



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis de los tipos de fallas de un pavimento flexible para determinar el estado conservación av. Universitaria Norte, Comas, 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Torres la Torre, Kevin Bryan (ORCID: [0000-0001-8377-7138](https://orcid.org/0000-0001-8377-7138))

ASESOR:

Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique (ORCID: [0000-0002-0684-5114](https://orcid.org/0000-0002-0684-5114))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico este proyecto de investigación ante todo a Dios por guiarme y cuidarme en mis objetivos en mi carrera profesional, a mi familia que siempre me ha estado apoyando especialmente mi tía y mi madre que con mucho esfuerzo me sacaron adelante y poder estudiar la carrera de Ingeniería Civil.

Agradecimiento

Quiero dar las gracias a Dios que ha estado cuidándome también por darme la fortaleza para poder continuar y cumplir mis objetivos en mi carrera profesional, a mis padres y mi tía por su apoyo en todo los momentos buenos y malos, por su paciencia y velado por mi bienestar en todo momento, siendo esencial para la culminación de mi proyecto de investigación.

También agradezco a mi alma mater la Universidad Cesar Vallejo, especialmente a mi asesor de tesis el Dr. Cancho Zúñiga Gerardo Enrique por su apoyo y sus críticas constructivas, además agradezco a los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil Norte por su ayuda y apoyo en mi formación profesional de Ingeniería Civil.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA	18
V. DISCUSION.....	40
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS.....	44
ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Clasificación del PCI</i>	11
Tabla 2. <i>Niveles de severidad de los deterioros en el pavimento asfáltico</i>	16
Tabla 3. <i>Opciones de reparación para fallas en el pavimento asfáltico</i>	17
Tabla 4. <i>Criterios del Método Marshall de Diseño de Mezclas</i>	17
Tabla 5. Hoja de Registro de la Unidad de Muestra N°1	29
Tabla 6. Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido de Muestra N°1	30
Tabla 7. Resumen de la clasificación por el método PCI	31
Tabla 8. Verificación de espesores de las tres muestras	36
Tabla 9. Resultados de las Briquetas	36
Tabla 10. Análisis Granulométrico	37
Tabla 11. Descripción Mezcla Asfáltica Caliente.....	38
Tabla 12. Criterio en el Método Marshall	38
Tabla 13. Criterio en el Método Marshall	40
Tabla 14. Clasificación del PCI	41

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Comportamiento de los tipos de pavimentos</i>	8
<i>Figura 2. Fallas en el pavimento flexible</i>	12
<i>Figura 3. Piel de cocodrilo</i>	13
<i>Figura 4. Abultamientos y Hundimientos</i>	13
<i>Figura 5. Grieta de borde</i>	14
<i>Figura 6. Grietas longitudinales y transversales</i>	14
<i>Figura 7. Huecos</i>	15
<i>Figura 8. Hinchamiento</i>	15
<i>Figura 9. Indica el lugar donde se hará la unidad de muestra</i>	20
<i>Figura 10. Indica el lugar donde se analizó las fallas del pavimento</i>	25
<i>Figura 11. Indica el lugar donde se hizo los ensayos</i>	26
<i>Figura 12. Observación de los tipos de fallas</i>	27
<i>Figura 13. Estado de la Densidad en la Muestra N°1</i>	28
<i>Figura 14. Estado de la Densidad en la Muestra N°1</i>	28
<i>Figura 15. Hoja de Registro de la Unidad de Muestra N°1</i>	29
<i>Figura 16. Curva de Corrección de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra N°1</i> ..	30
<i>Figura 17. Taladro de Corte de Diamantina</i>	32
<i>Figura 18. Conos de Seguridad</i>	32
<i>Figura 19. Bidón con Agua</i>	32
<i>Figura 20. Equipos de extracción y Seguridad</i>	33
<i>Figura 21. Muestra de las Diamantinas Extraídas</i>	33
<i>Figura 22. Muestra de las Diamantinas en Laboratorio</i>	34
<i>Figura 23. Muestra de las Diamantinas Sumergidas</i>	34
<i>Figura 24. Muestra de las Diamantinas al Horno</i>	34
<i>Figura 25. Muestra de las Diamantinas en forma diametral</i>	35
<i>Figura 26. Ensayo de Marshall</i>	35
<i>Figura 27. Curva Granulométrica</i>	37
<i>Figura 28. Estabilidad Corregida</i>	39
<i>Figura 29. Flujo Carpeta Asfáltica</i>	39

Resumen

En la presente investigación denominada el Análisis de los tipos de fallas de un pavimento flexible para determinar el estado conservación av. Universitaria Norte, comas,2020 tiene como objetivo principal determinar el estado del pavimento flexible mediante el Método del PCI y el Método de Marshall, tanto visualmente como en laboratorio, el tipo de metodología que fue empleada fue cuantitativa, de diseño experimental en base al manejo de las variables (dependiente e independiente). Los resultados que se obtuvieron en la tabla N°7 representan el resumen de la clasificación del PCI de la siguiente manera: en las muestras N°1,N°2,N°5,N°6,N°9 y N°10 salió una clasificación de REGULAR, en las muestras N°3,N°4,N°7 y N°8 salió una clasificación de MALO, con respecto a Método de Marshall refiriéndonos a la estabilidad y flujo se obtuvieron los siguientes datos de estabilidad según la tabla N°10 donde las muestras N°1, N°2 Y N°3 de las diamantinas arrojaron 5.1% por lo cual si cumple con la estabilidad y flujo del criterio en el Método Marshall de Diseño de Mezclas.

Palabras Clave: Pavimento Flexible, Tipos de Fallas, Índice de Condición del Pavimento (PCI), Método de Marshall.

Abstract

In the present investigation called the Analysis of the types of failures of a flexible pavement to determine the state of conservation av. Universitaria Norte, comas, 2020 has as its main objective to determine the state of the flexible pavement using the PCI Method and the Marshall Method, both visually and in the laboratory, the type of methodology that was used was quantitative, experimental design based on management of the variables (dependent and independent). The results obtained in table N ° 7 represent the summary of the PCI classification as follows: in samples N ° 1, N ° 2, N ° 5, N ° 6, N ° 9 and N ° 10 A REGULAR classification came out, in samples N ° 3, N ° 4, N ° 7 and N ° 8 a BAD classification came out, with respect to the Marshall Method referring to stability and flow, the following stability data were obtained according to Table N ° 10 where samples N ° 1, N ° 2 and N ° 3 of the diamantines yielded 5.1%, which is why it complies with the stability and flow of the criterion in the Marshall Method of Mix Design.

Keywords: Flexible Pavement, Failure Types, Pavement Condition Index (PCI), Marshall Method.

I. INTRODUCCIÓN

En nuestro país, como en el mundo actualmente se sufre mucho con las distintas fallas que aparecen en los diferentes pavimentos flexibles tales como grietas, fisuras, baches, desniveles, piel de cocodrilo y otras más, no hay un estado óptimo para la circulación de vehículos por eso se busca una solución para una mejor transitabilidad y seguridad.

Sabemos que las fallas pueden ser tanto por consolidación como por el movimiento lateral esto debido al tránsito vehicular de las capas inferiores o simplemente por la desproporción de carga que hay en el pavimento, otro problema puede ser por la mala compactación que hay en el proceso de construcción como también la disminución de estabilidad durante la mezcla que servirá para el soporte del tráfico vehicular. Las consecuencias que tendría este inconveniente al no ser controlado serían problemas con el tránsito como el tráfico vehicular.

Rodríguez y Tacza (2018, p.30), dan su punto de vista sobre el Método de Índice de Condición del Pavimento también conocido por sus siglas en inglés como Pavement Condition Index (PCI), consiente más que todo en la estimación que hay en el pavimento rígido como en el pavimento flexible, los cuales, desarrollan para poder conseguir dicho Índice de Integridad de los pavimentos también conseguir la Condición Operacional para dicho pavimento, esto nos permitirá establecer qué tipos de mantenimientos como reparaciones necesitará el pavimento en función a su condición actual.

Según lo que indican los autores eso es uno de los métodos para evaluar las necesidades de mantenimiento y reparación sobre el pavimento, esto ayudando mucho a determinar la condición de la superficie asfáltica. Por ello se usará este método para poder mejorar el pavimento flexible y ayudar a tener una mejor transitabilidad y así no acumular los tráficos u otros problemas y además a cumplir su vida útil del pavimento.

Como resultante, al argumento que se presenta, dicho proyecto de investigación se denomina como: “Análisis de los tipos de fallas de un pavimento flexible para determinar el estado conservación av. universitaria norte, comas,2020”. De tal modo se realizó la siguiente enunciación del

problema: El problema general es: ¿En qué medida el análisis de los tipos de fallas influirá en la determinación del estado de conservación del pavimento flexible en la av. universitaria norte,comas,2020? y los problemas específicos son: ¿Cómo influirá el análisis de los tipos de fallas en el estado de conservación del pavimento flexible?,¿Cómo influirá el PCI en el análisis de tipos de fallas para mejorar la conservación del pavimento flexible?,¿De qué manera el análisis de los tipos de fallas influirá en la determinación del estado de conservación del pavimento flexible en la av. universitaria norte,comas,2020? y ¿De qué manera influirá el estado de conservación del pavimento flexible con la transitabilidad?

La actual investigación demuestra la enorme importancia de la transitabilidad en la avenida universitaria, sabiendo que todo pavimento flexible se construye para que cumpla su vida útil siempre teniendo en cuenta su mantenimiento periódico para que tenga su nivel de diseño con el cual fue creado.

Por ello, la justificación técnica, consiste en conocer y analizar las fallas que afectan durante el periodo en el cual se encuentra dicho pavimento flexible de dicha avenida de estudio, evaluando y determinado sus causas, ya que no hay una transitabilidad fluida y se desea analizar las fallas y tener una conservación óptima a futuro.

Siguiendo con la justificación económica, es la que trata de economizar los gastos del pavimento a través de los mantenimientos y conservación, y así tener un mejor rendimiento en el pavimento y así tener una excelente vida útil del pavimento sin ocasionar gastos adhesivos.

Por esta razón terminando con la justificación práctica, avala por un mejor flujo de vehículos garantizando una mejor transitabilidad en el pavimento flexible resolviendo las fallas y teniendo una conservación óptima.

En la actual investigación tiene como objetivo general analizar los tipos de fallas optimizara el estado de conservación del pavimento flexible en la av. universitaria norte, comas,2020. Por ellos los objetivos específicos son: Demostrar si el análisis de los tipos de fallas influirá de manera considerable en el estado de conservación del pavimento flexible, Demostrar si la implementación del PCI en el análisis de los tipos de fallas influirá en la

conservación del pavimento flexible, Demostrar si el análisis de los tipos de fallas influirá en la optimización del pavimento flexible y Demostrar si el estado de conservación del pavimento flexible influirá directamente con la transitabilidad.

Con relación a la hipótesis del dicho proyecto de investigación, se indica que la hipótesis general consiste en el análisis de los tipos de fallas influye en la optimización del estado de conservación del pavimento flexible. Y las hipótesis específicas son: El análisis de los tipos de fallas influye de manera considerable en el estado de conservación del pavimento flexible, La implementación del PCI en el análisis de los tipos de fallas influye en la conservación del pavimento flexible, El análisis de los tipos de fallas influye en la optimización del pavimento flexible y El estado de conservación del pavimento flexible influirá directamente con la transitabilidad.

II. MARCO TEÓRICO

Después de haber investigado de forma virtual en diferentes sitios y averiguado diferentes tipos de investigaciones y artículos científicos, de las cuales se escogió las investigaciones que se acercan a las variables de dicha investigación.

Rodríguez y Tacza (2018), en su siguiente título de investigación llamado “Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier” que será para optar por el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. **El Objetivo** de la tesis fue plantear unas alternativas que intervengan y permitan una mejor condición operacional para el pavimento flexible de dicha tesis. **La metodología** de esta investigación es tipo descriptiva; y su diseño es de tipo de campo; **Su población** es el presente proyecto es el carril segregado del corredor Javier Prado ubicado entre la Avenidas Los Frutales y la Avenida la molina; **Su muestra** es el dicho trecho de estudio con elementos de muestra ; los cuales, deberán desempeñar para las capas asfálticas de las carreteras y un amplio menor de 7.30 metros, el área donde trabajaron debía cumplir con un rango de 230.0 a 93.0 m²; **Se concluyó** en dicha tesis de los autores que

usando la aplicación del PCI se estableció la situación real en el pavimento flexible del carril segregado del corredor Javier Prado; por lo cual, se podrá diseñar unas mejores soluciones de intervención en dicho pavimento para mejorar la vía.

Espinoza (2018), en su siguiente título de investigación llamado “Evaluación de patologías en pavimento flexible para proponer intervención correctiva mediante visualización in situ en Av. Las Torres, Lurigancho” que será para optar por el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Cesar Vallejo. **El Objetivo** de esta presente investigación, fue proponer el sistema de Mesh Track en el pavimento flexible mediante los ensayos destructivo que sería el ensayo de Marshall y no destructivo que sería visualización in situ. **La metodología** de dicha investigación fue la cuantitativa; y su diseño es de tipo experimental; **Su población** de dicha investigación es la Avenida Las Torres, Distrito de Lurigancho; **Su muestra** es 400 metros de la extensión de la Avenida Las Torres; **Se concluyó** que el porcentaje del área donde fue afectada es del 49% al límite del 50% de su tramo observado, solo la diamantina N°2 de su ensayo fue la menor mientras que las otras diamantinas si cumplieron la estabilidad y flujo según lo que mandaba la ASTM D6927.

Curo (2019), en su tesis llamado “Evaluación de pavimentos flexibles y rígidos aplicando las metodologías de inspección visual de zonas y rutas en riesgo el índice de condición del pavimento para el mantenimiento vial, caso de la av. Floral y jr. Carabaya, Puno” para optar dicho título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional del Altiplano. **El Objetivo** es calcular la superficie tanto del pavimento rígido como el pavimento flexible empleando técnicas que fueron la Inspección Visual de las Zonas y Rutas en Riesgo (VIZIR) y también el Índice de Condición del Pavimento (PCI) para el mejor mantenimiento vial de dicha investigación. **La metodología** de dicha investigación es de tipo aplicada, el nivel de investigación es de tipo descriptiva; y su diseño es de tipo no experimental; **Su población** se comprende a los caminos de la ciudad de puno en el departamento de puno, Perú; **Su muestra** donde se hará dicha investigación en la avenida Floral con un pavimento flexible y el Jr. Carabaya con un pavimento rígido en la ciudad de puno del departamento de puno, Perú. Donde para la aplicación de los métodos planteados se evaluó toda la longitud

de las vías; **Se concluyó** que las vías evaluadas mediante los métodos de PCI y VIZIR: La Av. Floral en su lado izquierdo presenta una calificación PCI intermedio de 49.35 que concierne a un estado “**regular**” para la metodología del PCI y su valor promedio de 3 que corresponde también a un estado “**regular**” según la metodología VIZIR; en su lado derecho presenta una calificación PCI promedio de 41.91 que corresponde a un estado “**regular**” para la metodología PCI y su valor promedio de 4 que corresponde a un estado “**regular**” según la metodología VIZIR. El Jr. Carabaya presenta una calificación PCI promedio de 67.30 que corresponde a un estado “**bueno**” de la vía según la metodología PCI.

Rebolledo (2010), indica con su título de “Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos” para optar por el título de: Ingeniero Constructor. Universidad Austral de Chile. **El Objetivo** de esta dicha tesis es identificar los tipos de fallas que hay y soportan los pavimentos rígidos como pavimentos flexibles, para analizar y plantear ideas para una mejor conservación y rehabilitación, con un mínimo costo para tener un eficaz resultado. **La metodología** de dicha investigación es de tipo aplicada, el nivel de investigación es de tipo descriptiva; y su diseño es de tipo experimental; **Su población** la zona de Valdivia; **Su muestra** de dicha tesis es la conservación de los pavimentos aplicados en los sector 1 y 2 de Valdivia; **Se concluyó** que en dicho lugar no se aprecia una verdadera conciencia de como tener una mantención y buena conservación de los dos pavimentos, es mejor además que es un mínimo costo que remediar un pavimento completo, esto los haría ahorrar los millones de pesos que gastarían, con ello habrá más serviciabilidad y confortabilidad para los conductores.

Batallas (2016), “Modelo de gestión de conservación vial para la red vial rural del cantón santo domingo” para disertación previa para la obtención del título de magister en ingeniería vial. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. **El Objetivo** es realizar la evaluación funcional del tramo vial San Antonio – El Placer del Toachi (carpeta asfáltica); como muestras representativas, de las vías existentes en el canal vial rural de la zona de cantón Santo Domingo y plantear una guía de gestión para la conservación de la red rural. **La metodología** de dicha investigación es de tipo aplicada, el nivel de

investigación es de tipo descriptiva; y su diseño es de tipo experimental; **Su población** es el tramo vial, San Antonio – El Placer del Toachi (carpeta asfáltica); **Su muestra** en el presente trabajo de estudio se adoptó una longitud de muestra de 40.00m para la vía San Antonio- El Placer del Toachi, de acuerdo al ancho de calzada y como se puede ver, cumplen con el área de muestra de vías menores a 7.30 con un área $230 \pm 93 \text{ m}^2$; **Se concluyó** que en dicha investigación el PCI en la vía de San Antonio - El Placer del Toachi, tiene una calificación de 49, que está dentro del rango de “regular”.

Vélesela (2017), “Evaluación vial y plan de rehabilitación y mantenimiento de la vía azogues-cojitambo-deleg-la raya” para optar por el título de master en ingeniería en vialidad y transportes. Universidad de Cuenca. **El Objetivo** de esta tesis indicada es identificar los tipos de fallas que existen en el pavimento del tramo de la vía Azogues – Cojitambo – Déleg - La Raya, y mostrar algunas soluciones para una mejor rehabilitación y mantenimiento, para tener un diseño apto y transitable. **La metodología** de dicha investigación es de tipo aplicada, el nivel de investigación es de tipo descriptiva; y su diseño es de tipo experimental; **Su población** de esta investigación es el tramo de la vía azogues- cojitambo-deleg- la raya; **Su muestra** de dicha tesis son las siguientes vías Azogues, Cojitambo, Déleg y el sector de La Raya, en los límites con la provincia del Azuay. Dicha vía en su conjunto está conformada por un pavimento flexible el cual posee una estructura transversal semejante; **Se concluyó** que el objetivo fundamental de esta evaluación es la situación en el que se encuentra el pavimento del tramo Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya esto para poder establecer la rehabilitación como también mantenimiento con solo un fin tener una mejor vía y que cumpla con los requisitos que todo pavimento debe tener, proporcionando seguridad a los usuarios.

Alaamri, Kattiparuthi y Koya (2017), “Evaluación de fallas de pavimento flexible: un estudio de caso en la carretera Izki” revista Internacional de Ingeniería, Gestión y Ciencia Avanzadas. **El Objetivo** de este artículo científico es la solución a un pavimento que está a altas tensiones se busca que resista el pasovehicular y los efectos del clima en la carretera Izki para poder tener una buena transitabilidad y un buen diseño de pavimento apto para dicha zona. **Metodología** de dicho artículo es de nivel de investigación de tipo descriptiva,

tipo aplicada y tipo experimental; **Su población** de este artículo es la carretera Izki, Mascate; **Su muestra** de dicho artículo es la longitud de la carretera que es de 123,5 km de la capital de Mascate; **Se Concluyó** que se debe hacer mantenimientos y reparaciones en el tiempo adecuado para así no tengan esos problemas que tienes y hacer una base en el pavimento bien adecuada a la zona.

Babu (2016), "Deterioro y Soluciones de Pavimentos Flexibles" revista Internacional de Ingeniería Mecánica, Civil, Automotriz y de Producción. **El Objetivo** de esta revista es la explicación del pavimento y cómo funciona e indican soluciones ante los deterioros. **La Metodología** de dicho artículo es de nivel de investigación de tipo descriptiva y tipo experimental; **Su población** de dicho artículo es el mal estado de los pavimentos; **Su muestra** de dicho artículo es la disolución del asfalto en las carreteras; **Se concluyó** que los pavimentos se están desmoronando debido a las cargas de actividades y los campos atmosféricos por ello se debe hacer un buen estudio de las propiedades del suelo de la subrasante y el uso de rejillas reducirá el deterioro en el pavimento.

Rashid (2017), "Estudio de defectos en Pavimentos Flexibles y su Mantenimiento" revista Internacional de investigación y desarrollo recientes en ingeniería. **El Objetivo** de esta revista es como dar un buen mantenimiento a los pavimentos ver su rendimiento y evaluación que causa en el pavimento. **La Metodología** este artículo es de tipo aplicado, el nivel de investigación es de tipo descriptiva; y su diseño es de tipo experimental; **Su población** de dicho artículo es ver los defectos y causas del mantenimiento en el pavimento; **Su muestra** es la observación del análisis de mantenimiento; **Se concluyó** en dicho artículo que el mantenimiento adecuado es de suma importancia y que se tiene que hacer adecuadamente para ver buenos resultados sino las fallas seguirán igual.

Luego de haber verificado la investigación respectiva, ya sea escrita o virtuales, se tomó en consideración los siguientes trabajos, los cuales están guiadas en las variables de dicha investigación.

Pavimentos

De acuerdo con diferentes sitios e investigaciones sobre la construcción civil, los pavimentos son unas secciones estructurales que están localizadas y apoyadas sobre una superficie de un terreno que se llama sub rasante. Dicho manto ante todo debe cumplir un buen soporte en su procedimiento de diferentes mantos y diferentes espesores, nombrado paquete estructural, está diseñado para poder aguantar las cargas que tendrán a través del tiempo de vida del pavimento (Guevara, 2018).

La clasificación de los tipos de pavimentos se diferencia en el paquete estructural que los componen porque esto puntualiza el comportamiento y la forma como se realizara la distribución de las cargas que empieza desde la carpeta de rodadura hasta la superficie del terreno de fundación conocido como sub rasante, por ello los primordiales tipos de pavimentos que hay son: Pavimento Flexible, Pavimento Rígido.

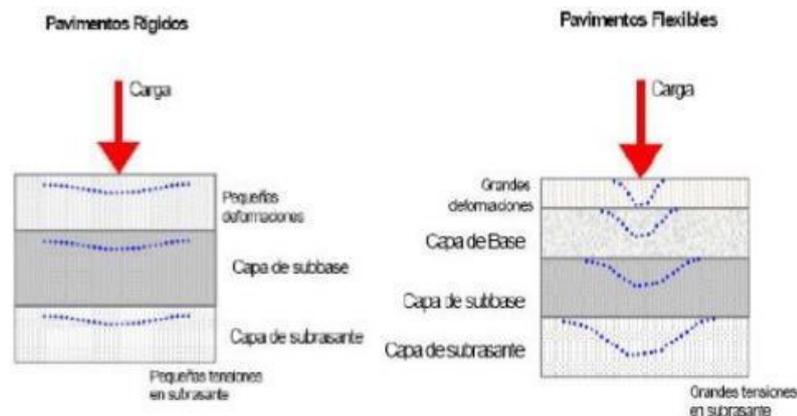


Figura 1. Comportamiento de los tipos de pavimentos.

Fuente: Rodríguez y Tacza (2018)

El pavimento flexible conocido también como pavimento asfáltico está formado por diferentes capas una de ellas la llamada carpeta asfáltica donde transitan los vehículos, en la que consiente mínimas imperfecciones que habrá en las capas inferiores que están debajo de la capa asfáltica todo para que la estructura no fracase. Siguiendo con lo informado sigue la capa base y luego la sub base, estas capas tienen la función de distribuir como transmitir las cargas vehiculares. Por último y no menos importante la sub rasante que sirve como columna a las capas que fueron indicadas (Guevara, 2018).

Cabe recalcar que en el pavimento flexible es más barato y además que tiene un periodo que va de 10 a 15 años de vida, pero el pavimento flexible tiene una desventaja que es un mantenimiento que tiene que ser periódico para cumplir su servicio.

El otro tipo de pavimento es el Rígido que conforma una capa diferente con una rodadura que está formada por una losa de concreto. Toma como nombre pavimento rígido debido que sus propiedades que tiene la carpeta de concreto, este pavimento soporta un mejor grado en las cargas de tránsito vehicular y a comparación del pavimento flexible este pavimento es de un costo más caro, pero el pavimento rígido requiere un mantenimiento mínimo. Debido a su medio rígido de la carpeta sus cargas vehiculares de dicho pavimento se distribuyen de una forma más eficaz, por ello, su estructura tiene una mínima cantidad de capas granulares entre la carpeta de rodadura y la sub rasante (Rodríguez y Tacza, 2018).

Cabe resaltar que la distribución de cargas es diferente a la del pavimento flexible ya que en el rígido son las cargas sub-base y sub-rasante, pero debido a sus condiciones propias del pavimento que se emplean que son: la rigidez y el alto módulo de elasticidad , que desarrolla una repartición en el área de cargas de la sub rasante, de forma que una mayor porción de estas las absorbe la losa de hormigón.

Pavimento Flexible

Conformación de capas

Los pavimentos flexibles tienen diferentes tipos de capas que son la carpeta asfáltica que está apoyada sobre las dos capas que son la base y sub base, y estas capas estructurales reposan sobre la sub rasante, para saber más sobre estas capas se dará una breve información de cada capa del pavimento flexible.

a) Carpeta Asfáltica

La carpeta asfáltica es una de las primeras capas del pavimento flexible, dicha carpeta ubicada sobre la base y es la que facilita el área de rodamiento vial y además que protege a la estructura del pavimento flexible y tenga una buena transividad de vehículos, con esto se impide la filtración

del agua provenientes de las lluvias que hay en diferentes zonas u otros factores que hay ocasionando saturaciones en las demás capas y apresurar el deterioro. Este debe resistir a las diferentes cargas que será sometido ya que una abundancia de asfalto durante la mezcla puede inducir una severa pérdida en la estabilidad y una resbalosa encima de la superficie.

b) Base

La base es la que soporta y está situada debajo del pavimento asfáltico el cual está expuesto a las cargas producidas por los diferentes vehículos, la función principal de la capa base es sostener, distribuir y transferir los esfuerzos hacia la sub-base y sub-rasante además que esta capa tiene doble función de drenaje y evitar la ascensión capilar.

Está compuesto la base más que todo por un componente granular, ello está formada por piedra molida, suelo y agregado; así mismo también está formada por el cemento portland, cal y componentes bituminosos, adquiriendo también un nombre que se llama base estabilizada.

c) Sub-Base

La sub-base es una capa que cumple un asunto de economía ya que se busca conseguir un mayor espesor en el pavimento flexible además que se localiza debajo de la capa de base, esta capa conforma la estructura de la vía del pavimento flexible que se encarga de soportar, transferir y repartir las cargas que están en la capa asfáltica.

La sub-base está conformada por mecanismos granulares que apoyan para que no ingrese el agua así no afectaría a las otras capas además que esta capa funciona como una capa de drenaje y así evitando que la sub-rasante pueda absorber el agua y evitando problemas como bajas temperaturas y dañando su volumen o elasticidad.

d) Sub-Rasante

La sub-rasante es la que se encuentra último entre todas las capas y es la del terreno que soporta las cargas que transmiten las demás capas del pavimento flexible, puede conformarse con relleno y corte, la cual depende del tipo de suelo además que la capa de la sub-rasante esta compactada,

teniendo en cuenta que debe tener las propiedades, las especificaciones adecuadas y secciones transversales del pavimento flexible.

Método Pavement Condition Index (PCI)

El Índice de Condición del pavimento que también en sus siglas en inglés es “Pavement Condition Index (PCI)”, dicho método nos permitirá la evaluación de los pavimentos rígidos como flexibles, ya que se desarrollará para lograr el índice de integridad del pavimento y también su condición operacional de la superficie, el cual permite establecer las necesidades que necesita el pavimento y que tipo de mantenimiento y reparación necesitará dependiendo mediante el método PCI.

El Pavement Condition Index- PCI es un índice numéricamente que tiene una variación desde el cero (0), para un pavimento fallido, hasta el número cien (100), para el pavimento con perfectas condiciones, se clasifica, así como la siguiente tabla:

Tabla 1. Clasificación del PCI

Clasificación PCI	Valoración	Tipo de Mantenimiento
86 a 100	Excelente	Mantenimiento Rutinario o Preventivo
71 a 85	Muy Bueno	
56 a 70	Bueno	Mantenimiento Periódico o Correctivo
41 a 55	Regular	
26 a 40	Malo	Rehabilitación
11 a 25	Muy Malo	Reconstrucción
0 a 10	Fallado	

Fuente: Brañez, 2016

Tipos de Fallas

Las diferentes fallas que florecen en las diferentes carpetas asfálticas que se dan por debajo de las consecuencias de un mal diseño, malos materiales, una mala construcción, tránsito vehicular y también el clima. Las consecuencias de los diferentes deterioros se dan por los elementos mezclados, porque esto empeora al no tener una conservación apropiada para el pavimento (Cubas, 2019).

En los pavimentos flexibles se clasifican en las siguientes categorías que son 4: fisuras y grietas; deformaciones superficiales; desintegración de pavimentos; afloramientos y otras fallas.

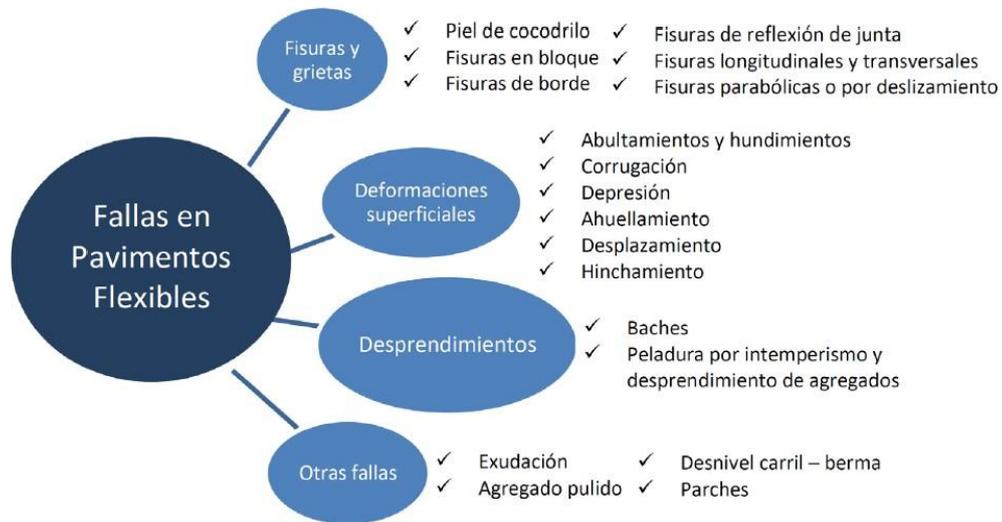


Figura 2. Fallas en el pavimento flexible

Fuente: Cubas, 2019

A continuación, se dará una breve explicación de los diferentes tipos de fallas que existen en el pavimento flexible los cuales son:

a) Piel de Cocodrilo

La falla llamada piel de cocodrilo producida por una sucesión de fisuras conectadas causadas más que todo por el agotamiento que hay en la superficie del pavimento flexible sometidas a las cargas de tránsito. Principalmente se forma en lo profundo de la primera capa asfáltica, en el que los valores de esfuerzo de tensión y deformaciones unitarias son más altos. Primeramente, para la formación de la falla de piel de cocodrilo se generan fisuras que se irradian hacia la superficie como unas fisuras longitudinales en paralelo, posteriormente de continuas cargas de tráfico las fisuras se enlazan y crean la falla piel de cocodrilo o también malla de gallinero.



Figura 3. Piel de cocodrilo

Fuente: Curo, 2019

b) Abultamientos y Hundimientos

Los tipos de fallas que son los abultamientos son chicos apartamientos hacia a lo alto confinados en la superficie del dicho pavimento, la diferencia con los apartamientos que son producidos por pavimentos inseguros y los hundimientos también son desplazamientos hacia la parte inferior, chicos y quebrados, en la superficie del pavimento asfáltico.



Figura 4. Abultamientos y Hundimientos

Fuente: Curo, 2019

c) Grieta de borde

Las grietas de borde más que todo son equivalentes y además existen a un trayecto que esta entre 0.30 y 0.60 metros al borde externo del pavimento asfáltico. Dicho problema se desarrolla por estas cargas de tránsito y logra iniciar esto por debilidad, debido a las situaciones de diferentes climas o por la base o de la sub-rasante cercana al borde del pavimento.



Figura 5. Grieta de borde

Fuente: Curo, 2019

d) Grietas longitudinales y transversales

Las grietas longitudinales son fallas paralelas a un eje del pavimento o a una dicha trayectoria de la edificación y son producidas más que todo por la mala edificación de la junta del carril, la convulsión que hay en la superficie del concreto asfáltico es causado por las mínimas temperaturas o también por el agrietamiento que causa debajo de la capa de base.

Las grietas transversales son fallas que se desplazan por el pavimento en diferentes rincones como objetivos al mismo eje o a la orientación de la edificación, además estos ejemplos de grietas no existen asociados con las cargas.



Figura 6. Grietas longitudinales y transversales

Fuente: Curo, 2019

e) Huecos

Los huecos son unos tipos de fallas de depresiones mínimas en un área del pavimento, mayormente con unos diámetros mínimos de 0.90 m y con una forma de plato hundido. El aumento de los huecos son más que todo por todo el acaparamiento de agua adentro de ellos. Los huecos son causan cuando el tráfico destroza mínimos pedazo del pavimento.



Figura 7. Huecos

Fuente: Curo, 2019

f) Hinchamiento

La falla de hinchamiento se define mayormente por una torcedura hacia la parte de la superficie del pavimento flexible con unas frecuencias muy largas y también graduales su longitud es máximo de 3.0m. El hinchamiento se puede encontrar escoltado de agrietamientos superficiales.



Figura 8. Hinchamiento

Fuente: Curo, 2019

Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento

Esta forma indica iniciar más que todo con una fase de trabajo en el campo, en el cual se va a identificar los tipos de daños que hay en el pavimento con sus respectivos tipos que hay, como la severidad y la distensión de dichas fallas.

La severidad es la forma de qué nivel esta la falla, este grado de severidad se clasifica en tres tipos:

- Low (Bajo)= L
- Medium (Medio) =M

- High (Alto)=H

A continuación, se mostrará las siguientes tablas sobre las alturas de severidad de los deterioros que son causados en el pavimento asfáltico y opciones de reparación para fallas en el pavimento asfáltico.

Tabla 2. Niveles de severidad de los deterioros en el pavimento asfáltico

DAÑOS O FALLAS	SEVERIDAD				
	LOW (Bajo)	MEDIUM (Medio)	HIGH (Alto)		
1.- Piel de cocodrilo.	Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están	Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.	Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.		
4.- Abultamientos y hundimientos.	Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.	Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.	Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.		
7.- Grieta de borde.	Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.	Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.	Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.		
10.- Grietas Longitudinales y transversales.	Existe 1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.	Existe una de las condiciones: 1. Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm. 2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas. 3. Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.	Existe una de las condiciones: 1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta. 2. Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho. 3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.		
13.-Huecos (Bacheo)	Profundidad máxima del hueco	Diámetro medio (mm)			
		102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm	
		12.7 a 25.4 mm	BAJO	BAJO	MEDIO
		> 25.4 a 50.8 mm	BAJO	MEDIO	ALTO
	> 50.8 mm	MEDIO	MEDIO	ALTO	
18.- Hinchamiento.	El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.	El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.	El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.		

Fuente: Curo, 2019

Tabla 3. Opciones de reparación para fallas en el pavimento asfáltico

DAÑOS O FALLAS	SEVERIDAD		
	LOW (Bajo)	MEDIUM (Medio)	HIGH (Alto)
1.- Piel de cocodrilo.	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.	Parqueo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.
4.- Abultamientos y hundimientos.	No se hace nada.	Reciclado en frío. Parqueo profundo o parcial.	Reciclado (fresado) en frío. Parqueo profundo o parcial. Sobrecarpeta.
7.- Grieta de borde.	No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm.	Sellado de grietas. Parqueo parcial - profundo.	Parqueo parcial – profundo.
10.- Grietas long y transversal.	No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.	Sellado de grietas.	Sellado de grietas. Parqueo parcial.
13.-Huecos (Bacheo).	No se hace nada. Parqueo parcial o profundo.	Parqueo parcial o profundo.	Parqueo profundo.
18.- Hinchamiento.	No se hace nada.	No se hace nada. Reconstrucción.	Reconstrucción.

Fuente: Curo, 2019

Ensayo de Marshall

El ensayo de Marshall tiene como objetivo determinar su contenido óptimo del diseño del asfalto para poder determinar el tipo de mezcla asfáltica, Según los expertos del Manual de Diseño de Pavimentos en base al Método AASHTO-93, indican que para analizar la muestra sus dimensiones son de 4” de diámetro por 2.5” de altura para determinar su estabilidad y flujo. Los criterios en el Método Marshall de Diseño de Mezcla es el siguiente.

Tabla 4. Criterios del Método Marshall de Diseño de Mezclas

Criterio en el Método Marshall de Diseño de Mezclas*	Vías locales	Vías Colectoras y Arteriales	Vías Expresas
	EAL < 10 ⁴ Tránsito Liviano	10 ⁴ ≤ EAL < 10 ⁶ Tránsito Mediano	EAL ≥ 10 ⁶ Tránsito Pesado
Números de golpes en cada cara de la probeta	35	50	75
Estabilidad mínima, kN	3,4	5,44	8,16
Flujo, 0,25 mm (min - max)	8 - 18	8 - 16	8 -14
Porcentaje de vacíos llenos de aire**, (min - max)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
Porcentaje de vacíos, en el agregado mineral***, VMA (min - max)	Ver Tabla 32		
Porcentaje de vacíos llenos de asfalto, VFA (min – max)	70 - 80	65 -78	65 -75

Fuente: Espinoza, 2018

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipos y Diseño de Investigación

Como indica el siguiente autor Tibaud (2009) indica que **la investigación cuantitativa** se ajusta una muestra tanto positiva como pos-positiva además que tiene con caso fundamental la explicación, control y predicción de los fenómenos que se estudian en dichas investigaciones (p.187). Por ello la investigación y los métodos que se usaran para el análisis, el enfoque de la investigación será cuantitativo ya que tiene diferentes procedimientos en la medición.

Lo que indica Cervera (2014) es que **el método científico** agrega nuevos conocimientos, técnicas de investigación a un determinado método científico como también para la verificación de la eficacia de las técnicas, teorías y ultimo conocimientos ya efectivos. Se trata, por tanto, de un tipo de investigación más creativa o innovadora, aunque también más rígida por sus resultados y métodos, ya que su valor se realizará por personas expertas en el dicho estudio como nacionales e internacionales (p.17). Por lo cual en dicha investigación se usará el método de investigación científico ya que radica en el análisis sistemático, de medición, experimentación, la formulación, análisis y por último la transformación de las hipótesis.

Según Lozada (2014) en el **tipo de investigación aplicada** es la que explora los conocimientos con un estudio directo a las dificultades de la comunidad. Según Lozada el fundamenta principalmente los descubrimientos científicos de la investigación básica, ocupando el proceso que hay en el enlace entre la teoría y el interés (p.35). En la cual está presente investigación es de un tipo aplicada por lo que le interesa en la aplicación de los conocimientos teóricos, busca conocer la dificultad para la mejora de la vía vehicular.

Según en el siguiente autor nos da una definición del nivel de investigación descriptiva el cual indica Peña (2012) que esta investigación conocida también como estadística, la cual ayuda a referir los datos obtenidos por los tipos de población (p.4). Dicha **investigación es de nivel descriptiva** ya que busca determinar la problemática y determina el objeto que se desea en dicho estudio marcando las características y propiedades de dicha investigación.

Según, Cambillo y Porta (2014), reseñan indicando el diseño de investigación que es una estrategia pensada más que todo para manifestar las dichas repuestas de investigación. Este diseño nos marca lo que el investigador corresponde a que pueda alcanzar sus objetivos de este estudio, una de ellas es contestar sus interrogantes que ha plantado y analizado su hipótesis formulada en un contexto personal (p.69). En la actual investigación su **diseño es experimental** ya que se realiza un enfoque científico y donde se hará prueba para determinar la relación.

3.2. Variables y Operacionalización

En la actual investigación, se ha reconocido dos variables indicando que son unas variables cuantitativas, las cuales son:

- La variable independiente que es “El análisis de los tipos de fallas”
- **DEFINICION CONCEPTUAL**
Rodríguez (2017), indica que los tipos fallas son la consecuencia de las interacciones complicadas del diseño, de los materiales, de la construcción, el tránsito vehicular y los diferentes climas. Estos elementos mezclados, son la causa de estas fallas que se observan en el pavimento.
- **DEFINICION OPERACIONAL**
Se analizará la severidad de las fallas de la carpeta asfáltica de un pavimento flexible mediante sus opciones de reparación que se elaborará para el mejoramiento del pavimento flexible y así tener una mejor transitabilidad y no los problemas de congestión vehicular.
- La variable dependiente que es “El estado de conservación del pavimento flexible”
- **DEFINICION CONCEPTUAL**
Granda (2016) indica que cualquier proyecto de construcción de un pavimento flexible para que sea perdurable y pueda tolerar favorablemente a lo extenso de la vida útil de dicho diseño proyectada, además debe tener un mantenimiento.

- **DEFINICION OPERACIONAL**

Se busca obtener el rango de clasificación mediante el método del PCI para un óptimo y un mayor mejoramiento en el pavimento flexible y solucionar los problemas para mejorar la transitabilidad.

3.3. Población, Muestra y Muestreo

Población

Según lo que indica Arias (2006) es que la población es la definición de un conjunto finito o infinito de diferentes síntesis con unas características que son comunes para las amplias conclusiones de la investigación (p. 81).

La población de dicha investigación es el suelo de la capa asfáltica que se encuentra ubicado en el departamento de Lima, se estudiara el suelo de la carpeta asfáltica en la Avenida Universitaria Norte, distrito de Comas.

Muestra

Según el autor Tamayo (2002) indica que la muestra se saca a partir del tamaño de población, se determinará la muestra solo si no es posible calcular las diferentes formas de la población, lo misma, se considera particularmente en la población (p. 176).

En este proyecto se investigará la muestra que en este caso es toda la carpeta asfáltica de la Avenida Universitaria Norte en el distrito de Comas, que se encuentra entre la Av. Guillermo de la fuente y la Av. 22 de agosto con una distancia de 383m donde se tomara las muestras de la avenida para la investigación.

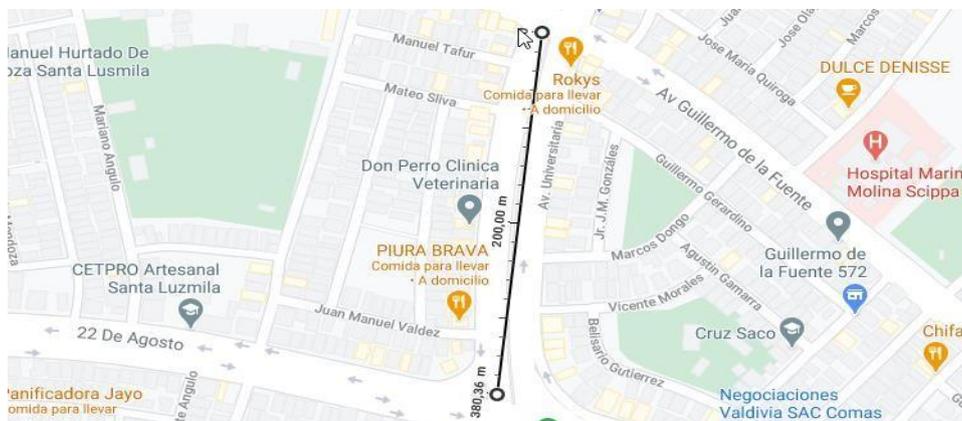


Figura 9. Indica el lugar donde se hará la unidad de muestra

Fuente: Elaboración propia

Muestreo

Según el autor Tamayo (2006), por ello nos indica que el muestreo es un procedimiento para conocer algunas características de la población con base en una muestra extraída de ella (p.177).

En dicha investigación el muestreo será desde la Av. Guillermo de la fuente hasta la Av. 22 de agosto donde se observará los tipos de fallas que se encuentran en la carpeta asfáltica entre dichas ubicaciones.

La unidad de análisis

En este proyecto la unidad de análisis será la carpeta asfáltica de la Av. Universitaria Norte, Comas.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Según el autor Arias (2006), indica que **la técnica de recolección de datos** son las diferentes formas como también maneras para buscar información. Son tipos de técnicas; como la observación directa, la investigación en sus dos características es: oral y escrita (p.111).

En este proyecto se manejará la técnica de observación que nos permitió la selección e identificación de dicho tramo de estudio, ya que se puede observar deficiencias en la carpeta asfáltica de la Av. Universitaria Norte, Comas.

Arias (2006), explica que **los instrumentos de recolección de datos** son medios que se usan materiales para emplear y recoger la investigación recolectada. Ejemplo: formatos de cuestionario, lista de cotejo, escalas de actitudes su opinión, grabador, cámara fotográfica, etc. (p.111).

Entonces, en dicha investigación se tendrá como instrumento para poder aplicar el dicho método PCI para poder determinar las fallas, utilizaremos la recolección de datos que se asegurará de la información de dicha avenida y así permita una clara observación de las fallas de dicha zona de estudio igualmente para el ensayo de Marshall.

Según el autor Peña (2013), explica que la **validez de los instrumentos** son el nivel en el que el instrumento en realidad pueda calcular la variable que se desea buscar medir (p.13).

Por ello, la validez de los instrumentos que se utilizará en el estudio será la evidencia fotográfica que se tomará al momento de analizar los tipos de fallas y ensayos. Con respecto al formato para analizar mediante el método de evaluación del PCI se validará a través de la firma de un ingeniero experto igualmente el ensayo de Marshall.

Peña (2013) también muestra que la **confiabilidad** es un valor en el que el instrumento causa los resultados sólidos y coherentes. Poca palabra se puede decir, que su estudio periódico al mismo sujeto u objeto nos da respuestas iguales (p.5).

Por ello para consolidar la confiabilidad de los instrumentos que utilizaremos para el método de evaluación del PCI y ensayo de Marshall se recopilara de diferentes tesis donde trabajen con dichos procesos.

3.5. Procedimientos

En esta investigación se ejecutará una forma de estudio para lograr resultados ansiados por los objetivos e hipótesis de las variables usando el método del PCI el cual ayudará para analizar los tipos de fallas que haya en dicha investigación pueda realizar su respectivo mantenimiento para que la vía tenga una condición óptima y además se harán ensayos con tres muestras de diamantina de 3 pulgadas extraídas de dicha avenida con máquinas especializadas que luego se llevara a laboratorio para ver su estabilidad y resistencia usando el aparato de Marshall para ver cómo se encuentra el pavimento.

El procedimiento para dicha elaboración de los datos que se obtendrán e indicadores se realizará a través de los siguientes procesos:

- **En campo:** Se rellenará el formato de recolección de datos en dicha zona de estudio mediante el método PCI, a través del siguiente proceso, en primer lugar, se ubicará las fallas que se encuentran a lo largo del tramo de la Avenida Universitaria Norte entre las Av. Guillermo de la fuente hasta la Av. 22 de agosto donde se recopilaran los datos, luego de ello, se clasificara según su severidad y la cantidad en el que se encuentre en

dicho tramo, para posteriormente obtener el total de fallas que se encuentren en dicho lugar presentes en cada unidad de muestra.

- **En oficina:** Cada muestra se evaluará en una hoja de registro de los datos en campo de la unidad de muestra, luego de que se halla determinado las fallas se calculará la densidad de cada tipo de fallas, la cual será la partición del metrado total de los tipos de fallas que habrá entre el área general de cada módulo de muestra.

Luego de ello, con los valores obtenidos de la densidad, se adquirieron unos valores deducidos de cada mezcla de falla, según las curvas de valores deducidos para los tipos de fallas correspondientes a pavimento flexible presentes al Manual Pavement Condition Index (PCI).

Lo mismo se realizará para hallar todos los valores deducidos de las fallas encontradas en dicho tramo, luego se ordenará de mayor a menor los valores deducidos siguiendo con la aplicación del método, y es necesario calcular la cifra mayor aceptable de los valores deducidos “m”.

Por ello se determinará el total deducido mediante una suma de los valores deducidos propios y que “q” es el número de los valores deducidos mayores a 2, después de eso se utilizara la curva de corrección de valores deducidos para poder obtener el mayor valor deducido corregido.

Finalmente se procederá al cálculo del Pavement Condition Index (PCI) de la unidad de muestra para determinar el estado actual que presenta dicho pavimento de dicha avenida.

En laboratorio: Para los ensayos se extraerán 3 muestras de diamantina con máquinas especializadas en la Avenida Universitaria Norte entre las Av. Guillermo de la fuente hasta la Av. 22 de agosto cada muestra tendrá 3 pulgadas de diámetro y se llevará a laboratorio para dichos análisis del pavimento.

Cada diamantina se analizará para ver como esta su estabilidad y flujo del pavimento de dicha avenida para ver el diseño de la mezcla asfáltica en el que se encuentra, cada diamantina se lavará y se pesarán para ver su peso de ahí se meterán al horno he igualmente se hará la misma rutina como el lavado, se usará el aparato de Marshall para el ensayo donde se vera la deformación de las diamantinas para ver la carga máxima y flujos

también el método de Marshall para definir la granulometría y así obtener los datos para ver cómo se encuentra el pavimento.

3.6. Métodos de Análisis de Datos

Para dicho método de análisis de datos se usarán gráficas y cuadros que se correlacionen con los resultados de las muestras obtenidas con sus cantidades y porcentajes, así mismo, se mostrara los resultados de la tabla de resumen final de todo el tramo que es desde la Av. Guillermo de la fuente hasta la Av. 22 de agosto que se utilizara para finalmente determinar las alternativas de intervención expuestas según los tipos de fallas encontradas en dicho estudio de investigación.

3.7. Aspectos Éticos

En este actual trabajo de investigación el cual se deberá tener en consideración los siguientes puntos principales éticos:

Con razón a la autenticidad, dicho trabajo de investigación estaba administrado bajo la norma de estilo ISO actualizado con respecto a las citas, referencias de tesis, libros, artículo científicos y periodísticos.

Con razón a la verdad, los testimonios y observaciones de dicho proyecto serán demostrados mediante fotografías y formatos de evaluación firmado por un ingeniero especializado.

Con respecto a la autonomía, el autor utilizara sus propias opiniones, criterios e interpretaciones investigados como base de guía ya indicados en el marco teórico de dicha investigación.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de la zona de estudio

Nombre del Proyecto

“Análisis de los tipos de fallas de un pavimento flexible para determinar el estado conservación av. universitaria norte, comas,2020”

Distrito: Comas

Norte: Con los distritos de Puente Piedra y Carabayllo.

Sur: Con los distritos de Los Olivos, Independencia y San Juan de Lurigancho.

Este: Con los distritos de SJL y Carabayllo.

Provincia: Lima

Departamento: Lima

Vía a Intervenir: Av. Universitaria Norte urb. Santa Luzmila entre la Av. Guillermo de la Fuente y la Av. 22 de agosto

Mapa de Ubicación y localización del objeto de estudio

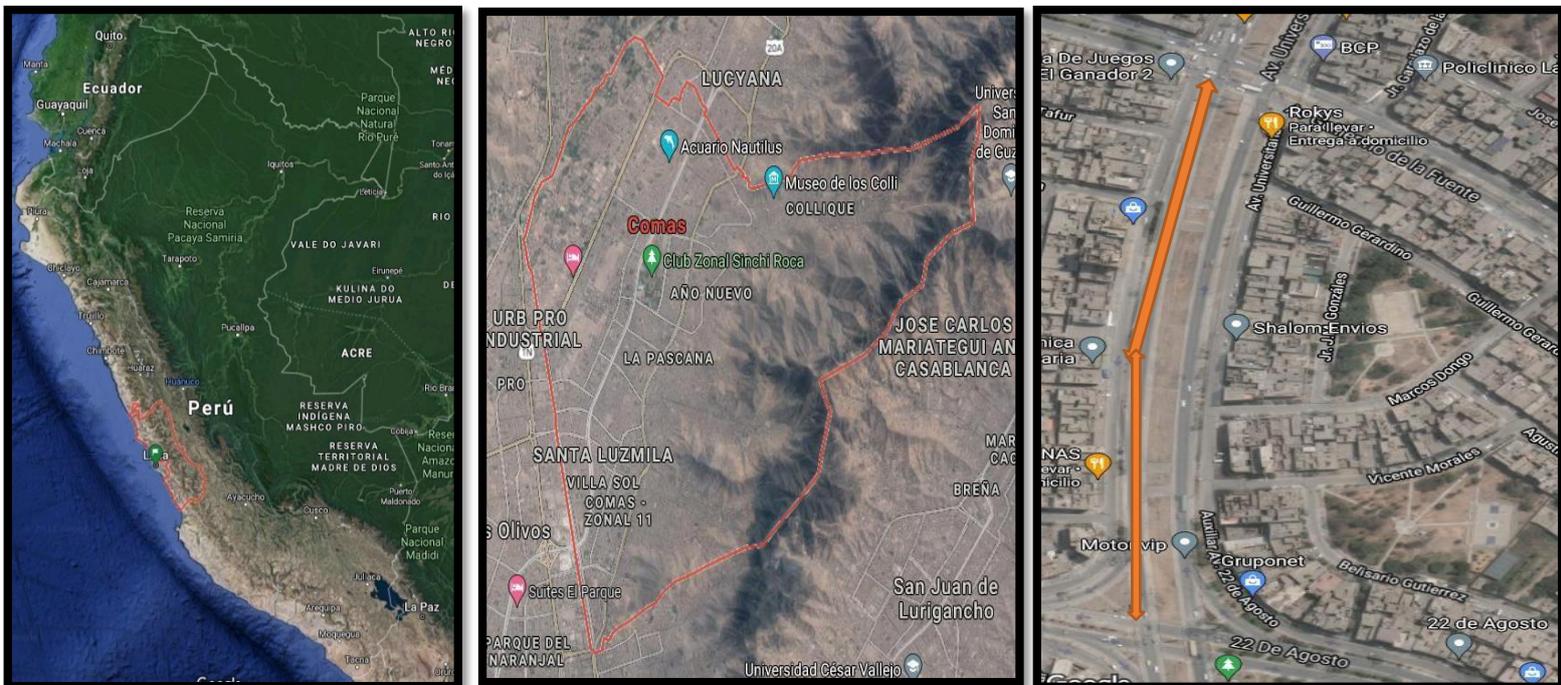


Figura 10. Indica el lugar donde se analizó las fallas del pavimento

Fuente: Elaboración propia

Mapa de Ubicación del laboratorio donde se realizaron los ensayos

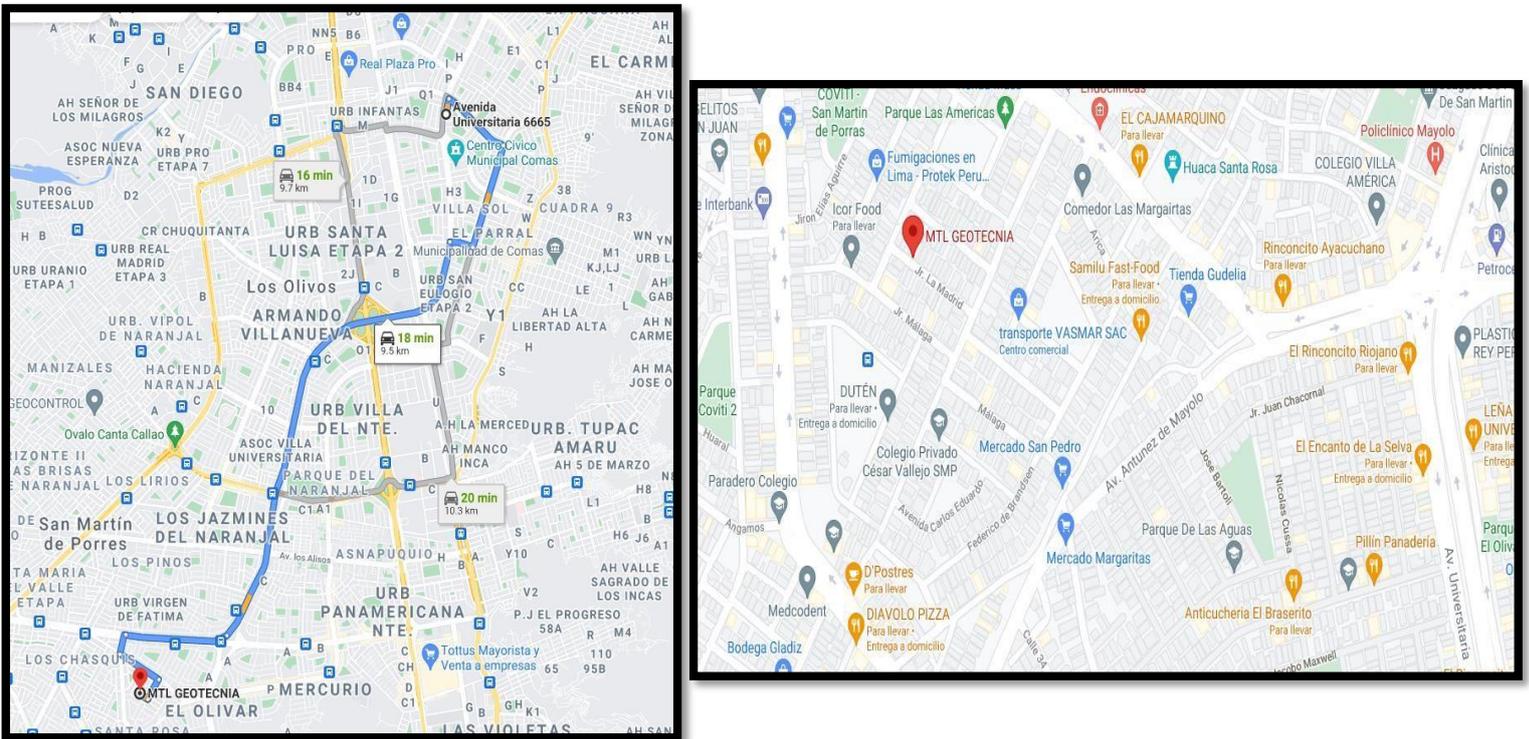


Figura 11. Indica el lugar donde se hizo los ensayos

Fuente: Elaboración propia

4.2. Datos Predominantes

En el tramo analizado de la Av. Universitaria Norte urb. Santa Luzmila entre las Av. Guillermo de la Fuente y Av. 22 de agosto tienen un uso vehicular medio de comercio y un alto en el transporte público además la falta de mantenimiento debido a eso presentaba las fallas encontradas como piel de cocodrilo, abultamientos y hundimientos, fisuras de borde, fisuras longitudinales y transversales, huecos e hinchamientos.

4.3. Análisis del Método PCI

El objetivo de dicho trabajo de investigación fue analizar los tramos homogéneos del pavimento flexible de dicha zona de estudio ya indicada.

En las evaluaciones que se hicieron al pavimento flexible entre la Av. Guillermo de la Fuente y Av. 22 de agosto, Distrito de Comas, se encontraron diferentes tipos de fallas que fueron analizados por el Método del PCI.

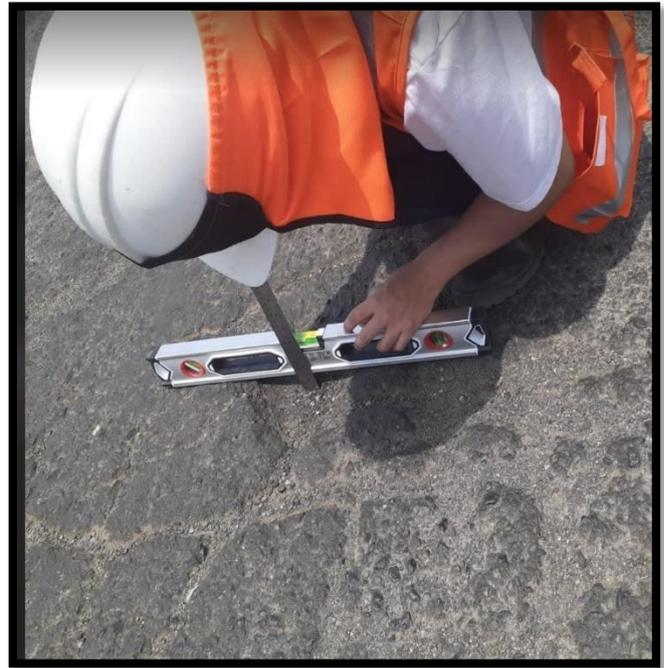


Figura 12. Observación de los tipos de fallas
Fuente: Elaboración propia

UNIDAD DE MUESTRA: UM-01

El inicio del tramo de estudio comienza con la unidad de muestra UM-01, la cual tiene un largo de 38.30m y ancho de calzada de 6.0m.

Las fallas que se encontraron con un nivel de severidad Low (Baja) son: Piel de Cocodrilo; Las fallas que se encontraron con un nivel de severidad Medium (Medio) son: Piel de Cocodrilo, Fisuras Longitudinales y Transversales, Huecos e Hinchamiento; Las fallas que se encontraron con un nivel de severidad High (Alto) son: Piel de Cocodrilo y Abultamientos y Hundimientos.

Después de determinar los diferentes tipos de fallas de la Unidad de Muestra N°1, se calcula la densidad de los diferentes tipos de fallas encontradas, la cual es la división del metrado total de la falla entre su área total de cada muestra.

Ejemplo, para la falla Piel de cocodrilo con un nivel de severidad Medium (Medio), que tiene un total 11.16ml en la muestra, se calcula con la fórmula de la densidad a continuación.

$$Densidad = \frac{\text{Área Total del Daño} \times 100}{\text{Área de Muestra}}$$

$$Densidad (\%) = \frac{11.16}{229.80} \times 100\% = 4.86\%$$

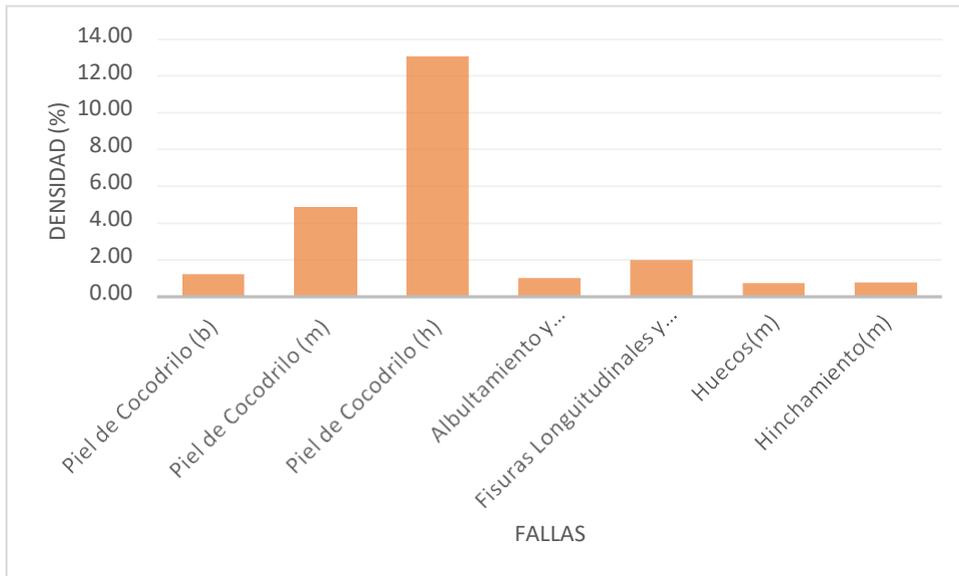


Figura 13. Estado de la Densidad en la Muestra N°1

Fuente: Elaboración propia

Luego, que obtenemos los valores de la densidad, se consiguieron los valores deducidos de cada tipo de falla de la Unidad de Muestra N°1, según las curvas proporcionadas para el Pavimento Flexible indicados en el Manual Pavement Condition Index (PCI). Ejemplo, para la falla que dimos de ejemplo en la densidad se ingresó a la curva de Valores Deducidos de la Figura N°14 con los valores que obtuvimos de densidad que fue de 4.86% y obtuvimos un Valor deducido de 8.0.

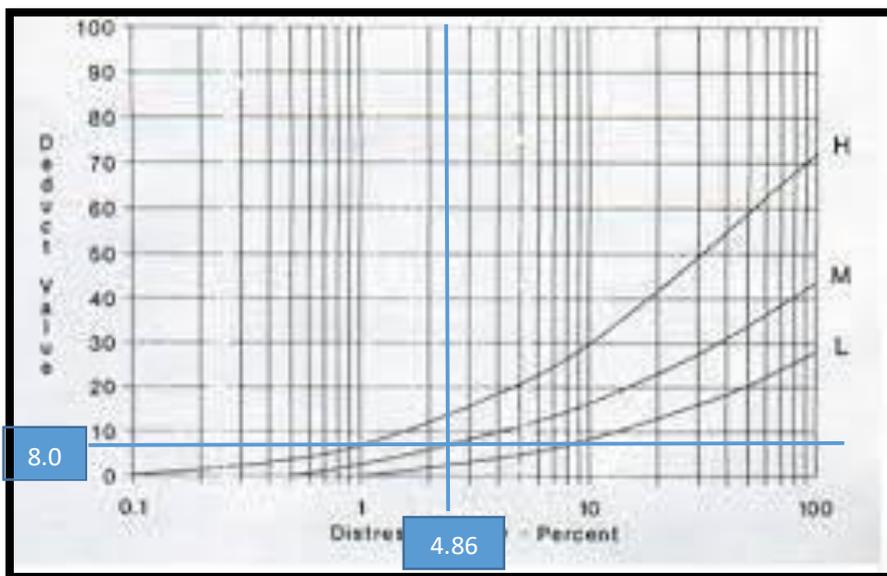


Figura 14. Estado de la Densidad en la Muestra N°1

Fuente: Elaboración propia

Del mismo modo los diferentes tipos de fallas de la Unidad de Muestra N°1 pasaran por el mismo procedimiento para hallar los Valores Deducidos de cada falla.

Tabla 5. Hoja de Registro de la Unidad de Muestra N°1

METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE VIA: AV. UNIVERSITARIA NORTE SANTA LUZMILA		UNIDAD DE MUESTRA: UM-01								
SECCION DE VIA: AV. GUILLERMO DE LA FUENTE- AV. 22 DE AGOSTO		AREA DE MUESTRA: 229.80								
EVALUADOR: Kevin Bryan Torres la Torre		FECHA DE EVALUACION: 25/03/21								
1.Piel de Cocodrilo		6.Depresion		11.Parqueo		16.Desplazamiento				
2.Exudacion		7.Fisura de Borde		12.Pulimientos de Agregados		17.Grieta Parabolica o por Desplazamiento				
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta		13.Huecos		18.Hinchamiento				
4.Albultamiento y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma		14.Cruce de Vía Ferrea		19.Desprendimiento de Agregados				
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales		15.Ahuellamiento						
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO
1	L	1.35	1.45					2.8	1.22	0.1
1	M	3.05	8.11					11.16	4.86	8.0
1	H	30.06						30.06	13.08	45.0
4	H	0.33	0.35	0.26	0.46	0.55	0.38	2.33	1.01	10.0
10	M	0.90	0.86	0.85	0.80	1.20		4.61	2.01	5.0
13	M	0.35	0.40	0.54	0.45			1.74	0.76	4.0
18	M	0.20	0.22	0.48	0.41	0.45		1.76	0.77	3.0
								TOTAL VD=		75.1

Fuente: Elaboración propia

Después de haber hallado todos los Valores Deducidos, se escogerá el máximo Valor Deducido para calcular el número de valores deducidos (m) que muestra la Figura N°15, para la Unidad de Muestra N°1 se agarrará el 45 es el número máximo de los Valores Deducidos y se reemplazará dentro de la siguiente formula:

$$\text{Nº de Valores Deducidos} = 1 + \frac{9}{98} + (100 - \text{MAX. V. D.}) \leq 10$$

Figura 15. Hoja de Registro de la Unidad de Muestra N°1

Fuente: Elaboración propia

Reemplazamos y como resultado tendremos el Número de Valores Deducidos que sería 6.05 por lo cual se deduce que hay 6 Valores Deducidos. Luego de ellos se determina el Valor Deducido Total mediante la suma de los Valores Deducidos individuales que obtuvimos teniendo en cuenta que q=6, teniendo esos datos se determina el Máximo Valor Deducido Corregido (V.D.C.)

utilizando la Curva de Corrección para Pavimentos de Asfalto como muestra la Figura N°16.

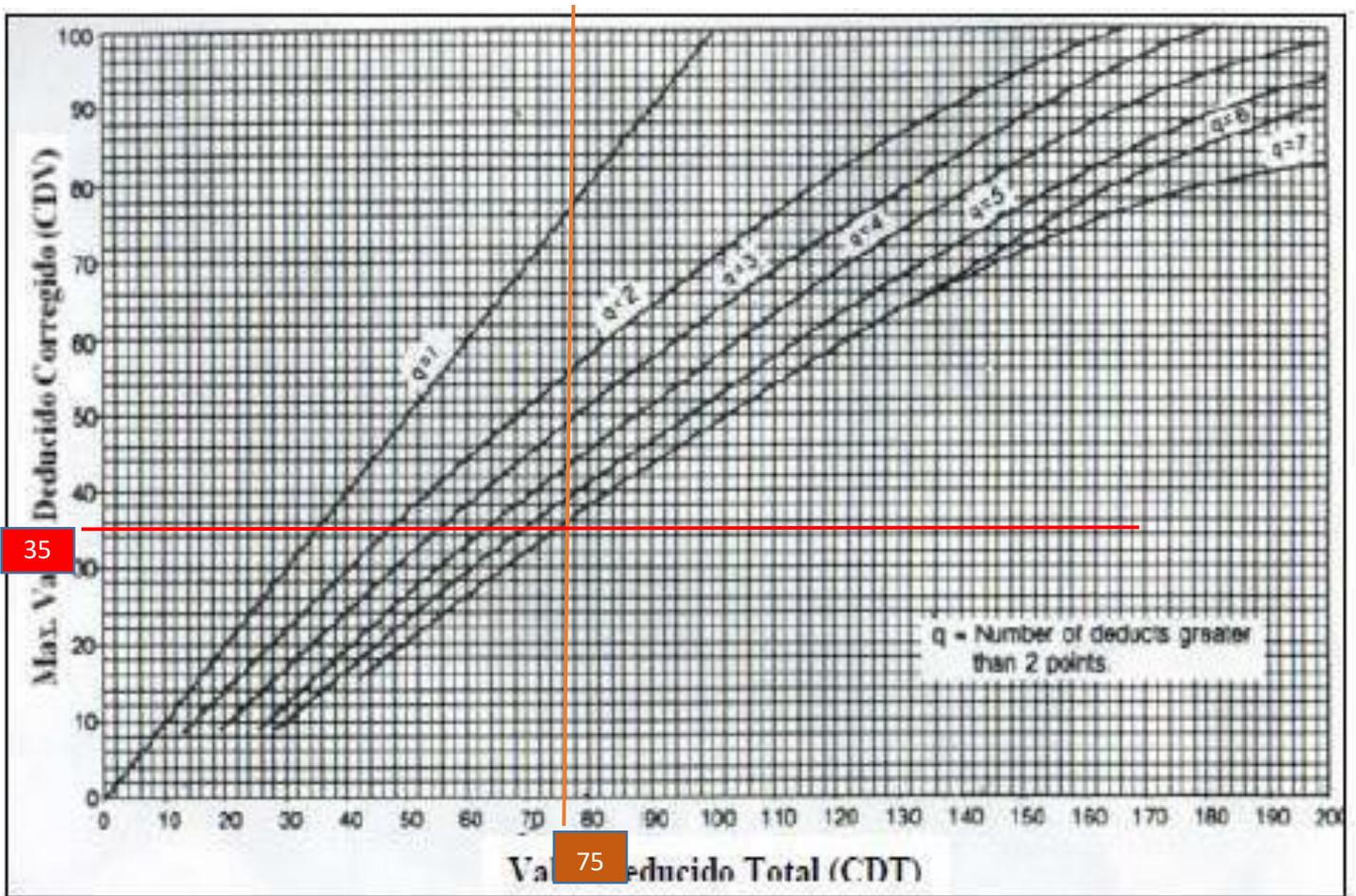


Figura 16. Curva de Corrección de Valores Deducidos de la Unidad de Muestra N°1

Fuente: Elaboración propia

Así mismo se muestra en la siguiente Tabla N°6 como se obtiene el Máximo Valor Deducido Corregido de cada uno de la Unidad de Muestra N°1, donde el máximo V.D.C. es 55

Tabla 6. Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido de Muestra N°1

N°	VALORES DEDUCIDOS VD							TOTAL	q	V.D.C
1	45	10	8	5	4	3		75	6	35
2	45	10	8	5	4	2		74	5	35
3	45	10	8	5	2	2		72	4	40
4	45	10	8	2	2	2		69	3	45
5	45	10	2	2	2	2		63	2	42
6	45	2	2	2	2	2		55	1	55
									MAX V.D.C	55

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se realizó el cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) de la Unidad de muestra N°1 para analizar la condición que tienen el pavimento el cual se obtiene de la siguiente manera:

$$PCI = 100 - 55 = 45$$

Según la Tabla N°1 de rangos de clasificación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), el valor que obtuvimos es de 45 que equivale a un pavimento de **REGULAR** condición.

Así mismo para todas muestras sacadas en campo, el cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) se realizó con los mismos métodos además se hizo una tabla de PCI de resumen de los diferentes tipos de unidades de muestras de la avenida estudiada.

Tabla 7. Resumen de la clasificación por el método PCI

UNIDAD DE MUESTRA	INICIAL	FINAL	PCI	CLASIFICACION
1	K0+000	K0+038.3	45	REGULAR
2	K0+038.3	K0+076.6	47	REGULAR
3	K0+076.6	K0+0114.9	35	MALO
4	K0+0114.9	K0+0153.2	39	MALO
5	K0+0153.2	K0+0191.5	45	REGULAR
6	K0+0191.5	K0+0229.8	47	REGULAR
7	K0+0229.3	K0+0268.1	34	MALO
8	K0+0268.1	K0+0306.4	39	MALO
9	K0+0306.4	K0+0344.8	44	REGULAR
10	K0+0344.8	K0+0383.1	49	REGULAR

Fuente: Elaboración propia

4.4. Ensayos de laboratorio

Preparación para la extracción de las muestras de diamantina

Para la preparación de extracción de la diamantina que fue en la Av. Universitaria Norte urb. Santa Luzmila, Comas entre la Av. Guillermo de la Fuente y Av. 22 de agosto se tenían que usar equipos especializados que se indicara acentuación:

Equipos:

- Taladro de Corte



Figura 17. Taladro de Corte de Diamantina
Fuente: Elaboración propia

- Conos de Seguridad



Figura 18. Conos de Seguridad
Fuente: Elaboración propia

Materiales:

- Agua



Figura 19. Bidón con Agua
Fuente: Elaboración propia

Extracción de las muestras de diamantina

Para la extracción de las muestras de diamantinas en la Av. Universitaria Norte se tenía que hacer con mucha seguridad por el tema del tránsito vehicular que

hay en dicha zona y el peligro de la extracción. Por ello se usaron los conos de seguridad para evitar choques, etc. También utilizar nuestros EPPS correspondientes para la extracción.



Figura 20. Equipos de extracción y Seguridad
Fuente: Elaboración propia

Para extraer la diamantina se debe bombear ya que ello ayudara al taladro a facilitar su perforación en el pavimento, por resultante se empieza a perforar el pavimento para extraer las tres muestras de diamantinas que tendrá 3 pulgadas que luego de ello se llevara al laboratorio para analizarlo.



Figura 21. Muestra de las Diamantinas Extraídas
Fuente: Elaboración propia

Muestras de Diamantinas en Laboratorio

Una vez ya obtenidas las tres muestras de diamantinas en el laboratorio se procederá para poder realizar el estudio de las muestras extraídas en campo,

ya en el laboratorio se pesarán y medirán con el vernier para ver los datos de cada una, luego se sumergirán la muestra al agua y después de ello al horno.

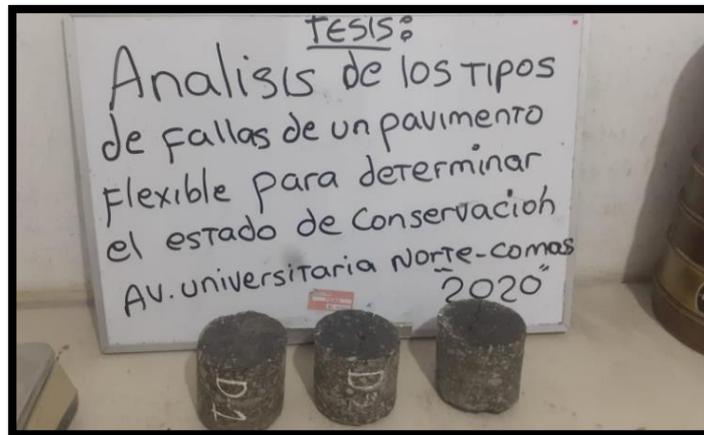


Figura 22. Muestra de las Diamantinas en Laboratorio
Fuente: Elaboración propia



Figura 23. Muestra de las Diamantinas Sumergidas
Fuente: Elaboración propia



Figura 24. Muestra de las Diamantinas al Horno
Fuente: Elaboración propia

Ensayo de Compresión de Marshall

Se coloca la diamantina de una forma diametral con las dos mordazas para poder aplicarle carga, después de eso se medirá la deformación diametral que se le domina flujo, cuanto de flujo, deformación y estabilidad se refiere a la cantidad en Kgf que soporta la muestra.



Figura 25. Muestra de las Diamantinas en forma diametral
Fuente: Elaboración propia

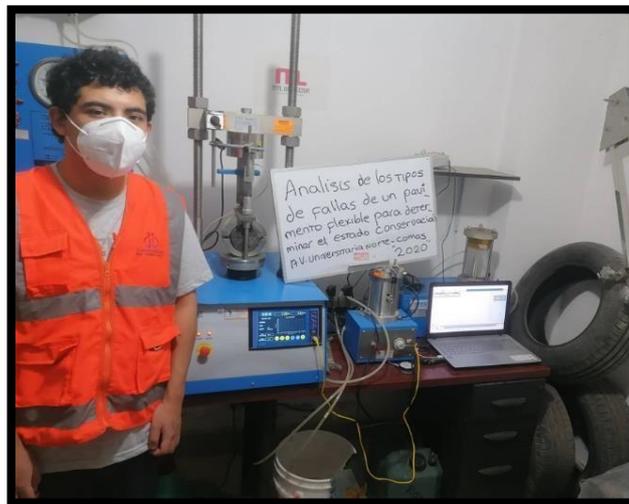


Figura 26. Ensayo de Marshall
Fuente: Elaboración propia

Verificación de Espesores

La medición del espesor de las tres muestras extraídas se puede realizar en campo, pero lo más recomendable es que se hagan en el laboratorio para que haga más acierto ya que se tomara lectura de su diámetro, altura y espesor cuatro veces para obtener el promedio como indica la Tabla N°8.

Tabla 8. Verificación de espesores de las tres muestras

PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS MTC E 514 - 2016 (ASTM D-2726)					
MUESTRA N°	D-1	D-2	D-3		
ZONA	CARRIL DERECHO	CARRIL DERECHO	CARRIL DERECHO		
1	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	8.50	8.00	8.10	
2	ESPESOR PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	8.49	8.01	8.05	

Fuente: Elaboración propia

Resultados de Briquetas

Tabla 9. Resultados de las Briquetas

PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS MTC E 514 - 2016 (ASTM D-2726)					
MUESTRA N°	D-1	D-2	D-3		
ZONA	CARRIL DERECHO	CARRIL DERECHO	CARRIL DERECHO		
1	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	8.50	8.00	8.10	
2	ESPESOR PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	8.49	8.01	8.05	
3	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE SSS (gr.)	1,394.0	1,294.0	1,310.0	
4	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA SSS (gr.)	817.0	750.0	763.0	
5	PESO DE LA BRIQUETA EN SECO	1,393.0	1,292.0	1,309.0	
6	PESO ESPECIFICO APARENTE (gr./cm. ³)	2.414	2.375	2.393	
7	PESO UNITARIO ((6)*0.997)	2.407	2.368	2.386	
8	% DE AGUA ABSORBIDA	0.17	0.37	0.18	

Fuente: Elaboración propia

Resultado del lavado Asfáltico

Tabla 10. Análisis Granulométrico

TAMIZ ASTM					
	ABERT. mm	Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa
1"	25.400				
3/4"	19.050				100.0
1/2"	12.700	60.3	4.6	4.6	95.4
3/8"	9.525	114.1	8.6	13.2	86.8
1/4"	6.350				
Nº 4	4.760	357.8	27.1	40.3	59.7
Nº 6	3.360				
Nº 8	2.380				
Nº 10	2.000	213.6	16.2	56.4	43.6
Nº16	1.190				
Nº 20	0.840				
Nº 30	0.590				
Nº 40	0.426	238.2	18.0	74.5	25.5
Nº 50	0.297				
Nº 80	0.177	124.7	9.4	83.9	16.1
Nº 100	0.149				
Nº 200	0.074	101.4	7.7	91.6	8.4
-200	-	111.5	8.4	100.0	

Fuente: Elaboración propia

Aquí como se puede observar los porcentajes retenidos, acumulados, y lo que pasa por los tamices 20 y 90.

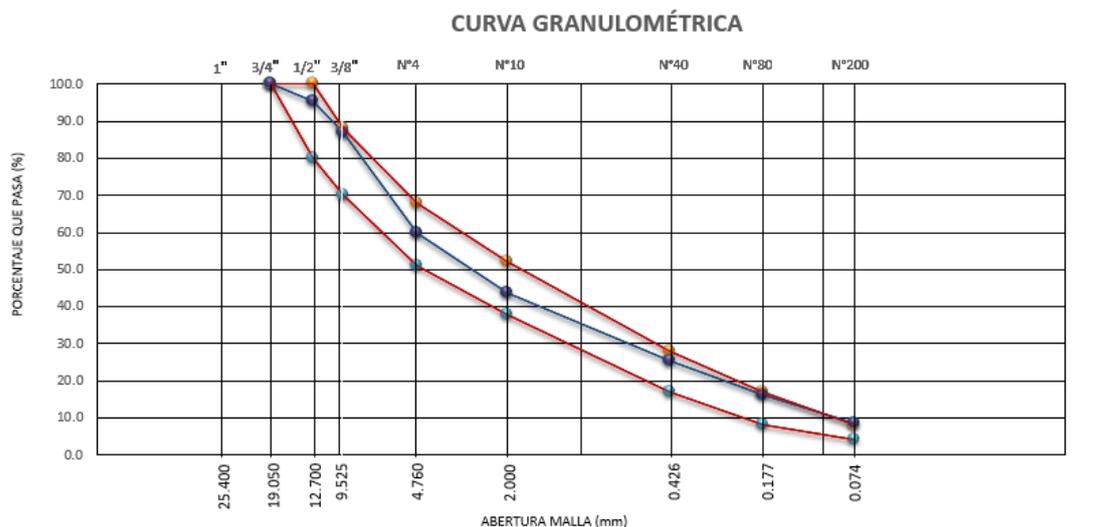


Figura 27. Curva Granulométrica

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Descripción Mezcla Asfáltica Caliente

Descripción Mezcla Asfáltica Caliente	
Calculos.	
Peso Total Mezcla.	1,393.0 g
Peso Filtro (antes).	39.3 g
Peso Filtro (despues).	40.9 g
Peso Lavado Reactivo.	1,320.0 g
Peso Asfalto Residual.	71.4 g
Porcentaje Asfalto.	5.1 %
Peso Total Agregado.	1,321.6 g
Peso Lavado M -200.	1,210.1 g
Fino Malla 200.	111.5 g
Proporciones Agregados.	
Agregado Grueso.	40.3 %
Agregado Fino.	51.3 %
Fino Malla 200.	8.4 %
Relacion Polvo Asfalto	1.65

Fuente: Elaboración propia

A continuación, para terminar, se verá los criterios para el método Marshall que obtuvimos de las diamantinas extraídas de la Avenida en la siguiente tabla N°12 se observa Los criterios en el Método Marshall.

Tabla 12. Criterio en el Método Marshall

Criterio en el Método Marshall de Diseño de Mezclas*	Vías locales	Vías Colectoras y Arteriales	Vías Expresas
	$EAL < 10^4$	$10^4 \leq EAL < 10^6$	$EAL \geq 10^6$
	Tránsito Liviano	Tránsito Mediano	Tránsito Pesado
Números de golpes en cada cara de la probeta	35	50	75
Estabilidad mínima, kN	3,4	5,44	8,16
Flujo, 0,25 mm (min - max)	8 - 18	8 - 16	8 -14
Porcentaje de vacíos llenos de aire**, (min - max)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
Porcentaje de vacíos, en el agregado mineral***, VMA (min - max)	Ver Tabla 32		
Porcentaje de vacíos llenos de asfalto, VFA (min – max)	70 - 80	65 -78	65 -75

Fuente: Elaboración propia

Graficas de las diamantinas de Estabilidad Corregida (KN) y Flujo

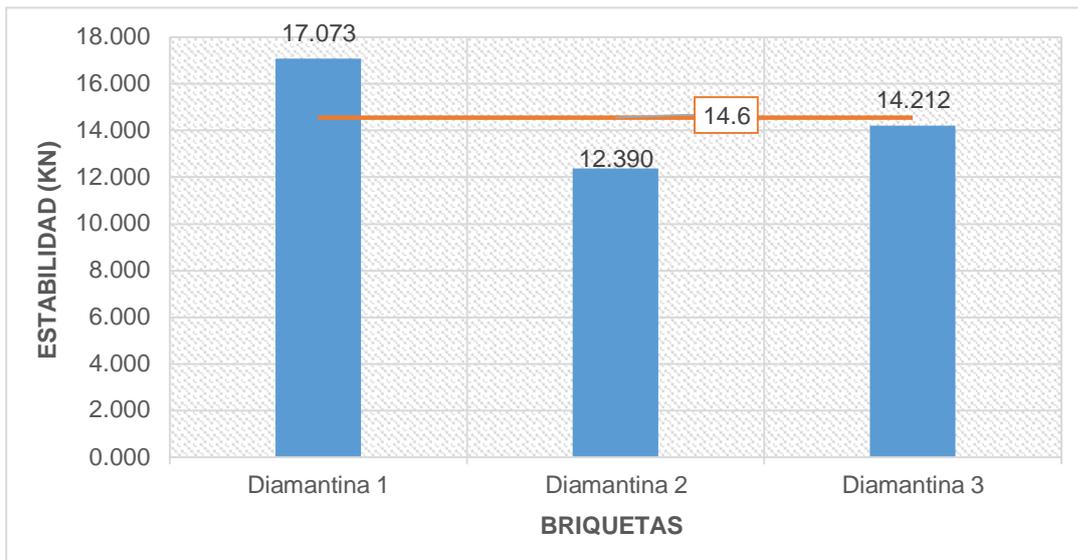


Figura 28. Estabilidad Corregida

Fuente: Elaboración propia

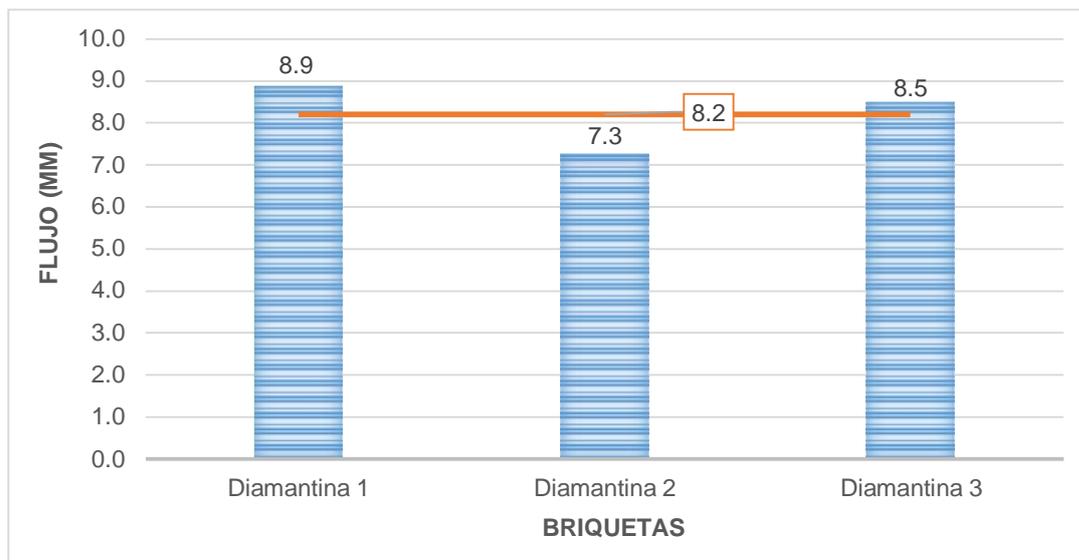


Figura 29. Flujo Carpeta Asfáltica

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, las muestras de diamantina, en donde se analizó la estabilidad y flujo se puede ver que la diamantina N°1 tiene un tráfico pesado mientras que las diamantinas N°2 y N°3 tienen tráfico mediano, y de flujo podemos observar que las tres muestras están Mínimo para tráfico liviano, mediano y pesado.

V. DISCUSIÓN

Según Espinoza, Wendy (2018) en la tesis titulada “Evaluación de patologías en pavimento flexible para proponer intervención correctiva mediante visualización in situ en Av. Las Torres, Lurigancho 2018” en la Universidad Cesar Vallejo, Lima, indica que el porcentaje de las fallas de todo el tramo de la Av. Las Torres a través del ensayo in situ (extracción en diamantina) se refleja en los datos de asfalto que obtuvieron de sus tres diamantinas la D1 con 4,96%, D2 con 4,94%, D3 con 5,08% por lo que indico que es un diseño favorable esto se consta en el ensayo de Marshall que se ve netamente en el flujo y estabilidad de la carpeta asfáltica.

Esto se compara con el ensayo de Marshall que se realizó en dicha tesis donde también se extrajo 3 muestras de diamantinas y su porcentaje de asfalto fue de 5.1% lo que indica que es un diseño favorable ya que obtuvimos un tráfico pesado en comparación a la tesis de Espinoza que sus resultados obtenidos fueron de un tráfico liviano indicando que hay más flujo vehicular en la Avenida Universitaria.

Tabla 13. Criterio en el Método Marshall

Criterio en el Método Marshall de Diseño de Mezclas*	Vías locales	Vías Colectoras y Arteriales	Vías Expresas
	$EAL < 10^4$	$10^4 \leq EAL < 10^6$	$EAL \geq 10^6$
	Tránsito Liviano	Tránsito Mediano	Tránsito Pesado
Números de golpes en cada cara de la probeta	35	50	75
Estabilidad mínima, kN	3,4	5,44	8,16
Flujo, 0,25 mm (min - max)	8 - 18	8 - 16	8 -14
Porcentaje de vacíos llenos de aire**, (min - max)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
Porcentaje de vacíos, en el agregado mineral***, VMA (min - max)	Ver Tabla 32		
Porcentaje de vacíos llenos de asfalto, VFA (min - max)	70 - 80	65 -78	65 -75

Fuente: Elaboración propia

Según Rodríguez, Braulio y Tacza, Erica en la tesis titulada “Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado” en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, encontró 8 tipos de fallas de las 18 muestras que se tomó en todo el carril segregado del corredor Javier Prado entre esas fallas se encontraron: Grieta piel de Cocodrilo, Grietas Longitudinales/ Transversal y Agrietamiento en Bloque con una severidad baja y media , Depresión con una severidad media y alta, Huecos, Ahuellamiento, Desplazamiento y Desprendimiento de Agregados donde la severidad estuvo entre bajo, medio y alta; obteniendo así la Condición del PCI que obtuvo entre: MUY MALO, MALO, REGULAR, BUENO, MUY BUENO y EXCELENTE.

Comparado con el análisis que se hizo a la Av. Universitaria Norte, Comas que fue entre las Av. Guillermo de la Fuente y Av. 22 de agosto donde se obtuvieron 10 muestras a lo largo de la vía de 383km donde se encontraron casi las mismas fallas que fueron: Piel de Cocodrilo con una severidad de bajo, medio y alto , Abultamiento y Hundimientos con severidad alta, Hinchamiento y Huecos con severidad media , Grietas Longitudinales y Transversales con severidad media y baja, y Fisuras de Borde severidad baja; obteniendo así la Condición del PCI entre REGULAR y MALO por lo que su tipo de mantenimiento será solo rehabilitación y un mantenimiento periódico o correctivo en comparación con la tesis de Rodríguez y Tacza que sus resultados fueron variados entre los 4 mantenimientos.

Tabla 14. Clasificación del PCI

Clasificación PCI	Valoración	Tipo de Mantenimiento
86 a 100	Excelente	Mantenimiento Rutinario o Preventivo
71 a 85	Muy Bueno	
56 a 70	Bueno	Mantenimiento Periódico o Correctivo
41 a 55	Regular	
26 a 40	Malo	Rehabilitación
11 a 25	Muy Malo	Reconstrucción
0 a 10	Fallado	

Fuente: Brañez, 2016

VI. CONCLUSIONES

- Mediante la aplicación del método del PCI y el Método de Marshall se pudo analizar los tipos de fallas y el estado del pavimento flexible actual de la Av. Universitaria Norte, con los resultados que se obtuvieron se pudo proyectar unas adecuadas opciones de intervención para un mejor confort vial de dicha avenida.
- De los resultados que se obtuvieron en campo se pudo examinar el análisis de los tipos de fallas que se encontraron en la Av. Universitaria Norte del cual obtuvimos entre REGULAR y MALO mediante el método del PCI y con ello pudimos ver como conservar el pavimento según esas clasificaciones obtenidas en campo para un mantenimiento óptimo para una mejor transitabilidad.
- Con los resultados obtenidos se demostró que la implementación del PCI influye demasiado con los resultados para conservar mediante un buen mantenimiento y obtener una mejor condición vial.
- Con los resultados se demostró que las fallas encontradas si influyen en la optimización del pavimento de dicha investigación ya que ello no hay una buena transitabilidad en la vía como también seguridad ya que afecta al flujo vehicular por ello es necesario usar métodos para ver el estado del pavimento flexible.
- Con las intervenciones planteadas con los métodos PCI y método de Marshall se pudo ver la estabilidad, flujo y la clasificación del PCI del pavimento y ver cómo se encontraba y con los resultados se obtuvo que, si afecta la transitabilidad más que todo en el flujo vehicular, pero con las intervenciones mencionadas se pudo analizar qué tipo de mantenimientos se usara en el pavimento para que no se desgaste rápidamente y tenga una mejor transitabilidad.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer los análisis correspondientes mediante los métodos ya mencionados para ver en qué estado se encuentra el pavimento y así ver cómo se puede optimizar mediante mantenimientos y tener un buen flujo vial.
- Se recomienda hacer periódicamente un análisis de las fallas existentes en el pavimento ya que ello ayudara de manera considerable en el estado de conservación para una mejor comodidad y confort vehicular.
- Se recomienda implementar métodos para ver cómo se encuentra el pavimento flexible, así como el método PCI que nos ayuda a ver cómo está actualmente el pavimento entre EXCELENTE ha FALLADO, con ello podremos ver qué tipo de mantenimiento debe aplicarse para el pavimento.
- Se deben tomar medidas importantes para la optimización del pavimento ya sea un buen diseño con buenos materiales como análisis de las fallas para un mejor confort mediante mantenimientos dependiendo el estado del pavimento.
- Las evaluaciones del estado del pavimento son recomendables ya que así tendremos una buena conservación tanto sea para una mejor transitabilidad y confort vial para la ciudadanía.

REFERENCIAS

- RODRIGUEZ, Braulio y Tacza, Erica. Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, 2018. 117pp.
Disponible en:
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624556/Rodriguez%20_PB%20%26%20Tacza_%20HE.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- ESPINOZA, Wendy. Evaluación de patologías en pavimento flexible para proponer intervención correctiva mediante visualización in situ en Av. Las Torres, Lurigancho 2018. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, 2018, 206pp.
Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32591>
- CURO, Elvis. Evaluación de pavimentos flexibles y rígidos aplicando las metodologías de inspección visual de zonas y rutas en riesgo e índice de condición del pavimento para el mantenimiento vial, caso de la av. floral y jr. Carabaya, Puno. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, 2019, 189pp.
Disponible en:
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12319/Paucar_Curo_Elvis_Franklin.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- REBOLLEDO, Ricardo. Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Constructor). Valdivia: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, 2010, 93pp.

Disponible en:

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>

- BATALLAS, Patricio. Modelo de gestión de conservación vial para la red vial rural del cantón santo domingo. Tesis (Título de Magister en Ingeniería Vial). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, 2016, 206pp.

Disponible en:

<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12450/MODELO%20DE%20GESTION%20DE%20CONSERVACION%20VIAL%2c%20PARA%20LA%20RED%20VIAL%20RURAL%20DEL%20CANTON%20SANTO%20DOMINGO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- VELESELA, Diana. Evaluación vial y plan de rehabilitación y mantenimiento de la vía azogues- cojitambo-deleg- la raya. Tesis (Título de Master en Ingeniería en Vialidad y Transportes). Ecuador: Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, 2017, 239pp.

Disponible

en:

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28556>

- ALAAMRI, Reem, Kattiparuthi, Rafeeq y Koya, Alaa. Evaluation of Flexible Pavement Failures-A Case Study on Izki Road: International Journal of Advanced Engineering, Management and Science [en línea]. Vol.3, N° 7, 2017. [Fecha de consulta: 09 de mayo de 2021]. 741-749pp.

Disponible en:

<https://media.neliti.com/media/publications/239886-evaluation-of-flexible-pavement-failures-8120b5e8.pdf>

ISSN: 2454-1311

- BABU, Awari. Flexible Pavements Deterioration and Solutions: International Journal of Mechanical, Civil, Automobile and Production

Engineering [en línea]. Vol.4, N° 5, 2016. [Fecha de consulta: 09 de mayo de 2021]. 271-274pp.

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/316284882_FLEXIBLE_PAVEMENTS_DETERIORATION_AND_SOLUTIONS

ISSN: 2249-8303

- RASHID, Zulufqar. Study of Defects in Flexible Pavement and its Maintenance: International Journal of Recent Engineering Research and Development [en línea]. Vol.2, N° 6, 2017. [Fecha de consulta: 09 de mayo de 2021]. 30-37pp.

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/329642260_STUDY_OF_DEFECTS_IN_FLEXIBLE_PAVEMENT_AND_ITS_MAINTENANCE

ISSN: 2455-8761

- GUEVARA, Yonel. Propuesta de rehabilitación de pavimento de concreto utilizando sobre capas de refuerzo en la avenida todos los santos de la ciudad de chota. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, 2018, 152pp.

Disponible en:

<http://190.116.36.86/bitstream/handle/UNC/2076/TESIS%20IMPRIMIR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- TIBAUD. Ximena. Las actitudes de profesores y estudiantes, y la influencia de factores de aula en la trasmisión de la naturaleza de la ciencia en la enseñanza secundaria. Tesis Doctoral (Título de Doctor). Barcelona: Universidad de Barcelona, Facultad de Formación del Profesorado, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y la Matemática, 2009, 626pp.

Disponible en:

https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/1325/XVT_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- BRAÑEZ, Mariana. Evaluación del estado de conservación del pavimento, utilizando el método pci, en la av. Jorge Chávez del distrito de pocollay en el año 2016. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Tacna: Universidad Privada de Tacna, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, 2016, 239pp.
Disponible en:
<https://docplayer.es/135876847-Evaluacion-del-estado-de-conservacion-del-pavimento-utilizando-el-metodo-pci-en-la-av-jorge-chavez-del-distrito-de-pocollay-en-el-ano-2016.html>
- CUBAS, Richard. Análisis del estado de conservación aplicando el método del índice de condición del pavimento flexible en la carretera KUNTUR WASI- JANCOS San Pablo, región Cajamarca. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Privada Antenor Orrego – UPAO, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, 2019, 286pp.
Disponible en:
https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5710/1/T_CIV_RI_CHARDCUBAS_ESTADO.CONSERVACION.PAVIMENTO.FLEXIBLE_DATOS.pdf
- CERVERA, Rafael. Métodos y técnicas de investigación internacional [en línea]. 2.^a ed. Madrid: Electrónica revisada y actualizada, 2014. [Fecha de consulta: 8 de octubre de 2020].
Disponible en:
<https://www.ucm.es/data/cont/docs/835-2018-03-01-Metodos%20y%20Tecnicas%20de%20Investigacion%20Internacional%20v2.pdf>
- LOZADA, José. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual Industria. Ciencia América: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica [en línea]. Vol. 3, n.º1, 2014. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2020].

Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20aplicada%20busca%20la,la%20teor%C3%ADa%20y%20el%20producto.>
ISSN: 1390-9592

- PEÑA, Roberto. Metodología de la Investigación. Universidad Nacional de Educación. Programa de Titulación, 2012, 26pp.

Disponible en:

http://www.une.edu.pe/Sesion04-Metodologia_de_la_investigacion.pdf

- CAMBILLO, Leander y Porta, Abimael. Guías experimentales de cinemática para desarrollar la capacidad de indagación y experimentación, en estudiantes de la institución educativa “santa isabel” – Huancayo. Tesis (Título Profesional de Licenciado en Pedagogía y Humanidades). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Educación, Carrera de Ingeniería Educación, 2014, 101pp.

Disponible en:

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1714/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- RODRIGUEZ, Clariza. Análisis del estado de conservación del pavimento flexible del jr. chanchamayo desde la cuadra 9 a la 14. por el método: índice de condición de pavimentos. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, 2017. 150pp.

Disponible en:

http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1013/T016_41208154_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- GRANDA, Irwing. Gestión y conservación de pavimentos flexibles, a través del índice de desempeño "PCI" en el entorno del distrito de surquillo-lima. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Piura:

Universidad Nacional de Piura, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, 2016. 246pp.

Disponible en:

<https://core.ac.uk/download/pdf/250076901.pdf>

- ARIAS, Fidias. El proyecto de investigación: Introducción a la metodología Científica [en línea]. 6.^a ed. Venezuela: Editorial Episteme, 2012. [Fecha de consulta: 8 de octubre de 2020].

Disponible en:

<https://evidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACION-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf>

ISBN: 980-07-8529-9

- TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación Científica [en línea]. 4.^a ed. México: Editorial Limusa, 2006. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2020].

Disponible en:

<https://cucjonline.com/biblioteca/files/original/874e481a4235e3e6a8e3e4380d7adb1c.pdf>

ISBN: 968-18-5872-7

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

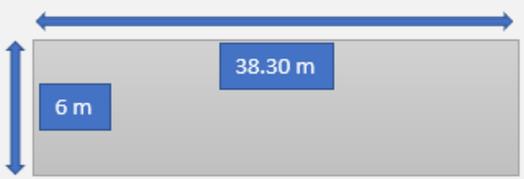
	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA	
GENERAL	¿En qué medida el análisis de los tipos de fallas influirá en la determinación del estado de conservación del pavimento flexible en la av. universitaria norte, comas,2020?	Analizar los tipos de fallas optimizara el estado de conservación del pavimento flexible en la av. universitaria norte, comas,2020.	El análisis de los tipos de fallas influye en la optimización del estado de conservación del pavimento flexible.	EL ANALISIS DE LOS TIPOS DE FALLAS	Piel de Cocodrilo	Bajo	Tipos y Diseño de Investigación Enfoque: Cuantitativo Método: Científico Tipo: Aplicada Nivel: Descriptivo Diseño: Experimental	
					Abultamiento y Hundimientos			
ESPECIFICO	• ¿Cómo influirá el análisis de los tipos de fallas en el estado de conservación del pavimento flexible?	• Examinar si el análisis de los tipos de fallas influye de manera considerable en el estado de conservación del pavimento flexible.	• El análisis de los tipos de fallas influye de manera considerable en el estado de conservación del pavimento flexible.		Hinchamiento	Medio		
	• ¿Cómo influirá el PCI en el análisis de tipos de fallas para mejorar la conservación del pavimento flexible?	• Demostrar si la implementación del PCI en el análisis de los tipos de fallas influye en la conservación del pavimento flexible.	• La implementación del PCI en el análisis de los tipos de fallas influye en la conservación del pavimento flexible.					Grietas Longitudinales y Transversales
	• ¿De qué manera el análisis de los tipos de fallas influirá en la determinación del estado de conservación del pavimento flexible en la av. universitaria norte, comas, 2020?	• Demostrar si el análisis de los tipos de fallas influye en la optimización del pavimento flexible.	• El análisis de los tipos de fallas influye en la optimización del pavimento flexible.			Huecos		Alto
	• ¿De qué manera influirá el estado de conservación del pavimento flexible con la transitabilidad?	• Demostrar si el estado de conservación del pavimento flexible influye directamente con la transitabilidad.	• El estado de conservación del pavimento flexible influye directamente con la transitabilidad.			Fisura de Borde		
				EL ESTADO DE CONSERVACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	Ensayo de Marshall	Estabilidad y Flujo del Pavimento Flexible		

ANEXO 2. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
INDEPENDIENTE	EL ANÁLISIS DE LOS TIPOS DE FALLAS	Rodríguez (2017), indica que los tipos fallas son la consecuencia de las interacciones complicadas del diseño, de los materiales, de la construcción, el tránsito vehicular y los diferentes climas. Estos elementos mezclados, son la causa de estas fallas que se observan en el pavimento.	Se analizará la severidad de las fallas de la carpeta asfáltica de un pavimento flexible mediante sus opciones de reparación que se elaborará para el mejoramiento del pavimento flexible y así tener una mejor transitabilidad y no los problemas de congestión vehicular.	Piel de Cocodrilo	Bajo	Razón
				Abultamiento y Hundimientos		
				Hinchamiento	Medio	
				Grietas Longitudinales y Transversales		
				Huecos	Alto	
				Fisura de Borde		
DEPENDIENTE	EL ESTADO DE CONSERVACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	Granda (2016) indica que cualquier proyecto de construcción de un pavimento flexible para que sea perdurable y pueda tolerar favorablemente a lo extenso de la vida útil de dicho diseño proyectada, además debe tener un mantenimiento.	Se busca obtener el contenido optimo del pavimento mediante el Ensayo de Marshall para el mejoramiento en el pavimento flexible y solucionar los problemas para una mejor transitabilidad.	Ensayo de Marshall	Estabilidad y Flujo del Pavimento Flexible	Razón

ANEXO 4. TABLAS DE REGISTRO DE PCI

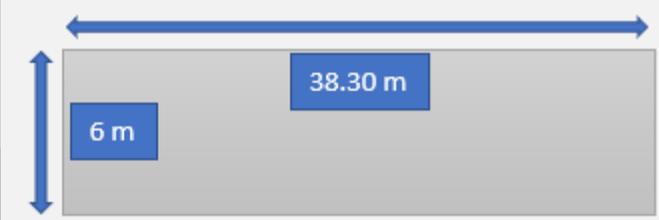
- UNIDAD DE MUESTRA 01

METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE VIA:	AV. UNIVERSITARIA NORTE SANTA LUZMILA	UNIDAD DE MUESTRA:	UM-01							
SECCION DE VIA:	AV. GUILLERMO DE LA FUENTE- AV. 22 DE AGOSTO	AREA DE MUESTRA:	229.80							
EVALUADOR:	Kevin Bryan Torres la Torre	FECHA DE EVALUACION:	25/03/21							
1.Piel de Cocodrilo	6.Depresion	11.Parcheo	16.Desplazamiento							
2.Exudacion	7.Fisura de Borde	12.Pulimientos de Agregados	17.Grieta Parabolica o por Desplazamiento							
3.Fisuras en Bloque	8.Fisura de Reflexion de Junta	13.Huecos	18.Hinchamiento							
4.Albultamiento y Hundimientos	9.Desnivel Carril/Berma	14.Cruce de Via Ferrea	19.Desprendimiento de Agregados							
5.Corrugacion	10.Fisuras Longitudinales y Transversales	15.Ahuellamiento								
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO
1	L	1.35	1.45					2.8	1.22	0.1
1	M	3.05	8.11					11.16	4.86	8.0
1	H	30.06						30.06	13.08	45.0
4	H	0.33	0.35	0.26	0.46	0.55	0.38	2.33	1.01	10.0
10	M	0.90	0.86	0.85	0.80	1.20		4.61	2.01	5.0
13	M	0.35	0.40	0.54	0.45			1.74	0.76	4.0
18	M	0.20	0.22	0.48	0.41	0.45		1.76	0.77	3.0
								TOTAL VD=		75.1

Nº	VALORES DEDUCIDOS VD							TOTAL	q	V.D.C
1	45	10	8	5	4	3		75	6	35
2	45	10	8	5	4	2		74	5	35
3	45	10	8	5	2	2		72	4	40
4	45	10	8	2	2	2		69	3	45
5	45	10	2	2	2	2		63	2	42
6	45	2	2	2	2	2		55	1	55
									MAX V.D.C	55
								PCI=100-MAX V.D.C		45

• UNIDAD DE MUESTRA 02

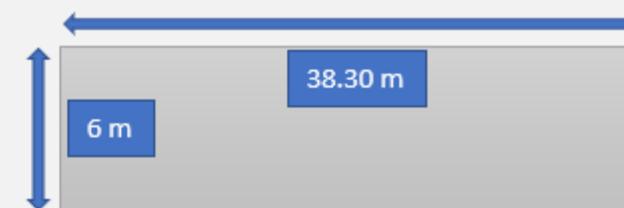
METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA											
HOJA DE REGISTRO											
NOMBRE DE VIA:		AV. UNIVERSITARIA NORTE SANTA LUZMILA				UNIDAD DE MUESTRA:		UM-02			
SECCION DE VIA:		AV. GUILLERMO DE LA FUENTE- AV. 22 DE AGOSTO				AREA DE MUESTRA:		229.80			
EVALUADORES:						FECHA DE EVALUACION:		25/03/21			
1.Piel de Cocodrilo			6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion			7.Fisura de Borde			12.Pulimientos de Agregados			17.Grieta Parabolica o por Desplazamiento		
3.Fisuras en Bloque			8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Albultamiento y Hundimientos			9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion			10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO	
1	L	2.20	1.10	1.00				4.30	1.87	0.1	
1	M	5.11	3.10	4.53				12.74	5.54	15.0	
1	H	30.51						30.51	13.28	43.0	
7	L	1.80	1.75	1.68	2.1	1.55		8.88	3.86	3.0	
10	M	0.91	0.86	0.87	0.80	1.20		4.64	2.02	6.0	
13	M	0.36	0.40	0.53	0.45			1.74	0.76	3.0	
18	M	0.41	0.54	0.55	0.45	0.35		2.30	1.00	3.0	
								TOTAL VD=		73.1	



N°	VALORES DEDUCIDOS VD							TOTAL	q	V.D.C
1	43	15	6	3	3	3	73	6	33	
2	43	15	6	3	3	2	72	5	35	
3	43	15	6	3	2	2	71	4	38	
4	43	15	6	2	2	2	70	3	45	
5	43	15	2	2	2	2	66	2	45	
6	43	2	2	2	2	2	53	1	53	
								MAX V.D.C	53	
								PCI=100-MAX V.D.C	47	

• UNIDAD DE MUESTRA 03

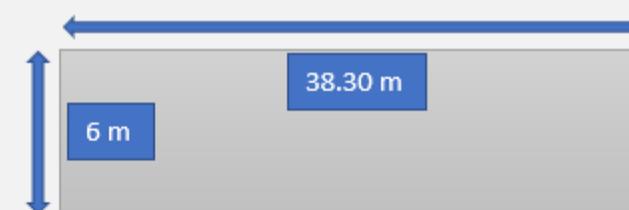
METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE VIA:		AV. UNIVERSITARIA NORTE SANTA LUZMILA				UNIDAD DE MUESTRA:		UM-03		
SECCION DE VIA:		AV. GUILLERMOS DE LA FUENTE- AV. 22 DE AGOSTO				AREA DE MUESTRA:		229.80		
EVALUADORES:						FECHA DE EVALUACION:		25/03/21		
1.Piel de Cocodrilo 2.Exudacion 3.Fisuras en Bloque 4.Albultamiento y Hundimientos 5.Corrugacion			6.Depresion 7.Fisura de Borde 8.Fisura de Reflexion de Junta 9.Desnivel Carril/Berma 10.Fisuras Longitudinales y Transversales			11.Parqueo 12.Pulimientos de Agregados 13.Huecos 14.Cruce de Via Ferrea 15.Ahuellamiento			16.Desplazamiento 17.Grieta Parabolica o por Desplazamiento 18.Hinchamiento 19.Desprendimiento de Agregados	
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO
1	L	1.35	1.45	1.20	1.30			5.30	2.31	0.1
1	M	5.59	7.45	8.89				21.93	9.54	18.0
1	H	45.60	36.02					81.62	35.52	60.0
7	L	1.73	1.36	1.25	1.63	1.81		7.78	3.39	3.0
								TOTAL VD=		81.1



N°	VALORES DEDUCIDOS VD						TOTAL	q	V.D.C
1	60	18	8	3			89	4	49
2	60	18	8	2			88	3	55
3	60	18	2	2			82	2	59
4	60	2	2	2			66	1	65
								MAX V.D.C	65
PCI=100-MAX V.D.C									35

- UNIDAD DE MUESTRA 04

METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA											
HOJA DE REGISTRO											
NOMBRE DE VIA:		AV. UNIVERSITARIA NORTE SANTA LUZMILA				UNIDAD DE MUESTRA:		UM-04			
SECCION DE VIA:		AV. GUILLERMOS DE LA FUENTE- AV. 22 DE AGOSTO				AREA DE MUESTRA:		229.80			
EVALUADORES:						FECHA DE EVALUACION:		25/03/21			
1.Piel de Cocodrilo			6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion			7.Fisura de Borde			12.Pulimientos de Agregados			17.Grieta Parabolica o por Desplazamiento		
3.Fisuras en Bloque			8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Albultamiento y Hundimientos			9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion			10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO	
1	M	4.25	8.35	3.21				15.81	6.88	12.0	
1	H	45.20	32.60					77.8	33.86	59.0	
10	M	0.86	0.92	0.93	0.45			3.16	1.38	4.0	
13	M	0.37	0.40	0.53	0.55			3.26	1.42	4.0	
								TOTAL VD=		75.0	



N°	VALORES DEDUCIDOS VD						TOTAL	q	V.D.C
1	59	12	4	4			79	4	46
2	59	12	4	2			77	3	51
3	59	12	2	2			75	2	55
4	59	2	2	2			65	1	61
								MAX V.D.C	61
								PCI=100-MAX V.D.C	39

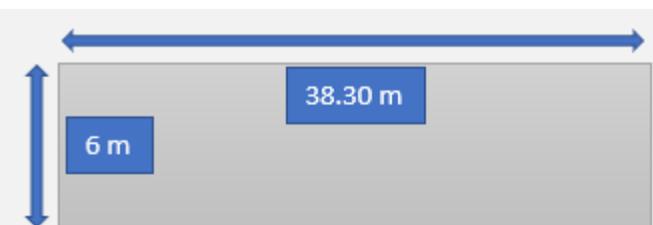
• UNIDAD DE MUESTRA 05

METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA											
HOJA DE REGISTRO											
NOMBRE DE VIA:		AV. UNIVERSITARIA NORTE SANTA LUZMILA				UNIDAD DE MUESTRA:		UM-05			
SECCION DE VIA:		AV. GUILLERMO DE LA FUENTE- AV. 22 DE AGOSTO				AREA DE MUESTRA:		229.80			
EVALUADORES:						FECHA DE EVALUACION:		25/03/21			
1.Piel de Cocodrilo			6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion			7.Fisura de Borde			12.Pulimientos de Agregados			17.Grieta Parabolica o por Desplazamiento		
3.Fisuras en Bloque			8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Albultamiento y Hundimientos			9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion			10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO	
1	L	1.45	1.55	1.62	2.30			6.92	3.01	3.0	
1	M	4.02	3.25					7.27	3.16	8.0	
1	H	26.03						26.03	11.33	45.0	
7	L	1.34	1.21	1.58	1.20	1.45		6.78	2.95	3.0	
10	M	0.89	0.75	0.91	0.81			3.36	1.46	5.0	
18	M	0.43	0.55	0.54	0.82			2.34	1.02	4.0	
								TOTAL VD=		68.0	

N°	VALORES DEDUCIDOS VD						TOTAL	q	V.D.C
1	45	8	5	4	3	3	68	6	29
2	45	8	5	4	3	2	67	5	30
3	45	8	5	4	2	2	66	4	35
4	45	8	5	2	2	2	64	3	42
5	45	8	2	2	2	2	61	2	48
6	45	2	2	2	2	2	55	1	55
								MAX V.D.C	55
								PCI=100-MAX V.D.C	45

• UNIDAD DE MUESTRA 06

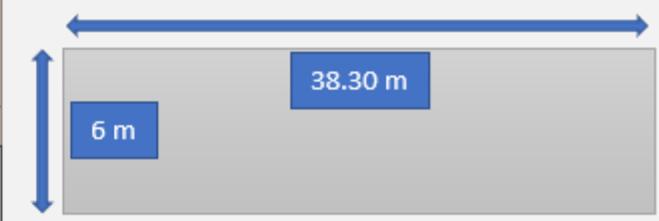
METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE VIA:		AV. UNIVERSITARIA NORTE SANTA LUZMILA				UNIDAD DE MUESTRA:		UM-06		
SECCION DE VIA:		AV. GUILLERMO DE LA FUENTE- AV. 22 DE AGOSTO				AREA DE MUESTRA:		229.80		
EVALUADORES:						FECHA DE EVALUACION:		25/03/21		
1.Piel de Cocodrilo			6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento	
2.Exudacion			7.Fisura de Borde			12.Pulimientos de Agregados			17.Grieta Parabolica o por Desplazamiento	
3.Fisuras en Bloque			8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento	
4.Albultamiento y Hundimientos			9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados	
5.Corrugacion			10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento				
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO
1	L	1.23	1.45	1.54				4.22	1.84	3.0
1	M	5.63	8.69					14.32	6.23	12.0
1	H	30.08	21.63					51.71	22.50	48.0
7	L	1.63	1.70	2.01	1.88			7.22	3.14	3.0
10	M	0.54	0.53	0.45	0.88			2.4	1.04	5.0
								TOTAL VD=		71.0



N°	VALORES DEDUCIDOS VD						TOTAL	q	V.D.C
1	48	12	5	3	3		71	5	38
2	48	12	5	3	2		70	4	42
3	48	12	5	2	2		69	3	48
4	48	12	2	2	2		66	2	50
5	48	2	2	2	2		56	1	53
								MAX V.D.C	53
								PCI=100-MAX V.D.C	47

• UNIDAD DE MUESTRA 07

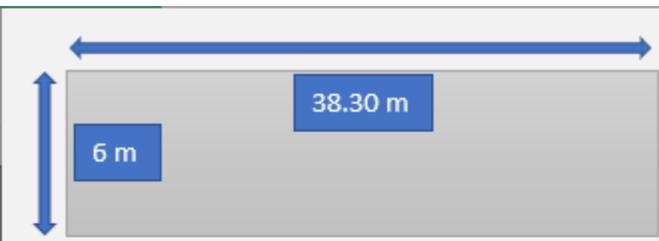
METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA											
HOJA DE REGISTRO											
NOMBRE DE VIA:		AV. UNIVERSITARIA NORTE SANTA LUZMILA				UNIDAD DE MUESTRA:		UM-07			
SECCION DE VIA:		AV. GUILLERMO DE LA FUENTE- AV. 22 DE AGOSTO				AREA DE MUESTRA:		229.80			
EVALUADORES:						FECHA DE EVALUACION:		25/03/21			
1.Piel de Cocodrilo			6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion			7.Fisura de Borde			12.Pulimientos de Agregados			17.Grieta Parabolica o por Desplazamiento		
3.Fisuras en Bloque			8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Albultamiento y Hundimientos			9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion			10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO	
1	L	1.25	1.31	1.54	1.62			5.72	2.49	0.1	
1	M	9.83	7.55					17.38	7.56	15.0	
1	H	41.52						41.52	18.07	58.0	
7	L	1.35	1.39	1.55	1.83			6.12	2.66	3.0	
10	L	0.85	0.86	0.93				2.64	1.15	0.1	
18	M	0.54	0.55	0.75	0.69			2.53	1.10	5.0	
								TOTAL VD=		23.2	



N°	VALORES DEDUCIDOS VD						TOTAL	q	V.D.C
1	58	15	5	3			81	4	56
2	58	15	5	2			80	3	52
3	58	15	2	2			77	2	56
4	58	2	2	2			64	1	66
								MAX V.D.C	66
								PCI=100-MAX V.D.C	34

• UNIDAD DE MUESTRA 08

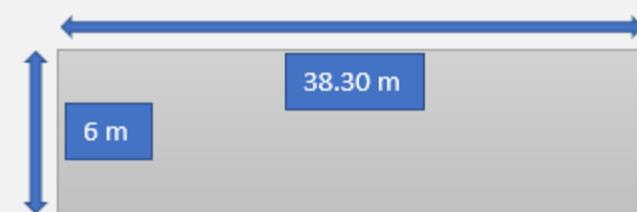
METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA										
HOJA DE REGISTRO										
NOMBRE DE VIA:		AV. UNIVERSITARIA NORTE SANTA LUZMILA			UNIDAD DE MUESTRA:		UM-08			
SECCION DE VIA:		AV. GUILLERMO DE LA FUENTE- AV. 22 DE AGOSTO			AREA DE MUESTRA:		229.80			
EVALUADORES:					FECHA DE EVALUACION:		25/03/21			
1.Piel de Cocodrilo		6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion		7.Fisura de Borde			12.Pulimientos de Agregados			17.Grieta Parabolica o por Desplazamiento		
3.Fisuras en Bloque		8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Albultamiento y Hundimientos		9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion		10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO
1	H	45.30						45.30	19.71	57.0
7	L	1.36	1.56	1.42	1.85	1.96	1.52	9.67	4.21	3.0
10	M	0.90	0.95	0.84	0.45	0.78		3.92	1.71	6.0
18	M	0.85	0.86	0.96				2.67	1.16	4.0
								TOTAL VD=		13.0



N°	VALORES DEDUCIDOS VD						TOTAL	q	V.D.C
1	57	6	4	3			70	4	35
2	57	6	4	2			69	3	45
3	57	6	2	2			67	2	48
4	57	2	2	2			63	1	61
								MAX V.D.C	61
								PCI=100-MAX V.D.C	39

• UNIDAD DE MUESTRA 09

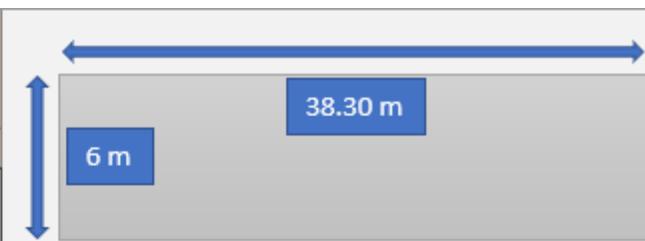
METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA											
HOJA DE REGISTRO											
NOMBRE DE VIA:		AV. UNIVERSITARIA NORTE SANTA LUZMILA				UNIDAD DE MUESTRA:		UM-09			
SECCION DE VIA:		AV. GUILLERMOS DE LA FUENTE- AV. 22 DE AGOSTO				AREA DE MUESTRA:		229.80			
EVALUADORES:						FECHA DE EVALUACION:		25/03/21			
1.Piel de Cocodrilo			6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion			7.Fisura de Borde			12.Pulimientos de Agregados			17.Grieta Parabolica o por Desplazamiento		
3.Fisuras en Bloque			8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Albultamiento y Hundimientos			9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion			10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO	
1	L	1.52	1.85	1.55	1.22			6.14	2.67	3.0	
1	M	6.22	8.74	6.55				21.51	9.36	18.0	
1	H	45.02						45.02	19.59	48.0	
4	H	0.54	1.23	1.45	2.30			5.52	2.40	20.0	
7	L	1.33	1.55	1.16				4.04	1.76	3.0	
10	L	0.90	0.93	0.88				2.71	1.18	0.1	
								TOTAL VD=		44.1	



N°	VALORES DEDUCIDOS VD						TOTAL	q	V.D.C
1	48	20	18	3	3		92	5	45
2	48	20	18	3	2		91	4	53
3	48	20	18	2	2		90	3	53
4	48	20	2	2	2		74	2	55
5	48	2	2	2	2		56	1	56
								MAX V.D.C	56
								PCI=100-MAX V.D.C	44

• UNIDAD DE MUESTRA 10

METODO DE EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) PAVIMENTO CON SUPERFICIE ASFALTICA											
HOJA DE REGISTRO											
NOMBRE DE VIA:		AV. UNIVERSITARIA NORTE SANTA LUZMILA				UNIDAD DE MUESTRA:		UM-10			
SECCION DE VIA:		AV. GUILLERMOS DE LA FUENTE- AV. 22 DE AGOSTO				AREA DE MUESTRA:		229.80			
EVALUADORES:						FECHA DE EVALUACION:		25/03/21			
1.Piel de Cocodrilo			6.Depresion			11.Parqueo			16.Desplazamiento		
2.Exudacion			7.Fisura de Borde			12.Pulimientos de Agregados			17.Grieta Parabolica o por Desplazamiento		
3.Fisuras en Bloque			8.Fisura de Reflexion de Junta			13.Huecos			18.Hinchamiento		
4.Albultamiento y Hundimientos			9.Desnivel Carril/Berma			14.Cruce de Via Ferrea			19.Desprendimiento de Agregados		
5.Corrugacion			10.Fisuras Longitudinales y Transversales			15.Ahuellamiento					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD							TOTAL	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO
1	H	43.0						43.0	18.71	45.0	
4	H	0.46	0.54	2.21				3.21	1.40	11.0	
7	L	1.25	1.35	1.87	1.54	1.62		7.63	3.32	3.0	
10	M	0.85	0.81	0.95	1.25			3.86	1.68	8.0	
13	M	0.42	0.26	0.55	0.54	0.81		2.58	1.12	4.0	
18	M	0.23	0.25	0.54	0.84	1.2		3.06	1.33	5.0	
									TOTAL VD=	31.0	



N°	VALORES DEDUCIDOS VD							TOTAL	q	V.D.C
1	45	11	8	5	4	3	76	6	32	
2	45	11	8	5	4	2	75	5	35	
3	45	11	8	5	2	2	73	4	42	
4	45	11	8	2	2	2	70	3	45	
5	45	11	2	2	2	2	64	2	49	
6	45	2	2	2	2	2	55	1	51	
								MAX V.D.C	51	
								PCI=100-MAX V.D.C	49	

ANEXO 5. RESULTADOS DE ENSAYOS DEL LABORATORIO MTL GEOTECNIA S.A.C.



Cel: 980703014 / 947280585
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos
 San Martín de Porres - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

REFERENCIA : Ensayos en laboratorio
SOLICITANTE : Kevin Bryan Torres La Torre
TESIS : "Análisis de los tipos de fallas de un pavimento flexible para determinar el estado de conservación Av. Universitaria Norte, Comas, 2020"
UBICACIÓN : Av. Guillermo de La Fuente hasta la Av. 22 de Agosto - Comas
FECHA : 31-03-2021

**RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL
 MTC E 504 - 2016**

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: NÚCLEO DE PERFORACIÓN DIAMANTINA
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: D1, D2 y D3

MUESTRA N°	D-1	D-2	D-3		
TEMPERATURA DE ENSAYO	23 °C	23 °C	23 °C		

1	ESPESOR PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	8.49	8.01	8.05		
2	DIÁMETRO PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	9.30	9.30	9.30		
3	ESTABILIDAD (kg-f)	1,740.9	1,263.4	1,449.2		
4	FACTOR DE CORRECCIÓN	0.83	0.93	0.89		
5	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg-f)	1,445.0	1,175.0	1,289.8		
6	PROMEDIO DE ESTABILIDAD (kg-f)	1,303.2				
7	FLUJO (mm)	8.9	7.3	8.5		
8	PROMEDIO DE FLUJO (mm)	8.2				

OBSERVACIONES:

Muestra provista e identificada por el solicitante.
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 JJ GEOTECNIA S.A.C. ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. OIP N° 210906	 JJ GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

REFERENCIA : Ensayos en laboratorio
SOLICITANTE : Kevin Bryan Torres La Torre
TESIS : "Análisis de los tipos de fallas de un pavimento flexible para determinar el estado de conservación Av. Universitaria Norte, Comas, 2020"
UBICACIÓN : Av. Guillermo de la Fuente hasta la Av. 22 de Agosto - Comas
FECHA : 25/03/2021

**PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFALTICAS
MTC E 514 - 2016 (ASTM D-2726)**

MUESTRA N°	D-1	D-2	D-3		
ZONA	CARRIL DERECHO	CARRIL DERECHO	CARRIL DERECHO		
1	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	8.50	8.00	8.10	
2	ESPESOR PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	8.49	8.01	8.03	
3	PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE SSS (gr.)	1394.0	1294.0	1310.0	
4	PESO DE LA BRIQUETA EN AGUA SSS (gr.)	817.0	750.0	763.0	
5	PESO DE LA BRIQUETA EN SECO	1292.0	1292.0	1299.0	
6	PESO ESPECIFICO APARENTE (gr./cm ³)	2.414	2.375	2.393	
7	PESO UNITARIO ((gr./0.997)	2.407	2.368	2.386	
8	% DE AGUA ABSORBIDA	0.17	0.37	0.18	

OBSERVACIONES : Las ubicaciones de las muestras fueron identificadas por el solicitante

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	JJ GEOTECNIA S.A.C.  ET MER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. OITAN° 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	JJ GEOTECNIA S.A.C.  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

INFORME TÉCNICO

LEM - 2021

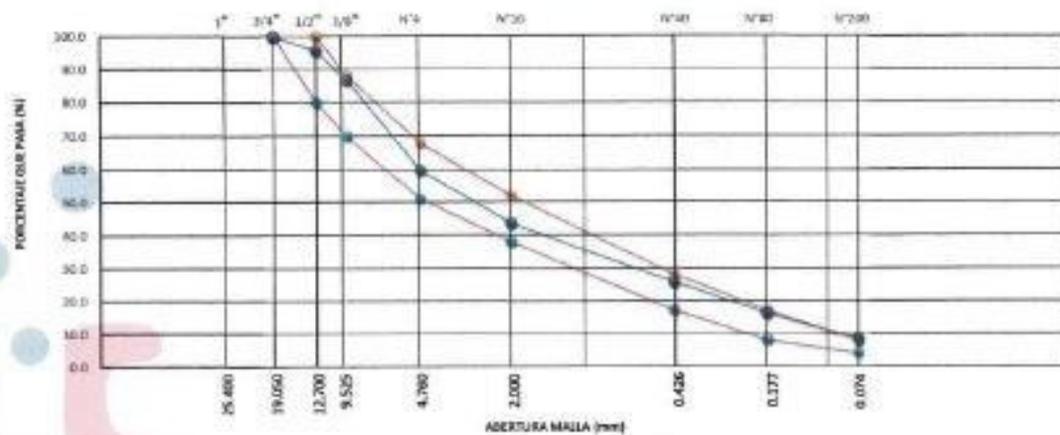
REFERENCIA : Ensayos en laboratorio
SOLICITANTE : Kevin Bryan Torres La Torre
TESIS : "Análisis de los tipos de fallas de un pavimento flexible para determinar el estado de conservación Av. Universitaria Norte, Comas, 2020"
UBICACIÓN : Av. Guillermo de La Fuente hasta la Av. 22 de Agosto-Comas
FECHA : 01-04-2021

Tipo de muestra : BIRQUETA ASFÁLTICA
Identificación : 01, 02 y 03
Descripción : -

EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTO (ASTM D 2172)

TAMIZ ASTM						Especificación "MAC 2"		Descripción Mezcla Asfáltica Caliente	
	ABERT. mm	Peso, g	% Retenido	% Acum.	% Pasa				
1"	25.400								
3/4"	19.050				100.0	100	-	100	Calculos.
1/2"	12.700	80.3	4.6	4.6	95.4	80	-	100	Peso Total Mezcla. 1,303.0 g
3/8"	9.525	114.1	8.6	13.2	86.8	70	-	88	Peso Filtro (antes). 39.3 g
1/4"	6.350								Peso Filtro (después). 40.9 g
N° 4	4.750	357.8	27.1	40.3	59.7	51	-	58	Peso Lavado Reactivo. 1,320.0 g
N° 6	3.360								Peso Asfalto Residual. 71.4 g
N° 8	2.360								Porcentaje Asfalto. 5.1 %
N° 10	2.000	213.6	16.2	56.4	43.6	38	-	52	Peso Total Agregado. 1,321.6 g
N° 16	1.180								
N° 20	0.840								Peso Lavado M-200. 1,210.1 g
N° 30	0.590								Fino Malla 200. 111.5 g
N° 40	0.425	238.2	18.0	74.5	25.5	17	-	28	
N° 50	0.297								Proporciones Agregados.
N° 60	0.177	124.7	9.4	83.9	16.1	8	-	17	Agregado Grueso. 40.3 %
N° 100	0.149								Agregado Fino. 51.3 %
N° 200	0.074	101.4	7.7	91.6	8.4	4	-	8	Fino Malla 200. 8.4 %
-200	-	111.5	8.4	100.0					Relacion Polvo Asfalto 1.69

CURVA GRANULOMÉTRICA



Elaborado por:  Info del Laboratorio	Revisado por:  Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL M.C. CIP N° 210906	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD JJ GEOTECNIA SAC
--	---	---

ANEXO 6. CERTIFICADOS DE CALIBRACION (MTL GEOTECNIA S.A.C.)



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 4370 - 2020

PROFORMA : 1696A Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.
Dirección : CALLA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC2201S
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 5 g
Procedencia : ALEMANIA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 4370 - 2020

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-140-2019 Mayo 2019
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 2 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-147-2019 Mayo 2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

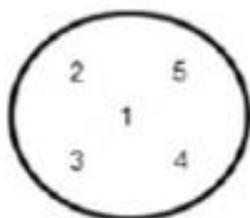
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 099,99	5	-10	1	2 200,000	2 199,98	4	-19
2		1 099,99	3	-8	2		2 199,99	4	-9
3		1 099,98	4	-19	3		2 199,98	5	-20
4		1 099,98	4	-19	4		2 199,98	4	-19
5		1 099,99	4	-9	5		2 199,99	4	-9
6		1 099,98	5	-20	6		2 199,98	4	-19
7		1 099,98	3	-18	7		2 199,98	3	-18
8		1 099,98	5	-20	8		2 199,99	4	-9
9		1 099,99	5	-10	9		2 199,99	5	-10
10		1 099,99	5	-10	10		2 199,99	5	-10
Emáx - Emin (mg)				12	Emáx - Emin (mg)				11
error máximo permitido (±mg)				200	error máximo permitido (±mg)				300



Certificado de Calibración
TC - 4370 - 2020



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,1 °C	22,2 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

N°	Determinación de Error Eo			Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±mg)		
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)		E (mg)	Ec (mg)
1	1,000	1,00	4	1	800,000	799,99	4	-9	-10	200
2		1,00	5	0		799,98	4	-19	-19	
3		1,00	4	1		799,98	5	-20	-21	
4		1,00	4	1		799,98	5	-20	-21	
5		1,00	5	0		799,99	5	-10	-10	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,2 °C	22,3 °C
Humedad Relativa	63 %	63 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,000	0,10	4	101						
0,000	1,00	5	1 000	899	1,00	4	1 001	900	100
0,000	10,00	4	10 001	9 900	10,00	5	10 000	9 899	100
0,000	100,00	4	100 001	99 900	100,00	5	100 000	99 899	100
0,000	500,00	5	500 000	499 899	499,99	4	499 991	499 890	100
0,000	799,99	4	799 991	799 890	799,99	4	799 991	799 890	200
0,000	999,99	4	999 991	999 890	1 000,00	5	1 000 000	999 899	200
0,000	1 099,99	5	1 099 990	1 099 889	1 099,99	5	1 099 990	1 099 889	200
0,000	1 499,99	5	1 499 990	1 499 889	1 500,01	5	1 500 010	1 499 909	200
2 000,004	1 999,99	5	-14	-115	1 999,99	4	-13	-114	200
2 000,004	2 199,99	4	199 987	199 886	2 199,99	4	199 987	199 886	300

Donde:

I : Indicación de la balanza
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)
ΔL : Carga adicional
E : Error del instrumento
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura Corregida} : R_{\text{corregida}} = R - 4,58 \times 10^{-1} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} : U_R = 2 \times \sqrt{7,73 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 2,26 \times 10^{-10} \times R^2}$$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
La indicación de la balanza fue de 1 999,97 g para una carga de valor nominal 2200 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-4374-2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA MARSHALL

Marca : NO INDICA

Modelo : NO INDICA

N° Serie : NO INDICA

Intervalo de indicación : 5000 Kg

Resolución : 0,1 Kg

CELDA DE CARGA

Marca : Keli

Modelo : A-FED

Serie : 5X70836

Procedencia : NO INDICA

Código de Identificación : NO INDICA

Ubicación : No Indica

Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga".

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,9°C	20,1°C
HUMEDAD RELATIVA	43,0%	44,0%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. N° 0316



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión AEP Transducers	Celda de Carga ANYLOAD 30000 Kg	LM-0033-2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (Kg)	Lectura Convencionalmente Verdadera (Kg)	Error (Kg)	Incertidumbre (Kg)
500,0	485,0	15,0	0,1
1000,0	974,5	25,5	0,1
1500,0	1437,5	62,5	0,1
2000,0	1945,3	54,7	0,1
2500,0	2464,6	35,4	0,1
3000,0	2985,3	34,7	0,1
3500,0	3465,7	34,3	0,1
4000,0	3945,5	54,5	0,1
4500,0	4435,8	64,2	0,1
5000,0	4946,3	53,7	0,1

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC - 4371 - 2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 5

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

EQUIPO : HORNO
Marca : GEMMY
Modelo : YC0-010
N° de Serie : 510847
Tipo de Ventilación : Turbulencia
Procedencia : ALEMANIA
Identificación : NO INDICA
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DIGITAL
Marca : No Indica
Alcance : 1°C a 250°C
Resolución : 1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
Marca : No Indica
Alcance : 1°C a 250°C
Resolución : 1 °C
Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25
Ubicación : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	29,6 °C
Humedad Relativa	45,3 %	43,2 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP- 0316



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 400 °C	LT-247-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

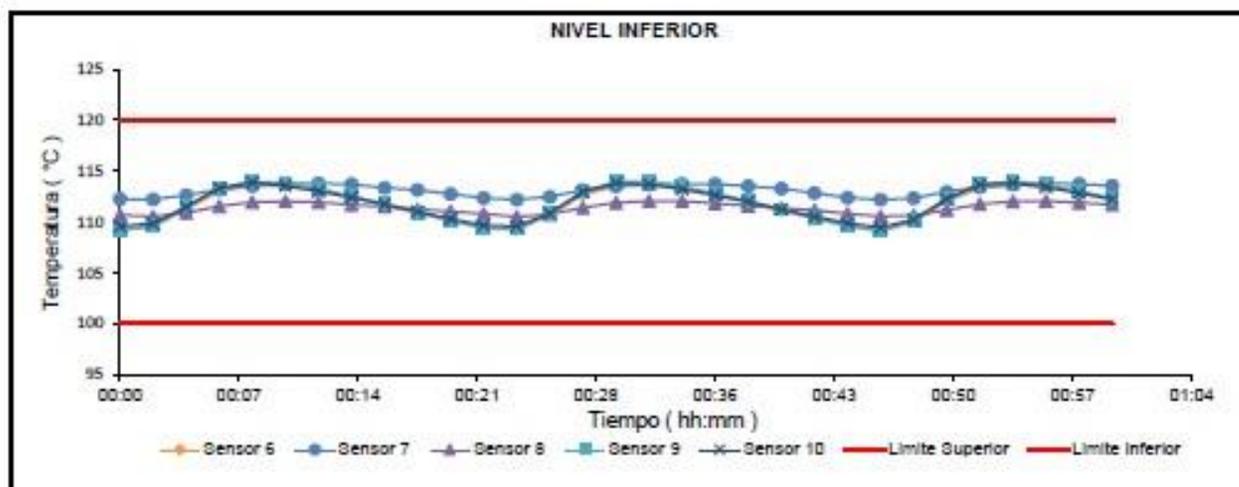
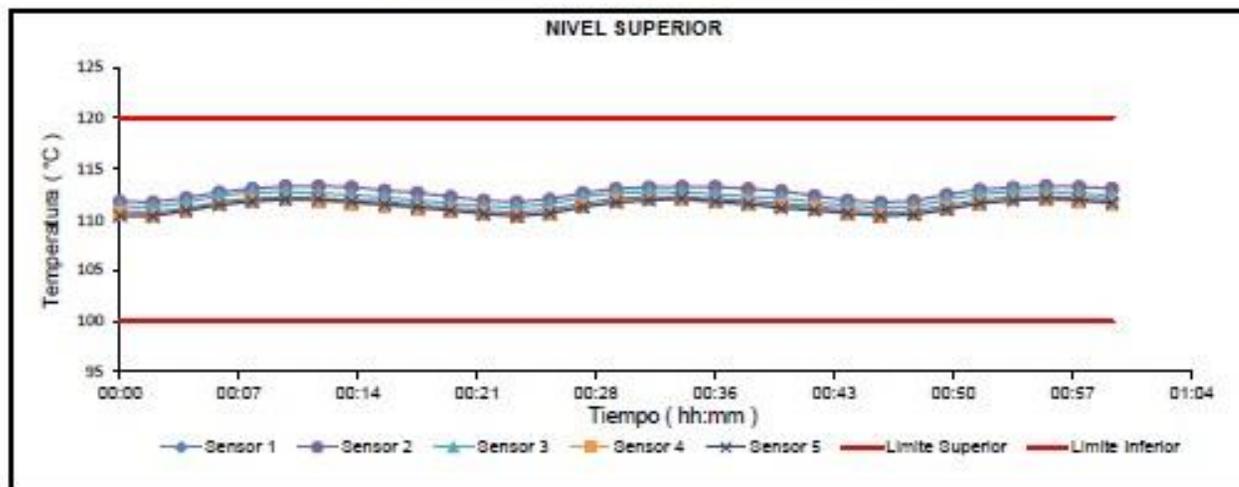
Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 10 °C	110	40 min	180 min	30 %	ENVASE METALICO C/ MUESTRAS CLIENTE

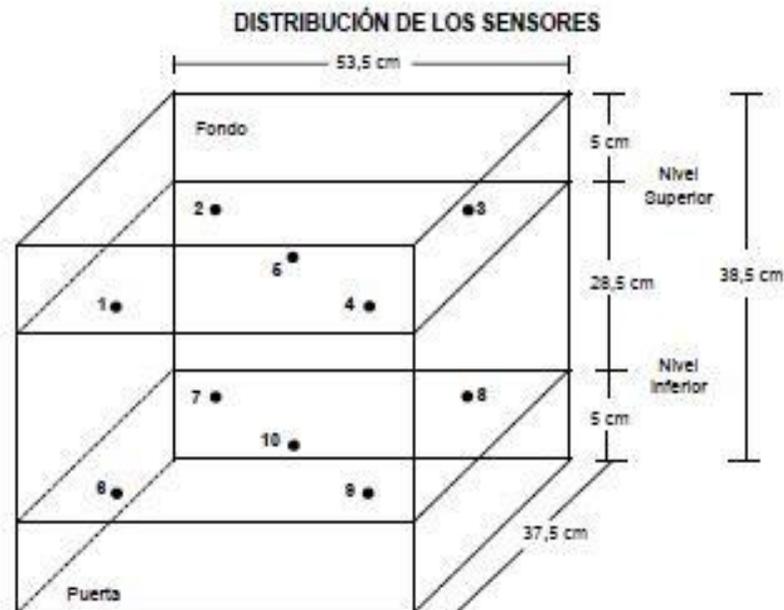
Tiempo (hh:mm)	Termómetro Horno (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} [®] (°C)	T _{max} - T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110	110,8	111,8	111,3	110,6	110,3	109,2	112,3	110,7	109,3	109,6	110,6	3,1
0:02	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,4	109,5	112,2	110,5	109,6	109,8	110,6	2,7
0:04	110	111,1	112,1	111,7	110,8	110,9	111,3	112,6	110,9	111,5	111,5	111,4	1,8
0:06	110	111,7	112,7	112,3	111,5	111,4	113,0	113,2	111,6	113,3	113,4	112,4	1,9
0:08	110	112,1	113,0	112,7	111,8	111,8	113,6	113,5	111,9	114,0	113,9	112,8	2,2
0:10	110	112,2	113,3	112,7	111,9	112,0	113,5	113,8	112,0	113,8	113,6	112,9	1,9
0:12	110	112,1	113,3	112,6	111,8	112,0	113,1	113,8	111,9	113,3	113,0	112,7	1,9
0:14	110	111,9	113,2	112,4	111,6	111,8	112,4	113,7	111,7	112,5	112,4	112,4	2,1
0:16	110	111,8	112,9	112,2	111,4	111,5	111,6	113,4	111,5	111,8	111,7	112,0	2,0
0:18	110	111,4	112,6	111,9	111,1	111,2	110,9	113,1	111,2	111,0	111,0	111,6	2,3
0:20	110	111,2	112,2	111,6	110,9	110,9	110,1	112,7	111,0	110,2	110,3	111,1	2,6
0:22	110	110,9	111,9	111,3	110,7	110,6	109,4	112,4	110,8	109,4	109,7	110,7	3,0
0:24	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,2	112,2	110,5	109,3	109,6	110,5	3,0
0:26	110	111,0	112,0	111,5	110,7	110,6	110,7	112,5	110,8	110,9	110,8	111,1	1,9
0:28	110	111,6	112,6	112,2	111,3	111,2	112,7	113,1	111,4	112,9	113,0	112,2	1,9
0:30	110	112,1	113,0	112,6	111,8	111,7	113,6	113,5	111,9	113,9	113,8	112,8	2,2
0:32	110	112,2	113,2	112,7	112,0	111,9	113,6	113,7	112,1	114,0	113,7	112,9	2,1
0:34	110	112,2	113,2	112,7	111,9	112,1	113,3	113,7	112,0	113,5	113,2	112,8	1,8
0:36	110	112,0	113,2	112,5	111,7	111,8	112,7	113,7	111,8	112,8	112,6	112,5	2,0
0:38	110	111,9	113,0	112,3	111,5	111,5	111,9	113,5	111,6	112,0	112,0	112,1	2,0
0:40	110	111,6	112,8	112,1	111,3	111,1	111,1	113,3	111,4	111,2	111,2	111,7	2,2
0:42	110	111,3	112,3	111,7	111,1	110,9	110,3	112,8	111,2	110,4	110,5	111,3	2,5
0:44	110	110,9	111,9	111,4	110,7	110,6	109,6	112,4	110,8	109,6	109,9	110,8	2,8
0:46	110	110,7	111,7	111,2	110,5	110,3	109,1	112,2	110,6	109,1	109,4	110,5	3,1
0:48	110	110,8	111,8	111,3	110,5	110,5	110,0	112,3	110,6	110,1	110,2	110,8	2,3
0:50	110	111,4	112,5	112,0	111,1	111,0	112,0	113,0	111,2	112,2	112,3	111,8	2,0
0:52	110	111,9	112,9	112,5	111,7	111,6	113,3	113,4	111,8	113,7	113,7	112,6	2,1
0:54	110	112,2	113,2	112,8	111,9	111,9	113,7	113,7	112,0	114,0	113,8	112,9	2,1
0:56	110	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,4	113,8	112,1	113,7	113,4	112,9	1,8
0:58	110	112,1	113,2	112,6	111,8	111,9	112,9	113,7	111,9	113,1	112,9	112,6	1,9
1:00	110	112,0	113,1	112,4	111,6	111,7	112,2	113,6	111,7	112,3	112,2	112,3	2,0
T. PROM [®]	110,0	111,6	112,6	112,1	111,3	111,3	111,7	113,1	111,4	111,9	111,9		
T. MAX [®]	110,0	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,7	113,8	112,1	114,0	113,9		
T. MIN [®]	110,0	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,1	112,2	110,5	109,1	109,4		
DTT [®]	0,0	1,6	1,6	1,6	1,6	1,8	4,6	1,6	1,6	4,9	4,4		

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,0	0,4
Mínima Temperatura Medida	109,1	0,5
Desviación Temperatura en el Tiempo	4,9	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	1,8	0,5
Estabilidad Medida (±)	2,45	0,04
Uniformidad Medida	3,1	0,5

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES





Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 6,5 cm por encima de la parrilla superior.

Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 5 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO



Certificado : TC - 4371 - 2020

Página : 5 de 5

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

[1] T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

[2] T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

[5] DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 0,6 °C

La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

