



**UNIVERSIDAD PARTICULAR
DE CHICLAYO**



FACULTAD DE ARQUITECTURA E URBANISMO, INGENIERIAS Y

ARTE & DISEÑO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

T E S I S

**“MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES DE BAJA
CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL USO DE
POLIMEROS RECICLADOS EN EL DISTRITO DE LA
VICTORIA, 2020”**

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

PRESENTADO POR:

BACH. MARTÍN JHAIR GUZMÁN MONTENEGRO

ASESOR:

ING. KELLY CAPUÑAY CAPUÑAY

**CHICLAYO – PERU
2020**

SUSTENTACIÓN DE TESIS

TÍTULO:

**“MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES DE BAJA CAPACIDAD PORTANTE
MEDIANTE EL USO DE POLIMEROS RECICLADOS EN EL DISTRITO DE LA
VICTORIA, 2020”**

Presentado como requisito para optar el **Título Profesional de INGENIERO CIVIL**, y
sustentado por:

.....
MARTIN JHAIR GUZMÁN MONTENEGRO
Bachiller en Ingeniería Civil

Aprobado por los siguientes Miembros de Jurado:

.....
Ing. Eithel Medrano Lizarzaburu
PRESIDENTE

.....
Ing. Cesar Idrogo Pérez
SECRETARIO

.....
Ing. Miguel Castope Camacho
VOCAL

Fecha de Sustentación: Chiclayo, 04 de Noviembre de 2020

Dedicatoria

Este proyecto se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas en que se presentan, ni desfallecer en el intento.

AGRADECIMIENTO

No existe manera alguna para poder compensar todo lo que una persona entrega de manera desinteresada, con el único propósito de dar felicidad, porque ofrecen desinteresadamente parte de su tiempo además del gran esfuerzo desplegado para mejorar la calidad de vida de un ser amado o apreciado.

Por todo ello debo agradecer, a mi madre y padre por su enorme paciencia, su gran cariño y el inmenso amor que me ha sabido brindar tratando de mejorar mi condición de ser humano; a mi hermana que me motiva a seguir adelante y porque con sus ocurrencias, alegra mi existencia.

De igual forma, a mi abuela por el gran amor, cariño, paciencia y sacrificio brindados a mi persona, así como a mi abuelo por haber sido un gran ejemplo y guía en el tortuoso camino de la vida.

A mis abuelos por la confianza depositada en mi humilde persona y por los consejos que me han sabido brindar; hecho que me ha hecho crecer, como persona y profesional, cada día un poco más.

A los docentes de la escuela profesional de Ingeniería Civil de esta Alma Mater, Universidad Particular de Chiclayo, quienes en todo momento me brindaron, desinteresadamente, sus conocimientos pedagógicos, científicos y tecnológicos. Al director de escuela y al Asesor de la presente tesis, los mismos que me han apoyado, en forma desinteresada, encaminándome en esta nueva etapa de mi vida profesional.

Mi gratitud, a todos y a cada uno de ellos, por el tiempo entregado, el esfuerzo desplegado y por el cariño y el amor brindados a mi persona.

A TODOS MUCHAS GRACIAS

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Guzmán Montenegro Martín Jhair; adscrito a la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo e Ingenierías de la Universidad Particular de Chiclayo, identificado con DNI N° 71919656, Con la tesis titulada “MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES DE BAJA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL USO DE POLIMEROS RECICLADOS EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA, 2020”. Declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido auto plagiada; es decir no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Particular de Chiclayo.

Chiclayo, 06 de Julio del 2020

Guzmán Montenegro, Martín Jhair

DNI N° 71919656

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En el cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Particular de Chiclayo presento ante ustedes la Tesis titulada “MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES DE BAJA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL USO DE POLIMEROS RECICLADOS EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA, 2020”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniería Civil.

La presente investigación consta 10 capítulos, en el Capítulo I: Introducción, Capítulo II: Bases Teóricas, Capítulo III: Marco Metodológico, Capítulo IV: Resultados, Capítulo V: Discusión, Capítulo VI: Conclusiones, Capítulo VII: Recomendaciones, Capítulo VIII: Propuesta, Capítulo IX: Referencias Bibliográficas y X: Anexos.

Esperando Crumpler con los requisitos de aprobación.

Guzmán Montenegro Martín Jhair

Índice

Página de jurado	i
Dedicatoria.....	¡Error! Marcador no definido.
Agradecimiento	¡Error! Marcador no definido.
Declaratoria de Autenticidad	iv
Presentación.....	vi
TABLAS.....	ix
FIGURAS	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRAC.....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. Realidad Problemática	16
1.2. Formulación del Problema	18
1.3. Hipótesis	18
1.4. Objetivos	18
1.4.1. General	18
1.4.2. Específicos	18
II. BASES TEÓRICAS.....	19
2.1. Antecedentes	19
2.2. Marco teórico	24
2.3. Definición de Términos.....	26
III. METODOLOGÍA.....	28
3.1. Variables	28
3.2. Operacionalización de Variables	29
3.3. Metodología	30
3.4. Tipo de estudios	30
3.5. Diseño	30

3.6.	Población, Muestra y Muestreo	30
3.6.1.	Población:	30
3.6.2.	Muestra	30
3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	31
3.8.	Métodos de Análisis de datos	31
3.9.	Aspectos Éticos	31
IV.	RESULTADOS	32
V.	DISCUSIÓN	¡Error! Marcador no definido.
VI.	CONCLUSIONES	42
VII.	RECOMENDACIONES	43
VIII.	PROPUESTA	44
8.1.	Generalidades.....	44
8.2.	Análisis	45
8.3.	Diseño	47
8.4.	Implementación.....	48
8.5.	Costo y Presupuesto	50
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
X.	ANEXOS	55
	ANEXO 1: Matriz de consistencia	¡Error! Marcador no definido.

Tablas

tabla 1: CBR al 95% DMS de tramos 1 y 2	¡Error! Marcador no definido.
tabla 2: Resumen de la evaluación económica	¡Error! Marcador no definido.
tabla 3: Análisis costo del mejoramiento de polímero reciclado-PET	¡Error! Marcador no definido.
tabla 4: Análisis costo del mejoramiento con Cal	¡Error! Marcador no definido.
tabla 5: Análisis costo del mejoramiento con polímero reciclado- PET y Cal	¡Error! Marcador no definido.
tabla 6: Análisis costo del mejoramiento con polímero reciclado- PET y Cal	¡Error! Marcador no definido.
tabla 7: Resultados de CBR con polímeros al 1%	¡Error! Marcador no definido.
tabla 8: Resultados de CBR con polímeros al 1%	¡Error! Marcador no definido.
tabla 9: Dimensiones adecuadas del polímero	¡Error! Marcador no definido.
tabla 10: Resultados de CBR al 95% DMS con diferentes % de PR	¡Error! Marcador no definido.
tabla 11: Resumen de resultados de CBR	¡Error! Marcador no definido.
tabla 12: Determinación del % adecuado	¡Error! Marcador no definido.
tabla 13: Resultados de CBR al 95% DMS con diferentes % de PR	¡Error! Marcador no definido.
tabla 14: Resumen de resultados de CBR al 95% DMS	¡Error! Marcador no definido.
tabla 15: Determinación del % adecuado	¡Error! Marcador no definido.
tabla 16: Analisis mecanico por tamizado	¡Error! Marcador no definido.
tabla 17: Ensayo del limited liquido de la calicata 1	¡Error! Marcador no definido.
tabla 18: Ensayo del limited plastico de la calicata 1	¡Error! Marcador no definido.
tabla 19: Analisis mecanico por tamizado de la calicata 2	¡Error! Marcador no definido.
tabla 20: Ensayo del limited liquido 1 de la calicata 2	¡Error! Marcador no definido.
tabla 21: Ensayo del limite plastico 1 de la calicata 2	¡Error! Marcador no definido.
tabla 22: Analisis mecanico por tamizado de la calicata 3	¡Error! Marcador no definido.
tabla 23: Ensayo del limite liquido	¡Error! Marcador no definido.
tabla 24: Ensayo del limite plastico	¡Error! Marcador no definido.

tabla 25: Análisis mecánico por tamizado calicata 4	¡Error! Marcador no definido.
tabla 26: Ensayo del límite liquido de la calicata 4	¡Error! Marcador no definido.
tabla 27: Ensayo del limite plástico de la calicata 4	¡Error! Marcador no definido.
tabla 28: Análisis mecanico por tamizado en la calicata 5	¡Error! Marcador no definido.
tabla 29: Ensayo del límite liquido de la calicata 5	¡Error! Marcador no definido.
tabla 30: Ensayo del límite plástico de la calicata 5	¡Error! Marcador no definido.
tabla 31: Análisis mecánico por tamizado de la calicata 6	¡Error! Marcador no definido.
tabla 32: Ensayo del límite liquido de la calicata 6	¡Error! Marcador no definido.
tabla 33: Ensayo del límite plástico de la calicata 6	¡Error! Marcador no definido.
tabla 34: Compactación de la calicata 1	¡Error! Marcador no definido.
tabla 35: Compactación de la calicata 2	¡Error! Marcador no definido.
tabla 36: Compactación de la calicata 3	¡Error! Marcador no definido.
tabla 37: Compactación de la calicata 4	¡Error! Marcador no definido.
tabla 38: Compactación de la calicata 5	¡Error! Marcador no definido.
tabla 39: Compactación de la calicata 6	¡Error! Marcador no definido.
tabla 40: Registro de excavacion 1	¡Error! Marcador no definido.
tabla 41: Informe de ensayo	¡Error! Marcador no definido.
tabla 42: Analisis mecanico por tamizado	¡Error! Marcador no definido.
tabla 43: Ensayo del limited liquido	¡Error! Marcador no definido.
tabla 44: Ensayo del limited liquido	¡Error! Marcador no definido.
tabla 45: Humeda natural	¡Error! Marcador no definido.
tabla 46: Compactacion	¡Error! Marcador no definido.
tabla 47: Compactacion de la calicata 2	¡Error! Marcador no definido.
tabla 48: Determinación de porcentaje de sal	¡Error! Marcador no definido.
tabla 49: Informe de ensayo	¡Error! Marcador no definido.
tabla 50: Determinacion del limite plastico e indice de plasticidad	¡Error! Marcador no definido.
tabla 51: Determinacion del limite liquido de los suelos	¡Error! Marcador no definido.

tabla 52: Etapa de compactacion	¡Error! Marcador no definido.
tabla 53: Etapa de absorcion	¡Error! Marcador no definido.
tabla 54: Etapa de expansion	¡Error! Marcador no definido.
tabla 55: Golpes 1	¡Error! Marcador no definido.
tabla 56: Informe de ensayo	¡Error! Marcador no definido.
tabla 57: Etapa de compactacion	¡Error! Marcador no definido.
tabla 58: Etapa de absorcion	¡Error! Marcador no definido.
tabla 59: Etapa de expansion	¡Error! Marcador no definido.
tabla 60: Golpes 2	¡Error! Marcador no definido.
tabla 61: Porcentaje de cal y su respectivo pH	¡Error! Marcador no definido.
tabla 62: Curva de compactación suelo más cal	¡Error! Marcador no definido.
tabla 63: Resultados de CBR con cal	¡Error! Marcador no definido.
tabla 64: CBR suelo- cal al 95% DMS	¡Error! Marcador no definido.
tabla 65: Resultados de CBR suelo- cal más polímeros	¡Error! Marcador no definido.
tabla 66: Resumen de resultados de CBR al 95% DMS	¡Error! Marcador no definido.

Figuras

figura 1: Identificación de las calles del distrito de la Victoria que tengan baja capacidad portante.....	¡Error! Marcador no definido.
figura 2: Cuadro comparativo tramo 1	¡Error! Marcador no definido.
figura 3: Cuadro comparativo tramo 2	¡Error! Marcador no definido.
figura 4: valor del CBR al 95% de la densidad máxima seca para cada ensayo realizado (a)(b)(c)(d)(e)(f).....	¡Error! Marcador no definido.
figura 5: Relación del valor de CBR con las dimensiones del polímero.	¡Error! Marcador no definido.
figura 6: Relación del valor de CBR con las dimensiones del polímero.	¡Error! Marcador no definido.
figura 7: Relación del valor de CBR y el % de aditivo.	¡Error! Marcador no definido.
figura 8: Relación del valor de CBR y el % de aditivo.	¡Error! Marcador no definido.
figura 9: Relación del valor de CBR con el % adecuado de polímeros ..	¡Error! Marcador no definido.
figura 10: Curva granulométrica 1 de la calicata 1	¡Error! Marcador no definido.
figura 11: Curva granulométrica 2 de la calicata 1	¡Error! Marcador no definido.
figura 12: Grafico de limited liquido de la calicata 1	¡Error! Marcador no definido.
figura 13: Curva granulométrica 1 de la calicata 2	¡Error! Marcador no definido.
figura 14: Curva granulométrica 2 de la calicata 2	¡Error! Marcador no definido.
figura 15: Grafico de limited liquido 1 de la calicata 2	¡Error! Marcador no definido.
figura 16: Curva granulométrica 1 de calicata 3.....	¡Error! Marcador no definido.
figura 17: Curva granulométrica 2 de calicata 3.....	¡Error! Marcador no definido.
figura 18: Grafico de limite liquido	¡Error! Marcador no definido.
figura 19: Curva granulométrica 1 de calicata 4.....	¡Error! Marcador no definido.
figura 20: Curva granulométrica 2 de calicata 4.....	¡Error! Marcador no definido.
figura 21: Grafico de limite liquido de calicata 4.....	¡Error! Marcador no definido.

figura 22: Curva granulométrica 1 de la calicata 5 **¡Error! Marcador no definido.**

figura 23: Curva granulométrica 2 de la calicata 5 **¡Error! Marcador no definido.**

figura 24: Grafico de limite liquido de la calicata 5 **¡Error! Marcador no definido.**

figura 25: Curva granulométrica 1 de la calicata 6 **¡Error! Marcador no definido.**

figura 26: Curva granulométrica 2 de la calicata 6 **¡Error! Marcador no definido.**

figura 27: Grafico de limite liquido de la calicata 6 **¡Error! Marcador no definido.**

figura 28: Contenido de húmeda vs densidad seca en la calicata 1 **¡Error! Marcador no definido.**

figura 29: Contenido de húmeda vs densidad seca en la calicata 2 **¡Error! Marcador no definido.**

figura 30: Contenido de húmeda vs densidad seca en la calicata 3 **¡Error! Marcador no definido.**

figura 31: Contenido de húmeda vs densidad seca en la calicata 4 **¡Error! Marcador no definido.**

figura 32: Contenido de húmeda vs densidad seca en la calicata 5 **¡Error! Marcador no definido.**

figura 33: Contenido de húmeda vs densidad seca en la calicata 5 **¡Error! Marcador no definido.**

figura 34: Ensayo C.B.R **¡Error! Marcador no definido.**

figura 35: Curva granulometrica **¡Error! Marcador no definido.**

figura 36: Grafico del límite liquido **¡Error! Marcador no definido.**

figura 37: Contenido de humeda vs densidad seca **¡Error! Marcador no definido.**

figura 38: Contenido de humeda vs densidad seca **¡Error! Marcador no definido.**

figura 39: Carta de palasticidad de Casagrande **¡Error! Marcador no definido.**

figura 40: Grafico de limite liquido **¡Error! Marcador no definido.**

figura 41: Contenido de humedad vs densida seca **¡Error! Marcador no definido.**

figura 42: Proyecto de investigación 1 **¡Error! Marcador no definido.**

figura 43: Proyecto de investigación 2	¡Error! Marcador no definido.
figura 44: Calculo del % de cal adecuado	¡Error! Marcador no definido.
figura 45: Curva de compactación suelo más cal	¡Error! Marcador no definido.
figura 46: Curva CBR	¡Error! Marcador no definido.
figura 47: Curva CBR	¡Error! Marcador no definido.

RESUMEN

El presente Estudio tiene como objetivo general “Mejoramiento de subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de polímero reciclados en el distrito de la Victoria, 2020”.

Esta tesis está empleando el uso de polímeros reciclados en el Distrito de la Victoria, que es el más completa, que es uno de los métodos disponibles de Mejoramiento de Subrasante, que consiste en emplear el polímero que es un compuesto que tiene una mejor estructura que permite mejorar el subrasante de determinadas calles del Distrito, esto quiere decir que, especifica, en una escala del cero al cien, si la carpeta asfáltica está en estado excelente, muy bueno, bueno, regular, malo, muy malo o fallado.

Se emplearon en este estudio las siguientes técnicas e instrumentos de la Recolección de Datos, Análisis de Datos, Experimento e instrumento electrónico.

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de suelos y materiales de la escuela de Ingeniería Civil, la subrasante evaluada se dividió en tramos según sus características físicas. Se eligió el tipo de estabilizador según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones de los 8 tipos de estabilizadores que recomiendan solo se escogió uno, que se adaptó a las características de suelo a mejorar, para después compararlo con los resultados obtenidos del mejoramiento con los polímeros reciclados.

En los resultados que se consiguieron la Subrasante con presencia importante de arcilla, presenta algunas características particulares que conllevan a tener una baja capacidad portante e inestabilidad volumétrica.

Con el empleo y adición de polímeros reciclados obtenidos de las botellas descartables solo se mejora las propiedades físicas mecánicas del suelo como material para subrasante.

Palabras Claves: Subrasante, portante, polímero, capacidad, reciclado.

ABSTRAC

The present Study has as a general objective "Improvement of sub-carriers of low bearing capacity through the use of recycled polymer in the district of Victoria, 2020".

This thesis is using the use of recycled polymers in the Victoria District, which is the most complete, which is one of the available methods of Subgrade Improvement, which consists in using the polymer that is a compound that has a better structure than allows to improve the subgrade of certain streets of the District, this means that, specifies, on a scale of zero to one hundred, if the asphalt folder is in excellent condition, very good, good, regular, bad, very bad or failed.

The following techniques and instruments of Data Collection, Data Analysis, Experiment and electronic instrument were used in this study.

The tests were carried out in the soil and materials laboratory of the School of Civil Engineering, the evaluated subgrade was divided into two sections according to their physical characteristics. The type of stabilizer was chosen according to the Ministry of Transportation and Communications of the 8 types of stabilizers that recommend only one was chosen, which was adapted to the soil characteristics to be improved, and then compared with the results obtained from the improvement with recycled polymers.

In the results that the Subgrade was achieved with an important presence of clay, it presents some particular characteristics that lead to having a low bearing capacity and volumetric instability.

With the use and addition of recycled polymers obtained from disposable bottles, only the physical physical properties of the soil as a subgrade material are improved.

Keywords: Subgrade, bearing, polymer, capacity, recycling.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Internacional

Contamos con las siguientes problemáticas:

En Colombia, La construcción de calles es una de las actividades de mayor incidencia e impacto en la realización de obras de infraestructura y ciertamente es uno de los rubros que contribuye de manera más eficaz y eficiente en el mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades.

Para el desarrollo de toda población se viene construyendo carreteras de pavimentos y a nivel de afirmado, en muchas de estas obras se encuentran terrenos de fundación de baja capacidad portante, el cual necesita ser mejorado o cambiado por otro material que cumpla los parámetros exigidos , actualmente para el mejoramiento de subrasante se adicionan cal, cementos, escoria, cloruro de sodio, cloruro de calcio, cloruro de magnesio, productos asfálticos y también se puede estabilizar con geo sintéticos, según el tipo de suelo y la importancia de la vía.(Perez,2014)

En Chile, Si hablamos de la red vial nacional en Chile existen constantes problemas en el estado actual de las carreteras no pavimentadas y en el mantenimiento de las pavimentadas, debido a las limitaciones técnicas constructivas de los sistemas convencionales que permanecen en el mercado y así como la carencia de materiales adecuados para la construcción de la carpeta asfáltica; así mismo sabemos que en el sector construcción de nuestro país, es requerido e indispensable contar con una metodología (de diseño y construcción) que sea duradera y al mismo tiempo económica para reducir costos y ampliar el tiempo de vida útil del pavimento, en tal sentido se comienza con la búsqueda e investigación de técnicas que consignan la estabilización o mejora de la mezcla asfáltica (agregados, asfalto, filler, etc). (Chávez, 2017)

Para el caso de Venezuela, El incremento del volumen de transporte por carretera unido al crecimiento de la economía y a las necesidades de los usuarios en el ámbito de la movilidad es la causa principal de la creciente congestión de las infraestructuras viales y del aumento del consumo de energía; así como una fuente de problemas medioambientales y sociales. Además de los problemas de congestionamiento y de inseguridad asociados al transporte, existen otros problemas de menor importancia que reflejan las carencias por el uso ineficiente de la infraestructura, provocando así

pérdidas de productividad.

Estos problemas están relacionados con la búsqueda de un lugar para estacionar, detenerse a pagar en una caseta de peaje o detenerse a verificar el peso de un vehículo o mercancía transportada, etc. De este modo, la mejora de la movilidad y el transporte afecta directamente el desarrollo de la economía y la mejora de la competitividad de una nación. (Lopez,2015)

Nacional

Contamos con las siguientes problemáticas:

En Lima, las vías se encuentran deterioradas o en algunos casos sin asfaltar y sin mantenimiento en un estado de olvido. De acuerdo con un informe de Provías Nacional, “las carreteras departamentales asfaltadas poseen los 2.340 km, de un total de 24.235 km. Esto equivale a solo 9,7% de avance. Los otros más de 20.000 km son trochas en pésimo estado o caminos nivelados”

El Pavimento de una carretera está sujeto a la acción continua del tráfico y de la meteorología. Estos dos factores junto con la inadecuada pavimentación y el envejecimiento natural de los materiales hacen que el pavimento sufra progresivamente deterioros lo cual conlleva a un menor periodo de vida útil. (Silvestre, 2017)

En Huancavelica, En algunas carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, el suelo de fundación es limo-arcilloso y por lo general su capacidad portante es baja y la subrasante está categorizada como un So o S 1 con un CBR menor al 6% y que requiere ser mejorada o cambiada. Es el caso de la carretera no pavimentada Paucará- Paccho Molinos que en tramos presenta subrasantes limo arcilloso y que requieren ser mejoradas con cualquier método sugerido por el MTC, o por el método que se plantea en la presente investigación, que es el mejoramiento de la capacidad portante con la adición de polímeros reciclados. (Ramos Gabriel,2014)

En Trujillo, Los pavimentos en la ciudad de Trujillo son diversas, y van desde procesos constructivos o estudios técnicos deficientes Estamos convencidos que no; como sabemos el asfalto por su propia naturaleza son difíciles de reciclar, por lo que cada vez que se realiza un parchado del pavimento, el material extraído es desechado lo que significa una pérdida económica para la ciudad.

Se desconocen las cifras actuales de la cantidad de dinero invertida en el parchado

de calles dentro de la ciudad; sin embargo, y por lo que se observa a diario, la mayoría de calles son parchadas o necesitan una rehabilitación antes que cumplan un año después de su inauguración. (Rojas,2012)

Local

En general, las condiciones presentadas. Prácticamente, la totalidad de las fallas ocurridas en las últimas décadas en los pavimentos del departamento de Lambayeque se ha producido por problemas de agrietamiento. Es, pues, indispensable mirar el problema desde esta perspectiva y hacer algunas reflexiones sobre el comportamiento de los pavimentos y su interacción con las vías de Chiclayo.

Los pavimentos en la ciudad de Chiclayo son diversos, y van desde procesos constructivos o estudios técnicos deficientes. Estamos convencidos que no; como sabemos el asfalto por su propia naturaleza son difíciles de reciclar, por lo que cada vez que se realiza un parchado del pavimento, el material extraído es desechado lo que significa una pérdida económica para la ciudad.

Se desconocen las cifras actuales de la cantidad de dinero invertida en el parchado de calles dentro de la ciudad; sin embargo, y por lo que se observa a diario, la mayoría de calles son parchadas o necesitan una rehabilitación antes que cumplan un año después de su inauguración. (Infante & Vásquez, 2016)

1.2. Formulación del Problema

¿Se podrá mejorar la capacidad portante del nivel de subrasante mediante el uso de polímeros reciclados en el distrito de la Victoria,2020?

1.3. Hipótesis

El uso de polímeros reciclados mejorará la resistencia del nivel de subrasante en las calles del distrito La Victoria.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Mejoramiento de subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de polímero reciclados en el distrito de la Victoria, 2020.

1.4.2. Específicos

Se cuenta con los siguientes objetivos específicos:

- ✓ Identificar las calles del distrito de la Victoria que tengan baja capacidad portante.
- ✓ Determinar la clasificación y empleo adecuado de los polímeros reciclados para el mejoramiento de la capacidad portante en la subrasante en las calles del distrito la Victoria.
- ✓ Establecer las propiedades mecánica y físicas que influyen en la baja capacidad portante de resistencia del nivel de subrasante en las calles del distrito de la Victoria.
- ✓ Diseñar para determinar la capacidad portante, a través de ensayos.
- ✓ Evaluar los resultados obtenidos y verificar la efectividad del manual de diseño según MTC 2016.
- ✓ Proponer recomendaciones económicas entre la diferencia entre el empleo de polímeros reciclados y el recomendado por el ministerio de transporte y comunicaciones.

II. BASES TEÓRICAS

2.1. Antecedentes

Se presentan los siguientes antecedentes.

- **INTERNACIONAL**

Gutiérrez, A. (2015), con su tesis titulada: **“Evaluación de estructuras de pavimento flexible usando técnicas no destructivas utilizando el Deflectometro de impacto ó FWD (FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER)”**, tesis para optar el Título de Ingeniería Civil, tesis que presento en la Universidad Nacional de Colombia, tipo de investigación cuantitativa. Tiene como problemática el uso de técnica no destructivas de pavimento flexible de los países seleccionados y cuan favorables son. Esta tesis tiene como objetivo comparar la norma española, la norma argelina, la norma costarricense y la norma peruana. en función a una estructura que se escogió, para así lograr tener un mayor entendimiento de un comportamiento de estructura de pavimento flexible.

Los resultados que se obtuvieron se determinó el comportamiento de las estructuras de pavimento flexible en la ciudad de Bogotá D.C. en términos de su capacidad estructural, conocido como número estructural según la metodología AASHTO-93 y

compararlo con metodologías de análisis de diseño de pavimentos más recientes, así como también el comportamiento mecánico de cada una de las capas que conforman la estructura de pavimento flexible en condición nueva bajo la acción de cargas dinámicas.

Al finalizar se recomienda un estudio más a profundidad de la normativa costarricense y argelina, ya que son las que presentan mayores costos y la relación precio/calidad no es favorable. La relevancia de la investigación es netamente teórica, ya que se realizan estudios para verificar la efectividad de las normas al ser aplicadas a una misma estructura.

Laica, J. (2016), con su tesis titulada: **“Influencia de la inclusión de polímero reciclado (caucho) en las propiedades mecánicas de una sub base”**, tesis para optar el Título de Ingeniería Civil, tesis presentada en Universidad Técnica de Ambato- Ecuador, tipo de investigación cuantitativa. Tiene como problemática la importancia de diseño de pavimento flexible de los países seleccionados y cuan favorables son. Esta tesis tiene como objetivo mejorar las propiedades mecánicas de una sub base (clase 3) mediante la inclusión de polímero reciclado (caucho).

Los resultados que se obtuvieron para la ejecución de la presente investigación se empezaron recolectando los materiales necesarios, como la Sub base y el polímero reciclado, primeramente se analizaron las propiedades Físico-Mecánicas de la Sub basen para determinar si el material cumple con los parámetros establecidos por la normas AASHTO Y ASTM, el material se obtuvo de la Constructora Alvarado Ortiz, ubicada en Arq. LeCorbusier y Sócrates, también fue necesario la recolección de polímero reciclado caucho de Proneumacosa, ubicada en la Panamericana Norte Km 12 Sector “La Avelina”.

Al finalizar se compararon los resultados obtenidos tanto de la muestra en condición natural como de la muestra con adición de caucho en diferentes porcentajes y se estableció que a medida que vamos aumentando caucho a nuestra Sub base nuestra resistencia va disminuyendo considerablemente.

Genaro José Altamirano Navarro (2015). Con su tesis titulada: **“Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas”**, proyecto de investigación para obtener el grado de bachiller de Ingeniero Civil, proyecto que se presentó en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, tipo de investigación cuantitativa,

Los resultados que se realizó se estabilizó los suelos cohesivos de las vías en la comunidad San Isidro del Pegón, municipio de Potosí departamento Rivas, con una mezcla de cal hidratada, se obtuvo una mejora significativa en cuanto a la plasticidad, densidad de compactación; se aumentó la humedad requerida en este proceso debido a la reacción exotérmica producida entre la cal y la arcilla, se aumentó significativamente la capacidad de soporte del suelo. Se sabe que la cal ayuda al suelo a disminuir la plasticidad, pudiendo decir que la propiedad mecánica para estabilizar el suelo es excelente.

- **NACIONAL**

Auccahuaqui, I. & Corahua, R. (2016). Con su tesis titulada: **“Evaluación del Sistema de Pavimentos Flexibles en la Prolongación Av. La Cultura tramo (4to Paradero de San Sebastián – Grifo Mobil de San Jerónimo)”**, tesis para optar el título de Ingeniería Civil, que se presentó en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, tipo de investigación cuantitativa. Tiene como problemática, evaluar el estado actual del pavimento flexible, donde se ha observado un gran número de deformaciones (Ahuellamiento) de su carpeta de rodadura. Esta vía estructural es de suma importancia ya que es usada como entrada y salida de la ciudad, la cual ha sido repavimentada hace cuatro años y en este tiempo ha presentado diversas fallas, donde el ahuellamiento es el predominante, lo que nos ha llevado a evaluar mediante los ensayos: de CBR in situ (resistencia al corte), Marshall (fluidez y estabilidad), contenido de asfalto; y el re cálculo del ESAL, para determinar el motivo de sus deformaciones.

Los resultados obtenidos fue comparada para su validez con las normas nacionales vigentes, siendo que el paquete estructural: en cuanto al porcentaje de asfalto en la carpeta de rodadura está dentro de los parámetros establecidos, por otra parte la fluidez de las tres muestras analizadas solo una está dentro de los parámetros permitidos y en su estabilidad los ejemplares analizadas todos están por encima de lo permitido; sin embargo en cuanto a la resistencia al corte de la base y sub base los valores obtenidos mediante el CBR in Situ están por debajo de las condiciones estipuladas; en relación a los espesores.

Al final se concluye que el paquete estructural: en cuanto a la carpeta de rodadura tiene un contenido de asfalto en promedio del 7.14% y esto debería hacer que la vía funcione en óptimas condiciones, por otra parte, la estabilidad se encuentra por

encima de 816 kg ya que contando con estos valores el pavimento debe ser rígido y durable; en cuanto a la resistencia al corte de la base (promedio 30%) y sub base (promedio 7%) al no cumplir con el CBR in Situ siendo este el principal motivo que genera las deformaciones probablemente a una deficiente compactación y aspectos **constructivos**; en cuanto a los espesores, la carpeta de rodadura con ayuda del ESAL recalculado tiene un espesor de 4" que cumplen para el volumen vehicular actual. Por lo tanto, se sugiere realizar un control de calidad del proceso constructivo para este tipo de infraestructuras viales, así como.

Minaya, C. (2017), Con su tesis titulada: **“Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de Lima-2017”**, para optar el Título de Ingeniería Civil, que se presentó en la Universidad Nacional de Ingeniería Civil, tipo de investigación Cuantitativa.

Los resultados se analizó grupos de ensayo asfáltico como instrumento, por un lado, el grupo de control que una mezcla asfáltica convencional y como grupo experimental una mezcla asfáltica modificada con plástico reciclado. Según los resultados obtenidos en la parte experimental, si la mezcla asfáltica experimental presenta una leve reducción en el flujo de con respecto a la mezcla de control, lo cual indica que además de proporcionar propiedades elásticas a la mezcla, también aporta rigidez, obteniendo una mezcla con dos cualidades muy importantes para la resistencia ante las deformaciones permanentes. Por otro lado, económicamente, Se puede observar que el porcentaje de incidencia del cemento asfáltico modificado con el PET es de.

Se finalizó, el costo total de producción por m³ de mezcla asfáltica modificada es más económica, representando un menor costo en comparación al costo de la mezcla asfáltica tradicional.

Infante, C. & Vásquez, D. (2016), En su tesis titulada: **“Estudio comparativo del método convencional y uso de los Polímeros EVA y SBS en la aplicación de mezclas asfálticas”**. Para optar el Título de Ingeniería Civil, que se presentó en la Universidad Científica del Sur, tipo de Investigación Cuantitativa. Tiene como problemática analizar comparativamente las mezclas asfálticas convencionales y las modificadas con polímero EVA y SBS, en su comportamiento mecánico; demostrar si los polímeros mejoran las propiedades mecánicas del asfalto modificado en relación con el asfalto convencional. Se especifican el uso del asfalto PEN 60-70 y

agregados provenientes de la planta de asfalto “La Pluma” perteneciente al Gobierno Regional Lambayeque. Para el desarrollo de la investigación, se logró utilizar los polímeros EVA y SBS y elegir convenientemente la mezcla analizando aspectos técnicos y económicos.

El resultado se determinó que en el diseño de mezclas de asfalto convencional el porcentaje óptimo de asfalto es 5 % para Transito Liviano y 5.3 % para Tránsito Pesado.

Se concluyó que los porcentajes de polímeros que se adiciono a la mezcla asfáltica en la investigación, son técnica y económicamente los óptimos y están demostrados mediante los ensayos que se realizó en laboratorio, siendo descritos en el capítulo IV Análisis e interpretación de Resultado.

- **LOCAL**

Ramos Hinojosa, Gabriel J. (2014) En su tesis titulada: “**Mejoramiento de Subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de Bolsas de Polietileno reciclados en carreteras de Pomalca**”. Para optar el Título de Ingeniería Civil, que se presentó en la Universidad Cesar Vallejo, tipo de Investigación Cuantitativa. Tiene como problemática la baja capacidad portante que están al menor al 6% su CBR de estudios de suelos que se encontraron en varios puntos críticos de la carretera de Pomalca.

Se obtuvieron los resultados un análisis de costos unitarios nos muestra que, en términos económicos, no hay un “ahorro” durante la ejecución de un proyecto de pavimentación, no obstante, se extiende la vida útil del pavimento, permitiendo economizar gastos en la etapa de Operación y Mantenimiento. Kraton Performance Polymers, empresa productora de polímeros; ha dado una solución para extender la duración y reducir costos y recursos a la hora de construir y renovar las carreteras, agregando polímeros al pavimento. La Universidad Técnica de Delft, en Holanda, demostró mediante ensayos y modelamientos, mejoras en el comportamiento de los pavimentos modificados. En el 2011, los estados de Minnesota, New Hampshire y Vermont llevaron a cabo proyectos de demostración, como parte del programa de pavimentado de superficies delgadas, todas las mezclas utilizaron un aglutinante asfáltico con un 7.5 % de polímero HIMA.

Se concluyó que el porcentaje de CBR de un polímero mejora a nivel de subrasante en todos los puntos críticos de la carretera Pomalca.

2.2. Marco teórico

- **VARIABLE DEPENDIENTE:**

SUBRASANTE

La subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento.

La subrasante es el asiento directo de la estructura del pavimento y forma parte del prisma de la carretera que se construye entre el terreno natural allanado o explanado y la estructura del pavimento.

La subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportara la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactadas por capas para constituir un cuerpo estable en optimo estado, de tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que proviene del tránsito. (Chapoñán & Quispe, 2017)

La subrasante debe tener las siguientes propiedades de:

- Resistencia
- Drenaje
- Fácil compactación
- Estabilidad volumétrica (Calle & Arce, 2018)

La preparación del suelo que hará la función de la sub rasante, consiste en una serie de operaciones previas, cuya ejecución es necesaria y muy importante para cimentar la colocación de la capa de sub-base sobre la subrasante.

De los factores mencionados a considerar en el diseño del pavimento, la problemática planteada en la presente investigación radica en la subrasante debido a que presenta un suelo arcilloso y con ello conlleva a una serie de problemas como la expansión y la baja capacidad portante que presenta.

(Ministerio de Tansportes y Comunicaciones, 2016) afirman que:

Con frecuencia el ingeniero debe enfrentarse con suelos que tiene que utilizar para una obra determinada y cuyas características le obligan a tomar una de las siguientes posibles decisiones:

- Aceptar el material como se encontrará, pero teniendo en cuenta en el diseño las restricciones impuestas por su calidad.
- Eliminar el material insatisfactorio o abstenerse de usarlo, sustituyéndolo por otro de características adecuadas.
- Modificar. las propiedades del material existente para hacerlo capaz de cumplir en

mejor forma los requisitos deseados o cuando menos que la calidad obtenida sea la deseada.

Las propiedades importantes para analizar en la subrasante son las propiedades físicas (granulometría, límites de consistencia, densidad, contenido de agua), propiedades de rigidez (módulo resiliente, módulo de elasticidad, CBR), propiedades hidráulicas (coeficiente de drenaje, permeabilidad, coeficiente de expansión). (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

Según el CBR se identificarán seis categorías de subrasante (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

- SO: Subrasante Inadecuada CBR < 3%
- S1: Subrasante pobre CBR = 3%-5%
- S2: Subrasante regular CBR = 6 - 10%
- S3: Subrasante buena CBR = 11 - 19%
- S4: Subrasante muy buena CBR = 20 - 29%
- S5: Subrasante Excelente CBR > 30%

Se considerarán como materiales aptos para la coronación de la subrasante suelos con CBR igual o mayor de 6%.

- **VARIABLE INDEPENDIENTE:**

- **POLIMEROS RECICLADOS**

- Son sustancias macromoleculares o sintéticas, obtenidas a partir de moléculas más sencillas por reacciones poliméricas. Por consiguiente, un polímero es un compuesto con elevado peso molecular, cuya estructura se representa por la repetición de pequeñas unidades. . (Infante & Vásquez, 2016)

- **1. PET o PETE (tereftalato de polietileno).** Este es uno de los plásticos reciclados con más frecuencia por los consumidores. Incluyen algunas botellas de refrescos, botellas de agua de plástico, tarros de mantequilla, envolturas de plástico y botellas de aderezo para ensaladas.

- **2. HDPE (polietileno de alta densidad).** Este tipo de plástico reciclable es también con frecuencia reciclado por los consumidores. Los plásticos incluidos en esta categoría incluyen algunos cartones de leche de plástico, botellas de jugo, botellas de champú y envases de detergente líquido. (Infante & Vásquez, 2016)

3. PVC (policloruro de vinilo). Este tipo de plástico reciclable es menos aceptado en los centros de reciclaje local. Se encuentra en una serie de paquetes de alimentos, envases de detergente líquido, y muchas aplicaciones incluyendo la construcción de los conos de tráfico.

4. LDPE (Polietileno de baja densidad). Este tipo de plástico reciclable, se utiliza en algunos empaques de pan y bolsas de comida congelada, botes de basura y bolsas de basura.

5. PP (Polipropileno). Un plástico de uso común en la industria del automóvil y la construcción, son plásticos que también son reciclables e incluyen algunas cubiertas para baterías de automóvil, embudos de petróleo y pajitas de plástico para beber.

6. PS (Poliestireno). También un tipo poco común de plástico reciclable, este tipo de plástico incluye empaques de espumas, cubiertos de plástico, protección para el embalaje de productos electrónicos y juguetes.

7. Otros. Algunos tipos de plástico no se pueden reciclar, ya que comúnmente se hacen con una combinación de los últimos seis tipos de plástico, o con un tipo de plástico que no esté dentro de los seis anteriores. Aquí se incluye el plástico reciclable de las botellas reutilizables de galón de agua. (Infante & Vásquez, 2016)

2.3. Definición de Términos

- **Polímeros reciclados:**

- a) Definición:

Es un polímero no renovable, proveniente del petróleo y procesado con el antimonio para obtener el PET (Tereftalato de Polietileno) en pequeñas partículas.

- b) Tipos de botellas de plástico y su reciclaje:

1. PET o PETE (tereftalato de polietileno). Este es uno de los plásticos reciclados con más frecuencia por los consumidores. Incluyen algunas botellas de refrescos, botellas de agua de plástico, tarros de mantequilla, envolturas de plástico y botellas de aderezo para ensaladas.

2. HDPE (polietileno de alta densidad). Este tipo de plástico reciclable es también con frecuencia reciclado por los consumidores. Los plásticos incluidos en esta categoría incluyen algunos cartones de leche de plástico, botellas de jugo, botellas de champú y envases de detergente líquido. (Infante & Vásquez, 2016)

3. PVC (policloruro de vinilo). Este tipo de plástico reciclable es menos aceptado en los centros de reciclaje local. Se encuentra en una serie de paquetes de alimentos, envases de detergente líquido, y muchas aplicaciones incluyendo la construcción de los conos de tráfico.

4. LDPE (Polietileno de baja densidad). Este tipo de plástico reciclable, se utiliza en algunos empaques de pan y bolsas de comida congelada, botes de basura y bolsas de basura.

5. PP (Polipropileno). Un plástico de uso común en la industria del automóvil y la construcción, son plásticos que también son reciclables e incluyen algunas cubiertas para baterías de automóvil, embudos de petróleo y pajitas de plástico para beber.

6. PS (Poliestireno). También un tipo poco común de plástico reciclable, este tipo de plástico incluye empaques de espumas, cubiertos de plástico, protección para el embalaje de productos electrónicos y juguetes.

7. Otros. Algunos tipos de plástico no se pueden reciclar, ya que comúnmente se hacen con una combinación de los últimos seis tipos de plástico, o con un tipo de plástico que no esté dentro de los seis anteriores. Aquí se incluye el plástico reciclable de las botellas reutilizables de galón de agua. (Infante & Vásquez, 2016)

- **Subrasante:**

De acuerdo al Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones la subrasante se define como la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se colocará la estructura del pavimento o afirmado.

De acuerdo al Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones indica que los suelos que se encuentren ubicados debajo del nivel superior de la subrasante, en una profundidad menor de 0.60 m deberán ser suelos adecuado y estables con $CBR > 6$. Cuando el suelo presente $CBR < 6$, se tendrá que realizar una estabilización planteando alternativas de acuerdo a la naturaleza del suelo.

La subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, donde se asentará el pavimento, y debe estar conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado, de tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que proviene del tránsito. Se identifican 6 categorías de subrasante de acuerdo al Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos. (Ministerio de Tansportes y Comunicaciones, 2016)

III. METODOLOGÍA

3.1. Identificación de Variables

Variable dependiente:

La baja capacidad portante a nivel de subrasante en las calles del distrito de la Victoria

Variable independiente:

El aumento del CBR empleando polímeros reciclados

3.2. Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Subindicadores	Técnicas de recolección de información	Instrumentos de recolección de información	Métodos de análisis de datos	Escala de medición
Variable Dependiente	“La subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, para constituir un cuerpo estable” (MTC,2016)	“En una profundidad menor de 0.60 m deberán ser suelos adecuado y estables con CBR>6 acuerdo a la naturaleza del suelo”	Capacidad Portante	Ensayo de CBR	Análisis Granulométrico	Análisis de Datos	Instrumento Electrónico	Cuantitativo	Ordinal
					Resistencia				
La baja capacidad portante a nivel de subrasante en las calles del distrito de la Victoria					Limite Líquido				
					Limite Líquido				
Variable Independiente	“Es un polímero no renovable, proveniente del petróleo y procesado con el antimonio para obtener el PET (Tereftalato de Polietileno) en pequeñas partículas” (Infante & Vásquez,, 2014)	" Los polímeros, una vez dispersos en el asfalto, , creando un reticulado que confiere propiedades relevantes de elasticidad al asfalto modificado”. (Infante & Vásquez, 2016)	Clasificación de Polímeros Reciclados	Clasificación de PET	Diseño	Experimento	Instrumento Electrónico	Cuantitativo	Ordinal
					Materiales				
El aumento del CBR empleando polímeros reciclados.			Capacidad Portante	Ensayo de CBR	Cortantes				
					Derivas				

3.3. Metodología

En este estudio la metodología que se empleará es de tipo cuantitativa ya que se pueden cuantificar los objetivos específicos.

3.4. Tipo de estudios

El tipo de enfoque cuantitativo, para Hernández et al. (2010) se interpreta de la siguiente forma:

Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar o eludir” pasos, el orden es riguroso, aunque, desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea, que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se desarrolla un plan para probarlas.

Por lo tanto, dado el tipo de estudio que estamos realizando en este trabajo, se establece que se trata de una investigación de tipo Cuantitativa.

3.5. Diseño

Para Hernández et al. (2010). “Los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula” (p.122). Por consiguiente, dado que estamos desarrollando un tema en el cual manipulamos la variable independiente, sobre la variable independiente, se determina que se trata sobre un Diseño de tipo Experimental.

3.6. Población, Muestra y Muestreo

Población:

Calles no Pavimentadas del Distrito de la Victoria

Muestra:

La calle siguiente:

- La Calle Carabelas y Av. Atenor Orrego
- La Calle 12 de Octubre y Av. Atenor Orrego
- La Calle Ollantay y Av. Atenor Orrego

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas:

Entonces. Con el propósito de obtener datos, se utiliza una gran serie de técnicas (Hernández et al., 2010). En este caso se cuenta con las siguientes:

- **Análisis de Datos**

En este caso, se plantea el análisis de datos como técnica, ya que se precisa de esta para la comparación de los parámetros que se obtendrán.

- **Experimento**

El experimento en esta circunstancia hace referencia a la aplicación de las normas a la vivienda seleccionada, para así determinar los parámetros.

Instrumentos:

“Recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente”. (Hernández et al., 2010, p.200). De esta forma, el recurso del cual dispondremos en este caso será un instrumento electrónico

- **Instrumento electrónico**

Posteriormente se evaluará los datos haciendo uso de la estadística descriptiva y aplicando los porcentajes; los datos fueron presentados en cuadros y gráficos estadísticos para lo cual se utilizó la hoja de cálculo Excel

3.8. Métodos de Análisis de datos

Según Hernández et al. (2010). “En la actualidad, el análisis cuantitativo de los datos se lleva a cabo por computadora u ordenador. De esta forma, el análisis de los datos lo realizaremos por computadora través de unas hojas de cálculo de Excel para luego poner a prueba nuestra hipótesis.

3.9. Aspectos Éticos

Relacionado a los aspectos éticos. “Los ingenieros deben promover y defender la integridad, el honor y la dignidad de su profesión”. (Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú, 2018). De esta forma se afirma que los ingenieros debemos promover y defender nuestro honor, además de la integridad de nuestra profesión.

IV. RESULTADOS

4.1 Identificar las calles del distrito de la Victoria que tengan baja capacidad portante. Este se identificó las calles en el distrito de la Victoria que tienen baja capacidad portante. Las calles siguientes:

- La Calle Carabelas y Av. Atenor Orrego
- La Calle 12 de Octubre y Av. Atenor Orrego
- La Calle Ollantay y Av. Atenor Orrego

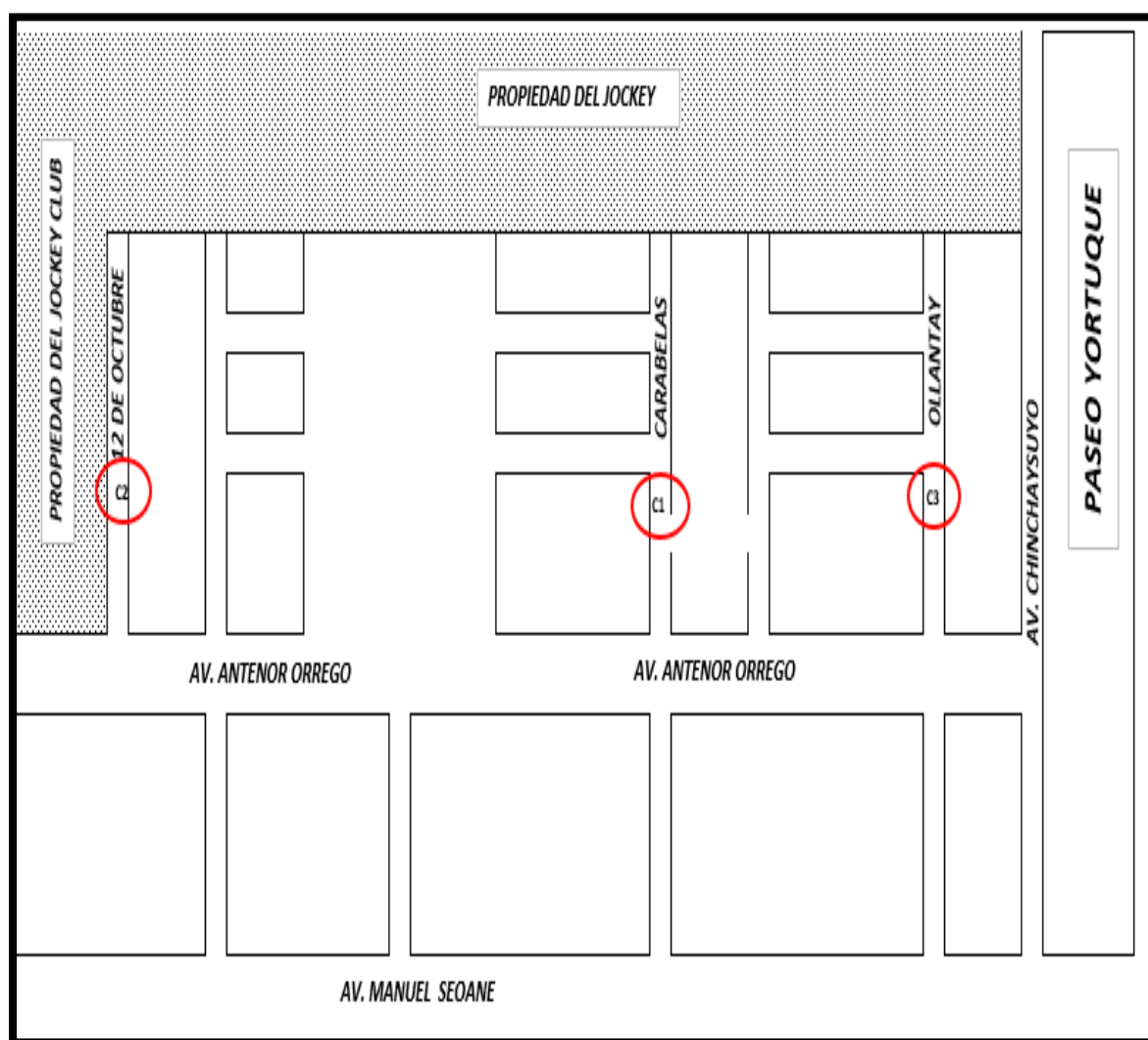


FIGURA 1: Identificación de las calles del distrito de la Victoria que tengan baja capacidad portante
FUENTE: Elaboración propia

4.2 Determinar la clasificación y empleo adecuado de los polímeros reciclados para el mejoramiento de la capacidad portante en la subrasante en las calles del distrito de la Victoria.

En la determinación de la clasificación y empleo adecuado de los polímeros reciclados para el mejoramiento de la capacidad portante en la subrasante en las calles del distrito de la victoria, se estableció que un polímero no removible proveniente del petróleo y procesado con el antimonio para obtener el PET (Tereftalato de Polietileno) en pequeñas partículas estos se clasifican en:

- Tipo de botellas de plástico y su reciclaje
- PET O PETE (Tereftalato de polietileno)
- HDPE (Polietileno de alta densidad)
- V O PVC (Vinílicos o cloruro de polivinilo)
- LDPE (Polietileno de baja densidad)
- PP (Polipropileno)
- PS (Poliestireno)
- Otros

Se determinó el empleo adecuado de los polímeros reciclados se tiene la carencia de un gran porcentaje de grava, se tuvo que suplir con otro elemento resistente, para lo cual se adicionaron polímeros reciclados PET en diferentes dimensiones y porcentajes con el objetivo de encontrar una dosificación óptima cuantificado en valor de soporte (CBR).

Este para esto se calculó el CBR con aditivo de tramos y el cálculo del CBR con aditivo de tramos Ver Anexo 2

4.3 Establecer las propiedades mecánica y físicas que influyen en la baja capacidad portante de resistencia del nivel de subrasante en las calles del distrito de la Victoria. Este se estableció las propiedades mecánicas y físicas que influyen en la baja capacidad portante de resistencia del nivel de subrasante en las calles del distrito de la Victoria entre ellas tenemos: El Análisis mecánico por tamizado, El Ensayo del limited líquido, El Ensayo del limited plástico. Ver Anexo 3

4.4 Diseñar para determinar la capacidad portante, a través de ensayos.

En la determinacion de la clasificación y empleo adecuado de los polímeros reciclados para el mejoramiento de la capacidad portante en la subrasante en las calles del distrito la Victoria temenos los siguientes: Registro de excavacion, Informe de ensayo(1), Ensayo C.B.R, Analisis mecanico por tamizado, Ensayo del limite liquido, Ensayo del limite plastico, Hamedan natural, Compactacion (1), Compactacion (2), Determinacion de porcentaje de sal, Informe de ensayo(2), Determinacion de limite plastico e indice de plasticidad, Determinacion de limite liquido de los suelos, Relacion de humedad de densidad (Proctor modificado), Etapa de compactacion, Etapa de absorcion, Etapa de expansion, Proyecto de investigacion (1), Golpes (1), Informe de ensayo(3), Etapa de compactacion, Etapa de absorcion, Etapa de expansion, Proyecto de investigacion(2), Golpes(2) Ver Anexo 4

4.5 Evaluar los resultados obtenidos y verificar la efectividad del manual de diseño según MTC 2016.

RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS: Con la adición de los polímeros reciclados (PR) se logró incrementar porcentualmente la capacidad portante en términos de CBR en 26% y disminución de la expansión del suelo en 1.5%, la expansión disminuye porque la mezcla suelo- polímero es menos denso e incrementa la capacidad de filtración del suelo mezclado. En tramos con la adición de los PR se logró el objetivo de incrementar el CBR a más del 6% como estipula la norma para suelos de subrasante, en tramos se incrementó el CBR a 4.8% siendo menor a lo normado, por tal razón se utilizó otro método de estabilización como es el suelo -cal, obteniendo así un suelo cuyo CBR es de 16.9% y para poder comprobar el efecto de los polímeros reciclados se hizo un último ensayo con la adición de cal y polímeros, en la tabla 1 se resume el incremento de CBR y el porcentaje de disminución de la expansión para suelos con polímeros y cal.

Tabla 1: CBR al95% DMS de tramos 1 y 2

Tramo	Material Ensayado	CBR 95%MDS	Incremento CBR	Expansion
Tramo 1	suelo	5.76%	24.41%	2.55%
	suelo P-R	7.17%		1.10%
Tramo 2	Suelo	3.77%	28.65% 348.01% 382.76%	3.20%
	Suelo-PR	4.85%		1.64%
	Suelo-Cal	16.89%		0.64%
	Suelo-Cal PR	18.20%		0.65%
Tramo 3	Suelo	5.76%	24.41%	2.55%
	Suelo P-R	7.17%		1.10%
Promedio de variacion con PR			26.53%	

Fuente: elaboración propia

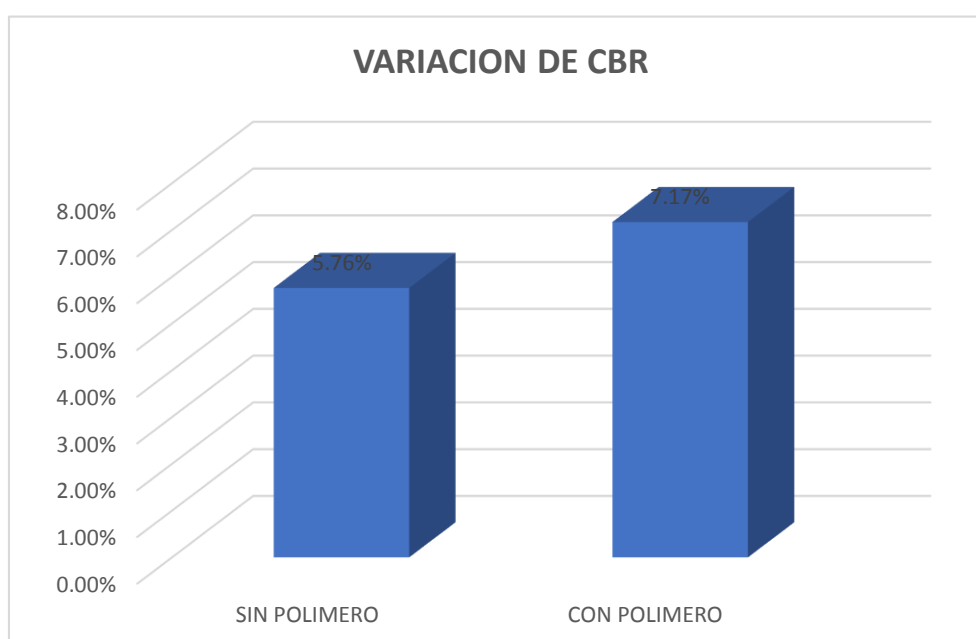


Figura 2: Cuadro comparativo tramo 1

Fuente: elaboración propia

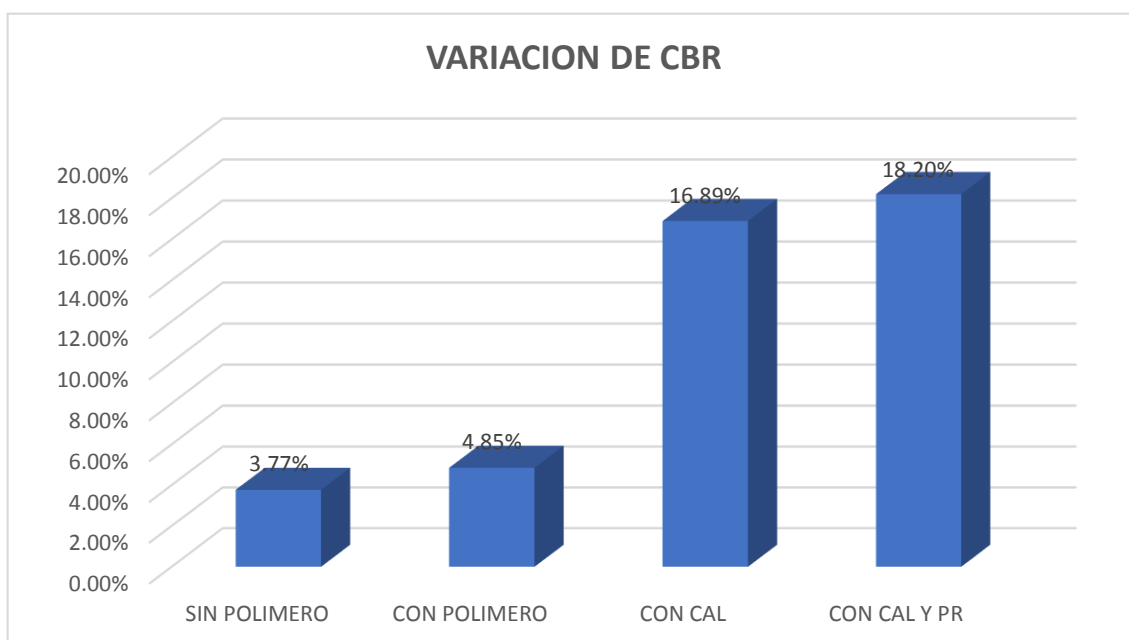


Figura 3: Cuadro comparativo tramo 2

Fuente: elaboración propia

4.6 Proponer recomendaciones económicas entre la diferencia entre el empleo de polímeros reciclados y el recomendado por el ministerio de transporte y comunicaciones.

En la tabla 2 se resume para ambos tramos estudiados, el incremento de CBR con la adición de polímeros reciclados, cal y la mezcla cal - polímeros. Al incrementar la capacidad de soporte de la subrasante disminuye el espesor del afirmado, esta disminución se resume en la tabla 2, además se resume el costo del mejoramiento con los dos tipos de estabilizadores y el ahorro que genera al disminuir el espesor del afirmado.

Tabla 2: Resumen de la evaluación económica

TRAMO	Material ensayado	Incremento CBR	Disminucion del espesor del afirmado	Costo del mejoramiento de subrasante para un KM	Ahorro por disminucion de espesor de materiales	Rentabilidad
TRAMO1	SUELO					
	SUELO-PR	24.4%	3CM	6.186	646	rentable
TRAMO2	SUELO					
	SUELO-PR		4CM	6.186	646	rentable
	SUELO CAL		18CM	6.832	554	Rentable
	SUELO-CAL-PR		19CM	7.386	0	No rentable
TRAMO 3	SUELO					
	SUELO-PR	24.4%	3CM	6.186	646	rentable

Fuente: Elaboracion propia

V DISCUCION

Este estudio tuvo por objetivo general el mejoramiento de subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de polimero reciclados en el distrito de la victoria 2020 con el proposito de que se establezca una evaluacion de la subrasante de determinadas calles en el distrito y despues una propuesta de mejoramiento de subrasante en estas calles, se establecio la variable independiente mejoramiento de subrasante de baja capacidad portante y la variable dependiente mediante el uso de polimeros reciclados en el distrito de la victoria 2020.

En este estudio se empleo la tecnica e instrumento de recoleccion de datos que es el Ensayo CBR, este tambien se establecio identificar las calles del distrito de la victoria que tengan baja capacidad portante, se determino la clasificacion y empleo adecuado de los polimeros reciclados para el mejoramiento de la capacidad portante en la subrasante en las calles del distrito de la victoria, se establecio las propiedades mecanicas y fisicas que influyen en la baja capacidad portante de resistencia del nivel de subrasante en las calles del distrito de la victoria, se diseño para determinar la capacidad portante atraves de ensayos, se evaluo los resultados obtenidos y verifiko la efectividad del manual de diseño segun MTC 2016, se propueso recomendaciones economicas entre la diferencia entre el empleo de polimeros reciclados y el recomendado por el Ministerio de transporte y comunicaciones.

En el primer resultado de este estudio se identifico las calles en el distrito de la victoria que tengan baja capacidad portante en donde se establecio evaluar determinadas calles del distrito entre estas temenos la calle Carabelas y avenida Antenor Orrego, la calle 12 de octubre y avenida Antenor Orrego, la calle Ollantay y la avenida Antenor Orrego.

Este resultado de este estudio se compara con el estudio Ramos Hinojosa, Gabriel J (2014).

En su tesis titulada “Mejoramiento de subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de bolsas de polietileno reciclados en carretera de Pomalca, esto porque se evaluo la baja capacidad portante en la carretera Pomalca Chiclayo.

En el segundo resultado de este estudio se determino la clasificacion y empleo adecuado de los polimeros reciclados para el mejoramiento de la capacidad portante en la subrasante en las calles del distrito de la victoria en donde se establecio que es

un polimero reciclado y que tipos de polimeros se tienen, tambien se establecio el empleo adecuado, dosificacion de polimeros reciclados como aditivo, en donde se calculo el CBR con aditivo del primer tramo y del segundo tramo.

Este resultado de este estudio se compara con el estudio de Infante, C y Vasquez, D (2016) en su tesis titulada “Estudio comparativo del metodo convencional y uso de los polimeros EVA y SBS en la aplicacion de mezclas asfalticas, en donde se evaluo los polimeros para establecer si mejoran las propiedades mecanicas del asfalto y demostrar mediante ensayos que se pueden emplear.

En el tercer resultado de este estudio se establecio las propiedades mecanicas y fisicas que influyen en la baja capacidad portante de resistencia del nivel de subrasante en las calles del distrito de la victoria.

Este para esto se realizo el analisis mecanico por tamizado, el ensayo de limite liquido, el ensayo de limite plastico, la compactacion de la calicata 1, calicata 2, calicata 3, calicata 4, calicata 5, calicata 6, esto para evaluar determinados elementos y propiedades en la baja capacidad portante de resistencia del nivel de subrasante en las calles del distrito de la victoria, este resultado de este estudio se compara con el estudio de Laica, J(2016) en su tesis titulada “Influencia de la inclusion de polimero reciclado en las propiedades mecanicas de una sub base (Caucho) en donde se evaluo la carretera Panamericana norte kilometro 12 sector la Avelina, en sus propiedades fisico mecanicas de la sub base para determinar si el material cumple con los parametros establecidos.

En el cuarto resultado de este estudio se diseño para determinar la capacidad portante atraves de ensayos para esto se realizo el empleo en la subrasante de polimeros reciclados, cal y de polimeros con cal empleando para esto el ensayo CBR.

Este resultado de este estudio se compara con el estudio de Auccahuaqui I, Corahua R(2016), en su tesis titulada “Evaluacion del sistema de pavimentos flexibles en la prolongacion en la A.V. La cultura tramo 4to paradero de san Sebastian -Grifo mabil de san Jeronimo, en donde se evaluo la A.V. La cultura esta via donde se empleo los ensayos de CBR, para establecer el motivo de sus deformaciones en cuanto a la resistencia al corte de la base y sub base los valores obtenidos mediante el CBR, estan por debajo de las condiciones estipuladas en relacion a los espesores teniendo una sub base (promedio 7%) al no cumplir con el CBR, siendo este el principal motivo

que genera las deformaciones probablemente a una deficiente compactacion y aspectos constructivos.

En el Quinto resultado de este estudio se evaluo los resultados obtenidos y verificar la efectividad del manual de diseño segun MTC 2016, para esto se realizo la adicion de polimeros reciclados (P.R) se logro incrementar porcentualmente la capacidad portante en terminos de CBR en 26% y disminucion de la expansion del suelo en 1.5%, la expansion disminuye porque la mezcla suelo-polimero es menos densa e incrementa la capacidad de filtracion del suelo mezclado .

Este resultado de este estudio se compara con el estudio de Auccahuaqui I, Corahua R(2016), en su tesis titulada “Evaluacion del sistema de pavimentos flexibles en la prolongacion en la A.V. La cultura tramo 4to paradero de san Sebastian -Grifo mabil de san Jeronimo, en donde se evaluo la A.V. Cultura empleando los ensayos de CBR en donde los resultados obtenidos fueron comparados para su valides con las normas nacionales.

En cuanto a la resistencia al corte de la base y sub base los valores obtenidos mediante el CBR, estan por debajo de la condiciones estipuladas en relacion a los espesores se concluye que el paquete estructural en cuanto a la carpeta de rodadura tiene un contenido de asfalto en promedio del 7.14% y eso deberia hacer que la via funcione en optimas condiciones, por otra parte la estabilidad se encuentra por encima de 816 kg, ya que contando con estos valores el pavimento debe ser mas rigido y durable en cuanto a la resistencia al corte de la base (promedio 30%) y sub base (promedio 7%) al no cumplir con el CBR siendo este el principal motive que genera las deformaciones probablemente a una deficiente compactacion y aspectos constructivos.

En el sexto resultado de este estudio se propuso recomendaciones economicas entre la diferencia entre el empleo de polimeros reciclados y el recomendado por el ministerio de transporte y comunicaciones, para esto se realizo el costo de la obtencion de aditivo PET reciclado es de s/ 0.50 x kg de manera artesanal y s/ 0.86 x kg de manera industrial con la máquina trituradora PET G-34, para el mejoramiento de la subrasante de un kilómetro se necesita aprox. 1578.7 kg para un ancho de vía de 4m y una profundidad a mejorar de 15 cm, con una dosificación de 1.5% con respecto al

peso seco del suelo.

El costo de la cal es de 1.2 x kg y para poder mejorar la subrasante, el costo de mejoramiento de la subrasante de un 1km empleando polimero reciclado es de S/.6.186 soles, el costo de mejoramiento de subrasante de un 1km empleando cal es de S/.6.832 y el costo de mejoramiento de la subrasante de un 1km empleando polimero reciclado y cal es de S/.7.386 soles, este resultado de este estudio se compara con el estudio de Ramos Hinojosa, Gabriel J. (2014) En su tesis titulada: “Mejoramiento de Subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de Bolsas de Polietileno reciclados en carreteras de Pomalca, en donde se obtuvieron resultados un analisis de costos unitarios nos muestra que en terminos economicos no hay un ahorro durante la ejecucion de un proyecto de pavimentacion no obstante, se extiende la vida util del pavimento permitiendo economizar gastos en la etapa de operacion y mantenimiento

VI CONCLUSIONES

- a) La subrasante con presencia importante de arcilla presenta algunas características particulares que conllevan a tener una baja capacidad portante e inestabilidad volumétrica. Esto se debe a su composición física, mecánica y química. La problemática se debe a que la subrasante es un suelo plástico y de mala granulometría, conviene que sea bien graduada, con una granulometría continua y no uniforme, con presencia de gravas, arenas y material fino, cada uno cumple una función determinada.
- b) Con la adición de polímeros reciclados (PR), obtenidos de las botellas descartables PET, solo se mejora las propiedades físicas mecánicas del suelo como material para subrasante, el suelo estudiado presenta gran presencia de arcillas, siendo su granulometría muy fina y carente de partículas de mayor diámetro que son muy importantes para una buena capacidad portante, razón por la cual al adicionar los PR al 1.5% del peso seco del suelo, con dimensiones entre 5 y 10 mm de forma rectangular, se aprecia un incremento porcentual en promedio del CBR en 26% debido a que el PET es un material resistente y al adicionar al suelo hace que tenga mayor fricción y por ende presente mayor resistencia al corte.
- c) El suelo estudiado presenta dos tipos de problemas, la plasticidad y baja capacidad portante, con la adición de polímeros reciclados solo se mejoró el segundo componente, con la adición de la cal sólo modifica la textura y no hace efecto en el incremento de la resistencia. Para lo cual se puede adicionar los polímeros reciclados y así incrementar la capacidad portante, como se demostró en el ensayo suelo – cal – polímero además también se reduce la formación de etringita ocasionado por la cal y sulfatos de la arcilla, de esta forma se eliminaría o se reduciría a niveles no problemáticos la patología de ataques por sulfatos.

VII RECOMENDACIONES

- a) En suelos arcillosos con gran presencia de impurezas como la materia orgánica y sulfatos, mayores a los valores que determina la norma del Ministerio de Transporte y Comunicaciones para una estabilicen de suelo cal, se recomienda que se use la cal solo para modificar la plasticidad y textura del suelo, y los polímeros reciclados para aumentar la resistencia. Así se puede evitar la formación de etringita como producto de la reacción de los sulfatos y la alúmina ocasionado por la presencia importante de cal, el principal problema de esta patología es la expansión volumétrica hasta en un 250% en presencia de agua.
- b) Debido a que las propiedades de los suelos que se encuentran a nivel de subrasante, son datos importantes en el diseño de un pavimento. Ya que definen el espesor y tipo de estructura de pavimento que se debe utilizar, se recomienda minimizar y compensar al máximo posible el movimiento de tierras debido a consideraciones económicas, ambientales y técnicas, es por eso que antes de cambiar la subrasante de baja capacidad portante se recomienda realizar estudios y optar por el mejor método para poder mejorar las características físicas mecánicas y evitar movimientos de tierra.
- c) Para determinar el porcentaje optimo suelo- polímero reciclado PET, se recomienda realizar ensayos CBR del suelo - polímero con 1.3%, 1.5% y 1.8% de PET reciclado con respecto al peso seco del suelo.
- d) Finalmente se recomienda que se realice más investigaciones con otros objetos reciclados de elementos descartables de PVC, HDPE, LDPE, etc. y también con fibras fibriladas de polipropileno.

VIII. PROPUESTA

8.1. Generalidades

8.1.1 Polímeros. Es una sustancia que contiene grandes moléculas conformadas por una cantidad de pequeñas unidades repetitivas, denominados monómeros. A la cantidad de monómeros repetitivos en una gran molécula se denomina grado de polimerización. La mayoría de las sustancias orgánicas presentes en la materia viva son polímeros así tenemos, la madera, las proteínas, la quitina, el caucho y las resinas; así como gran variedad de productos plásticos, los adhesivos, las fibras (nylon, rayón), la porcelana y el vidrio.

Un polímero es no reversible, proviene del petróleo que al procesarlo con antimonio se obtiene el PET en partículas diminutas. Su degradación es dificultosa, demorándose un promedio de 700 años, los microorganismos existentes no poseen mecanismos para combatirlas, debiendo esperar a que los enlaces químicos entre los átomos del plástico comiencen su descomposición.

De acuerdo a su origen, se clasifican en naturales o sintéticos, los polímeros sintéticos poseen por lo general entre uno y tres tipos distintos de unidades repetitivas, y los polímeros naturales o biopolímeros como la celulosa, el ADN o las proteínas, presentan estructuras de mayor complejidad.

8.1.2 Identificación de los envases. Existen un gran número de envases de polímeros que corresponden a productos muy diferentes, dependiendo de su materia prima o según el proceso de fabricación y por el uso. Para ello, se estableció códigos de seguridad en el uso de estos, con la finalidad de facilitar su clasificación e identificación de cada polímero, Es así que tenemos 7 grupos de tipos de envases, que nos permiten fácilmente identificarlos dependiendo del material que está hecho un envase polimérico. Así tenemos:

- Polietileno de baja densidad (PEBD)
- Polietileno de alta densidad (PEAD)
- Policloruro de vinilo (PVC)
- Polipropileno (PP)
- Poliestireno (PS)
- Polietileno tereftalato (PET) y Otros

8.1.3 Estructura de los polímeros. La estructura de polímeros se estudia considerando dos niveles: La estructura química referida a la construcción de moléculas individuales y la estructura física referida al orden de las moléculas en relación a otras. Dependen significativamente de la estructura química y a su vez determinan cómo se comporta el material en su procesamiento y durante su vida útil. Plástico.

En su significado general se denomina como plástico, al elemento conformado por estructuras y naturalezas diferentes que no tienen un punto exacto de ebullición y poseen un intervalo de temperaturas, propiedades de elasticidad y flexibilidad que les permitan ser moldeadas y a la vez tomar diferentes formas y aplicaciones. pero, en sentido específico, indica a algunos tipos de materiales sintéticos que a través de fenómenos de polimerización o multiplicación artificial de los átomos de carbono en las largas cadenas moleculares de compuestos orgánicos derivados del petróleo y otras sustancias naturales.

Los plásticos se identifican por tener elevada relación, resistencia/densidad, es un excelente aislador térmico y eléctrico y posee alta resistencia ante los ácidos, álcalis y disolventes. Están compuestas por grandes moléculas pudiendo ser lineales, ramificadas o entrecruzadas, estando sujetas a la tipología del plástico. Las moléculas lineales y ramificadas son termoplásticas (se suavizan al estar expuestas a mayores temperaturas), no obstante que las entrecruzadas son termo endurecibles (se rigidizan al estar expuestas a mayores temperaturas); si bien su composición presenta condiciones mínimas de peligrosidad gran parte de estos no constituyen un problema para el ambiente, pero sí constituyen un riesgo por su dificultad al no degradarse con facilidad. Contrario a lo que se observa con la madera, el papel, las fibras naturales o incluso el metal y el vidrio, los plásticos ni se oxidan tampoco se descomponen con el pasar del tiempo. Su eliminación constituye un problema ambiental muy considerable.

8.2. Análisis

8.2.1 Polietileno tereftalato (PET).

El PET (Tereftalato de Polietileno) Inactivo al medio ambiente, fue registrado como un polímero termoplástico lineal cristalino para fibra por J.R. Whinfield y J.T. Dickson durante la II Guerra Mundial en 1941 para sustituir la materia prima que se utilizaba en lo textil (algodón) por la fibra de poliéster. A partir de 1976 ha tenido un desarrollo extraordinario para empaquetaduras. Es en la década de 1980, donde se empezó a utilizar el PET en México para la fabricación de envases, recibiendo gran aceptación

tanto del productor y consumidor, razón por la cual su empleo ha ido en aumento considerablemente con el paso de los años.

Conocido por ser la materia con la que se fabrican botellas, envases y empaques plásticos, generalmente transparente, constituye la base de una peculiar forma de negocios comprometido con desecharlo como basura y transformarlo en material útil donde se benefician acopiadores y compradores para reusarlo en el mercado. Del PET utilizado en el mercado se recupera únicamente el 13%

las características más relevantes del PET son:

- Alta transparencia y cristalinidad, aunque admite cargas de colorantes.
- Liviano, permite que una botella pese 20 veces menos que su contenido.
- Alto coeficiente de deslizamiento.
- Alta resistencia química y buenas propiedades térmicas.
- Levemente tóxico, liberan antimonio (Sb) por debajo de los límites admisibles por la OMS (20 µg/L).
- Actúa como barrera a CO₂, aceptable barrera a O₂ y la humedad.
- Reciclable, aunque tiende a disminuir su viscosidad con la historia térmica.
- Estabilidad a la intemperie.
- Alta resistencia al plegado y baja absorción de humedad, adecuado para fibras.
- Biodegradación muy lenta.
- Alta resistencia a la corrosión, a esfuerzos permanentes y transitorios.
- Impermeable.

Existen diversas alternativas de reutilización del PET, que parte del reciclado manual, químico y otros métodos aplicados en diferentes países en la reutilización reduciendo el impacto en el ambiente y la cantidad acumulada en los rellenos sanitarios. En la actualidad para el reciclado se usan métodos mecánicos tradicionales, los cuales consisten en triturarlos, lavarlos a elevadas temperaturas y a presión adecuada para eliminar impurezas causadas por otros materiales y así obtener el producto final.

Existe la probabilidad de degradación del PET mediante diferentes métodos:

Siendo los procesos químicos que dan un re-uso al material modificando su estructura molecular. La duración del proceso de degradación natural demora un tiempo considerable debido a la vida útil del material PET, el cual es superior a 50 años.

Químicos

- Por medio de fluido supercrítico.
- Poliestireno disuelto en corrientes petroquímicas.
- Hidro craqueo.
- Hidrólisis alcalina.

Naturales

- Foto degradación.
- Termo-oxidación.
- Biodegradación por medio de microorganismos.

La investigación nace con la inquietud de disminuir la contaminación ambiental que provocan estos desechos, cuando no son tratados como elementos reciclables.

8.2.2 Reciclado de botellas de plástico - PET. Es la recolección de botellas de plástico descartables que lleva en la parte inferior un símbolo con el número 1 que corresponde al PET (Tereftalato de Polietileno)

Obtención del PET, lavado y secado.

Por lo general en la recolección de las botellas PET se encontraron una serie de botellas sucias por el hecho de ser recolectadas manualmente, en el proceso de triturado se colocan las botellas de plástico dentro del tambor de la máquina trituradora y se procede al triturado para así obtener las escamas de PET, seguidamente se lleva a un proceso de lavado con diferentes insumos que son añadidos para su lavado finalmente se lleva al aire libre para el secado; con el material ya listo para ser usado se procedió a realizar un proceso de tamizado de polímeros se usaron mallas de 1/2", 3/8", N°4 y N°200. Es necesario realizar el tamizado del PET ´para después realizar diferentes ensayos con el fin de lograr resultados eficientes, considerando el tamaño de las partículas y el que nos resulte con mayor capacidad de soporte expresados en valor de CBR.

Costo del PET. El costo del reciclaje de botellas de plástico descartables es bajo. Teniendo en el medio que el precio por kilogramo de botellas descartables recicladas mecánicamente es de 0.30 nuevos soles y el precio de botellas recicladas y trituradas de manera industrial es de s/. 0.50 por kilogramo.

8.3. Diseño

En el mejoramiento de subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de polímeros reciclados en el distrito de la Victoria 2020, se describió el empleo en la subrasante de polímeros reciclados, cal y de polímeros con cal esto se describe en el Anexo 4

8.4. Implementación

DIFERENCIA ENTRE POLÍMERO RECICLADO Y CAL

El costo de la obtención de aditivo PET reciclado es de s/ 0.50 x kg de manera artesanal y s/ 0.86 x kg de manera industrial con la máquina trituradora PET G-34, para el mejoramiento de la subrasante de un kilómetro se necesita aprox. 1578.7 kg para un ancho de vía de 4m y una profundidad a mejorar de 15 cm, con una dosificación de 1.5% con respecto al peso seco del suelo. El costo de la cal es de 1.2 x kg y para poder mejorar la subrasante.

Tabla 3: Analisis costo del mejoramiento de polimero reciclado-PET

ACU DEL MEJORAMIENTO CON PR – PET

PARTIDA	01.01.01	MEJORAMIENTO CON POLÍMERO RECICLADO - PET						
Rendimiento	KM/DIA	1.0000	EQ.	0.6000		Costo unitario directo por	1000	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
	PEON			hh	2.0000	26.6600	3.75	100.00
								100.00
		Materiales						
	BOTELLAS DESCARTABLES			kg		1000	0.50	500
								500
		Equipos						
	MOTONIVELADORA			hm	1.0000	13.3000	180.00	2.394
	RODILLO COMPACTADORA			hm	1.0000	13.3000	150.00	1.995
	CISTERNA SOBRE CAMIÓN			hm	1.0000	13.3000	90.00	1197
								6.186

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 4: Análisis costo del mejoramiento con Cal

ACU DE MEJORAMIENTO CON CAL

PARTIDA	01.01.02	MEJORAMIENTO CON CAL						
Rendimiento	KM/DIA	1.0000	EQ.	0.6000		Costo unitario directo por	1000	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
	PEON			hh	2.0000	26.6600	3.75	100.00
								100.00
		Materiales						
	CAL			kg		1000	1.20	1200.00
								1200.00
		Equipos						
	MOTONIVELADORA			hm	1.0000	13.3000	180.00	2340.00
	RODILLO COMPACTADORA			hm	1.0000	13.3000	150.00	1.995
	CISTERNA SOBRE CAMIÓN			hm	1.0000	13.3000	90.00	1197.00
								6.832

Fuente: Elaboracion propia

En conclusión, en análisis de costos unitarios de un polímero y cal es por gran diferencia, sin embargo, según el ministerio de Transporte y comunicación indica mejoramiento de subrasante con CAL.

Tabla 5: Análisis costo del mejoramiento con polímero reciclado- PET y Cal

ACU DE MEJORAMIENTO CON CAL Y PR-PET

PARTIDA	01.01.01	MEJORAMIENTO CON POLÍMERO RECICLADO - PET						
Rendimiento	KM/DIA	1.0000	EQ.	0.6000		Costo unitario directo por	1000	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
	PEON			hh	2.0000	26.6600	3.75	100.00
								100.00
		Materiales						
	BOTELLAS DESCARTABLES			kg		1000	0.50	500
	CAL			kg		1000	1.20	1200.00
		Equipos						
	MOTONIVELADORA			hm	1.0000	13.3000	180.00	2.394
	RODILLO COMPACTADORA			hm	1.0000	13.3000	150.00	1.995
	CISTERNA SOBRE CAMIÓN			hm	1.0000	13.3000	90.00	1197
								7.386

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 6: Evaluación del costo y presupuesto

8.5. Costo y Presupuesto

Objetivos Específicos	Actividad	Costo Actividad (S/.)
Identificar las calles que tengan baja capacidad portante en las calles del Distrito de la Victoria	Información Municipalidad de la Victoria	S/50.00
Elaborar estudio de suelos a nivel de Subrasante	Excavación de calicatas a nivel de subrasante	S/1,000.00
	Ensayo de CBR en laboratorio a nivel de subrasante	S/1,000.00
Elaborar estudio de suelos de un Polímero Reciclado	5 kilos de Polvo PET – polímero reciclado	S/100.00
	Ensayo de CBR en laboratorio de mecánica de suelos	S/1,000.00
Elaborar estudio de suelo Cal	5 kilos de Cal	S/200.00
	Ensayo de CBR en laboratorio de suelos	S/1,000.00
Evaluar los resultados obtenidos y verificar la comparación de un polímero y recomendado por ministerio de Transportes.	Comparar resultados	S/300.00
	Análisis de Resultados	S/500.00
Proponer recomendaciones en base a los resultados obtenidos	Fundamento teórico	S/200.00
Costo Total		S/5,000.00

Fuente: Elaboracion propia

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Auccahuaqui, I., & Corahua, R. (2016). *EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EN LA PROLONGACIÓN DE LA AV. LA CULTURA TRAMO (4TO PARADERO DE SAN SEBASTIÁN – GRIFO MOBIL DE SAN JERÓNIMO)*. Cusco: Unversidad Andina del Cusco.
2. Bañon Luis, Bevia José (2015) Manual de Carreteras Construcción y mantenimiento
3. Barrera, Guarnica(2017). Introducción a la mecánica de suelos no saturados en vías terrestres, Instituto M
4. Calle, S., & Arce, M. (2018). *Estabilización con polímero acrílico de la subrasante de la zona del puente de Añashuayco para su uso como base y comparación frente a un pavimento convencional*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
5. Cortez Diaz, S. (2018). Desempeño de suelos estabilizados con polimeros reciclados en el Peru , Piura
6. Chapoñán, J., & Quispe, J. (2017). *Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H. Villamaria-Nuevo Chimbote*. Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa.
7. Chávez, J. (2017). *Análisis de la carpeta asfáltica modificada con polímero SBS en el clima frío de la región Junín – Yauli*. 2017. Lima: Universidad César Vallejo.
8. Das, Patricio (2018). Fundamentos de Ingenieria Geotecnia (5° Edc)
9. Garnica Perez, F. (2017). Estabilización de suelos con cloruro de Sodio para su uso en las Vías Terrestre (Documentos 2017). Instituto Mexicano de transporte.
10. Genaro Jose Altamirano Navarro, A. E. (2015). *Estabilizacion de suelos cohesivos pormedio de cal en las vias*. obtener grado de bachiller, Universidad Nacional Autonoma de Nicaragua, Potosi.
11. Infante, C., & Vásquez, D. (2016). *ESTUDIO COMPARATIVO DEL MÉTODO CONVENCIONAL Y USO DE LOS POLÍMEROS EVA Y SBS EN LA APLICACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS*.
12. Lime Nacional (2014). *Manual de estabilización de suelo tratado con cal*
13. Lopez Hernandez (2016). Polimeros para la estabilización volumétrica de arcillas

- expansivas , Revista Iberoamericana de Polímeros
14. Manrique, G. j., & Fernandez, G. G. (2018). *Mejoramiento de subrasante de baja capacidad portante mediante el uso de polimeros reciclados y cal en carreteras*. Chiclayo
 15. Mamani Díaz,H. (2017). *ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN , MEDIANTE EL USO DE POLÍMEROS RECICLADOS*. Manuscrito no publicado, Universidad Peruana Unión, Juliaca , Perú
 16. Menéndez Acurio (2013) Ingeniería de pavimentos utilizando polimeros reciclados : Diseño y gestión de pavimentos flexible (1ºRA edc.)
 17. Ministerio de Tansportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Lima: Dirección general de caminos y ferrocarriles, MTC. pág. 1269
 18. Ministerio de Tansportes y Comunicaciones. (2016).Manual de Especificaciones técnicas generales para construcción de carretera no pavimentadas de bajo volúmen de transito.
 19. Ministerio de Tansportes y Comunicaciones. Dirección General de Caminos y ferrocarriles(2015) Manual de Carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos.
 20. Montejó Fonseca(2015) Ingeniería de pavimentos para carreteras (2º edc) , Universidad de Colombia
 21. Montero, I. C. (2014). *Estabilizacion de suelos expansivos con cal y cemento en el sector calcical del canton tosagua provincia de manabi*. Ecuador.
 22. Moposita, J. G. (2016). *Influencia de la inclusion de polimero reciclado (caucho) en las propiedades mecanicas de la sub base*. Ecuador.
 23. Palomino, R. M. (2016).*Estabilizacion de suelos y su aplicacion en el mejoramiento de subrasante*. lima.
 24. Ramos hinojosa, G. P. (2016). *Mejoramiento de subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de polimeros reciclados en carreteras*. huancavelica.
 25. Ramos, G. (2014). *"Mejoramiento de subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de polímeros reciclados en carreteras"*. Paucará - Huancavelica: Universidad Nacional del Centro del Perú.
 26. Ravines Merino (2015). *Pruebas con un producto enzimático como agente estabilizador de suelos para carreteras. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil*, Universidad de Piura, Perú

27. Rico del Castillo (2016). La Ingenieria de Suelos en las vías Terrestres, Carreteras, ferrocarriles y Aeropistas(Vol. 01)
28. Silvestre, D. (2017). *Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de lima-2017*. Lima: Universidad César Vallejo.
29. Vargas, N. (2017). *Efecto de la adición de fibra de polímeros reciclados en el valor del CBR de suelos granulares en pavimentos*. Huancayo: Universidad Continental.
30. Valle Areas, W. A. (2014). *Estabilizacion de suelos arcillosos plasticos reciclados con mineralizadores en ambientes sulfatados o yesiferos*.

X ANEXOS

Título	Realidad Problemática	Objetivos	Población y Muestra
“Mejoramiento de subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de polímero reciclados en el distrito de la Victoria, 2020”	Los pavimentos en la ciudad de Chiclayo son diversas, y van desde procesos constructivos o estudios técnicos deficientes lo que cada vez que se realiza un parchado del pavimento, ciudad; antes que cumplan un año después de su inauguración. (Infante & Vásquez, 2016)	• Identificar las calles del distrito de la Victoria que tengan baja capacidad portante. • Establecer las propiedades mecánicas y físicas que influyen en la baja capacidad portante de resistencia del nivel de subrasante en las calles del distrito de la Victoria. • Diseñar para determinar la capacidad portante, a través de ensayos. • Evaluar los resultados obtenidos y verificar la efectividad del manual de diseño según MTC 2016. • Proponer recomendaciones entre la diferencia entre el empleo de polímeros reciclados y el recomendado por el ministerio de transporte y comunicaciones.	Tipo de muestra no probabilística encaja con el tipo de proyecto. Y el tipo de muestreo vendría a ser preferencial.
	Formulación del Problema	Diseño de Investigación	Técnicas e Instrumentos de
	¿Se podrá mejorar la capacidad portante del nivel de subrasante mediante el uso de polímeros reciclados en el distrito de la Victoria, 2020?	Experimental Puro (Hernández, Fernández y Baptista, 2010)	Análisis de datos: Programas electrónicos, parámetros normativos; Experimento: Aplicación de la norma, revisión documentaria, criterio técnico; Validez: validación de su contenido, características normativas. Confiabilidad: Indirecta, ya que se analiza un único caso.
	Justificación del estudio		
	Teórica		
	Hipótesis	Variables	Aspectos Éticos
	Mejorar a nivel de subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de polímero reciclados en el distrito de la Victoria.	Variable Dependiente: La baja capacidad portante a nivel de subrasante en las calles del distrito de la Victoria . Variable Independiente: El aumento del CBR empleando polímeros reciclados.	Ética profesional (Colegio de Ingenieros del Perú, 2018)

CONSTANCIA DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE SUBRASANTES DE BAJA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL USO DE POLIMEROS RECICLADOS EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA, 2020

UBICACIÓN: DIST. LA VICTORIA - PROV. CHICLAYO – DPTO. LAMBAYEQUE.

I.- ANTECEDENTES.

En el Perú, muchas veces se diseñan pavimentos, sin haber realizado estudio previo de mecánica de suelos, en lo respecta fundamentalmente a la sub-rasante sub-base y base sin determinar los factores que intervienen fundamentalmente en el medio ambiente, por esta razón, las vías de comunicación que se diseñan se deterioran muy rápidamente. En tal sentido, es de necesidad prioritaria recomendar que para el diseño de un buen pavimento se tiene que considerar el más mínimo detalle en cuanto a las propiedades físico-mecánicas del suelo.

II.- INVESTIGACIONES REALIZADAS.

La programación de estas investigaciones se hizo teniendo en cuenta la ubicación en excavación de 03 calicatas en el distrito de la Victoria, de tal forma, que permita obtener una mayor información del subsuelo mediante las exploraciones de campo y ensayos de laboratorio, con la finalidad de determinar principalmente las propiedades físicas mecánicas e hidráulicas de los suelos que las conforman y cuyos resultados se encuentran en las siguientes calles :

- La Calle Carabelas y Av. Atenor Orrego
- La Calle 12 de Octubre y Av. Atenor Orrego
- La Calle Ollantay y Av. Atenor Orrego

Por lo que certifico que el Ing. Bach MARTIN GUZMÁN MONTENEGRO haber realizado sus estudios en campo y laboratorio en proyecto de tesis para fines inconvenientes

PANEL FOTOGRÁFICO
CALICATAS A NIVEL DE SUBRASANTE

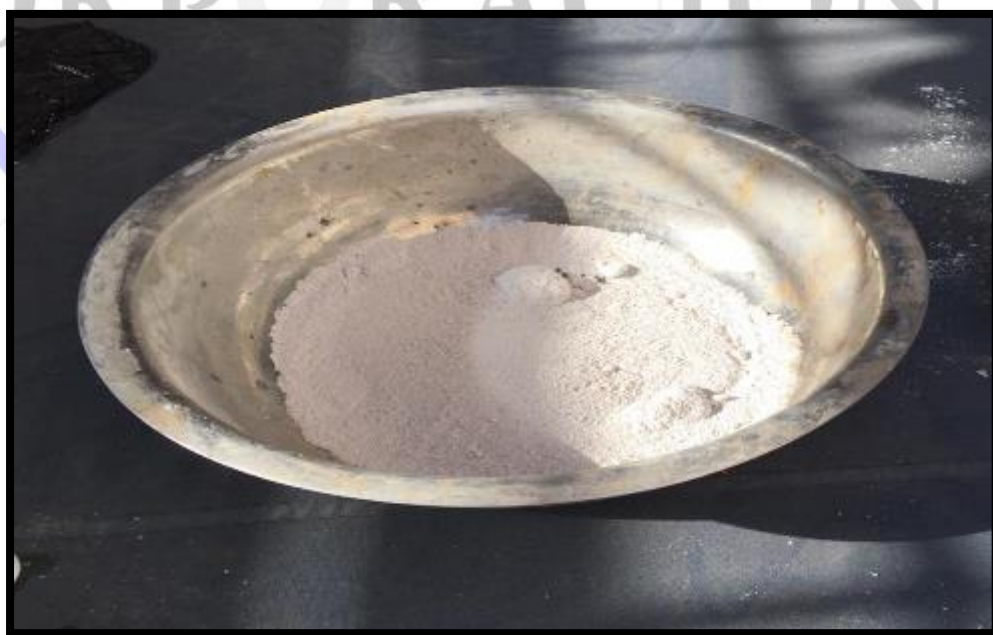




ENSAYO DE LABORATORIO DE LA SUBRASANTE



ENSAYO DE LABORATORIO DE LA SUBRASANTE CON CAL







CBR SUBRASANTE CON POLIMEROS RECICLADOS



