De esta manera, el objetivo principal de la investigación, es identificar la caracterización del uso de los estabilizantes químicos para

mejorar la capacidad portante del pavimento a nivel de afirmado; y como objetivos específicos: recopilar la información necesaria de los estabilizadores (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL, PROES y BISCHOFITA). Además, describir las propiedades físico-mecánicas de los suelos a nivel de sub rasante, comparando los resultados de los estabilizadores (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL, PROES y BISCHOFITA) que han sido utilizados para mejorar la capacidad portante del pavimento a nivel de afirmado, y con base a los resultados de las tesis analizadas, proponer la utilización del estabilizador que brinde un aumento considerable a la sub rasante ( $CBR \geq 6\%$ ) y permitan disminuir los espesores del pavimento a nivel de afirmado, en la región Cajamarca.

Finalmente, a la pregunta de investigación se propone como respuesta la siguiente hipótesis: La utilización de estabilizadores mejora la capacidad portante (CBR) de los suelos a nivel de sub rasante, el cual, permite disminuir el espesor del pavimento a nivel de afirmado.

A continuación, los resultados de otras investigaciones con relación al tema planteado a nivel nacional, realizados en los últimos años.

Llano, Ríos & Restrepo (2020) en su investigación denominada: “EVALUATION OF TECHNOLOGIES FOR STABILIZATION OF ROAD SOILS USING ACCELERATED WEATHERING. A STRATEGY FOR ANALYSIS OF IMPACTS ON BIODIVERSITY”, tuvo como objetivo estudiar los estabilizantes químicos: polímeros, aceites sulfonados, enzimas, silano, cal, cemento y zeolita (p.17). En sus resultados se evidencia que el óptimo contenido de humedad disminuye entre 1% y 2% respecto a la muestra sin aditivo (p.8). Además, los materiales evaluados mostraron desempeños adecuados para objetivos de mejoramiento de propiedades ingenieriles del suelo, al presentar mayores resistencias mecánicas respecto al suelo natural, destacándose los productos de naturaleza puzolánica (p.13).

Gutiérrez & Ceron (2020) en su investigación de tesis denominada: “ANÁLISIS DE LA OPTIMIZACIÓN DEL SUELO DE LA BASE CON ADITIVOS QUÍMICOS TERRASIL PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS INDUSTRIALES DEL ALMACÉN DE CONCENTRADOS MINEROS – ALMACENES LOGISMINSA, VENTANILLA - CALLAO”, tuvo como objetivo analizar la mejora de la capacidad de soporte del suelo en la base del pavimento industria con distintas dosificaciones del aditivo químico Terrasil en el almacén de concentrados mineros Logisminsa en el distrito de ventanilla. (p.18). En su resultado el uso del aditivo Terrasil alcanzó los valores mínimos de resistencia del suelo según lo estipulado por el Manual de Carreteras, Suelo y Pavimentos, concluyéndose que frente a una mayor concentración de aditivo químico Terrasil, el CBR tiende a elevarse de manera continua mas no proporcional, lo cual se corroboró mediante ensayos de CBR con dosificaciones de 0.5 l/m<sup>3</sup> y 0.9 l/m<sup>3</sup> obteniendo valores de CBR de 93.5%, 103.2% y 107.9% respectivamente, aumentando el valor de CBR en la relación al suelo en estudio (A-1-a(0)) un 7.5% 17.2% y 21.1% respectivamente. (p.91).

Díaz (2018) en su investigación de tesis denominada: “ESTUDIO DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON EL SISTEMA CONSOLID PARA MEJORAR EL CAMINO VECINAL YÁNTALO – C.P.M. BUENOS AIRES, MOYOBAMBA – SAN MARTÍN, 2016”, tuvo como objetivo realizar el estudio estabilización de suelos a nivel de sub rasante con el Sistema Consolid en el camino vecinal Yánalo – C.P.M. Buenos Aires, provincia de Moyobamba – San Martín 2016. (p.22). De acuerdo a sus resultados la dosificación más óptima de los aditivos para obtener una sub rasante buena (CBR=11-19%) para un suelo tipo CL (arcilla de baja plasticidad) es de 0.007 lt de Consolid por metro cuadrado, el cual puede variar según la dosificación, para nuestro caso tenemos un CBR máximo 13.57% (p. 35).

Paiva (2020) en su investigación de tesis denominada: “INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO PARA SU USO EN LA CARRETERA HUANCARAY – SAN ANTONIO DE CACHI KM. 21+370 AL 21+870, REGIÓN APURIMAC, 2020”, tuvo como objetivo determinar la influencia del uso del cloruro de magnesio en la estabilización del suelo en la carretera Huancaray – San Antonio de Cachi km.21+370 al 21+870, Región Apurimac,2020. (p.7). En los resultados obtenidos se puede evidenciar que se incrementa el porcentaje de cloruro de magnesio, aumenta la capacidad de soporte (CBR) siendo así 21.9% para la muestra control sin agregado de  $MgCl_2$  y 83.6% para la muestra experimental con 5%, siendo esta última la dosificación óptima para estabilizar el suelo ya que cumple a lo indicado en la norma MTC E132 y Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción (EG-2013). (p.60).

Castillo (2018) en su investigación de tesis denominada: “INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS ENTRE LOS SECTORES CALAMARCA – HUASO, LA LIBERTAD, 2018”, tuvo como objetivo determinar la influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como sub rasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca – Huaso, La Libertad, 2018. (p.17). En sus resultados se reflejó en tres puntos de la carretera donde el suelo era inadecuado, a los cuales se les añadió el aditivo PROES, de tal forma que el CBR del suelo del Km 2+500 aumentó del 6.90% al 109.80%, del Km 5+500 pasó de 7.57% a 116.40%, y del Km 8+500 aumentó de 7.54% a 114.28%, lo cual indica que el aditivo mejoró el CBR del suelo en más de quince veces. (p.108).



De los antecedentes anteriores se ha podido determinar una base teórica que permitirán un buen desarrollo para esta investigación:

**SUELO:** “Es una delgada capa sobre la corteza terrestre de material que proviene de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ella se asientan” (Crespo, 2004, p.18).

**TIPOS DE SUELO:** Existen diferentes tipos de suelo los cuales se diferencian en su composición, textura, color, propiedades mecánicas y físicas, a continuación, se nombrará las más comunes:

**Gravas:** “Son acumulaciones sueltas de fragmento de rocas que tienen más de dos milímetros de diámetro. Tiene como origen, cuando son acarreadas por las aguas las gravas sufren desgaste en sus aristas y son, por lo tanto, redondeadas. Estas partículas tienen a varias su tamaño los cuales son de 7.62 cm (3”) hasta 2.0 mm” (Crespo, 2004, p.21).

**Arenas:** “Es el nombre que se le da a los materiales de grano finos procedentes de la denudación de las rocas o de la trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 2 mm y 0.05 mm de diámetro” (Crespo, 2004, p.22).
















**Limos:** “Son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser limo inorgánico como el producido en canteras, o limo orgánico como el que suele encontrarse en los ríos, siendo en este último caso de características plásticas. Su diámetro varía entre 0.05 mm hasta 0.005 mm” (Crespo, 2004, p.22)

**Arcillas:** “Son partículas sólidas con diámetro menor a 0.005 mm y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua” (Crespo, 2004, p.22).

**CLASIFICACIÓN DE SUELOS:** Existen dos sistemas de clasificación de suelos que son el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUSC) y la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AAHSTO). En esta investigación usaremos la clasificación del SUSC que es la más usada en las investigaciones analizadas.

**Tabla 1**

## Simbología de suelos

DIMENSIONES MAYORES	SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN	
	SUCS	GRÁFICO		
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
SUELOS GRANULARES	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLA (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS		Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS

*Nota:* Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones 2018

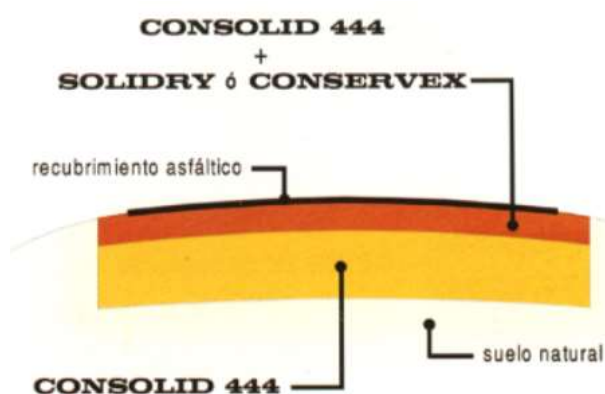
**ESTABILIZACIÓN DE SUELOS:** “Se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizadores, por lo general se realizan en los suelos de sub rasante inadecuado o pobre, en este caso son conocidas como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos diversos. En cambio, cuando se estabiliza una sub base granular o base granular, para obtener un material de mejor calidad se denomina como sub base o base granular tratada (con cemento o con cal o con asfalto, etc.)” (Leon, 2016, pp.15-16).

**SISTEMA CONSOLID (POLÍMEROS):** “Es un sistema de estabilización química de carácter irreversible de suelos, que utiliza el suelo existente en la plataforma, convirtiéndolo en material apto para la construcción. Esta acción brinda un ahorro considerable, pues reduce sustancialmente el aporte de material clasificado de canteras y permite aprovechar el material nativo o existente en la plataforma o a la vera del camino o carretera. También el SISTEMA CONSOLID actúa favoreciendo la compactación y regulando la humedad óptima del suelo, independizando el estado del mismo de las variaciones climáticas como lluvias o sequías. Los aditivos CONSOLID se insertan entre las partículas del suelo formando complejas estructuras moleculares que proceden mediante procesos catalíticos que disminuyen la tensión superficial del agua que circunda dichas partículas de manera tal que la película de agua que las cubre y hace las veces de barrera entre ellas, esparcir permitiendo así su evaporación” (Sistema Consolid, 2015).

Se tiene el CONSOLID 444, CONSERVEX y SOLIDRY (Ver FIGURA 1)

### Figura 1

*Sistema CONSOLID-444*

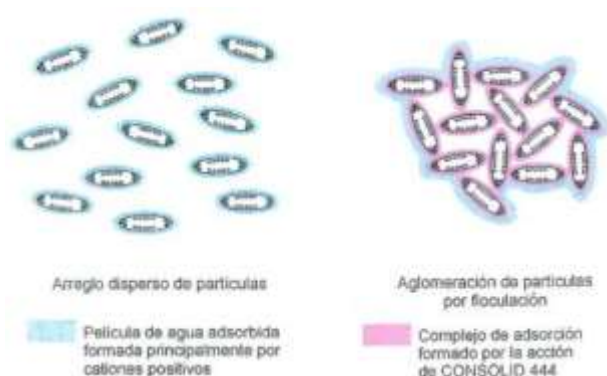


Nota: *Extraído de CONSOLID, 2015.*

**CONSOLID (C-444):** “Es componente líquido induce la aglomeración irreversible de las partículas finas del suelo y de este modo una reducción de la superficie activa del mismo. Actúa sobre el agua absorbida insertándose entre las partículas del suelo formando complejas estructuras moleculares que actúan mediante procesos catalíticos que reduciendo la tensión superficial de agua que circunda dichas partículas. De tal manera, la película de agua que las cubre se dispersa permitiendo así su evaporación. Quedando la cantidad suficiente para la lubricación entre las partículas de suelo, promoviendo una mayor capacidad de compactación y la atracción electromagnética entre ellas proveyendo al suelo una mayor resistencia a la deformación. Los contenidos de agua del suelo, especialmente su saturación capilar, son altamente disminuidos logrando así inhibir prácticamente por completo el ascenso capilar” (Sistema Consolid, 2015).

## Figura 2

*Variación de los arreglos de partículas por efecto del CONSOLID-444*



Nota: *Extraído CONSOLID, 2015*

## Tabla 2

*Cantidad de producto por metro cuadrado*

Espesores a tratar en cm	Dosis Estándar (0.032%)
15 cm	0.10 l/m <sup>2</sup>
20 cm	0.13 l/m <sup>2</sup>
25 cm	0.16 l/m <sup>2</sup>

Nota: *Extraído de CONSOLID, 2015*

**SOLIDRY:** “Es uno de los productos complementario del CONSOLID C-444 y refuerza la protección contra el agua, bloqueando los capilares y permitiendo además que el agua de la superficie no penetre en la capa tratada. El espectro de suelos al que se puede aplicar SOLIDRY es muy amplio, pudiendo ser suelos no plásticos, pero está diseñado principalmente para ser aplicado a suelos de alta plasticidad, llevando su índice plástico a valores tales que el suelo pueda ser trabajado fácilmente. SOLIDRY es un componente sólido del sistema y el que permite en conjunto con el componente líquido CONSOLID (C-444) iniciar el proceso catalítico del suelo estabilizado. Esta propiedad diferencia totalmente al Sistema CONSOLID de otros suelos estabilizados con componentes químicos, enzimáticos, etc., al lograr el Sistema CONSOLID obtener altos valores estructurales del suelo y estables en el tiempo” (Sistema Consolid, 2015).

**Tabla 3**

*Cantidad de producto por metro cuadrado*

Espesores a tratar en cm	Dosis Mínima (1%)	Dosis Estándar (0.032%)	Dosis Máxima (2%)
5 cm	1 kg/m <sup>2</sup>	1.50 kg/m <sup>2</sup>	2.00 kg/ m <sup>2</sup>
7.5 cm	1.50 kg/m <sup>2</sup>	2.25 kg/m <sup>2</sup>	3.00 kg/m <sup>2</sup>
10 cm	2.00 kg/m <sup>2</sup>	3.00 kg/m <sup>2</sup>	4.00 kg/m <sup>2</sup>

Nota: *Extraído de CONSOLID,2015*

**TERRASIL (ORGANOSILANOS):** “Aditivo estabilizador de suelos basado en nanotecnología compuesto por organosilanos que mejora la capacidad portante del suelo, incrementa el CBR, convierte el suelo en hidrófobo, mejora la cohesión, mantiene la transpirabilidad, elimina el índice de plasticidad, reduce los efectos de erosión y es compatible con el medio ambiente. TERRASIL es un aditivo modificador de suelos compuesto al 100% por organosilanos, soluble en agua, estable al calor y la radiación ultravioleta. Su principal acción, por tanto, consiste en la impermeabilización de suelos y subsuelos. impermeabilización

de suelos y subsuelos. Posee grupos silanol, que reaccionan con los silicatos presentes en el suelo, transformando su superficie y confiriéndoles propiedades hidrófobas permanentes. Así, el suelo repelerá las moléculas de agua, impermeabilizándolo y evitando los problemas derivados de la presencia de la misma” (TerraSil, 2015).

**CLORURO DE MAGNESIO O BISCHOFITA:** “Es una sal, cuya composición química es  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ , incoloro, soluble en agua, muy deliquescente al aire húmedo. Para la construcción suelo-cloruro de magnesio este puede utilizarse como sal o salmuera y debe satisfacer los requerimientos establecidos en Proyecto” (Manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción, 2013, p.310), es utilizada como estabilizador químico de suelos ya que reduce el deterioro superficial de las carpetas granulares de rodado, como también controla la emisión de polvo

**TECNOLOGÍA PROES (ACEITE SULFONADO):** “Consiste en la estabilización química de suelos que presentan características de baja capacidad de soporte y que son inestables (arcilla), que luego formarán parte de la estructura de un pavimento. El proceso PROES de estabilización química de suelos (patentado) trata el suelo natural transformando en una base importante, resistente ( $CBR > 100\%$ ) y flexible. También se basa en el mejoramiento estructural de las propiedades del suelo natural. Luego de un estudio de suelos e informe de dosificación, la estabilización se efectúa agregando al suelo la dosificación estudiada de un aditivo sólido (Cemento Portland) y un aditivo líquido PROES100© diluido en el agua” (PROESTECH, 2018).

**AFIRMADO:** “Es la capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificadas naturalmente o semiprocesado de acuerdo a diseño, que se coloca sobre la sub rasante de un camino. Funciona como capa de rodadura y de soporte al tráfico en carreteras no pavimentadas. Estas capas pueden tener tratamiento para su estabilización” (Manual de carreteras, 2014, p.118).

**El CBR:** “Es el valor soporte o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la MDS y a una penetración de carga de 2.54 mm” (Manual de carreteras, 2014, p. 35).

**CAPACIDAD DE SOPORTE:** “carga por unidad de superficie que no produce más que una deformación prevista para diferentes condiciones de carga” (MTC E 1109, 2016, p.1040).

**ESTABILIZACIÓN QUÍMICA:** “Mejoramiento de las propiedades físicas y/o mecánicas de un suelo, mediante la incorporación de un compuesto químico” (MTC E 1109, 2016, p.1040).

**ÍNDICE DE PLASTICIDAD:** “El índice de plasticidad indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP grande corresponde a un suelo muy arcilloso; por el contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso” (Manual de carreteras, 2014, p.31).

Finalmente, la presente investigación busca caracterizar, analizar y clasificar a los estabilizantes: SISTEMA CONSOLID, TERRASIL, PROES Y BISCHOFITA, de acuerdo a sus propiedades, los cuales nos ayudan a mejorar la capacidad portante del afirmado, además de obtener materiales con una resistencia alta, se evitan fisuras, asentamientos y desgaste de la capa de rodadura que se presentan por factores climáticos y actividades humanas. Se diseñó una propuesta de aplicación con el estabilizante que mejore propiedades y otorgue ventajas para mejorar la resistencia, la durabilidad, la trabajabilidad del suelo y reduzca los requerimientos de espesor y el polvo del pavimento. Es una posible solución para mejorar la construcción de carreteras a nivel de afirmado o pavimentadas en la Región de Cajamarca, ya que las vías terrestres son un factor muy importante para el desarrollo socio-económico de la región.

## CAPÍTULO II. MÉTODO

La presente investigación tuvo como elementos metodológicos los siguientes aspectos: pregunta de investigación: ¿Qué características físico-mecánicas de los suelos a nivel de sub rasante mejoran la utilización de estabilizadores para pavimentos a nivel de afirmado? De esta manera el objetivo principal de la investigación, es identificar la caracterización del uso de los estabilizantes químicos para mejorar la capacidad portante del pavimento a nivel de afirmado; y como objetivos específicos: recopilar la información necesaria de los estabilizadores (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL, PROES y BISCHOFITA). Además, describir las propiedades físico-mecánicas de los suelos a nivel de sub rasante, comparando los resultados de los estabilizadores (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL, PROES y BISCHOFITA) que han sido utilizados para mejorar la capacidad portante del pavimento a nivel de afirmado, y con base a los resultados de las tesis analizadas, proponer la utilización del estabilizador que brinde un aumento considerable a la sub rasante ( $CBR > 6\%$ ) y permitan disminuir los espesores del pavimento a nivel de afirmado, en la región Cajamarca. Finalmente, a la pregunta de investigación se propone como respuesta la siguiente hipótesis: La utilización de estabilizadores mejora la capacidad portante (CBR) de los suelos a nivel de sub rasante, el cual, permite disminuir el espesor del pavimento a nivel de afirmado.

Por lo tanto, en la presente investigación se tiene un enfoque cualitativo, porque se describe las cualidades de los estabilizantes de cómo influye en las propiedades del suelo, la investigación cualitativa “es la interpretación de lo visible en una representación, el dato cualitativo es la descripción detallada de situaciones, eventos, personas, interacciones, conductas observadas y sus manifestaciones” (Domínguez, 2019, p.15).

Siguiendo con la investigación, es necesario mencionar que es de tipo aplicable, porque con el estudio y el análisis de los estabilizantes químicos adquirimos nuevos conocimientos,



en cuanto, al comportamiento del suelo para la mejora de la construcción de carreteras en afirmado, así mismo, se determinará si estos pueden ser aplicados en nuestra región. La investigación aplicativa “busca conocer, actuar, construir y modificar una realidad problemática” (Borja, 2016, p.10)

Además, según el número de mediciones es longitudinal, porque se recolectó investigaciones de estabilizadores (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL, PROES y BISCHOFITA) repetidamente durante un periodo de 10 años. La investigación Longitudinal “estudian la evolución del fenómeno a través del tiempo” (Borja, 2016, p.14).

Por otra parte, la investigación según intervención es observacional, porque se describió las características de los estabilizantes y de los suelos estudiados en dichas investigaciones, en cuanto, a su diseño de investigación es descriptiva, porque se realizó la caracterización de los estabilizantes en los diferentes suelos de nuestro Perú. “La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento” (Arias, 2012, p.24).

Cabe mencionar que esta investigación ha realizado la recopilación de información de estudio referente a estabilizadores químicos (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL, PROES y BISCHOFITA), el grupo de estudio consta de 20 investigaciones, como se observa en la tabla 3, por lo tanto, la muestra y población se hizo por un muestreo no probabilístico teniendo en cuenta la técnica por conveniencia, según Otzen & Manterola (2017), nos permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador (p.230).

Para la selección de estas investigaciones se tuvieron los siguientes criterios de inclusión para escoger a las investigaciones más adecuadas para el estudio, los criterios de inclusión que se utilizaron fueron:

- Las investigaciones deben contar con estabilizadores (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL, PROES y BISCHOFITA).
- Las investigaciones son de ámbito nacional.
- El año de publicación debe estar en un rango de tiempo de 2012-2021, es decir 10 años de antigüedad.
- Las investigaciones pertenecen al estudio de pavimentación.
- Los ensayos de las investigaciones corresponden a la sub rasante.

Los criterios de exclusión que se utilizaron fueron:

- La investigación no contiene estabilizantes (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL, PROES y BISCHOFITA).
- Las investigaciones eran referentes a zapatas y albañilería.
- Los ensayos de las investigaciones corresponden a la sub base y al afirmado.
- Las investigaciones pertenecían a universidades de Latinoamérica.

**Tabla 4**

*Grupo de participantes*

N°	INVESTIGACIONES
1	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL C.B.R. E IMPERMEABILIDAD DE UN SUELO ARENO-ARCILLOSO USANDO EL ESTABILIZADOR QUÍMICO SISTEMA CONSOLID.
2	ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018.
3	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO A NIVEL DE SUB RASANTE ESTABILIZANDO CON SISTEMA CONSOLID, EN LA CARRETERA AP-104 ANDAHUAYLAS – APURÍMAC, 2021.
4	ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ENTRE EL USO DEL CLORURO DE SODIO Y EN SISTEMA CONSOLID EN ZONAS URBANAS NO PAVIMENTADAS DE LA URBANIZACIÓN EL PARRAL DEL DISTRITO DE LA VICTORIA, 2020.
5	EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS CON SUELO ESTABILIZADO, UTILIZANDO ADITIVOS QUÍMICOS, EN LA ZONA DE LA SELVA BAJA.
6	ESTUDIO DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON EL SISTEMA CONSOLID PARA MEJORAR EL CAMINO VECINAL YÁNTALO – C.P.M. BUENOS AIRES, MOYOBAMBA – SAN MARTÍN, 2016.
7	ANÁLISIS DE LA OPTIMIZACIÓN DEL SUELO DE LA BASE CON ADITIVO QUÍMICO TERRASIL PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS INDUSTRIALES DEL ALMACÉN DE CONCENTRADOS MINEROS – ALMACENES LOGISMINSA, VENTANILLA – CALLAO.
8	APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL SECTOR DE YUMPE – HUAYLLACAYAN – ANCASH, 2019.
9	INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS CON ENZIMAS ORGÁNICAS TERRASIL Y PERMA ZYME PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE UNA CARRETERA NO PAVIMENTADA, MACHE, OTUZCO, LA LIBERTAD 2019.
10	MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DE LA SUB BASE UTILIZAND TERRASIL EN EL CAMINO VECINAL PUMAHUASI – PORVENIR DE MARONA – HUÁNUCO, 2020.
11	MEJORAMIENTO DE SUELOS DEL TERRENO DE FUNDACIÓN DE LA AV. MARISCAL ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA, CON FINES DE PAVIMENTACIÓN.
12	APLICACIÓN DE LOS ADITIVOS PROES Y CONAID PARA MEJORARLA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE ACCESO AL C.P. BARRAZA, LAREDO, LA LIBERTAD – 2018.
13	INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS ENTRE LOS SECTORES CALMARCA – HUASO, LA LIBERTAD, 2018.
14	ENSAYO DE FIABILIDAD CON ADITIVO PROES PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN EL AA. HH EL MILAGRO, 2016.
15	COMPARACIÓN DEL CLORURO DE MAGNESIO (BISCHOFITA) FRENTE AL CLORURO DE SODIO COMO ESTABILIZANTE QUÍMICO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA VIA A LA CANTERA SANTA RITA, DISTRITO DE PARIÑASTALARA – PIURA, 2018
16	APLICACIÓN DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PALCA CHANA, HUARI, ANCASH.
17	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS APLICANDO ENZIMA ORGÁNICA Y BISCHOFITA EN CARRETERA NO PAVIMENTADA K+840 AL KM 6 +900, CAJAS, JUNIN.
18	APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO (BISCHOFITA) COMO TRATAMIENTO Y ESTABILIZADOR DE LA CAPA DE RODADURA GRANULAR APLICADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA ESPINAR – TINTAYA – MARQUIRI.
19	DISEÑO DE CARRETERA AFIRMADA INCORPORANDO AGREGADO LASTRE CON ADICTIVO QUÍMICO BISCHOFITA, CCASA – CCATINA, DISTRITO MARA, APURICMA 2020.
20	INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO PARA SU USO EN LA CARRETERA HUANCARAY – SAN ANTONIO DE CACHI KM. 21+370 AL 21+870, REGIÓN APURÍMAC, 2020.

*Nota:* Grupo de investigaciones que se eligieron a partir de los criterios de inclusión.

La presente investigación se realizó con la técnica de revisión documental, que, “consiste en detectar, consultar, obtener información relevante y necesaria” (Borja, 2016, pp.33-34). Además, Para este estudio se realizó la búsqueda de investigaciones con estabilizadores químicos, para la recopilación de datos se revisó diferentes bibliotecas virtuales como: el Google académico, que es un buscador que nos permite localizar documentos de carácter académico como: artículos, tesis, libros, entre otros, el filtro con el que cuenta este buscador, permite que los resultados nos aparecen ordenados. También se empleó el buscador Scielo (Scientific Electronic Library Online) que es una página de publicaciones de revistas científicas, así mismo, en el repositorio de la UPN, encontramos una variedad de información, por lo que está suscrita con otras bibliotecas virtuales y revistas científicas, finalmente se consultó en la página de Concytec (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) que es la institución recolectora del SINACYT (Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación Tecnológica) que cuenta con tesis y revistas científicas. La estrategia de búsqueda que se usó para la recolección de artículos son las siguientes: palabras claves: estabilizador químico, pavimentos y capacidad portante, tipo de documento: tesis o artículo y el idioma: español.

“El instrumento de recolección de datos se realizó con fichas que facilitó la sistematización de la información, el ordenamiento de la información y la organización” (Borja, 2016, pp.33-34). Para este estudio se realizó fichas de registro de investigación (resumen y recolección de datos), en los formatos utilizados, se plasmó todos los datos observados en las investigaciones, se revisó literaturas, antecedentes de investigación relacionados con el tema, artículos, normas (NTP/ ASTM). Cada investigación ha tenido que realizar ensayos para determinar las características físicas y mecánicas del suelo sin y con incorporación de estabilizadores químicos.

En el ANEXO N° 1, se presentó los siguientes formatos:


- Ficha de revisión bibliográfica y de resumen.
- Ficha de los ensayos realizados en los laboratorios de mecánica de suelos.

Ficha de revisión bibliográfica y de resumen: en dicha ficha se ubicaron los datos generales de la investigación como: el título, el autor, el tipo de investigación y el URI, el tipo de estabilizador, ubicación de la región geográficas del estrato, el estado de rodadura y propiedades del estabilizador como se puede visualizar en Figura 3.

Ficha de los ensayos realizados en los laboratorios de mecánica de suelos: en la que se plasmó los ensayos encontrados en cada investigación como: índice de plasticidad, máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y california bearing ratio del estrato natural y el estrato con estabilizador químico se visualiza en la Figura 4.

**Figura 3**


*Ficha de revisión bibliográfica y el resumen.*

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"		
<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	<b>ASESOR:</b>	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
<b>UBICACIÓN:</b>	Cajamarca	<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>	03/11/2021
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>			
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
DESCRIPCIÓN			
<b>AUTOR</b>			
<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>	REVISTA CIENTÍFICA	TESIS	
<b>URI</b>			
RESUMEN			
DESCRIPCIÓN			
<b>ESTABILIZADOR</b>	SISTEMA CONSOLID PROES + CEMENTO	TERRASIL + CEMENTO BISCHOFITA	
<b>REGIONES GEOGRAFICAS</b>	COSTA	SIERRA	SELVA
<b>SUPERFICIE DE RODADURA</b>	DETERIORADO	REGULAR	
<b>PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR</b>			
RESPONSABLE		ASESOR	
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
Fecha: / /		Fecha: / /	

*Nota:* Instrumento de recolección de datos.

**Figura 4**

*Ficha de los ensayos realizados en los laboratorios de mecánica de suelos*

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
		<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"							
<b>RESPONSABLE:</b>		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad				<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
<b>UBICACIÓN:</b>		Cajamarca				<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021	
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>									
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS									
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS									
<b>TIPO DE SUELO</b>		SUCS							
		AASHTO							
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS					
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%							
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3						
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%						
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%						
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS									
<b>PORCENTAJE:</b>		CLORURO DE MAGNESIO							
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS					
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%							
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3						
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%						
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%						
RESPONSABLE					ASESOR				
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet				
Fecha: / /					Fecha: / /				

*Nota:* Instrumento de recolección de datos.



La información obtenida en las diferentes investigaciones, se registró, ordenó, analizó e interpretó, mediante hojas de cálculo, realizada con el software Microsoft Office Excel 2016. Además, los datos encontrados en las investigaciones, se realizó mediante el análisis estadístico descriptivo, con el fin de organizar, sintetizar y procesar la información de una mejor manera, utilizando tablas, gráficos comparativos, sobre la información recolectada en fichas de las diferentes investigaciones.

Para el procedimiento de recolección de datos, en la investigación se realizó un proceso planificado paso a paso, para que, de forma coherente se puedan obtener resultados favorables, comenzando con la búsqueda de información, que fue minuciosa con las diferentes investigaciones que contengan estabilizadores químicos y especialmente que sean (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL, PROES y BISCHOFITA). Se continua con la investigación, mediante la utilización de las fichas de medición en el estudio, las mismas que permitieron la recolección de los datos, de acuerdo a los indicadores que se encuentran establecidos en dichos formatos.

En la ficha de revisión bibliográfica y resumen, se recopiló lo más relevante de la investigación, para entender y describir sus propiedades de las muestras estudiadas, se analizaron las características de la vía y el estado del afirmado para definir la calidad del suelo. Seguidamente, en la ficha de los ensayos realizados en los laboratorios de mecánica de suelos se estudió cada ensayo ejecutado, para verificar las propiedades y características.

Posteriormente, el análisis de la información se realizó con los datos obtenidos, se organizó en el software Microsoft Office Excel 2016, por medio de tablas, gráficos comparativos, sobre la información recolectada en fichas de las diferentes investigaciones, además de interpretar la información, dando sentido y significado al análisis. Se realizó un análisis cualitativo que nos permitió obtener la información más detallada. Para los ensayos de

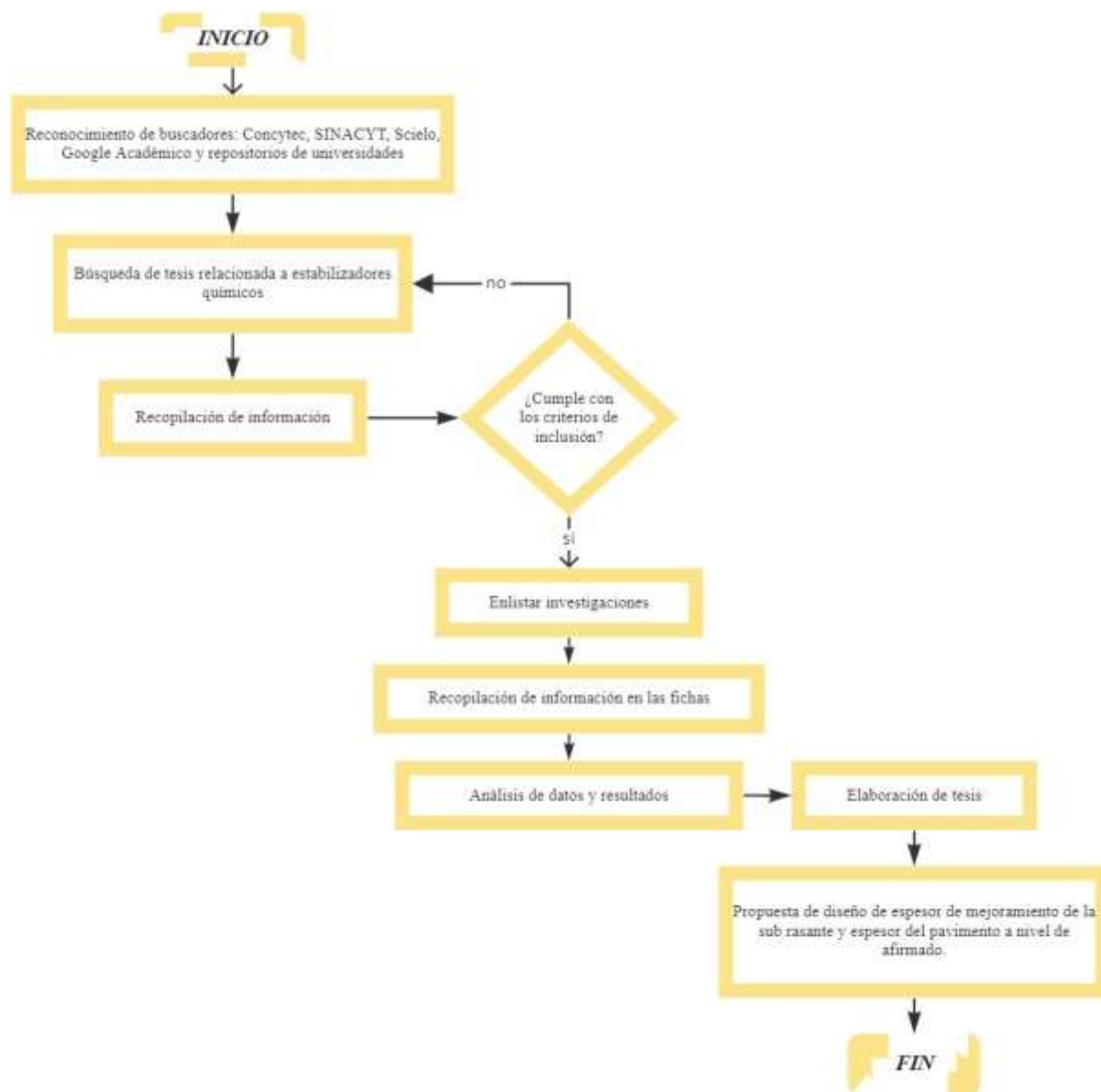


índice de plasticidad, máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y CBRs, se realizó una tabla, donde se identificó el resultado de cada ensayo sin y con estabilizante, el gráfico utilizado para interpretar los resultados es el de barra. De acuerdo a la verificación de la hipótesis, se proponer la utilización del estabilizador que brinde un aumento considerable a la sub rasante (CBR  $\geq$  6%) y permitan disminuir los espesores del pavimento a nivel de afirmado, en la región Cajamarca, ya que, se encuentran muchas vías de comunicación a nivel de afirmado en mal estado, además, es una posible solución para reducir los gastos de su construcción.

Se diseñó una propuesta de estabilización, con base a los datos de CBR del estrato natural del expediente técnico denominado: "Mejoramiento del camino vecinal Emp. PE-3N - Dv. Cumbre Chontambamba - Muya - Dv. Tranca de Pujupe - Moran Lirio - Moran Pata - Moran Alto. En los distritos de Bambamarca y Hualgayoc de la provincia de Hualgayoc - departamento de Cajamarca", realizado por la CONSULTORA GAV SAC, en el año 2021.

**Figura 5**

*Flujograma de la investigación*



*Nota:* Etapas de la investigación.

Por último, en los aspectos éticos se ha tenido en cuenta que, se citó a todas las fuentes que han sido consultadas y consideradas en esta investigación, es decir, respetando los derechos del autor, además, para las investigaciones, se ha obtenido información de páginas web, siendo de libre descarga. Se asegura la transparencia y veracidad de los resultados obtenidos, en vista de que, se han mostrado, sin alterar dato alguno.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

En este apartado, se analizó los resultados correspondientes a los ensayos realizados en las investigaciones estudiadas.

#### Análisis de las investigaciones con estabilización del SISTEMA CONSOLID

##### - Características físico-mecánicas de las calicatas:

Analizamos cada investigación para obtener el contenido de humedad, índice de plasticidad, máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y verificar de acuerdo a las normativas ASTM, NTP y MTC, las características físico-mecánicas de las calicatas sin y con estabilización del SISTEMA CONSOLID. que está compuesto por CONSOLID-444 y SOLIDRY, a continuación, se detalla los resultados de acuerdo al tipo de suelo de cada investigación estudiada.

#### Tabla 5

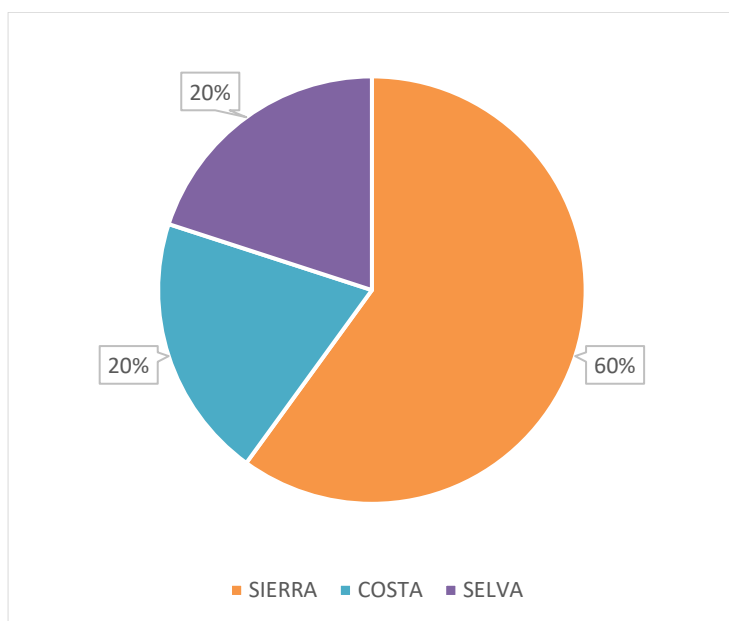
*Ubicación de muestras de estudio de las investigaciones con estabilización del SISTEMA CONSOLID de acuerdo a la región*

INVESTIGACIONES	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN DE LA REGIÓN
EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL C.B.R. E IMPERMEABILIDAD DE UN SUELO ARENO-ARCILLOSO USANDO EL ESTABILIZADOR QUÍMICO SISTEMA CONSOLID. ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018.	T1 - SC	Sierra
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO A NIVEL DE SUB RASANTE ESTABILIZANDO CON SISTEMA CONSOLID, EN LA CARRETERA AP-104 ANDAHUAYLAS – APURÍMAC, 2021.	T2 - CH	Sierra
ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ENTRE EL USO DEL CLORURO DE SODIO Y EN SISTEMA CONSOLID EN ZONAS URBANAS NO PAVIMENTADAS DE LA URBANIZACIÓN EL PARRAL DEL DISTRITO DE LA VICTORIA, 2020.	T3 - CL	Sierra
EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS CON SUELO ESTABILIZADO, UTILIZANDO ADITIVOS QUÍMICOS, EN LA ZONA DE LA SELVA BAJA.	T4 - CL	Costa
	T5 - SM	Selva

Se puede apreciar en la tabla 5, que las investigaciones en su clasificación de suelo han coincidido con el tipo de suelo CL (arcilla de baja media plasticidad) en su muestra de estudio, tiene un porcentaje del 40% superior al tipo de suelo de CH (arcilla de alta plasticidad), SC (Arena arcillosa, mezclas de arena y arcilla) y SM (arenas limosas, mezclas de arena y limo).

### Figura 6

*Muestras de estudio de las investigaciones con estabilización del SISTEMA CONSOLID de acuerdo a la región*



Los datos obtenidos en la figura 6, indican que las investigaciones en su mayoría han coincidido en la toma de la muestra de estudio de acuerdo la región de nuestro país; las muestras en su mayoría se encuentran en los diferentes departamentos de la sierra, mientras que, en la costa y selva que son muy bajos.

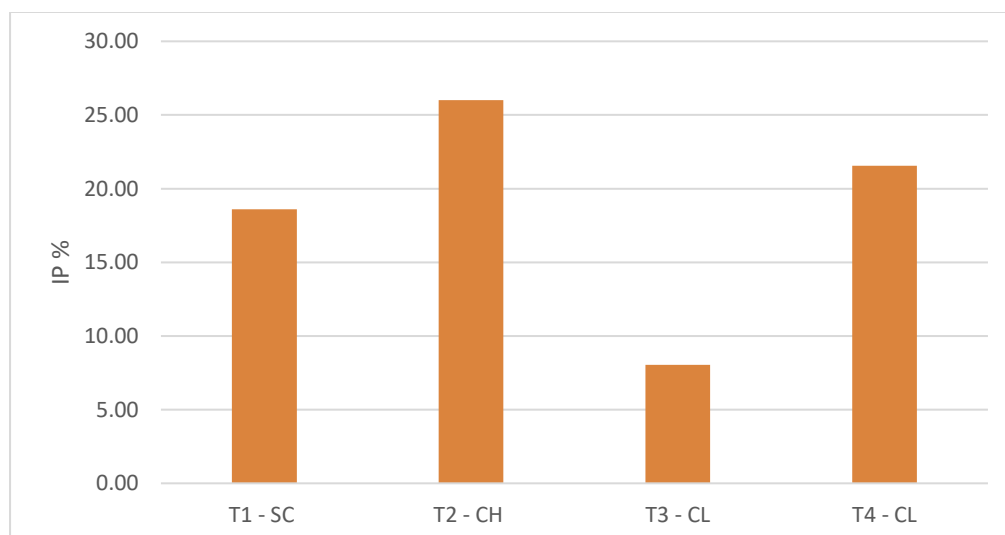
**Tabla 6**

*Índice de plasticidad sin estabilización del SISTEMA CONSOLID*

DESCRIPCIÓN	ÍNDICE DE PLASTICIDAD SIN ESTABILIZADOR	UNIDAD
T1 - SC	18.60	%
T2 - CH	26.00	%
T3 - CL	8.03	%
T4 - CL	21.56	%
T5 - SM	---	%

**Figura 7**

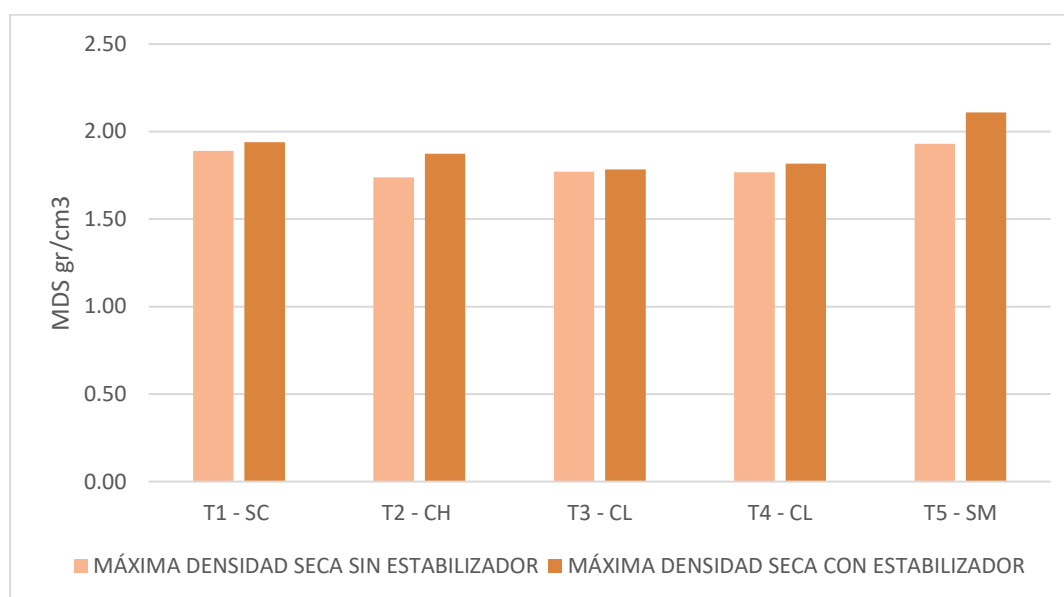
*Índice de plasticidad sin estabilización del SISTEMA CONSOLID*



De los datos obtenidos en la figura 7, de las diferentes investigaciones se tiene que, el tipo de suelo CH (arcilla de alta plasticidad) tiene el mayor porcentaje de Índice de plasticidad, en comparación al SC (Arena arcillosa, mezclas de arena y arcilla) y CL (arcilla de baja media plasticidad).

**Tabla 7**
*Máxima densidad seca sin y con estabilización del SISTEMA CONSOLID*

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE DE ESTABILIZADOR	MÁXIMA DENSIDAD SECA SIN ESTABILIZADOR	MÁXIMA DENSIDAD SECA CON ESTABILIZADOR	UNIDAD
T1 - SC	T1 - 0.24 l/m <sup>3</sup> + 3%	1.89	1.94	gr/cm <sup>3</sup>
T2 - CH	T2 - 0.0045 l/m <sup>3</sup> + 2%	1.74	1.87	gr/cm <sup>3</sup>
T3 - CL	T3 - 0.045% + 0.15%	1.77	1.78	gr/cm <sup>3</sup>
T4 - CL	T4 - 0.045% + 2%	1.77	1.82	gr/cm <sup>3</sup>
T5 - SM	T5 - 0.08 l/m <sup>3</sup> + 0.75%	1.93	2.11	gr/cm <sup>3</sup>

**Figura 8**
*Máxima densidad seca sin y con estabilización del SISTEMA CONSOLID*


En la figura 8, se puede apreciar que la máxima densidad seca lo obtiene el tipo de suelo SM (arenas limosas, mezclas de arena y limo) que es de 1.93 gr/cm<sup>3</sup> sin estabilización, mientras que, con la estabilización aumenta a 2.11 gr/cm<sup>3</sup> de la MDS del suelo. En cuanto al tipo de suelo CH (arcilla de alta plasticidad) es de 1.74 gr/cm<sup>3</sup> siendo el más bajo sin estabilización, sin embargo, con la estabilización aumenta 1.87 gr/cm<sup>3</sup> de la MDS del suelo. El tipo de suelo

Cl (arcilla de baja media plasticidad) aumenta a 1.80 gr/cm<sup>3</sup> en promedio y el SC (Arena arcillosa, mezclas de arena y arcilla) aumenta a 1.94 gr/cm<sup>3</sup> la máxima densidad seca con la estabilización.

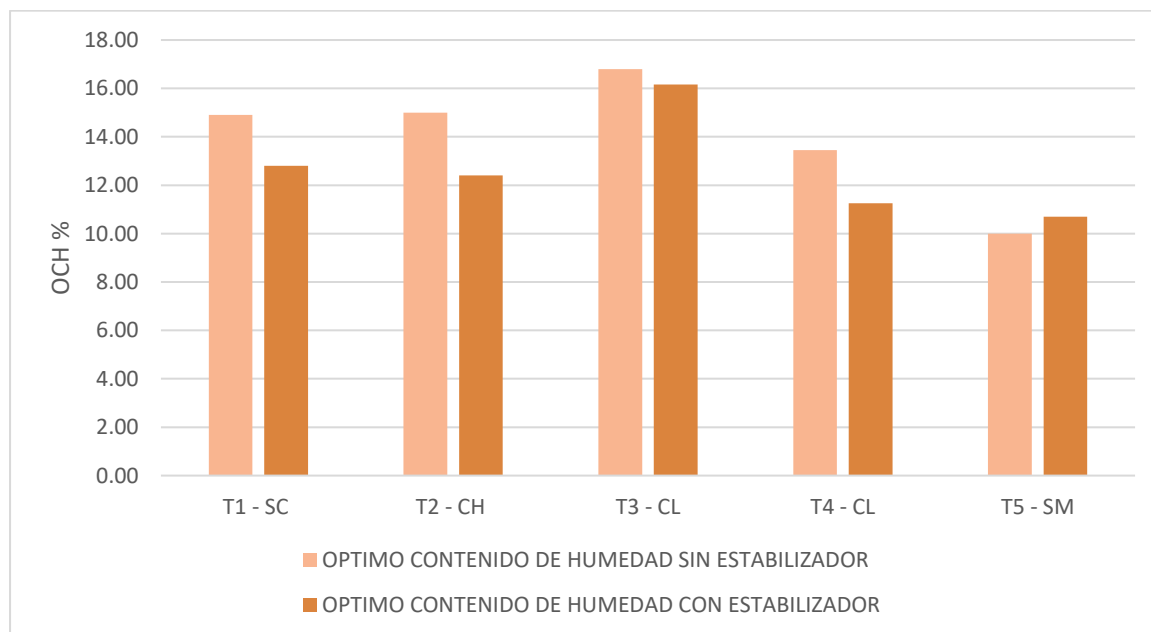
**Tabla 8**

*Óptimo contenido de humedad sin y con estabilización del SISTEMA CONSOLID*

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE DE ESTABILIZADOR	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD SIN ESTABILIZADOR	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD CON ESTABILIZADOR	UNIDAD
T1 - SC	T1 - 0.24 l/m <sup>3</sup> + 3%	14.90	12.80	%
T2 - CH	T2 - 0.0045 l/m <sup>3</sup> + 2%	15.00	12.40	%
T3 - CL	T3 - 0.045% + 0.15%	16.80	16.16	%
T4 - CL	T4 - 0.045% + 2%	13.45	11.26	%
T5 - SM	T5 - 0.08 l/m <sup>3</sup> + 0.75%	10.00	10.70	%

**Figura 9**

*Óptimo contenido de humedad sin y con estabilización del SISTEMA CONSOLID*



Se visualiza en la figura 9, que el óptimo contenido de humedad en el tipo de suelo CH (arcilla de alta plasticidad) es alta, pero, al aplicar la estabilización reduce a un 2.3%, mientras tanto,

en el tipo de suelo SM (arenas limosas, mezclas de arena y limo) sin estabilización el OCH, muy por el contrario, aplicando la estabilización aumenta un 0.70%.

**- ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE:**

Analizamos cada investigación para obtener los resultados de **CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR al 95% de la sub rasante en penetración de una pulgada** y verificar de acuerdo a las normativas ASTM Y MTC, **la capacidad portante** de las calicatas sin y con estabilización del SISTEMA CONSOLID, a continuación, se detalla los resultados de cada investigación estudiada.

**Tabla 9**

*California Bearing Ratio sin y con estabilización del SISTEMA CONSOLID*

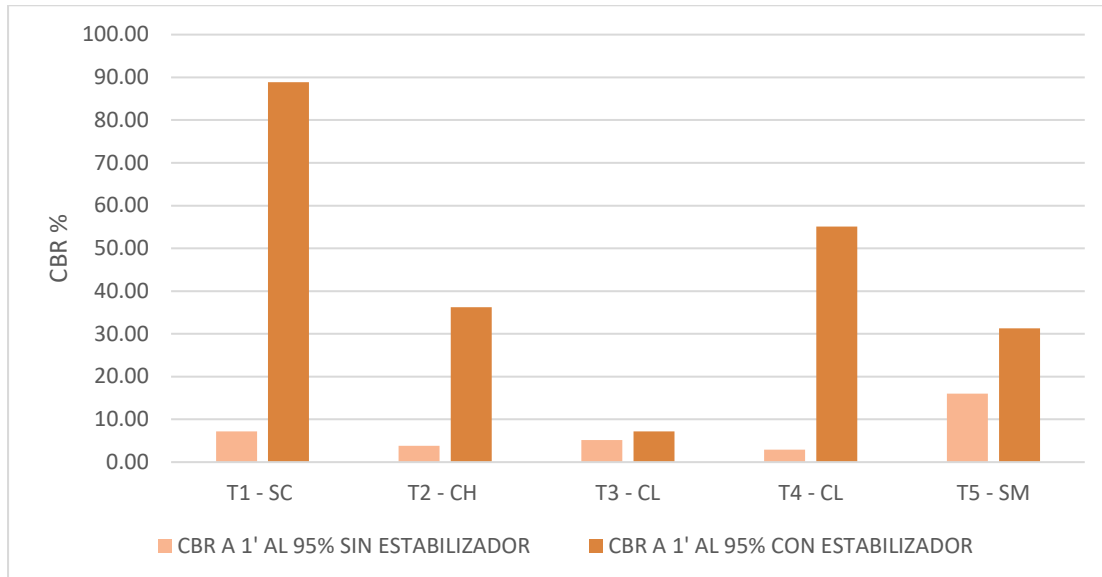
DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE DE ESTABILIZADOR	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) A 1' AL 95% SIN ESTABILIZADOR	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) A 1' AL 95% CON ESTABILIZADOR	UNIDAD
T1 - SC	T1 - 0.24 l/m <sup>3</sup> + 3%	7.20	88.90	%
T2 - CH	T2 - 0.0045 l/m <sup>3</sup> + 2%	3.80	36.20	%
T3 - CL	T3 - 0.045% + 0.15%	5.17	7.19	%
T4 - CL	T4 - 0.045% + 2%	2.90	55.07	%
T5 - SM	T5 - 0.08 l/m <sup>3</sup> + 0.75%	16.00	31.30	%

En la tabla 9, se puede apreciar el aumento de cada CBR de acuerdo a su dosificación aplicada a cada investigación, en la T3 – CL y T4 – CL aumenta el 2.02% y 52.17% respectivamente, tal situación, puede ser por la dosificación del SOLIDY, ya que, uno es muy bajo en su porcentaje de acuerdo al peso de la muestra.



**Figura 10**

California Bbearing Ratio sin y con estabilización del SISTEMA CONSOLID



En la figura 10, se puede apreciar que el tipo de suelo T1 - SC (Arena arcillosa, mezclas de arena y arcilla) tiene una sub rasante regular sin estabilización, y aumenta su capacidad portante a un 81.70% con la estabilización, pasando a ser una sub rasante excelente. Respecto al tipo de suelo T3 - CL (arcilla de baja plasticidad) tiene una sub rasante pobre sin estabilización, mientras que, su capacidad portante aumenta 2.07% con estabilización pasando a ser una sub rasante regular.

## ANÁLISIS DE LAS INVESTIGACIONES CON ESTABILIZACIÓN DE TERRASIL + CEMENTO

### - Características física-mecánicas de las calicatas:

Analizamos cada investigación para obtener la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y verificar de acuerdo a las normativas ASTM, NTP y MTC las características físico-mecánicas de las calicatas sin y con estabilización de TERRASIL + CEMENTO, a continuación, se detalla los resultados de acuerdo al tipo de suelo de cada investigación estudiada.

**Tabla 10**

*Ubicación de las muestras de estudio de las investigaciones con estabilización de TERRASIL + CEMENTO de acuerdo a la región*

INVESTIGACIONES	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN DE LA REGIÓN
ANÁLISIS DE LA OPTIMIZACIÓN DEL SUELO DE LA BASE CON ADITIVO QUÍMICO TERRASIL PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS INDUSTRIALES DEL ALMACÉN DE CONCENTRADOS MINEROS – ALMACENES LOGISMINSA, VENTANILLA – CALLAO.	T1 - GM	COSTA
APLICACIÓN DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL SECTOR DE YUMPE – HUAYLLACAYAN – ANCASH, 2019.	T2 - CL	COSTA

Los datos obtenidos en la tabla 10, indican que las investigaciones en su mayoría han coincidido en la toma de la muestra de estudio de acuerdo a la región de nuestro país; las muestras en su mayoría se encuentran en diferentes departamentos de la costa. Además, en las investigaciones se puede apreciar que su clasificación de suelo es de dos tipos: CL (arcilla de baja media plasticidad) y el GM (gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo).

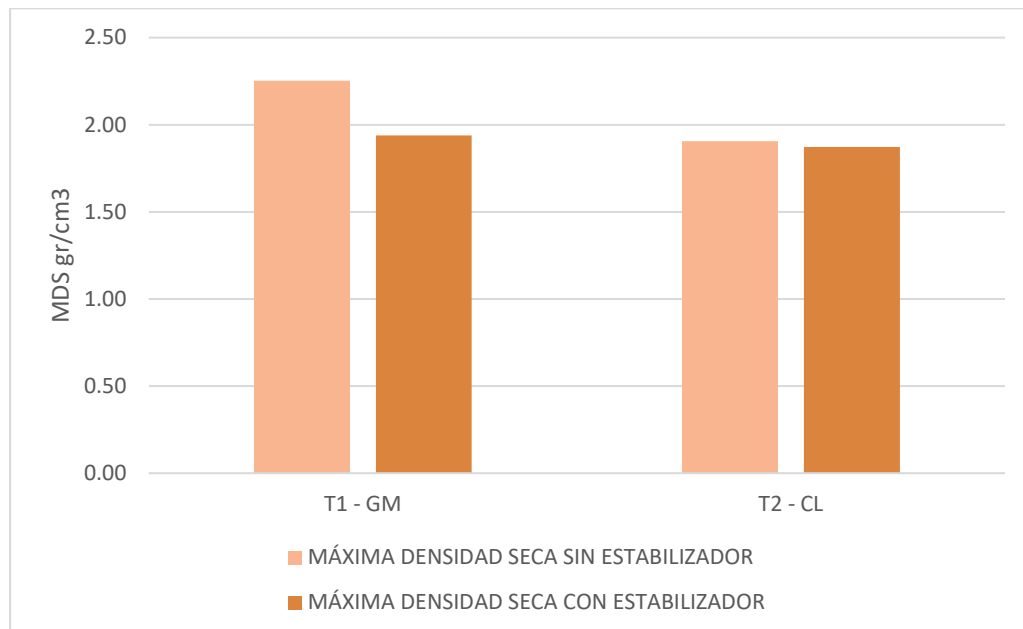
**Tabla 11**

*Máxima densidad seca sin y con estabilización de TERRASIL + CEMENTO*

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE DE ESTABILIZADOR	MÁXIMA DENSIDAD SECA SIN ESTABILIZADOR	MÁXIMA DENSIDAD SECA CON ESTABILIZADOR	UNIDAD
T1 - GM	T1 - 0.75% kg/m <sup>3</sup> + 1%	2.25	1.94	gr/cm <sup>3</sup>
T2 - CL	T2 - 1.4 lt/m <sup>3</sup> + 40 kg/m <sup>3</sup>	1.906	1.87	gr/cm <sup>3</sup>

**Figura 11**

*Máxima densidad seca sin y con estabilización de TERRASIL + CEMENTO*



En la figura 11, se puede apreciar que el tipo de suelo GM (gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo) sin estabilización tiene el valor de 2.25 gr/cm<sup>3</sup> siendo el más alto en máxima densidad seca y con la estabilización reduce a 1.94 gr/cm<sup>3</sup>. En cuanto al tipo de suelo CL (arcilla de baja media plasticidad) es de 1.90 gr/cm<sup>3</sup> la MDS disminuye a 1.87 gr/cm<sup>3</sup> que con la estabilización.

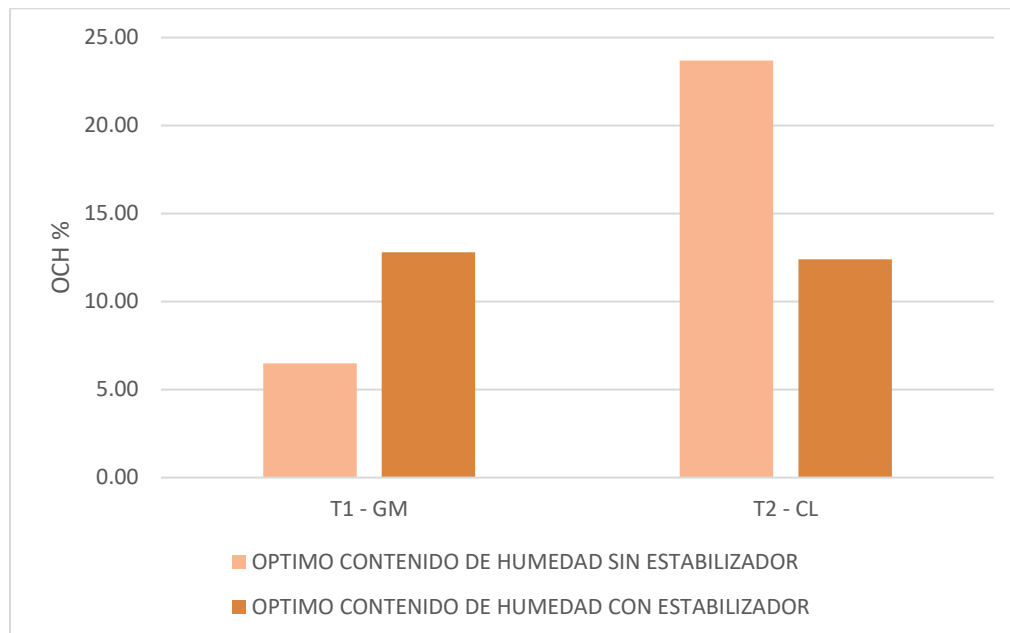
**Tabla 12**

*Óptimo contenido de humedad sin y con estabilización del TERRASIL + CEMENTO*

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE DE ESTABILIZADOR	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD SIN ESTABILIZADOR	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD CON ESTABILIZADOR	UNIDAD
T1 - GM	T1 - 0.75% kg/m <sup>3</sup> + 1%	6.50	12.80	%
T2 - CL	T2 - 1.4 lt/m <sup>3</sup> + 40 kg/m <sup>3</sup>	23.7	12.40	%

**Figura 12**

*Óptimo contenido de humedad sin y con estabilización de TERRASIL + CEMENTO*



Se visualiza en la figura 12, que el óptimo contenido de humedad en el tipo de suelo Cl (arcilla de baja media plasticidad) es alta y que al aplicar la estabilización reduce a un 11.30%, mientras tanto, en el tipo de suelo GM (gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo) sin estabilización es baja, pero, aplicando la estabilización aumenta un 6.30% el OCH.

#### - ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE:

Analizamos cada investigación para obtener los resultados de **CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR al 95% de la sub rasante en penetración de una pulgada** y verificar de acuerdo a las normativas ASTM Y MTC **la capacidad portante** de las calicatas sin y con estabilización de TERRASIL + CEMENTO, a continuación, se detalla los resultados de cada investigación estudiada.

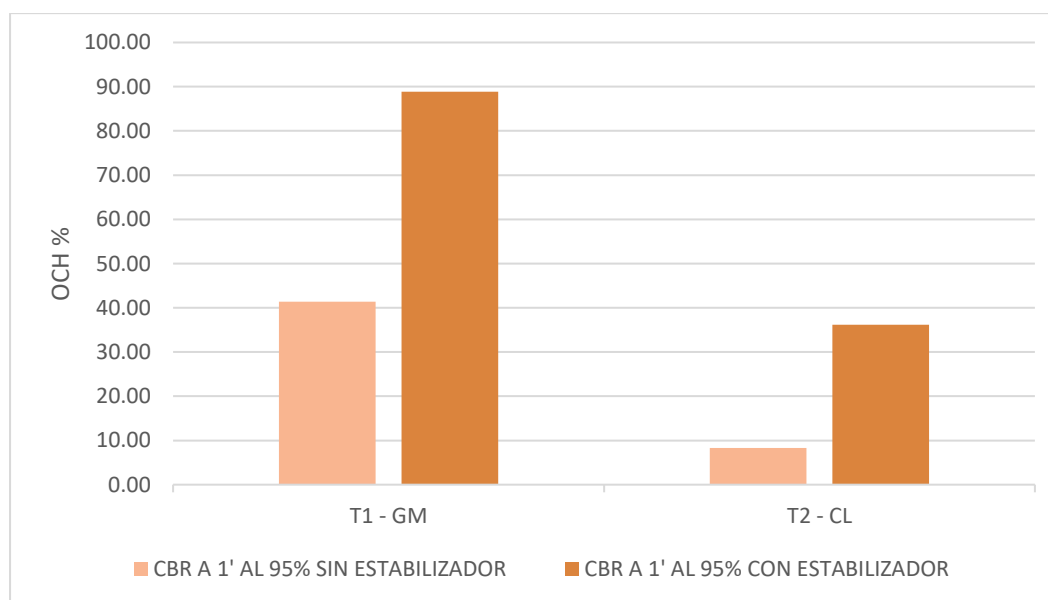
**Tabla 13**

*California Bearing Ratio sin y con estabilización de TERRASIL con CEMENTO*

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE DE ESTABILIZADOR	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) A 1' AL 95% SIN ESTABILIZADOR	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) A 1' AL 95% CON ESTABILIZADOR	UNIDAD
T1 - GM	T1 - 0.75% kg/m <sup>3</sup> + 1%	41.40	88.90	%
T2 - CL	T2 - 1.4 lt/m <sup>3</sup> + 40 kg/m <sup>3</sup>	8.30	36.20	%

**Figura 13**

*California Bearing Ratio sin y con estabilización de TERRASIL con CEMENTO*



En la figura 13, se puede apreciar que el tipo de suelo GM (gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo) tiene una sub rasante excelente sin y con estabilización, aunque en esta última la capacidad portante aumenta a un 47,49%. En el tipo de suelo CL (arcilla de baja plasticidad) tiene una sub rasante regular, sin embargo, con estabilización el OCH aumenta 22.90% pasando a ser una sub rasante excelente.

## ANÁLISIS DE LAS INVESTIGACIONES CON ESTABILIZACIÓN DE PROES + CEMENTO

### - Características físico-mecánicas de las calicatas:

Analizamos cada investigación para obtener el contenido de humedad, índice de plasticidad, máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y verificar de acuerdo a las normativas ASTM, NTP y MTC las características físico-mecánicas de las calicatas sin y con estabilización de PROES + CEMENTO, a continuación, se detalla los resultados de acuerdo al tipo de suelo de cada investigación estudiada.

**Tabla 14**

*Muestras de estudio de las investigaciones con estabilización de PROES + CEMENTO de acuerdo a la región*

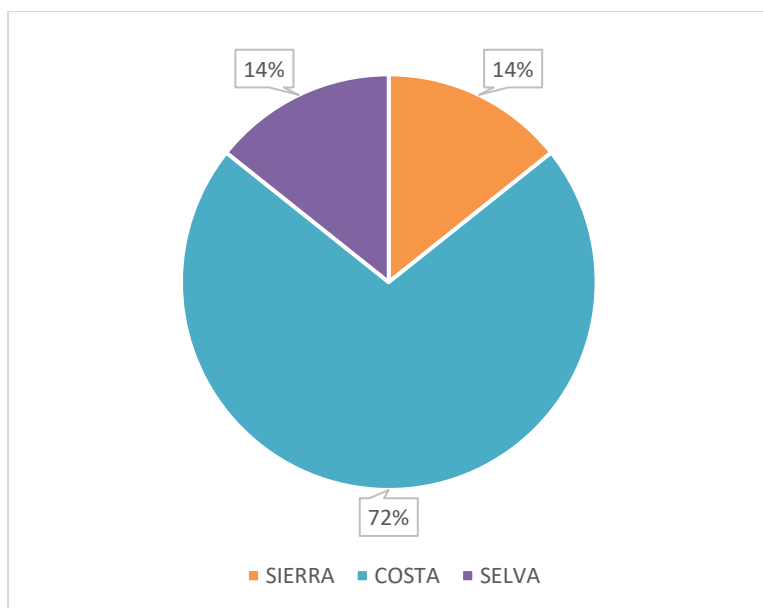
INVESTIGACIONES	DESCRIPCIÓN	REGIÓN
APLICACIÓN DE LOS ADITIVOS PROES Y CONAID PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE ACCESO AL C.P. BARRAZA, LAREDO, LA LIBERTAD – 2018.	T1 - ML	Costa
	T1 - CL	Costa
ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018.	T2 - CH	Sierra
INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS ENTRE LOS SECTORES CALMARCA – HUASO, LA LIBERTAD, 2018.	T3 - CL	Costa
	T3 - ML	Costa
ENSAYO DE FIABILIDAD CON ADITIVO PROES PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN EL AA. HH EL MILAGRO, 2016.	T4 - SM	Selva
APLICACIÓN DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL SECTOR DE YUMPE – HUAYLLACAYAN – ANCASH, 2019.	T5 - CL	Costa

Se puede apreciar en la tabla 14, que las investigaciones en su denominación, se usó la clasificación de suelo, coincidiendo con el tipo de suelo CL (arcilla de baja media plasticidad) en su muestra de estudio que tiene el porcentaje del 43% superior al tipo de suelo de ML (Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos), la CH (arcilla

de alta plasticidad), la SM (Arena arcillosa, mezclas de arena y arcilla) y la SM (arenas limosas, mezclas de arena y limo)

#### **Figura 14**

*Ubicación de las muestras de estudio en investigaciones con estabilización de PROES + CEMENTO de acuerdo a la región*



Los datos obtenidos en la figura 14, indican que las investigaciones en su mayoría han coincidido en la toma de la muestra de estudio de acuerdo a la región de nuestro país, las muestras en su mayoría se encuentran en los diferentes departamentos de la costa, mientras que, en la sierra y selva son bajos.

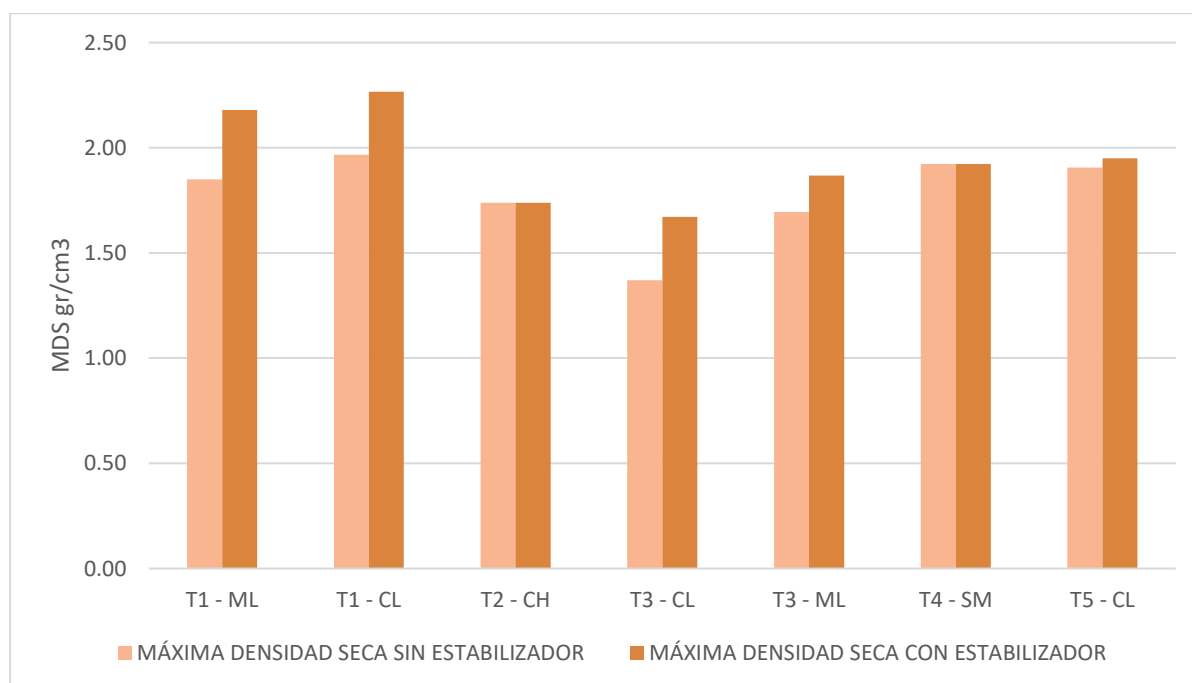
**Tabla 15**

*Máxima densidad seca sin y con estabilización de PROES + CEMENTO*

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE DE ESTABILIZADOR	MÁXIMA	MÁXIMA	UNIDAD
		DENSIDAD SECA SIN ESTABILIZADOR	DENSIDAD SECA CON ESTABILIZADOR	
T1 - ML	T1 - ML - 0.30 lt/m <sup>3</sup> + 50 kg/m <sup>3</sup>	1.85	2.18	gr/cm <sup>3</sup>
T1 - CL	T1 - CL - 0.30 lt/m <sup>3</sup> + 50 kg/m <sup>3</sup>	1.97	2.27	gr/cm <sup>3</sup>
T2 - CH	T2 - CH - 0.35 lt/m <sup>3</sup> + 50 kg/m <sup>3</sup>	1.74	1.74	gr/cm <sup>3</sup>
T3 - CL	T3 - CL - 0.27 l/m <sup>3</sup> + 45 kg/m <sup>3</sup>	1.37	1.67	gr/cm <sup>3</sup>
T3 - ML	T3 - ML - 0.27 l/m <sup>3</sup> + 45 kg/m <sup>3</sup>	1.70	1.87	gr/cm <sup>3</sup>
T4 - SM	T4 - SM - 0.30 lt/m <sup>3</sup> + 2%	1.92	1.92	gr/cm <sup>3</sup>
T5 - CL	T5 - CL - 0.35 lt/m <sup>3</sup> + 40 kg/m <sup>3</sup>	1.91	1.95	gr/cm <sup>3</sup>

**Figura 15**

*Máxima densidad seca sin y con estabilización de PROES + CEMENTO*



En la figura 15, se puede apreciar que la máxima densidad seca lo obtiene el tipo de suelo T1 - CL (arcilla de baja media plasticidad) que es de 1.97 gr/cm<sup>3</sup> sin estabilización, mientras que, aumenta un 2.18 gr/cm<sup>3</sup> con la estabilización, mejorando de esta manera la MDS. En cuanto al tipo de suelo T3 - CL (arcilla de baja media plasticidad) es 1.37 gr/cm<sup>3</sup> siendo el más bajo sin



estabilización, sin embargo, aumenta a  $1.67 \text{ gr/cm}^3$  con la estabilización la MDS del suelo, por otra parte, el tipo de suelo CH (arcilla de alta plasticidad) y SM (arenas limosas, mezclas de arena y limo) mantienen su máxima densidad seca con la estabilización.

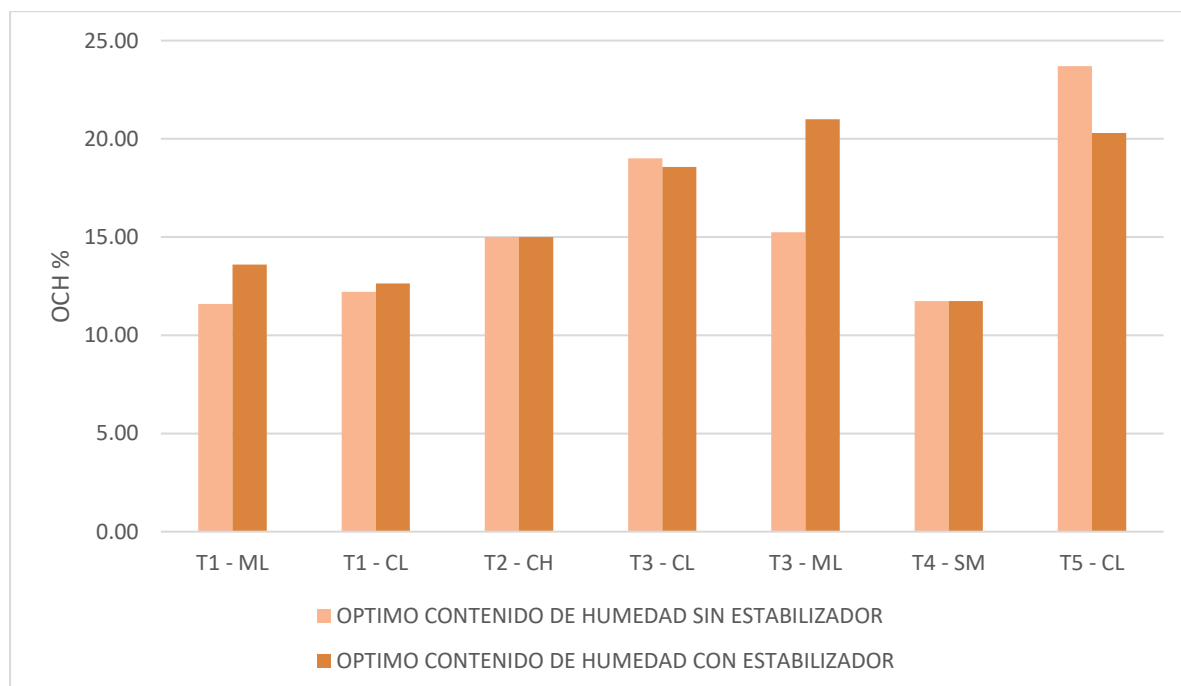
**Tabla 16**

*Óptimo contenido de humedad sin y con estabilización de PROES + CEMENTO*

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE DE ESTABILIZADOR	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD SIN ESTABILIZADOR	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD CON ESTABILIZADOR	UNIDAD
T1 - ML	T1 - ML - 0.30 lt/m <sup>3</sup> + 50 kg/m <sup>3</sup>	11.60	13.60	%
T1 - CL	T1 - CL - 0.30 lt/m <sup>3</sup> + 50 kg/m <sup>3</sup>	12.21	12.63	%
T2 - CH	T2 - CH - 0.35 lt/m <sup>3</sup> + 50 kg/m <sup>3</sup>	15.00	15.00	%
T3 - CL	T3 - CL - 0.27 l/m <sup>3</sup> + 45 kg/m <sup>3</sup>	19.00	18.57	%
T3 - ML	T3 - ML - 0.27 l/m <sup>3</sup> + 45 kg/m <sup>3</sup>	15.25	21.00	%
T4 - SM	T4 - SM - 0.30 lt/m <sup>3</sup> + 2%	11.74	11.74	%
T5 - CL	T5 - CL - 0.35 lt/m <sup>3</sup> + 40 kg/m <sup>3</sup>	23.70	20.30	%

**Figura 16**

*Óptimo contenido de humedad sin y con estabilización de PROES + CEMENTO*



Se visualiza en la figura 16, que el óptimo contenido de humedad en el tipo de suelo Cl (arcilla de baja media plasticidad) es alta y que al aplicar la estabilización reduce a un 3.40%, mientras tanto, en el tipo de suelo SM (arenas limosas, mezclas de arena y limo) se mantienen el óptimo contenido de humedad con la estabilización.

- **RESULTADOS DE LA CAPACIDAD PORTANTE:**

Analizamos cada investigación para obtener los resultados de **CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR al 95% de la sub rasante en penetración de una pulgada** y verificar de acuerdo a las normativas ASTM Y MTC la **capacidad portante** de las calicatas sin estabilización y con estabilización de PROES + CEMENTO, a continuación, se detalla los resultados de cada investigación estudiada.

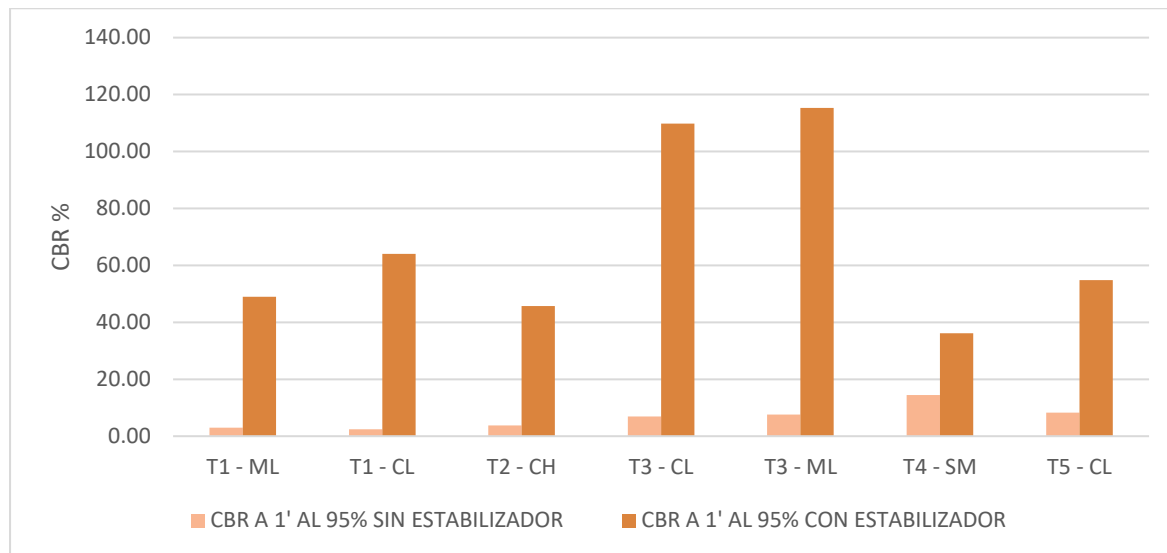
**Tabla 17**

*California Bearing Ratio sin y con estabilización de PROES + CEMENTO*

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE DE ESTABILIZADOR	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) A 1' AL 95% SIN ESTABILIZADOR	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) A 1' AL 95% CON ESTABILIZADOR	UNIDAD
T1 - ML	T1 - ML - 0.30 lt/m <sup>3</sup> + 50 kg/m <sup>3</sup>	3.00	49.00	%
T1 - CL	T1 - CL - 0.30 lt/m <sup>3</sup> + 50 kg/m <sup>3</sup>	2.44	64.00	%
T2 - CH	T2 - CH - 0.35 lt/m <sup>3</sup> + 50 kg/m <sup>3</sup>	3.80	45.70	%
T3 - CL	T3 - CL - 0.27 l/m <sup>3</sup> + 45 kg/m <sup>3</sup>	6.90	109.80	%
T3 - ML	T3 - ML - 0.27 l/m <sup>3</sup> + 45 kg/m <sup>3</sup>	7.56	115.30	%
T4 - SM	T4 - SM - 0.30 lt/m <sup>3</sup> + 2%	14.40	36.10	%
T5 - CL	T5 - CL - 0.35 lt/m <sup>3</sup> + 40 kg/m <sup>3</sup>	8.30	54.87	%

**Figura 17**

*California Bearing Ratio sin y con estabilización de PROES + CEMENTO*



En la figura 17, se puede apreciar que el tipo de suelo T3 - CL (arcilla de baja plasticidad) tiene una sub rasante regular sin estabilización, in embargo, aumenta su capacidad portante a un 120.90% con la estabilización, pasando a ser una sub rasante excelente. Respecto al tipo de suelo T4 – SM (Arena limosas, mezclas de arena y arcilla) tiene una sub rasante buena sin estabilización, mientras que, su capacidad portante aumenta 21.70% con estabilización, pasando a ser una sub rasante excelente.

## **ANÁLISIS DE LAS INVESTIGACIONES CON ESTABILIZACIÓN DE BISCHOFITA**

### **Características físico-mecánicas de las calicatas:**

Analizamos cada investigación para obtener el contenido de humedad, índice de plasticidad, máxima densidad seca, optimo contenido de humedad y verificar de acuerdo a las normativas ASTM, NTP y MTC las características físico-mecánicas de las calicatas sin y con estabilización BISCHOFITA, a continuación, se detalla los resultados de acuerdo al tipo de suelo de cada investigación estudiada.

**Tabla 18**

*Ubicación de la muestra de estudio de investigaciones con estabilización de BISCHOFITA de acuerdo a la región*

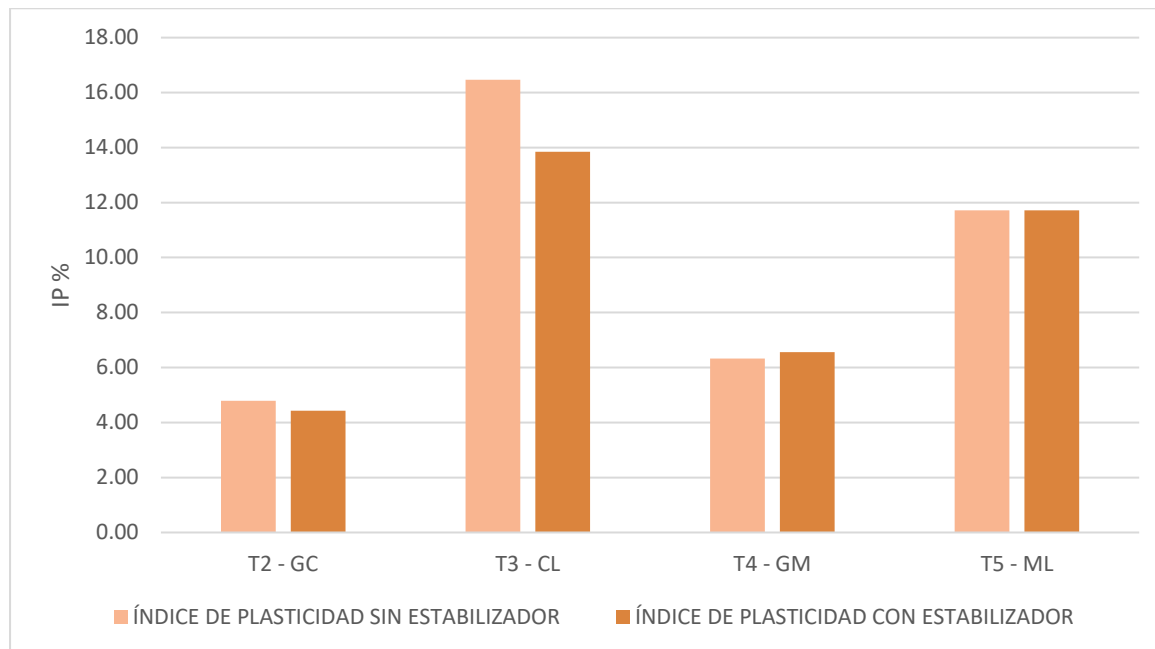
DESCRIPCIÓN	DESCRIPCIÓN	REGIÓN
COMPARACIÓN DEL CLORURO DE MAGNESIO (BISCHOFITA) FRENTE AL CLORURO DE SODIO COMO ESTABILIZANTE QUIMICO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA VIA A LA CANTERA SANTA RITA, DISTRITO DE PARIÑASTALARA – PIURA, 2018	T1 - SM	Costa
APLICACIÓN DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PALCA CHANA, HUARI, ANCASH.	T2 - GC	Costa
ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS APLICANDO ENZIMA ORGÁNICA Y BISCHOFITA EN CARRETERA NO PAVIMENTADA K+840 AL KM 6 +900, CAJAS, JUNIN.	T3 - CL	Sierra
APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO (BISCHOFITA) COMO TRATAMIENTO Y ESTABILIZADOR DE LA CAPA DE RODADURA GRANULAR APLICADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA ESPINAR – TINTAYA – MARQUIRI.	T4 - GM	Sierra
DISEÑO DE CARRETERA AFIRMADA INCORPORANDO AGREGADO LASTRE CON ADICTIVO QUIMICO BISCHOFITA, CCASA – CCATINA, DISTRITO MARA, APURICMA 2020.	T5 - ML	Sierra

Los datos obtenidos en la tabla 18, indican que las investigaciones han coincidido un 60% en la toma de la muestra de estudio de acuerdo a la región de la sierra, a diferencia de la costa que es muy bajo. En su clasificación de suelo no han coincidido, encontramos diferentes tipos de suelo como: CL (arcilla de baja media plasticidad), GM (Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo), ML (Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos) y GC (gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla), en su muestra de estudio que tienen el porcentaje del 20%.

**Tabla 19**

*Índice de plasticidad sin y con estabilización de BISCHOFITA*

DESCRIPCIÓN	ÍNDICE DE PLASTICIDAD SIN ESTABILIZADOR	UNIDAD	ÍNDICE DE PLASTICIDAD CON ESTABILIZADOR	UNIDAD
T1 - SM	---	%	---	%
T2 - GC	4.79	%	4.43	%
T3 - CL	16.47	%	13.85	%
T4 - GM	6.33	%	6.56	%
T5 - ML	11.72	%	11.72	%

**Figura 18**
*Índice de plasticidad sin y con estabilización de BISCHOFITA*


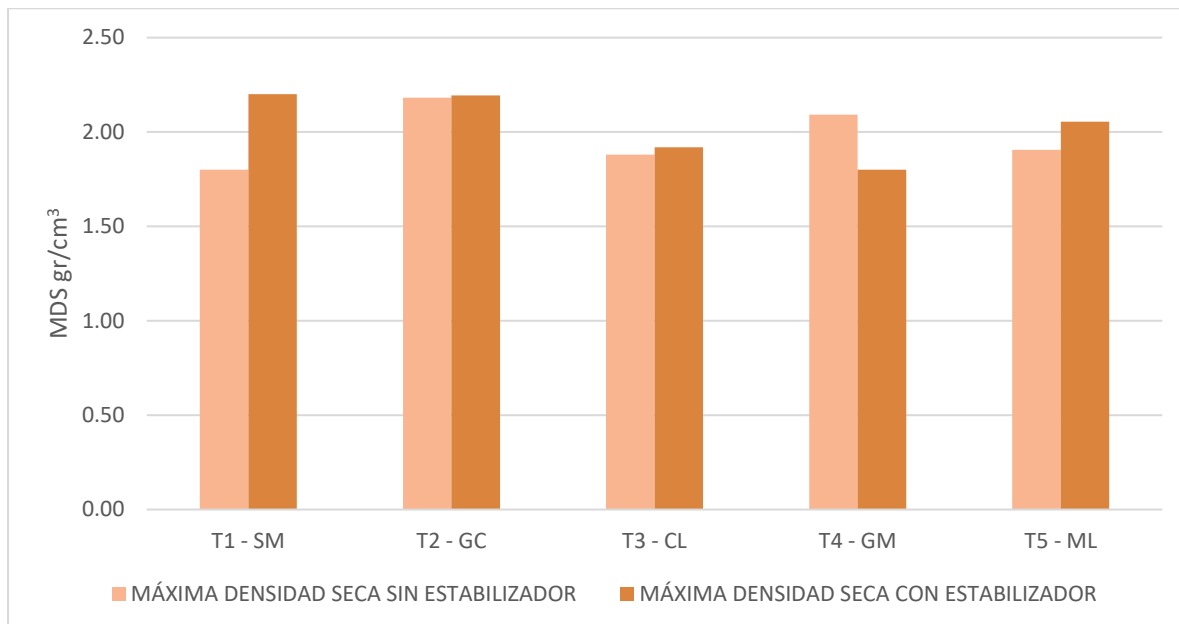
Los datos obtenidos en la figura 18, de las diferentes investigaciones, se tiene que en el índice de plasticidad el tipo de suelo CL (arcilla de baja media plasticidad) tiene el mayor porcentaje sin el estabilizante, mientras que, con la estabilización reduce 2.62%. En cambio, en el tipo de suelo GM (Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo) tienen el menor porcentaje sin estabilización, pero aumenta un 0.23% con la presencia del estabilizante, el índice de plasticidad.

**Tabla 20**
*Máxima densidad seca sin y con estabilización de BISCHOFITA*

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE DE ESTABILIZADOR	MÁXIMA DENSIDAD SECA SIN ESTABILIZADOR	MÁXIMA DENSIDAD SECA CON ESTABILIZADOR	UNIDAD
T1 - SM	T1 - SM - 20%	1.80	2.20	gr/cm <sup>3</sup>
T2 - GC	T2 - GS - 9%	2.18	2.19	gr/cm <sup>3</sup>
T3 - CL	T3 - CL - 5%	1.88	1.92	gr/cm <sup>3</sup>
T4 - GM	T4 - GM - 1.15%	2.09	1.80	gr/cm <sup>3</sup>
T5 - ML	T5 - ML - 3%	1.91	2.05	gr/cm <sup>3</sup>

**Figura 19**

*Máxima densidad seca sin y con estabilización de BISCHOFITA*



En la figura 19, se puede apreciar que la máxima densidad seca es de 1.91 gr/cm<sup>3</sup> lo obtiene el tipo de suelo GC (gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla) sin estabilización, mientras que, con la estabilización es de 2.05 gr/cm<sup>3</sup>, mejorando la máxima densidad seca del suelo. En cuanto al tipo de suelo GM (Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo) tiene 2.09 gr/cm<sup>3</sup> la máxima densidad seca sin estabilización, y con la presencia de ésta reduce a 1.80 gr/cm<sup>3</sup> la máxima densidad seca del suelo.

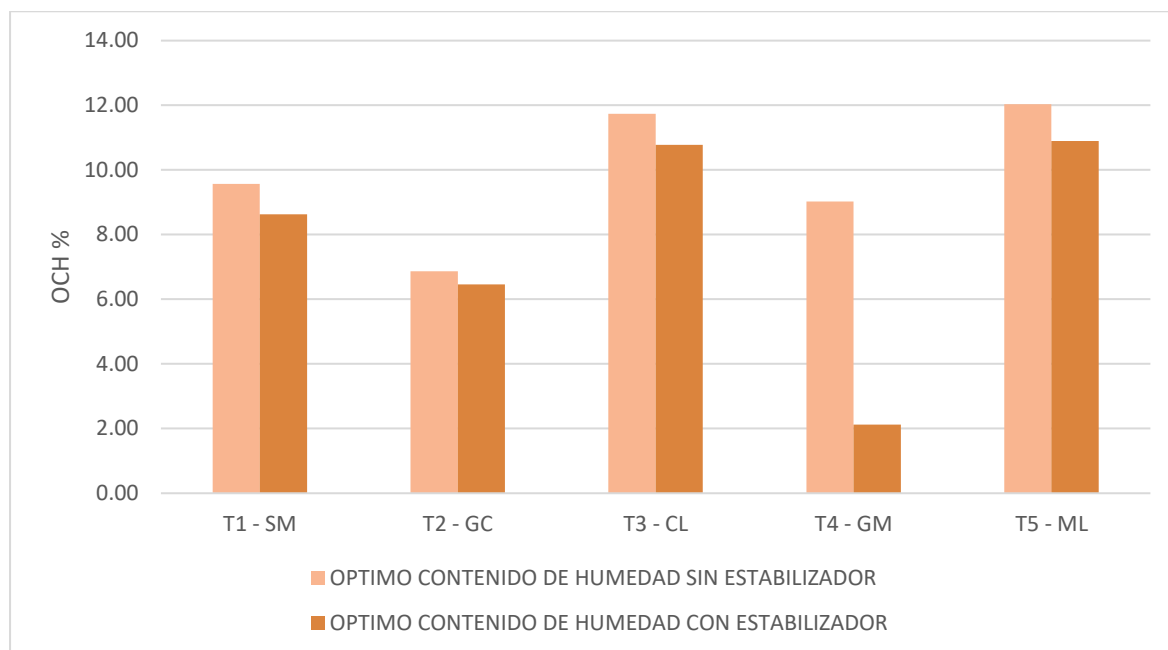
**Tabla 21**

*Óptimo contenido de humedad sin y con estabilización de BISCHOFITA*

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE DE ESTABILIZADOR	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD SIN ESTABILIZADOR	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD CON ESTABILIZADOR	UNIDAD
T1 - SM	T1 - SM - 20%	9.57	8.63	%
T2 - GC	T2 - GS - 9%	6.87	6.46	%
T3 - CL	T3 - CL - 5%	11.74	10.77	%
T4 - GM	T4 - GM - 1.15%	9.02	2.12	%
T5 - ML	T5 - ML - 3%	12.04	10.90	%

**Figura 20**

*Óptimo contenido de humedad sin y con estabilización de BISCHOFITA*



Se visualiza en la figura 20, que el óptimo contenido de humedad en el tipo de suelo ML (Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos) es alta y que al aplicar la estabilización reduce 1.11%, mientras tanto, en el tipo de suelo GM (Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo) sin estabilización es baja y aplicando la estabilización reduce el 6.90%.

**- ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE:**

Analizamos cada investigación para obtener los resultados de **CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR al 95% de la sub rasante en penetración de una pulgada** y verificar de acuerdo a las normativas ASTM Y MTC, **la capacidad portante** de las calicatas sin y con estabilización de BISCHOFITA, a continuación, se detalla los resultados de cada investigación estudiada.

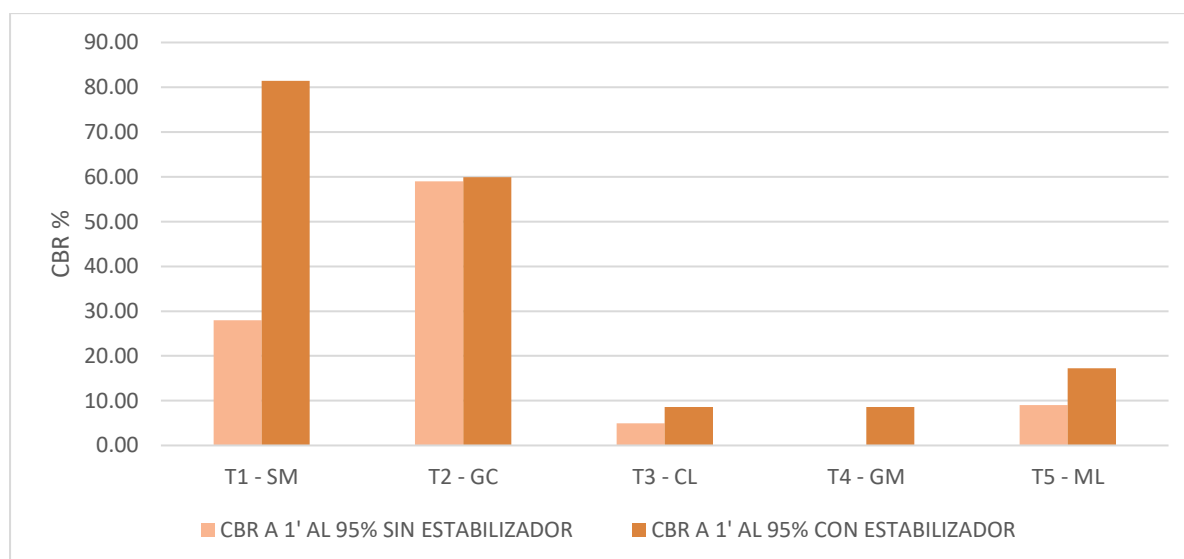
**Tabla 22**

*California Bearing Ratio sin y con estabilización de BISCHOFITA*

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE DE ESTABILIZADOR	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) A 1' AL 95% SIN ESTABILIZADOR	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) A 1' AL 95% CON ESTABILIZADOR	UNIDAD
T1 - SM	T1 - SM - 20%	27.96	81.43	%
T2 - GC	T2 - GS - 9%	59.00	59.90	%
T3 - CL	T3 - CL - 5%	4.93	8.57	%
T4 - GM	T4 - GM - 1.15%	---	8.62	%
T5 - ML	T5 - ML - 3%	9.00	17.25	%

**Figura 21**

*California Bearing Ratio sin y con estabilización de BISCHOFITA*



En la figura 21, se puede apreciar que el tipo de suelo T1 - SM (arenas limosas, mezclas de arena y limo) tiene una sub rasante muy buena sin estabilización, sin embargo, aumenta su capacidad portante un 53.47% con la estabilización, pasando a ser una sub rasante excelente. En el tipo de suelo T3 – CL (arcilla inorgánica de baja o media plasticidad, arcilla con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres) tiene una sub rasante pobre sin estabilización, muy por el contrario, aumenta 3.64% la capacidad portante con el estabilizante, pasando a ser una sub rasante regular.



## ANÁLISIS DE LOS ESTABILIZANTES (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL + CEMENTO, PROES + CEMENTO Y BISCHOFITA)

Analizamos cada investigación para obtener los resultados de **CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR al 95% de la sub rasante en penetración de una pulgada** y verificar de acuerdo a las normativas ASTM Y MTC, **la capacidad portante** de las calicatas con estabilización del SISTEMA CONSOLID, TERRASIL + CEMENTO, PROES + CEMENTO y BISCHOFITA, a continuación, se detalla los resultados de cada investigación estudiada.

**Tabla 23**

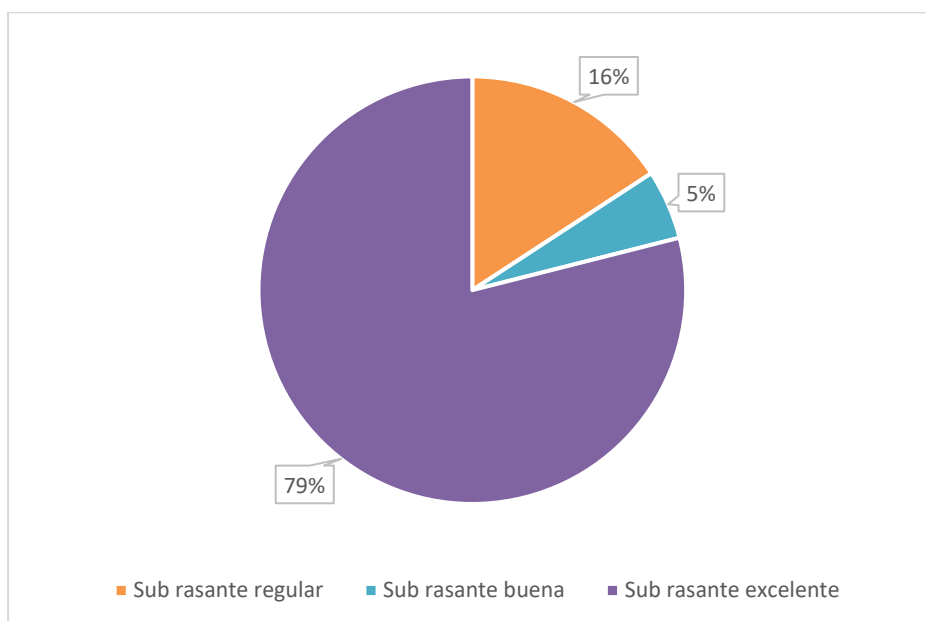
*California Bearing Ratio con estabilizantes (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL + CEMENTO, PROES + CEMENTO Y BISCHOFITA)*

ESTABILIZADOR	DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE DE ESTABILIZADOR	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) A 1' AL 95% CON ESTABILIZADO R	UNIDAD
SISTEMA CONSOLID	T1 - SC - C+S	T1 - 0.24 l/m <sup>3</sup> + 3%	88.90	%
	T2 - CH - C+S	T2 - 0.0045 l/m <sup>3</sup> + 2%	36.20	%
	T3 - CL - C+S	T3 - 0.045% + 0.15%	7.19	%
	T4 - CL - C+S	T4 - 0.045% + 2%	55.07	%
	T5 - SM - C+S	T5 - 0.08 l/m <sup>3</sup> + 0.75%	31.30	%
TERRASIL	T1 - GM - T+C	T1 - 0.75% kg/m <sup>3</sup> + 1%	88.90	%
	T2 - CL - T+C	T2 - 1.4 lt/m <sup>3</sup> + 40 kg/m <sup>3</sup>	36.20	%
	T1 - ML - P+C	T1 - ML - 0.30 lt/m <sup>3</sup> + 50 kg/m <sup>3</sup>	49.00	%
	T1 - CL - P+C	T1 - CL - 0.30 lt/m <sup>3</sup> + 50 kg/m <sup>3</sup>	64.00	%
	T2 - CH - P+C	T2 - CH - 0.35 lt/m <sup>3</sup> + 50 kg/m <sup>3</sup>	45.70	%
PROES	T3 - CL - P+C	T3 - CL - 0.27 l/m <sup>3</sup> + 45 kg/m <sup>3</sup>	109.80	%
	T3 - ML - P+C	T3 - ML - 0.27 l/m <sup>3</sup> + 45 kg/m <sup>3</sup>	115.30	%
	T4 - SM - P+C	T4 - SM - 0.30 lt/m <sup>3</sup> + 2%	36.10	%
	T5 - CL - P+C	T5 - CL - 0.35 lt/m <sup>3</sup> + 40 kg/m <sup>3</sup>	54.87	%
	BISCHOFITA	T1 - SM - B	T1 - SM - 20%	81.43
T2 - GC - B		T2 - GS - 9%	59.00	%
T3 - CL - B		T3 - CL - 5%	8.57	%
T4 - GM - B		T4 - GM - 1.15%	8.62	%
T5 - ML - B		T5 - ML - 3%	17.25	%

En la tabla 23, se puede apreciar que el estabilizante PROES + CEMENTO de las investigaciones, tiene una capacidad portante superior del 30%, en cambio el estabilizante BISCHOFITA contiene los porcentajes más bajo, indicando que tiene una sub rasante regular y buena en la mayoría de las investigaciones.

### Figura 22

*California Bearing Ratio con estabilizantes (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL + CEMENTO, PROES + CEMENTO Y BISCHOFITA)*



En la figura 22, se observa que, de las diferentes investigaciones analizadas, se tiene el 79% una sub rasante excelente, 5% presentan sub rasante buena y el 16% una sub rasante regular.

### **ANÁLISIS DE LOS ESTABILIZANTES DE CONSOLID-444, TERRASIL, PROES Y CLORURO DE MAGNESIO**

Analizamos cada investigación para obtener el contenido de humedad, índice de plasticidad, Máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad y verificar de acuerdo a las normativas ASTM, NTP y MTC las características físico-mecánicas de las calicatas sin y con estabilización de CONSOLID-444, TERRASIL, PROES y CLORURO DE MAGNESIO, a

continuación, se detalla los resultados de acuerdo al tipo de suelo de cada investigación estudiada.

**Tabla 24**

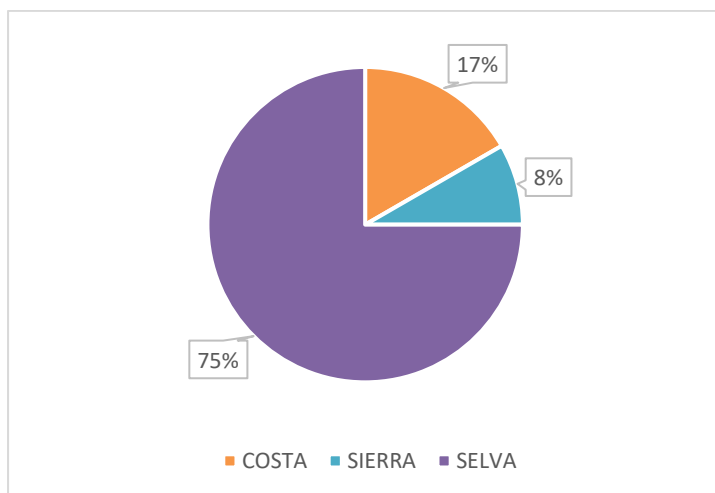
*Ubicación de la muestra de estudio de investigaciones con estabilización de CONSOLID-444, TERRASIL, PROES y CLORURO DE MAGNESIO de acuerdo a la región*

ESTABILIZADOR	INVESTIGACIONES	DESCRIPCIÓN	REGIÓN
CONSOLID-444	ESTUDIO DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON EL SISTEMA CONSOLID PARA MEJORAR EL CAMINO VECINAL YÁNTALO – C.P.M. BUENOS AIRES, MOYOBAMBA – SAN MARTÍN, 2016.	T6 - SC	Selva
		T6 - ML	Selva
		T3 - ML	Selva
		T3 - CH	Selva
		T3 - SC	Selva
TERRASIL	MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DE LA SUB BASE UTILIZAND TERRASIL EN EL CAMINO VECINAL PUMAHUASI – PORVENIR DE MARONA – HUÁNUCO, 2020.	T3 - CL	Selva
		T4 - CL	Selva
		T5 - CL	Selva
PROES	MEJORAMIENTO DE SUELOS DEL TERRENO DE FUNDACIÓN DE LA AV. MARISCAL ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA, CON FINES DE PAVIMETACIÓN.	T6 - SM	Selva
		T1 - ML	Costa
CLORURO DE MAGNESIO	EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS CON SUELO ESTABILIZADO, UTILIZANDO ADITIVOS QUIMICOS, EN LA ZONA DE LA SELVA BAJA.	T1 - CL	Costa
		T6 - GM	Sierra
	APLICACIÓN DE LOS ADITIVOS PROES Y CONAID PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE ACCESO AL C.P. BARRAZA, LAREDO, LA LIBERTAD – 2018.		
	INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO PARA SU USO EN LA CARRETERA HUANCARAY – SAN ANTONIO DE CACHI KM. 21+370 AL 21+870, REGIÓN APURÍMAC, 2020.		

Se puede apreciar en la tabla 24, que las investigaciones en su clasificación de suelo, han coincidido con el tipo de suelo CL (arcilla de baja media plasticidad), en su muestra de estudio tienen un 34% superior al tipo de suelo de CH (arcilla de alta plasticidad), GM (gravas limosas, mezclas de gravas, arena y limo) y SM (arenas limosas, mezclas de arena y limo).

**Figura 23**

*Muestras de estudio de las investigaciones con estabilización de CONSOLID-444, TERRASIL, PROES y CLORURO DE MAGNESIO de acuerdo a la región*



Los datos obtenidos en la figura 23, indican que las investigaciones en su mayoría han coincidido en la toma de la muestra de estudio de acuerdo a la región de la selva, mientras que, en las regiones de la costa y sierra que son muy bajos.

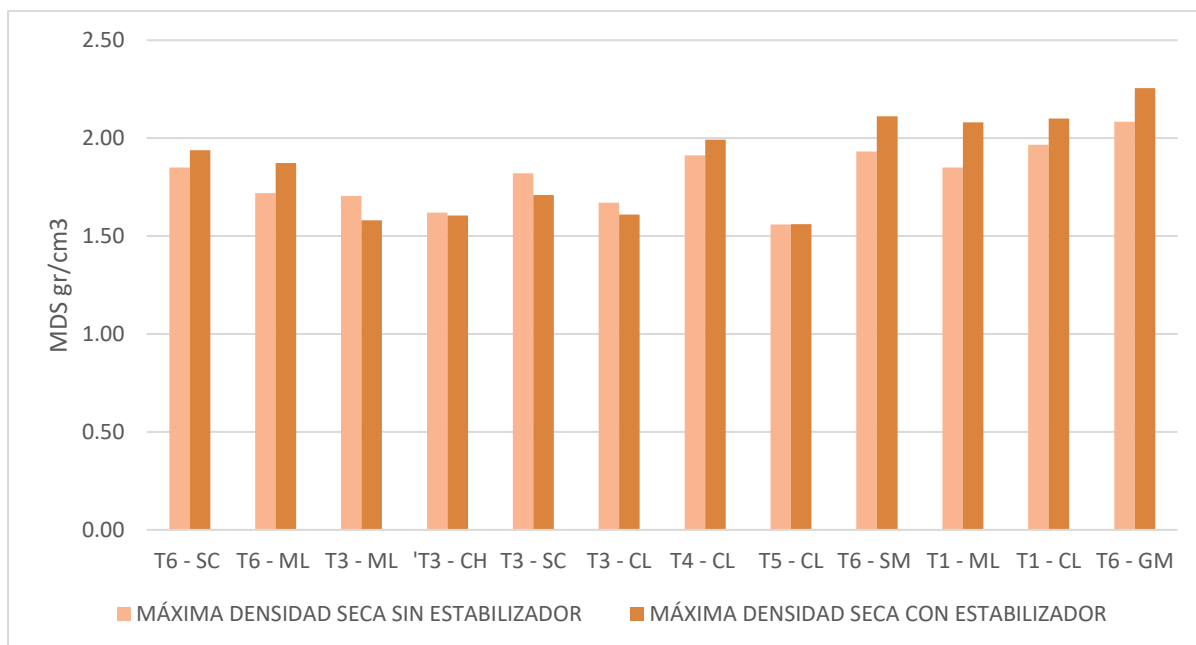
**Tabla 25**

*Máxima densidad seca sin y con estabilización de CONSOLID-444, TERRASIL, PROES y CLORURO DE MAGNESIO*

ESTABILIZADOR	DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE DE ESTABILIZADOR	MÁXIMA DENSIDAD SECA SIN ESTABILIZADOR	MÁXIMA DENSIDAD SECA CON ESTABILIZADOR	UNIDAD
CONSOLID-444	T6 - SC	T6 - SC - 0.007 lt x m2	1.85	1.94	gr/cm3
	T6 - ML	T6 - ML - 0.007 lt x m2	1.72	1.87	gr/cm3
	T3 - ML	T3 - ML - 1 kg/m3	1.71	1.58	gr/cm3
	T3 - CH	T3 - CH - 1 kg/m3	1.62	1.61	gr/cm3
	T3 - SC	T3 - SC - 1 kg/m3	1.82	1.71	gr/cm3
TERRASIL	T3 - CL	T3 - CL - 1 kg/m3	1.67	1.61	gr/cm3
	T4 - CL	T4 - CL - 1%	1.91	1.99	gr/cm3
	T5 - CL	T5 - CL - 1.5%	1.56	1.56	gr/cm4
	T6 - SM	T6 - SM - 0.750 l/m3	1.93	2.11	gr/cm5
PROES	T1 - ML	T1 - ML - 0.35 lt/m3	1.85	2.08	gr/cm6
	T1 - CL	T1 - CL - 0.35 lt/m3	1.97	2.10	gr/cm7
CLORURO DE MAGNESIO	T6 - GM	T1 - GM - 5%	2.08	2.256	gr/cm8

**Figura 24**

*Máxima densidad seca sin y con estabilización de CONSOLID-444, TERRASIL, PROES y CLORURO DE MAGNESIO*



En la figura 24, se puede apreciar que la máxima densidad seca es de 2.08 gr/cm<sup>3</sup> el tipo de suelo T6 - GM (gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo) sin estabilización, mientras que, con la estabilización es de 2.256 gr/cm<sup>3</sup> mejorando la máxima densidad seca del suelo. En cuanto al tipo de suelo T5 - CL (arcilla de baja media plasticidad) se mantienen su máxima densidad seca con la estabilización. Y el tipo de suelo T3 – ML (limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos) es de 1.71 gr/cm<sup>3</sup> sin estabilización y con la estabilización reduce a 1.58 gr/cm<sup>3</sup> la densidad máxima seca.

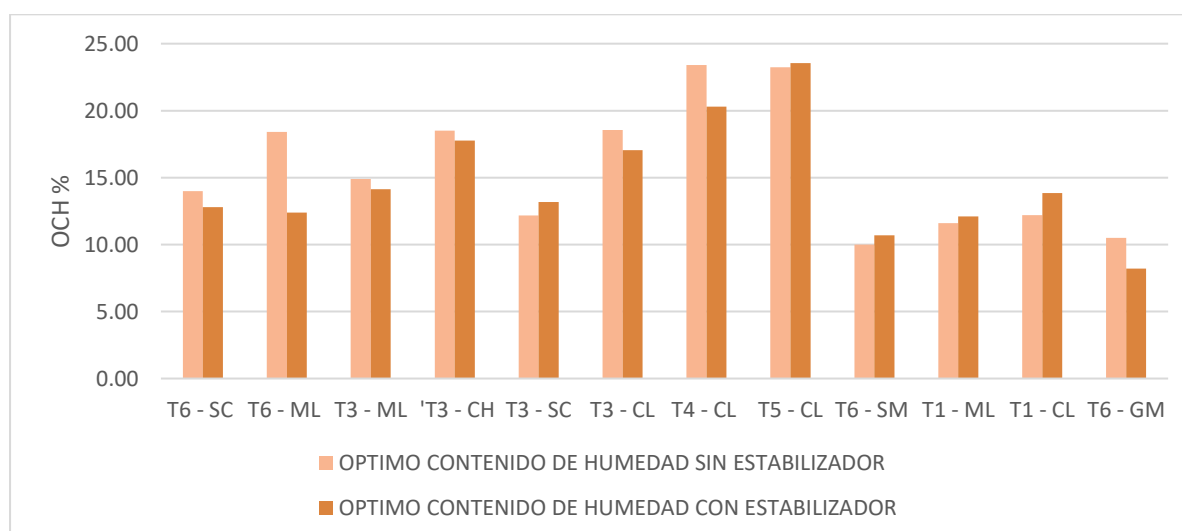
**Tabla 26**

*Óptimo contenido de humedad sin y con estabilización de CONSOLID-444, TERRASIL, PROES y CLORURO DE MAGNESIO*

ESTABILIZADOR	DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE DE ESTABILIZADOR	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD SIN ESTABILIZADOR	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD CON ESTABILIZADOR	UNIDAD
CONSOLID-444	T6 - SC	T6 - SC - 0.007 lt x m2	13.99	12.80	%
	T6 - ML	T6 - ML - 0.007 lt x m2	18.40	12.40	%
	T3 - ML	T3 - ML - 1 kg/m3	14.89	14.13	%
	T3 - CH	T3 - CH - 1 kg/m3	18.51	17.76	%
	T3 - SC	T3 - SC - 1 kg/m3	12.18	13.19	%
TERRASIL	T3 - CL	T3 - CL - 1 kg/m3	18.55	17.05	%
	T4 - CL	T4 - CL - 1%	23.40	20.30	%
	T5 - CL	T5 - CL - 1.5%	23.23	23.54	%
	T6 - SM	T6 - SM - 0.750 l/m3	10.00	10.70	%
PROES	T1 - ML	T1 - ML - 0.35 lt/m3	11.60	12.10	%
	T1 - CL	T1 - CL - 0.35 lt/m3	12.21	13.85	%
CLORURO DE MAGNESIO	T6 - GM	T1 - GM - 5%	10.50	8.2	%

**Figura 25**

*Óptimo contenido de humedad sin y con estabilización CONSOLID-444, TERRASIL, PROES y CLORURO DE MAGNESIO*



Se visualiza en la figura 25, que el óptimo contenido de humedad en el tipo de suelo T4 – CL (arcilla de baja media plasticidad) es alta y que al aplicar la estabilización reduce 3.10%, mientras tanto, en el tipo de suelo T6 – ML (Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos) aplicando la estabilización reduce el 6%.

- **RESULTADOS DE LA CAPACIDAD PORTANTE:**

Analizamos cada investigación para obtener los resultados de **CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR al 95% de la sub rasante en penetración de una pulgada** y verificar de acuerdo a las normativas ASTM Y MTC, **la capacidad portante** de las calicatas sin y con estabilización de CONSOLID-444, TERRASIL, PROES y CLORURO DE MAGNESIO, a continuación, se detalla los resultados de cada investigación estudiada.

**Tabla 27**

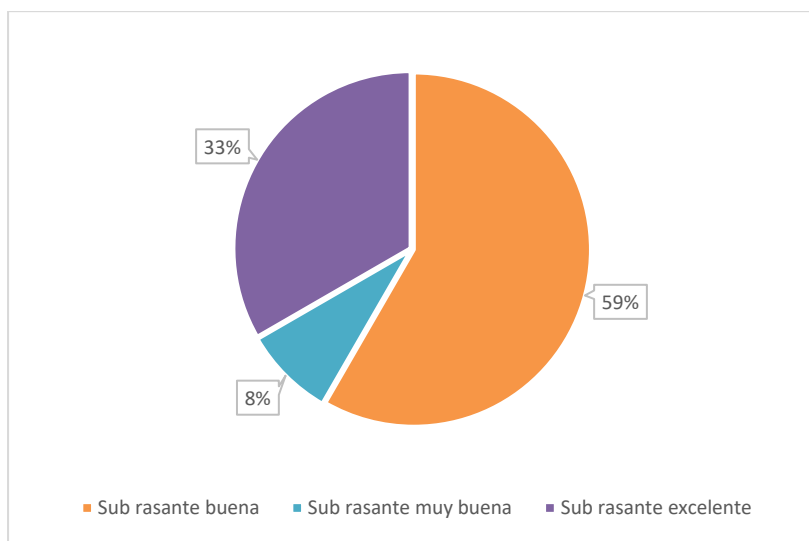
*California Bearing Ratio sin y con estabilización de CONSOLID-444, TERRASIL, PROES, CLORURO DE MAGNESIO*

ESTABILIZADOR	DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE DE ESTABILIZADOR	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) A 1' AL 95% SIN ESTABILIZADOR	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) A 1' AL 95% CON ESTABILIZADOR	UNIDAD
CONSOLID-444	T6 - SC	T6 - SC - 0.007 lt x m2	6.60	88.90	%
	T6 - ML	T6 - ML - 0.007 lt x m2	4.35	36.20	%
	T3 - ML	T3 - ML - 1 kg/m3	5.02	17.41	%
	T3 - CH	T3 - CH - 1 kg/m3	4.56	10.70	%
	T3 - SC	T3 - SC - 1 kg/m3	7.43	19.47	%
TERRASIL	T3 - CL	T3 - CL - 1 kg/m3	8.01	11.85	%
	T4 - CL	T4 - CL - 1%	7.80	64.00	%
	T5 - CL	T5 - CL - 1.5%	6.82	14.58	%
	T6 - SM	T6 - SM - 0.750 l/m3	16.00	28.10	%
PROES	T1 - ML	T1 - ML - 0.35 lt/m3	3.00	12.90	%
	T1 - CL	T1 - CL - 0.35 lt/m3	2.44	11.97	%
CLORURO DE MAGNESIO	T6 - GM	T1 - GM - 5%	16.40	73.8	%

En la tabla 27, se puede apreciar que el tipo de suelo T6 - SM (arenas limosas, mezclas de arena y limo) tiene una sub rasante muy buena sin estabilización, pero, aumenta su capacidad portante un 12.10% con la estabilización, pasando a ser una sub rasante muy buena. Respecto al tipo de suelo T1 – CL (arcilla inorgánica de baja o media plasticidad, arcilla con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres) tiene una sub rasante inadecuada sin la estabilización, mientras que, con la presencia del estabilizante su capacidad portante aumenta un 9.53%, pasando a ser una sub rasante buena.

### Figura 26

*California Bearing Ratio con estabilización de CONSOLID-444, TERRASIL, PROES, CLORURO DE MAGNESIO*



En la figura 26, se puede apreciar que las investigaciones analizadas se agruparon de acuerdo a la clasificación de la sub rasante, donde el 33% de investigaciones aumentaron su CBR y llegaron a ser una Sub rasante excelente, el 8% de las investigaciones se encuentran en una sub rasante muy buena y el 59% se tiene una sub rasante buena.



**ANÁLISIS DE LOS ESTABILIZANTES (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL + CEMENTO, PROES + CEMENTO Y BISCHOFITA) y (CONSOLID, TERRASIL, PROES Y CLORURO DE MAGNESIO)**, se detalla los resultados de cada investigación estudiada de acuerdo a la misma clasificación de suelo.

**Tabla 28**

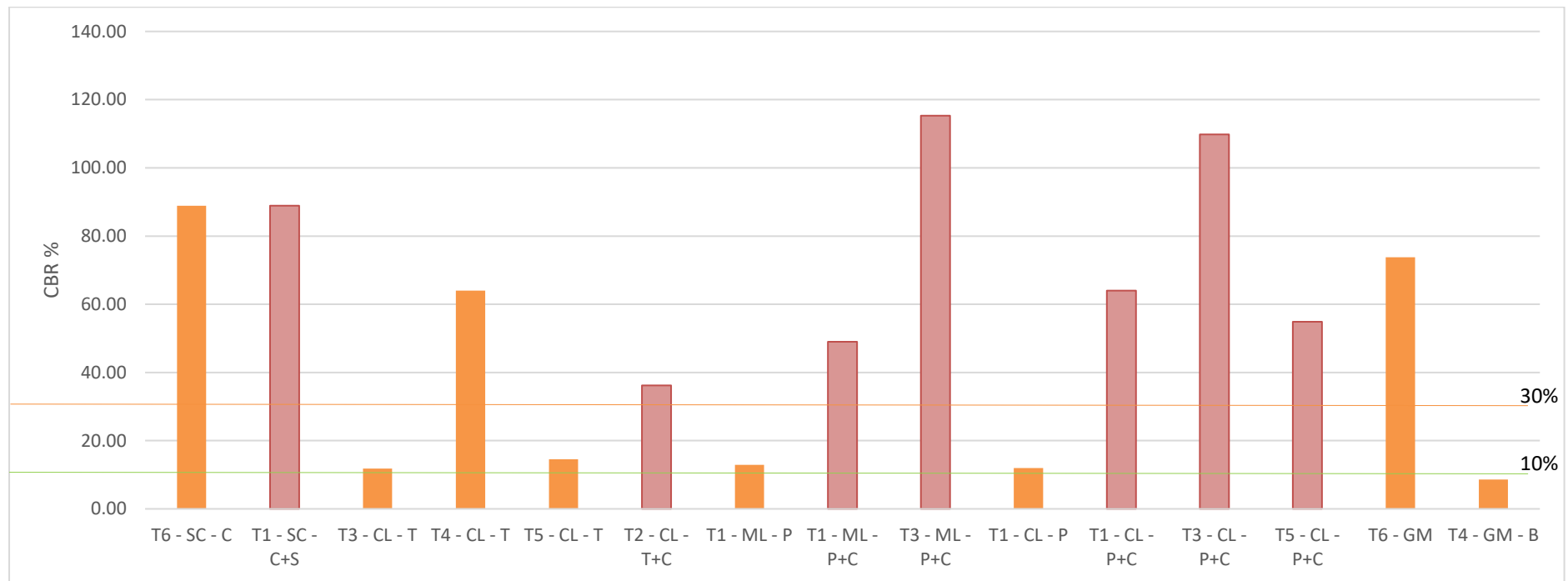
*California Bearing Ratio con estabilización de SISTEMA CONSOLID, TERRASIL + CEMENTO, PROES + CEMENTO Y BICHOFITA y CONSOLID, TERRASIL, PROES Y CLORURO DE MAGNESIO*

ESTABILIZADOR	DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE DE ESTABILIZADOR	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) A 1' AL 95% CON ESTABILIZADOR	UNIDAD
CONSOLID-444	T6 - SC - C	T6 - SC - 0.007 lt x m2	88.90	%
SISTEMA CONSOLID	T1 - SC - C+S	T1 - 0.24 l/m3 + 3%	88.90	%
TERRASIL	T3 - CL - T	T3 - CL - 1 kg/m3	11.85	%
TERRASIL	T4 - CL - T	T4 - CL - 1%	64.00	%
TERRASIL	T5 - CL - T	T5 - CL - 1.5%	14.58	%
TERRASIL + CEMENTO	T2 - CL - T+C	T2 - 1.4 lt/m3 + 40 kg/m3	36.20	%
PROES	T1 - ML - P	T1 - ML - 0.35 lt/m3	12.90	%
PROES + CEMENTO	T1 - ML - P+C	T1 - ML - 0.30 lt/m3 + 50 kg/m3	49.00	%
PROES + CEMENTO	T3 - ML - P+C	T3 - ML - 0.27 l/m3 + 45 kg/m3	115.30	%
PROES	T1 - CL - P	T1 - CL - 0.35 lt/m3	11.97	%
PROES + CEMENTO	T1 - CL - P+C	T1 - CL - 0.30 lt/m3 + 50 kg/m3	64.00	%
PROES + CEMENTO	T3 - CL - P+C	T3 - CL - 0.27 l/m3 + 45 kg/m3	109.80	%
PROES + CEMENTO	T5 - CL - P+C	T5 - CL - 0.35 lt/m3 + 40 kg/m3	54.87	%
CLORURO DE MAGNESIO	T6 - GM	T1 - GM - 5%	73.8	%
BISCHOFITA	T4 - GM - B	T4 - GM - 1.15%	2.12	%

En la tabla 28, se observa que las diferentes investigaciones tienen distintas dosificaciones, que han favorecido la capacidad portante del suelo natural, las investigaciones de los estabilizadores CONSOLID – 444 y SISTEMA CONSOLID, tienen el mismo BCR, mientras que, el estabilizador TERRASIL y TERRASIL + CEMENTO, tienen una diferencia de 27.80% de mejora en la capacidad portante. Además, el estabilizador PROES tiene un CBR bajo con referencia al estabilizante PROES + CEMENTO, ya que, éste aumenta su capacidad portante superior al 30%, por último, la estabilización de BISCHOFITA o CLORURO DE MAGNESIO, muestra que a mayor porcentaje de dosificación aumenta el CBR.

**Figura 27**

*California Bearing Ratio con estabilización de SISTEMA CONSOLID, TERRASIL + CEMENTO, PROES + CEMENTO Y BISCHOFITA y CONSOLID, TERRASIL, PROES Y CLORURO DE MAGNESIO*



En la figura 27, se puede apreciar que el tipo de suelo T6 – SM con el T1 – SC – C+S tienen el mismo porcentaje, mientras que, el T4 – CL – T supera el 27.80% al T2 – CL – T+C, por otra parte, el T3 – ML – P+C tiene el mayor porcentaje con respecto al T1 – ML – P, finalmente, el T6 – GM tiene el 65.18% de aumento respecto a T4 – GM - B .

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### Discusión

Habiendo concluido con el análisis de los datos, podemos mencionar algunas deducciones con base a los resultados del capítulo anterior, así tenemos:

En la tabla 23 y figura 22 se analizó el California Bearing Ratio (CBR) al 95% de la sub rasante en penetración de una pulgada con 4 estabilizaciones, se observa que las diferentes investigaciones tienen distintas dosificación que han favorecido la capacidad portante del suelo natural, de acuerdo al manual de carreteras (2014) los CBR parecidos o similares se encuentran dentro de un determinado rango de categoría de sub rasante, según el cuadro 4.11 (p.35); de acuerdo a eso se analizó, que el 79% de investigaciones aumentaron su CBR y llegaron a hacer una sub rasante excelente, el 5% de las investigaciones se encuentran en una sub rasante buena y el 16% presenta una sub rasante regular. En la tabla 9, 13 y 17 que corresponde a los estabilizantes de SISTEMA CONSOLID, TERRASIL + CEMENTO, PROES + CEMENTO respectivamente, se analizó que, mejoraron las propiedades estructurales y se aprecia una disminución significativa de óptimo contenido de humedad del suelo, en cambio, en la tabla 18 se analiza el estabilizador BISCHOFITA por región, evidenciando un mayor incremento del CBR en la región costa (< 500 msnm), mientras que, en la tabla 22 se analizó que la estabilización de la BISCHOFITA mejoró las propiedades estructurales del suelo en un mínimo porcentaje, mientras tanto, el Manual de carreteras (2014) la BISCHOFITA incrementa la tensión superficial, produciendo una superficie más dura y se utiliza como tratamiento supresor de polvo (p.107).

En la figura 26, se analizó el California Bearing Ratio (CBR) al 95% de la sub rasante en penetración de una pulgada con las estabilizaciones CONSOLID-444, TERRASIL, PROES, CLORURO DE MAGNESIO, se observa que las diferentes investigaciones tienen distintas

dosificaciones que han favorecido la capacidad portante del suelo natural, basándonos en el Manual de carreteras (2014) los CBR parecidos o similares se encuentran dentro de un determinado rango de categoría de sub rasante, según el cuadro 4.11 (p.35). De acuerdo a esto se analizó que el 33% de investigaciones aumentaron su CBR y llegaron hacer una sub rasante excelente, el 8% de las investigaciones se encuentran en una sub rasante buena y el 59% presenta en una sub rasante regular; en la tabla 27 se analizó que el estabilizante CONSOLID-444 obtuvo el 82.30% de aumento en el CBR de acuerdo a la ficha técnica de CONSOLID (2015), indica que el aditivo CONSOLID-444 sin ningún complemento se inserta entre las partículas del suelo formando complejas estructuras moleculares, que actúan mediante procesos catalíticos que reducen la tensión superficial del agua y aumenta la velocidad de evaporización, se usa mayor porcentaje de dosificación, siendo éste el más eficiente con respecto a los estabilizantes TERRASIL, PROES Y CLORURO DE MAGNESIO.

En la tabla 28 y figura 27, se analizó la comparación del CBR al 95% a una penetración de los estabilizantes (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL + CEMENTO, PROES + CEMENTO y BISCHOFITA) y (CONSOLID-444, TERRASIL, PROES y CLORURO DE MAGNESIO) de acuerdo a la misma clasificación de suelo, el suelo SC con los estabilizantes (SISTEMA CONSOLID y CONSOLID-444) tienen el mismo porcentaje de CBR, de acuerdo al manual CONSOLID (2015), indica que el aditivo CONSOLID-444 actúan mediante procesos catalíticos que reducen la tensión superficial del agua y aumenta la velocidad de evaporización, se usa mayor porcentaje de dosificación, mientras tanto, en la combinación de CONSOLID-444 y SOLIDRY que forma el SISTEMA CONSOLID tiene un enorme impacto sobre la sensibilidad al agua y disminuye a su cantidad óptima, en la dosificación el porcentaje es menor respecto a la tabla de dosis que se encuentra en la ficha técnica del CONSOLID (2015) y tiene la ventaja de bajar la condición de los suelos plásticos. En el análisis con la

estabilización (TERRASIL y TERRASIL + CEMENTO), la clasificación de suelo CL se analizó que, el mayor porcentaje de aumentó de CBR es solo con el estabilizante TERRASIL, de acuerdo a la ficha técnica el TERRASIL está formado al 100% por organosilanos, capaz de repeler el agua, pero su dosificación va de acuerdo al índice de plasticidad si es más alto, su beneficio será mejor. En la estabilización (PROES y PROES + CEMENTO) se analizó dos tipos de suelos, el ML y CL, donde su porcentaje de CBR pasaron del 100% de acuerdo a la ficha técnica, la misma que indica que al aplicar el estabilizante PROES su CBR tiene que ser mayor al 100%. De acuerdo a lo analizado se cumplió, que si se usa una dosis inferior de estabilizante PROES (0.30 a 0.35 lt/m<sup>3</sup>, cantidad indicada en la ficha técnica), y a ésta se le añade CEMENTO su CBR supera al 100%. Por último, la estabilización de la BISCHOFITA o CLORURO DE MAGNESIO presenta un incremento significativo de CBR en la región de la Costa, de acuerdo a la ficha técnica de la BISCHOFITA, se indica que su dosificación varía de acuerdo al IP, porque si se usa un IP mayor de 9% en zonas muy lluviosas no es recomendable.

De igual forma, comparando los antecedentes de otros trabajos realizados y los resultados obtenidos en la presente investigación, tenemos como primer antecedente a: Llano, Ríos & Restrepo (2020) en su investigación de tesis denominada: “EVALUATION OF TECHNOLOGIES FOR STABILIZATION OF ROAD SOILS USING ACCELERATED WEATHERING. A STRATEGY FOR ANALYSIS OF IMPACTS ON BIODIVERSITY”, en sus resultados se evidencia que el óptimo contenido de humedad disminuye entre 1% y 2% respecto a la muestra sin aditivo. Además, los materiales evaluados mostraron desempeños adecuados para objetivos de mejoramiento de propiedades ingenieriles del suelo, al presentar mayores resistencias mecánicas respecto al suelo natural, destacándose los productos de naturaleza puzolánica. En comparación a nuestros resultados analizados en nuestra

investigación en las tablas 8, 12, 16 y 21 donde se evidencia que el óptimo contenido de humedad disminuye entre 0.40% a 2.60%, de acuerdo a los estabilizantes químicos evaluados el que destaca con mayor porcentaje en la reducción del óptimo contenido de humedad es el producto de naturaleza polímero (SISTEMA CONSOLID), teniendo en cuenta que los mecanismos en la estabilización disminuye la tensión superficial del agua y aumenta la velocidad de evaporización en los suelos arcillosos, en tal sentido los resultados obtenidos en la investigación varían con el antecedente antes mencionado, por la diferente dosificación y los distintos tipo de suelos encontrados.

Como segundo antecedente tenemos a Días (2016) en su investigación de tesis denominada: “ESTUDIO DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON EL SISTEMA CONSOLID PARA MEJORAR EL CAMINO VECINAL YÁNTALO – C.P.M. BUENOS AIRES, MOYOBAMBA – SAN MARTÍN, 2016”, brindó como resultados, que la dosificación más óptima de los aditivos para obtener una sub rasante buena (CBR=11-19%) para un suelo tipo CL (arcilla de baja plasticidad) es de 0.007 lt de Consolid por metro cuadrado, el cual puede variar según la dosificación, para nuestro caso tenemos un CBR máximo 13.57%. En comparación a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación y de acuerdo a la tabla 9, tiende a elevarse a un 88.90% con una dosificación de 0.24 l/m<sup>3</sup> + 3%, de acuerdo a su naturaleza química es un aditivo polímero que tiende a aumentar la resistencia mecánica, reducir la permeabilidad y son altamente efectivo para el control de la erosión en suelos arenosos, en tal sentido los resultados obtenidos en la investigación varían con el antecedente antes mencionado, por su dosificación y tipo de suelo.

Como tercer antecedente tenemos a Gutiérrez & Cerón (2020) en su investigación de tesis denominada: “ANÁLISIS DE LA OPTIMIZACIÓN DEL SUELO DE LA BASE CON ADITIVOS QUÍMICOS TERRASIL PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS

INDUSTRIALES DEL ALMACÉN DE CONCENTRADOS MINEROS – ALMACENES LOGISMINSA, VENTANILLA - CALLAO”, Los autores mencionan que, el aditivo químico TERRASIL tiende a elevarse de manera continua más no proporcional en el CBR, conteniendo valores de 93.5%, 103.2% y 107.9%, En comparación de los resultados analizados en nuestra investigación, son similares a la tabla 13 del estabilizante TERRASIL + CEMENTO, donde tiende a elevarse entre 36.20% y 88.90%, del mismo modo en la tabla 27, el aditivo TERRASIL tiende a elevarse en 10.70%, 11.85%, 14.58%, 17.41%, 19.47%, 28.10% y 64.00%, el Terrasil a ser un aditivo de naturaleza organosilanos mejora considerablemente la resistencia mecánica y disminuye la permeabilidad en suelos arcillosos, en tal sentido los resultados obtenidos en la investigación varían con el antecedente antes mencionado de acuerdo a su dosificación y tipo de suelo.

En el cuarto antecedente tenemos a Castillo (2018) en su investigación de tesis denominada: “INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS ENTRE LOS SECTORES CALAMARCA – HUASO, LA LIBERTAD, 2018”, en esta investigación el aditivo químico PROES aumenta el CBR del 6.90% al 109.80%, paso de 7.57% a 116.40% y de 7.54% a 114.28%, lo cual indica que el aditivo mejoró el CBR del suelo en más de quince veces. Sin embargo, en la presente investigación y en comparación de nuestros resultados, en la tabla 17, aumenta el CBR con estabilización PROES + CEMENTO de 2.44% a 64.00%, pasó de 6.90% a 109.80% y de 7.56% a 115.30%, además, en la tabla 27, el estabilizante PROES aumenta el CBR de 3.00% a 11.97% y de 2.44% a 11.97%, el PROES a ser un aditivo de naturaleza aceite sulfonado tienen la función más importante de reducir el agua contenida entre las partículas del suelo, aumentando el número de vacíos que permiten el acomodamiento de las partículas por compactación,

mejora la resistencia del suelo y es más afectivo en suelos arcillosos, en tal sentido los resultados obtenidos en la investigación varían con el antecedente antes mencionado de acuerdo a su dosificación y tipo de suelo.

Finalmente, el antecedente de Paiva (2020) en su investigación de tesis denominada: “INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO PARA SU USO EN LA CARRETERA HUANCARAY – SAN ANTONIO DE CACHI KM. 21+370 AL 21+870, REGIÓN APURIMAC, 2020”, en este trabajo aumenta la capacidad de soporte (CBR) siendo de 21.9% a 83.6% con una dosificación de 5% de BISCHOFITA, En comparación a nuestros resultados, en la tabla 22, la BISCHOFITA aumentó el CBR de 27.96% a 81.43%, con una dosificación de 20%, y de 4.93% a 8.57% con una dosificación de 5%, respecto a las investigaciones estudiadas.

Las limitaciones encontradas en el presente trabajo, es que, en las investigaciones estudiadas, encontramos distintos tipos de suelos, con distintas dosificaciones, para el análisis se agruparon de acuerdo a la clasificación de la sub rasantes, se realizó la comparación de los estabilizantes (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL + CEMENTO, PROES + CEMENTO y BISCHOFITA) y (CONSOLID-444, TERRASIL, PROES y CLORURO DE MAGNESIO), además, se agrupó de acuerdo al tipo de suelo que tienen en común estas investigaciones. Finalmente, el número de investigaciones han sido limitadas, porque en el Perú existen pocas investigaciones con estabilizantes (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL, PROES y BISCHOFITA) a la sub rasante y con fines de pavimentación.

La Implicancia más importante de esta investigación, y de acuerdo a las propiedades de los estabilizadores, se proponer la utilización del estabilizador que brinde un aumento considerable a la sub rasante ( $CBR > 6\%$ ) y permitan disminuir los espesores del pavimento a nivel de afirmado, en la región Cajamarca. ANEXO N°2.



## Conclusiones

La hipótesis presentada en los capítulos anteriores, se cumple, dado que la caracterización de los estabilizantes SISTEMA CONSOLID, TERRASIL + CEMENTO, PROES + CEMENTO y BISCHOFITA mejoran la capacidad portante del pavimento, disminuyen el IP, evapORIZA el agua, impermeabilización del suelo, y por ende en un diseño se disminuye el espesor del pavimento a nivel de afirmado.

Se cumplió el objetivo principal, dado que se identificó la caracterización del uso de estabilizadores químicos (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL, PROES y BISCHOFITA) de acuerdo a los ensayos realizados en las distintas investigaciones que indican, que se mejoró la capacidad portante del suelo a nivel de sub rasante en pavimentos a nivel de afirmado.

Seguidamente se cumplió los objetivos específicos, ya que, se recopiló la información necesaria de los estabilizadores químicos (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL, PROES y BISCHOFITA) mediante las fichas de recolección de datos, dicha información fue de utilidad para desarrollo de la presente investigación; asimismo, analizar las propiedades físico-mecánicas del suelo sin y con estabilizador (IP, DMS, OCH Y CBR) de las distintas investigaciones.

Finalmente, se logró realizar la propuesta de la utilización de estabilizadores, para brindar un aumento considerable a la sub rasante ( $CBR > 6\%$ ) y permitir disminuir los espesores del pavimento a nivel de afirmado, en la región Cajamarca. Empleando el método AASHTO 1993, que permite identificar el espesor de mejoramiento de la sub rasante y el método NAASRA, que identifica el espesor del afirmado.

## REFERENCIAS

- Alegre Escorza, M. J. (2016). *Transporte Urbano: ¿Cómo resolver la movilidad en Lima y Callao?* Lima, Perú.
- Álvarez Montoya, M. S. (2015). *Estabilización química de suelos en proyectos de infraestructura vial en Antioquia*. Obtenido de <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/1772>
- Arias Odón, F. G. (2012). EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Introducción a la metodología científica. EPISTEME, C.A. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/301894369>
- Borja Suárez, M. (2016). Metodología de la investigación científica para ingenieros .
- Castillo Briceño, P. E. (2018). *Influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca - Huaso, La Libertad, 2018*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/13798>
- CEPAL. (1988). *La evolución de las redes de transporte terrestre en América Latina*. América Latina. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11362/18506>
- Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. México: Limusa S.A.
- Diagnóstico de la situación de las brechas de infraestructura o de acceso a servicios. (2020).
- Díaz García, J. C. (2018). *Estudio de estabilización de suelos con el sistema consolid para mejorar el camino vecinal Yántalo – C.P.M. Buenos Aires, Moyobamba – San Martín, 2016*. Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/25535>
- Domínguez Granda, J. B. (2019). MANUAL DE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. Gráfica Real S. A. C.

Eliana Llano, Diana Ríos, Gloria Restrepo. (2020). Evaluation of Technologies for Stabilization of Road Soils Using Accelerated Weathering. A Strategy for Analysis of Impacts on Biodiversity. *Tecnológicas*. Obtenido de <https://doi.org/10.22430/22565337.1624>

Gutiérrez Rosales Jessica Milagros & Ceron Rivera Eduardo Cesar. (2020). *Análisis de la optimización del suelo de la base con aditivo químico terrasil para el diseño de pavimentos industriales del almacén de concentrados mineros – Almacenes Logisminsa, Ventanilla – Callao*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/652276>

Hilario Carlos, F. (2015). APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO (BISCHOFITA) COMO TRATAMIENTO Y ESTABILIZADOR DE LA CAPA DE RODADURA GRANULAR APLICADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA ESPINAR- TINTA YA MARQUIRI. Arequipa, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/213>

Instituto del Cemento Portland Argentino. (2016). *100 años de los pavimentos de hormigón en Argentina*. Argentina. Obtenido de [https://web1.icpa.org.ar/wp-content/uploads/2019/04/100\\_anios\\_de\\_pavimentos\\_de\\_hormigon\\_en\\_argentina.pdf](https://web1.icpa.org.ar/wp-content/uploads/2019/04/100_anios_de_pavimentos_de_hormigon_en_argentina.pdf)

Lafebre Velastegui, F. (1981). *La industria de la construcción vial en el Ecuador y su significación socio-económica*. Quito. Obtenido de <http://repositorio.iaen.edu.ec/handle/24000/4460>

Leon Fierro, K. J. (2016). Funcionalidad del aditivo sólido Rocatech 70/30 como aglomerante para una base estabilizada con la tecnología Proes en el proyecto red vial n°3-Cusco. Huancayo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/2918>

Manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción. (2013). Peú.

Obtenido de

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html)

Manual de carreteras: Suelos, G. G. (2014). *Ministerio de Transportes y Comunicaciones*.

Obtenido de

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html)

MTC E 1109. (2016). Manual de ensayo de materiales. Obtenido de <https://portal.mtc.gob.pe>

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio.

*Scielo*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

Paiva Alcarraz, V. I. (2020). *Influencia del cloruro de magnesio en la estabilización del suelo*

*para su uso en la carretera Huancaray – San Antonio de Cachi Km. 21+370 al 21+*

*870, Región Apurímac, 2020*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/60845>

*PROESTECH*. (2018). Obtenido de <http://www.proes.cl/>

Sánchez de Larramendy, M. I. (1997). Historia de la traza y construcción de la ruta nacional




Nº16. *Nordeste*, <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/nor/article/view/4863>.




*Sistema Consolid*. (2015). Obtenido de <https://www.sistemaconsolid.com/p/consolid.html>

TerraSil. (2015). *BREM S.A.C Environmental Solutions*. Obtenido de <http://brem.com.pe/>




## **ANEXOS**

# **ANEXO N°1**




UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	TESIS:	"CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"	
RESPONSABLE:	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	ASESOR:	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
UBICACIÓN:	Cajamarca	FECHA DE REVISIÓN:	03/11/2021
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL C.B.R. E IMPERMEABILIDAD DE UN SUELO ARENO-ARCILLOSO USANDO EL ESTABILIZADOR QUÍMICO SISTEMA CONSOLID.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
DESCRIPCIÓN			
AUTOR	BRUNO YADIN RAMIREZ PONCE		
TIPO DE INVESTIGACIÓN	REVISTA CIENTÍFICA	TESIS	<input checked="" type="checkbox"/>
URI	<a href="http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/14985">http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/14985</a>		
RESUMEN			
DESCRIPCIÓN			
ESTABILIZADOR	SISTEMA CONSOLID <input checked="" type="checkbox"/>	TERRASIL + CEMENTO	<input type="checkbox"/>
	PROES + CEMENTO	BISCHOFITA	<input type="checkbox"/>
REGIONES GEOGRAFICAS	COSTA <input type="checkbox"/>	SIERRA <input checked="" type="checkbox"/>	SELVA <input type="checkbox"/>
SUPERFICIE DE RODADURA	DETERIORADO <input type="checkbox"/>	REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>
PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR	<p>Consolid 444 (C-444) es un liquido semi viscoso, formado por la mezcla de monómeros y polimeros catalizadores aceleradores de la penetración.</p> <p>Solidry es un polvo granulado formado por la mezcla de catalizadores e intercambiadores iónicos, mezclados con cemento y cal hidratada.</p> <p>La convinación de los dos productos, refuerza la protección contra el agua, bloqueando los capilares y permitiendo además que el agua de la superficie no penetre en la capa tratada, impermeabiliza el suelo de manera que impide el ingreso y controla la pérdida de humedad, controla los procesos de capilaridad como de permeabilidad, transformando al suelo en un material hidrófugo.</p>		
RESPONSABLE		ASESOR	
			
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
Fecha: 05 / 12 / 2021		Fecha: 05 / 12 / 2021	



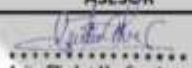
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA												
		<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"										
<b>RESPONSABLE:</b>		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad				<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet				
<b>UBICACIÓN:</b>		Cajamarca				<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021				
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL C.B.R. E IMPERMEABILIDAD DE UN SUELO ARENO-ARCILLOSO USANDO EL ESTABILIZADOR QUÍMICO SISTEMA CONSOLID.										
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS												
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS												
<b>TIPO DE SUELO</b>		SUCS		SC								
		AASHTO		A-2-6(1)								
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS								
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		18.600								
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3		1.890							
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%		14.900							
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%		7.200							
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS												
<b>PORCENTAJE</b>		CONSOLID-444		0.04 l/m3		0.08 l/m3		0.12 l/m3		0.24 l/m3		
		SOLIDRY		0.375%		0.375%		0.375%		0.375%		
				0.750%		0.750%		0.750%		0.750%		
				0.750%		0.750%		0.750%		1.500%		
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS								
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		---		---		---		---		
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3		1.925		1.921		1.941		1.948	
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%		13.300		13.350		12.500		12.600	
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%		12.700		9.600		10.500		14.600	
				39.800		33.200		30.500		32.800		
				45.000								
RESPONSABLE					ASESOR							
												
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet							
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021							






UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
		<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"								
<b>RESPONSABLE:</b>		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad				<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet		
<b>UBICACIÓN:</b>		Cajamarca				<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021		
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL C.B.R. E IMPERMEABILIDAD DE UN SUELO ARENO-ARCILLOSO USANDO EL ESTABILIZADOR QUÍMICO SISTEMA CONSOLID.								
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS										
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS										
<b>TIPO DE SUELO</b>		SUCS		SC						
		AASHTO		A-2-6(1)						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		18.600						
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3		1.890					
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%		14.900					
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%		7.200					
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS										
<b>PORCENTAJE</b>		CONSOLID 44		0.08 l/m3		0.12 l/m3		0.24 l/m3		0.04 l/m3
		SOLIDRY		1.500%		1.500%		1.500%		3.000%
				3.000%		3.000%		3.000%		3.000%
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		---		---		---		---
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3		1.946		1.945		1.941	
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%		12.700		12.050		12.900	
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%		46.700		43.500		46.700	
				82.000		72.500		71.500		88.900
RESPONSABLE					ASESOR					
										
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet					
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021					









UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	TESIS:	"CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"	
RESPONSABLE:	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	ASESOR:	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
UBICACIÓN:	Cajamarca	FECHA DE REVISIÓN:	03/11/2021
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:	ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
DESCRIPCIÓN			
AUTOR	RAFAEL ANTONIO CHÁVEZ PAJUELO		
TIPO DE INVESTIGACIÓN	REVISTA CIENTÍFICA	TESIS	<input checked="" type="checkbox"/>
URI	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.12692/34941">https://hdl.handle.net/20.500.12692/34941</a>		
RESUMEN			
DESCRIPCIÓN			
ESTABILIZADOR	SISTEMA CONSOLID PROES + CEMENTO	<input checked="" type="checkbox"/>	TERRASIL + CEMENTO BISCHOFITA
REGIONES GEOGRAFICAS	COSTA	SIERRA	SELVA
SUPERFICIE DE RODADURA	DETERIORADO	REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>
PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR	<p>El sistema CONSOLID tiene un enorme impacto sobre la sensibilidad al agua del suelo (controlando el ascenso de humedad por capilaridad o la disolución por lluvias) y la disminuye a su cantidad óptima.</p> <p>Solidry es un polvo granulado formado por la mezcla de catalizadores e intercambiadores iónicos, mezclados con cemento y cal hidratada.</p> <p>La combinación de los dos productos, refuerza la protección contra el agua, bloqueando los capilares y permitiendo además que el agua de la superficie no penetre en la capa tratada, impermeabiliza el suelo de manera que impide el ingreso y controla la pérdida de humedad, controla los procesos de capilaridad como de permeabilidad, transformando al suelo en un material hidrófugo.</p>		
RESPONSABLE		ASESOR	
			
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
Fecha: 05 / 12 / 2021		Fecha: 05 / 12 / 2021	




UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
		<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"							
<b>RESPONSABLE:</b>		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad			<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet		
<b>UBICACIÓN:</b>		Cajamarca			<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021		
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018.							
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS									
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS									
TIPO DE SUELO		SUCS		CH					
		AASHTO		A-7-6(29)					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS					
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		26.000					
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.739					
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	15.000					
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	3.800					
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS									
PORCENTAJE		CONSOLID-444		0.0045 l/m3	0.0045 l/m3				
		SOLIDRY		1.500%	2.000%				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS					
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		13.000	8.000				
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.881	1.873				
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	10.900	12.400				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	25.600	36.200				
<b>RESPONSABLE</b>					<b>ASESOR</b>				
					 Anita Elizabet Alva Sarmiento <small>INGENIERA CIVIL REG. CIP Nº 61220</small>				
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet				
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021				

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	TESIS:	"CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"	
RESPONSABLE:	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	ASESOR:	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
UBICACIÓN:	Cajamarca	FECHA DE REVISIÓN:	03/11/2021
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO A NIVEL DE SUB RASANTEESTABILIZANDO CON SISTEMA CONSOLID, EN LA CARRETERA AP-104 ANDAHUAYLAS – APURÍMAC, 2021.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
DESCRIPCIÓN			
AUTOR	ELVIS ROSEL FLORES DOMINGUEZ		
TIPO DE INVESTIGACIÓN	REVISTA CIENTÍFICA	TESIS	<input checked="" type="checkbox"/>
URI	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.12692/64875">https://hdl.handle.net/20.500.12692/64875</a>		
RESUMEN			
DESCRIPCIÓN			
ESTABILIZADOR	SISTEMA CONSOLID <input checked="" type="checkbox"/>	TERRASIL + CEMENTO	
	PROES + CEMENTO	BISCHOFITA	
REGIONES GEOGRAFICAS	COSTA	SIERRA <input checked="" type="checkbox"/>	SELVA
SUPERFICIE DE RODADURA	DETERIORADO	REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>
PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR	<p>Consolid 444, producto químico líquido lechoso, actúa sobre el agua absorbida que lubrica las partículas de limo fino o arcilla, promoviendo la atracción electromagnética entre ellas generando así mayor compactación del suelo y resistencia a la deformación.</p> <p>Solidry, es una sustancia química en polvo de color gris seco el cual evita que el suelo absorba agua, lo que detiene el comportamiento de hinchamiento del suelo.</p> <p>La combinación de los dos productos, refuerza la protección contra el agua, bloqueando los capilares y permitiendo además que el agua de la superficie no penetre en la capa tratada, impermeabiliza el suelo de manera que impide el ingreso y controla la pérdida de humedad, controla los procesos de capilaridad como de permeabilidad, transformando al suelo en un material hidrófugo.</p>		
RESPONSABLE		ASESOR	
			
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
Fecha: 05 / 12 / 2021		Fecha: 05 / 12 / 2021	






UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
		<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"							
<b>RESPONSABLE:</b>		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad				<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
<b>UBICACIÓN:</b>		Cajamarca				<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021	
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO A NIVEL DE SUB RASANTE ESTABILIZANDO CON SISTEMA CONSOLID, EN LA CARRETERA AP-104 ANDAHUAYLAS – APURÍMAC, 2021.							
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS									
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS									
TIPO DE SUELO		SUCS		CL					
		AASHTO		A4					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS					
INDICE DE PLASTICIDAD		%		8.900					
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.768					
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	13.600					
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	5.100					
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS									
PORCENTAJE		CONSOLID-444		0.045%	0.045%	0.045%			
		SOLIDRY		0.150%	0.150%	0.150%			
				0.045%					
				0.150%					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS					
INDICE DE PLASTICIDAD		%		8.850	7.300	8.000	PROMEDIO	8.050	
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.780	1.782	1.789		1.784	
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	13.340	16.860	18.270		16.157	
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	7.130	7.050	7.400		7.193	
RESPONSABLE					ASESOR				
									
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet				
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021				

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
		<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"								
<b>RESPONSABLE:</b>		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad			<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet			
<b>UBICACIÓN:</b>		Cajamarca			<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021			
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO A NIVEL DE SUB RASANTEESTABILIZANDO CON SISTEMA CONSOLID, EN LA CARRETERA AP-104 ANDAHUAYLAS – APURÍMAC, 2021.								
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS										
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS										
TIPO DE SUELO		SUCS		CL						
		AASHTO		A4						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		7.200						
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.768						
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	17.600						
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	5.000						
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS										
PORCENTAJE		CONSOLID-444		0.045%	0.045%	0.045%				
		SOLIDRY		0.300%	0.300%	0.300%	0.045%			
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS			PROMEDIO			
				8.700	7.400	8.000				
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.792	1.794	1.800	1.795			
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	13.000	16.120	17.340	15.487			
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	9.170	9.010	9.400	9.193			
RESPONSABLE					ASESOR					
										
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet					
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021					

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
		<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"								
<b>RESPONSABLE:</b>		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad			<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet			
<b>UBICACIÓN:</b>		Cajamarca			<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021			
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO A NIVEL DE SUB RASANTEESTABILIZANDO CON SISTEMA CONSOLID, EN LA CARRETERA AP-104 ANDAHUAYLAS – APURÍMAC, 2021.								
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS										
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS										
TIPO DE SUELO		SUCS		CL						
		AASHTO		A4						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		8.000						
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.778						
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	19.200						
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	5.400						
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS										
PORCENTAJE		CONSOLID 44		0.045%	0.045%	0.045%				
		SOLIDRY		0.500%	0.500%	0.500%				
0.045%										
0.500%										
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		8.600	7.500	8.200	PROMEDIO	8.100		
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.808	1.810	1.815		1.811		
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	12.740	15.140	16.110		14.663		
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	11.880	11.760	12.060		11.900		
RESPONSABLE					ASESOR					
										
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet					
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021					



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	TESIS:	"CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"	
RESPONSABLE:	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	ASESOR:	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
UBICACIÓN:	Cajamarca	FECHA DE REVISIÓN:	03/11/2021
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ENTRE EL USO DEL CLORURO DE SODIO Y EL SISTEMA CONSOLID EN ZONAS URBANAS NO PAVIMENTADAS DE LA URBANIZACIÓN EL PARRAL DEL DISTRITO DE LA VICTORIA, 2020.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
DESCRIPCIÓN			
AUTOR	LUIS ARON CHAMBA DE LA CRUZ		
TIPO DE INVESTIGACIÓN	REVISTA CIENTÍFICA	TESIS	<input checked="" type="checkbox"/>
URI	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12423/3913">http://hdl.handle.net/20.500.12423/3913</a>		
RESUMEN			
DESCRIPCIÓN			
ESTABILIZADOR	SISTEMA CONSOLID <input checked="" type="checkbox"/>	TERRASIL + CEMENTO	<input type="checkbox"/>
	PROES + CEMENTO	BISCHOFITA	<input type="checkbox"/>
REGIONES GEOGRAFICAS	COSTA <input checked="" type="checkbox"/>	SIERRA	<input type="checkbox"/>
		SELVA	<input type="checkbox"/>
SUPERFICIE DE RODADURA	DETERIORADO	REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>
PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR	<p>El sistema CONSOLID tiene un enorme impacto sobre la sensibilidad al agua del suelo (controlando el ascenso de humedad por capilaridad o la disolución por lluvias) y la disminuye a su cantidad óptima.</p> <p>Soldry es un polvo granulado formado por la mezcla de catalizadores e intercambiadores iónicos, mezclados con cemento y cal hidratada.</p> <p>La combinación de los dos productos, refuerza la protección contra el agua, bloqueando los capilares y permitiendo además que el agua de la superficie no penetre en la capa tratada, impermeabiliza el suelo de manera que impide el ingreso y controla la pérdida de humedad, controla los procesos de capilaridad como de permeabilidad, transformando al suelo en un material hidrófugo.</p>		
RESPONSABLE		ASESOR	
			
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
Fecha: 05 / 12 / 2021		Fecha: 05 / 12 / 2021	

	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>TESIS:</b>	<b>"CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"</b>	

<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	<b>ASESOR:</b>	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
<b>UBICACIÓN:</b>	Cajamarca	<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>	03/11/2021

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE ENTRE EL USO DEL CLORURO DE SODIO Y EL SISTEMA CONSOLID EN ZONAS URBANAS NO PAVIMENTADAS DE LA URBANIZACIÓN EL PARRAL DEL DISTRITO DE LA VICTORIA, 2020
------------------------------------	---

**ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS**

**PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS**



<b>TIPO DE SUELO</b>	SUCS	CL							
	AASHTO	A-6(13)							

DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS							
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%	21.560							
PROCTOR	DENSIDAD SECA	GR/CM3	1.768							
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	13.450							
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	2.900						




**PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS**



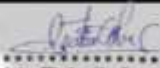
<b>PORCENTAJE</b>	CONSOLID-444	0.045%	0.045%	0.045%					
	SOLIDRY	1.000%	1.500%	2.000%					




DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS							
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%	---	---	---					
PROCTOR	DENSIDAD SECA	GR/CM3	1.828	1.816	1.817					
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.340	11.560	11.260					
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	5.800	32.700	55.070				

<b>RESPONSABLE</b>	<b>ASESOR</b>
	 Anita Elizabet Alva Sarmiento Ingeniero Civil Reg. CIP N° 50286
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
Fecha: 05 / 12 / 2021	Fecha: 05 / 12 / 2021



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"		
<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	<b>ASESOR:</b>	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabetach
<b>UBICACIÓN:</b>	Cajamarca	<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>	03/11/2021
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS CON SUELO ESTABILIZADO, UTILIZANDO ADITIVOS QUÍMICOS, EN LA ZONA DE SELVA BAJA.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<b>AUTOR</b>	ADA NANCY O'DIANA QUIRÓZ		
<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>	REVISTA CIENTÍFICA <input type="checkbox"/>	TESIS	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>URI</b>	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.12990/2245">https://hdl.handle.net/20.500.12990/2245</a>		
RESUMEN			
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<b>ESTABILIZADOR</b>	SISTEMA CONSOLID PROES + CEMENTO <input checked="" type="checkbox"/>	TERRASIL + CEMENTO BISCHOFITA	<input type="checkbox"/>
<b>REGIONES GEOGRAFICAS</b>	COSTA <input type="checkbox"/>	SIERRA <input type="checkbox"/>	SELVA <input checked="" type="checkbox"/>
<b>SUPERFICIE DE RODADURA</b>	DETERIORADO <input type="checkbox"/>	REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR</b>	<p>El sistema CONSOLID tiene un enorme impacto sobre la sensibilidad al agua del suelo (controlando el ascenso de humedad por capilaridad o la disolución por lluvias) y la disminuye a su cantidad óptima.</p> <p>Solidry es un polvo granulado formado por la mezcla de catalizadores e intercambiadores iónicos, mezclados con cemento y cal hidratada.</p> <p>La combinación de los dos productos, refuerza la protección contra el agua, bloqueando los capilares y permitiendo además que el agua de la superficie no penetre en la capa tratada, impermeabiliza el suelo de manera que impide el ingreso y controla la pérdida de humedad, controla los procesos de capilaridad como de permeabilidad, transformando al suelo en un material hidrófugo.</p>		
<b>RESPONSABLE</b>		<b>ASESOR</b>	
			
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
Fecha: 05 / 12 / 2021		Fecha: 05 / 12 / 2021	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
 <b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"										
<b>RESPONSABLE:</b>		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad			<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet			
<b>UBICACIÓN:</b>		Cajamarca			<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021			
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS CON SUELO ESTABILIZADO, UTILIZANDO ADITIVOS QUÍMICOS, EN LA ZONA DE SELVA BAJA.								
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS										
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS										
<b>TIPO DE SUELO</b>		SUCS		SM						
		AASHTO		A-2-4(0)						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		---						
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3		1.931					
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%		10.000					
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	16.000						
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS										
<b>PORCENTAJE</b>		CONSOLID-444		0.08 l/m3						
		SOLIDRY		0.750%						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		---						
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3		2.110					
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%		10.700					
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	31.300						
RESPONSABLE					ASESOR					
										
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet					
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021					

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	<b>TESIS:</b>	"CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"	
<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	<b>ASESOR:</b>	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
<b>UBICACIÓN:</b>	Cajamarca	<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>	03/11/2021
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	ESTUDIO DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON EL SISTEMA CONSOLID PARA MEJORAR EL CAMINO VECINAL YÁNTALO - C.P.M. BUENOS AIRES, MOYOBAMBA - SAN MARTÍN, 2016.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<b>AUTOR</b>	JUAN CARLOS DÍAZ GARCÍA		
<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>	REVISTA CIENTÍFICA <input type="checkbox"/>	TESIS <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>URI</b>	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.12692/25535">https://hdl.handle.net/20.500.12692/25535</a>		
RESUMEN			
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<b>ESTABILIZADOR</b>	CONSOLID-444 <input checked="" type="checkbox"/>	TERRASIL <input type="checkbox"/>	
	PROES <input type="checkbox"/>	CLORURO DE MAGNESIO <input type="checkbox"/>	
<b>REGIONES GEOGRAFICAS</b>	COSTA <input type="checkbox"/>	SIERRA <input type="checkbox"/>	SELVA <input checked="" type="checkbox"/>
<b>SUPERFICIE DE RODADURA</b>	DETERIORADO <input type="checkbox"/>	REGULAR <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR</b>	El sistema CONSOLID tiene un enorme impacto sobre la sensibilidad al agua del suelo (controlando el ascenso de humedad por capilaridad o la disolución por lluvias) y la disminuye a su cantidad óptima.		
<b>RESPONSABLE</b>	<b>ASESOR</b>		
			
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet		
Fecha: 05 / 12 / 2021	Fecha: 05 / 12 / 2021		



	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>TESIS:</b>	<b>"CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"</b>	

<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	<b>ASESOR:</b>	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
<b>UBICACIÓN:</b>	Cajamarca	<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>	03/11/2021

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	ESTUDIO DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON EL SISTEMA CONSOLID PARA MEJORAR EL CAMINO VECINAL YÁNTALO - C.P.M. BUENOS AIRES, MOYOBAMBA - SAN MARTÍN, 2016.
------------------------------------	---

**ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS**

**PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS**



<b>TIPO DE SUELO</b>	SUCS	CL	CL	CL	CL	ML	CL	CL	CL	CL
	AASHTO	A-6(6)	A-6(6)	A-6(9)	A-6(9)	A-4(2)	A-6(10)	A-6(14)	A-6(13)	A-6(5)




DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS									
INDICE DE PLASTICIDAD		%	13.69	10.89	12.64	11.68	4.85	13.31	14.88	15.67	11.23	
PROCTOR	DENSIDAD SECA	GR/CM3	1.87	1.90	1.87	1.84	1.72	1.77	1.85	1.85	1.86	
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	13.60	13.50	13.50	13.35	18.4	15.4	15.42	13.65	13.5	
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	6.10	6.40	5.00	7.00	4.35	7.3	7.8	6.8	6.4




**PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS**

<b>PORCENTAJE</b>	CONSOLID-444	0.007 lt x m2	0.007 lt x m2	0.007 lt x m2	0.007 lt x m2	0.007 lt x m2	0.007 lt x m2	0.007 lt x m2	0.007 lt x m2	0.007 lt x m2	0.007 lt x m2
-------------------	--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------




DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS									
INDICE DE PLASTICIDAD		%	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
PROCTOR	DENSIDAD SECA	GR/CM3	1.905	1.93	1.915	1.875	1.755	1.83	1.9	1.835	1.895	
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.3	11.4	11.5	11.5	15.4	12.5	12.2	12.5	11.4	
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	7.92	7.26	6.16	8.3	6.53	8.36	9.25	8.87	7.26




<b>RESPONSABLE</b>	<b>ASESOR</b>
	
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
Fecha: 05 / 12 / 2021	Fecha: 05 / 12 / 2021

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	<b>TESIS:</b>	<b>"CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"</b>	
<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	<b>ASESOR:</b>	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
<b>UBICACIÓN:</b>	Cajamarca	<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>	03/11/2021
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	ANÁLISIS DE LA OPTIMIZACIÓN DEL SUELO DE LA BASE CON ADITIVO QUÍMICO TERRASIL PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS INDUSTRIALES DEL ALMACÉN DE CONCENTRADOS MINEROS – ALMACENES LOGISMINSA, VENTANILLA – CALLAO.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<b>AUTOR</b>	JESSICA MILAGROS GUTIÉRREZ ROSALES EDUARDO CÉSAR CERÓN RIVERA		
<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>	REVISTA CIENTÍFICA	TESIS	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>URI</b>	<a href="http://hdl.handle.net/10757/652276">http://hdl.handle.net/10757/652276</a>		
RESUMEN			
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<b>ESTABILIZADOR</b>	SISTEMA CONSOLID PROES + CEMENTO	TERRASIL + CEMENTO	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>REGIONES GEOGRAFICAS</b>	COSTA <input checked="" type="checkbox"/>	SIERRA	SELVA
<b>SUPERFICIE DE RODADURA</b>	DETERIORADO	REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR</b>	<p>La estabilización con Tecnología Terrasil, consiste en el mejoramiento estructural de las propiedades del suelo natural.</p> <p>El aditivo Terrasil ya que el suelo obtiene características hidrófobas, sin embargo, mantiene la transpiración (expulsa el agua en forma de vapor), reduce el índice de plasticidad, acrecienta los valores de CBR, el hinchamiento se reduce, mejora el módulo resiliente, además se reduce el consumo de agua en la compactación.</p>		
<b>RESPONSABLE</b>		<b>ASESOR</b>	
			
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
Fecha: 05 / 12 / 2021		Fecha: 05 / 12 / 2021	




UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
		<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"							
<b>RESPONSABLE:</b>		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad				<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
<b>UBICACIÓN:</b>		Cajamarca				<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021	
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		ANÁLISIS DE LA OPTIMIZACIÓN DEL SUELO DE LA BASE CON ADITIVO QUÍMICO TERRASIL PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS INDUSTRIALES DEL ALMACÉN DE CONCENTRADOS MINEROS – ALMACENES LOGISMINSA, VENTANILLA – CALLAO.							
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS									
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS									
TIPO DE SUELO		SUCS		GM					
		AASHTO		A-1-a(0)					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS					
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		---					
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	2.252					
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	6.500					
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	41.400					
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS									
PORCENTAJE		TERRASIL		0.5% kg/m3	0.75% kg/m3	0.9% kg/m3			
		CEMENTO		1.00%	1.00%	1.00%			
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS					
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		---	---	---			
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	2.260	2.270	2.260			
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	6.700	6.700	6.900			
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	55.500	61.600	58.700			
RESPONSABLE					ASESOR				
					 Anita Elizabet Alva Sarmiento Ingeniero Civil Reg. CIP N° 610286				
Fecha: 05 / 12 / 2021.					Fecha: 05 / 12 / 2021.				



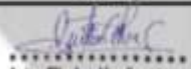








UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	<b>TESIS:</b>	"CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"	
<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	<b>ASESOR:</b>	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
<b>UBICACIÓN:</b>	Cajamarca	<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>	03/11/2021
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	APLICACIÓN DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL SECTOR DE YUMPE – HUAYLLACAYAN – ANCASH, 2019.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<b>AUTOR</b>	EVER JUNIOR ARCE PALACIOS		
<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>	REVISTA CIENTÍFICA	TESIS	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>URI</b>	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.12692/52576">https://hdl.handle.net/20.500.12692/52576</a>		
RESUMEN			
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<b>ESTABILIZADOR</b>	SISTEMA CONSOLID PROES + CEMENTO	TERRASIL + CEMENTO	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>REGIONES GEOGRAFICAS</b>	COSTA <input checked="" type="checkbox"/>	SIERRA	SELVA
<b>SUPERFICIE DE RODADURA</b>	DETERIORADO	REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR</b>	<p>Posee grupos silanol, que reaccionan con los silicatos presentes en el suelo, transformando su superficie y confiriéndoles propiedades hidrófobas permanentes. Así, el suelo repelerá las moléculas de agua, impermeabilizándolo y evitando los problemas derivados de la presencia de la misma.</p> <p>El proceso de estabilización de suelos no solo nos ayuda a la mejora de suelos de mala calidad con problemas de plasticidad y granulometrías finas, si no que se ha extendido a realizar tratamiento con áridos de buena calidad.</p>		
<b>RESPONSABLE</b>		<b>ASESOR</b>	
			
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
Fecha: 05 / 12 / 2021		Fecha: 05 / 12 / 2021	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
		<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"								
<b>RESPONSABLE:</b>		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad				<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet		
<b>UBICACIÓN:</b>		Cajamarca				<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021		
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		APLICACIÓN DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL SECTOR DE YUMPE – HUAYLLACAYAN – ANCASH, 2019.								
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS										
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS										
TIPO DE SUELO		SUCS		CL	CL	CL	CL			
		AASHTO		A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6			
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		21.000	23.000	28.000	24.000			
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3		1.912	1.914	1.892	1.906		
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%		23.400	23.200	24.500	23.700		
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	8.200	7.800	8.900	8.300			
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS										
PORCENTAJE		TERRASIL		1.4 lt/m3	1.4 lt/m3	1.4 lt/m3	1.4 lt/m3			
		CEMENTO		40 kg/m3	40 kg/m3	40 kg/m3	40 kg/m3			
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		---	---	---	---			
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3		1.991	1.993	1.985	1.990		
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%		20.1	20.3	19.7	20.033		
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	62.5	64	62.9	63.133			
<b>RESPONSABLE</b>					<b>ASESOR</b>					
										
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet					
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021					



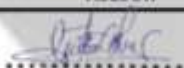





UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	TESIS:	"CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"	
RESPONSABLE:	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	ASESOR:	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
UBICACIÓN:	Cajamarca	FECHA DE REVISIÓN:	03/11/2021
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:	INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS CON ENZIMAS ORGÁNICAS TERRASIL Y PERMA ZYME PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE UNA CARRETERA NO PAVIMENTADA, MACHE, OTUZCO, LA LIBERTAD 2019.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
DESCRIPCIÓN			
AUTOR	EDEL ROCIO FLORES QUIÑONES ANGIE LISETTE FLORES SÁNCHEZ		
TIPO DE INVESTIGACIÓN	REVISTA CIENTÍFICA	TESIS	<input checked="" type="checkbox"/>
URI	<a href="https://hdl.handle.net/11537/25226">https://hdl.handle.net/11537/25226</a>		
RESUMEN			
DESCRIPCIÓN			
ESTABILIZADOR	CONSOLID-444 PROES	TERRASIL	<input checked="" type="checkbox"/>
REGIONES GEOGRAFICAS	COSTA	SIERRA	<input checked="" type="checkbox"/>
SUPERFICIE DE RODADURA	DETERIORADO	REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>
PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR	<p>Permeabilidad, los suelos son resistentes al agua</p> <p>La resistencia a compresión simple, aumentada</p> <p>CBR, se incrementa, mejora la adherencia con betún y polímeros no hay absorción de agua.</p>		
RESPONSABLE		ASESOR	
			
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
Fecha: 05 / 12 / 2021		Fecha: 05 / 12 / 2021	




UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
		<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"								
<b>RESPONSABLE:</b>			Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad				<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
<b>UBICACIÓN:</b>			Cajamarca				<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021	
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS CON ENZIMAS ORGÁNICAS TERRASIL Y PERMA ZYME PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE DE UNA CARRETERA NO PAVIMENTADA, MACHE, OTUZCO, LA LIBERTAD 2019.								
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS										
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS										
<b>TIPO DE SUELO</b>		SUCS	ML	ML	CH	SC	CH	CL		
		AASHTO	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-2	A-7-5	A-7-6		
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS							
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%	11.730	9.340	29.250	16.300	23.030	17.840		
PROCTOR	DENSIDAD SECA	GR/CM3	1.800	1.610	1.590	1.820	1.650	1.670		
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	12.150	17.630	18.030	12.180	18.980	18.550		
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	4.650	5.380	4.190	7.430	4.930	8.010	
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS										
<b>PORCENTAJE</b>		TERRASIL	1 kg/m3	1 kg/m3	1 kg/m3	1 kg/m3	1 kg/m3	1 kg/m3		
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS							
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%	---	---	---	---	---	---		
PROCTOR	DENSIDAD SECA	GR/CM3	1.820	1.340	1.560	1.710	1.650	1.610		
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.110	17.140	18.400	13.190	17.110	17.050		
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	24.650	10.170	14.200	19.470	7.190	11.850	
RESPONSABLE					ASESOR					
										
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet					
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021					

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	<b>TESIS:</b>	<b>"CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"</b>	
<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	<b>ASESOR:</b>	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
<b>UBICACIÓN:</b>	Cajamarca	<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>	03/11/2021
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DE LA SUB BASE UTILIZAND TERRASIL EN EL CAMINO VECINAL PUMAHUASI – PORVENIR DE MARONA – HUÁNUCO, 2020.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<b>AUTOR</b>	JOEL MARTIN URQUIZO MURO		
<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>	REVISTA CIENTÍFICA <input type="checkbox"/>	TESIS <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>URI</b>	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.12692/66399">https://hdl.handle.net/20.500.12692/66399</a>		
RESUMEN			
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<b>ESTABILIZADOR</b>	CONSOLID-444 <input type="checkbox"/>	TERRASIL <input checked="" type="checkbox"/>	
	PROES <input type="checkbox"/>	CLORURO DE MAGNESIO <input type="checkbox"/>	
<b>REGIONES GEOGRAFICAS</b>	COSTA <input type="checkbox"/>	SIERRA <input checked="" type="checkbox"/>	SELVA <input type="checkbox"/>
<b>SUPERFICIE DE RODADURA</b>	DETERIORADO <input type="checkbox"/>	REGULAR <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR</b>	<p>La estabilización con Tecnología Terrasil, consiste en el mejoramiento estructural de las propiedades del suelo natural.</p> <p>Disminuye los efectos del hielo / deshleo</p> <p>Disminuye la expansividad del suelo.</p>		
<b>RESPONSABLE</b>		<b>ASESOR</b>	
			
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
Fecha: 05 / 12 / 2021		Fecha: 05 / 12 / 2021	







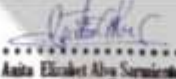
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
		<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"								
<b>RESPONSABLE:</b>		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad			<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet			
<b>UBICACIÓN:</b>		Cajamarca			<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021			
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		MEJORAMIENTO DE LA ESTABILIDAD DE LA SUB BASE UTILIZANDO TERRASIL EN EL CAMINO VECINAL PUMAHUASI-PROVENIR DE MARONA - HUÁNUCO, 2020								
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS										
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS										
TIPO DE SUELO		SUCS		CL						
		AASHTO		A-7-6(11)						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		28.000						
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3		1.912					
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%		23.400					
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	7.800						
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS										
PORCENTAJE		TERRASIL		0.50%		1.00%		2%		
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		---		---		---		
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3		1.991		1.993		1.985	
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%		20.100		20.300		19.700	
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	62.500		64.000		62.900		
RESPONSABLE					ASESOR					
										
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet					
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021					

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	TESIS:	"CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"	
RESPONSABLE:	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	ASESOR:	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
UBICACIÓN:	Cajamarca	FECHA DE REVISIÓN:	03/11/2021
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:	MEJORAMIENTO DE SUELOS DEL TERRENO DE FUNDACIÓN DE LA AV. MARISCAL ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA, CON FINES DE PAVIMENTACIÓN.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
DESCRIPCIÓN			
AUTOR	DONNA ISABEL HURTADO SEMPETEGUI		
TIPO DE INVESTIGACIÓN	REVISTA CIENTÍFICA <input type="checkbox"/>	TESIS	<input checked="" type="checkbox"/>
URI	<a href="http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/4747">http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/4747</a>		
RESUMEN			
DESCRIPCIÓN			
ESTABILIZADOR	CONSOLID-444 <input type="checkbox"/> PROES <input type="checkbox"/>	TERRASIL <input checked="" type="checkbox"/> CLORURO DE MAGNESIO <input type="checkbox"/>	
REGIONES GEOGRAFICAS	COSTA <input type="checkbox"/>	SIERRA <input type="checkbox"/>	SELVA <input checked="" type="checkbox"/>
SUPERFICIE DE RODADURA	DETERIORADO <input type="checkbox"/>	REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>
PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR	<p>La estabilización con Tecnología Terrasil, consiste en el mejoramiento estructural de las propiedades del suelo natural.</p> <p>El aditivo Terrasil ya que el suelo obtiene características hidrófobas, sin embargo, mantiene la transpiración (expulsa el agua en forma de vapor), reduce el índice de plasticidad, acrecienta los valores de CBR, el hinchamiento se reduce, mejora el módulo resiliente, además se reduce el consumo de agua en la compactación.</p>		
RESPONSABLE		ASESOR	
			
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
Fecha: 05 / 12 / 2021		Fecha: 05 / 12 / 2021	



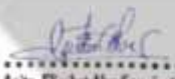
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
		TESIS: "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"								
RESPONSABLE:		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad				ASESOR:		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet		
UBICACIÓN:		Cajamarca				FECHA DE REVISIÓN:		03/11/2021		
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:		MEJORAMIENTO DE SUELOS DEL TERRENO DE FUNDACIÓN DE LA AV. MARISCAL ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA, CON FINES DE PAVIMENTACIÓN.								
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS										
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS										
TIPO DE SUELO		SUCS		CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL
		AASHTO		A-6(9)	A-6(9)	A-6(9)	A-4(8)	A-6(7)	A-6(7)	
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		13.120	12.030	11.700	9.050	10.560		11.292
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.582	1.546	1.575	1.582	1.510		1.559
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	23.650	24.250	23.800	23.800	20.650		23.230
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	6.400	7.600	7.300	7.000	5.800		6.820
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS										
PORCENTAJE		TERRASIL		0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%		0.50%
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		10.530	9.640	10.160	7.890	10.000		9.644
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.585	1.547	1.579	1.583	1.510		1.561
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	24.350	24.100	23.200	24.000	20.300	PROMEDIO	23.190
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	9.500	11.400	8.830	9.120	6.950		9.160
RESPONSABLE					ASESOR					
										
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet					
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021					



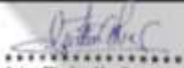





<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>											
<b>N</b>	<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"										
<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad				<b>ASESOR:</b>	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet					
<b>UBICACIÓN:</b>	Cajamarca				<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>	03/11/2021					
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	MEJORAMIENTO DE SUELOS DEL TERRENO DE FUNDACIÓN DE LA AV. MARISCAL ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA, CON FINES DE PAVIMENTACIÓN.										
<b>ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS</b>											
<b>PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS</b>											
TIPO DE SUELO	SUCS	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL		
	AASHTO	A-6(9)	A-6(9)	A-6(9)	A-4(8)	A-6(7)	A-6(7)	A-6(7)			
<b>PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS</b>											
PORCENTAJE	TERRASIL	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%		
<b>PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS</b>											
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS</b>								
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%	13.120	12.030	11.700	9.050	10.560	PROMEDIO		11.292	
PROCTOR	DENSIDAD SECA	GR/CM3	1.582	1.546	1.575	1.582	1.510			1.559	
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	23.650	24.250	23.800	23.800	20.650			23.230	
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	6.400	7.600	7.300	7.000			5.800	6.820
<b>PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS</b>											
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS</b>								
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%	9.120	8.630	8.760	6.810	9.050	PROMEDIO		8.474	
PROCTOR	DENSIDAD SECA	GR/CM3	1.583	1.550	1.577	1.583	1.511			1.561	
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	24.300	24.250	23.750	23.670	21.100			23.414	
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	10.900	14.520	10.880	10.750			6.950	10.800
<b>RESPONSABLE</b>					<b>ASESOR</b>						
											
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet						
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021						

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
	<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"									
	<b>RESPONSABLE:</b> Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad			<b>ASESOR:</b> Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet						
<b>UBICACIÓN:</b> Cajamarca			<b>FECHA DE REVISIÓN:</b> 03/11/2021							
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b> MEJORAMIENTO DE SUELOS DEL TERRENO DE FUNDACIÓN DE LA AV. MARISCAL ANDRÉS AVELINO CÁCERES DE LA CIUDAD DE JULIACA, CON FINES DE PAVIMENTACIÓN.										
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS										
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS										
TIPO DE SUELO	SUCS		CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	
	AASHTO		A-6(9)	A-6(9)	A-6(9)	A-4(8)	A-6(7)	A-6(7)		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS								
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	%	13.120	12.030	11.700	9.050	10.560	PROMEDIO		11.292	
PROCTOR	DENSIDAD SECA	GR/CM3	1.582	1.546	1.575	1.582	1.510	1.559		
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	23.650	24.250	23.800	23.800	20.650	23.230		
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	6.400	7.600	7.300	7.000	5.800	6.820	
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS										
PORCENTAJE	TERRASIL	1.50%	1.50%	1.50%	1.50%	1.50%	PROMEDIO		1.50%	
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS								
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	%	7.900	7.800	8.330	5.800	8.650	PROMEDIO		7.696	
PROCTOR	DENSIDAD SECA	GR/CM3	1.585	1.548	1.577	1.586	1.511	1.561		
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	24.450	24.280	23.650	23.600	21.720	23.540		
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	15.300	16.750	15.450	13.300	12.120	14.584	
RESPONSABLE					ASESOR					
										
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet					
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021					


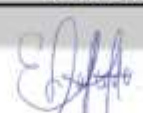








UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	TESIS: "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"		
RESPONSABLE:	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	ASESOR:	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
UBICACIÓN:	Cajamarca	FECHA DE REVISIÓN:	03/11/2021
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:	EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS CON SUELO ESTABILIZADO, UTILIZANDO ADITIVOS QUIMICOS, EN LA ZONA DE LA SELVA BAJA.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
DESCRIPCIÓN			
AUTOR	ADA NANCY O'DIANA QUIRÓZ		
TIPO DE INVESTIGACIÓN	REVISTA CIENTÍFICA	TESIS	<input checked="" type="checkbox"/>
URI	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.12990/2245">https://hdl.handle.net/20.500.12990/2245</a>		
RESUMEN			
DESCRIPCIÓN			
ESTABILIZADOR	CONSOLID-444 PROES	TERRASIL CLORURO DE MAGNESIO	<input checked="" type="checkbox"/>
REGIONES GEOGRAFICAS	COSTA	SIERRA	SELVA <input checked="" type="checkbox"/>
SUPERFICIE DE RODADURA	DETERIORADO	REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>
PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR	<p>El producto genera una membrana transpirable, que confiere propiedades hidrófobas, al mismo tiempo que permite la evaporación de agua</p> <p>Elimina el índice de plasticidad de los suelos, mejora la adherencia con polímeros y betún, lo que permite y mejora la aplicación de capas de rodadura, riegos de imprimación.</p>		
RESPONSABLE		ASESOR	
			
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
Fecha: 05 / 12 / 2021		Fecha: 05 / 12 / 2021	




UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
		<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"							
<b>RESPONSABLE:</b>		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad			<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet		
<b>UBICACIÓN:</b>		Cajamarca			<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021		
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS CON SUELO ESTABILIZADO, UTILIZANDO ADITIVOS QUÍMICOS, EN LA ZONA DE SELVA BAJA.							
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS									
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS									
TIPO DE SUELO		SUCS		SM					
		AASHTO		A-2-4(0)					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS					
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		---					
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.931					
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	10.000					
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	16.000					
	100	1'	%	34.600					
	95	2'	%	22.100					
	100	2'	%	22.100					
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS									
PORCENTAJE		TERRASIL		0.750 l/m3					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS					
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		---					
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	2.111					
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	10.700					
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	28.100					
<b>RESPONSABLE</b>					<b>ASESOR</b>				
									
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet				
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021				

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	TESIS:	"CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"	
RESPONSABLE:	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	ASESOR:	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
UBICACIÓN:	Cajamarca	FECHA DE REVISIÓN:	03/11/2021
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:	APLICACIÓN DE LOS ADITIVOS PROES Y CONAID PARA MEJORARLA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE ACCESO AL C.P. BARRAZA, LAREDO, LA LIBERTAD – 2018.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
DESCRIPCIÓN			
AUTOR	ANTONELLA LIZBETH CARRANZA ORTIZ DELIA CAROLINA DEL MILAGRO FERNANDEZ LOJAS		
TIPO DE INVESTIGACIÓN	REVISTA CIENTÍFICA	TESIS	<input checked="" type="checkbox"/>
URI	<a href="https://hdl.handle.net/11537/14968">https://hdl.handle.net/11537/14968</a>		
RESUMEN			
DESCRIPCIÓN			
ESTABILIZADOR	SISTEMA CONSOLID PROES + CEMENTO <input checked="" type="checkbox"/>	TERRASIL + CEMENTO	<input type="checkbox"/>
REGIÓNES GEOGRÁFICAS	COSTA <input checked="" type="checkbox"/>	SIERRA	<input type="checkbox"/>
SUPERFICIE DE RODADURA	DETERIORADO	REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>
PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR	<p>Este producto crea una reacción iónica que aumenta la resistencia, estabilidad frente al agua y mejor comportamiento a las cargas del tránsito.</p> <p>Proes trata al suelo natural mejorándolo en una base impermeable, resistente y flexible, además busca en el incremento estructural de las propiedades del suelo natural, este aditivo será diluido con agua de acuerdo al estudio.</p>		
RESPONSABLE	ASESOR		
			
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet		
Fecha: 05 / 12 / 2021	Fecha: 05 / 12 / 2021		









UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
		<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"								
<b>RESPONSABLE:</b>		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad			<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet			
<b>UBICACIÓN:</b>		Cajamarca			<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021			
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		APLICACIÓN DE LOS ADITIVOS PROES Y CONAID PARA MEJORARLA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE ACCESO AL C.P. BARRAZA, LAREDO, LA LIBERTAD – 2018.								
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS										
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS										
TIPO DE SUELO		SUCS	ML	CL	CL	CL				
		AASHTO	A-5(9)	A-4(3)	A-4(7)	A-6(11)				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS							
CONTENIDO DE HUMEDAD		%	22.500	27.290	30.170	30.930				
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%								
PROCTOR	DENSIDAD SECA	GR/CM3	1.850	1.910	1.980	2.010				
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.600	12.820	11.600	12.200				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	3.000	3.000	2.160	2.160			
	100	1'	%	3.680	3.550	2.480	2.480			
	95	2'	%	3.290	3.480	2.410	2.410			
	100	2'	%	3.990	3.600	2.700	2.700			
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS										
PORCENTAJE		PROES	0.30 lt/m3	0.30 lt/m3	0.30 lt/m3	0.30 lt/m3				
		CEMENTO	50 kg/m3	50 kg/m3	50 kg/m3	50 kg/m3				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS							
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%								
PROCTOR	DENSIDAD SECA	GR/CM3	2.180	2.220	2.230	2.350				
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	13.600	12.950	13.000	11.950				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	49.000	60.000	62.000	70.000			
	100	1'	%	81.000	88.000	97.000	99.000			
	95	2'	%	57.000	78.000	72.000	84.000			
	100	2'	%	92.000	96.000	105.000	110.000			
RESPONSABLE					ASESOR					
 Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					 Anita Elizabet Alva Sarmiento Ingeniero Civil Reg. CIP N° 69286					
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021					

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	<b>TESIS:</b>	"CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"	
<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	<b>ASESOR:</b>	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
<b>UBICACIÓN:</b>	Cajamarca	<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>	03/11/2021
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<b>AUTOR</b>	RAFAEL ANTONIO CHÁVEZ PAJUELO		
<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>	REVISTA CIENTÍFICA <input type="checkbox"/>	TESIS <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>URI</b>	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.12692/34941">https://hdl.handle.net/20.500.12692/34941</a>		
RESUMEN			
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<b>ESTABILIZADOR</b>	SISTEMA CONSOLID PROES + CEMENTO <input checked="" type="checkbox"/>	TERRASIL + CEMENTO BISCHOFITA <input type="checkbox"/>	
<b>REGIONES GEOGRAFICAS</b>	COSTA <input type="checkbox"/>	SIERRA <input checked="" type="checkbox"/>	SELVA <input type="checkbox"/>
<b>SUPERFICIE DE RODADURA</b>	DETERIORADO <input type="checkbox"/>	REGULAR <input checked="" type="checkbox"/>	
<b>PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR</b>	<p>Proes trata al suelo natural mejorándolo en una base impermeable, resistente y flexible, además busca en el incremento estructural de las propiedades del suelo natural, este aditivo será diluido con agua de acuerdo al estudio.</p> <p>El mejoramiento estructural de las propiedades del suelo natural.</p>		
<b>RESPONSABLE</b>		<b>ASESOR</b>	
			
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
Fecha: 05 / 12 / 2021		Fecha: 05 / 12 / 2021	



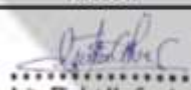
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
	TESIS: "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"								
RESPONSABLE:	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad				ASESOR:	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet			
UBICACIÓN:	Cajamarca				FECHA DE REVISIÓN:	03/11/2021			
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:	ESTUDIO COMPARATIVO EMPLEANDO EL ADITIVO PROES Y CONSOLID PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES, 2018.								
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS									
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS									
TIPO DE SUELO	SUCS	CH							
	AASHTO	A-7-6(29)							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	%		26.000						
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.739					
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	15.000					
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	3.800					
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS									
PORCENTAJE	PROES	0.30 lt/m3	0.35 lt/m3						
	CEMENTO	50 kg/m3	50 kg/m3						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	%		13.000	7.000					
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.739	1.739				
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	15.000	15.000				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	44.700	45.700				
RESPONSABLE					ASESOR				
									
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet				
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021				









UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	TESIS:	"CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"	
RESPONSABLE:	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	ASESOR:	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
UBICACIÓN:	Cajamarca	FECHA DE REVISIÓN:	03/11/2021
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:	INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS ENTRE LOS SECTORES CALMARCA – HUASO, LA LIBERTAD, 2018.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
DESCRIPCIÓN			
AUTOR	PAOLA EMPERATRIZ CASTILLO BRICEÑO		
TIPO DE INVESTIGACIÓN	REVISTA CIENTÍFICA	TESIS	<input checked="" type="checkbox"/>
URI	<a href="https://hdl.handle.net/11537/13798">https://hdl.handle.net/11537/13798</a>		
RESUMEN			
DESCRIPCIÓN			
ESTABILIZADOR	SISTEMA CONSOLID PROES + CEMENTO <input checked="" type="checkbox"/>	TERRASIL + CEMENTO	<input type="checkbox"/>
REGIONES GEOGRAFICAS	COSTA <input checked="" type="checkbox"/>	SIERRA	<input type="checkbox"/>
SUPERFICIE DE RODADURA	DETERIORADO	REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>
PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR	<p>El aditivo líquido PROES, que actúa por ionización y ordena las partículas del suelo.</p> <p>Este producto crea una reacción iónica que aumenta la resistencia, estabilidad frente al agua y mejor comportamiento a las cargas del tránsito.</p> <p>Proes trata al suelo natural mejorándolo en una base impermeable, resistente y flexible, además busca en el incremento estructural de las propiedades del suelo natural, este aditivo será diluido con agua de acuerdo al estudio.</p>		
RESPONSABLE	ASESOR		
			
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet		
Fecha: 05 / 12 / 2021	Fecha: 05 / 12 / 2021		

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
		<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"								
<b>RESPONSABLE:</b>		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad			<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet			
<b>UBICACIÓN:</b>		Cajamarca			<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021			
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS ENTRE LOS SECTORES CALMARCA – HUASO, LA LIBERTAD, 2018.								
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS										
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS										
TIPO DE SUELO		SUCS		CL	ML	ML				
		AASHTO		A-6(10)	A-4(3)	A-4(6)				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		15.400	5.800	8.400				
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.370	1.690	1.700				
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	19.000	16.500	14.000				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	6.900	7.570	7.540				
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS										
PORCENTAJE		PROES		0.23 l/m3	0.23 l/m3	0.23 l/m3				
		CEMENTO		45 kg/m3	45 kg/m3	45 kg/m3				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%								
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.573	1.741	1.748				
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	16.100	19.300	18.970				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	78.400	78.100	78.400				
RESPONSABLE					ASESOR					
										
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet					
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021					









UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
		<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"								
<b>RESPONSABLE:</b>		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad			<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet			
<b>UBICACIÓN:</b>		Cajamarca			<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021			
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS ENTRE LOS SECTORES CALMARCA – HUASO, LA LIBERTAD, 2018.								
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS										
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS										
TIPO DE SUELO		SUCS		CL	ML	ML				
		AASHTO		A-6(10)	A-4(3)	A-4(6)				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		15.400	5.800	8.400				
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.370	1.690	1.700				
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	19.000	16.500	14.000				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	6.900	7.570	7.540				
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS										
PORCENTAJE		PROES		0.30 l/m3	0.30 l/m3	0.30 l/m3				
		CEMENTO		45 kg/m3	45 kg/m3	45 kg/m3				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		---	---	---				
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.590	1.792	1.796				
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	20.900	21.100	21.300				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	79.300	93.600	79.600				
RESPONSABLE					ASESOR					
 Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad Fecha: 05 / 12 / 2021					 Anita Elizabet Alva Sarmiento Ingeniero C.I. Reg. CIP N° 00200 Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet Fecha: 05 / 12 / 2021					




UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
		<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"							
<b>RESPONSABLE:</b>		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad			<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet		
<b>UBICACIÓN:</b>		Cajamarca			<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021		
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS ENTRE LOS SECTORES CALMARCA – HUASO, LA LIBERTAD, 2018.							
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS									
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS									
TIPO DE SUELO		SUCS	CL	ML	ML				
		AASHTO	A-6(10)	A-4(3)	A-4(6)				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%	15.400	5.800	8.400				
PROCTOR	DENSIDAD SECA	GR/CM3	1.370	1.690	1.700				
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	19.000	16.500	14.000				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	6.900	7.570	7.540			
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS									
PORCENTAJE		PROES	0.27 l/m3	0.27 l/m3	0.27 l/m3				
		CEMENTO	45 kg/m3	45 kg/m3	45 kg/m3				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%	---	---	---				
PROCTOR	DENSIDAD SECA	GR/CM3	1.672	1.871	1.865				
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	18.570	21.100	20.900				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	109.800	116.400	114.200			
RESPONSABLE					ASESOR				
									
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet				
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021				

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
 <b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"									
<b>RESPONSABLE:</b>		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad			<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet		
<b>UBICACIÓN:</b>		Cajamarca			<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021		
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS ENTRE LOS SECTORES CALMARCA – HUASO, LA LIBERTAD, 2018.							
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS									
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS									
<b>TIPO DE SUELO</b>		SUCS	CL	ML	ML				
		AASHTO	A-6(10)	A-4(3)	A-4(6)				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%	15.400	5.800	8.400				
PROCTOR	DENSIDAD SECA	GR/CM3	1.370	1.690	1.700				
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	19.000	16.500	14.000				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	6.900	7.570	7.540			
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS									
<b>PORCENTAJE</b>		PROES	0.33 l/m3	0.33 l/m3	0.33 l/m3				
		CEMENTO	45 kg/m3	45 kg/m3	45 kg/m3				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%	---	---	---				
PROCTOR	DENSIDAD SECA	GR/CM3	1.553	1.689	1.687				
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	21.620	22.800	22.300				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	65.400	81.300	67.200			
<b>RESPONSABLE</b>					<b>ASESOR</b>				
									
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet				
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021				






UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"		
<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	<b>ASESOR:</b>	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
<b>UBICACIÓN:</b>	Cajamarca	<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>	03/11/2021
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	ENSAYO DE FIABILIDAD CON ADITIVO PROES PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN EL AA. HH EL MILAGRO, 2016.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
DESCRIPCIÓN			
<b>AUTOR</b>	DIEGO ANGULO ROLDAN		
<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>	REVISTA CIENTÍFICA <input type="checkbox"/>	TESIS <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>URI</b>	<a href="http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/142">http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/142</a>		
RESUMEN			
DESCRIPCIÓN			
<b>ESTABILIZADOR</b>	SISTEMA CONSOLID PROES + CEMENTO <input checked="" type="checkbox"/>	TERRASIL + CEMENTO <input type="checkbox"/>	BISCHOFITA <input type="checkbox"/>
<b>REGIONES GEOGRAFICAS</b>	COSTA <input type="checkbox"/>	SIERRA <input type="checkbox"/>	SELVA <input checked="" type="checkbox"/>
<b>SUPERFICIE DE RODADURA</b>	DETERIORADO <input type="checkbox"/>	REGULAR <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR</b>	<p>La estabilización con Tecnología PROESIO, consiste en el mejoramiento estructural de las propiedades del suelo natural.</p> <p>Proes trata al suelo natural mejorándolo en una base impermeable, resistente y flexible, además busca en el incremento estructural de las propiedades del suelo natural, este aditivo será diluido con agua de acuerdo al estudio.</p>		
RESPONSABLE		ASESOR	
			
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
Fecha: 05 / 12 / 2021		Fecha: 05 / 12 / 2021	




UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
		<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"							
<b>RESPONSABLE:</b>		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad			<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet		
<b>UBICACIÓN:</b>		Cajamarca			<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021		
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		ENSAYO DE FIABILIDAD CON ADITIVO PROES PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO EN EL AA. HH EL MILAGRO, 2016.							
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS									
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS									
TIPO DE SUELO		SUCS		SM					
		AASHTO		A-4(1)					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS					
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		---					
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.922					
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	11.740					
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	14.400					
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS									
PORCENTAJE		PROES		0,30 lt/m <sup>3</sup>					
		CEMENTO		2.000%					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS					
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		---					
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.922					
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	11.740					
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	36.100					
<b>RESPONSABLE</b>					<b>ASESOR</b>				
									
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet				
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021				




UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"		
<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	<b>ASESOR:</b>	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
<b>UBICACIÓN:</b>	Cajamarca	<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>	03/11/2021
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	APLICACIÓN DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL SECTOR DE YUMPE – HUAYLLACAYAN – ANCASH, 2019.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<b>AUTOR</b>	EVER JUNIOR ARCE PALACIOS		
<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>	REVISTA CIENTÍFICA <input type="checkbox"/>	TESIS	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>URI</b>	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.12692/52576">https://hdl.handle.net/20.500.12692/52576</a>		
RESUMEN			
<b>DESCRIPCIÓN</b>			
<b>ESTABILIZADOR</b>	SISTEMA CONSOLID PROES + CEMENTO <input checked="" type="checkbox"/>	TERRASIL + CEMENTO	<input type="checkbox"/>
<b>REGIONES GEOGRAFICAS</b>	COSTA <input checked="" type="checkbox"/>	SIERRA	<input type="checkbox"/>
<b>SUPERFICIE DE RODADURA</b>	DETERIORADO <input type="checkbox"/>	REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR</b>	<p>El aditivo PROES es el encargado de actuar por ionización y ordenación de las partículas del suelo</p> <p>Este producto crea una reacción iónica que aumenta la resistencia, estabilidad frente al agua y mejor comportamiento a las cargas del tránsito.</p>		
<b>RESPONSABLE</b>		<b>ASESOR</b>	
			
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
Fecha: 05 / 12 / 2021		Fecha: 05 / 12 / 2021	


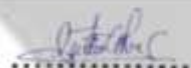


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
	<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"									
	<b>RESPONSABLE:</b> Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					<b>ASESOR:</b> Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet				
<b>UBICACIÓN:</b> Cajamarca					<b>FECHA DE REVISIÓN:</b> 03/11/2021					
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b> APLICACIÓN DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN EL SECTOR DE YUMPE – HUAYLLACAYAN – ANCASH, 2019.										
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS										
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS										
TIPO DE SUELO	SUCS		CL	CL	CL					
	AASHTO		A-7-6(9)	A-7-6 (10)	A-7-6(11)					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS							
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%	21.000	23.000	28.000					
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.912	1.914	1.892				
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	23.400	23.200	24.500				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	8.200	7.800	8.900				
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS										
PORCENTAJE	PROES		0.35 lt/m3	0.35 lt/m3	0.35 lt/m3					
	CEMENTO		40 kg/m3	40 kg/m3	40 kg/m3					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS							
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%	---	---	---					
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.949	1.952	1.950				
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	20.600	20.300	20.000				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	54.000	55.500	55.100				
RESPONSABLE					ASESOR					
										
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet					
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021					









UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	TESIS:	"CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"	
RESPONSABLE:	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	ASESOR:	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabe
UBICACIÓN:	Cajamarca	FECHA DE REVISIÓN:	03/11/2021
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:	APLICACIÓN DE LOS ADITIVOS PROES Y CONAID PARA MEJORARLA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE ACCESO AL C.P. BARRAZA, LAREDO, LA LIBERTAD – 2018.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
DESCRIPCIÓN			
AUTOR	ANTONELLA LIZBETH CARRANZA ORTIZ DELIA CAROLINA DEL MILAGRO FERNANDEZ LOJAS		
TIPO DE INVESTIGACIÓN	REVISTA CIENTÍFICA <input type="checkbox"/>	TESIS	<input checked="" type="checkbox"/>
URI	<a href="https://hdl.handle.net/11537/14968">https://hdl.handle.net/11537/14968</a>		
RESUMEN			
DESCRIPCIÓN			
ESTABILIZADOR	CONSOLID-444 <input type="checkbox"/> PROES <input checked="" type="checkbox"/>	TERRASIL <input type="checkbox"/> CLORURO DE MAGNESIO <input type="checkbox"/>	
REGIONES GEOGRAFICAS	COSTA <input checked="" type="checkbox"/>	SIERRA <input type="checkbox"/>	SELVA <input type="checkbox"/>
SUPERFICIE DE RODADURA	DETERIORADO <input type="checkbox"/>	REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>
PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR	Este producto crea una reacción iónica que aumenta la resistencia, estabilidad frente al agua y mejor comportamiento a las cargas del tránsito.		
RESPONSABLE		ASESOR	
			
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
Fecha: 05 / 12 / 2021		Fecha: 05 / 12 / 2021	




UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
		<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"								
<b>RESPONSABLE:</b>		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad			<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet			
<b>UBICACIÓN:</b>		Cajamarca			<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021			
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		APLICACIÓN DE LOS ADITIVOS PROES Y CONAID PARA MEJORARLA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE ACCESO AL C.P. BARRAZA, LAREDO, LA LIBERTAD – 2018.								
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS										
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS										
TIPO DE SUELO		SUCS	ML	CL	CL	CL				
		AASHTO	A-5(9)	A-4(3)	A-4(7)	A-6(11)				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS							
INDICE DE PLASTICIDAD		%	---	---	---	---				
PROCTOR	DENSIDAD SECA	GR/CM3	1.850	1.910	1.980	2.010				
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	11.600	12.820	11.600	12.200				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	3.000	3.000	2.160	2.160			
	100	1'	%	3.680	3.550	2.480	2.480			
	95	2'	%	3.290	3.480	2.410	2.410			
	100	2'	%	3.990	3.600	2.700	2.700			
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS										
PORCENTAJE		PROES	0.35 lt/m <sup>3</sup>	0.35 lt/m <sup>3</sup>	0.35 lt/m <sup>3</sup>	0.35 lt/m <sup>3</sup>				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS							
INDICE DE PLASTICIDAD		%	---	---	---	---				
PROCTOR	DENSIDAD SECA	GR/CM3	2.080	2.060	2.090	2.150				
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	12.100	13.980	13.980	13.600				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	12.900	11.800	12.100	12.000			
RESPONSABLE					ASESOR					
										
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet					
Fecha: 05/12/2021					Fecha: 05/12/2021					

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	<b>TESIS:</b>	"CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"	
<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	<b>ASESOR:</b>	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
<b>UBICACIÓN:</b>	Cajamarca	<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>	03/11/2021
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	COMPARACIÓN DEL CLORURO DE MAGNESIO (BISCHOFITA) FRENTE AL CLORURO DE SODIO COMO ESTABILIZANTE QUIMICO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA VIA A LA CANTERA SANTA RITA, DISTRITO DE PARIÑASTALARA – PIURA, 2018.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
DESCRIPCIÓN			
<b>AUTOR</b>	ERICK MAY CHÁVEZ BULNES		
<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>	REVISTA CIENTÍFICA <input type="checkbox"/>	TESIS <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>URI</b>	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.12759/5060">https://hdl.handle.net/20.500.12759/5060</a>		
RESUMEN			
DESCRIPCIÓN			
<b>ESTABILIZADOR</b>	SISTEMA CONSOLID PROES + CEMENTO <input type="checkbox"/>	TERRASIL + CEMENTO BISCHOFITA <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>REGIONES GEOGRAFICAS</b>	COSTA <input checked="" type="checkbox"/>	SIERRA <input type="checkbox"/>	SELVA <input type="checkbox"/>
<b>SUPERFICIE DE RODADURA</b>	DETERIORADO <input type="checkbox"/>	REGULAR <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR</b>	<p>Higroscópica: Posee la capacidad de absorber humedad del ambiente, incluso en zonas sumamente áridas.</p> <p>Ligante: Cohesiona las partículas finas, permitiendo consolidar la carpeta de rodado</p> <p>Resistente a la evaporación: Posee una baja tensión de vapor, lo que permiten que no se pierda la humedad absorbida.</p> <p>Altamente soluble en agua: Permite elaborar una solución en forma rápida y sencilla.</p>		
RESPONSABLE		ASESOR	
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad		 Anita Elizabet Alva Sarmiento <small>Ingeniero Civil Reg. CIP Nº 80289</small>	
Fecha: 05 / 12 / 2021		Fecha: 05 / 12 / 2021	









UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
		TESIS: "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"								
RESPONSABLE:			Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad				ASESOR:		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
UBICACIÓN:			Cajamarca				FECHA DE REVISIÓN:		03/11/2021	
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:		COMPARACIÓN DEL CLORURO DE MAGNESIO (BISCHOFITA) FRENTE AL CLORURO DE SODIO COMO ESTABILIZANTE QUIMICO PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA VIA A LA CANTERA SANTA RITA, DISTRITO DE PARIÑASTALARA – PIURA, 2018.								
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS										
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS										
TIPO DE SUELO		SUCS	SM	SM	SM	SM				
		AASHTO	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS							
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%	---	---	---	---				
PROCTOR	DENSIDAD SECA	GR/CM3	1.800	1.862	1.808	1.730				
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	9.890	9.440	9.890	9.060				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	27.040	30.390	28.710	25.690			
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS										
PORCENTAJE		BISCHOFITA	5%	10%	15%	20%				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS							
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%	---	---	---	---				
PROCTOR	DENSIDAD SECA	GR/CM3	1.940	2.020	2.110	2.200				
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	9.190	8.290	9.450	8.630				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	37.110	49.870	62.960	81.430			
RESPONSABLE					ASESOR					
										
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet					
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021					




UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	TESIS: "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"		
RESPONSABLE:	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	ASESOR:	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
UBICACIÓN:	Cajamarca	FECHA DE REVISIÓN:	03/11/2021
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:	APLICACIÓN DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PALCA CHANA, HUARI, ANCASH.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
DESCRIPCIÓN			
AUTOR	FRANCISCO GILBERT LOPEZ BEJARANO		
TIPO DE INVESTIGACIÓN	REVISTA CIENTÍFICA	TESIS	<input checked="" type="checkbox"/>
URI	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.12692/53242">https://hdl.handle.net/20.500.12692/53242</a>		
RESUMEN			
DESCRIPCIÓN			
ESTABILIZADOR	SISTEMA CONSOLID PROES + CEMENTO	TERRASIL + CEMENTO	BISCHOFITA <input checked="" type="checkbox"/>
REGIONES GEOGRAFICAS	COSTA <input checked="" type="checkbox"/>	SIERRA	SELVA
SUPERFICIE DE RODADURA	DETERIORADO	REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>
PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR	<p>Higroscópica: Posee la capacidad de absorber humedad del ambiente, incluso en zonas sumamente áridas.</p> <p>Ligante: Cohesiona las partículas finas, permitiendo consolidar la carpeta de rodado</p> <p>Resistente a la evaporación: Posee una baja tensión de vapor, lo que permiten que no se pierda la humedad absorbida.</p> <p>Altamente soluble en agua: Permite elaborar una solución en forma rápida y sencilla.</p>		
RESPONSABLE		ASESOR	
			
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
Fecha: 05 / 12 / 2021		Fecha: 05 / 12 / 2021	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
		<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"								
<b>RESPONSABLE:</b>		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad			<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet			
<b>UBICACIÓN:</b>		Cajamarca			<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021			
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		APLICACIÓN DE BISCHOFITA PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA PALCA CHANA, HUARI, ANCASH.								
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS										
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS										
TIPO DE SUELO		SUCS		GC						
		AASHTO		---						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		4.790						
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	2.181						
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	6.870						
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	59.000						
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS										
PORCENTAJE		BISCHOFITA		3%	7%	9%				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		4.630	4.280	4.430				
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	2.186	2.188	2.194				
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	6.650	6.510	6.460				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	59.300	59.700	59.900				
RESPONSABLE					ASESOR					
										
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet					
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021					




UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"		
<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	<b>ASESOR:</b>	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
<b>UBICACIÓN:</b>	Cajamarca	<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>	03/11/2021
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS APLICANDO ENZIMA ORGÁNICA Y BISCHOFITA EN CARRETERA NO PAVIMENTADA K+840 AL KM 6 +900, CAJAS, JUNIN		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
DESCRIPCIÓN			
<b>AUTOR</b>	KEVIN ROBERT OSCANOA ZACARIAS		
<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>	REVISTA CIENTÍFICA <input type="checkbox"/>	TESIS <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>URI</b>	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.12848/2372">https://hdl.handle.net/20.500.12848/2372</a>		
RESUMEN			
DESCRIPCIÓN			
<b>ESTABILIZADOR</b>	SISTEMA CONSOLID PROES + CEMENTO <input type="checkbox"/>	TERRASIL + CEMENTO BISCHOFITA <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>REGIONES GEOGRAFICAS</b>	COSTA <input type="checkbox"/>	SIERRA <input checked="" type="checkbox"/>	SELVA <input type="checkbox"/>
<b>SUPERFICIE DE RODADURA</b>	DETERIORADO <input type="checkbox"/>	REGULAR <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR</b>	<p>Higroscópica: Tiene la capacidad de absorber la humedad del ambiente, incluso en áreas extremadamente áridas.</p> <p>Ligante: Aglomera partículas finas, consolidando así la carpeta de desplazamiento.</p> <p>Resistente a la evaporación: Tiene una presión de vapor baja, por lo que no hay pérdida de humedad absorbida.</p>		
RESPONSABLE		ASESOR	
			
Bach: Salcedo Espinoza, Melissa Soledad		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
Fecha: 05 / 12 / 2021		Fecha: 05 / 12 / 2021	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
 <b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"										
<b>RESPONSABLE:</b>			Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad			<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet		
<b>UBICACIÓN:</b>			Cajamarca			<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021		
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS APLICANDO ENZIMA ORGÁNICA Y BISCHOFITA EN CARRETERA NO PAVIMENTADA K+840 AL KM 6 +900, CAJAS, JUNIN								
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS										
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS										
TIPO DE SUELO		SUCS		CL						
		AASHTO		A-4 (CL - ML)(7)						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		16.860						
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3		1.793					
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%		14.000					
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	4.500						
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS										
PORCENTAJE		BISCHOFITA		3%	4%	5%				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		16.610	14.940	13.760				
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3		1.801	1.819	1.825			
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%		13.800	13.350	13.200			
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	5.100	5.800	7.300				
RESPONSABLE					ASESOR					
										
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet					
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021					

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA											
 <b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"											
<b>RESPONSABLE:</b>		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad			<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet				
<b>UBICACIÓN:</b>		Cajamarca			<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021				
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS APLICANDO ENZIMA ORGÁNICA Y BISCHOFITA EN CARRETERA NO PAVIMENTADA K+840 AL KM 6 +900, CAJAS, JUNIN									
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS											
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS											
TIPO DE SUELO		SUCS		CL							
		AASHTO		A-4 (CL - ML)(8)							
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS							
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		17.080							
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3		1.861						
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%		12.010						
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	4.500							
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS											
PORCENTAJE		BISCHOFITA		3%		4%		5%			
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS							
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		16.290		15.030		14.460			
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3		1.875		1.883		1.905		
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%		11.780		11.560		11.000		
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	4.800		6.100		7.600			
RESPONSABLE					ASESOR						
											
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet						
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021						



	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>		
	<b>TESIS:</b>	<b>"CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"</b>	

<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	<b>ASESOR:</b>	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
<b>UBICACIÓN:</b>	Cajamarca	<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>	03/11/2021

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE BLANDOS APLICANDO ENZIMA ORGÁNICA Y BISCHOFITA EN CARRETERA NO PAVIMENTADA K+840 AL KM 6 +900, CAJAS, JUNIN
------------------------------------	--

**ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS**

**PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS**



TIPO DE SUELO	SUCS	CL							
	AASHTO	A-4 (CL - ML)(7)							




DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS							
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%	15.470							
PROCTOR	DENSIDAD SECA	GR/CM3	1.985							
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	9.200							
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	5.800						



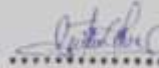
**PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS**

PORCENTAJE	BISCHOFITA	3%	4%	5%					
------------	------------	----	----	----	--	--	--	--	--




DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS							
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%	15.130	14.070	13.320					
PROCTOR	DENSIDAD SECA	GR/CM3	1.994	2.001	2.026					
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	%	9.010	8.530	8.120					
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	7.700	8.600	10.800				




<b>RESPONSABLE</b>	<b>ASESOR</b>
	
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
Fecha: 05 / 12 / 2021	Fecha: 05 / 12 / 2021




UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	<b>TESIS:</b>	"CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"	
<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	<b>ASESOR:</b>	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
<b>UBICACIÓN:</b>	Cajamarca	<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>	03/11/2021
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO (BISCHOFITA) COMO TRATAMIENTO Y ESTABILIZADOR DE LA CAPA DE RODADURA GRANULAR APLICADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA ESPINAR - TINTAYA MARQUIRI.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
DESCRIPCIÓN			
<b>AUTOR</b>	FREDY HILARIO CARLOS		
<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>	REVISTA CIENTÍFICA <input type="checkbox"/>	TESIS <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>URI</b>	<a href="http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/213">http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/213</a>		
RESUMEN			
DESCRIPCIÓN			
<b>ESTABILIZADOR</b>	SISTEMA CONSOLID PROES + CEMENTO <input type="checkbox"/>	TERRASIL + CEMENTO BISCHOFITA <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>REGIONES GEOGRAFICAS</b>	COSTA <input type="checkbox"/>	SIERRA <input checked="" type="checkbox"/>	SELVA <input type="checkbox"/>
<b>SUPERFICIE DE RODADURA</b>	DETERIORADO <input type="checkbox"/>	REGULAR <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR</b>	El Cloruro de Magnesio Hexahidratado o Bischofita es una sal. Ésta posee diversas propiedades que permiten su uso potencial como estabilizador químico de capas de rodadura granulares.		
<b>RESPONSABLE</b>		<b>ASESOR</b>	
			
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
Fecha: 05 / 12 / 2021		Fecha: 05 / 12 / 2021	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
		<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"								
<b>RESPONSABLE:</b>			Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad				<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
<b>UBICACIÓN:</b>			Cajamarca				<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021	
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO (BISCHOFITA) COMO TRATAMIENTO Y ESTABILIZADOR DE LA CAPA DE RODADURA GRANULAR APLICADO EN EL TRAMO DE LA CARRETERA ESPINAR - TINTAYA MARQUIRI.								
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS										
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS										
TIPO DE SUELO		SUCS		GM						
		AASHTO		A-2-4						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		6.330						
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	2.092						
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	0.300						
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	---						
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS										
PORCENTAJE		BISCHOFITA		1.15%	1.20%	1.25%				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		6.56	6.17	6.14				
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.801	1.819	1.825				
	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	2.12	2.14	2.15				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	8.62	8.53	8.42				
RESPONSABLE					ASESOR					
					 Anita Elizabet Alva Sarmiento <small>Ingeniero Civil Reg. C.O.P. Nº 51286</small>					
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet					
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021					






UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	TESIS:	"CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"	
RESPONSABLE:	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	ASESOR:	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
UBICACIÓN:	Cajamarca	FECHA DE REVISIÓN:	03/11/2021
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:	DISEÑO DE CARRETERA AFIRMADA INCORPORANDO AGREGADO LASTRE CON ADICTIVO QUIMICO BISCHOFITA, CCASA – CCATINA, DISTRITO MARA, APURICMA 2020.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
DESCRIPCIÓN			
AUTOR	ARNOL BAUTISTA GUTIÉRREZ TONY FERNANDO GOMEZ SOPLA		
TIPO DE INVESTIGACIÓN	REVISTA CIENTÍFICA <input type="checkbox"/>	TESIS	<input checked="" type="checkbox"/>
URI	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.12692/66317">https://hdl.handle.net/20.500.12692/66317</a>		
RESUMEN			
DESCRIPCIÓN			
ESTABILIZADOR	SISTEMA CONSOLID PROES + CEMENTO <input type="checkbox"/>	TERRASIL + CEMENTO BISCHOFITA	<input checked="" type="checkbox"/>
REGIONES GEOGRAFICAS	COSTA <input type="checkbox"/>	SIERRA <input checked="" type="checkbox"/>	SELVA <input type="checkbox"/>
SUPERFICIE DE RODADURA	DETERIORADO <input type="checkbox"/>	REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>
PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR	El Cloruro de Magnesio Hexahidratado o Bischofita es una sal. Ésta posee diversas propiedades que permiten su uso potencial como estabilizador químico de capas de rodadura granulares. El cloruro de magnesio es una sal, cuya composición química es $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ .		
RESPONSABLE		ASESOR	
			
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
Fecha: 05 / 12 / 2021		Fecha: 05 / 12 / 2021	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
		<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"							
<b>RESPONSABLE:</b>		Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad			<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet		
<b>UBICACIÓN:</b>		Cajamarca			<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021		
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		DISEÑO DE CARRETERA AFIRMADA INCORPORANDO AGREGADO LASTRE CON ADICTIVO QUIMICO BISCHOFITA, CCASA – CCATINA, DISTRITO MARA, APURICMA 2020.							
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS									
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUIMICOS									
<b>TIPO DE SUELO</b>		SUCS	ML	ML					
		AASHTO	A-4	A-7-6					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS					
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		8.040	15.400				
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	1.911	1.901				
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	11.970	12.100				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	9.000	9.000				
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUIMICOS									
<b>PORCENTAJE</b>		BISCHOFITA		3%	3%				
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS					
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		8.040	15.400				
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3	2.052	2.056				
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%	10.890	10.900				
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	18.000	16.500				
RESPONSABLE					ASESOR				
									
Bach. Salcedó Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet				
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021				

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"		
<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad	<b>ASESOR:</b>	Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet
<b>UBICACIÓN:</b>	Cajamarca	<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>	03/11/2021
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO PARA SU USO EN LA CARRETERA HUANCARAY – SAN ANTONIO DE CACHI KM. 21+370 AL 21+870, REGIÓN APURÍMAC, 2020.		
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA			
DESCRIPCIÓN			
<b>AUTOR</b>	VLADIMIR IRVING PAIVA ALCARRAZ		
<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>	REVISTA CIENTÍFICA <input type="checkbox"/>	TESIS	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>URI</b>	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.12692/60845">https://hdl.handle.net/20.500.12692/60845</a>		
RESUMEN			
DESCRIPCIÓN			
<b>ESTABILIZADOR</b>	SISTEMA CONSOLID PROES <input type="checkbox"/>	TERRASIL CLORURO DE MAGNESIO	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>REGIONES GEOGRAFICAS</b>	COSTA <input type="checkbox"/>	SIERRA <input checked="" type="checkbox"/>	SELVA <input type="checkbox"/>
<b>SUPERFICIE DE RODADURA</b>	DETERIORADO <input type="checkbox"/>	REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>PROPIEDADES DEL ESTABILIZADOR</b>	<p>Higroscópica: Posee la capacidad de absorber humedad del ambiente, incluso en zonas sumamente áridas.</p> <p>Ligante: Cohesiona las partículas finas, permitiendo consolidar la carpeta de rodado</p> <p>Resistente a la evaporación: Posee una baja tensión de vapor, lo que permiten que no se pierda la humedad absorbida.</p> <p>Altamente soluble en agua: Permite elaborar una solución en forma rápida y sencilla.</p>		
RESPONSABLE		ASESOR	
			
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet	
Fecha: 05 / 12 / 2021		Fecha: 05 / 12 / 2021	



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA										
		<b>TESIS:</b> "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021"								
<b>RESPONSABLE:</b>			Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad			<b>ASESOR:</b>		Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet		
<b>UBICACIÓN:</b>			Cajamarca			<b>FECHA DE REVISIÓN:</b>		03/11/2021		
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO PARA SU USO EN LA CARRETERA HUANCARAY – SAN ANTONIO DE CACHI KM. 21+370 AL 21+870, REGIÓN APURÍMAC, 2020.								
ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS										
PROPIEDADES DEL ESTRATO SIN ESTABILIZADORES QUÍMICOS										
<b>TIPO DE SUELO</b>		SUCS		GM						
		AASHTO		A-2-4(0)						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATO REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		8.500						
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3		2.084					
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%		10.500					
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	16.400						
PROPIEDADES DEL ESTRATO CON ESTABILIZADORES QUÍMICOS										
<b>PORCENTAJE</b>		CLORURO DE MAGNESIO		1%		3%		5%		
DESCRIPCIÓN		UNIDAD		CANTIDAD DE ESTRATOS REALIZADAS						
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		%		---		---		---		
PROCTOR	DENSIDAD SECA		GR/CM3		2.090		2.263		2.256	
	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD		%		10.600		9.600		8.200	
CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR	95	1'	%	22.700		43.000		73.800		
RESPONSABLE					ASESOR					
										
Bach. Salcedo Espinoza, Melissa Soledad					Ing. Alva Sarmiento, Anita Elizabet					
Fecha: 05 / 12 / 2021					Fecha: 05 / 12 / 2021					

# ANEXO N°2



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil



PROPUESTA DE DISEÑO DE ESPESOR DE MEJORAMIENTO  
DE LA SUB RASANTE Y ESPESOR DEL PAVIMENTO A NIVEL  
DE AFIRMADO, EN LA REGIÓN CAJAMARCA.

Autor:  
Melissa Soledad Salcedo Espinoza

Cajamarca - Perú

2021

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN .....	3
II.	MARCO TEÓRICO.....	4
III.	OBJETIVO .....	15
IV.	RESULTADOS.....	15
V.	CONCLUSIONES .....	28
VI.	REFERENCIAS .....	28

## I. INTRODUCCIÓN

La presente propuesta, está desarrollada con base a los resultados obtenidos de la investigación denominada: "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021", realizada por mi persona para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, en la cual se busca hacer énfasis sobre la estabilización de la sub rasante, además de ello, cabe mencionar que con la utilización de éstos, a largo plazo se evitará elevados costos en la rehabilitación de los tramos viales, siendo un método más económico que aporta garantías en la durabilidad de las vías.

En la región de Cajamarca tiene zonas alejadas, y que una de las formas de desplazarse de los habitantes es a través de vías terrestres. Estas vías muchas veces se encuentran en pésimo estado, debido a diversos factores climáticos, alargando los desplazamientos y dificultando el transporte de los productos alimenticios, mercancías, maquinaria e insumos. Es por ello que, esta propuesta busca aportar con la durabilidad de la sub rasante, mediante la utilización del estabilizador que brinda un aumento considerable del CBR ( $\geq 6\%$ ), permitiendo disminuir los espesores del pavimento a nivel de afirmado, en la región Cajamarca.

Para la propuesta trabajaremos con los datos encontrados en el expediente técnico denominado: "Mejoramiento del camino vecinal Emp. PE-3N - Dv. Cumbre Chontambamba - Muya - Dv. Tranca de Pujupe - Moran Lirio - Moran Pata - Moran Alto. En los distritos de Bambamarca y Hualgayoc de la provincia de Hualgayoc - departamento de Cajamarca" que se obtuvo de la CONSULTORA GAV SAC.

## II. MARCO TEÓRICO

La metodología a desarrollar en la siguiente propuesta de aplicación para las carreteras no pavimentadas, permitirá diseñar de manera técnica y rápida el espesor a mejorar y el espesor de la capa de afirmado, teniendo en cuenta el CBR de la sub rasante.

El criterio para determinar un suelo inadecuado de acuerdo a la normativa vigente, corresponde a suelos con CBR al 95% de la MDS a 2.5 mm de penetración, menores al 6%, que de acuerdo a la categoría de la sub rasante son pobre e inadecuados, como se indica en la tabla 1. Dichos suelos deben ser estabilizados a fin de alcanzar una sub rasante de categoría Regular, con la finalidad de que la estructura del pavimento tenga una adecuada cimentación, que garantice el comportamiento estructural adecuado por el periodo de diseño previsto para 20 años de acuerdo al Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos", Sección Suelos y Pavimentos, aprobado con Resolución Directoral N° 10-2014-MTC/14 del 09.04.2014.

**Tabla 1**

*Categorías de sub rasante*

Categorías de Sub rasante	CBR
S <sub>0</sub> : Sub rasante inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Sub rasante insuficiente	CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Sub rasante regular	CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Sub rasante buena	CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Sub rasante muy buena	CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Sub rasante excelente	CBR ≥ 30%

*Nota: Extraído de manual de carreteras: suelos, geotecnia y pavimentos, 2014.*

## - DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DE MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE POR MÉTODO AASHTO 1993

La metodología de diseño a emplear será la AASHTO - 1993, de la Guía de Diseño de Estructura de Pavimentos publicado mediante la denominación: "Guide for Design of Pavement Structures". La Guía AASHTO empleada por muchos años fue la versión que se publicó en 1972, la cual fue revisada en 1981 efectuándose modificaciones al capítulo de pavimentos rígidos. En 1993 la AASHTO publica la "Guide for Design of Pavement Structures" en la cual se efectúan sensibles modificaciones a la versión de 1972.

El procedimiento de diseño es el siguiente:

- Cálculo del ESAL (Ver ESAL en el Capítulo de Diseño de Pavimento para un periodo de 20 años para Mejoramiento de suelos)
- Determinación del módulo resiliente efectivo de la Sub rasante.
- Cálculo del número estructural del Mejoramiento
- Cálculo de los espesores (d) de diseño.

La primera parte del proceso y la capacidad de soporte del suelo fue explicada en los ítems anteriores, con respecto al módulo resiliente de la subrasante ( $M_R$ ), número estructural (SN) y el espesor (D) de diseño, este SN es un valor adimensional que representa una equivalencia numérica de la capacidad estructural del pavimento y se calcula como:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_D + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Dónde:

$W_{18}$  : Número de repeticiones de eje equivalente (ESAL)

$Z_R$ : nivel de confiabilidad



$S_O$  : desviación estándar

SN: número estructural

$\Delta PSI$ : Pérdida de serviciabilidad

$M_R$  : módulo resiliente de la sub rasante

$$SN = \sum_{i=1} a_i D_i m_i$$
$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

Dónde:

$a_i$  : coeficiente de capa en función de las propiedades de los materiales

$D_i$  : espesores

$m_i$  : coeficientes de drenaje

#### - PARÁMETROS DE DISEÑO

El método AASHTO 93 incluye entre otros los siguientes parámetros:

#### - NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)

La confiabilidad es un parámetro relacionado con el grado de incertidumbre, la variación en las predicciones de tráfico y de la respuesta de la estructura del pavimento a las condiciones ambientales y la importancia de la vía.

Básicamente, es una forma de incorporar un cierto grado de certeza en el proceso de diseño, para garantizar que las diferentes alternativas de sección del pavimento

proyectado se comportarán satisfactoriamente bajo las condiciones de tráfico y medio ambiente durante el periodo de diseño.

En la figura 27 Niveles de Confianza sugeridos para diferentes carreteras, se indican los rangos de confiabilidad sugeridos para distintos tipos de carreteras, clasificadas según su

funcionalidad. Para nuestro caso se está considerando el 70% de acuerdo al ESAL de cada sector de la carretera en estudio.

### Figura 1

Valores recomendados de niveles de confiabilidad para dos etapas de diseño de 10 años cada una según rango de tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)		
				1ERA. ETAPA (1)	2DA. ETAPA (2)	TOTAL (1) X (2)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>70</sub>	75,000	150,000	81%	81%	65%
	T <sub>75</sub>	150,001	300,000	84%	84%	70%
	T <sub>80</sub>	300,001	500,000	87%	87%	75%
	T <sub>85</sub>	500,001	750,000	89%	89%	80%
	T <sub>90</sub>	750,001	1,000,000	89%	89%	80%
Resto de Caminos	T <sub>95</sub>	1,000,001	1,500,000	92%	92%	85%
	T <sub>96</sub>	1,500,001	3,000,000	92%	92%	85%
	T <sub>97</sub>	3,000,001	5,000,000	92%	92%	85%
	T <sub>98</sub>	5,000,001	7,500,000	95%	95%	90%
	T <sub>99</sub>	7,500,001	10'000,000	95%	95%	90%
	T <sub>99a</sub>	10'000,001	12'500,000	95%	95%	90%
	T <sub>99b</sub>	12'500,001	15'000,000	95%	95%	90%
	T <sub>99c</sub>	15'000,001	20'000,000	97%	97%	95%
	T <sub>99d</sub>	20'000,001	25'000,000	97%	97%	95%
	T <sub>99e</sub>	25'000,001	30'000,000	97%	97%	95%
T <sub>99f</sub>	>30'000,000		97%	97%	95%	

Nota: Extraído de manual de carreteras: suelos, geotecnia y pavimentos, 2014.

### - DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z<sub>R</sub>)

El coeficiente estadístico de Desviación Estándar Normal (Z<sub>R</sub>) representa el valor de la Confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución Normal. (Manual de carreteras, 2014, p.134)

El Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (Sección: Suelos y Pavimentos)" del MTC recomienda los siguientes valores:

Par nuestro se está considerando -0.524 de acuerdo al ESAL obtenido de acuerdo al estudio de tráfico de cada de la carretera en estudio.

En la figura 29, se muestran los valores de Desviación Estándar Normal que se pueden adoptar en función del nivel de confianza.

### Figura 2

*Valores recomendados de nivel de confiabilidad (R) y desviación estándar normal (Zr) para una sola etapa de 20 años según rango de tráfico*

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTANDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	100,000	150,000	65%	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
T <sub>P15</sub>		>30'000,000	95%	-1.645	

Nota: *Extraído de manual de carreteras: suelos, geotecnia y pavimentos, 2014.*

#### - DESVIACIÓN ESTÁNDAR TOTAL, $S_0$

La guía considera los casos en que se tome en cuenta la variación del tráfico futuro (0.49 para pavimentos flexibles de mayor similitud al Afirmado), en que no se tome en cuenta esta variación (0.44 para pavimentos flexibles) y el rango obtenido de la carretera experimental AASHTO (0.40 – 0.50 para pavimentos flexibles). En este caso se adoptará un valor de 0.45.

#### - MÓDULO DE RESILIENCIA EFECTIVO DEL SUELO DE FUNDACION, $M_R$

Para acceder a los Abacos de diseño AASHTO 93, es necesario que este valor de CBR sea traducido a Módulo Resiliente ( $M_R$ ). Dada la escasa información existente en el medio sobre estos ensayos, se ha empleado una correlación entre CBRs versus Módulos de Resiliencia expuesta en Mechanistic-Empirical Design of New and Rehabilitates Pavement Structures, NCHRP Design Guide 2001:

Dada la escasa información existente en el medio sobre estos ensayos, se ha empleado la correlación expuesta en Mechanistic-Empirical Design of New and Rehabilitates Pavement Structures, NCHRP Design Guide 2001, la misma que es tomada en cuenta también en el Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (Sección: Suelos y Pavimentos)” del MTC.

$$M_R = 2555 \times CBR^{0.64} (psi)$$

En estos sectores existe la presencia de capas de material granular que fueron colocados por motivos de transitabilidad, pero sus espesores son tan pequeños que no deben ser considerados como un mejoramiento.

En base a los resultados obtenidos y a las características friccionantes de las capas evaluadas, se adoptará para fines de diseño, los Módulos de Resiliencia obtenidos del CBR promedio para el Método AASHTO 93.



### - SERVICIABILIDAD INICIAL (PI)

La Serviciabilidad Inicial (Pi) es la condición de una vía recientemente construida. A continuación, se indican los índices de servicio inicial para los diferentes tipos de tráfico recomendados en el Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (Sección: Suelos y Pavimentos)” del MTC:

El índice de serviciabilidad inicial de acuerdo a la figura 29 se considerará en este estudio, será el valor de 3.80 de acuerdo al ESAL obtenido del estudio tráfico, ver cuadro siguiente para mayor detalle.

**Figura 3**

*Índice de serviciabilidad inicial (Pi) según rango de tráfico*

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>10</sub>	150,001	300,000	3.80
	T <sub>20</sub>	300,001	500,000	3.80
	T <sub>30</sub>	500,001	750,000	3.80
	T <sub>40</sub>	750,001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	T <sub>50</sub>	1,000,001	1,500,000	4.00
	T <sub>60</sub>	1,500,001	3,000,000	4.00
	T <sub>70</sub>	3,000,001	5,000,000	4.00
	T <sub>80</sub>	5,000,001	7,500,000	4.00
	T <sub>90</sub>	7,500,001	10,000,000	4.00
	T <sub>100</sub>	10,000,001	12,500,000	4.00
	T <sub>110</sub>	12,500,001	15,000,000	4.00
	T <sub>120</sub>	15,000,001	20,000,000	4.20
	T <sub>130</sub>	20,000,001	25,000,000	4.20
	T <sub>140</sub>	25,000,001	30,000,000	4.20
T <sub>150</sub>	>30,000,000		4.20	

Nota: *Extraído de manual de carreteras: suelos, geotecnia y pavimentos, 2014.*



#### - SERVICIABILIDAD FINAL (PT)

La Serviciabilidad Final o Terminal (Pt) es la condición de una vía que ha alcanzado la necesidad de algún tipo de rehabilitación o reconstrucción. (manual e carreteras, p.138,2014)

A continuación, se indican los índices de serviciabilidad final para los diferentes tipos de tráfico recomendados por el Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (Sección: Suelos y Pavimentos)” del MTC.

El índice de serviciabilidad final de acuerdo a la figura 30 se considerará en este estudio el valor de 2.00 de acuerdo al ESAL obtenido del estudio tráfico, ver cuadro siguiente para mayor detalle.

**Figura 4**

*Índice de serviciabilidad final (Pt) según rango de tráfico.*

Tipo de Carretera	Trafico	ESAL EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Carreteras de Bajo Volumen de Tráfico	T <sub>1a</sub>	150,001	300,000	2.00
	T <sub>1b</sub>	300,001	500,000	2.00
	T <sub>1c</sub>	500,001	750,000	2.00
	T <sub>1d</sub>	750,001	1,000,000	2.00
Resto de Carreteras	T <sub>2a</sub>	1,000,001	1,500,000	2.50
	T <sub>2b</sub>	1,500,001	3,000,000	2.50
	T <sub>2c</sub>	3,000,001	5,000,000	2.50
	T <sub>2d</sub>	5,000,001	7,500,000	2.50
	T <sub>2e</sub>	7,500,001	10,000,000	2.50
	T <sub>2f</sub>	10,000,001	12,500,000	2.50
	T <sub>2g</sub>	12,500,001	15,000,000	2.50
	T <sub>2h</sub>	15,000,001	20,000,000	3.00
	T <sub>2i</sub>	20,000,001	25,000,000	3.00
	T <sub>2j</sub>	25,000,001	30,000,000	3.00
	T <sub>2k</sub>	>30,000,000		3.00

Nota: Extraído de manual de carreteras: suelos, geotecnia y pavimentos, 2014.

### - COEFICIENTES DE DRENAJE

Representa el porcentaje de tiempo durante el Periodo de Diseño, que las capas granulares, estarán expuestas a niveles de humedad cercanos a la saturación.

En La figura 31: Valores de Coeficiente de Drenaje, muestra los valores recomendados para modificar los coeficientes de capas Granulares.

#### Figura 5

*Valores recomendados del coeficiente de drenaje  $m_i$  para bases y sub base granulares no tratados en pavimentos flexibles*

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	MEJOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Buena	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Nota: *Extraído de manual de carreteras: suelos, geotecnia y pavimentos, 2014.*

En el proyecto, la estación húmeda lluviosa se presenta generalmente de noviembre a marzo, extendiéndose hasta abril, pero con una pluviosidad menor, siendo de intensidad máxima en los meses de enero y febrero, prolongándose hasta marzo en forma intermitente.

Adicionalmente el suelo de la sub rasante es permeable por el bajo contenido de finos que lo conforma.

En base a la gran variabilidad climática, y a las condiciones particulares donde se desarrolla el tramo en estudio; se estima que el tiempo de exposición de la estructura a nivel de humedad próxima a la saturación es del orden del 5 al 25%, calidad de drenaje ACEPTABLE, es así que los coeficientes de drenaje son:

$m_4$  = Suelo Mejorado (Material de Cantera con CBR mínimo de 20%) = 0.90

#### - INDICES ESTRUCTURALES

La capa de sub rasante mejorada puede ser una modificación de la sub rasante existente (sustitución del material inadecuado o estabilización con cemento, cal o aditivos químicos) o podrá ser una nueva capa construida sobre la sub rasante existente. La alternativa a elegir será determinada de acuerdo al análisis técnico económico comparativo.

El espesor de una capa de sub rasante mejorada no debe ser menor del espesor determinado mediante el método que a continuación se describe:

El Número Estructural (SN), según AASHTO está dado por la siguiente ecuación:

$$SN_o = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

Se añade a la ecuación SN la capa de sub rasante mejorada, expresada en términos de  $a_4 D_4 m_4$ , donde:

$\alpha_4$ : Coeficiente estructural de la capa de subrasante mejorada, se recomiendan los siguientes valores:

$\alpha_4 = 0.024$ , para reemplazar la subrasante muy pobre y pobre, por una subrasante regular con CBR 6 – 10%.

$\alpha_4 = 0.030$ , para reemplazar la subrasante muy pobre y pobre, por una subrasante buena con CBR 11 – 19%.

$\alpha_4 = 0.037$ , para reemplazar la sub rasante muy pobre y pobre, por una sub rasante muy buena con CBR  $\geq 20\%$ .

$\alpha_4 = 0.035$ , para mejorar la subrasante muy pobre y pobre a una sub rasante regular, con la adición mínima de 3% de cal en peso de los suelos.

$D_4$  =: Espesor de la capa de sub rasante mejorada (cm).

- **ECUACIÓN DE CÁLCULO DEL ESPESOR DE MEJORAMIENTO:**

$$SN_r = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 + a_4 D_4 m_4$$

$$SN_r = SN_0 + a_4 D_4 m_4$$

Con los valores determinados  $a_4$  y  $m_4$ , se puede calcular el espesor efectivo  $D_4$  de la subrasante mejorada, con la siguiente expresión:

$$D_4 = (SN_r - SN_0) / (a_4 m_4)$$

Dónde:

$SN_r$  = Número estructural requerido del pavimento con sub rasante regular, buena o muy buena, según se requiera mejorar.

$SN_0$  = Número estructural del pavimento con sub rasante muy pobre o pobre

- **CÁLCULO DE ESPESOR DEL AFIRMADO**

Para determinar los espesores de la capa de afirmado según el manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014), en el capítulo de afirmado indica:

Para el dimensionamiento de espesores de afirmado mostrado en el presente Manual, se adoptó como representativa la siguiente ecuación del método NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities, hoy AUSTROADS) que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en número de repeticiones de EE:

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} CBR) + 58 \times (\log_{10} CBR)^2] \times \log_{10}(Nrep/120)$$

Donde:

$e$  = espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = valor del CBR de la sub rasante.

$Nrep$  = número de repeticiones de EE para el carril de diseño (p.112)



### III. OBJETIVO

Realizar el diseño del espesor de mejoramiento de la sub rasante y capa de afirmado con los diferentes resultados de CBR de la investigación: "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021",

### IV. RESULTADOS

Para la propuesta trabajaremos con los datos de las siguientes tablas 2 y 3 para determinar que posibles porcentajes de dosificación disminuye el espesor a mejorar de la sub rasante y el espesor del afirmado.

**Tabla 2**

*CBR de estrato natural*

CAL.	PROG.	MUES.	PROF (m)	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS	CBR de LAB. 0,1" PENETRACION AL 95%	PRO. DE CBR	CATEGORIA	COMENTARIO
C-1	0+000	M-1	0.00 - 1.50 m	SM-SC	4.60%		INSUFICIENTE	REQUIERE MEJORAMIENTO
C-17	4+000	M-1	0.00 - 1.50 m	CL	3.70%		INSUFICIENTE	REQUIERE MEJORAMIENTO
C-25	6+000	M-1	0.00 - 1.50 m	CL	2.80%		INADECUADA	REQUIERE MEJORAMIENTO
C-29	7+000	M-1	0.00 - 1.50 m	ML	4.80%	3.88%	INSUFICIENTE	REQUIERE MEJORAMIENTO
C-45	11+000	M-1	0.00 - 1.50 m	CL	4.70%		INSUFICIENTE	REQUIERE MEJORAMIENTO
C-49	12+000	M-1	0.00 - 1.50 m	CL	3.60%		INSUFICIENTE	REQUIERE MEJORAMIENTO

Nota: *Extraído del expediente técnico de "Mejoramiento del camino vecinal Emp. PE-3N - Dv. Cumbre Chontambamba - Muya - Dv. Tranca de Pujupe - Moran Lirio - Moran Pata - Moran Alto. En los distritos de Bambamarca y Hualgayoc de la provincia de Hualgayoc - departamento de Cajamarca"*





**Tabla 3**


*CBR con estabilización*

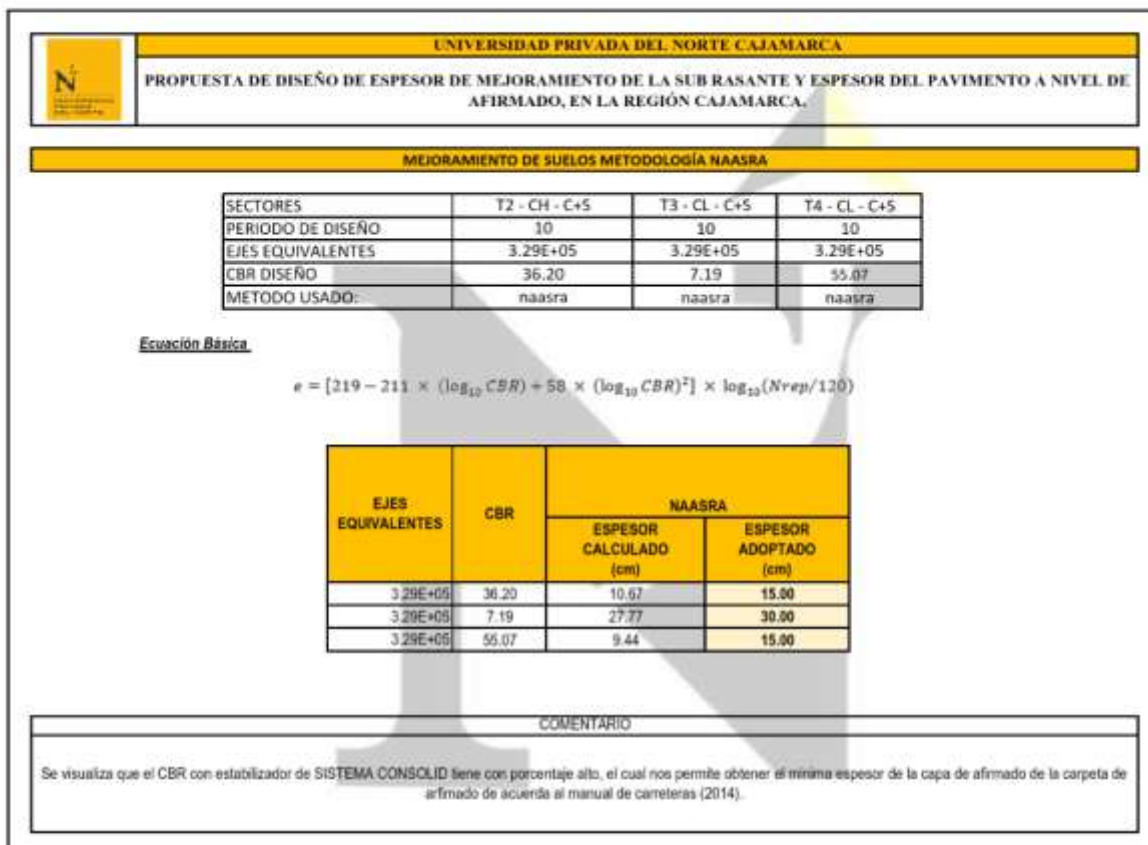
ESTABILIZADOR	DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE DE ESTABILIZADOR	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) A 1' AL 95% CON ESTABILIZADOR	UNIDAD
SISTEMA CONSOLID	T2 - CH - C+S	T2 - 0.0045 l/m <sup>3</sup> + 2%	36.20	%
	T3 - CL - C+S	T3 - 0.045%+ 0.15%	7.19	%
	T4 - CL - C+S	T4 - 0.045% + 2%	55.07	%
TERRASIL	T2 - CL - T+C	T2 - 1.4 lt/m <sup>3</sup> + 40 kg/m <sup>3</sup>	36.20	%
	T1 - ML - P+C	T1 - ML - 0.30 lt/m <sup>3</sup> + 50 kg/m <sup>3</sup>	49.00	%
PROES	T1 - CL - P+C	T1 - CL - 0.30 lt/m <sup>3</sup> + 50 kg/m <sup>3</sup>	64.00	%
	T2 - CH - P+C	T2 - CH - 0.35 lt/m <sup>3</sup> + 50 kg/m <sup>3</sup>	45.70	%
BISCHOFITA	T3 - CL - B	T3 - CL - 5%	8.57	%

*Nota: Extraído de la investigación "Caracterización del uso de estabilizantes químicos para mejorar la capacidad portante del pavimento a nivel de afirmado y propuesta de aplicación, Cajamarca 2021"*

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA	
	<b>PROPUESTA DE DISEÑO DE ESPESOR DE MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE Y ESPESOR DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO, EN LA REGIÓN CAJAMARCA.</b>
MEJORAMIENTO DE SUELOS METODOLOGÍA AASHTO 93	
<u>Ecuación Básica</u>	
$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_D + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$	
Cálculo del Número Estructural Requerido con subrasante Muy Pobre a Pobre <= 5%	
<b>DATOS</b>	
CBR=	3.88
<b>PARAMETROS</b>	
Z <sub>R</sub> =	-0.674
S <sub>o</sub> =	0.45
P <sub>i</sub> =	3.80
P <sub>f</sub> =	2.00
EAL =	329000
M <sub>r</sub> =	6085
SN =	2.80
	n = 0.580
	SN = 2.8042
	SN1 - SN  : 0.000 < 0.01
	<b>VALOR ITERATIVO :</b>
	y = SN1 = 2.8042      OK
Cálculo del Número Estructural Requerido del pavimento con subrasante Muy Buena >= 20%	
<b>DATOS</b>	
CBR=	36.20
<b>PARAMETROS</b>	
Z <sub>R</sub> =	-0.674
S <sub>o</sub> =	0.45
P <sub>i</sub> =	3.80
P <sub>f</sub> =	2.00
EAL =	329000
M <sub>r</sub> =	25408
SN =	1.81
	n = 0.416
	SN = 1.8057
	SN1 - SN  : 0.000 < 0.01
	<b>VALOR ITERATIVO :</b>
	y = SN1 = 1.8057      OK
Cálculo del Espesor Mínimo de Subrasante Mejorada	
<u>Ecuación Básica</u>	
$D_s = (SN_r - SN_o) / (a_s m_s)$	
	a <sub>s</sub> = 0.09
	m <sub>s</sub> = 1.00
	D <sub>s</sub> = 12.70 Pulgada
	D <sub>s</sub> = 32.30 cm
	<b>D<sub>s</sub> = 35.00 Espesor adoptado</b>
COMENTARIO	
El espesor de mejoramiento de la sub rasante con el estabilizante SISTEMA CONSOLID con la dosificación de 0.0045 l/m <sup>3</sup> + 2% es de 35.00 cm.	

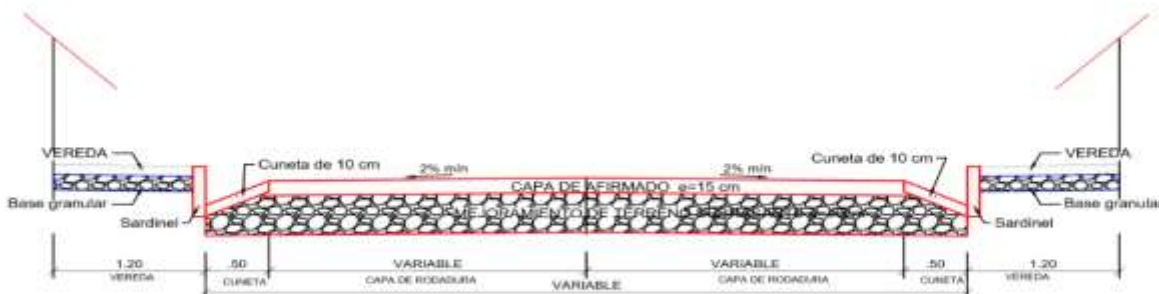
	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>
<b>PROPUESTA DE DISEÑO DE ESPESOR DE MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE Y ESPESOR DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO, EN LA REGIÓN CAJAMARCA.</b>	
<b>MEJORAMIENTO DE SUELOS METODOLOGÍA AASHTO 93</b>	
<u>Ecuación Básica</u>	
$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \cdot S_D + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + (SN + 1)^{5.14}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$	
<b>Cálculo del Número Estructural Requerido con subrasante Muy Pobre a Pobre &lt;= 5%</b>	
<b>DATOS</b>	
CBR=	3.88
<b>PARAMETROS</b>	
Z <sub>R</sub> =	-0.674
S <sub>o</sub> =	0.45
P <sub>i</sub> =	3.80
P <sub>f</sub> =	2.00
EAL =	329000
M <sub>r</sub> =	6085
SN =	2.80
n =	0.580
	<b>SN = 2.8042</b>
	SN1 - SN  0.000 < 0.01
	<b>VALOR ITERATIVO :</b>
y =	<b>SN1 = 2.8042</b> OK
<b>Cálculo del Número Estructural Requerido del pavimento con subrasante Muy Buena &gt;= 20%</b>	
<b>DATOS</b>	
CBR=	7.19
<b>PARAMETROS</b>	
Z <sub>R</sub> =	-0.674
S <sub>o</sub> =	0.45
P <sub>i</sub> =	3.80
P <sub>f</sub> =	2.00
EAL =	329000
M <sub>r</sub> =	9033
SN =	2.41
n =	0.533
	<b>SN = 2.4133</b>
	SN1 - SN  0.000 < 0.01
	<b>VALOR ITERATIVO :</b>
y =	<b>SN1 = 2.4133</b> OK
<b>Cálculo del Espesor Mínimo de Subrasante Mejorada</b>	
<u>Ecuación Básica</u>	
$D_4 = (SN_e - SN_b) / (a_4 m_4)$	
	a <sub>4</sub> = 0.06
	m <sub>4</sub> = 1.00
	D <sub>4</sub> = 6.40 Pulgadas
	D <sub>4</sub> = 16.30 cm
	<b>D<sub>4</sub> = 20.00 Espesor adoptado</b>
<b>COMENTARIO</b>	
El espesor de mejoramiento de la sub rasante con el estabilizante SISTEMA CONSOLID con la dosificación de 0.045%+ 0.15% es de 20.00 cm	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA	
	<b>PROPUESTA DE DISEÑO DE ESPESOR DE MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE Y ESPESOR DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO, EN LA REGIÓN CAJAMARCA.</b>
MEJORAMIENTO DE SUELOS METODOLOGÍA AASHTO 93	
<u>Ecuación Básica</u>	
$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \cdot S_D + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{1094} \right)}{0.4 + (SN + 1)^{5.14}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$	
Cálculo del Número Estructural Requerido con subrasante Muy Pobre a Pobre <= 5%	
<b>DATOS</b>	
CBR= 3.88	
<b>PARAMETROS</b>	
Z <sub>R</sub> = -0.674	n = 0.580
S <sub>D</sub> = 0.45	SN = 2.8042
PI = 3.80	SN1 - SN  = 0.000 < 0.01
PF = 2.00	VALOR ITERATIVO :
EAL = 329000	y = SN1 = 2.8042 OK
M <sub>R</sub> = 6085	
SN = 2.80	
Cálculo del Número Estructural Requerido del pavimento con subrasante Muy Buena >= 20%	
<b>DATOS</b>	
CBR= 55.07	
<b>PARAMETROS</b>	
Z <sub>R</sub> = -0.674	n = 0.386
S <sub>D</sub> = 0.45	SN = 1.4341
PI = 3.80	SN1 - SN  = 0.000 < 0.01
PF = 2.00	VALOR ITERATIVO :
EAL = 329000	y = SN1 = 1.4341 OK
M <sub>R</sub> = 33234	
SN = 1.43	
Cálculo del Espesor Mínimo de Subrasante Mejorada	
<u>Ecuación Básica</u>	
$D_4 = (SN_p - SN_a) / (a_4 m_4)$	a <sub>4</sub> = 0.09
	m <sub>4</sub> = 0.90
	D <sub>4</sub> = 16.20 Pulgada
	D <sub>4</sub> = 41.10 cm
	<b>D<sub>4</sub> = 45.00 Espesor adoptado</b>
COMENTARIO	
El espesor de mejoramiento de la sub rasante con el estabilizante SISTEMA CONSOLID con la dosificación de 0.0045 l/m <sup>3</sup> + 2% es de 45.00 cm	



**Figura 6**

*Sección con estabilizante SISTEMA CONSOLID con CBR 36.20%*





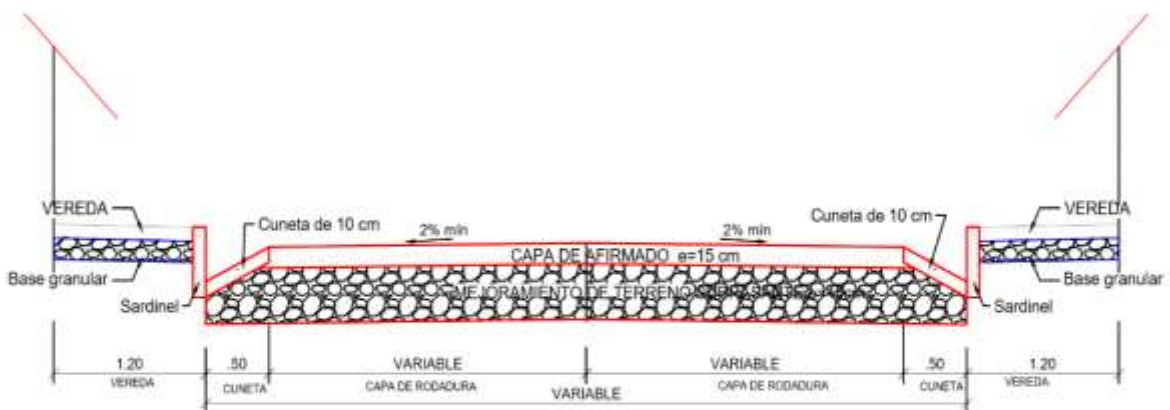
**Figura 7**


*Sección con estabilizante SISTEMA CONSOLID con CBR 7.19%*

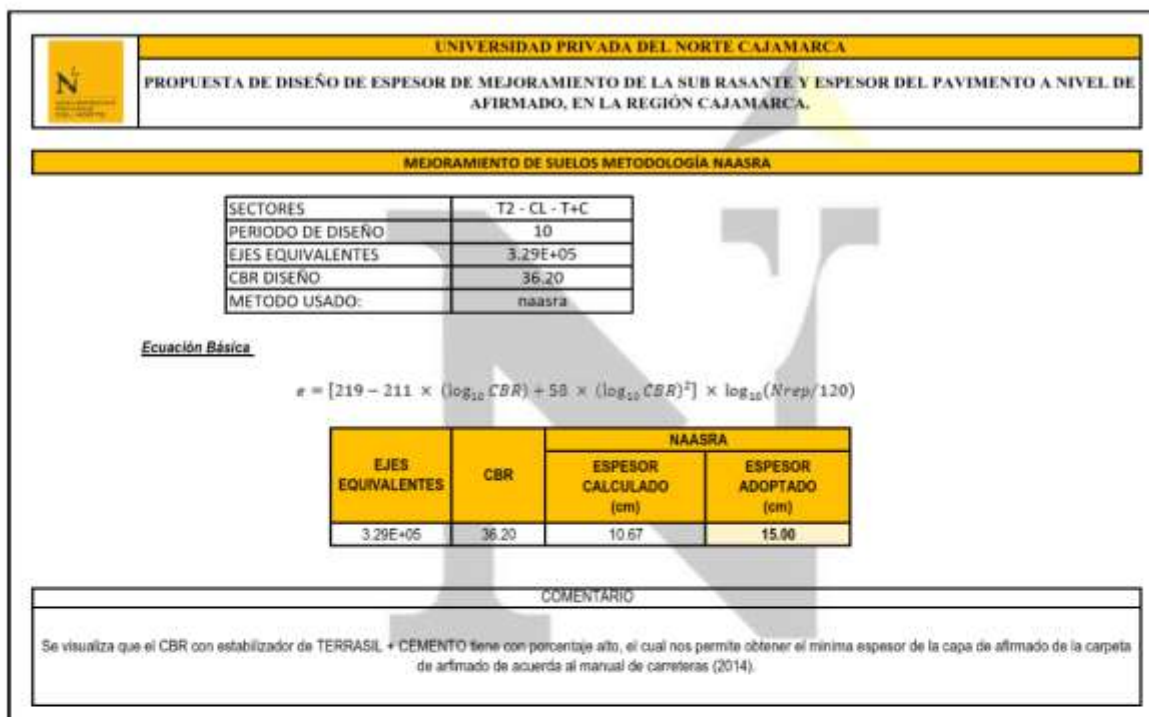


**Figura 8**

*Sección con estabilizante SISTEMA CONSOLID con CBR 55.07%*

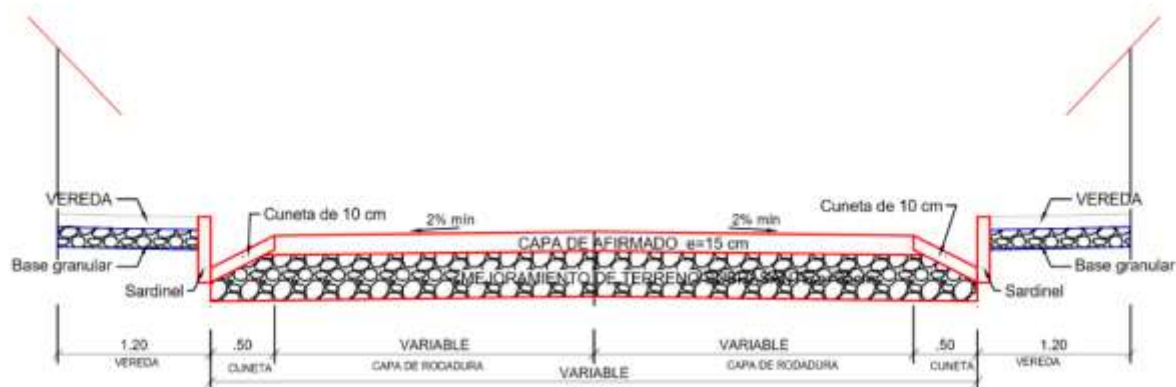



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA	
	<b>PROPUESTA DE DISEÑO DE ESPESOR DE MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE Y ESPESOR DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO, EN LA REGIÓN CAJAMARCA.</b>
MEJORAMIENTO DE SUELOS METODOLOGÍA AASHTO 93	
<u>Ecuación Básica</u>	
$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$	
Cálculo del Numero Estructural Requerido con subrasante Muy Pobre a Pobre <= 5%	
<b>DATOS</b>	
CBR=	3.88
<b>PARAMETROS</b>	
Z <sub>R</sub> =	-0.674
S <sub>0</sub> =	0.45
P <sub>f</sub> =	3.80
P <sub>f</sub> =	2.00
EAL =	329000
M <sub>R</sub> =	6085
SN =	2.80
	n = 0.580
	SN = 2.8042
	SN1 - SN  = 0.000 < 0.01
	VALOR ITERATIVO :
	y = SN1 = 2.8042      OK
Cálculo del Numero Estructural Requerido del pavimento con subrasante Muy Buena >= 20%	
<b>DATOS</b>	
CBR=	38.20
<b>PARAMETROS</b>	
Z <sub>R</sub> =	-0.674
S <sub>0</sub> =	0.45
P <sub>f</sub> =	3.80
P <sub>f</sub> =	2.00
EAL =	329000
M <sub>R</sub> =	25408
SN =	1.61
	n = 0.416
	SN = 1.6057
	SN1 - SN  = 0.000 < 0.01
	VALOR ITERATIVO :
	y = SN1 = 1.6057      OK
Cálculo del Espesor Mínimo de Subrasante Mejorada	
<u>Ecuación Básica</u>	
$D_4 = (SN_r - SN_s) / (a_4 m_s)$	
	a <sub>4</sub> = 0.09
	m <sub>s</sub> = 1.00
	D <sub>4</sub> = 12.70 Pulgada
	D <sub>4</sub> = 32.30 cm
	D <sub>4</sub> = 35.00 <i>Espesor adoptado</i>
COMENTARIO	
El espesor de mejoramiento de la sub rasante con el estabilizante TERRASIL con la dosificación de 1.4 lt/m <sup>3</sup> + 40 kg/m <sup>3</sup> es de 35.00 cm	




**Figura 9**

*Sección con estabilizante TERRASIL + CEMENTO con CBR 36.20%*




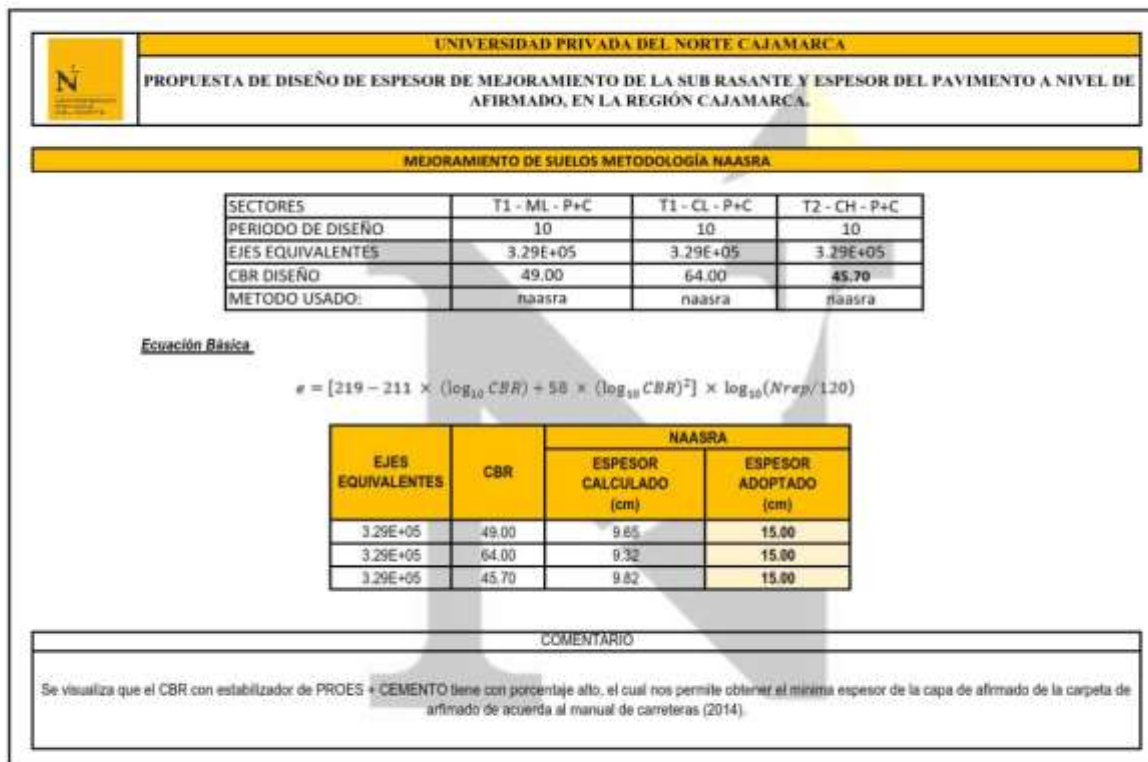
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA	
	<b>PROPUESTA DE DISEÑO DE ESPESOR DE MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE Y ESPESOR DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO, EN LA REGIÓN CAJAMARCA.</b>
MEJORAMIENTO DE SUELOS METODOLOGÍA AASHTO 93	
<u>Ecuación Básica</u>	
$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \frac{1}{(SN + 1)^{5.14}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$	
Cálculo del Número Estructural Requerido con subrasante Muy Pobre a Pobre <= 5%	
<b>DATOS</b>	
CBR=	3.88
<b>PARAMETROS</b>	
Z <sub>R</sub> =	-0.674
S <sub>o</sub> =	0.45
P <sub>i</sub> =	3.80
P <sub>f</sub> =	2.00
EAL =	329000
M <sub>R</sub> =	6085
SN =	2.80
	n = 0.580
	SN = 2.8042
	SN1 - SN  0.000 < 0.01
	VALOR ITERATIVO:
	y = SN1 = 2.8041 OK
Cálculo del Número Estructural Requerido del pavimento con subrasante Muy Buena >= 20%	
<b>DATOS</b>	
CBR=	49.00
<b>PARAMETROS</b>	
Z <sub>R</sub> =	-0.674
S <sub>o</sub> =	0.45
P <sub>i</sub> =	3.80
P <sub>f</sub> =	2.00
EAL =	329000
M <sub>R</sub> =	30840
SN =	1.48
	n = 0.395
	SN = 1.4806
	SN1 - SN  0.000 < 0.01
	VALOR ITERATIVO:
	y = SN1 = 1.4806 OK
Cálculo del Espesor Mínimo de Subrasante Mejorada	
<u>Ecuación Básica</u>	
$D_4 = (SN_r - SN_2) / (a_4 m_4)$	
	a <sub>4</sub> = 0.09
	m <sub>4</sub> = 1.00
	D <sub>4</sub> = 14.10 Pulgada
	D <sub>4</sub> = 35.80 cm
	D <sub>4</sub> = 40.00 Espesor adoptado
COMENTARIO	
El espesor de mejoramiento de la sub rasante con el estabilizante PROES + CEMENTO con la dosificación de 0.30 lt/m <sup>3</sup> + 50 kg/m <sup>3</sup> es de 40.00 cm	



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA	
	<b>PROPUESTA DE DISEÑO DE ESPESOR DE MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE Y ESPESOR DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO, EN LA REGIÓN CAJAMARCA.</b>
MEJORAMIENTO DE SUELOS METODOLOGÍA AASHTO 93	
<u>Ecuación Básica</u>	
$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{2.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$	
Cálculo del Número Estructural Requerido con subrasante Muy Pobre a Pobre <= 5%	
<b>DATOS</b>	
CBR=	3.88
<b>PARAMETROS</b>	
Z <sub>R</sub> =	-0.674
S <sub>0</sub> =	0.45
P <sub>i</sub> =	3.80
P <sub>f</sub> =	2.00
EAL =	329000
M <sub>R</sub> =	6085
SN =	2.80
n =	0.580
	SN = 2.8042
	SN1 - SN  0.000 < 0.01
	VALOR ITERATIVO:
y =	SN1 = 2.8042      OK
Cálculo del Número Estructural Requerido del pavimento con subrasante Muy Buena >= 20%	
<b>DATOS</b>	
CBR=	64.00
<b>PARAMETROS</b>	
Z <sub>R</sub> =	-0.674
S <sub>0</sub> =	0.45
P <sub>i</sub> =	3.80
P <sub>f</sub> =	2.00
EAL =	329000
M <sub>R</sub> =	36589
SN =	1.38
n =	0.376
	SN = 1.3757
	SN1 - SN  0.000 < 0.01
	VALOR ITERATIVO:
y =	SN1 = 1.3757      OK
Cálculo del Espesor Mínimo de Subrasante Mejorada	
<u>Ecuación Básica</u>	
$D_4 = (SN_p - SN_c) / (a_4 m_4)$	
	a <sub>4</sub> = 0.09
	m <sub>4</sub> = 1.00
	D <sub>4</sub> = 15.20 Pulgada
	D <sub>4</sub> = 38.80 cm
	D <sub>4</sub> = <b>40.00 Espesor adoptado</b>
COMENTARIO	
El espesor de mejoramiento de la sub rasante con el estabilizante PROCES + CEMENTO con la dosificación de 0.30 lt/m <sup>3</sup> + 50 kg/m <sup>3</sup> es de 40.00 cm	

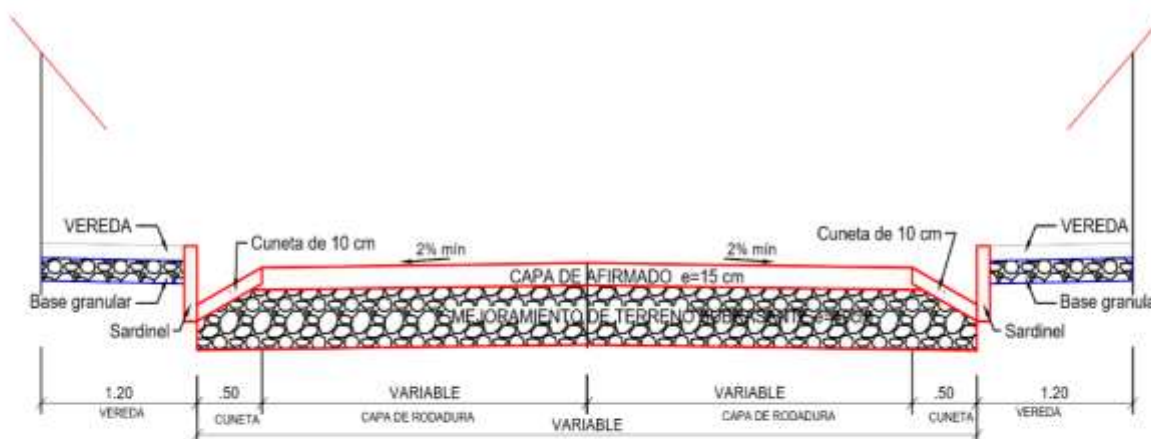


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA	
	<b>PROPUESTA DE DISEÑO DE ESPESOR DE MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE Y ESPESOR DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO, EN LA REGIÓN CAJAMARCA.</b>
MEJORAMIENTO DE SUELOS METODOLOGÍA AASHTO 93	
<u>Ecuación Básica</u>	
$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.14}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$	
Cálculo del Número Estructural Requerido con subrasante Muy Pobre a Pobre <= 5%	
<b>DATOS</b>	
CBR=	3.88
<b>PARAMETROS</b>	
Z <sub>R</sub> =	-0.674
S <sub>o</sub> =	0.45
P <sub>i</sub> =	3.80
P <sub>f</sub> =	2.00
EAL =	329000
M <sub>R</sub> =	6085
SN =	2.80
	n = 0.580
	SN = 2.8042
	SN1 - SN  0.000 < 0.01
	<b>VALOR ITERATIVO:</b>
	y = SN1 = 2.8042      OK
Cálculo del Número Estructural Requerido del pavimento con subrasante Muy Buena >= 20%	
<b>DATOS</b>	
CBR=	45.70
<b>PARAMETROS</b>	
Z <sub>R</sub> =	-0.674
S <sub>o</sub> =	0.45
P <sub>i</sub> =	3.80
P <sub>f</sub> =	2.00
EAL =	329000
M <sub>R</sub> =	29494
SN =	1.51
	n = 0.399
	SN = 1.5088
	SN1 - SN  0.000 < 0.01
	<b>VALOR ITERATIVO:</b>
	y = SN1 = 1.5088      OK
Cálculo del Espesor Mínimo de Subrasante Mejorada	
<u>Ecuación Básica</u>	
$D_4 = (SN_r - SN_o) / (a_4 m_4)$	
	a <sub>4</sub> = 0.09
	m <sub>4</sub> = 0.90
	D <sub>4</sub> = 15.30 Pulgada
	D <sub>4</sub> = 38.90 cm
	<b>D<sub>4</sub> = 40.00 Espesor adoptado</b>
COMENTARIO	
El espesor de mejoramiento de la sub rasante con el estabilizante PROES + CEMENTO con la dosificación de 0.35 lt/m <sup>3</sup> + 50 kg/m <sup>3</sup> es de 40.00 cm	



**Figura 10**

Sección típica con estabilizante PROES + CEMENTO con CBR 49.00%, 64.00% y 45.70%



## V. CONCLUSIONES

Se realizó el diseño del pavimento a nivel de afirmado, donde se concluye que, los diferentes estabilizantes (SISTEMA CONSOLID, TERRASIL + CEMENTO y PROES + CEMENTO) sí llegan a disminuir la carpeta de afirmado. Además, se visualizó que a mayor CBR incrementa el espesor de mejoramiento de la sub rasante, también permite la reducción al mínimo espesor de la carpeta de afirmado. Sin embargo, en el CBR 7.19% se observó que su espesor de la sub rasante es de 20 cm, mientras que, en la carpeta de afirmado se encuentra en 30 cm. Esto nos da entender que los estabilizantes, es una opción favorable para economizar en los materiales que se emplean en la carpeta de afirmado, el mismo que depende de la dosificación del estabilizador a emplear.

## VI. REFERENCIAS

Manual de carreteras: Suelos, G. G. (2014). *Ministerio de Transportes y Comunicaciones*.

Obtenido de

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html)

Salcedo Espinoza, M. S. (2021). "CARACTERIZACIÓN DEL USO DE ESTABILIZANTES QUÍMICOS PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y PROPUESTA DE APLICACIÓN, CAJAMARCA 2021". Cajamarca.