



Universidad Científica del Perú - UCP

*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA ESTABILIZACIÓN
DE SUELO EN EL CAMINO VECINAL TRAMO EMP. PE-
5N10 – BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE
PAUJILZAPA – EL MIRADOR – PICOTA – SAN MARTÍN”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

ASESOR:

M.Sc. Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta

AUTORES:

SALDAÑA SOTO, Willer Aldo

CELIS OBLITAS, Yeny Judith

TARAPOTO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

De manera especial dedico este proyecto a Dios por la vida y la salud prestada, a mi esposa e hija que me acompañaron a lo largo de la carrera, porque ellos fueron mis motores que me impulsaron a seguir estudiando, estuvieron a mi lado brindándome su apoyo incondicional para hacer de mí una mejor persona.

Willer Aldo Saldaña Soto

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme prestado la vida y permitirme el gozo de haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, a quienes les debo lo que soy, porque fueron los pilares fundamentales de mi vida que me impulsaron a seguir superándome, por demostrarme siempre sus afecto y apoyo incondicional.

Y a todas las personas que me apoyaron y han hecho que el trabajo se realice con éxito, en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Yeny Judith Celis Oblitas

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios sobre todas las cosas, a mi familia, amigos, que siempre están ahí en los momentos difíciles de mi vida. Gracias por formar parte de mi existencia; los logros de mis objetivos que ando consiguiendo se los debo a todos ustedes entre los que se incluyen a este proyecto titánico.

Agradecer inmensamente a mis profesores por las enseñanzas impartidas en aula.

Agradecer a nuestro asesor por guiarnos y acompañarnos en esta etapa que se le estará agradecido infinitamente.

Gracias a todas esas personas que siempre están ahí para brindarnos su apoyo incondicional, gracias totales.

Yeny Judith Celis Oblitas

Agradecer el apoyo moral y económico que recibí y del que siempre estaré en deuda; expreso mi gratitud a mis padres, hermanos y a toda mi familia.

Agradecimiento total a mis maestros, quienes durante la vida universitaria impartieron sus capacidades y conocimientos científicos, así como también el haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme en el proceso de desarrollo de la tesis.

Willer Aldo Saldaña Soto

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

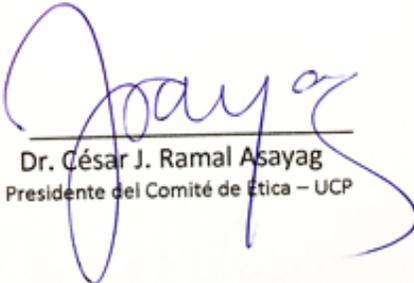
La Tesis titulada:

“INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN EL CAMINO VECINAL TRAMO EMP. PE-5N10 – BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – EL MIRADOR – PICOTA – SAN MARTÍN”

De los alumnos: **SALDAÑA SOTO WILLER ALDO Y CELIS OBLITAS YENI JUDITH**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **12% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 05 de Enero del 2022.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética – UCP

CJRA/ri-a
583-2022

Document Information

Analyzed document	UCP_INGENIERÍACIVIL_2021_TESIS_YENICELIS_WILLERSALDAÑA_V1.pdf (D123753936)
Submitted	2021-12-28T16:08:00.0000000
Submitted by	Comisión Antiplagio
Submitter email	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Similarity	12%
Analysis address	revision.antiplagio.ucp@analysis.orkund.com

Sources included in the report

W	<p>URL: https://www.perulicitaciones.com/contrataci%C3%93n-del-servicio-de-mantenimiento-peri%C3%93dico-y-rutinario-del-camino-vecinal-tramo-emp-pe-5n-buenos-aires-san-antonio-de-paujilzapa-el-mirador-picota-san-martin-lct216515.html</p> <p>Fetches: 2021-12-28T16:08:15.6470000</p>		25
SA	<p>Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERÍACIVIL_2021_TESIS_DEYVINALTAMIRANO_NOELIROMÁN_V1.pdf</p> <p>Document UCP_INGENIERÍACIVIL_2021_TESIS_DEYVINALTAMIRANO_NOELIROMÁN_V1.pdf (D107252252)</p> <p>Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe</p> <p>Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.orkund.com</p>		20
SA	<p>Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERÍACIVIL_2021_TESIS_KARENHIDALGO_JOSÉCADENILLAS_V1.pdf</p> <p>Document UCP_INGENIERÍACIVIL_2021_TESIS_KARENHIDALGO_JOSÉCADENILLAS_V1.pdf (D118815752)</p> <p>Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe</p> <p>Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.orkund.com</p>		2
SA	<p>Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERÍACIVIL_2021_TESIS_VICTORREÁTEGUI JOSÉPISCOYA_V1.pdf</p> <p>Document UCP_INGENIERÍACIVIL_2021_TESIS_VICTORREÁTEGUI JOSÉPISCOYA_V1.pdf (D107252255)</p> <p>Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe</p> <p>Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.orkund.com</p>		1
W	<p>URL: https://regionsanmartin.gob.pe/OriArc.pdf?id=76597</p> <p>Fetches: 2021-12-28T16:08:22.6600000</p>		1
W	<p>URL: https://mpsm.gob.pe/public/uploads/documentos/MANTENIMIENTOA-VIALES-ENMARCADOS-EN-EL-DECRETO-DE-URGENCIA-N%C2%B0_070-2020.pdf</p> <p>Fetches: 2021-12-28T16:08:43.1370000</p>		2
SA	<p>Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERÍACIVIL_2021_TESIS_LLINCLEYPEREZ_KEVINRUBIO_V1.pdf</p> <p>Document UCP_INGENIERÍACIVIL_2021_TESIS_LLINCLEYPEREZ_KEVINRUBIO_V1.pdf (D123753937)</p> <p>Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe</p> <p>Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.orkund.com</p>		3

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° 930-2021-UCP-FCEI del 17 de diciembre del 2021, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|---|------------|
| • Ing. Caleb Ríos Vargas, M. Sc. | Presidente |
| • Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, M. Sc. | Miembro |
| • Ing. Isaac Duhamel Castillo Chalco. | Miembro |

Como Asesor: **Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta, M. Sc.**

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 19:00 horas del día sábado 02 de abril del 2022, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Facultad y el Director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **“INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELO EN EL CAMINO VECINAL TRAMO: EMP. PE5N10 – BUENOS AIRES – SAN ANTONIO – EL MIRADOR – PICOTA – SAN MARTÍN”**.

Presentado por los sustentantes:

YENY JUDITH CELIS OBLITAS y WILLER ALDO SALDAÑA SOTO

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**.

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR MAYORÍA CON LA NOTA DE QUINCE (15)**.

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Presidente



Miembro



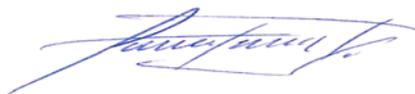
Miembro

APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 02 de abril a las 19:00 del 2021.



M.Sc. Ing. CALEB RÍOS VARGAS
PRESIDENTE DEL JURADO



M.Sc. Ing. LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO
MIEMBRO DEL JURADO



Ing. ISAAC DUHAMEL CASTILLO CHALCO
MIEMBRO DEL JURADO



M.Sc. Ing. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA
ASESOR

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
APROBACIÓN	7
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	15
2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	15
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	15
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES.....	17
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES.....	21
2.2 BASES TEÓRICAS.....	21
CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	43
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	43
3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	44
3.2.1 PROBLEMA GENERAL	44
3.2.2 PROBLEMA ESPECIFICO	44
3.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	44
3.3.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	44
3.3.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	45
3.3.3 JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	45
3.3.4 JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA	45
3.4 OBJETIVOS	45
3.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	45
3.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	46
3.5 HIPÓTESIS	46
3.5.1 HIPÓTESIS GENERAL	46
3.6 VARIABLES	46
3.6.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	46
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	47
4.1 METODOLOGÍA DE LA TESIS.....	47
4.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	47
4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	47
4.2.1 DISEÑO EXPERIMENTAL	47

4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	47
4.3.1 POBLACIÓN	47
4.3.2 MUESTRA.....	48
4.4 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS.....	48
4.4.1 PROCEDIMIENTOS	48
4.4.2 ENSAYOS CON MATERIAL DE CANTERA PROPUESTA PARA EL CAMINO VECINAL EMP. PE-5N10 – BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA, EL MIRADOR – PICOTA - SAN MARTIN, CON LA ADICIÓN DE ESTABILIZANTE IÓNICO (CONSOLID).	50
4.4.3 ENSAYO DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS	50
CAPÍTULO V: RESULTADOS	51
5.1 RESULTADO GENERAL.....	51
5.2 PRIMER RESULTADO.....	52
5.3 SEGUNDO RESULTADO	53
5.4 TERCER RESULTADO.....	56
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN	57
6.1. DISCUSIÓN	57
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
7.1 CONCLUSIONES.....	59
7.2 RECOMENDACIONES	61
CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXOS	64

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Estructura de Camino	23
Ilustración 2: Estado Natural del Suelo más Agua Adsorbida	36
Ilustración 3: Acción de Consolid: Eliminación de Agua Adsorbida.....	37
Ilustración 4: Estado Final antes de la Compactación.....	37
Ilustración 5: Capa Estabilizadora.....	38
Ilustración 6: Preparado de muestra de la Cantera Propuesta para ensayo de Proctor Modificado	49
Ilustración 7: Valores de Ensayos de Atterberg	52
Ilustración 8: Máximas Densidades Secas para Material de Cantera propuesta sin Adicionar Aditivo.....	53
Ilustración 9: Máximas Densidades Secas para Material de Cantera propuesta Adicionando Aditivo Consolid Al 15%.	53
Ilustración 10: Máximas Densidades Secas para Material de Cantera Propuesta Adicionando Aditivo Consolid Al 30%.	54
Ilustración 11: Máximas Densidades Secas para Material de Cantera propuesta Adicionando Aditivo Consolid Al 45%.	54
Ilustración 12: Máximas Densidades Secas para Material de Cantera Propuesta Adicionando Aditivo Consolid Al 60%.	55
Ilustración 13: Comparación de Curvas de Compactación	55
Ilustración 14: Valores de CBR de suelo natural comparado con suelo estabilizado	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resultado del Ensayo del Material de Cantera Propuesta Estabilizado con Aditivo Consolid.....	51
--	----

RESUMEN

La presente investigación busca mejorar las propiedades físico-mecánicas del material colocado del camino vecinal TRAMO EMP.PE-5N10 – BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – EL MIRADOR – PICOTA – SAN MARTIN, adicionándole aditivo de característica ionizante llamado (CONSOLID).

Se evaluó la influencia de un aditivo a base de enzimas orgánicas que se usa como posible mejorador de la estabilidad de suelos y permitiría incrementar la resistencia de suelos colocado de material afirmado.

El nivel de la investigación, es experimental, porque pretende determinar la relación causal que existe entre las variables de estudio; como población de estudio se está considerando el camino vecinal tramo EMP.PE-5N10 – Buenos Aires – San Antonio de Paujilzapa – El Mirador, con un aproximado de 22+200 KM, para lo cual se tomó la muestra del tramo crítico de acuerdo a la tipología del terreno y la topografía de la misma, teniendo como tramo de estudio del km 12+600 al km 22+200, ya que este tramo es el más crítico y se adhiere al objetivo de esta tesis.

Para el desarrollo del trabajo de investigación, se realizó los ensayos de laboratorio adicionando aditivo químico CONSOLID al 15%, 30%, 45% y 60% para determinar la plasticidad del suelo, el grado de compactación, la capacidad de soporte CBR.

Logrando así demostrar que al incrementar aditivo iónico al material de cantera se obtuvo incrementos del grado de compactación de dicho material, también se demostró que se incrementa la capacidad de soporte CBR en un 244.35 % al añadir un 60% de aditivo CONSOLID.

Palabras claves: Aditivos, suelos, índice CBR, aditivo CONSOLID.

ABSTRACT

This research seeks to improve the physical-mechanical properties of the material placed on the local road SECTION EMP.PE-5N10 - BUENOS AIRES - SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA - EL MIRADOR - PICOTA - SAN MARTIN, adding an ionizing additive called (CONSOLID).

The influence of an additive based on organic enzymes that is used as a possible improver of soil stability was evaluated and would allow to increase the resistance of floors placed with affirmed material.

The research level is experimental, because it aims to determine the causal relationship that exists between the study variables; The study population is considering the neighborhood road section EMP.PE-5N10 - Buenos Aires - San Antonio de Paujilzapa - El Mirador, with an approximate distance of 22 + 200 KM, for which the sample of the critical section was taken according to the typology of the terrain and the topography of the same, having as a study section from km 12 + 600 to km 22 + 200, since this section is the most critical and adheres to the objective of this thesis.

For the development of the research work, laboratory tests were carried out adding CONSOLID chemical additive at 15%, 30%, 45% and 60% to determine the plasticity of the soil, the degree of compaction, and the CBR bearing capacity.

Thus, achieving to demonstrate that by increasing the ionic additive to the quarry material, increases in the degree of compaction of said material were obtained, it was also shown that the CBR support capacity is increased by 244.35% when adding 60% of CONSOLID additive.

Keywords: Additives, soils, CBR index, CONSOLID additive.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Los caminos vecinales son obras cuya concepción, proyecto y ejecución obedecen a la necesidad de cubrir la demanda de este servicio para el desarrollo social, comercial y de producción; además de lograr la integración de un distrito, región o del país en su conjunto, para la mejora en el nivel de vida de la población.

Las actividades económicas de la población asentada en el área del estudio están enmarcadas principalmente en la ganadería y agricultura, actividad cuyo desarrollo se ve frustrado por la inoperancia de la vía de acceso con la que cuentan; esta es la razón fundamental para que los costos de producción y comercialización de los productos generados, sean elevados, lo que limita las ganancias de los campesinos, y como consecuencia la limitación de posibilidades de mejorar sus condiciones de vida, además con esta situación los beneficiarios en la zona del proyecto pierden la oportunidad por desarrollar un gran potencial turístico de la zona, debido a que tienen como único medio de acceso un camino vecinal, el mismo que en épocas de lluvia se torna intransitable, este desarrollo social, comercial y de producción se ve frenado por la condición de la vía y de la misma manera la calidad de vida de los pobladores.

En la actualidad, el total del tramo es de 22+200km de las cuales del km 0+000 a la 12+600 se encuentra en buen estado por la topografía del terreno plano y desde el km 12+600 al km 22+200 se encuentra en un estado deteriorado a consecuencia de las constantes lluvias en la zona y la topografía del terreno por tener pendientes altas, hacen que el tramo se vuelva intransitable en algunos sectores denominados como críticos, los vehículos que prestan el servicio de carga, lo realizan en condiciones desfavorables, debido al pésimo estado actual de la vía en estudio, lo que hace que se incremente el tiempo de recorrido y se eleve los costos de operación vehicular y como consecuencia de ello los pobladores tienen que pagar costos elevados por el servicio recibido.

Los afirmados en los caminos vecinales son una alternativa muy necesaria y útil debido a que su función principal es mejorar la rasante con material

seleccionado que van colocados debidamente compactadas que ofrezca una mayor resistencia a la acción de la carga vehicular y permeabilidad de los agentes climatológicos como la lluvia.

La falta de estabilidad e impermeabilidad entre los componentes del afirmado como los agregados y el ligante siempre han sido un tema que preocupa a los investigadores; esta carencia de estabilidad entre las partículas de los agregados y el ligante permiten que se formen bolsas de aires y desprendimientos favoreciendo el ingreso de agentes agresivos que perjudican el afirmado e ingresan a las partes inferiores de la estructura, debilitándolo y produciendo su deterioro; es por ello que para mejorar la estabilidad entre los agregados y el ligante se propone el uso del aditivo CONSOLID mejoradores de estabilidad e impermeabilidad.

De acuerdo a la visita realizada se observó que los pobladores del lugar por medio de una labor comunitaria limpian y cuidan este lugar, por lo que nos damos cuenta de que los pobladores de la zona hacen intentos por salvaguardar dicha vía y minimizar su deterioro, la cual no es cuidada en toda su dimensión, debido principalmente a los agentes climáticos y la pendiente que hacen intransitable la vía.

El presente trabajo consistirá en proponer las condiciones de transitabilidad de la vía, por medio de uso de aditivo CONSOLID en la estabilización del afirmado para el mejoramiento del Camino Vecinal.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

El presente trabajo consistirá en proponer las condiciones de transitabilidad de la vía, por medio de uso de aditivos se pretende la estabilización del afirmado para el mejoramiento del Camino Vecinal EMP. PE-5N10 – BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – EL MIRADOR – PICOTA – SAN MARTIN.

En este proyecto de investigación nos apoyamos en otras investigaciones relevantes.

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

La presente investigación en mención cuenta con estudios similares de carácter internacional, los cuales son los siguientes:

- ❖ En Colombia, Bucaramanga, en la Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, en el año 2015 fue presentada una tesis por parte de JESÚS ALBERTO DÍAZ ARIZA, JULIO CESAR MEJÍA VARGAS denominada: **“ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE EL USO DE UN ADITIVO QUÍMICO A BASE DE COMPUESTO INORGÁNICO”**. La cual tiene como resumen:

“La aplicación de un estabilizante químico llamado STABTOS el cual es comercializada en Colombia, la cual se usa para mejorar las propiedades del suelo e incrementar la resistencia de los suelos (Ruitoque, Barrancabermeja, Lebrija) suelos finos plásticos arcillosos. En la cual se determinó de acuerdo a las pruebas mecánicas se demuestra que mejoro la resistencia del suelo, incremento el CBR y disminución de absorción de agua.”

- ❖ ROLDÁN, Jairon. En su trabajo de investigación titulado: **ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CLORURO DE SODIO (NaCl) PARA BASES Y SUB-BASES**. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala. 2010. Concluyó que: debe evitarse el uso de NaCl en un terreno de capilaridad alta, donde haya una fuente de agua a poca

profundidad (nivel freático) o en un lugar con infiltración lateral; a menos que se tomen las precauciones adecuadas para interceptar este flujo de agua y drenarlo de la base o sub base estabilizada, ya que el cloruro de sodio es soluble en agua y se le debe proteger contra la cantidad excesiva de humedad.

- ❖ QUINCHE, Wilson. En su trabajo de investigación titulado: **ESTABILIZACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS TERRESTRES URBANIZACIÓN BELLA MARÍA.** (Tesis de pregrado), Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador. 2006. Concluyó que: en el estudio experimental, destinado a evaluar la estabilización con Cloruro de Sodio (NaCl), Cal y Cloruro de Calcio (CaCl_2), en suelos arcillosos y limosos, y cuyos resultados se encaminan a la aplicación en terracerías de las vías terrestres. Se trabajó con dos tipos de suelos, el primero de ellos, con un alto potencial de expansión, para ser usado con NaCl y Cal; y el segundo, de baja plasticidad, para CaCl_2 , presentan las siguientes conclusiones: El índice de plasticidad para cada tipo de suelo disminuye al aplicar el estabilizante al suelo.

Las características de compactación para cada uno de los suelos son similares, debido a que existe un incremento en la densidad seca máxima y una disminución en el contenido óptimo de humedad.

En lo referente al ensayo CBR, existe un incremento en la capacidad de soporte para los tres tipos de estabilización en comparación con el suelo en estado natural.

- ❖ (QUIRAN, 2015), en su tesis **"ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON PRODUCTOS ENZIMÁTICOS, COMO ALTERNATIVA A LA CARENCIA DE BANCOS DE PRÉSTAMO DE MATERIAL EN EL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA"** tuvo como objetivo evaluar el aditivo multienzimático, a base de enzimas orgánicas como opción a la escasez de materiales de préstamo para proyectos viales. Donde se realizó el ensayo del CBR al 95% del suelo natural obteniendo un 11.2%, en seguida al añadir arena en 15%, el valor CBR incremento a 16.7%, finalmente a este resultado al adicionar el aditivo enzimático logro a los 7 días el valor de 21.9%, a los 14 días 34.4% y

a los 21 días 40.1%. corroborando la eficiencia al utilizar la nueva técnica de estabilización de suelo. concluyendo que, el uso del aditivo adecuadamente minimiza el costo de mantenimiento y reparación, de igual forma concluye que, esta será posible únicamente en suelos que poseen como mínimo un 20% de suelo arcilloso.

- ❖ (SÁNCHEZ, 2014), en su tesis **"ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS CON CAL Y CEMENTO EN EL SECTOR CALCICAL DEL CANTÓN TOSAGUA PROVINCIA DE MANABÍ"**, estableció como objetivo estabilizar suelo expansivo aplicando cal y cemento, con la finalidad de reducir su potencial de expansión. Concluyendo que la clasificación del suelo según SUCS corresponde a un suelo altamente plástico (CH) y según AASHTO arcilla plástica (A-7-5), de igual forma afirma que, con el 9% de cemento logró obtener el menor valor en el IP, deduciendo a un 36% respecto al estado natural, aumentando el LL en un 8% y el LP aumentando en un 61%. En el mismo sentido afirma que, con el 3% de cemento logró reducir el % de hinchamiento en un 57%, y con el 5% de cemento redujo en un 74%, y con el 7% logro una disminución de 87%.

- ❖ (SOZA & BUSTAMANTE, 2003), en su tesis **"ESTUDIO DE ALTERNATIVA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON MATERIAL EXISTENTE EN EL CAMINO BOQUETE - SANTA ANA"**. Estableció el propósito que evaluaría la alternativa para mejorar el CBR del suelo existente en el camino rural. Concluyendo que la estabilización con cemento alcanza un alto porcentaje de resistencia, comparado con cal, debido a que estos estabilizantes fueron adicionados a suelos de textura gruesa como lo que son SC, SM entre otros, relegando a esta ya que los testigos ensayados con cal obtuvieron menor resistencia".

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

La presente investigación se presenta como una nueva faceta de investigación dentro de nuestra zona de influencia del estudio, cabe mencionar que cuenta con estudios similares anteriormente realizados, los cuales se mencionan:

- ❖ (BADA, 2016), en su tesis denominada, **“APLICACIÓN DEL ADITIVO QUÍMICO CONAID PARA ATENUAR LA PLASTICIDAD DEL MATERIAL GRANULAR DEL TRAMO DE LA CARRETERA TAUCA - BAMBAS (KM 73+514 - KM 132+537) DE LA RUTA NACIONAL PE-3NA”** Realizo análisis al material granular empleando el aditivo Conaid, con el objetivo de comprobar el nivel mejoramiento de la subbase. El suelo encontrado corresponde a la clasificación tipo A-2-6 (AASHTO) y de tipo CL (SUCS); con LL = 30, LP = 14 y IP = 16. Del cual realizo los ensayos en muestras sin aditivo, muestras equivalentes a 1, 0.9, 1.1, 1.5 lts. de CONAID por 30m³ de material respectivamente. Concluyendo que las muestras ensayadas con aditivo presentan mejoría en los resultados del CBR, con un incremento de hasta 200% respecto al material sin aditivo.

- ❖ (CORTES & FERNANDEZ, 2015), En su tesis denominada, **“INFLUENCIA DE LA ZEOLITAS Y BIOPOLÍMEROS EN EL MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DE SUELOS DEL SUR, ESTE Y NORTE DE LIMA PARA VÍAS A NIVEL DE AFIRMADO”**, donde busca ofrecer soluciones adecuadas para las vías no pavimentadas, optimizando su costo de ejecución, resistencia y disminución de polvo. Producto del estudio realizado logró encontrar diversos tipos de suelos y una resistencia a la compresión simple del suelo cemento, suelo cemento – zeolita, y suelo natural, siendo las siguientes: Zona Norte: tipo A-4(0) (AASHTO) y ML (SUCS), RSC= 28 kg/cm² en 7% de suelo cemento y 32 kg/cm² en 5% de suelo cemento - 1% zeolita, 4 kg/cm² para el suelo natural; para Zona Este: tipo A-1-B(0) (AASHTO) y GP (SUCS), RCS = 25 kg/cm² en 5% de suelo cemento y 34kg/cm² en 3% de suelo cemento - zeolita 1%, 2kg/cm² para suelo natural; Zona Sur: tipo A-3(0) (AASHTO) y SP (SUCS), RCS= 19 kg/cm² en 10% suelo cemento y 21 kg/cm² en 10% suelo cemento - zeolita 1%, 0.58 kg/cm² para el suelo natural.

- ❖ (HUAMÁN, 2015), en su TESIS **“ANÁLISIS DE LA ESTABILIZACIÓN DEL MATERIAL DE CANTERA KM 02+700 DE LA RUTA CU-123 SAN JERÓNIMO MAYUMBAMBA, CON LA ADICIÓN DE ESTABILIZANTE IÓNICO”** tuvo como objetivo mejorar las propiedades del material de cantera Km 02+700 adicionando el aditivo ionizante CON-AID. Cuya investigación

fue experimental, en la cual realizó ensayos adicionando el aditivo al 15%, 30%, 45% y 60%, afín de determinar la plasticidad, compactación, CBR y costo; logrando demostrar que se incrementa la capacidad de soporte CBR en un 244.35% al añadir un 60% de aditivo CON-AID.

- ❖ (PAZ BELLIDO, 2014), realizó una investigación titulada **“MEJORAMIENTO DE LAS SUPERFICIES DE RODADURA UTILIZANDO EL ADITIVO CON-AID”** tuvo como objetivo informar acerca de las soluciones económicas para la estabilización de suelos, logrando obtener una dosificación orientativa general para la aplicación del aditivo CON-AID siendo las siguiente: Para Suelo tipo A-1, A-2 con presencia de finos cohesivos ($IP > 0$): reactividad escasa abaja un rango de dosificación de 0.005 a 0.0065 lts/m² (e=15cm); para Suelo tipo A-4 con presencia de plasticidad ($IP < 0$) reactividad baja a media un rango de dosificación de 0.006 a 0.007 lts/m² (e=15cm); para suelo tipo A-6 con reactividad media a alta un rango de dosificación de 0.0065 a 0.007 lts/m² (e=15cm); para suelo de tipo A-7 reactividad media alta a alta un rango de dosificación de 0.0065 a 0.0075 lts/me (e=15cm). Donde concluye que se ha realizado ensayos en diversos lugares del Perú, y que el CBR mejora significativamente en suelo de tipo A-2 de 70% a 100%, A-4 100%, A-6 de 200% a 300%, A-7 de 300% a 500%; reduciendo entre 15% a 40% el (IP) mediante la reducción del (LL).
- ❖ (UGAZ, 2006), en su tesis denominada **"ESTABILIZACIÓN DE SUELOS Y SU APLICACIÓN EN EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE"** Realizó estudios con el aditivo de nombre CONAID, la cual esta evaluó el comportamiento de dicho producto en un suelo del tipo arcilla de baja plasticidad (CL); Obteniendo un buen comportamiento del estabilizador al mezclarlo en el suelo antes mencionado, reflejando un incremento del valor de resistencia (CBR), concluyendo que el valor del CBR es casi 2 veces el valor inicial, empleando una dosificación de 0.06 lt/m³ del producto (CONAID).
- ❖ CHOQUE, Héctor. En su trabajo de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA EFICIENCIA DE LA CONSERVACIÓN DE SUPERFICIES DE RODADURA EN CARRETERAS NO**

PAVIMENTADAS”. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú. 2012. Concluyó en lo siguiente: los aditivos aplicados bajo las mismas condiciones en la investigación no resultaron efectivos. El uso de los aditivos no resulta económica y técnicamente favorables para el mejoramiento superficial en carreteras no pavimentadas bajo las mismas condiciones.

- ❖ **GUTIÉRREZ, Carlos.** En su trabajo de investigación titulado: **ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS EN EL PERÚ Y VENTAJAS COMPARATIVAS DEL CLORURO DE MAGNESIO (BISCHOFITA) FRENTE AL CLORURO DE CALCIO.** (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. 2010. Concluyó que: se ha demostrado técnica, económica y ambientalmente que el Cloruro de Magnesio hexahidratado tiene grandes desventajas frente al Cloruro de Calcio. Con los grandes salares los cuales se producen Cloruro de calcio ubicados en Huacho y Lima se pueden estabilizar a un bajo costo las carreteras de BVT de la costa norte, centro y sur del Perú. Para las carreteras de bajo volumen de tránsito es conveniente privilegiar la creación de carreteras más económicas que sería con el Cloruro de Calcio, el cual presenta mejores aspectos técnicos, económicos y ambientales.

- ❖ **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.** En el Manual de Carreteras titulado: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013. Lima, Perú. 2013. Concluyó que:

La estabilización de suelos, en el capítulo III: Afirmados, cuenta con 5 secciones para estabilización de suelos:

Sección 301. A: Suelos estabilizados con cemento.

Sección 301. B: Suelos estabilizados con cal. Sección.

301. C: Suelos estabilizados con productos químicos.

Sección 301. D: Suelos estabilizados con sales.

Sección 301. E Suelos estabilizados con emulsión asfáltica.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

ALIPIO, Aquiles. En su trabajo de investigación titulado: **USO DE ADITIVO A BASE DE AMINA PARA ASFALTO, EN EL MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA CIUDAD DE TARAPOTO.** (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Tarapoto, Perú. 2013. Concluyó que: el uso de aditivo a base de amina para asfalto mejora sustancialmente la adhesividad entre los componentes de la mezcla asfáltica y la dosificación recomendada es el 0.5 % del peso del cemento asfáltico.

Determinar la influencia de la estabilización de suelos con cal en las propiedades mecánicas de los suelos plásticos (C.B.R) y elaborar una guía básica para estabilización de suelos en caminos de baja intensidad vehicular en la provincia de San Román. Concluyó que: La investigación efectuada es de tipo experimental, donde el diseño de la investigación es experimental. Debido a que se manipula de forma intencional una acción para analizar sus posibles resultados. El grupo experimental estuvo conformado por canteras de la Provincia de San Román con $IP \geq 12\%$. Una vez realizado la prueba de hipótesis con la prueba de t- Student se pudo validar la hipótesis planteada, llegando a la conclusión de que la adición de Cal a los suelos plásticos de la Provincia de San Román mejora considerablemente la resistencia mecánica del suelo (C.B.R) hasta un 100% del valor del suelo convencional.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 INTRODUCCIÓN A LOS CAMINOS NO PAVIMENTADOS

Para los caminos de bajo volumen de tránsito productivos(CBVT-P) antes mencionados, en la mayoría de los casos se decide la construcción de un camino no pavimentado, debido a que no se justifica invertir en caminos pavimentados definitivos, por su bajo volumen de tránsito, usos intermitentes a lo largo de los años, como en el sector forestal en el cual luego de extraer la madera hay que esperar que los árboles vuelvan a crecer, además de la constante modificación en el diseño geométrico de los caminos, el cual depende de la localización de la materia prima o alimento que se necesite extraer. La elección del método de diseño estructural del

camino dependerá de sus necesidades y los recursos que tenga el mandante, es decir, que se trate de un camino que sea factible tanto técnica como económicamente, y que además logre satisfacer las necesidades de sus usuarios, teniendo esto claro se puede optar por el método más adecuado para lograr un diseño correcto. Los métodos de diseño estructural de pavimentos se dividen en tres tipos según su enfoque, pueden ser mecanicistas cuando se basan en la teoría de la mecánica y resistencia de los materiales, empíricos cuando se fundamentan en el desarrollo de pruebas y ensayos de campo, o empírico-mecanicista cuando se implementa el concepto teórico de la mecánica y resistencia de los materiales complementado con las experiencias de ensayos de campo.

Manual de Carreteras no Pavimentadas (MTC, 2008), las vías no pavimentadas ostentan afirmado como capa de rodadura, las que pertenecen a vías de bajo cantidad de tráfico.

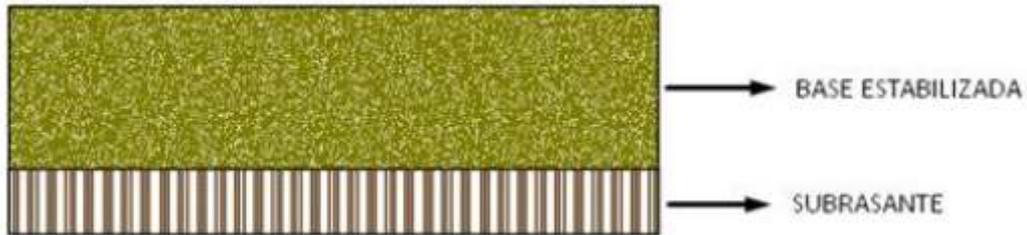
En la planificación de vías no pavimentadas un factor importante a tener en consideración es controlar partículas de polvo, donde las vías arrojan dichas partículas al desprenderse el agregado fino. La emanación de polvo en una carretera no pavimentada puede ser diferente, dependiendo de la zonificación climatológica ya sea en temporales de lluvia o desértica, al tráfico que resiste y la particularidad del afirmado. Para controlar el polvo, puede lograrse al regar con agua, o regando con agua añadiendo aditivos, aplicando productos asfálticos, entre otros productos químicos.

2.2.2 CAPACIDAD ESTRUCTURAL DE CAMINOS

Se define como capacidad estructural de un pavimento a su habilidad para resistir las solicitaciones del tránsito y medio ambiente. Este parámetro queda determinado por sus características de diseño: espesores, resistencia de las capas constituyentes y capacidad de soporte del suelo de la subrasante (Manual de Carreteras, 1997). Los caminos no pavimentados poseen una estructura más simple y menos resistente en comparación a un camino pavimentado. Sin embargo, ambos deben resistir las mismas solicitaciones de tránsito, ya que juntos forman parte de la red vial de

caminos y sobre ellos debe transitar el mismo tránsito pesado si se trata de un CBVT-P. Su simple estructura está compuesta por una carpeta de rodado de material granular estabilizado, con un espesor diseñado en base a las solicitaciones de tránsito, que proporciona la resistencia y estabilidad necesarias para proteger la subrasante de esfuerzos que provoquen la fatiga de la estructura de camino.

Ilustración 1: Estructura de Camino



Fuente: Elaboración Propia

2.2.3 DETERIORO DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS

En la política de conservación vial para caminos no pavimentados, elaborada por la Dirección de Vialidad apoyada por la Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas (MOP), que consiste en una propuesta para apoyar la labor del mantenimiento de las calzadas de ripio y suelo que administra la Dirección de Vialidad, basado en el análisis del comportamiento de las carpetas granulares sometidas a las condiciones climáticas y de cargas de tránsito, se definen los tipos de deterioros en caminos no pavimentados.

2.2.4 DEFINICIÓN DE SUELO

Desde el punto de vista de la ingeniería, suelo es el sustrato físico sobre el que se realizan las obras, del que importan las propiedades físico-químicas, especialmente las propiedades mecánicas. Se diferencia del término roca al considerarse específicamente bajo este término un sustrato formado por elementos que pueden ser separados sin un aporte significativamente alto de energía.

Se considera el suelo como un sistema multifase formado por:

- Fase sólida, que constituyen el esqueleto de la estructura del suelo.
- Fase líquida (generalmente agua).
- Fase gaseosa (generalmente aire) espacios vacíos.

Tradicionalmente, el suelo ha sido definido como un “agregado de partículas minerales, a la suma parcialmente cementadas”. Si nos adentramos en el campo de la ciencia y de la técnica esta definición se difumina, adoptando una significación distinta dependiendo de la disciplina que lo estudie, así para un ingeniero geotécnico, el suelo es un material natural que, a diferencia de la roca, presenta una marcada modificación de sus propiedades en presencia de agua.

2.2.4.1 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

Álvarez Pabón, 2010, indica que es el conjunto de procesos físicos y químicos que tienden a modificar las propiedades de los suelos que interesan para un determinado uso en la ingeniería, logrando como objetivo que la mezcla (material + estabilizante) sea el adecuado para cierto fin, reemplazando este a otros materiales no disponibles o más costosos.

Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito – MTC, 2008. Es el proceso que tiene por objeto mejorar la resistencia, durabilidad, insensibilidad al agua, estabilidad al uso constante, para así soportar las condiciones climáticas más severas. La estabilización puede ser granulométrica o mecánica, conformada por mezclas de dos o más suelos de diferentes características, de tal forma de obtener un suelo de mejor granulometría, plasticidad, permeabilidad o impermeabilidad.

La estabilización se define como un proceso de mejorar el comportamiento del suelo (propiedades mecánicas) mediante la reducción de sus susceptibilidades a la influencia del agua y a las condiciones del tránsito, cambiando considerablemente las características del mismo, produciendo un aumento en su resistencia y estabilidad a largo plazo; es decir durabilidad.

Por ejemplo; para suelos arcillosos de características plásticas que tienden a

sufrir cambios volumétricos debido a cambios de humedad y con baja capacidad de soporte el objetivo principal será una reducción en su índice de plasticidad; ya que un IP demasiado alto significará un alto valor de expansión y/o su opuesta contracción, a la vez una baja capacidad para soportar cargas.

Si el suelo no cumple con particularidad física y mecánica al usarse en la construcción de una carretera, se tendrá en cuenta que se debe admitir el material como se halla considerando el diseño, y el requerimiento la calidad que deberá cumplir, eliminar los materiales desfavorables, cambiándolos por otros con mejor característica. Cambiar la propiedad del material existente para que cumpla lo requerido.

2.2.4.2 CRITERIOS GEOTÉCNICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

Es inadecuado que la capacidad de soporte (CBR) sea menor o igual al 6 %, posiblemente por la representación de suelo con humedad alta o suelo de relleno no controlado, se realizaría un estudio bien minucioso para mejorar el suelo, debiendo ser a través de una estabilización mecánica y/o reemplazar el suelo de cimentación con productos químicos.

2.2.4.3 SOPORTE DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

La "estabilización se basa en el progreso de las propiedades del suelo que conviene tenerse en cuenta por el ingeniero"

a) Estabilidad volumétrica

"Los inconvenientes en la estabilidad volumétrica se ocasionan sobre todo en suelos expansivos por diferentes tipos de cambios de humedad. Se trata de modificar la masa del suelo expansivo en una masa de suelo rígido, con mezclas homogéneas del suelo y algún aditivo para soportar presiones de expansión, se alcanza con métodos químicos o térmicos"

b) Resistencia

"Para optimizar la propiedad del suelo normalmente se usa la estabilización mecánica (compactación) y química. Es importante

conocer las propiedades del material orgánico que presente el suelo, el mismo que dificultan en tener estabilización adecuada de la subrasante"

c) Permeabilidad

Se puede determinar al suelo permeable cuando ésta muestra vacíos que lo permiten absorber el agua y que están interconectados entre sí para que pueda pasar el agua fácilmente, sino sucediera esto; con espacios vacíos mínimos, entonces el suelo se vuelve impermeable. Mejorándose por medio de la compactación, según la estructura del suelo, cuanto el suelo sea más fino la permeabilidad será más lento.

d) Compresibilidad

Es el punto en que la masa del suelo reduce su volumen cuando existe el efecto de una carga. También altera la magnitud variando la estabilidad del suelo. Cuando hablamos de suelos con grano grueso (gravas y arenas), la compresibilidad será mínima. mientras que, en los suelos de grano fino (arcillas y limos), si se compacta una masa húmeda hay una reducción en su volumen.

2.2.5 TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

2.2.5.1 ESTABILIZACIÓN FÍSICA

“Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección Suelos y Pavimentos), indica que este tipo de estabilización se utiliza para mejorar el suelo produciendo cambios físicos en el mismo. Existen varios métodos y los más importantes son:

- Mezclas de Suelos

Este tipo de estabilización es de amplio uso, pero por sí sola no logra producir los efectos deseados, necesitándose siempre de por lo menos la compactación como complemento. Por ejemplo, los suelos de grano grueso como las arenas gravosas tienen una alta fricción interna lo que lo hacen soportar grandes esfuerzos, pero esta cualidad no hace que el suelo sea estable, ya que al no tener

cohesión sus partículas se mueven libremente y con el paso de los vehículos se pueden separar e incluso salirse del camino. Las arcillas, por lo contrario, tienen una gran cohesión y muy poca fricción lo que provoca que pierdan estabilidad cuando hay mucha humedad. La mezcla adecuada de estos dos tipos de suelo puede dar como resultado un material estable en el que se puede aprovechar la gran fricción interna de uno y la cohesión del otro para que las partículas se mantengan unidas.

- **Vibroflotación**

El apisonamiento de los suelos vía vibradores y que también es conocido bajo el nombre de vibro compactación. Es una técnica de estabilización de suelos granulares tales como la arena y las gravas. El método consiste en poner las partículas en suspensión por vibración, para que puedan reordenarse en un estado más compacto.

2.2.5.2 ESTABILIZACIÓN QUÍMICA

La estabilización química consiste en alterar las propiedades del suelo usando un cierto aditivo, el cual, mezclado con el suelo, normalmente produce un cambio en las propiedades moleculares superficiales de los granos del suelo y en algunos casos pega los granos entre sí, de modo de producir un incremento en su resistencia.

La Norma Técnica de Estabilizadores Químicos MTC E 1109 – 2004, indica que la estabilización química de suelos es una tecnología que se basa en la aplicación de productos químicos, el cual se debe mezclar homogéneamente con el suelo a tratar y curar de acuerdo a especificaciones técnicas propias del producto. La aplicación de un estabilizador químico tiene como objetivo principal transferir al suelo tratado, en un espesor definido, ciertas propiedades tendientes a ser mejoradas, ya sea en la etapa de construcción y/o de servicio.

El Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, 2014, Sección Suelos y Pavimentos, menciona que este tipo de

estabilización principalmente se debe a la utilización de ciertas sustancias químicas y cuyo uso involucra la sustitución de iones metálicos y cambios en la constitución de los suelos involucrados en el proceso. Dentro de los más usados se puede identificar los siguientes:

- Cal: Disminuye la plasticidad de los suelos arcillosos y es muy económica.
- Cemento Portland: Aumenta la resistencia de los suelos y se usa principalmente para arenas o gravas finas.
- Productos Asfálticos: Es una emulsión muy usada para material triturado sin cohesión.
- Cloruro de Sodio: Impermeabilizan y disminuyen los polvos en el suelo, principalmente para arcillas y limos.
- Cloruro de Calcio: Impermeabilizan y disminuyen los polvos en el suelo, principalmente para arcillas y limos.
- Escorias de Fundición: Este se utiliza comúnmente en carpetas asfálticas para darle mayor resistencia, impermeabilizarla y prolongar su vida útil.
- Polímeros: Se utiliza comúnmente en suelos con el fin de aumentar resistencia, mejorar la impermeabilización y prolongar su vida útil.

2.2.5.3 ESTABILIZACIÓN MECÁNICA

El tipo de estabilización más importante ya que además de lograr por sí misma algunas mejoras, acompaña a los demás tipos de estabilizaciones. Este tipo de estabilización se logra aportando energía mecánica a la masa del suelo, para así obtener los mejores resultados, ya que se ha distribuido cargas uniformes en determinada capa. Para estabilizar el suelo mediante estos medios, se tiene que humedecer teniendo en cuenta que al porcentaje indicado por los ensayos se le debe adicionar lo necesario, debido a las pérdidas durante el laboreo (mezclado,

evaporación, etc.) y la densificación se debe efectuar con el equipo de compactación adecuado al tipo de material.

Este tipo de estabilización se encarga de densificar el suelo y así lograr mejorarla considerablemente sin que se produzcan reacciones químicas de importancia. Los métodos de estabilización mecánica que más se utilizan es:

- Compactación: Proceso realizado generalmente por medios mecánicos por el cual se obliga a las partículas de suelo a ponerse más en contacto con otras, mediante la expulsión del aire de los poros, lo que implica una reducción más o menos rápida de los vacíos, lo que produce en el suelo cambios de volumen de importancia, principalmente en el volumen de aire.

La compactación es el proceso de empaquetamiento de las partículas de suelo más cercanamente posible por medios mecánicos aumentando así la densidad seca, donde se logra reducir la relación de vacíos.

Una de las ventajas de la compactación es que aumenta la resistencia y la capacidad de carga del suelo. Reduce la compresibilidad y disminuye la aptitud para absorber el agua. Reduce los asentamientos debido a la disminución de la relación de vacíos.

Así como existen ventajas también la compactación tiene desventajas, es así que la compactación muy intensa produce un material muy susceptible al agrietamiento. Aumenta el potencial de hinchamiento (con la humedad).

2.2.6 SUELO COMO ELEMENTO ESTRUCTURAL

La mecánica del suelo forma parte de la teoría de las estructuras. En general, se acostumbra a proyectar las estructuras en el esquema simple de que la misma comienza a nivel del suelo de fundación, olvidándose de la parte inferior.

Pero en realidad la estructura está constituida no solo por la parte superior, sino también por la que se encuentra debajo, y ésta debe dimensionarse como parte integrante de la misma, para que resista de manera similar.

El material de fundación es el determinante de aquellos desplazamientos (movimientos diferenciales) que se adoptaron para la determinación de los esfuerzos adicionales en los cálculos realizados en Teoría de las Estructuras, resultantes de los asentamientos provocados por la deformación del suelo.

Cuando se proyecta una estructura es necesario analizar las condiciones de los suelos. Estrictamente, nos interesan las propiedades hidráulicas y las mecánicas: resistencia y deformabilidad, y las propiedades físicas.

Por ejemplo, la resistencia no permitirá dimensionar las bases con un cierto coeficiente de seguridad a la rotura, la deformabilidad indicará cual será la magnitud de los desplazamientos a tener en cuenta a través del tiempo.

El ingeniero utiliza el suelo en las condiciones en que se encuentra en la naturaleza, o bien como materia prima o como material de construcción, y con esa materia prima fabrica un material nuevo (Suelo cal, Suelos cemento, Terraplenes, Diques de materiales sueltos, etc.).

Las propiedades de ese material nuevo, o más bien, la utilidad potencial de la materia prima para producir ese material nuevo de características determinadas está ligado, por la experiencia, a las propiedades físicas de los suelos. Dicho de otra manera: si se ha empleado un suelo de determinadas características físicas del cual se conoce, por ejemplo, su comportamiento mecánico, se puede, entonces, predecir que, utilizando otros suelos de las mismas propiedades físicas, se obtendrán comportamientos similares.

Un tercer propósito no menos importante que los anteriores, se sirve de las propiedades físicas. En fundaciones y mecánicas de suelo, más que

en cualquier otra rama de la ingeniería civil, es necesaria la experiencia para actuar con éxito. El proyecto de las estructuras comunes fundadas sobre suelos, o de aquellas destinadas a retener suelos, debe necesariamente basarse en modelos matemáticos que funcionan en entornos muy definidos, así que éstas pueden ser utilizadas con propiedad, solamente por el ingeniero que posee un bagaje suficiente de experiencia.

Las obras de mayor envergadura, con características poco comunes, suelen justificar la aplicación de métodos científicos en su proyecto, pero, a menos que el ingeniero a cargo de estas posea una gran experiencia, no podrá preparar inteligentemente el programa de ensayos requeridos ni interpretar sus resultados en la forma debida.

Como la experiencia personal no llega nunca a ser lo suficientemente extensa, el ingeniero se ve muchas veces obligado a basarse en informes sobre experiencias ajenas. Si estos informes contienen una descripción adecuada de las condiciones del suelo, los mismos constituyen una fuente estimable de conocimientos de otro modo, pueden conducir a conclusiones totalmente erróneas.

Por esta razón, uno de los principales propósitos perseguidos para reducir los riesgos inherentes a todo trabajo con suelos, ha consistido en buscar métodos para diferenciar los distintos tipos de suelos de una misma categoría. Las propiedades físicas en que se basa dicha diferenciación se conocen con el nombre de propiedades índice.

La naturaleza de cualquier suelo puede ser alterada si se lo somete a un tratamiento adecuado. Por ejemplo, una arena suelta puede transformarse en densa si se la vibra adecuadamente.

Por eso, el comportamiento de los suelos en el terreno depende no sólo de las propiedades significativas de los granos de su masa, sino que también de aquellas propiedades que tiene su origen en el acomodamiento de las partículas dentro de la misma.

2.2.7 ESTABILIZANTE PROPUESTO

2.2.7.1 ESTABILIZANTE QUÍMICO CONSOLID

La estabilización iónica con aditivo CONSOLID consiste en un intercambio iónico capaz de reducir la capa de “agua adsorbida” de las partículas de arcilla, mejorando su comportamiento mecánico al disminuir la plasticidad y su expansión. Sus moléculas pueden disociar fácilmente cationes débiles (como los del agua y otros materiales) y reemplazarlos permanentemente, además, los sitios iónicos libres pueden ser ocupados por moléculas del estabilizador.

El tratamiento del suelo con este estabilizador provee la acción química requerida para repeler el agua de los minerales de arcilla. Después de que las reacciones han tenido lugar, la compactación puede ser lograda con un mínimo esfuerzo mecánico y las partículas de arcilla tratadas quedan ahora unidas en una asociación muy cerrada. Esto es debido a la eliminación de la capa de agua adsorbida, que permite un acercamiento mayor de las partículas de arcilla, dando por resultado un contacto más íntimo entre unas y otras.

La densidad adquirida, sumada al carácter hidrofóbico que ahora presenta el material, evita que el agua pueda entrar en cantidades importantes en el sistema, produciendo un aumento en la capacidad de soportar cargas de la capa tratada por mayor fricción entre partículas.

Es un producto estabilizador que es del tipo iónico, donde uno de los componentes activos es un aceite sulfonado, tal que diluido en agua y mezclado en la proporción adecuada permite corregir las propiedades geotécnicas deficientes del suelo (propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas) y que este alcance propiedades hidrofóbicas. El producto es líquido para su dilución en el agua de compactación, que es de fácil almacenamiento y manipuleo; inocuo para las personas, animales y cultivos; no combustible ni corrosivo. El agua por utilizar deberá estar exenta de sales, aceites, materias orgánicas o cualquier otro contaminante. Deberá tener un $\text{pH} \leq 7.5$.

La estabilización iónica debe ser efectiva en todo tipo de suelos cuya fracción fina sea plástica o medianamente plástica (IP).

Cabe precisar que el aditivo CONSALID, también es conocido como CON-AID Súper.

La estabilización iónica con Consolid, radica en un cambio iónico estudiado, idóneo para aminorar la capa de "agua absorbida" de las moléculas de la arcilla, optimizando su comportamiento mecánico al aminorar la plasticidad y su expansión. Fuertes partículas suministradas por el estabilizador pueden descomponer fácilmente cationes débiles (como los del agua y otros metales) y sustituirlos permanentemente. Otro concepto que se define son las colas hidrofóbicas (cuando las moléculas no son capaces de interactuar) cubriendo los poros capilares de la matriz del suelo, que quedaron orientados hacia afuera de la superficie del mineral de arcilla. Este último supone que el agua metida al procedimiento se comportará como agua libre, pudiendo ser suprimida ligeramente por evaporación, compactación o efectos gravitatorio.

2.2.7.2 BENEFICIOS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CONSOLID

Posee los siguientes beneficios:

- a) Reducción del IP, mediante la reducción del LL. (entre un 15 a un 40%).
- b) Reducción del hinchamiento (entre 50 a un 100%).
- c) Aumento de CBR: A2: 70 a 100%; A4: 100%; A6: 200 a 300%.

2.2.7.3 VENTAJAS DEL ESTABILIZADOR

Reduce problemas de mantenimiento de caminos, incrementa la resistencia de la compresión, reduce el esfuerzo de compactación, aumenta la consistencia del suelo, reduce la permeabilidad, reacción efectiva al cambio violento climatológico.

Las técnicas de estabilización permiten mejorar en forma total o parcial las propiedades de un suelo, por medio de un conjunto de tratamientos y técnicas implementadas en la ejecución de la vía.

Toda estabilización de suelos, al mejorar sus propiedades, permite obtener los siguientes beneficios o ventajas: el mejoramiento de materiales marginales (materiales que no son utilizados por sus bajas propiedades de resistencia y cohesión), el incremento de la resistencia, el aumento de la durabilidad, el control de cambios volumétricos del suelo reduce los requerimientos de espesor de las capas estructurales del pavimento, provee un suelo impermeable y reduce el polvo.

Para ciertos tipos de suelos, la resistencia varía ampliamente al cambiar el contenido de humedad. Con la estabilización se pretende lograr que, dentro de condiciones normales, el contenido de humedad sólo varíe dentro de un rango esperado en terreno, y que las características del suelo se mantengan constantes, se tendrá así una resistencia conocida y estable. Para ello se añaden y mezclan con el suelo diferentes productos hidrófilos, que transmiten esta propiedad al suelo, estabilizando sus características. Así sucede con los suelos predominantemente arcillosos y con los suelos limosos, capaces de absorber y retener por absorción proporciones elevadas de agua. Cuando están secos se disgregan y presentan apreciable resistencia, pero cuando tienen cierta cantidad de humedad se hacen plásticos y deformables llegando incluso a fluidificarse.

Este producto tiene los siguientes beneficios:

Beneficios Económicos

Garantiza la utilización permanente del camino, reducción de costo de construcción facilitando la compactación y uso de materiales locales, reducción de costo de mantenimiento, de la misma forma afirma que esta, se presta para su posterior mejoramiento de estabilización.

Beneficios Técnicos

Reduce el IP, Aumenta la Densidad Seca Máxima, Aumenta el valor soporte relativo y resistente a la compresión, disminuye el hinchamiento, disminuye el desprendimiento del polvo.

Otros beneficios

Las precipitaciones no perjudican el material en desarrollo de construcción, rápido secado luego de la lluvia.

2.2.7.4 PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DEL ESTABILIZADOR

PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

Antes de aplicar el estabilizador iónico, la carretera debe ser preparada de acuerdo con los perfiles y niveles especificados en el proyecto. Se deberá proveer a la carretera de cunetas o sistema de drenaje adecuados. La superficie deberá tener una pendiente transversal no menos al 3%.

2.2.7.5 DOSIFICACIÓN DEL ESTABILIZADOR

La dosificación se expresa como la cantidad de producto estabilizador por metro cubico de material compactado (para un espesor dado, podría expresarse por metro cuadrado).

La dosificación exacta será suministrada por el fabricante y dependerá de los resultados de los ensayos para cada suelo en particular (limite líquido, limite plástico, granulometría, etc.); sin embargo, una aproximación podría ser de 0.007 litros de estabilizador iónico de suelos plásticos por m² de área a estabilizar. Esto considerando una estabilización de 0.15 m de profundidad.

2.2.7.6 CARACTERÍSTICAS DEL ESTABILIZANTE CONSOLID

Las características del producto estabilizante CONSOLID, según catálogo del producto son:

2.2.7.6.1 AUMENTA DE LA DENSIDAD DEL SUELO

Aumenta cambiando la atracción electroquímica en las partículas del suelo y liberando agua retenida, CONSOLID, ayuda disminuir los vacíos entre las partículas del suelo. Se produce así una fundación del camino más firme, seca, densa y con menos polvo.

2.2.7.6.2 REDUCE EL ESFUERZO DE COMPACTACIÓN Y HACE MÁS FÁCIL TRABAJAR EL SUELO

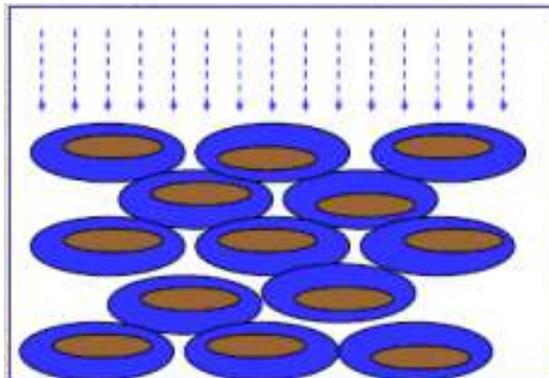
Con el estabilizante CONSOLID, incrementa la lubricación de las partículas del suelo. Hace el suelo más fácil de nivelar y permite que se logre la densidad deseada con menos pasadas del compactador (rodillo).

2.2.7.6.3 FASES DEL ESTABILIZANTE CONSOLID

- **FASE I:**

En un primer momento, las moléculas de CONSOLID, comienzan a desarrollar las reacciones y enlaces químicos explicados. La película de agua adsorbida comienza a desprenderse de la superficie de las partículas del suelo.

Ilustración 2: Estado Natural del Suelo más Agua Adsorbida

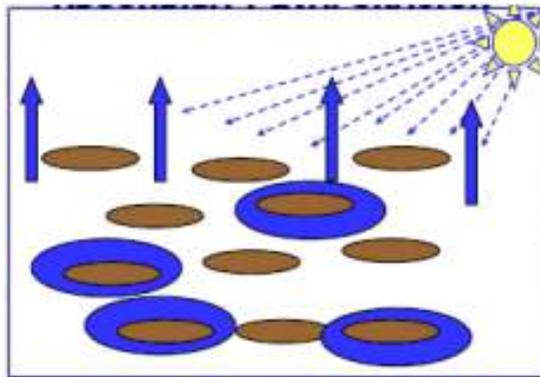


FUENTE: TDM, CONSOLID CBR PLUS, 2012, Augusto Alza, Pág.16

- **FASE II:**

Ocasionando desprendimiento de agua adsorbida y evaporación, dejando espacio libre entre partículas.

Ilustración 3: Acción de Consolid: Eliminación de Agua Adsorbida

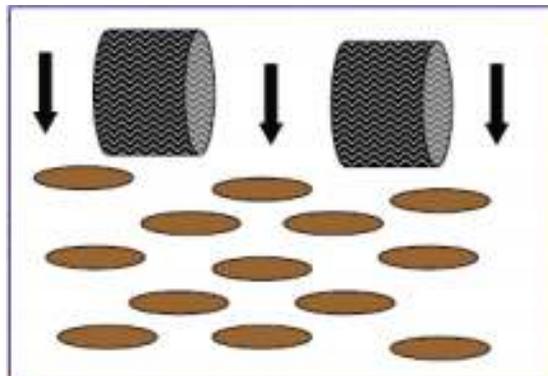


FUENTE: TDM, CONSOLID CBR PLUS, 2012, Augusto Alza, Pág.16

- **FASE III:**

Compactación y acción del tránsito. Provee el esfuerzo mecánico necesario para reacomodar las partículas de suelo estabilizadas. Durante esta fase se realizan riegos de curado con agua sola, a fin de evitar el secado violento de la superficie.

Ilustración 4: Estado Final antes de la Compactación

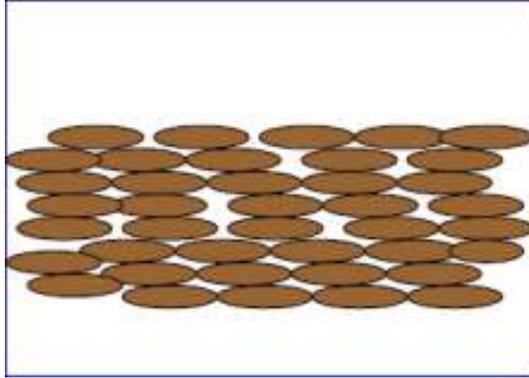


FUENTE: TDM, CONSOLID CBR PLUS, 2012, Augusto Alza, Pág.16

- **FASE IV:**

Finalmente, los efectos químicos y físicos descritos generan en la capa estabilizada un aumento de densidad y sus partículas se encuentran hidrofobias.

Ilustración 5: Capa Estabilizadora



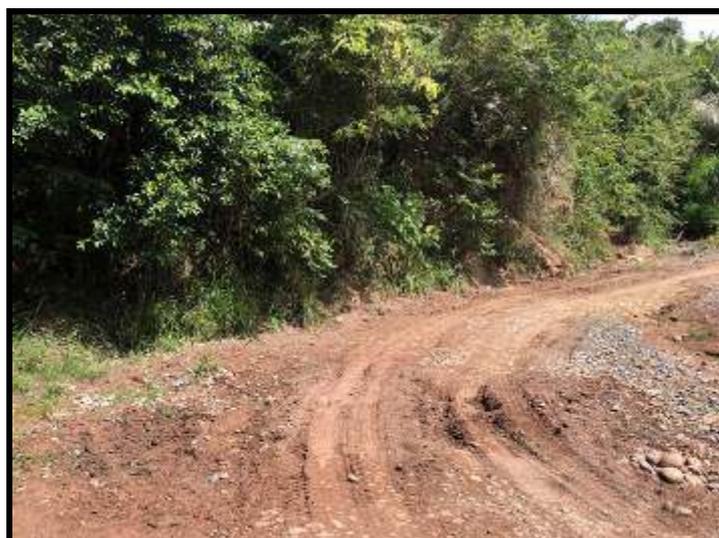
FUENTE: TDM, CONSOLID CBR PLUS, 2012, Augusto Alza, Pág.16

2.2.8 VERIFICACIÓN IN-SITU DE LA VÍA EN ESTUDIO DEL TRAMO CRÍTICO PARA LA PRESENTE TESIS

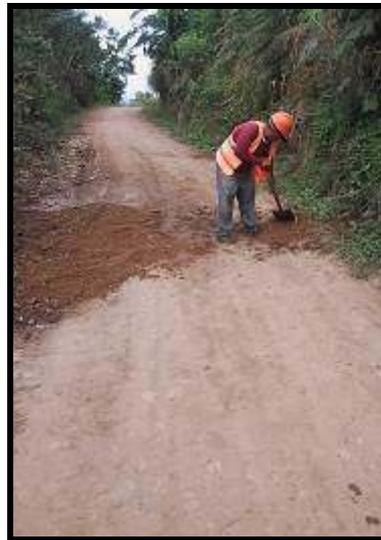




Fuente: Fotografías propias de campo



Fuente: Fotografías propias de campo



Fuente: Fotografías propias de campo

CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El problema se enfoca debido a la gran demanda en la construcción y rehabilitación de vías y/o caminos vecinales, con material afirmado, en diversos tramos de las vías, el deterioro y desgaste prematuro se hace muy crítico, no llegando a cumplir con el objetivo de su vida útil diseñado y/o proyectado, originado por diversos factores así como; así como la composición físico mecánico de los materiales para afirmado utilizados de canteras propias ubicados a lo largo de los tramos a rehabilitar, previo a un análisis de laboratorio de mecánica de suelos, de los cuales algunos materiales de canteras no cumplen con las características y parámetros de su contenido del material de afirmado, establecidos en las especificaciones técnicas del EG 2018, en su vida útil, estos trabajos de rehabilitación muestran deterioro prematuro de la carpeta de rodadura (afirmado) por diversos factores y específicamente debido a un incremento considerable, mayor de lo previsto el incremento del índice medio diario de vehículos y en algunos casos con sobrepesos mayores al diseño estructural diseñado con material afirmado.

En estas rehabilitaciones de caminos vecinales se han utilizado solo el material de cantera para trabajos de afirmado a lo largo de la plataforma de las vías, específicamente en zonas de sierra, estando presente en esta, distintas adversidades de la naturaleza, en donde anualmente en los meses de enero a abril hay presencia de precipitaciones con mayor intensidad, cambios bruscos de temperatura y otros factores propios de las zonas que por su ubicación anualmente afectan y originan desgaste prematuro de las vías a este factor se incrementa el abandono de parte de los usuarios y las entidades responsables, todo ello se manifiesta con huecos, baches en la plataforma, derrumbes y deterioro considerable del afirmado colocado.

En la provincia de Picota se vienen ejecutando numerosos proyectos de mantenimiento, pero todos con las mismas recetas de antaño, es decir colocar material de afirmado como superficie de rodadura, esto sin duda se

deteriora rápidamente y toda la inversión se pierde, más aún si consideramos que en nuestra zona llueve constantemente, por lo que rápidamente tenemos carreteras deterioradas prematuramente.

3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

3.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera la propuesta de innovación tecnológica para la estabilización de suelo mejorará el Mantenimiento Periódico del Camino Vecinal Tramo EMP. PE-5N10 - Buenos Aires - San Antonio de Paujilzapa - El Mirador – Picota - San Martín?

3.2.2 PROBLEMA ESPECIFICO

¿De qué manera la propuesta de innovación tecnológica para la estabilización de suelo mejorará la duración del Mantenimiento Periódico del Camino Vecinal Tramo EMP. PE-5N10 - Buenos Aires - San Antonio de Paujilzapa - El Mirador – Picota - San Martín?

¿De qué manera la propuesta de innovación tecnológica para la estabilización de suelo mejorará los costos del Mantenimiento Periódico del Camino Vecinal Tramo EMP. PE-5N10 - Buenos Aires - San Antonio de Paujilzapa - El Mirador – Picota - San Martín?

3.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

3.3.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La justificación teórica del presente trabajo consiste en la necesidad de tener el conocimiento sobre una adecuada aplicación de los estabilizadores del suelo para mejorar sus características físicas y mecánicas, para ser utilizados en el mejoramiento de los caminos vecinales.

Con la estabilización de los suelos se busca el cumplimiento de los siguientes aspectos: disminuir asentamientos de estructuras, disminuir el potencial de expansión y contracción de los suelos, aumentar la resistencia de los suelos, facilitar el trabajo de construcción, reducir la permeabilidad

de ciertos suelos, alternativa frente a la escasez de materiales de construcción.

3.3.2 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La justificación práctica se sustenta en la necesidad de mejorar adecuadamente los caminos vecinales, que sea viable desde los puntos vista técnico, económico y ambiental; para tener así caminos vecinales con mayor durabilidad y que la integración vial sea fluida.

3.3.3 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La presente investigación es viable debido a que cuenta con materiales y equipos necesarios para la realización de pruebas y ensayos, teniendo el material acumulado y zarandeado proveniente de cantera de río y contando con disposición del aditivo iónico (CONSOLID).

La justificación social se sustenta que una vía de acceso trae muchos beneficios a la población aledaña a las zonas de los proyectos; ya que los poblados de la zona necesitan una adecuada articulación vial, con caminos vecinales en óptimas condiciones de operatividad y satisfacer sus necesidades que permita dinamizar la economía local y por ende incide en el mejoramiento de la calidad de vida de estos.

3.3.4 JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA

Este trabajo de investigación involucra también que se aportará a la renovación de conocimientos tecnológicos en la estabilización, puesto que la aplicación de estabilizante iónico como alternativa de solución para el mejoramiento del comportamiento del material de cantera resulta novedosa dentro de nuestro ámbito de estudio.

3.4 OBJETIVOS

3.4.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar una propuesta de innovación tecnológica para la estabilización de suelo del Mantenimiento Periódico del Camino Vecinal Tramo EMP. PE-

5N10 - Buenos Aires - San Antonio de Paujilzapa - El Mirador – Picota - San Martín.

3.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Elaborar una propuesta de innovación tecnológica para la estabilización de suelo y mejorar la duración del Mantenimiento Periódico del Camino Vecinal Tramo EMP. PE-5N10 - Buenos Aires - San Antonio de Paujilzapa - El Mirador – Picota - San Martín.
- ❖ Establecer las dosificaciones óptimas para mejorar costos de los estabilizadores de suelos y mejorar significativamente el comportamiento físico mecánico del suelo en el Camino Vecinal Tramo EMP. PE-5N10 - Buenos Aires - San Antonio de Paujilzapa - El Mirador – Picota - San Martín.

3.5 HIPÓTESIS

3.5.1 HIPÓTESIS GENERAL

La innovación tecnológica influye significativamente en la mejora del mantenimiento periódico y rutinario del camino vecinal Tramo EMP. PE-5N10 - Buenos Aires - San Antonio de Paujilzapa - El Mirador – Picota - San Martín.

3.6 VARIABLES

3.6.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

3.6.1.1 Variable Independiente

Innovación Tecnológica.

3.6.1.2 Variable Dependiente

Mantenimiento periódico.

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1 METODOLOGÍA DE LA TESIS

4.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado.

El tipo de diseño a utilizar en la investigación será experimental, con evaluación anterior y posterior de la variable dependiente, según el siguiente esquema:



Donde:

O₁: Representa a las propiedades de trabajabilidad, capacidad de soporte, comportamiento ante cambios de humedad, antes de la aplicación del aditivo.

4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

4.2.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el desarrollo de la presente tesis de investigación se hará el uso de diseño experimental, en el cual se realizará:

- Manipulación intencional de variables.
- Medición de variables.
- Control y Validez.
- Comparación de grupos.

4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

4.3.1 POBLACIÓN

El conjunto de todos los caminos vecinales a nivel de afirmado de la provincia de Picota, departamento de San Martín.

En el presente trabajo de investigación se decidió escoger el material de acumulado y zarandeado para el camino vecinal EMP. PE-5N10: Buenos Aires, San Antonio de Paujilzapa, El Mirador – Picota – San Martín.

En lo referente al estabilizante químico, nos limitamos a la utilización de estabilizante químico CONSOLID, cuya comercialización en la región San Martín se presenta sin ningún inconveniente, considerado así para el trabajo de investigación.

4.3.2 MUESTRA

Construcción del Camino Vecinal Tramo EMP. PE-5N10 - Buenos Aires - San Antonio de Paujilzapa - El Mirador – Picota - San Martín.

En lo referente se identificará los materiales a utilizar y referenciar su lugar de procedencia, así como describir sus características físicas y mecánicas, basándose en la realización de ensayos de laboratorio para la obtención de las propiedades de los materiales.

4.3.2.1. CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LA MUESTRA

Se tuvieron 5 criterios de evaluación de muestra que fueron medidos como se indica a continuación:

- Ensayo de humedad del suelo sin estabilizar.
- Ensayo de granulometría del suelo sin estabilizar.
- Plasticidad del suelo estabilizado sin estabilizante y con estabilizante.
- Grado de compactación del suelo sin estabilizante y con estabilizante.
- Capacidad de soporte CBR del suelo sin estabilizante y con estabilizante.

4.4 ENSAYO DE COMPACTACIÓN DE SUELOS

4.4.1 PROCEDIMIENTOS

- ❖ Se preparó previamente una muestra con humedad natural, de material de la cantera propuesta, en una cantidad aproximada de 24.00 kg. Se realizó el

secado de material en una estufa eléctrica para luego realizar el correspondiente tamizado a través de las mallas N°04, 3/8" y 3/4", de esta manera se observó que más del 30% del material se retuvo en la malla de 3/8" y menos del 30% del material en peso es retenido en el tamiz de 3/4". Por lo que corresponde ensayar dicho material con el Método "C".

Ilustración 6: Preparado de muestra de la Cantera Propuesta para ensayo de Proctor Modificado



Fuente: Fotografías de laboratorio

- ❖ Una vez seco y tamizado el material se procedió a preparar 04 especímenes, cada uno de 6.00kg. cada uno fue adicionado con contenidos de agua distintos, diferenciados en 2%, de manera que se pueda encontrar el contenido de agua más cercano al óptimo. Por lo que se ensayaron con muestras que tuvieron contenidos de agua desde el 2%, 4%, 6% y 8% de contenido de humedad respectivamente.
- ❖ Teniendo las 03 muestras preparadas para cada ensayo de Próctor modificado, se procedió a la compactación en 05 capas, cada una compactada con 56 golpes.
- ❖ Luego de acabado la compactación de las 05 capas, se quita el collarín y se enrasa con la regla metálica para luego registrar el peso del molde + suelo húmedo.

- ❖ Finalmente se tomó el contenido de humedad de cada muestra, para que sea representativa se tomó una muestra con material de la parte superior y otra de la base de la muestra ensayada.

4.4.2 ENSAYOS CON MATERIAL DE CANTERA PROPUESTA PARA EL CAMINO VECINAL EMP. PE-5N10 – BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA, EL MIRADOR – PICOTA - SAN MARTIN, CON LA ADICIÓN DE ESTABILIZANTE IÓNICO (CONSOLID).

Para realizar los ensayos de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad se consideró el promedio del contenido del agua del ensayo del límite líquido sin aditivo como dosificación, siendo considerado a este el 100%.

Para realizar los ensayos de compactación de suelos modificados y determinación de CBR de laboratorio se consideró el promedio del contenido de humedad del ensayo de Proctor Modificado sin aditivo como dosificación, siendo considerado a este el 100%.

Considerando trabajar con los siguientes porcentajes 15%,30%,45%,60%.

4.4.3 ENSAYO DE CBR EN LABORATORIO DE LOS SUELOS

4.4.3.1. INSTRUMENTOS

- ❖ Los mismos elementos utilizados en el ensayo de determinación de CBR, aplicada a la muestra natural.
- ❖ El 15%, 30%, 45%, 60% de la dosificación de Estabilizante químico CONSOLID, del material de cantera para el camino vecinal EMP. PE-5N10 – BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA, EL MIRADOR – PICOTA - SAN MARTIN, es un porcentaje equivalente al 100% del contenido de agua del ensayo de proctor modificado.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1 RESULTADO GENERAL

Las propiedades geotécnicas del material de cantera propuesta del camino vecinal EMP. PE-5N10: BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – EL MIRADOR – PICOTA - SAN MARTIN, estabilizado químicamente con estabilizante iónico CONSOLID comparado con suelo natural que pueda representar mejoras técnicas, económicas y constructivas.

Tabla 1: Resultado del Ensayo del Material de Cantera Propuesta Estabilizado con Aditivo Consolid.

MUESTRA N°	INDICE DE PLASTICIDAD.	DENSIDAD AL 95%. Kg/Cm3.	C.B.R. AL 95%.
SIN ADITIVO.	8.611%	1.952	54.01%
ADI + 15%.	8.595%	2.225	76.35%
ADI + 30%.	8.439%	2.467	94.41%
ADI + 45%.	8.091%	2.672	115.83%
ADI + 60%.	8.016%	2.938	131.97%

Fuente: Elaboración Propia

Los valores de índice de plasticidad disminuyen en 0.68% con aditivo ionizante al 15% y en un 1.02% con aditivo ionizante al 30% y en un 1.24% con aditivo ionizante al 45% y en un 1.45% con aditivo ionizante al 60%.

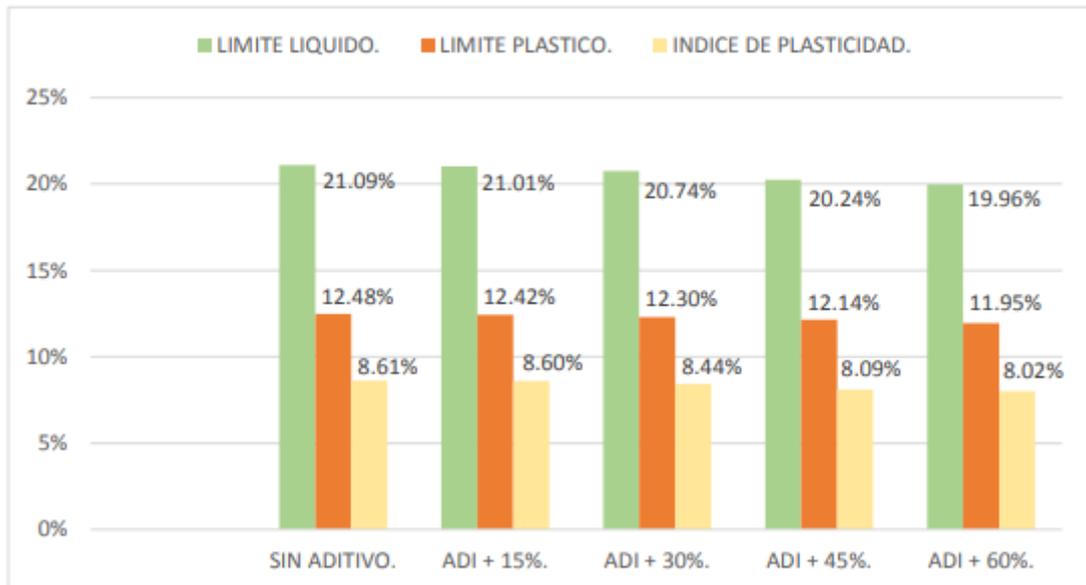
Los valores de densidad máxima al 95% se incrementan en un 0.273 Kg/Cm3 con aditivo ionizante al 15% y en un 0.404 Kg/Cm3 con aditivo ionizante al 30% y en un 0.618 Kg/Cm3 con aditivo ionizante al 45% y en un 0.780 Kg/Cm3 con aditivo ionizante al 60%.

Finalmente, los valores de CBR al 95% se incrementan en un 22.35% con aditivo ionizante al 15% y en un 40.40% con aditivo ionizante al 30% y en un 61.82% con aditivo ionizante al 45% y en un 77.97% con aditivo ionizante al 60%.

5.2 PRIMER RESULTADO

De acuerdo con los resultados obtenidos en los ensayos de límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad del suelo de la cantera propuesta sin la adición de estabilizante iónico CONSOLID, comparado con los ensayos realizados adicionando estabilizante iónico.

Ilustración 7: Valores de Ensayos de Atterberg



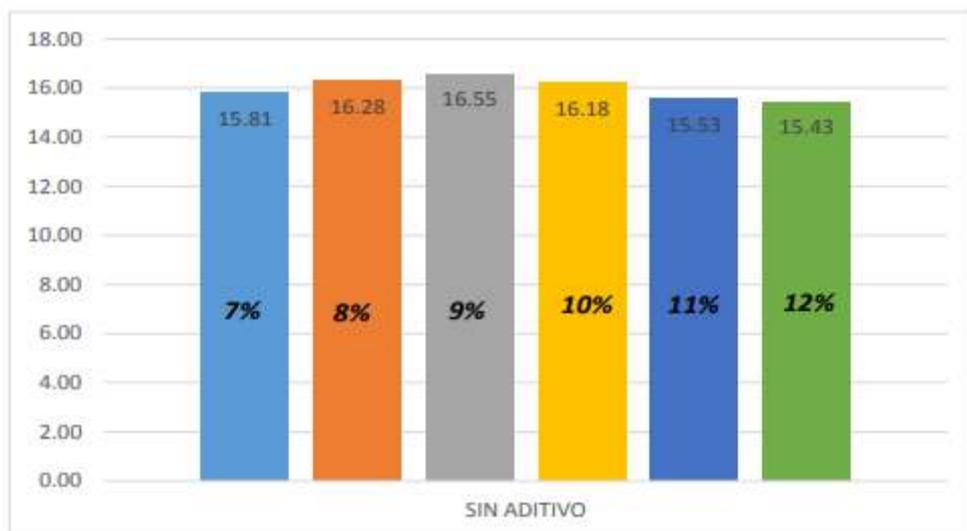
Fuente: Elaboración Propia

- ❖ Los valores límite líquido se disminuyeron en un 0.08% de límite plástico en 0.06% y de índice de plasticidad en 0.02% con aditivo ionizante al 15%.
- ❖ Los valores límite líquido se disminuyeron en un 0.35% de límite plástico en 0.18% y de índice de plasticidad en 0.17% con aditivo ionizante al 30%.
- ❖ Los valores límite líquido se disminuyeron en un 0.86% de límite plástico en 0.34% y de índice de plasticidad en 0.52% con aditivo ionizante al 45%.
- ❖ Los valores límite líquido se disminuyeron en un 1.13% de límite plástico en 0.54% y de índice de plasticidad en 0.60% con aditivo ionizante al 60%

5.3 SEGUNDO RESULTADO

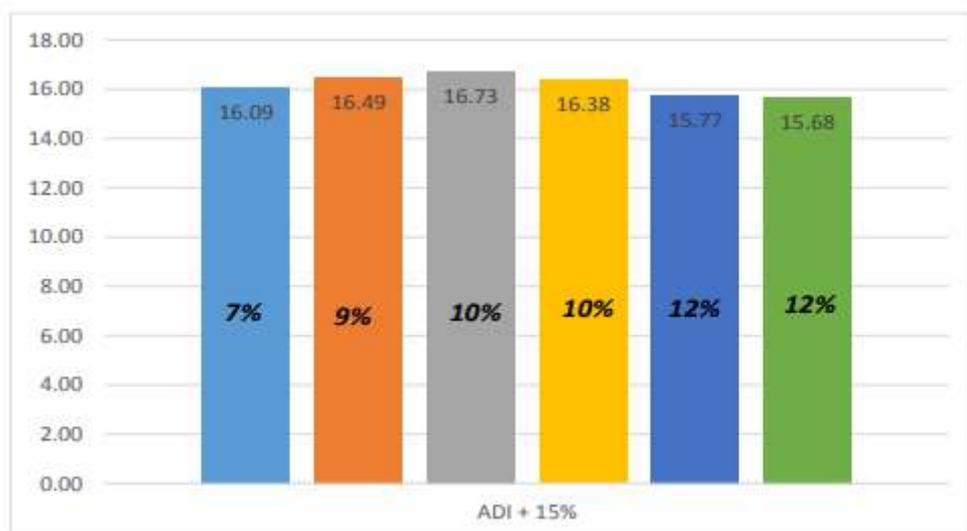
Los siguientes gráficos muestra las máximas densidades obtenidas del ensayo de Proctor modificado del suelo de la cantera propuesta camino vecinal EMP. PE-5N10: BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – EL MIRADOR – PICOTA – SAN MARTIN sin la adición de estabilizante iónico CONSOLID, comparado con los ensayos realizados adicionando estabilizante iónico en diferentes porcentajes.

Ilustración 8: Máximas Densidades Secas para Material de Cantera propuesta sin Adicionar Aditivo.



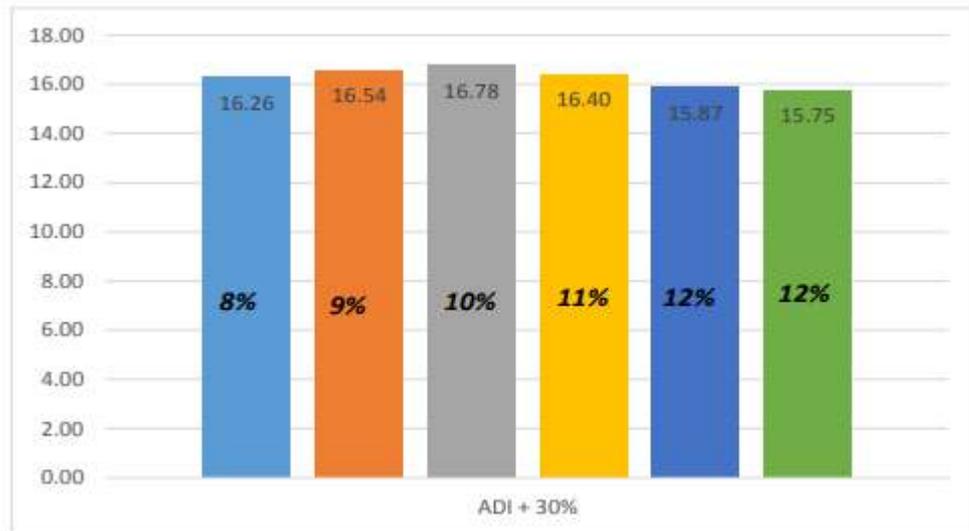
Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 9: Máximas Densidades Secas para Material de Cantera propuesta Adicionando Aditivo Consolid Al 15%.



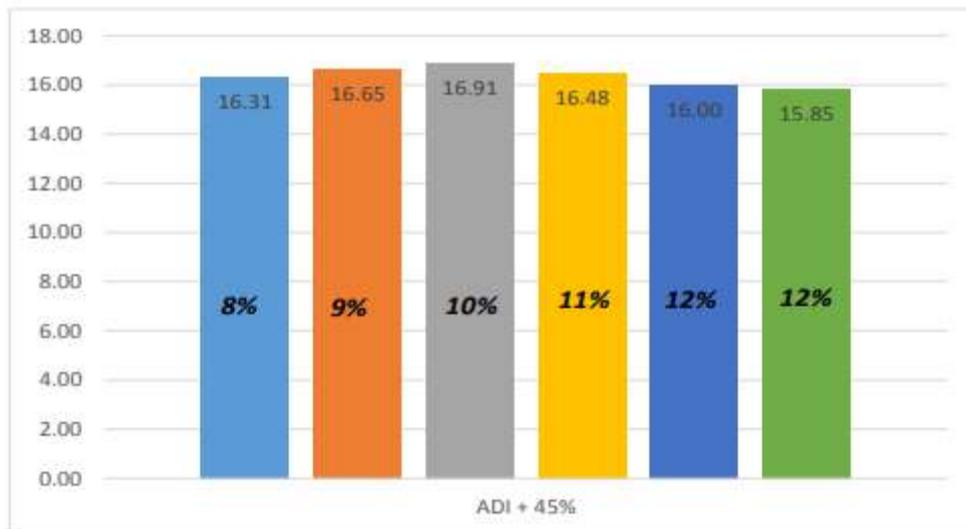
Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 10: Máximas Densidades Secas para Material de Cantera Propuesta Adicionando Aditivo Consolid AI 30%.



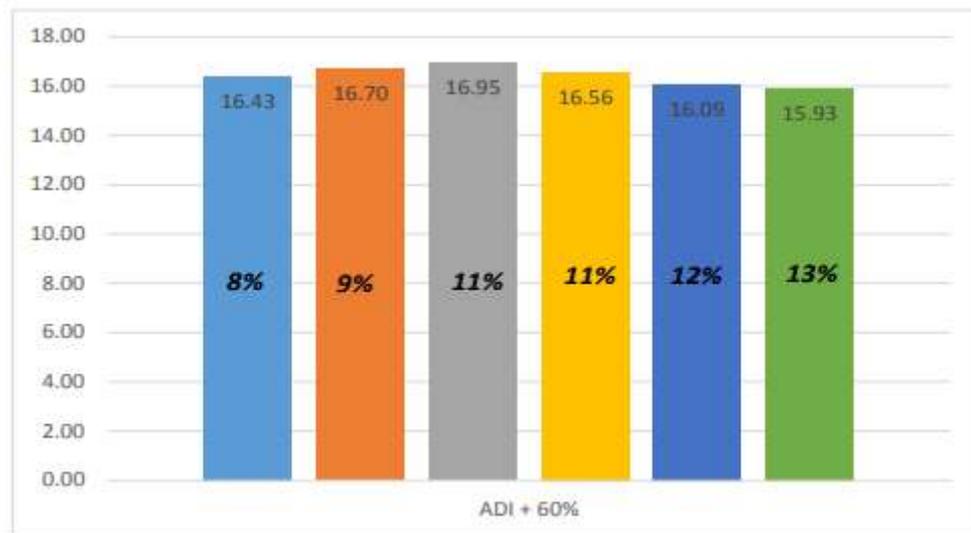
Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 11: Máximas Densidades Secas para Material de Cantera propuesta Adicionando Aditivo Consolid AI 45%.



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 12: Máximas Densidades Secas para Material de Cantera Propuesta Adicionando Aditivo Consolid Al 60%.

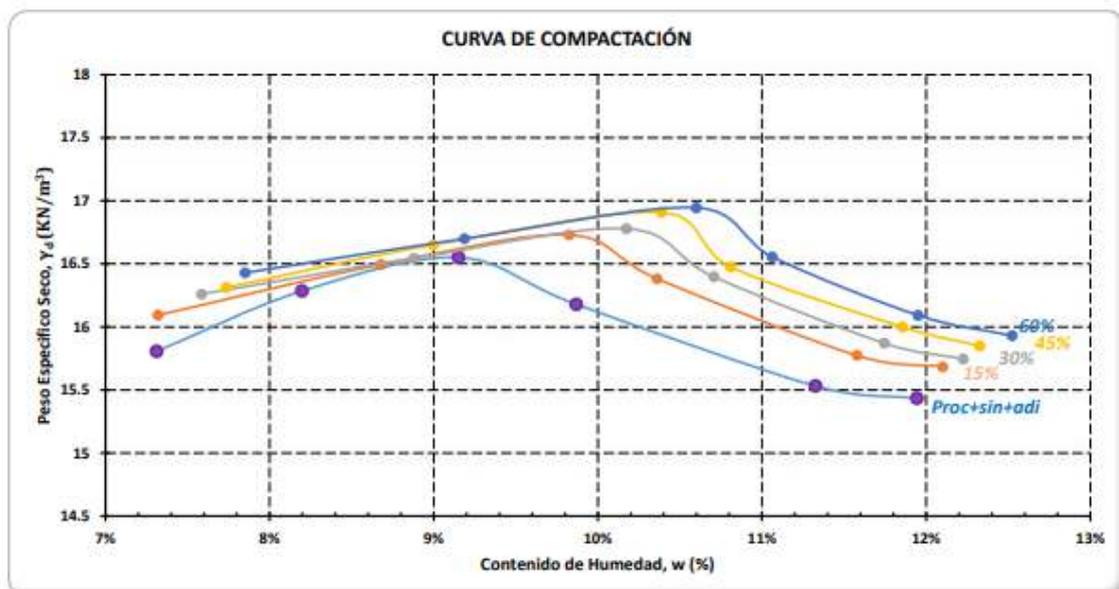


Fuente: Elaboración Propia

Teniendo una densidad máxima del ensayo de suelo sin aditivo de 16.55 KN/m³ dicho valor según muestran los resultados a aumentando según se aumenta la dosificación de aditivo, teniendo como densidad máxima de material de cantera con aditivo al 60% una densidad de 16.95 KN/m³.

De los resultados se deduce que es directamente proporcional a mayor aditivo ionizante CONSOLID, mayor resultado de densidad máxima seca.

Ilustración 13: Comparación de Curvas de Compactación



Fuente: Elaboración Propia

5.4 TERCER RESULTADO

De acuerdo con los resultados obtenidos, los valores de CBR al 90% por tratarse de estabilización de material afirmado.

De los resultados se deduce que es directamente proporcional a mayor aditivo ionizante CONSOLID, mayor CBR.

Ilustración 14: Valores de CBR de suelo natural comparado con suelo estabilizado



Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN

6.1. DISCUSIÓN

6.1.1. ¿POR QUE SE ELIGIO ESTABILIZAR CON ADITIVO IONIZANTE CONSOLID?

Se eligió aditivo estabilizante al aditivo ionizante iónico CONSOLID porque según sus manuales del mismo aditivo recomienda usarse solo en suelos de clasificación limosa, arcillosa, limo-arcillosa o arcillosa-limosa mas no en suelos granulares como el suelo de la cantera del camino vecinal EMP. PE-5N10: BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – EL MIRADOR – PICOTA – SAN MARTIN, teniendo en cuenta que nuestro suelo tiene un porcentaje de limos y arenas, se consideró aplicar este a aditivo ionizante para mejorar las propiedades físico- mecánicas del suelo.

6.1.2. ¿A QUE SE DEBE QUE SE SUPERO EL 100% DE VALOR DE CBR CON LA MEZCLA DE SUELO DE CANTERA PROPUESTA CON ESTABILIZANTE IÓNICO?

Esto es posible ya que el material de cantera propuesta del camino vecinal EMP. PE-5N10: BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – EL MIRADOR – PICOTA – SAN MARTIN, contiene material granular, teniendo que estabilizar el material fino con aditivo ionizante considerando que este aditivo mejora la humedad del material a no permitir que adsorba más agua que la que debe.

6.1.3. ¿A QUE RAZÓN SE DEBE QUE SE ESCOGIÓ EL MATERIAL DE CANTERA ACUMULADA EN PAUJILZAPA?

Para aceptar cualquier material en obra, para fines de rodadura es necesario que cumpla con la normativa ASTM teniendo en cuenta que el material de la cantera propuesta del camino vecinal EMP. PE-5N10: BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – EL MIRADOR – PICOTA – SAN MARTIN, no cumple con las normativas para suelos de sub base, el cual no sería aceptado en obra. También se escogió dicha cantera por su cercanía a obra.

Por consiguiente, se opta por usar un material adecuado procedente de otra cantera que usualmente se encuentra a grandes distancias, incrementando el costo por flete, de tal manera surgió la idea de estabilizar el material de la cantera propuesta del camino vecinal EMP. PE-5N10: BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – EL MIRADOR – PICOTA – SAN MARTIN, tratando de mejorar sus propiedades físico-mecánicas con aditivo estabilizante iónico CONSOLID.

6.1.4. ¿A QUE SE DEBE LOS PORCENTAJES DE 15%, 30%, 45%, Y 60% DE ESTABILIZANTE IÓNICO CONSOLID?

Teniendo en cuenta las propiedades iónicas del estabilizante CONSOLID, se consideró jugar con el peso del agua del material ensayado teniendo como resultado el promedio de peso de agua.

Tal promedio es el 100% al cual se reemplaza en peso el contenido de aditivo a usarse.

Por tal razón no se añadiría más agua de lo que se debe añadir en ningún ensayo.

6.1.5. ¿LOS TRABAJOS CON ADITIVO ESTABILIZANTE IÓNICO CONSOLID SON DAÑINOS PARA LA SALUD?

La bibliografía indica que usando las medidas de protección necesarias al trabajar con cualquier material y o aditivo deberá ser seguro.

El aditivo CONSOLID es un material con las siguientes características:

- No inflamable.
- No corrosivo.
- No peligroso.
- No toxico.
- Totalmente benigno para el usuario y el medio ambiente.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- ❖ Se logró demostrar la hipótesis general: “La estabilización del material de la cantera propuesta del camino vecinal EMP. PE-5N10: BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – EL MIRADOR – PICOTA - SAN MARTIN, más la adición de estabilizante iónico, modificara la plasticidad, mejorara el grado de compactación, aumentara la capacidad de soporte (CBR), incrementara significativamente el costo”, ya que al incrementar la cantidad de aditivo iónico en los porcentajes trabajados de 15%, 30%, 45% y 60% al material de la cantera del material acumulado, los valores de capacidad de soporte CBR también subieron teniendo en cuenta que este incremento no favoreció para demostrar la cuarta sub hipótesis ya que el costo de traslado o flete de dicha cantera es menor al costo de traslado o flete de las canteras propuestas.
- ❖ En cuanto a los costos el mejoramiento del camino vecinal es de menor costo con el sistema Consolid que con el sistema convencional por el incremento del CBR en cantidades muy considerables, permitiendo que se disminuya los costos en material de préstamo para relleno, afirmado.
- ❖ La adición de estabilizante iónico al material de la cantera propuesta incrementará la plasticidad del suelo, ya que al adicionar aditivo químico CONSOLID al material de la cantera propuesta en los diferentes porcentajes propuestos los cuales son:

CONSOLID al 15%.

CONSOLID al 30%.

CONSOLID al 45%.

CONSOLID al 60%

Se obtuvo que a mayores cantidades de aditivo tendremos menor porcentaje de límites de atterberg (LL, LP, IP).

- ❖ Al incrementar aditivo iónico al material de cantera propuesta en los diferentes porcentajes se obtuvo incrementos en la curva de compactación de dicho material, teniendo como resultado el promedio de densidad seca del material sin aditivo de 15.96 KN/m³, el cual comparado con el promedio de densidad seca del material con aditivo al 60% es de 16.44 KN/m³. Teniendo un incremento de 0.48 KN/m³ demostrando de esta manera la segunda sub-hipótesis: “La adición del estabilizante iónico aumentará el grado de compactación del suelo de la cantera propuesta del camino vecinal EMP. PE-5N10: BUENOS AIRES – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – PICOTA - SAN MARTIN”.

7.2 RECOMENDACIONES

- ❖ Realizar un análisis químico y mineralógico del aditivo iónico CONSOLID, para poder analizar las reacciones que podría causar si se quisiera estabilizar un suelo mezclándolo con cemento, cal y otros aditivos.
- ❖ Se recomienda utilizar el material acumulado de afirmado ubicado en el Caserío de Paujilzapa km 12+000 del tramo de estudio, adicionando aditivo iónico CONSOLID para uso del afirmado.
- ❖ Para tener adecuados resultados en estabilización de los suelos con aditivo iónico CONSOLID, se recomienda respetar los plazos de curado, recomendando como mínimo 4 días.
- ❖ Para tener resultados óptimos se recomienda usar aditivo ionizante en 45% del contenido de humedad ya que con esta dosificación se obtuvo un CBR mayor al 100%.
- ❖ Que las mediciones, en especial los pesos de los materiales sean los más precisos y exactos posibles, ya que, las cantidades de aditivo ionizante sugeridas en la presente investigación representa un porcentaje del contenido de humedad del material.
- ❖ Se recomienda usar el 30% y/o 45% de aditivo CONSOLID para material de subrasante ya que alcanza el 94.41%, 115.83% respectivamente de CBR al 95%.
- ❖ Se recomienda la aplicación del sistema Consolid en el mejoramiento de los caminos vecinales por ser un estabilizador que actúa óptimamente en los suelos arcillosos y porque su aplicación es viable desde el punto de vista técnico, económico y ambiental.
- ❖ Se recomienda realizar investigaciones con variaciones en la dosificación del CONSOLID.
- ❖ Después de las precipitaciones pluviales se recomienda solo tránsito liviano.

- ❖ Que los sistemas de drenaje se encuentren en condiciones favorables para la evacuación de aguas, en épocas de lluvias constantes.

CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ❖ Ancade; Anter; Ieca; (2008). Manual de Estabilización de Suelos con Cemento o Cal.
- ❖ CATALOGO TECNICO CONSOLID, Consolid USA INC. La mejor opción para las carreteras del futuro. www.consolidusala.com.
- ❖ CHOQUE, Héctor. Evaluación de aditivos químicos en la eficiencia de la conservación de superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú, 2012.
- ❖ GUTIÉRREZ, Carlos. Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del Cloruro de Magnesio (Bischofita) frente al Cloruro de Calcio (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú, 2010.
- ❖ MTC. (2008). Manual de diseño de carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito. En D. G. Ferrocarriles. Lima: Tarea Asociación Gráfica Educativa. Obtenido de Dirección General de Caminos y Ferrocarriles
- ❖ Paz Bellido, C. A. (2014). Estabilización de Suelos Con Aditivo Con-Aid
- ❖ QUINCHE, Wilson. Estabilización de suelos para uso en vías terrestres urbanización Bella María (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador, 2006
- ❖ ROLDÁN, Jairon. Estabilización de suelos con Cloruro de Sodio (NaCl) para bases y sub bases (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala, 2010.
- ❖ Sánchez, M. A. (2014). Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector calcical del Cartón Tosagua provincia de Manabi.
- ❖ Ugaz, R. M. (2006). Estabilización de Suelos y su Aplicación en el Mejoramiento de Subrasante. (Tesis Volumen I para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Universidad nacional de Ingeniería, Lima.

ANEXOS

MEMORIA DESCRIPTIVA

1. ANTECEDENTES

Conforme a lo establecido en la Constitución Política del Perú, las Municipalidades Provinciales y Distritales son los órganos de Gobierno Local. Tienen autonomía política, económica y administrativa en los asuntos de su competencia. Los Gobiernos Locales promueven el desarrollo y la economía local, y la prestación de los servicios públicos de su responsabilidad, en armonía con las políticas y planes nacionales y regionales de desarrollo. Son competentes para fomentar la competitividad, las inversiones y el financiamiento para la ejecución de proyectos y obras de infraestructura local.

La Ley Orgánica de Municipalidades señala que las Municipalidades Provinciales y Distritales, dentro del marco de las competencias y funciones específicas, son competentes para promover, apoyar y ejecutar proyectos de inversión y servicios públicos municipales.

Mediante Decreto Supremo N° 101-2020-PCM, se aprobó la reanudación de las actividades: "Mantenimientos, Mejoramiento y Conservación Rutinarios y Periódicos de Vías Nacionales, Departamentales y Locales" y de acuerdo a lo señalado en el Numeral 1.2 del Artículo 1 del mencionado Decreto Supremo, las referidas actividades se encuentran autorizadas para su reanudación de forma automática, una vez que las personas jurídicas que realizan dichas labores registren su "Plan para la Vigilancia, Prevención y Control de COVID-19 en el Trabajo" en el Sistema Integrado para COVID – 19 (SICOVID – 19) del Ministerio de Salud.

De este modo, en base a lo expuesto en la Resolución Ministerial N° 0257-2020-MTC/01, del 07.05.2020, en la cual se aprueba los Protocolos Sanitarios Sectoriales que como anexos forman parte integrante a lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 080-2020-PCM y la Resolución Ministerial N° 239-2020-MINSA, los cuales son de aplicación obligatoria según la tipología del proyecto, en el cual para este tipo de servicio se ha implementado en Anexo 1, denominado "Protocolo Sanitario Sectorial para la ejecución de los trabajos de conservación vial en prevención del COVID – 19", a fin de cumplir con los estándares dispuesto en el presente año.

Con Decreto de Urgencia N° 070-2020 se dictó medidas destinadas a generar empleo para la ejecución de trabajos de mantenimiento en la red vial nacional, departamental y vecinal a efectos de establecer medidas necesarias, en materia económica y financiera, que permitan a las entidades del Gobierno Nacional, los Gobiernos Regionales y los Gobiernos Locales, implementar en el marco de sus competencias, la ejecución de acciones oportunas para la reactivación de la actividad económica, fomentando el trabajo local a través del empleo de la mano de obra especializada y no especializada en el mantenimiento periódico y rutinario de las vías nacionales, departamentales y vecinales. Los trabajos de mantenimiento proyectado facilitan el traslado de los productos agropecuarios de las zonas a intervenir, hasta los centros de consumo, permitiendo garantizar el abastecimiento de los productos a consecuencia de la Emergencia Sanitaria generada por el brote del Coronavirus (COVID – 19).

Bajo estos aspectos, el presente plan de trabajo para la ejecución del Mantenimiento Periódico y Rutinario en vías vecinales está orientado a lograr una circulación permanente y segura en el camino a intervenir, teniendo como actividad principal la reposición de la capa de afirmado a lo largo de la vía, donde se ha considerado mantener el trazo de la vía existente.

2. OBJETIVOS DEL SERVICIO

2.1. Objetivo General

Realizar el Mantenimiento Periódico y Rutinario del Camino Vecinal Tramo: EMP. PE – 5N (BUENOS AIRES) – SAN ANTONIO DE PAUJILZAPA – EL MIRADOR, a fin recuperar la transitabilidad de la citada vía.

2.2. Objetivos Específicos:

1. Garantizar la seguridad del tránsito y la vida útil de la carretera, manteniendo el límite económico establecido por el tipo de camino.
2. Elaborar un Plan de Trabajo que, habiendo identificado los distintos problemas de la vía actual, incluidos los de tipo ambiental, para la defensa y preservación del medio ambiente, presente las soluciones adecuadas, exponiéndolas de una forma clara y lineal, para que se tenga una tarea fácil a cumplir y, al mismo tiempo, el inspector pueda realizar su función con facilidad.

3. Lograr la integración socioeconómica y política de los pobladores del campo con la ciudad y, por ende, a nivel nacional.
4. Facilitar el acceso de la población de la zona de intervención a los servicios públicos, especialmente los de educación (superior) y salud (atenciones especializadas), así como el acceso a los servicios privados que se ofertan en la capital del distrito.
5. Favorecer la economía familiar a través de la disminución del costo de operación del transporte terrestre tanto de productos como de pasajeros.
6. Reducir las condiciones de pobreza de las zonas rurales.

3. NORMATIVIDAD UTILIZADA

Para la elaboración del presente plan de trabajo para la ejecución del mantenimiento periódico y rutinario del camino vecinal se tuvo en cuenta los manuales siguientes:

1. Manual de Mantenimiento o Conservación de Carreteras (R.O. N° 08-2014-MTC/14) (27.03.14).
2. Glosario de Términos de uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial. (R.O. N° 18-2013-MTC/14) y sus modificatorias.
3. Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013. (R.O. N° 22-2013-MTC/14) (07.08.13).
4. Manual de Ensayo De Materiales para Carreteras EM -2016. (R.O. N° 18-2016-MTC/14) (03.06.16).
5. Manual de Carreteras de Suelos, Geología y Geotecnia, Sección Suelos y Pavimentos. (RD N°10-2014-MTC/14) (09.04.14).

La información plasmada en el presente plan de trabajo se desarrolló empleando los siguientes programas:

- Microsoft Office; procesador de textos y hoja de cálculos.
- Microsoft Project; para la programación.
- AutoCAD/Civil 3D; para la elaboración de planos.
- S10 para la elaboración de costos y presupuestos.

4. UBICACIÓN

Política

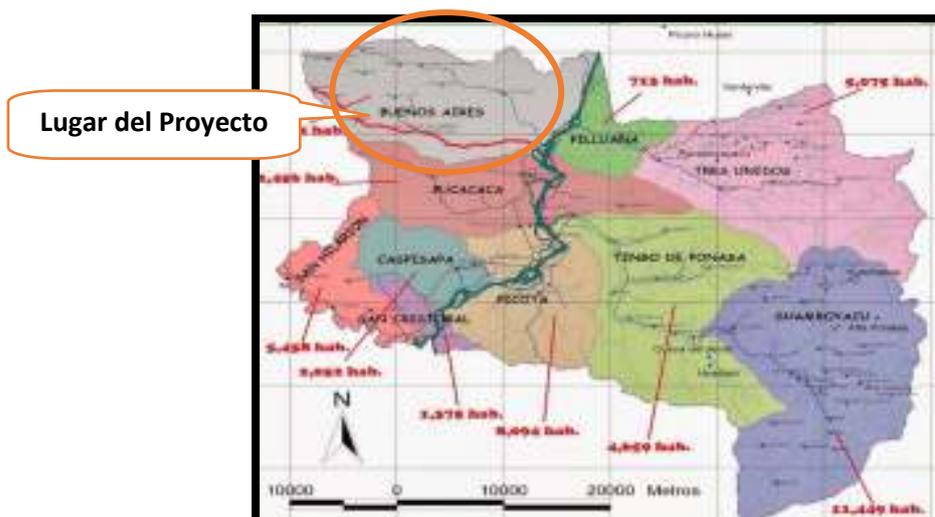
Región	:	San Martín
Provincia	:	Picota
Distrito	:	Buenos Aires
Localidades	:	San Antonio de Paujilzapa – El Mirador
Zona del Proyecto	:	18S
Región Natural	:	Selva
Tramo	:	SANTO TOMÁS – SECTOR SELVA ALEGRE
Altitud promedio	:	570.263 msnm
Longitud	:	22+020.00 km
Ruta	:	SM 794
Inicio	:	00+000.00 km
Fin	:	22+020.00 km

Gráfico 1: Ubicación del Departamento de San Martín



Fuente: Gobierno Regional de San Martín

Gráfico 2: Ubicación del Distrito de Buenos Aires



Fuente: Instituto Vial Provincial Municipal de *Picota*

Geográfica

Tramo: EMP. PE. 05 Tramo EMP. PE 5N (Buenos Aires) – San Antonio De Paujilzapa – El Mirador.

INICIO	PROGRESIVA	COORDENADAS		ALTITUD EN m.s.n.m
		NORTE	ESTE	
EMP. PE-5N (Buenos Aires)	00+000.00	9248992.01	353005.06	214.59

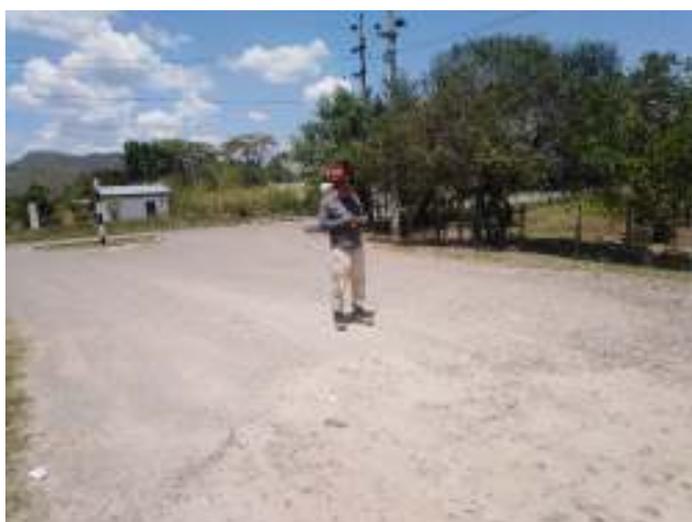


Foto N° 01: Inicio del Tramo: EMP. PE. 5N (Buenos Aires)

FIN	PROGRESIVA	COORDENADAS		ALTITUD EN
		NORTE	ESTE	m.s.n.m
El Mirador	20+020.00	9250732.06	335146.33	835.12



Accesibilidad

Para llegar al inicio del camino vecinal materia del presente servicio, se parte de la ciudad de Picota, desplazándose por la ruta PE. 5N, para luego empalmarse con el inicio del tramo EMP PE 5N.

Tramo: EMP. PE 5N (Buenos Aires)

Altitud

Cota de inicio : 214.59 m.s.n.m.

Cota de fin de tramo : 835.12 m.s.n.m.

Longitud

Kilómetro de inicio : 00+000

Kilómetro de fin de tramo : 22+020.00

Longitud del tramo : 22+020.00 km

5. DESCRIPCIÓN DE LA RUTA

El Camino Vecinal Tramo: EMP PE 5N – San Antonio de Paujilzapa – El Mirador, Distrito de Buenos Aires, Provincia de Picota – San Martín forma parte de la Red Vial Vecinal de la Región San Martín, y tiene una longitud de 22+020.00 km.

El eje de la vía existente en el tramo transcurre a través de un terreno plano a ligeramente ondulado.

El ancho promedio de la superficie de rodadura en el tramo es 4.50 m.

El Camino Vecinal Tramo: EMP PE 5-N (Buenos Aires) – San Antonio de Paujilzapa – El Mirador (Km. 22+020), tiene el siguiente recorrido:

6. CONDICIÓN ACTUAL DE LA VIA

La plataforma presenta una superficie de rodadura que está a nivel de terreno natural en su totalidad. Existen también sectores que se encuentran a nivel de sub rasante donde la plataforma está deteriorada, lo cual dificulta la transitabilidad de la vía.

Durante los trabajos de campo realizados en el Tramo: EMP PE 5N (Buenos Aires) – San Antonio de Paujilzapa – El mirador (Km 22+020), las condiciones encontradas en la plataforma son las que se van a describir a continuación, y mostrando las respectivas vistas fotográficas.

7. ÚLTIMAS INTERVENCIONES

El Camino Vecinal Tramo: EMP PE 5N (Buenos Aires) – San Antonio de Paujilzapa – El Mirador (Km 22+020), tuvo su última intervención 2014.

8. DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO

El servicio para la ejecución del Mantenimiento Periódico y Rutinario del Camino Vecinal Tramo: EMP PE 5N (Buenos Aires) – San Antonio de Paujilzapa – El Mirador (Km 22+020), Distrito de Buenos Aires, Provincia de Picota – San Martín, tiene por finalidad lograr el objetivo planteado, ejecutando las siguientes actividades:

- Informe Topográfico
- Informe de Suelos
- Informe de Canteras y Fuentes de Agua
- Informe de Señalización

- Informe de Drenaje
- Informe de Pavimentos
- Informe de Zonas Críticas

De los informes descritos, se ha determinado realizar las siguientes actividades:

RESUMEN DE METRADOS			
ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO TOTAL
01	OBRAS PRELIMINARES		
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	1.00
01.02	TRAZO Y REPLANTEO	Km	22.02
02	PAVIMENTOS		
02.01	CAPA NIVELANTE E=0.05 M	m3	5,567.57
02.02	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA PARA AFIRMADO E=(0.10 M - 0.15 M)	m3	13,918.91
03	TRANSPORTE		
03.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR HASTA 1 KM	m3 - km	18,558.55
03.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR MAYOR A 1 KM	m3 - km	256,108.00
03.03	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 1 KM	m3 - km	6,294.00
03.03	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE MAYOR A 1 KM	m3 - km	49,659.70
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE		
04.01	RECONFORMACIÓN DE CUNETAS	m	31,470.35
05	SEÑALIZACION		
05.01	INSTALACIÓN DE POSTE DE KILOMETRAJE	und	17.00
05.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und	2.00
05.03	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	3.00
05.04	SEÑALES INFORMATIVAS	und	1.00
06	IMPACTO AMBIENTAL		
06.01	RECUPERACIÓN AMBIENTAL DE AREAS OCUPADAS	ha	1.70
07	EMERGENCIA SANITARIA		
07.01	EMERGENCIA SANITARIA COVID 19	glb	1.00

Cabe precisar, que solo se está interviniendo en la colocación del afirmado y capa nivelante, lo cual garantizará la transitabilidad del Camino Vecinal Tramo: EMP PE 5N (Buenos Aires) – San Antonio de Paujilzapa – El Mirador (Km 20+020), Distrito de Buenos Aires, Provincia de Picota – San Martín de 22+020.00 km de longitud.

CAPA DE PAVIMENTO

1. La alternativa de solución planteada en el presente servicio es convencional, porque utiliza los materiales granulares gravosos de características físico-mecánicas considerados por las metodologías tradicionales como capas para carreteras no pavimentadas (afirmado).

2. Las características físico-mecánicas que debe cumplir los materiales seleccionados como: granulometría, límite líquido, índice de plasticidad, están establecidos en la sección de Informes de Canteras y Fuentes de Agua.
3. Los espesores a colocar para la capa de rodadura del Camino Vecinal Tramo: EMP PE 5N (Buenos Aires) – San Antonio de Paujilzapa – El Mirador (Km 22+020), es:

Progresiva		Afirmado	Capa Nivelante
Inicio	Final	cm	cm
TRAMO: EMP PE 5N (Buenos Aires) – San Antonio de Paujilzapa – El Mirador (Km 20+020),			
00+000	20+020	15.00	5.00

4. El proceso constructivo se ejecutará con los métodos y equipos convencionales: motoniveladora, camión cisterna, rodillo liso vibratorio, camión volquete; que están descritos en las especificaciones técnicas del servicio.
5. Las canteras seleccionadas son aquellas que presentan materiales cuya calidad y cantidad existente son adecuadas y suficientes para las labores de mantenimiento.
6. Para Relleno (Capa Nivelante), los materiales que cumplen especificaciones y están propuestos para su empleo, es el siguiente:
 - ✓ Cantera Río Huallaga
7. Para la Capa de Rodadura, se emplearán la mezcla de los materiales de las Canteras:
 - ✓ Cantera Rio Huallaga
8. El principal objetivo del presente plan de trabajo es determinar las condiciones del mantenimiento de manera de devolver a la capa de rodadura las condiciones de la última rehabilitación.
9. Cabe mencionar que los puntos no contemplados en las Especificaciones del presente plan de servicio deben estar en concordancia con el Manual de

Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras del MTC (EG - 2013).

10. La buena calidad y permanencia depende que se efectúe un Control permanente y oportuno de los parámetros de calidad de los materiales antes y durante la ejecución (proceso constructivo). Por lo tanto, deberán aplicar en forma estricta y adecuada las técnicas y procedimientos utilizados en Ingeniería para la explotación de Bancos de Materiales (Canteras), fundamentalmente teniendo siempre en consideración la variabilidad horizontal y vertical que presentan las mismas por su origen, así como el control permanente de las propiedades físico - mecánicas de los materiales de aporte en relación con los volúmenes explotados

9. DISPONIBILIDAD (CANTERA, FTE. DE AGUA)

Con relación a la disponibilidad de las canteras y fuentes de agua, la documentación se encuentra anexada en el presente capítulo, así mismo en los cuadros siguientes se muestra la ubicación de las Canteras y Fuentes de Agua.

CUADRO: “Relación de Canteras Ubicadas”

Cantera	Acceso (m).	Estado Acceso	Progresiva	Lado	Usos	Comentarios
01	Ubicada a 4.910 kilómetros de distancia del inicio del Tramo (EMP PE 5-N (Buenos Aires).	Asfalto y afirmado	0+000.00	-	Relleno estructural, piedras para gaviones, emboquillados, Sub – base granular y base granular.	La cantera para utilizar es Santa Apolonia

Las fuentes de agua indicadas en el cuadro son adecuadas para su empleo en la conformación de la capa del pavimento.

CUADRO: “Fuente de Agua”

Cantera	Progresiva	Ubicación	Acceso (m)	Estado Acceso	Uso
1	00+000.00	Ubicada a 4.100 kilómetros de distancia del inicio del Tramo (EMP PE 5-N (Buenos Aires)).	Tramo: 4.100 km	Bueno	Riego de pavimento

10. MONTO DEL SERVICIO

El monto que involucra la ejecución del Mantenimiento Periódico y Rutinario del Camino Vecinal Tramo: EMP PE 5N (Buenos Aires) – San Antonio de Paujilzapa – El Mirador (Km 20+020), Distrito de Buenos Aires, Provincia de Picota – San Martín, es el siguiente:

DETALLE DE LOS PRECIOS UNITARIOS DEL PRECIO FERTADO

Ítem	Descripción	Unid.	Metrado	PU S/	Parcial S/
FASE I	Elaboración del Plan de Trabajo				S/15,906.27
1	Plan de Trabajo	GLB	1.00	15,906.27	S/15,906.27
FASE II	Ejecución del Mantenimiento Periódico				
		GLB	1.00	1'320,220.41	S/1'320,220.41
FASE III	Ejecución del Mantenimiento Rutinario				
					S/254,500.32
1	Ejecución del Mantenimiento Rutinario x 12 meses	GLB	1.00	238,594.05	S/238,594.05
2	Inventario de Condición Vial	GLB	1.00	15,906.27	S/15,906.27

COSTO TOTAL DE LA

EJECUCION DEL SERVICIO

S/1'590,627.00

Son: Un Millón Quinientos Noventa Mil Seiscientos Veintisiete y 00/100 soles.

Los precios están referidos al mes de agosto del 2021.

11. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución del Mantenimiento Periódico de los Caminos Vecinales Tramo: EMP PE 5N (Buenos Aires) – San Antonio de Paujilzapa – El Mirador (Km 22+020), Distrito de Buenos Aires, Provincia de Picota – San Martín, es de 60 días calendario.

