



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Análisis de la carpeta asfáltica modificada en la reposición de la Av.  
Guardia Civil del distrito de Castilla – Piura. 2019.**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO  
DE BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL**

**AUTORES:**

Bayona de la Piedra, Leandro Antonio (ORCID: 0000-0002-2476-0851)  
Coba Correa, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-6215-5636)  
López Navarro, Nick Alejandro (ORCID: 0000-0002-6595-8100)  
Torres Viera, Stewart Gerardo (ORCID: 0000-0001-6890-2199)

**ASESORA:**

MG. Saldarriaga Castillo, María del Rosario (ORCID: 0000-0002-0566-6827)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño De Infraestructura Vial

**PIURA – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A Dios, le damos muchas gracias a él, que en todo momento nos acompaña, guía e ilumina en el cumplimiento de nuestras metas.

A cada uno de nuestros padres y familiares cercanos, porque sin sus ayudas no se hubiera podido alcanzar nuestros objetivos trazados; además, por su apoyo incondicional a diario en nuestras vidas. Con mucho cariño y admiración para todos ellos.

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestros padres, que a lo largo de nuestras vidas siempre nos han motivado en nuestra formación profesional, creyendo en cada uno de nosotros y apostando por nuestras habilidades en todo momento y lugar.

A nuestros profesores, por sus conocimientos impartidos en las aulas, por su paciencia y buenas enseñanzas; a ellos les debemos todo lo que sabemos hasta ahora, un eterno agradecimiento.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas. ....	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	8
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	8
2.2. Población, muestra y muestreo.....	8
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	9
2.4. Procedimiento.....	10
2.5. Métodos de análisis de datos.....	11
2.6. Aspectos éticos.....	11
III. RESULTADOS.....	12
IV. DISCUSIÓN.....	15
V. CONCLUSIONES.....	17
VI. RECOMENDACIONES.....	18
REFERENCIAS.....	19
ANEXOS .....	21

## ÍNDICE DE TABLAS.

<b>Tabla 1.</b> Resultado del contenido de asfalto. ....	12
<b>Tabla 2.</b> Granulometría determinada. ....	13
<b>Tabla 3.</b> Resultados del contenido de agregados en la mezcla. ....	14

## RESUMEN

Este trabajo ha sido realizado con el fin de alcanzar el objetivo general de Analizar la carpeta asfáltica colocada en la reposición de la transitabilidad de la Av. Guardia Civil del Distrito de Castilla, Piura. En la investigación se realizó un tipo de estudio descriptivo, ya que se buscó indagar y describir los materiales usados en la rehabilitación de la capa asfáltica. Asimismo, su diseño fue No Experimental, porque no se modificó la variable de estudio.

La población seleccionada fue la Av. Guardia Civil, mientras que la muestra de estudio fueron 542 metros lineales (en ambos carriles) de pavimento construido, específicamente el tramo comprendido entre la Av. Guillermo Irazola y la Av. Luis Montero. Para conseguir los objetivos propuestos se llevó a cabo un ensayo de laboratorio de nombre "Lavado asfáltico", que consistió en echar gasolina de 95 octanos a una muestra extraída de la carpeta asfáltica, dicha gasolina sirvió como disolvente separador de partículas. Luego, el material se lavó en una maquina centrífuga y se dejó secar en un horno durante 24 horas. Posteriormente, el material estando seco se pasó por los diferentes tamices estándar para realizar su respectivo Análisis granulométrico e identificar el tamaño de los agregados finos y gruesos.

El resultado del análisis de la carpeta asfáltica de la Av. Guardia Civil desde el Puente Sánchez Cerro hasta el Ovalo "el Cantarito" distrito Castilla - Piura, dio como porcentaje de asfalto del 11.11 %, lo que representó una cantidad excesiva de líquido asfáltico. Y, en cuanto a la granulometría, demostró una presencia de exceso de finos, ya que se encontró 46.55 % de gravas, 50.38 % de arenas y 3.07 % de arcillas. Se llegó a la conclusión general que, para prolongar la vida útil de un pavimento se debe emplear el uso de un polímero en la carpeta asfáltica. No obstante, es necesario llevar a cabo un correcto proceso constructivo y una adecuada supervisión en el momento de la colocación de la mezcla asfáltica, esto con la finalidad de obtener resultados positivos y asegurar la calidad de la pavimentación.

**Palabras claves:** carpeta asfáltica, asfalto modificado, lavado asfáltico, granulometría, porcentaje de asfalto.

## ABSTRACT

This work has been carried out in order to achieve the general objective of analyzing the asphalt layer placed in the replacement of the trafficability of Guardia Civil Avenue in the District of Castilla, Piura. The research was a descriptive study, since it sought to investigate and describe the materials used in the rehabilitation of the asphalt layer. Likewise, its design was non-experimental, because the study variable was not modified.

The selected population was Guardia Civil Avenue, while the study sample was 542 linear meters (in both lanes) of constructed pavement, specifically the section between Guillermo Irazola Avenue and Luis Montero Avenue. To achieve the proposed objectives, a laboratory test called "Asphalt washing" was carried out, which consisted of pouring 95 octane gasoline on a sample extracted from the asphalt layer, which served as a particle separating solvent. The material was then washed in a centrifuge machine and left to dry in an oven for 24 hours. Afterwards, the dried material was passed through the different standard sieves to carry out its respective granulometric analysis and identify the size of the fine and coarse aggregates.

The result of the analysis of the asphalt layer of Guardia Civil Avenue from the Sanchez Cerro Bridge to the "El Cantarito" Oval, Castilla district - Piura, showed an asphalt percentage of 11.11 %, which represented an excessive amount of asphalt liquid. As for the granulometry, it showed an excess of fines, since 46.55 % of gravels, 50.38 % of sands and 3.07 % of clays were found. The general conclusion was reached that, in order to prolong the useful life of a pavement, the use of a polymer in the asphalt layer should be employed. However, it is necessary to carry out a correct construction process and adequate supervision at the time of placing the asphalt mixture, in order to obtain positive results and ensure the quality of the paving.

**Key words:** asphalt pavement, modified asphalt, asphalt washing, granulometry, asphalt percentage.

## **I. INTRODUCCIÓN.**

Conforme al avance sobre las nuevas tecnologías de los materiales y los tratamientos superficiales llevados a cabo en pavimentos de carreteras y/o avenidas, han ido evolucionando conforme a los años, existiendo algunas aplicaciones para el comportamiento del pavimento. Se le denomina Pavimento al conjunto de capas de materiales seleccionados, comprendidos desde el plano inferior o terreno natural (subrasante) hasta el plano superior llamado superficie de rodadura, que sirve de estructura para las vías de comunicación terrestres, permitiendo el adecuado tránsito de los vehículos de toda clase. Por otra parte, se consideran Tratamientos Superficiales al proceso de utilidad de uno o varios riegos alternativos de asfalto-agregado sobre una capa con material granular (base), cuya finalidad es poder brindarle una firmeza oportuna al desgaste por la acción del tránsito.

Los tratamientos superficiales han sido siempre una opción ampliamente aceptada a nivel mundial para mejorar la condición de las vías; sin embargo, en el Perú su uso es poco común y recientemente se está volviendo cada vez más frecuente.

Actualmente, los asfaltos convencionales son elaborados mayormente y de manera particular para ser usados en la construcción de pavimentos de tipo flexibles. Sin embargo, su durabilidad se ha visto comprometida seriamente por diferentes factores que existen hoy en día, causas como el incremento de vehículos modernos y pesados, el incremento de aplicación de las cargas, el tipo de suelo de la zona geográfica, las condiciones ambientales y los cambios de temperaturas variables, pueden generar daños en la estructura del pavimento, originando consigo patologías, como por ejemplo: grietas, fisuras, pulimento de agregados, deformaciones (ahuellamientos, hundimientos), etc. afectando severamente el tiempo de vida útil de las vías de comunicación

Las carpetas asfálticas modificadas se emplean de modo de superficie de rodadura para pavimentos con alto desempeño, garantizando incrementar la durabilidad de la estructura del pavimento, conllevando a lograr una mejor resistencia al peso de la circulación de los vehículos y brindando más seguridad y comodidad a los usuarios de la vía.



Los modificadores son agentes químicos que acrecientan la resistencia de las mezclas asfálticas a las deformaciones y esfuerzos de tensión constantes (fatigas); además, disminuyen el agrietamiento y la vulnerabilidad de las carpetas asfálticas a la alteración de temperaturas. Estos agentes son integrados al asfalto antes del mezclado con los agregados. (HESHMAT, 1997).

A nivel internacional; los ingenieros José Forigua y Elkin Pedraza comentan que los asfaltos convencionales usados en la construcción poseen propiedades que en el contexto actual no son capaces para cubrir las necesidades por motivos de incremento del flujo vehicular; debido a ello, se buscó alternativas que cooperen a perfeccionar las cualidades de los asfaltos tradicionales y su comportamiento estructural.

Es así que, a lo largo del 18º Congreso Mundial de Vías, de 1983, desarrollado en Sídney (Australia), se presentó el empleo del látex en cada nación, necesario básicamente al incremento del precio del petróleo.

Algunos países, como Alemania, Australia, Bélgica y Francia han ejecutado la modificación de carpetas asfálticas con la integración de polímeros, de modo tal que han permitido mejorar las propiedades del pavimento, obteniendo resultados favorables a nivel técnico y económico. (FORIGUA y PEDRAZA, 2014).

A nivel intercontinental; en Colombia, las investigaciones en el campo de los asfaltos y las mezclas asfálticas modificadas son amplias a paridad del número de estructuras de pavimentos flexibles realizadas con esta ciencia. En el artículo titulado “Estado del conocimiento del estudio sobre mezclas asfálticas modificadas en Colombia”, se muestra la situación real del conocimiento de los estudios desarrollados por diversas instituciones y grupos de investigación en la Tecnología del Asfalto y Mezclas Asfálticas Modificadas. (RONDÓN, et al, 2007).

Mientras tanto en el Perú; la elaboración de mezclas asfálticas, utilizando cementos asfálticos modificados es poco frecuente de manera que hasta el día de hoy no se han ejecutado muchas carreteras con materiales mejorados, a pesar de que el país, debido a sus diversas condiciones geográficas, demanda la búsqueda de perfeccionar el rendimiento de sus pavimentos.

Existen caminos donde se ha hecho uso de emulsiones asfálticas modificadas a base de polímeros, pero solamente al grado del mantenimiento de carreteras. Entre el principal proyecto ejecutado en la región Piura, se tiene el manteniendo del tramo de la Carretera Panamericana Norte, entre las ciudades de Sullana - Aguas Verdes.

En Piura; específicamente en el distrito de Castilla, que cuenta con una superficie de 662.23 Km<sup>2</sup>, existe una urbanización surcada por una de sus avenidas principales de nombre Guardia Civil, la cual está localizada desde la Av. Guillermo Irazola hasta la Av. Luis Montero. La reconstrucción de sus dos carriles de ida y vuelta deteriorada por la acción del “El Niño Costero” en la actualidad ya se encuentra habilitada y beneficia a más de 100,000 habitantes del distrito; sin embargo, la reciente pista presenta cuestionamientos perceptibles al “ojo de la comuna”, los usuarios peatonales y conductores.

Cabe señalar, que la Universidad Nacional de Piura (UNP), junto a las empresas Cementos Pacasmayo, TDM Asfaltos SAC., y PROES TECH Perú SAC., han sido los responsables directos de la rehabilitación de la AV. Guardia Civil con un monto de inversión de S/292,976.40 soles.

Mientras tanto, el ingeniero de la UNP y Decano de la Facultad de Ingeniería Civil Omar Vences, explicó que la obra no está mal hecha y que en 40 días se tendrá reporte sobre la situación de esta obra, para lo cual debe tener una duración de hasta cinco años.

El ingeniero explicó que el asfalto modificado con polímero tiene un comportamiento muy diferente y más aun con la temperatura que hace en Piura. “Con el tiempo se va a pulir y se está cumpliendo”, señaló. “Es parte del proceso, en todo momento hemos anunciado de que se trata de un tratamiento superficial bicapa y la capacidad de soporte es muchísimo mejor que el slurring, por ejemplo. Esto si aporta soporte estructural. Tiene un periodo de vida de cinco años, el slurring solo dos años”, mencionó Vences. Finalmente, aclaró que esta obra es solo una rehabilitación y hasta el momento se está cumpliendo con el proceso. (VENCES, 2019).

Como un trabajo de investigación previo, CHÁVEZ, J. (2017), en su tesis Análisis de la carpeta asfáltica modificada con polímero SBS (estireno-butadieno-estireno)

en el clima frígido de la región Junín – Yauli. 2017. Para lograr su título de ingeniero civil de la Universidad Cesar Vallejo. Tuvo como objetivo analizar el comportamiento de la carpeta asfáltica modificada con polímero SBS en el clima frío del departamento de Junín, en la provincia de Yauli, en el año 2017. Usando el tipo aplicativo de estudio, nivel correlacional y diseño experimental, la autora tomó pequeñas muestras de la carretera y las analizó en laboratorio. Como conclusión general de su investigación determinó que, con la utilización de una mezcla asfáltica integrado con polímero SBS (estireno-butadieno-estireno) alarga la vida útil de la estructura del pavimento de la carretera.

Igualmente, de acuerdo a la investigación de HERNANDEZ, J. y ROSERO, D. (2014), en su tesis Rehabilitación de pavimentos con mezclas asfálticas convencionales y modificadas con polímeros en la malla vial del municipio de Itagüí, Medellín Colombia. Para conseguir su título de especialista en vías y transporte de la Universidad de Medellín, Colombia. Tuvo como objetivo evaluar la mezcla asfáltica más idónea a utilizar en la rehabilitación o construcción de las avenidas principales del Concejo de Itagüí. Usando el tipo descriptivo de estudio, diseño no experimental, los autores recopilaron los datos con diferentes técnicas y herramientas como la observación directa y de laboratorio. Llegando a la conclusión que, la mezcla más apropiada para los volúmenes altos de vehículos que a diario transitan por las importantes vías de Itagüí, exclusivamente los vehículos de carga pesada, ya que dicho municipio es en gran medida industrial, es aquella modificada con un polímero de Tipo III, por motivo de que esta ofrece una mayor fortaleza a la fatiga, evita la presencia de ahuellamiento y retrasa al envejecimiento de la carpeta asfáltica; además, permite disminuir los costos por mantenimiento correctivo en el ciclo de vida del pavimento y brindando mejor valor en la relación costo-beneficio. Por último, aportar al mejoramiento de las situaciones de transitabilidad de las avenidas principales y el concepto urbanístico del Municipio de Itagüí.

En el presente trabajo de investigación, debemos tener en cuenta sobre el conocimiento de algunas definiciones previas, tales como:

Asfalto.

Sustancial natural de consistencia viscosa y de color negro, obtenido de la destilación industrial del petróleo, usado como material para la construcción de pavimentos con mezclas asfálticas.

Asfalto modificado.

Ligante bituminoso al cual mediante un proceso industrial se le han cambiado propiedades físico-químicas a fin de mejorar su desempeño y prolongar su vida útil.

A.S.T.M.

Siglas en inglés de “American Society for Testing and Materials” – Sociedad Americana para Pruebas y Materiales. Institución internacional que investiga y proporciona normas técnicas y científicas de aplicación para los distintos sistemas, materiales, productos y servicios.

Carpeta Asfáltica.

Estructura delgada compuesta de productos asfálticos y materiales pétreos. Es la capa superior del pavimento flexible que suministra la superficie de rodadura para el tránsito de vehículos.

Contenido o Porcentaje de Asfalto.

Es la cantidad de líquido asfáltico presente en una mezcla de carpeta asfáltica. Se puede establecer mediante el ensayo de laboratorio llamado Lavado Asfáltico.

Ensayo Lavado de Asfalto.

Prueba de laboratorio cuyo fin es determinar el contenido de asfalto que tiene un pavimento flexible y conocer la granulometría de los agregados empleados en la mezcla asfáltica.

Granulometría.

Estudio de la distribución estadística de los tamaños de una colección de elementos de un material sólido. El análisis granulométrico es el conjunto de operaciones cuyo fin es determinar la distribución del tamaño de las partículas que componen una muestra.

Instituto del Asfalto.

Entidad internacional de productores de asfalto, fabricantes y empresas adscritas. Su principal función es fomentar el uso de las prestaciones y beneficios de calidad del asfalto, por medio de la investigación y comercialización para la solución de inconvenientes que alteren a la industria del sector.

Pavimento.

Estructura horizontal conformada por varias capas de materiales granulares que se fundan sobre el terreno natural tratado, cuya función principal es permitir la circulación de toda clase de vehículos. Existen cuatro clases: los flexibles, rígidos, articulados y semirrígidos.

Pavimento Flexible.

Tipo de pavimento cuya estructura está constituida principalmente por una capa superficial denominada carpeta asfáltica, apoyada en una base y subbase, seguidamente. En donde todo el paquete estructural se asienta sobre una subrasante o terreno natural.

Rehabilitación de caminos.

Conjunto de procedimientos técnicos que ayudan a recuperar la funcionalidad que ha sido afectada por motivos de un fenómeno cualquiera. Las vías se rehabilitan y se ponen en reposición para que sigan cumpliendo con el servicio de transitabilidad por un periodo más de años.

Reposición.

Actividad de reemplazar o reponer una estructura que ha sufrido daños, desgaste o se ha deteriorado, etc. por otra de igual o mejor capacidad de soporte.

Tratamiento Superficial Bicapa.

Denominado también como dobles tratamientos superficiales, es el proceso de dos aplicaciones consecutivas de ligante y agregado para dar características determinadas a la superficie del pavimento.

De todo lo antes mencionado, se acepta que el problema de estudio del presente trabajo de investigación se basa alrededor de los cuestionamientos y la indagación de las posibles fallas a nivel de la capa de asfalto construida en la avenida materia

de estudio. En el marco del desarrollo se formula la siguiente pregunta central ¿Cuál es el análisis del problema que presenta la carpeta asfáltica de la Av. Guardia Civil de Castilla?, a fin de dar como determinación el correcto uso de materiales y proceso constructivo de la carpeta asfáltica con las condiciones necesarias que lo ameriten.

Los motivos que llevaron a investigar a cerca del diagnóstico de la carpeta asfáltica puesta en la Av. Guardia Civil como parte de su reposición del servicio de transitabilidad vehicular, desde el Puente Sánchez Cerro hasta el Ovalo “El Cantarito” distrito Castilla - Piura, Urbanización Miraflores; se centran en que este tramo se encuentra en una serie de cuestionamientos, en mayor medida por los conductores que a diario transitan por esta importante vía que une a Piura con Castilla; así, como los vecinos que se encuentran inconformes con la culminación de la superficie de rodadura y que puede implicar la decepción total de la población, como originar posibles problemas en el futuro. Con esta investigación se pretende ayudar a esclarecer acerca de estos reclamos, y ahondar los conocimientos teóricos con respecto al proceso constructivo de mezclas asfálticas modificadas; asimismo, de brindar una imagen integral sobre el impacto ambiental producido por el crecimiento del parque automotor, ayudando a la concientización de la población local en general.

Finalmente, se planteó como objetivo general Analizar la carpeta asfáltica de la reposición de la Av. Guardia Civil desde el Puente Sánchez Cerro hasta el ovalo “El Cantarito”, distrito Castilla – Piura, 2019.

Por otra parte, los objetivos específicos establecidos son: Determinar el porcentaje de asfalto que presenta la carpeta asfáltica de la reposición de la Av. Guardia Civil desde el Puente Sánchez Cerro hasta el Óvalo “El Cantarito” distrito de Castilla - Piura, 2019; Identificar la granulometría de los agregados y las cantidades de los gruesos y finos empleados en la mezcla de la carpeta asfáltica de la r reposición de la Av. Guardia Civil desde el Puente Sánchez Cerro hasta el Óvalo “El Cantarito” distrito de Castilla - Piura, 2019.

## **II. METODOLOGÍA.**

### **2.1. Tipo y diseño de investigación.**

#### **- Tipo de estudio.**

DANKHE (1986), da a conocer que existen cuatro tipos de estudio, ellos son: descriptivos, exploratorios, explicativos y correlacionales.

Este trabajo de investigación es de tipo descriptivo, ya que permite indagar y describir los materiales empleados en la reposición de la carpeta asfáltica de la avenida rehabilitada..

#### **- Diseño de la investigación.**

Para ARIAS, F. (2006, p.26), explica que el diseño de investigación es la táctica total que acoge cada investigador con la finalidad de responder un problema planteado. Hace mención al diseño que la investigación se clasifica en tres: el documental, el experimental y el no experimental.

El presente trabajo tiene un diseño No experimental, consistiendo en la recopilación de información a través del pavimento colocado, esto por medio de un ensayo realizado. Se ha obtenido la información, pero sin alterar las condiciones existentes de la vía.

### **2.2. Población, muestra y muestreo.**

#### **- Población.**

HERNÁNDEZ R. y otros (2010, pág. 147), aclaran que las poblaciones tienen que ubicarse conforme a las cualidades del tema, espacio y tiempo.

La presente investigación tiene como población asignada a la Av. Guardia Civil, distrito de Castilla - Piura.

#### **- Muestra.**

Según HERNÁNDEZ, R. y otros (2010, pág. 175), indican a la muestra como el subconjunto de la población y que esta debe delimitarse con precisión.

En este trabajo investigativo se consideró la muestra a el tramo comprendido desde el Puente Sánchez Cerro hasta el ovalo “El Cantarito” de la Av. Guardia Civil, distrito de Castilla - Piura.

- **Muestreo.**

Según SÁENZ, GORJÓN, GONZALO Y DÍAZ (2012, p. 145), conceptualizan que el muestreo ejerce para clasificar y establecer el tamaño de una muestra, aminorando costos y adquiriendo mayor exactitud de los datos.

La presente investigación posee el muestreo de tipo No probabilístico, por la razón que la muestra elegida fue por conveniencia.

**2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

- **Técnicas de recolección de datos.**

De acuerdo a ARIAS, F. (2006, pág. 376), las define como aquel conjunto de procedimientos de recopilación de información y técnicas que se manejan a lo largo del proceso de investigación, con la intención de lograr la información necesaria a los objetivos indicados.

Por lo tanto, la técnica empleada para la compilación de información en este presente trabajo es la observación de laboratorio.

- **Observación de laboratorio.**

Parella Stracuzzi, y otros, (2011 pág. 119), señalan que la observación laboratorio se realiza en lugares ya determinados con anterioridad, por ejemplo: museos, bibliotecas, y laboratorios en sí.

Es así que en la actual investigación se hizo una visita al tramo de estudio, con el fin de analizar el actual estado de la carpeta asfáltica de la avenida, extrayendo de ella muestras de la mezcla asfáltica del pavimento y que fueron llevadas posteriormente al laboratorio para sus respectivos ensayos.

- **Instrumentos de investigación.**

HERNÁNDEZ, R. y otros (2014), manifiestan que los instrumentos sirven para reunir datos de la investigación, declara que un instrumento de medida conveniente



es aquel que graba todos los datos que se han podido observar tranquilamente, y que representen realmente las variables que el investigador a establecido por objeto.

El principal instrumento empleado en la recopilación de la información para esta investigación es la Maquina centrífuga eléctrica, que sirve para realizar el Ensayo de Lavado asfáltico.

- **Validez.**

De acuerdo con HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA (2014, pág.243), confiere la validez en líneas generales, refiriéndose al rango en que un instrumento verdaderamente valore la variable que se pretende evaluar.

Este trabajo es validado ya que fue supeditado a la revisión detenida por ingenieros civiles especialistas de la línea de investigación.

- **Confiabilidad.**

Según BRIONES, G. (2000, Pág. 59), hace referencia al nivel de confianza o seguridad que sirve para poder aceptar los resultados conseguidos por el investigador con base en las metodologías usadas para efectuar el estudio.

## **2.4. Procedimiento.**

La estructura de la carpeta asfáltica de un pavimento flexible se compone por la mezcla de asfalto más agregados finos y gruesos, contestando a un diseño de mezcla asfáltica elaborado con anticipación que garantice ciertos criterios como porcentaje de asfalto y granulometría de los agregados.

Se llevó a cabo la extracción de muestras de la mezcla de asfalto del pavimento construido, a través de tres piques realizados en la carpeta asfáltica. Las muestras fueron llevadas al laboratorio de la Facultad de Ingeniería Geológica - Universidad Nacional de Piura, para ser analizadas mediante el Ensayo del Lavado asfáltico, cuya finalidad principal es determinar el porcentaje de asfalto presente en la carpeta asfáltica de la Av. Guardia Civil; así como, identificar la granulometría de los agregados utilizados. El ensayo consistió en la ejecución del siguiente procedimiento que se detalla a continuación:

Se pesó la muestra de asfalto para realizar el ensayo correspondiente. Luego, se vació un poco de gasolina de 95 octanos que actuó como disolvente, dejando la muestra remojar por un día. Después, la muestra se llevó para que fuera depositada en la máquina centrífuga. Posteriormente, se colocó el filtro y se tapó la máquina. Seguidamente, se prendió, y por medio de revoluciones originadas por la acción del brazo se echó por la parte superior la gasolina hasta el punto de que la muestra se encuentre bien lavada. Por consiguiente, al terminado el proceso del lavado se tuvo el agregado limpio de asfalto y se dejó secar en un horno durante 24 horas. Por último, se procedió a realizar su respectiva granulometría. Y finalmente, se apuntaron los datos que se requieren para los respectivos cálculos.

## **2.5. Métodos de análisis de datos.**

Se llevó a la práctica de laboratorio ensayos a la carpeta asfáltica con el propósito de conseguir el porcentaje de asfalto presente en el pavimento. También, determinar si el empleo de los agregados se encuentra dentro de las especificaciones establecidas por la norma correspondiente, comprobando de ese modo la calidad de la carpeta asfáltica.

## **2.6. Aspectos éticos.**

Según BILBENY (1992), señala que la ética plantea el análisis de algún tipo de acción normativa y humana, a la que se le conoce como acción moral, teniendo a su vez el objeto de averiguar la validez de sus disposiciones y regalías. Es por ello que los puntos de vista a nivel ético tomados en cuenta en la presente investigación son las siguientes:

- La compilación de información obtenida en el laboratorio fue realizada con responsabilidad y con datos veraces.
- Toda la información buscada y juntada está citada como corresponde según la fuente bibliográfica.
- Con respecto a las referencias, están sujetas a las normas ISO 690 de acuerdo a la resolución rectoral vigente.

### III. RESULTADOS.

Para el explicación de los objetivos de la investigación se empleó la toma de muestras de mezclas asfálticas para pavimentos in situ, mediante picadas sobre la superficie de la capa de rodadura con la finalidad de obtener el material asfáltico con los agregados minerales que han sido preparados para la rehabilitación de la mencionada avenida; consecuentemente, se realizó el análisis de los materiales de la carpeta asfáltica a través de la Extracción cuantitativa de asfalto en mezclas para pavimentos (ASTM D – 2172) bajo la norma MTC E 502, por medio del Ensayo de Lavado asfáltico. Este ensayo se desarrolló en las instalaciones del Laboratorio de La Escuela Profesional de Geología de la Universidad Nacional de Piura.

En el primer objetivo específico, se planteó Determinar del porcentaje de asfalto que presenta la carpeta asfáltica de la Av. Guardia Civil desde el Puente Sánchez Cerro hasta el Óvalo “El Cantarito”, distrito de Castilla - Piura, 2019. En donde se halló el resultado mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de asfalto} = \left( \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} \right) * 100$$

**Tabla 1.** Resultado del contenido de asfalto.

CONTENIDO DE ASFALTO			
Peso de muestra seca (g)	1,000	<b>Porcentaje de Asfalto (%)</b>	<b>11.11</b>
Peso de muestra lavada (g)	888.9		

Fuente: Elaboración propia.

#### **Interpretación:**

A través del ensayo desarrollado, se precisó que el primer peso de la muestra sucia fue de 1000 gramos y el segundo peso de la muestra lavada de 888.9 gramos.

El dato del porcentaje de asfalto arrojado posee un valor alto, ya que se encontró 11.11 %, lo que se consideró un porcentaje muy elevado para una mezcla de carpeta asfáltica para una avenida, por lo tanto, se determinó un exceso de líquido asfáltico.

En el segundo objetivo específico, el cual fue Identificar la granulometría de los agregados y las cantidades de los finos y gruesos empleados en la mezcla de la carpeta asfáltica de la rehabilitación de la Av. Guardia Civil. En la cual, se hallaron como resultados luego de haberse realizado prácticas en laboratorio, siendo estos los mostrados a continuación:

**Tabla 2. Granulometría determinada.**

	TAMIZ		PESO		ESPECIFICACIONES ASTM D-3515
	ESTÁNDAR (n.º)	TAMAÑO (mm)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)	
<b>A G R E G A D O  G R U E S O</b>	2"	50.800			---
	1 1/2"	38.100			---
	1"	25.400		100.00	
	3/4"	19.050	3.31	96.69	100
	1/2"	12.700	20.62	76.07	80 - 100
	3/8"	9.520	9.63	66.44	70 - 90
	1/4"	6.500	12.99	53.45	---
<b>A G R E G A D O  F I N O</b>	N.º 4	4.760	5.74	47.71	50 - 70
	N.º 8	2.380	11.20	36.51	35 - 70
	N.º 10	2.000	2.20	34.30	---
	N.º 16	1.190	5.88	28.42	---
	N.º 20	0.840	3.48	24.94	---
	N.º 30	0.590	3.67	21.27	18 - 29
	N.º 40	0.426	2.76	18.52	---
	N.º 50	0.297	2.76	15.76	13 - 23
	N.º 70	0.212	0.00	15.76	---
	N.º 100	0.150	7.55	8.21	8 - 16
	N.º 140	0.106	0.00	8.21	---
	N.º 170	0.089	4.39	3.82	---
	N.º 200	0.074	0.75	3.07	4 - 10
<b>ARCILLAS</b>	FONDO	0.000	3.07	0.00	---
<b>TOTAL DE AGREGADO GRUESO</b>			46.55		
<b>TOTAL DE AGREGADO FINO</b>			50.38		
<b>TOTAL DE ARCILLAS</b>			3.07		
<b>TOTAL % RETENIDO</b>			100.00		

Fuente: Elaboración propia.

### **Análisis:**

Con el Análisis granulométrico se identificó las cantidades de los agregados finos y gruesos, esto con ayuda de una serie de tamices estándar. Luego, se llegó a

determinar el porcentaje del peso retenido de cada material en cada uno de los tamices, los resultados se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 3.** Resultados del contenido de agregados en la mezcla.

CONTENIDO DE AGREGADOS		
MATERIAL	CANTIDAD (g)	PORCENTAJES (%)
Grava	413.80	46.55
Arena	447.80	50.38
Arcilla	27.30	3.07
TOTAL	888.90	100.00

Fuente: Elaboración propia.

#### **Interpretación:**

Según los resultados arrojados después del Análisis granulométrico por tamizado, se determinaron que existe 46.55 % de gravas, 50.38 % de arenas y 3.07 % de arcillas. Y, según la columna adjunta a la Tabla 02 de Granulometría determinada, los agregados no cumplen con las especificaciones establecidas por la norma ASTM D-3515, lo que se considera una presencia de exceso de finos en la mezcla asfáltica, ya que la mezcla posee menor cantidad de agregado grueso que agregado fino. Si fuera todo lo contrario, el porcentaje de asfalto sería mucho menor.

#### IV. DISCUSIÓN.

En cuanto al primer objetivo que consiste en Determinar el porcentaje de asfalto. El manual de Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en Caliente del “Instituto del Asfalto”, nos dice que el contenido de asfalto de una mezcla en gran mayoría depende de las propiedades que tengan los agregados, como su granulometría. La caracterización del agregado está ligada directamente con el óptimo contenido de asfalto. Entre más contenga la dosificación de la mezcla agregados finos, se dice que aumentara el área total superficial, y que por lo consiguiente mayor será la cantidad de asfalto requerido para englobar de manera uniforme todas las partículas. De otra forma, las mezclas más gruesas, es decir, que contengan agregados más grandes, demandan menos cantidad de asfalto por lo que poseen menos área total superficial.

Sin embargo, lo que demuestran los resultados de la presente investigación con base a los datos arrojados del análisis de laboratorio, se puede precisar que el porcentaje de asfalto que presenta la carpeta asfáltica es de 11.11 %, porcentaje que no es el adecuado para un diseño de mezcla de carpeta asfáltica para una avenida de alto tránsito, y por ende, no funcione correctamente para los fines que fue construida, dado que el resultado no cumple con la especificación para un tránsito pesado de carpeta asfáltica según lo establecido por el Instituto Americano del Asfalto, que determina el porcentaje de asfalto con un rango de 5.0 a 7.0 %.

Mientras que, en la tesis de CHÁVEZ, Janina (2017) “Análisis de la carpeta asfáltica modificada con polímero SBS (estireno-butadieno-estireno) en el clima frígido de la región Junín - Yauli. 2017”. Donde obtuvo como resultado final que se debe examinar el contenido óptimo de asfalto obtenido con una tolerancia de  $\pm 0.3$  puntos, y que este cumpla con todos los requisitos de calidad necesarios para la mezcla, indicando, además, que la cantidad adecuada de asfalto a usarse debe ser de 5.6 %.

Para el segundo objetivo, que consiste en Identificar la granulometría de los agregados y la cantidad de los mismos, usados en el diseño de la mezcla asfáltica de la rehabilitación de la Av. Guardia civil en el distrito de Castilla - Piura 2019. El manual de Mezcla Asfáltica en caliente del Laboratorio Nacional de Vialidad de

Chile, nos manifiesta que las capas asfálticas estructurales se pueden clasificar de acuerdo al siguiente parámetro de granulometría y que las cantidades proporcionales de material asfáltico y agregados determinan las propiedades físicas de la mezcla. De acuerdo al parámetro de granulometría acorde a la cantidad de material que pasa el tamiz N.º 8, establece que el tipo de gradación se denomina Densa y que el porcentaje que pasa dicho tamiz se encuentran en el rango de 35 - 50.

A pesar de ello, lo que se evidencia de los resultados del presente trabajo, se pudo identificar que el 46.55 % del material corresponde a grava, el 50.38 % a arena y el 3.07 % corresponde a arcillas, cantidades que no se adecuan con las especificaciones establecidas por la norma ASTM D-3515, dichas especificaciones se encuentran mostradas en la Tabla 02 de Granulometría determinada. Además, conforme a lo ya mencionado anteriormente sobre el parámetro de granulometría, el porcentaje que pasó por el tamiz N.º 8, fue de 36.51 %, lo que determina que el tipo de mezcla es densa y que con muy pequeño valor está dentro del intervalo establecido para la conformación de una mezcla de carpeta asfáltica.

En tanto en la tesis de HERNANDEZ, J. y ROSERO, D. (2014) "Rehabilitación de pavimentos con mezclas asfálticas convencionales y modificadas con polímeros en la malla vial del Municipio de Itagüí, Medellín - Colombia". Donde consiguió como resultado que en una mezcla que comprenda la propia granulometría e igual características de agregados, con un idéntico porcentaje de asfalto, el asfalto influirá determinantemente en el comportamiento del pavimento ante la deformación plástica de cualquier mezcla asfáltica en caliente.

## **V. CONCLUSIONES.**

1. El contenido de asfalto encontrado a través de las muestras extraídas para el ensayo en laboratorio, fue del porcentaje 11.11 %, lo que se determina un índice de contenido muy excesivo.
2. La carpeta asfáltica analizada no cumple con las especificaciones estipuladas en la norma (Granulometría), conteniendo mayor cantidad de agregado fino, por lo que el pavimento presenta deficiencias y en el futuro podrá sufrir algunas fallas producto de la discontinuidad de agregados.
3. Como conclusión general se puede precisar que la vida útil de un pavimento se debe prolongar efectivamente con el uso de polímeros en la carpeta asfáltica; no obstante, es necesario tener en cuenta un correcto proceso constructivo y una adecuada supervisión en la obra con la finalidad de obtener resultados satisfactorios.



## **VI. RECOMENDACIONES.**

1. Una muestra de mezcla asfáltica elaborada en laboratorio debe ser analizada antes de ser colocada en obra, para así poder precisar su probable rendimiento en la estructura del pavimento, y esto es posible gracias al ensayo realizado, por lo que de ahí su importancia aplicativa en la vida profesional.
2. Para tener un mejor análisis en los resultados debe haber más muestras de estudio para realizar un promedio, en este caso, solo hemos considerado tres muestras en tramos de 180 metros, debido que hacer este ensayo demanda de mucho tiempo; también, se necesitaría más cantidad de materiales y por lo tanto mayor inversión económica.
3. El contenido de asfalto en una mezcla es crucial, para ello tiene ser precisada con exactitud en laboratorio y posteriormente evaluada con extremo cuidado en obra. Depende mucho de la granulometría para encontrar el porcentaje adecuado, pues como se mencionó con anterioridad, a mayor cantidad de agregado grueso, menor porcentaje de asfalto; pero a mayor cantidad de agregado fino, mayor porcentaje de asfalto. Tener presente que para diseñar una carpeta asfáltica se debe considerar factores como el clima y la cantera de procedencia de los agregados, las cuales deben cumplir con las especificaciones y normas estandarizadas. Este trabajo de investigación puede ser tomado como ejemplo de guía para el desarrollo de nuevas investigaciones.

## REFERENCIAS.

- MUNERA J. MODIFICACIÓN POLIMÉRICA DE ASFALTOS. *Tesis de Maestría en Ingeniería. Escuela de Administración, Finanzas y Tecnología (EAFIT). Medellín. Colombia. 2012*, pp. 23.
- CHÁVEZ Janina, (2017), *Tesis Análisis de la carpeta asfáltica modificada con polímero SBS en el clima frígido de la región Junín – Yauli. 2017.*
- HERNADEZ, Juan y ROSERO Darwin, (2014), *Tesis Rehabilitación de pavimentos con mezclas asfálticas convencionales y modificadas con polímeros en la malla vial del municipio de Itagüí, Medellín Colombia.*
- ARIAS, F. (2006 a). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica (5ª ed.)*. Caracas: Episteme.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI Y OTROS, *Metodología de la investigación. 5º Edición*. México. 2010. ISBN: 978-607-15-029-9.
- SÁENZ, K., Gorjón, F., Gonzalo, M. y Díaz, C. (2012). *Metodología para investigaciones de alto impacto en las ciencias sociales y jurídicas*. Madrid: Dykinson.
- PALELLA, S. y MARTINS, F. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa. (3ª ed.)*. Caracas: Fedupel.
- ARIAS, F. (2006 b). *Mitos y errores en la elaboración de tesis y proyectos de investigación (3a ed.)*. Caracas: Episteme.
- ARY, D., JACOBS, L. y RAZAVIEH, A. (1989). *Introducción a la investigación pedagógica (2ª ed.)*. México: McGraw-Hill.
- LERMA, H. (2001). *Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto*. Bogotá: Eco Ediciones.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (2011). *Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales (4ª ed.)*. Caracas: FEDEUPEL.

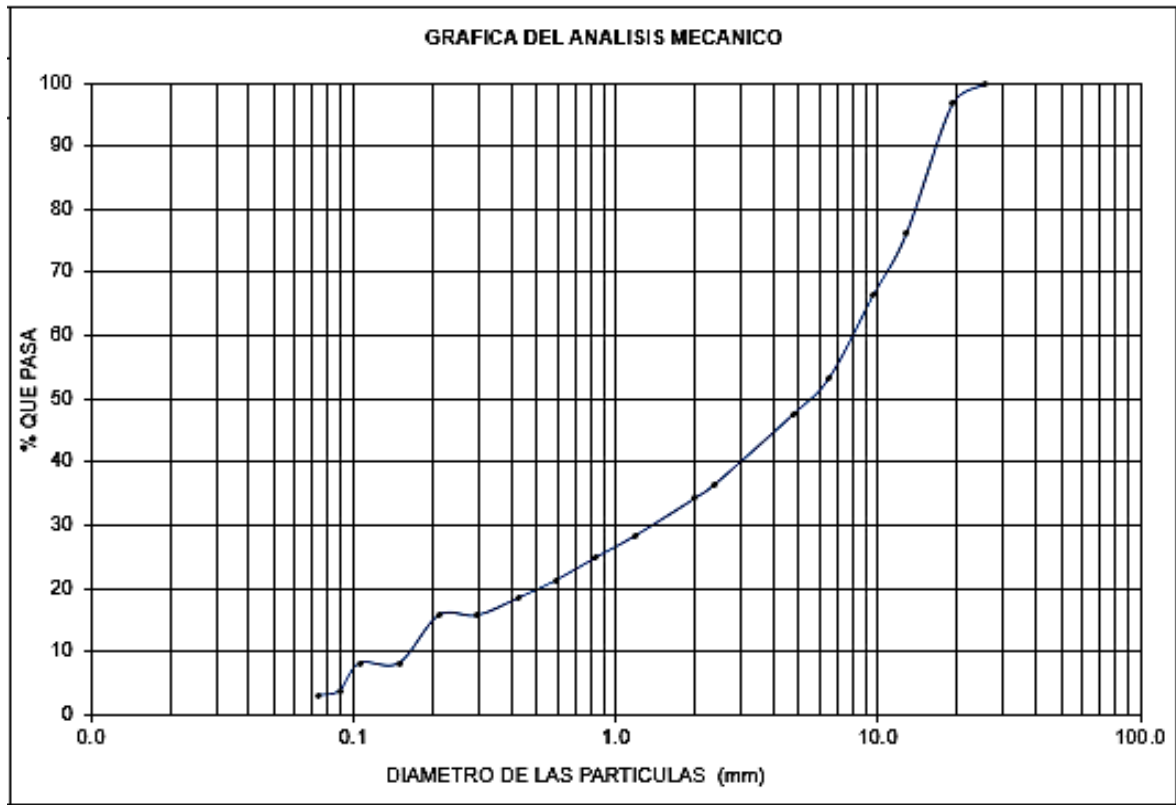
- REAL, C. M. *Estado del conocimiento del estudio sobre mezclas asfálticas modificadas en Colombia*, Tesis de Grado, Universidad Católica de Colombia. Bogotá D.C., 2006.
- ACEVEDO, P. y MUNEVAR, H. *Los asfaltos en Colombia y el uso de aditivos* Tesis de Grado, Universidad Industrial de Santander 1979. 115p.
- ASPHALT INSTITUTE. *Principios de construcción de pavimentos de mezcla asfáltica en caliente*. 1° Edición. Editor, Asphalt Institute, 2001. ISBN: 193-4154-253. 275p.
- ZÚÑIGA, Rosa C. *Mezcla asfáltica en caliente*. Ministerio de obras públicas. Laboratorio nacional de vialidad. Chile. Junio 2015. 52p.

**Anexo N.º 01. Operacionalización de Variable.**

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
<b>CARPETA ASFÁLTICA</b>	Los materiales pétreos son suelos inertes que se consiguen en ríos, arroyos o depósitos naturales. Para poder ser empleados en la carpeta asfáltica deben cumplir con ciertas características dadas por la granulometría, dureza, forma de la partícula y adherencia con el asfalto. (Olivera 1994),	La variable carpeta asfáltica modificada contiene dos dimensiones:  - El ensayo a los agregados finos y gruesos.  - El ensayo a la mezcla asfáltica.	Ensayos de los agregados finos y gruesos	Granulometría.	(%)
			Ensayo de mezcla asfáltica	Lavado Asfáltico	(%)

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo N.º 05. Curva granulométrica.



Fuente: Laboratorio de la Escuela de Ingeniería Geológica de la UNP.