



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**“DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS
PATOLOGÍAS DEL ESTADO ACTUAL DE LOS
PAVIMENTOS FLEXIBLES EXISTENTES DE LAS
CALLES LAS DALIAS, LAS AMAPOLAS, LOS CAPULIES,
LOS CEIBOS Y LOS JUNCOS DE LA URB. MIRAFLORES,
DISTRITO DE CASTILLA DE LA PROVINCIA Y
DEPARTAMENTO DE PIURA - NOVIEMBRE – 2017”**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
BACH. ELMER WILLIAM ANDRADE SANDOVAL

ASESOR
Mgtr. CHILON MUÑOZ CARMEN

PIURA – PERÚ

2017

JURADO EVALUADOR DE TESIS

Mgtr. CHAN HEREDIA MIGUEL ANGEL

PRESIDENTE

Mgtr. CORDOVA CORDOVA WILMER OSWALDO

SECRETARIO

Ing. SUAREZ ELÍAS ORLANDO VALERIANO

MIEMBRO

AGRADECIMIENTO

A mis Padres: Rubel e Isabel por haberme dado la vida, por los que siempre están apoyándome para salir adelante, siempre creyeron en mí desde que nací hasta hacerme profesional.

DEDICATORIA

A mi Dios, fuente inagotable de mis fortalezas que siempre me ha permitido seguir adelante a pesar de todas los obstáculos que en la vida se me han presentado.

A mi Esposa e Hijo, Diana e Iam y a mi Pequeño (a) que viene en camino;
Ellos son mi fortaleza y fuente de inspiración, para seguir adelante en alcanzar mis logros y objetivos que la vida se ha encargado de colocar en mi camino.

RESUMEN

En la presente investigación, el objetivo principal es Determinar y Evaluar las Patologías del estado actual de los pavimentos flexibles existentes de las calles las Dalias, las Amapolas, los Capulies, los Ceibos y los Juncos de la Urb. Miraflores del Distrito de Castilla, de la Provincia y Departamento de Piura. para lo cual se ha realizado un estudio in situ del estado físico de la misma, basados en los conceptos, metodologías y técnicas aplicadas, el mantenimiento correctivo o preventivo de los Pavimentos Flexibles.

Es un estudio de tipo cuantitativo; nivel exploratorio descriptivo; diseño no experimental, retrospectivo y transversal. La fuente de recolección de datos, es los pavimentos flexibles existentes de las calles las Dalias, las Amapolas, los Capulies, los Ceibos y los Juncos de la Urb. Miraflores del Distrito de Castilla, de la Provincia y Departamento de Piura en su totalidad, para lo cual cada calle ha sido enumerada como tramo 01, tramo 02, tramo 03, tramo 04 y tramo 05 respectivamente de las calles de la Urbanización Miraflores, observando y analizando cada tramo y con esto poder concluir el estado situacional de la pavimentación y proponer recomendaciones para la realización de Mantenimientos Correctivos y Preventivos para la misma.

Para la extracción de los datos se ha realizado en forma visual y a través de un Odómetro para medir la longitud total y el ancho de cada calzada de la vía. La Wincha para medir las fallas longitudinales y transversales que existían en las vías a estudiar, para ello se ha estudiado todas las 05 calles para poder realizar un estudio exhaustivo para conocer todas las Patologías que existen y dar sus posibles soluciones y mantenimiento a aplicarse.

Los resultados están organizados en tablas e imágenes, donde se observa la evidencia física de las Patologías y sus posibles soluciones a la hora de implementar su mantenimiento.

PALABRAS CLAVE: Patologías, Recomendaciones, Mantenimiento, In Situ.

ABSTRACT.

In the present investigation, the main objective is to Determine and Evaluate the Pathologies of the current state of the existing flexible pavements of Las Dalias, Poppies, Capulies, Ceibos and Juncos de la Urb. Miraflores of the District of Castilla, the Province and Department of Piura. for which an in situ study of the physical state of the same has been carried out, based on the concepts, methodologies and techniques applied, the corrective or preventive maintenance of the Flexible Pavements.

It is a quantitative study; descriptive exploratory level; non-experimental, retrospective and transversal design. The source of data collection is the existing flexible pavements of Las Dalias, Las Amapolas, Los Capulies, Los Ceibos and Juncos de la Urb. Miraflores of the District of Castilla, of the Province and Department of Piura as a whole, for which each street has been listed as section 01, section 02, section 03, section 04 and section 05 respectively of the streets of the Miraflores Urbanization, observing and analyzing each section and with this being able to conclude the situational state of the paving and propose recommendations for the realization of Corrective and Preventive Maintenance for the same.

For the extraction of the data has been made in a visual and through an Odometer to measure the total length and width of each roadway of the road. The Wincha to measure the longitudinal and transversal faults that existed in the roads to study, for it has been studied all 05 streets to perform a comprehensive study to know all the pathologies that exist and give their possible solutions and maintenance to be applied.

The results are organized in tables and images, where the physical evidence of Pathologies and their possible solutions when implementing their maintenance is observed.

KEY WORDS: Pathologies, Recommendations, Maintenance, In Situ.

INDICE DE CONTENIDO

TITULO	i
JURADO EVALUADOR DE TESIS	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
INDICE DE CONTENIDO	vii
INDICE DE GRÁFICOS, INDICE DE TABLAS, INDICE DE CUADROS	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
II. REVISIÓN LITERARIA	12
2.1. Antecedentes	12
2.1.1. Antecedentes Internacionales	12
2.1.2. Antecedentes Nacionales	13
2.1.3. Antecedentes Locales	14
2.2. Bases Teóricas De La Investigación	17
III. METODOLOGÍA	47
3.1. Tipo y Nivel de la Investigación	47
3.2. Diseño de la Investigación	47
3.3. El Universo, Población y Muestra	48
3.4. Definición y Operacionalización de las Variables	50
3.5. Técnicas e Instrumentos	50
3.6. Plan de Análisis	51
3.7. Matriz de Consistencia	52
3.8. Principios Éticos	54
IV. RESULTADOS	55
4.1. Información Preliminar	55
4.2. Ubicación	55
4.3. Base Legal	55
4.4. Superficie	56
4.5. Límites	56
4.6. Hidrografía	57

4.7. Demografía -----	57
4.8. Antecedentes -----	57
4.10. Aplicación del Método PCI -----	58
4.11. Cálculo de la Longitud de la Unidad de Muestreo -----	59
4.12. Cálculo del Número Total de Unidades de Muestra -----	60
4.13. Cálculo del Número Mínimo de Unidades de Muestra a Evaluar -----	61
4.14. Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección -----	62
4.15. Determinación de los PCI en los Tramos de Estudio -----	63
4.16. Análisis de los Resultados -----	65
V. CONCLUSIONES -----	79
VI. ASPECTOS COMPLEMENTARIOS -----	81
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	83
ANEXO 01 -----	84
ANEXO 02 -----	93
ANEXO 03 -----	103
ANEXO 04 -----	106

INDICE DE GRÁFICOS, INDICE DE TABLAS, INDICE DE CUADROS

Índice De Gráficos

Gráfico N° 01: Pavimento flexible, rígido e híbrido -----	21
Gráfico N° 02. Comportamiento del pavimento frente a cargas de tránsito-----	22
Gráfico N° 03: Rangos de calificación PCI. -----	31
Gráfico N° 04: Odómetro manual.-----	36
Gráfico N° 05. Porcentaje de unidades de muestra con un estado de pavimento muy malo, regular, bueno y muy bueno -----	79
Gráfico N° 06. Porcentaje del Índice de Condición del Pavimento -----	80
Gráfico N° 07. Porcentaje del Índice de Condición del Pavimento -----	81

Índice De Tablas

Tabla 3.1. Hoja de registro en vías de pavimento flexible. -----	35
Tabla 3.4. Niveles de severidad para baches de diámetro menor a 750 mm. ----	45
Tabla 4.15.1. Hoja de registro en vías de pavimento flexible. Tramo 01: Calle Las Dalías. -----	64
Tabla 4.15.3. Hoja de registro en vías de pavimento flexible. Tramo 02: Calle Las Amapolas.-----	67
Tabla 4.15.5. Hoja de registro en vías de pavimento flexible. Tramo 03: Calle Los Capulíes. -----	70
Tabla 4.15.7. Hoja de registro en vías de pavimento flexible. Tramo 04: Calle Los Ceibos. -----	73
Tabla 4.15.9. Hoja de registro en vías de pavimento flexible. Tramo 05: Calle Los Juncos. -----	76

Índice De Cuadros

Cuadro N° 01 calificación del PCI. -----	27
Cuadro N° 02 valores y rangos del PCI. -----	28
Cuadro N° 04 daños múltiples. -----	30

Anexos

Anexos 01 Panel Fotográficos. -----	84
Anexos 02 Curvas de Valor Deducido. -----	93
Anexos 03 Sustento de Metrados de Fallas. -----	103
Anexos 04 Plano de Ubicación.-----	106

I.- INTRODUCCIÓN.

Los pavimentos existentes de la ciudad de Castilla a través de su vida útil no han sido mantenidos convenientemente, ni rehabilitados en períodos adecuados, ocasionando esto su fácil deterioro.

Dado la necesidad de lograr que nuestras construcciones en el distrito de Castilla – Piura, se desarrollen con la calidad correspondiente, es necesario evaluar el estado de las construcciones actuales de los pavimentos, y la determinación del número de calles afectadas por alguna patología del asfalto, concreto y conociendo cual es la patología que más incide en los pavimentos de la ciudad es que podremos evaluar y proponer las recomendaciones correspondientes en el transcurso que se va investigando.

Conocer el estado de deterioro que tiene una vía es un componente vital en el sistema de mantenimiento de pavimentos, de modo que, mediante este se puede conseguir una proyección a futuro del estado del pavimento. Existen un sin número de métodos que permiten realizar una proyección a futuro del estado de un pavimento, unos más precisos que otros, pero todos estos coinciden en que si se cuenta con una cuantificación precisa de la condición actual se conseguirá una proyección exacta; es así, que para la cuantificación del estado actual de dicho pavimento se ha decidido aplicar la que se encuentra estandarizado por medio de la norma ASTM D 6433, "Standart Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys", o más conocido por sus siglas en ingles PCI (PresentConditionIndex).

El Índice de Condición del Pavimento (PCI), fue desarrollado entre los años 1974 a 1976 por el Cuerpo de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos y ejecutado por los Ingenieros Srs. Mohamed Y. Shahin, Michael L. Darter y Starr D. Kohn, con el objeto de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles a través del PCI.

Esta metodología tiene como objetivo primordial establecer la condición del pavimento a través de inspecciones visuales en las superficies con asfaltos y hormigón simple o reforzado. Se basa en los resultados de la inspección visual de los pavimentos,

en la cual se identifican tipos de deterioro, severidad y cantidad, permitiendo con esto identificar las posibles causas del deterioro.

Debido a que existen un sin número de combinaciones de deterioros, severidades y densidades posibles, el método resuelve esta dificultad introduciendo el “valor deducido”, como factor de ponderación, para indicar en qué grado afecta a la condición del pavimento cada combinación deterioro, severidad y densidad.

En este sentido el presente trabajo se desarrollara aplicando la metodología del PCI (Índice de Condición de Pavimento), para determinar un valor (de 0 a 100), el mismo que indicara su estado. La metodología de trabajo será del tipo evaluativo visual y a través de un formato de evaluación. Para el presente trabajo y por ser pavimentos que han sido diseñados por tráfico, se tomaran en cuenta patologías que se desprenden de factores como son calidad de agregados, procedimiento constructivo, efecto temperatura y que son grietas, Descascaramientos, Desconchamientos, alabeos.

En esta Tesis se presenta la medición que se hizo para aplicar la metodología del cálculo del PCI en los tramos de las calles; Las Dalías, Las Amapolas, Los Capulies, Los Ceibos, Los Juncos, aproximadamente 981.00 ml de longitud.

Siendo el enunciado del problema ¿En qué medida la Determinación y Evaluación de las Patologías del estado actual de los pavimentos existentes de las calles las Dalías, las Amapolas, los Capulies, los Ceibos y los Juncos de la Urb. Miraflores del Distrito de Castilla, permitirá recuperar la transitabilidad y el confort a beneficio de los moradores de dicha Urbanización? Y el Objetivo General es Determinar y Evaluar las Patologías del estado actual de los pavimentos existentes de las calles las Dalías, las Amapolas, los Capulies, los Ceibos y los Juncos de la Urb. Miraflores del Distrito de Castilla, de la Provincia y Departamento de Piura. Los Objetivos Específicos son los siguientes:

- a) Identificar las fallas superficiales presentes en el pavimento flexible a través de una inspección visual.

- b) Determinar los niveles de severidad de las fallas presentes en dicho tramo en estudio de los cuales presentan diferentes Patologías con el fin de obtener resultados mediante porcentaje y estadísticas.
- c) Calcular el PCI presente en el pavimento flexible.

II.- REVISIÓN LITERARIA

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

- a) **EE.UU. En los años 1960 y 1968, la AMERICA ASSOCIATION STATE HIGHWAY Y OFFICIALS¹**, realizo algunas pruebas, cuyas finalidades más importantes fueron las de definir en qué consiste la falla de un pavimento y de relacionar las variables de diseño como son tránsito, clima, materiales, etc. Con el comportamiento del propio pavimento. Las fallas en los pavimentos las originan, las acciones que ejercen directa o indirectamente sobre ellos.
- b) **COLOMBIA: "Año 2005" - Diagnostico De Vía Existente Y Diseño De Pavimento De La Vía Nueva Mediante Parámetros Obtenidos Del Estudio En Fase I De La Vía Acceso Al Barrio Ciudadela Del Café - Vía La Badea².**

Resultado: en la inspección visual y diagnostico vial realizado al tramo en estudio, mediante el procedimiento PCI, se concluyó que el estado actual del pavimento en el acceso al barrio ciudadela del café se encuentra en un excelente estado, según los rangos de clasificación anteriormente enunciados y confirmados al realizar un recorrido por la vía, sin embargo se evidenciaron una serie de fallas en la superficie de rodadura.

- c) **ECUADOR: Año 2014. Estudio Del Modelo .De Gestión Para El Mantenimiento De Calles Y Avenidas Del Distrito Metropolitano De Quito³.**

Resultado: Basado en el sistema de Gestión de Pavimentos obtenidos, "SGP- DMQ", se concluye que al utilizar mantenimientos preventivos como " Slurry Seal" o "Microsurfacing", se espera que los pavimentos no requieran mantenimientos correctivos durante un periodo de tiempo significativo, lo cual refleja un ahorro en reparaciones futuras.

2.1.2. Antecedentes Nacionales.

- a) **Huaraz Casma. Tesis: (Gonzales C, Año 2011). Titulo Aplicación del método PCI en el diagnóstico del estado del pavimento flexible de la carretera Huaraz CasmaMM⁴.**

Entonces, es necesario realizar las gestiones de mantenimiento rutinario, periódico rehabilitación, que permitan prolongar la vida útil del pavimento. Pero, tales gestiones se deberán realizar con base en los correspondientes estudios. Estas pueden ser: las evaluaciones funcionales y estructurales. Es así que surge la necesidad de conocer el estado actual del pavimento intertrabado en el tramo urbano de la localidad de Pariacoto (km 55 + 470-km 56 +480) de la carretera Casma-Huaraz.

Este tramo forma parte del Estudio definitivo de ingeniería para la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Casma-Cruz Punta-Pariacoto, sector: Cruz Punta-Pariacoto (km 27+980-km 56+480), terminado en agosto de 2007. Haciendo uso del método PCI, según el criterio y parámetros de la Norma ASTM 5340-98 Método de Evaluación del PCI, el cual pretende saber las condiciones actuales de la estructura y la superficie de rodadura, con un trabajo de campo, en el cual se realiza el recorrido de la vía anotando las fallas localizadas y determinando la severidad de las mismas, haciendo uso de instrumentos de medición y el catálogo de fallas para pavimentos asfálticos, después del levantamiento

de fallas se realiza el trabajo en gabinete con el cálculo final de PCI dando como resultado un pavimento en mal estado.

- b) AYACUCHO: "año 2013" Evaluación Del Estado Actual Del Pavimento Flexible Ubicado En El Distrito De Ayacucho Provincia De Huamanga Departamento De Ayacucho⁵.**

Resultado: El diagnostico vial realizado al tramo en estudio, mediante el procedimiento PCI (índice de condición de pavimento) se concluyó que el estado actual del pavimento en Ayacucho se encuentra en mal estado, según los rangos de clasificación y confirmados al realizar un recorrido por la vía.

- c) CAJAMARCA: Año 2014. "Evaluación del Estado del Pavimento Rígido del Jirón Alfonso Ugarte- Cajamarca 2014, Universidad Privada del Norte⁶"**

Problema: ¿Cuál es el estado del pavimento rígido del Jirón Alfonso Ugarte - Cajamarca 2014?

Respuesta: El pavimento rígido del Jirón Alfonso Ugarte entre el jirón Sucre y la avenida Argentina mediante el método del Índice de Condición del Pavimento se concluye que el estado de dicho pavimento es bueno.

2.1.3. Antecedentes Locales.

- a) PIURA: Año 2011. Determinación Y Evaluación De Las Patologías Del Concreto En Las Veredas De La Urbanización Santa María Del Pinar, Del Distrito De Piura Provincia De Piura, Departamento De Piura⁷.**

Resultado: El diagnostico vial realizado al tramo en estudio, mediante el procedimiento PCI (índice de condición de pavimento) se concluyó que el estado actual del pavimento en Pinar se encuentra en un regular estado,

según los rangos de clasificación y confirmados al realizar un recorrido por la vía.

b) PIURA. Año 2012; PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA: MEJORAMIENTO DE LA AV. VICE: ENTRE AV. SÁNCHEZ CERRO Y LA AV. ANDRÉS AVELINO CÁCERES DEL DISTRITO, PROVINCIA Y REGIÓN PIURA⁸.

El proyecto se ubica en la av. vice, distrito de Piura, provincia y departamento del mismo nombre se encuentra ubicado en el este del distrito de Piura.

GEOLOGÍA LOCAL.

Los suelos del área urbana de Piura y sus alrededores están conformados por los depósitos de materiales finos de origen eólico y aluvial, predominantemente arenoso y areno - limosos.

Estos depósitos arenosos presentan consistencias diversas que van desde sueltas hasta medianamente densas, su permeabilidad fluctúa entre semi permeable y permeable, conforme se estableció el verano 2,001/2002 algunos factores meteorológicos que controlan el régimen y distribución de lluvias en el continente y específicamente en la zona noreste del Perú configuraron un panorama que favoreció la ocurrencia de lluvias propias de la estación, las cuales se manifestaron en los primeros días del mes de enero con lluvias que inicialmente se concentraron en la sierra de la región, estas lluvias estacionales paulatinamente fueron trasladándose hacia la zona intermedia del departamento; determinando posteriormente la ocurrencia de lluvias ligeras en ciudades costeras como Piura y Sullana, en marzo las lluvias estacionales fueron favorecidas por la reactivación de la zona de convergencia intertropical (zcit) y en cierta forma por el calentamiento del mar que alcanzó los 26°C y una anomalía de +3.3c, así como el ingreso de un fuerte componente de humedad proveniente del norte; producto de ello se observa sobre

todo a partir de la segunda quincena del mes de marzo, una fuerte actividad lluviosa en la región que aunada a la conectividad local costera contribuyó al aumento de la frecuencia e intensidad de las lluvias. Las lluvias en las ciudades costeras como Piura, Sullana, catataos registradas en la última década del mes se vieron favorecidas por el ingreso de este frente de humedad, la actividad conectiva local asociada a la estacionalidad y al calentamiento del mar frente a nuestras costas; En un año, la precipitación media es 49 mm. Factores que han influido en la irregularidad de las lluvias registradas en la ciudad de Piura; una clara evidencia de ello son las diferencias significativas de precipitación en zonas no muy distantes, En la última semana del mes de marzo de la zona de convergencia intertropical muestra un debilitamiento y retorno hacia latitudes más ecuatoriales, paralelamente a ello se observa una atenuación en el calentamiento del mar.

Temperaturas

Se dispone para este estudio información de las temperaturas de la estación map - Miraflores, sobre la base de los cuales se puede decir que la zona presenta una temperatura máxima promedio anual de 35°C, una mínima promedio anual de 14°C y una biotemperatura promedio de 24°C.

Sector Salud.

Los distritos de Piura y castilla de la zona, que involucra el área de influencia del proyecto, presenta una infraestructura de salud en evolución sustancial en instituciones de mayor complejidad y de amplitud de servicios, los establecimientos de servicios en la zona de influencia del proyecto para el año 2010 es mayor en el distrito de Piura (área de influencia) y segundo lugar el distrito de castilla.

Mejoramiento del pavimento a nivel de losas de concreto.

La alternativa consiste en el mejoramiento de 0.584 kms. a nivel de pavimento con losas de concreto armado $e=0.25$ m y $f'c=280$ kg/cm² a lo largo de toda la av. vice entre av. Sánchez cerro - av. Andrés Avelino Cáceres, y la pavimentación con adoquín de concreto $e=0.08$ m de 0.95 km en el jr. 01, 0.97 km en el jr. 02, y 0.96 km en el jr. 03 de pavimento adoquinado de $e=0.08$ m, en los jirones 01, 02 y 03, velocidad directriz 35 km/hora, radio mínimo 120 mts., pendiente máxima 1.10%, 04 carriles con superficie de rodadura 7.20 mts a cada lado, estacionamiento de 5.50 mts. Veredas a ambos lados de la calzada de 2.40mts, 3,604.62 m² de veredas de concreto $f'c=175$ kg/cm² $e=0.15$ m, señalización tanto horizontal (pintado de pavimento) y vertical (señales), sembrado de 50 unidades de plantones y 3,977.28 m² de áreas verdes, reubicación de 05 postes de luz y retiro de 02 carteles publicitarios.

- c) **Tesis: Rodríguez V, Año 2010. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Luis Montero, distrito de Castilla” del departamento de Piura.**⁹

La presente tesis tiene como objetivo aplicar el método PCI para determinar el Índice de Condición de Pavimento en la Av. Luis Montero. Mil treientos metros lineales de pista han sido estudiados a detalle para identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la vía.

Este trabajo de investigación, realiza un diagnostico visual para el tramo de la vía existente Av. 24 de Junio y Av. Argentina, haciendo uso del método PCI, según el criterio y parámetros de la Norma ASTM 5340-98.

2.2. Bases Teóricas de la Investigación. (Camposano, Jhessy ; Garcita, kenny - 2012)

2.2.1. Patologías de los Pavimentos

2.2.1.1 Pavimentos

El pavimento es el conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos

inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son: el ancho, el trazo horizontal y vertical, la resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aún en condiciones húmedas. El pavimento deberá presentar la resistencia adecuada para soportar los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua. Debe tener una adecuada visibilidad y contar con un paisaje agradable para no provocar fatigas. Se presentan dos tipos de pavimentos principales, los mismos que se diferencian por la estructura que presentan y las capas que las conforman.

Un pavimento rígido se compone de losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presenta un armado de acero. Este tipo de pavimentos no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores. La sección transversal de un pavimento rígido está compuesta por la losa de concreto hidráulico que va sobre la Sub Base y éstas sobre la subrasante. Tiene un costo inicial más elevado que los pavimentos flexibles y su período de vida varía entre 20 y 40 años. El mantenimiento que requiere es mínimo y se orienta generalmente al tratamiento de juntas de las losas.

Por otro lado un pavimento flexible cuenta con una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa. Este tipo de pavimento está compuesto principalmente de una carpeta asfáltica, de la base granular y de la capa de Sub Base. El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un período de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil.

Pavimento híbrido se le conoce también como pavimento mixto, y es una combinación de flexible y rígido. Por ejemplo, cuando se colocan

bloquetas de concreto en lugar de la carpeta asfáltica, se tiene un tipo de pavimento híbrido. El objetivo de este tipo de pavimento es disminuir la velocidad límite de los vehículos, ya que las bloquetas producen una ligera vibración en los autos al circular sobre ellas, lo que obliga al conductor a mantener una velocidad máxima de 60 km/h. Es ideal para zonas urbanas, pues garantiza seguridad y comodidad para los usuarios.

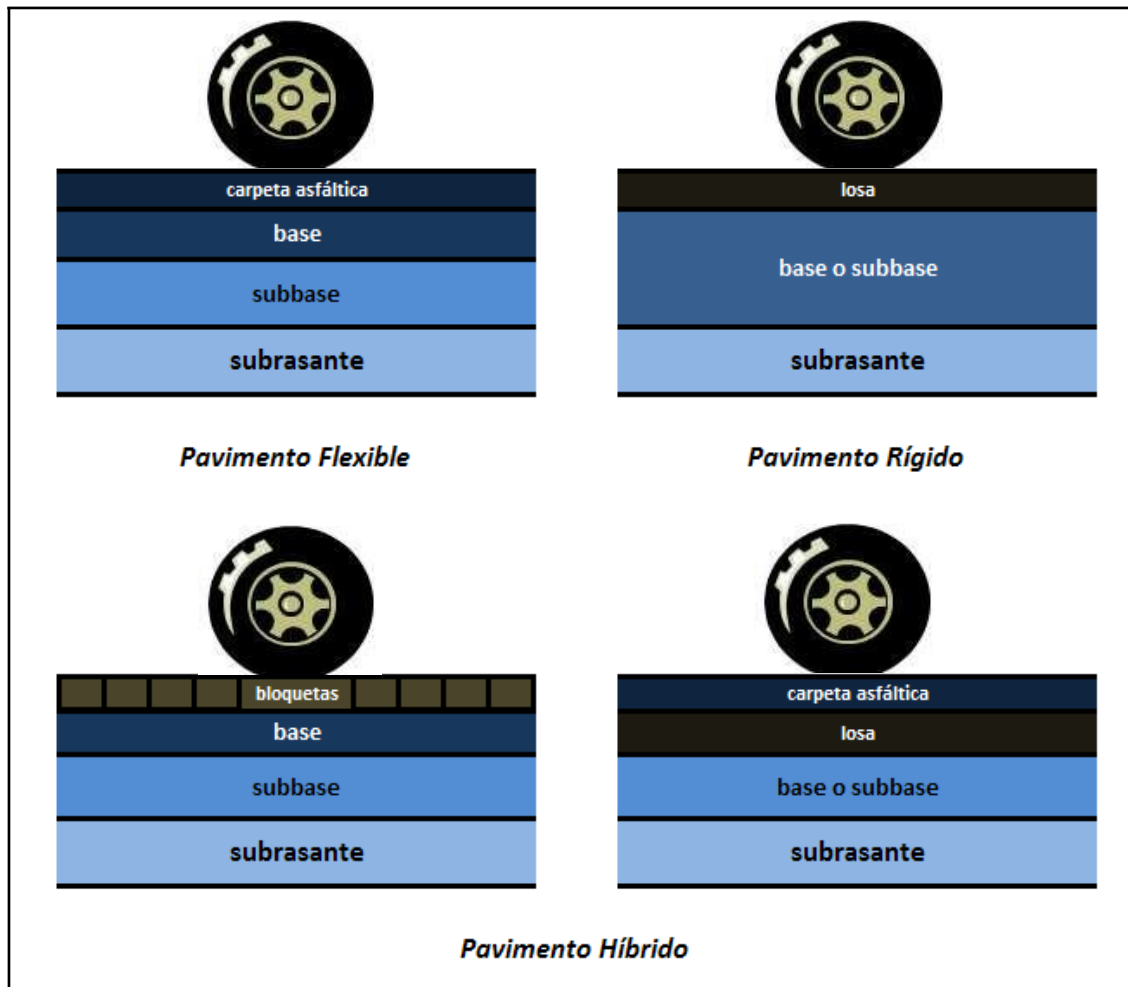
Otro ejemplo de pavimento mixto, son aquellos pavimentos de superficie asfáltica construidos sobre pavimento rígido.

2.2.1.2. Comportamiento estructural de los Pavimentos

La principal diferencia entre el comportamiento de los pavimentos flexibles y los rígidos es la forma como reparten las cargas. Desde el punto de vista de diseño, los pavimentos flexibles están formados por una serie de capas y la distribución de la carga está determinada por las características propias del sistema. Los pavimentos rígidos tienen un gran módulo de elasticidad y distribuyen las cargas sobre un área grande, la consideración más importante es la resistencia estructural del concreto hidráulico.

En todos los métodos de diseño de pavimentos se acepta que durante la vida útil de la estructura se pueden producir dos tipos de fallas, la funcional y la estructural.

Grafico N° 01. Pavimento flexible, rígido e híbrido.



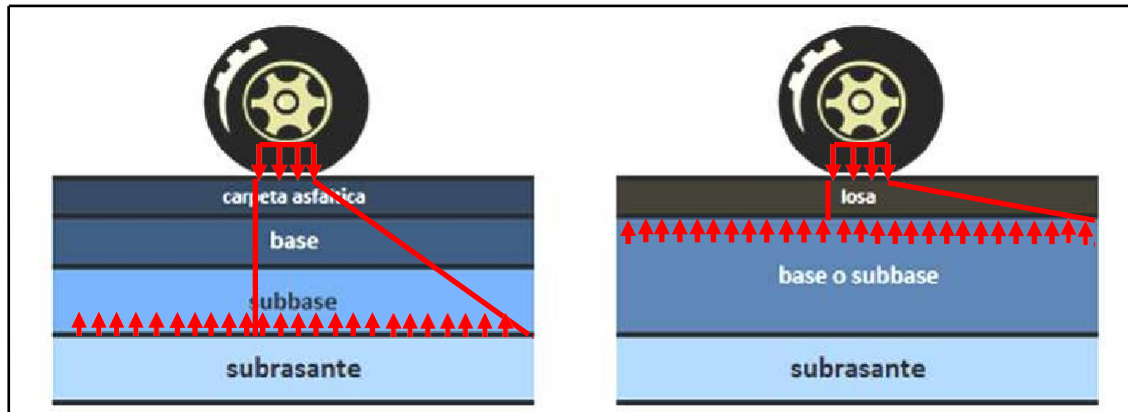
Esquema de paquete estructural para pavimento flexible, rígido e híbrido.

La falla estructural implica una degradación de la estructura del pavimento. Se presenta cuando los materiales que conforman la estructura, al ser sometida a repeticiones de carga por acción del tránsito, sufren un agrietamiento estructural relacionado con la deformación o la tensión horizontal por tracción en la base de cada capa, esto se denomina falla por fatiga.

Un factor que influye en el comportamiento de los pavimentos es el tipo de carga que se le aplica y la velocidad con que ello se hace. Los pavimentos están sujetos a cargas móviles, y el hecho que las cargas actuantes sean repetitivas afectan a la resistencia de las capas de pavimento

de relativa rigidez, por lo que en el caso de los pavimentos flexible este efecto se presenta sobre todo en las carpetas y las bases estabilizadas.

Gráfico N° 02. Comportamiento del pavimento frente a cargas de tránsito.



Distribución de la carga en pavimentos flexibles (izquierda) y rígidos (derecha).

Las fallas en los pavimentos flexibles pueden dividirse en tres grupos fundamentales.

- 1. Fallas por insuficiencia estructural:** Se trata de pavimentos contruidos con materiales inapropiados en cuanto a resistencia o con materiales de buena calidad, pero en espesor insuficiente.
- 2. Fallas por defectos constructivos:** Se trata de pavimentos que quizá estuvieron formados por materiales suficientemente resistentes, pero en cuya construcción se han producido errores o defectos que afectan el comportamiento conjunto.
- 3. Fallas por fatigas:** Se trata de pavimentos que originalmente estuvieron en condiciones apropiadas, pero que por la continua repetición de las cargas del tránsito sufrieron efectos de fatiga.

2.2.2. Criterios en las etapas de los Pavimentos

Los pavimentos antes, durante y después de la Serviciabilidad, afrontan diferentes criterios que permiten comprender la degradación a que éstos están afectos. Estas etapas están referidas a la construcción, rehabilitación y mantenimiento.

2.2.2.1. Construcción

La primera etapa para la construcción de un pavimento es la investigación de campo o la recopilación de información. Esta investigación comprende la búsqueda de la información disponible, los análisis de tráfico, la calidad de materiales y otros aspectos necesarios para el diseño.

Antes de proceder a la toma de decisión sobre la metodología de investigación a utilizar en un proyecto en particular, debe realizarse un análisis de toda la información disponible:

- La calidad de los materiales disponibles en canteras y zonas locales.
- Evaluación de la subrasante.
- Ensayos de laboratorio.
- La planimetría y los niveles finales del pavimento.

En lo posible debe recopilarse la mayor cantidad de información disponible sobre el tráfico y en caso de no contar con ella, realizar las estimaciones necesarias.

Luego de realizar la debida recopilación de datos, trabajos de campo y los ensayos de laboratorio, se procede al diseño correspondiente. El procedimiento de diseño consiste en escoger una adecuada combinación de espesores de capas y características de materiales para que los esfuerzos y deformaciones causados por las solicitaciones a que se somete la estructura, permanezcan dentro de los límites admisibles durante la vida útil de la estructura que están constituyendo.

2.2.2.2. Rehabilitación

La rehabilitación es la actividad necesaria para “devolver” a la estructura de pavimento las condiciones de soporte de carga con las que inicialmente se construyó así como su nivel de servicio en términos de seguridad y comodidad.

Un pavimento puede presentar dos tipos de rehabilitación, superficial o estructural.

La información con la cual se podría contar, es la siguiente:

- El diseño del pavimento original.
- Los espesores de las capas construidas, junto con cualquier cambio en los diseños especificados del pavimento.
- Los resultados de los procesos y los ensayos de control de calidad desarrollados durante la construcción.

Las medidas de rehabilitación superficial, resuelven problemas que se encuentran confinados a las capas superiores del pavimento, usualmente dentro de los 100 mm. Superiores, inconvenientes que están relacionados con el envejecimiento del asfalto y con el agrietamiento que se origina en la superficie debido a factores térmicos.

La rehabilitación para resolver problemas de la estructura del pavimento normalmente se trata como una solución a largo plazo. Al resolver los problemas estructurales, debe recordarse que la estructura del pavimento es la que tiene fallas y no necesariamente los materiales que la forman. La densificación de los materiales granulares es de hecho, una forma de mejoramiento, debido a que a mayor densidad de un material, mejores serán sus características de resistencia, sin embargo, la densificación causa problemas en las capas superiores, especialmente en aquellas construidas con materiales ligados. El objetivo de la rehabilitación estructural es maximizar el valor de recuperación del pavimento existente.

Esto infiere que el material que se ha densificado no debe alterarse. La continua acción de amasado por el tráfico tarda varios años para alcanzar ese estado, y los beneficios que ofrece la densificación deben utilizarse donde sea posible.

Una Rehabilitación Superficial, se orienta a la colocación, sobre la superficie existente de una carpeta delgada (espesores inferiores a los 35 mm.) de mezcla asfáltica en caliente o en frío. Ésta es la solución más simple a un problema, debido a que el tiempo requerido para completar los trabajos es corto y existe un impacto mínimo sobre los usuarios de la vía. El fresado y conformación de material granular, es muy utilizado en los casos en los que se requiere aumentar la capacidad portante del pavimento.

Una Rehabilitación Estructural puede orientarse a una reconstrucción total. Ésta es la opción elegida cuando se combina la rehabilitación con una decisión de mejoramiento que demanda un cambio significativo en la vía.

La construcción de capas adicionales (sean de materiales granulares o de mezclas asfálticas) sobre la superficie existente, también son consideradas. Existen muchas opciones disponibles para rehabilitar una carretera, pero lo difícil es determinar cuál de ellas es la mejor. Los puntos más importantes para tomar una decisión son:

- La viabilidad de los métodos de rehabilitación.
- El ordenamiento del tráfico.
- Las condiciones climáticas.
- La disponibilidad de recursos

2.2.2.3. Mantenimiento

En todo tipo de pavimento los deterioros pueden ser pequeños al principio, pero más adelante probablemente sean más serios y aceleren la falla de la

vía. Por ello, una obra requiere un mantenimiento adecuado y continuo para cuando menos asegurar su vida útil y proporcionar un servicio adecuado. Los pavimentos se deterioran a medida que pasa el tiempo debido a las cargas del tráfico y por lo tanto estos pavimentos tienen que ser mantenidos para asegurar que cumplan con su función.

2.2.3. Evaluación de Pavimentos

La evaluación de pavimentos permite conocer el estado situacional de la estructura y establecer medidas correctivas para cumplir objetivos de serviciabilidad.

2.2.3.1. Evaluación Estructural

Existen diferentes métodos de evaluación de pavimentos. En muchos casos los resultados de varios ensayos pueden compararse entre sí con el objeto de confirmar las razones del deterioro o de la falla y, de esta manera, entender mejor el comportamiento del mismo.

Los métodos de evaluación estructural se dividen en dos grupos, los Ensayos Destructivos y los Ensayos No Destructivos.

Entre los ensayos destructivos más conocidos están las calicatas que nos permiten obtener una visualización de las capas de la estructura expuestas, a través de las paredes de ésta y realizar ensayos de densidad “in situ”. Estas determinaciones permiten obtener el estado actual del perfil a través de las propiedades reales de los materiales que lo componen.

Las calicatas facilitan además la toma de muestras en cantidad, para su posterior clasificación en el laboratorio, de cuyos resultados se puede establecer el uso más efectivo, al momento de realizarse las tareas de rehabilitación. Los trabajos suministran información adicional como:

- Los espesores de las capas conformantes.
- Los contenidos de humedad.
- La posible causa del deterioro de la capa (agrietamientos).

- La densidad de cada capa.
- La capacidad de soporte en el material de subrasante.

Por otro lado se pueden efectuar ensayos mediante perforaciones con la ayuda de equipos de calado, barrenos, saca muestras, etc. Esta metodología, en comparación con las calicatas es más sencilla, menos costosa, más rápida y provoca menores interrupciones en el tránsito. Como desventaja, no se puede realizar determinaciones de densidad “in situ” por cuestiones de espacio. Sólo puede registrar potencia de cada capa.

En cuanto a los ensayos no destructivos, éstos se pueden llevar a cabo mediante medidas de las deflexiones que son una herramienta importante en el análisis no destructivo de los pavimentos. La magnitud de la deflexión deformada producida por la carga, son útiles para investigar las propiedades “in situ” del pavimento. Se trata de aplicar una sollicitación tipo y medir la respuesta de la estructura.

El sistema quizás más difundido de medición de deflexiones es mediante el empleo de la Viga Benkelman. Este dispositivo se lo utiliza para realizar mediciones en sectores en los que se observan fallas visibles y en los que no se observan fallas, de esta forma es posible acotar las propiedades actuales del pavimento “in situ”, e integrar sus resultados para una interpretación global.

Otro equipo con el que se pueden realizar mediciones es con un deflectómetro de Impacto. Éste es un método no destructivo, que sirve para la evaluación estructural de pavimentos y conocimiento detallado de su estado. Esta técnica es de alto rendimiento, sin mayores interferencias al tránsito de las vías y además es utilizado de forma rápida y precisa.

Asimismo se puede utilizar para evaluar un pavimento, principalmente en su etapa receptiva, el perfilómetro láser. Éste proporciona información sobre la rugosidad del pavimento. La rugosidad son alteraciones del perfil

del camino (a nivel de rasante), que provocan vibraciones en los vehículos y cuya información permite estimar la serviciabilidad presente del pavimento.

2.2.3.2. Evaluación Superficial

Existen varios métodos utilizados para la evaluación superficial de los pavimentos. Los más conocidos son:

- La propuesta por la Universidad de Wisconsin (PASER)
- Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVIAL)
- Índice de Condición de Pavimentos (PCI)

Estos métodos son sencillos de aplicar y no requieren equipos experimentados. La inspección visual es una de las herramientas más importantes en la aplicación y evaluación de estos métodos, y forma parte esencial de toda la investigación. La inspección visual se realiza generalmente en dos etapas, una inicial y otra detallada.

Con la inspección visual inicial se pretende obtener una inspección general del proyecto. Esta tarea se realiza sobre un vehículo conduciendo a baja velocidad abarcando toda la longitud de la vía.

Por otro lado la inspección visual detallada consiste en inspeccionar la vía caminando sobre ella y tomando notas detalladas de las fallas encontradas en la superficie y se anotan también otras observaciones adicionales que se consideran necesarias. Los diferentes modos y tipos de falla se describen en función de su severidad, frecuencia y ubicación, de esta forma se tendrá una herramienta importante a la hora de fijar la estrategia de rehabilitación.

2.2.3.2.1. Método de Evaluación Superficial de Pavimentos (Pavement Condition Index - PCI)

El método de evaluación de pavimentos PCI, fue desarrollado por M.Y. Shahin y S.D. hon y publicado por el cuerpo de Ingenieros de la armada de Estados Unidos en 1978. El objetivo de este estudio fue desarrollar un Índice de Condición de Pavimentos (PCI) para carreteras y calles para proveer al ingeniero de un método estándar para evaluación de la condición estructural y de la superficie de una sección de pavimento, y de un método para determinar necesidades de mantenimiento y reparación en función de la condición de pavimentos.

Entre las características del método de evaluación del PCI, se puede citar las siguientes:

- Es fácil de emplear.
- No requiere de ningún equipo especial de evaluación, el procedimiento es enteramente visual.
- Ofrece buena repetibilidad y confiabilidad estadística de los resultados.
- Suministra información confiable sobre las fallas que presenta el pavimento, su severidad y área afectada.

Los pasos requeridos para la evaluación de cada tramo o sección de vía están orientados a:

- Recorrer la vía en un vehículo “estándar” a la máxima velocidad permitida en la misma.
- Seleccionar dentro del tramo un sub tramo que represente la condición promedio del pavimento en todo el tramo.
- Determinar el valor del PCI en una sección del sub tramo. Es importante que la sección seleccionada sea lo

más representativa posible de la condición promedio del pavimento en todo el tramo.

El grado de deterioro de un pavimento estará dado en función del tipo de falla, su severidad (ancho de grieta, etc.) y de su densidad (% del área afectada).

2.2.4. Índice de Condición del pavimento

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo.

La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. A continuación se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

2.2.5. Rangos de Calificación del PCI

RANGO	CLASIFICACION
100-85	EXCELENTE
86-70	MUY BUENO
70-55	BUENO
55-40	REGULAR
40-25	MALO
25-10	MUY MALO
10-0	FALLADO

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.

En el **Gráfico N° 03** siguiente se muestran los puntos resaltantes en una calificación del PCI:

CALIFICACION	DESCRIPCIÓN
100	Pavimento en “perfecto” estado
70	Punto en que el pavimento comienza a mostrar pequeñas fallas localizadas, es decir el punto en que deben iniciarse acciones de mantenimiento rutinario y/o preventivo menor
55	Punto en que el pavimento requiere acciones de mantenimiento localizado para corregir fallas más fuertes. Condición para corregir fallas fuertes. Su condición de rodaje sigue siendo “buena” pero su deterioro o reducción de calidad de rodaje comienza a aumentar
40	Punto en el que pavimento muestra fallas más acentuadas y su condición de rodaje puede calificarse como “regular” o “aceptable”, el deterioro aumenta rápidamente. Este punto es cercano al definido como punto “óptimo” de rehabilitación

0	El pavimento está fuertemente deteriorado, presenta diversas fallas avanzadas y el tráfico no puede circular a velocidad normal. El pavimento se considera “fallado” y requiere acciones de mantenimiento mayor y eventualmente reconstrucción parcial de un alto porcentaje de su área
---	---

El cuadro N° 02 resume la acción a tener en cuenta de acuerdo al valor del PCI calculado para cada vía.

RANGO PCI	INTERVENCION
0-30	CONSTRUCCION
31-70	REHABILITACION
71-100	MANTENIMIENTO

Los trabajos de Mantenimiento ($PCI > 70$) están referidos a la actividad de “aumentar” la vida útil de la estructura de pavimento, en términos de comodidad y seguridad. Puede constituir una práctica preventiva y/o correctiva.

Los trabajos de Rehabilitación ($70 > PCI > 30$) se refiere a la actividad necesaria para “devolver” a la estructura de pavimento las condiciones de soporte de carga con las que inicialmente se construyó así como su nivel de servicio en términos de seguridad y comodidad.

Finalmente los trabajos de Construcción ($PCI < 30$) se vinculan a la caracterización de una estructura de pavimento nueva sobre vías en afirmado o tierra o que por su estado de deterioro se considera deben ser reconstruidas.

Foto N° 01 Ejemplo de Grietas en Losas de Concreto



2.2.6. Causas de fallas

En el cuadro N° 03 Los daños en los pavimentos se deben a múltiples causas:

FALLA	CAUSAS
Tráfico de Diseño	Cargas mayores a las de diseño Incremento del tráfico
Proceso Constructivo	Deficiencias en los procesos constructivos
Deficiencias de Proyecto	Diseños inadecuados Mala calidad y dosificación de los materiales Mala valoración en la subrasante

Factores Ambientales	Elevación de la napa freática, Inundaciones Lluvias, congelamiento, sales
Deficiente Mantenimiento	Técnicas inadecuadas de mantenimiento Falta de conservación

- a) **Tráfico de Diseño:** en muchos casos se tiene un tráfico de diseño del pavimento incorrecto, las cargas son bastante mayores a las previstas. Se debe a errores en la aproximación de cargas o también al incremento en el tráfico con los años.
- b) **Proceso Constructivo:** deficiencias en los procesos constructivos hacen una estructura débil del pavimento. Esto se debe a inadecuados espesores y mezclas Así como una deficiencia en la distribución y compactación de las capas.
- c) **Deficiencias de Proyecto:** Diseños inadecuados y una mala valoración de la subrasante. Por otro lado, a veces se tiene una mala calidad y dosificación de las mezclas asfálticas y mala calidad de materiales usados en la producción.
- d) **Factores Ambientales:** Elevación de la Napa freática, inundaciones, lluvias prolongadas, variación térmica, congelamiento, sales nocivas. Así como una insuficiencia en el drenaje superficial o profundo.
- e) **Deficiente Mantenimiento:** Falta de mantenimiento y conservación.

Las fallas consideradas en el método del PCI se consideran un total de 19 para superficie asfáltica y 19 para superficie de concreto de cemento portland que involucran a todas aquellas que se hacen comunes en la degradación del pavimento.

Es importante que el evaluador del pavimento esté familiarizado con estos tipos de falla, sus niveles de severidad y las formas de medición establecidas en el método. Los tipos de fallas más comunes en pavimentos asfálticos son: grieta del tipo piel de cocodrilo, de contracción, de reflexión de juntas, longitudinales y transversales, baches, huecos, ahuellamientos, y desintegración o disgregación superficial. El resto de los tipos de falla considerados en el método, son encontrados menos frecuentemente.

Para determinar el nivel de severidad de cuando se realiza la inspección de daños, debe evaluarse la calidad de tránsito (o calidad del viaje) daños tales como las corrugaciones y el cruce de vía férrea. Para tal efecto se recorre la sección de pavimento en un automóvil de tamaño estándar a la velocidad establecida por el límite legal. Las secciones de pavimento cercanas a señales de detención deben calificarse a la velocidad de desaceleración normal de aproximación a la señal. En algunos casos se requiere entender como es afectada la calidad de rodaje por diversos tipos de falla a fin de determinar su severidad.

2.2.7.- Materiales e instrumentos

2.2.7.1.- Hoja de datos de campo. Documento donde se registrará toda la información obtenida durante la inspección visual: fecha, ubicación, tramo, sección, tamaño de la unidad de muestra, tipos de fallas, niveles de severidad, cantidades, y nombres del personal encargado de la inspección. En la tabla 3.1 se aprecia un modelo utilizado como hoja de registro.

2.2.7.2.- Odómetro Manual. Instrumento utilizado para medir distancias en calles, carreteras, caminos, etc. Ver figura 3.2.

2.2.7.3.- Regla o Cordel. Para medir la deformación longitudinal y transversal del pavimento en estudio.

2.2.7.4.- Plano de Distribución. Plano donde se esquematiza la red de pavimento que será evaluada.

Gráfico N° 04. Odómetro.



Odómetro manual.

2.2.8.- Muestreo y unidades de muestra

El muestreo se llevará a cabo siguiendo el procedimiento detallado a continuación:

1. Identificar tramos o áreas en el pavimento con diferentes usos en el plano de distribución de la red, tales como caminos y estacionamientos.
2. Dividir cada tramo en secciones basándose en criterios como diseño del pavimento, historia de construcción, tráfico y condición del mismo.
3. Dividir las secciones establecidas del pavimento en unidades de muestra.
4. Identificar las unidades de muestras individuales a ser inspeccionadas de tal manera que permita a los inspectores, localizarlas fácilmente sobre la superficie del pavimento. Es necesario que las unidades de muestra sean fácilmente reubicables, a fin de que sea posible la verificación de la información de fallas existentes, la examinación de variaciones de la unidad de muestra con el tiempo y las inspecciones

futuras de la misma unidad de muestra si fuera necesario.

5. Gd Seleccionar las unidades de muestra a ser inspeccionadas. El número de unidades de muestra a inspeccionar puede variar de la siguiente manera: considerando todas las unidades de muestra de la sección, considerando un número de unidades de muestras que nos garantice un nivel de confiabilidad del 95% o considerando un número menor de unidades de muestra.

5.1. Todas las unidades de muestra de la sección pueden ser inspeccionadas para determinar el valor de PCI promedio en la sección. Este tipo de análisis es ideal para una mejor estimación del mantenimiento y reparaciones necesarias.

5.2. El número mínimo de unidades de muestra “n” a ser inspeccionadas en una sección dada, para obtener un valor estadísticamente adecuado (95% de confiabilidad), es calculado empleando la Ec. 1 y redondeando el valor obtenido de “n” al próximo número entero mayor.

$$n = \frac{N \chi^2 s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + s^2} \quad \text{..(Ec. 1)}$$

Donde:

e = error admisible en el cálculo del PCI de la sección, comúnmente, e=+/- 5 puntos del PCI.

s = desviación estándar del PCI de una muestra a otra en la misma sección. Al realizar la inspección se asume que la desviación estándar es 10. Esta suposición debe ser comprobada de la forma como se describe a continuación después de haber determinado los valores del PCI. Para subsiguientes inspecciones, la

desviación estándar de la inspección precedente debe ser utilizada para determinar el valor de “n”.

N = número total de unidades de muestra en la sección.

5.3. Si obtener el 95% de confiabilidad es crítico, la conveniencia del número de unidades inspeccionadas debe ser verificada. El número de unidades de muestra fue estimado en base a un valor de desviación estándar asumido. Calcular el valor actual de la desviación (es) estándar de la siguiente manera (ver Ec.2):

$$S = \left(\sum_{i=1}^n \left(\frac{PCI_i - \overline{PCI}}{n-1} \right)^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad \dots \text{(Ec. 2)}$$

Donde:

PCI_i = valor PCI de las unidades de muestra inspeccionadas i. PCI_s = valor PCI de la sección.

n = número total de unidades de muestra inspeccionadas.

5.3.1.- Calcular el número revisado mínimo de unidades de muestra (Ec.1) a ser inspeccionadas utilizando la desviación estándar calculada (Ec.2). Si el número de unidades de muestra revisado a ser inspeccionadas es mayor que el número de muestras ya inspeccionadas, seleccionar e inspeccionar unidades de muestra adicionales al azar. Estas unidades de muestra deben ser espaciadas uniformemente a través de la sección. Repetir este proceso de chequeo del número de unidades de muestra revisado, e inspeccionar las

unidades de muestra adicionales al azar hasta que el número total de unidades de muestra inspeccionadas sea igual o mayor al número mínimo requerido de unidades de muestra “n” obtenido de la Ec.1, usando la desviación estándar total de muestras real.

5.3.2.- Una vez que el número de unidades de muestra a ser inspeccionadas esté definido, calcular el intervalo de espaciamiento de las unidades utilizando el muestreo sistemático al azar. Las muestras deben ser igualmente espaciadas a través de toda la sección seleccionando la primera muestra al azar. El intervalo del espaciamiento “i” de las unidades a ser muestreadas debe ser calculado mediante la siguiente fórmula (Ec. 3) redondeando el resultado al próximo número entero menor:

$$i = \lfloor N/n \rfloor \quad \dots \text{(Ec. 3)}$$

Donde:

N = número total de unidades de muestra en la sección.

n = número de unidades de muestra a ser inspeccionadas.

La primera unidad de muestra a ser inspeccionada es seleccionada al azar entre las unidades de muestra 1 hasta “i”. Las unidades de muestra en la sección que son incrementos sucesivos del intervalo “i” después de la primera unidad seleccionada al azar también son inspeccionadas.

6. Las unidades de muestra adicionales deben ser inspeccionadas sólo cuando se observan fallas no representativas. Estas unidades de muestra son escogidas por el usuario.

2.2.9.- Fallas, niveles de severidad y unidad de medida.

A continuación se presenta una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito.

L: (Low: Bajo). Se perciben las vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones) pero no es necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo pero creando poca incomodidad.

M: (Medium: Medio): Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad.

H: (High: Alto): Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo, creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo.

Además, se indica la unidad de medida con la que las fallas deben ser evaluadas durante la inspección visual.

2.2.9.1.- Piel de cocodrilo.

L – Finas fisuras longitudinales del espesor de un cabello, con recorrido paralelo entre ellas y con algunas o ninguna fisura de interconexión. Las fisuras no están desintegradas.

M – Continuación del desarrollo de las fisuras de piel de cocodrilo, finas, en un patrón o red de fisuras que podrían estar ligeramente desintegradas.

H – El patrón o red de fisuras muestra un progreso tal que las piezas que conforman la piel de cocodrilo están bien definidas y descascaradas en los bordes. Algunas de las piezas podrían oscilar o moverse bajo tráfico.

Unidad de medida – La piel de cocodrilo es medida en metros cuadrados. Si hay presencia de dos o tres niveles de severidad en una misma área de falla éstas porciones deben ser medidas y registradas por separado; sin embargo, si los diferentes niveles de severidad no pueden ser divididos fácilmente, la totalidad del área debe ser calificada con el mayor nivel de severidad presente.

2.2.9.2.- Exudación.

L – La exudación sólo ha ocurrido a un nivel muy ligero y es percibida sólo durante algunos días al año. El asfalto no se pega a los zapatos o llantas de los vehículos.

M – La exudación ha ocurrido llegando al punto en que el asfalto se pega a los zapatos o a las llantas de los vehículos sólo durante algunas semanas en el año.

H – La exudación ha ocurrido en forma extensiva y una cantidad considerable de asfalto se pega a los zapatos y llantas de los vehículos al menos durante varias semanas al año.

Unidad de medida – La exudación es medida en metros cuadrados

2.2.9.3.- Fisuras en bloque.

L – Los bloques están definidos por fisuras de baja severidad.

M – Los bloques están definidos por fisuras de mediana severidad.

H – Los bloques están definidos por fisuras de alta severidad.

Unidad de medida – Las fisuras en bloque son medidas en metros cuadrados. Esta falla generalmente ocurre en un sólo nivel de severidad por sección de pavimento; sin embargo, si áreas con distintos niveles de severidad pueden ser distinguidas fácilmente, entonces dichas áreas deben ser medidas y registradas en forma separada.

2.2.9.4.- Abultamientos y hundimientos

L – Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de baja severidad, es decir, que se perciben ciertas vibraciones dentro del vehículo al pasar sobre el área fallada, pero no es necesario reducir la velocidad por seguridad o comodidad. Los abultamientos o hundimientos individualmente, o ambos, hacen que el vehículo rebote ligeramente, pero

causa poca incomodidad.

M – Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de mediana severidad, es decir, que se perciben vibraciones significativas dentro del vehículo al pasar sobre la zona afectada y es necesario reducir la velocidad por seguridad y comodidad. Los abultamientos hundimientos individualmente, o ambos, hacen que el vehículo rebote significativamente, creando algo de incomodidad.

H – Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de alta severidad. Las vibraciones del vehículo son tan excesivas que es necesario reducir la velocidad considerablemente por seguridad y comodidad. Los abultamientos o hundimientos individualmente, o ambos, hacen que el vehículo rebote excesivamente, creando mucha incomodidad, peligrando la seguridad o un alto potencial de daño severo en el vehículo.

Unidad de medida – Los abultamientos y hundimientos son medidos en metros lineales. Si un abultamiento ocurre en combinación con una fisura, la fisura también es registrada.

2.2.9.5.- Corrugación

L – Las corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad, como ya se vio en la falla anterior, se perciben ciertas vibraciones dentro del vehículo de inspección, pero no es necesario reducir la velocidad por seguridad o comodidad.

M – Las corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad, es decir, se perciben vibraciones significativas dentro del vehículo y es necesario reducir la velocidad por seguridad y comodidad.

H – Las corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad. Se perciben vibraciones excesivas dentro del vehículo, por lo que es necesario reducir la velocidad considerablemente por seguridad y comodidad.

Unidad de medida – La corrugación es medida en metros cuadrados.

2.2.9.6.- Depresión

L – La depresión tiene una altura que varía de 13 a 25 mm.

M – La altura deprimida tiene un rango de 25 a 50 mm.

H – La depresión tiene más de 50 mm.

Unidad de medida – Las depresiones son medidas en metros cuadrados.

2.2.9.7.- Fisura de borde

L – Se da un bajo o mediano fisuramiento sin fragmentación o desprendimiento.

M – Se aprecia un mediano fisuramiento con alguna fragmentación o desprendimiento.

H – Existe una desintegración considerable a lo largo del borde.

Unidad de medida – Las fisuras de borde son medidas en metros lineales.

2.2.9.8.- Fisura de reflexión de junta (de losas de concreto longitudinales o transversales)

L – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura sin relleno de ancho menor a 10 mm; b) fisura con relleno de cualquier ancho (el material de relleno se encuentra en buenas condiciones).

M – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura sin relleno de ancho mayor o igual a 10 mm y menor a 75mm; b) fisura sin relleno menor o igual a 75 mm rodeada de fisuras de baja severidad; c) fisura con relleno de cualquier ancho rodeada de fisuras de baja severidad.

H – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura con o sin relleno rodeada de fisuras de mediana o alta severidad; b) fisura sin relleno de ancho mayor a 75 mm; c) fisura de cualquier ancho donde aproximadamente 100 mm del pavimento que la rodea está desprendido o fracturado.

Unidad de medida – Las fisuras de reflexión de junta son medidas en metros lineales. La longitud y nivel de severidad de cada fisura debe ser identificada y registrada por separado. Si se presenta un abultamiento en la fisura de reflexión, éste también debe ser registrado.

2.2.9.9.- Desnivel carril - berma

L – La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 25mm y menor a 50 mm.

M – La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor

a 50mm y menor a 100 mm.

H – La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 100 mm.

Unidad de medida – El desnivel carril-berma es medido en metros lineales.

2.2.9.10.- Fisuras longitudinales y transversales

L – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura sin relleno de ancho menor a 10 mm; b) fisura con relleno de cualquier ancho (el material de relleno está en buenas condiciones).

M – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura sin relleno de ancho mayor o igual a 10 mm y menor a 75 mm; b) fisura sin relleno menor o igual a 75 mm rodeada de fisuras en forma aleatoria, de baja severidad; c) fisura con relleno de cualquier ancho rodeada de fisuras de baja severidad y en forma aleatoria.

H – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura con o sin relleno, rodeada de fisuras en forma aleatoria, de mediana o alta severidad; b) fisura sin relleno de ancho mayor a 75 mm; c) fisura de cualquier ancho donde aproximadamente 100 mm del pavimento que la rodea está severamente fracturado.

Unidad de medida – Las fisuras longitudinales y transversales con medidas en metros lineales. Si la fisura no tiene el mismo nivel de severidad en toda su longitud, cada porción de la fisura con distinto nivel de severidad debe ser registrada por separado.

2.2.9.11.- Parches y parches de cortes utilitarios

L – El parche se encuentra en buenas condiciones y la calidad de tránsito es de baja severidad.

M – El parche está deteriorado en forma moderada, la calidad de tránsito es calificada como de mediana severidad.

H – El parche se encuentra muy deteriorado y la calidad de tránsito es de alta severidad.

Unidad de medida – Los parches son medidos en metros cuadrados. Si un mismo parche tiene áreas con diferentes niveles de severidad, éstas áreas

deben ser medidas y registradas por separado.

Cualquier tipo de falla encontrada en el parche no debe ser registrada; sin embargo, su efecto en el parche será considerado para determinar su nivel de severidad

2.2.9.12.- Agregado pulido

No hay niveles de severidad definidos para este tipo de falla. El agregado pulido debe ser claramente notable en la unidad de muestra, y la superficie de agregado debe ser suave al tacto.

Unidad de medida – El agregado pulido es medido en metros cuadrados. Si se registra exudación, entonces el agregado pulido ya no debe ser registrado.

2.2.9.13.- Baches

Los niveles de severidad para baches menores a 750 mm de diámetro están determinados de acuerdo a la tabla 3.4. En la figura 3.16.a se puede apreciar un bache de severidad baja.

Tabla 3.4. Niveles de severidad para baches de diámetro menor a 750 mm.

Máxima profundidad del bache	Diámetro Promedio (mm)		
	100 a 200	200 a 450	450 a 750
≥ 13 y ≤ 25 mm	L	L	M
> 25 y ≤ 50 mm	L	M	H
> 50 mm	M	M	H

Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03.

Si el bache tiene un diámetro mayor a 750 mm, el área debe ser determinada en metros cuadrados y dividida entre 0.5 m^2 para hallar el número equivalente de baches. Si la profundidad es menor o igual a 25 mm los baches son considerados de mediana severidad; en cambio, si la profundidad es mayor a 25 mm, los baches son de alta severidad.

Unidad de medida – Los baches no son medidos sino contados y registrados por separado de acuerdo a su nivel de severidad bajo, mediano o alto.

2.2.9.14.- Ahuellamiento

L – La depresión superficial, causada por las ruedas de los vehículos, varía entre 6 y 13 mm.

M – La depresión va entre 13 y 25 mm.

H – La depresión es mayor a 25 mm.

Unidad de medida – El ahuellamiento es medido en metros cuadrados.

2.2.9.15.- Desplazamiento

L –El desplazamiento genera una calidad de tránsito de baja severidad.

M – El desplazamiento genera una calidad de tránsito de mediana severidad.

H – El desplazamiento genera una calidad de tránsito de alta severidad.

Unidad de medida – Los desplazamientos son medidos en metros cuadrados. Los desplazamientos que ocurren en parches son considerados para calificar los mismos y no se toman en cuenta como fallas por separado.

2.2.9.16.- Fisura parabólica o por deslizamiento

L – El ancho promedio de la fisura es menor a 10 mm.

M – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) el ancho promedio de la fisura es ≥ 10 y < 40 mm; b) el área que rodea la fisura está descascarada en forma moderada, o rodeada de otras fisuras.

H – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) el ancho promedio de la fisura es > 40 mm; b) el área que rodea la fisura está fracturada en pequeñas piezas removidas.

Unidad de medida – Las fisuras parabólicas o por deslizamiento son medidas en metros cuadrados y calificadas de acuerdo al mayor nivel de severidad presente en el área.

2.2.9.17.- Hinchamiento

L – Cuando el hinchamiento causa una calidad de tránsito de severidad baja.

M – Cuando el hinchamiento causa una calidad de tránsito de severidad mediana.

H – Cuando el hinchamiento causa una calidad de tránsito de severidad alta.

Unidad de medida –El área de hinchamiento es medido en metros cuadrados.

2.2.9.18.- Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados

L – El agregado o el ligante ha comenzado a desprenderse. En algunas áreas de la pista se aprecian huecos. En el caso de derrames, las manchas de aceite son visibles, pero la superficie está dura y no puede ser penetrada con una moneda.

M – Se han desprendido los agregados o el ligante. La textura en la superficie es moderadamente rugosa y presenta pequeños huecos. En el caso de derrames de aceite, la superficie es suave y puede ser penetrada con una moneda.

H – El desprendimiento del ligante y el agregado es considerable. La textura de la superficie es muy rugosa y está severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas son menores a 10 mm en diámetro y menores a 13mm en profundidad; las áreas ahuecadas mayores que éstas son consideradas como fallas tipo baches. Para el caso de los derrames de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto de liga y el agregado ha comenzado a perderse.

Unidad de medida –Las peladuras y desprendimientos son medidos en metros cuadrados.

III.- METODOLOGÍA.

3.1.- Tipo y Nivel de la Investigación

En general el estudio a realizarse es del tipo descriptivo, y el Nivel de Investigación es No experimental y de corte transversal.

- Es descriptivo porque describe la realidad sin alterarla.
- Es No experimental porque se estudia analiza el problema tal como se da en el contexto natural, sin necesidad de recurrir a un laboratorio.
- Y es de corte Transversal porque se está analizando en un periodo definido del año 2017.

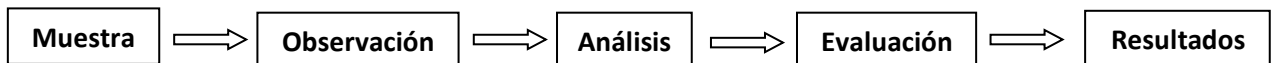
3.2.- Diseño de la Investigación

Para el diseño de la investigación los métodos que se utilizaron fueron: Análisis, síntesis, deductivo, inductivo, descriptivo, estadístico, entre otros. Se efectuó siguiendo el método PCI Índice de Condición de Pavimentos.

- a) La investigación se ha desarrollado con la ayuda de los planos de ubicación, ejes y tramos, siendo posible utilizar software para facilitar el procesamiento de datos y reducir errores en las evaluaciones de los estudios realizados.
- b) La metodología a utilizar, para el desarrollo adecuado del proyecto, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados es:
- Se recopiló de antecedentes preliminares: en esta etapa se realizará la búsqueda, el ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes y de toda la información necesaria que ayuden a cumplir con los objetivos de este proyecto.
 - La evaluación será del tipo visual y personalizada. El procesamiento de la información será de manera manual, no se utilizará el software.

Este diseño se grafica de la siguiente manera:

Gráfico N° 01: Diseño de la Investigación.



3.3.- El Universo, Población y Muestra.

Para la presente Investigación el Universo está dado por la delimitación geográfica de la Urbanización Miraflores, del Distrito de Castilla de la Provincia y Departamento de Piura.

3.3.1.- Población.

Se seleccionaron todas los Pavimentos Flexibles existentes en las diferentes calles y avenidas de las Urbanizaciones del Distrito de Castilla, en especial de la Urbanización Miraflores del Distrito de Castilla, de la Provincia y Departamento de Piura.

3.3.2.- Muestra

La muestra tomada en el presente estudio, comprende en su conjunto de 05 tramos y estos son los siguientes:

- Evaluación de la Calle Las Dalias; **Tramo N° 01= 120.00 ml.**
- Evaluación de la Calle Las Amapolas; **Tramo N° 02= 200.00 ml.**
- Evaluación de la Calle Los Capulíes; **Tramo N° 03= 180.00 ml.**
- Evaluación de la Calle Los Ceibos; **Tramo N° 04 = 218.00 ml.**
- Evaluación de la Calle Los Juncos; **Tramo N° 05 = 263.00 ml.**

Todos estos tramos hacen una Longitud de Pavimento Flexible para ser evaluado de **981.00 metros lineales.**

3.4.- Definición y Operacionalización de las Variables

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
La determinación y evaluación de las Patologías del estado actual de los Pavimentos Flexibles de las calles las Dalias, las Amapolas, los Capulies, los Ceibos y los Juncos.	La determinación o establecimiento de las Patologías del estado actual de los Pavimentos Flexibles de las calles las Dalias, las Amapolas, los Capulies, los Ceibos y los Juncos.	Los Tipos de Patologías más comunes que se Presentan en los diferentes tipos de Pavimentos Flexibles son los siguientes: - Fisuras. - Deformaciones. - Perdida de Capas Estructurales. - Daños Superficiales. - Otros Daños.	Variabilidad en	Tipo, forma de falla. Clase de Falla Nivel de Severidad
			Grado de afectación	Low (Bajo) Medium (Medio) High (Alto)

3.5.- Técnicas e Instrumentos

Se utilizó la Evaluación Visual y toma de datos a través de ficha técnica (ANEXO B) como instrumento de recolección de datos en la muestra según el muestreo establecido.

La evaluación de la condición incluyo los siguientes aspectos:

➤ **Equipo.**

- Odómetro para medir las longitudes y las áreas de los daños.
- Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los helamientos o depresiones.
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

3.6.- Plan de Análisis

Los resultados estarán comprendidos en lo siguiente:

- La Ubicación del área de estudio.
- Los Tipos de patologías existentes.
- Nivel de Índice de Condición de Pavimento.
- Cuadros del ámbito de la investigación.
- Cuadros estadísticos de las Patologías existentes.

3.7.- MATRIZ DE CONSISTENCIA: DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL ESTADO ACTUAL DE LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES EXISTENTES DE LAS CALLES LAS DALIAS, LAS AMAPOLAS, LOS CAPULIES, LOS CEIBOS Y LOS JUNCOS DE LA URB. MIRAFLORES, DISTRITO DE CASTILLA DE LA PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PIURA.

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	OBJETIVO	MARCO TEORICO	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>¿En qué medida la Determinación y Evaluación de las Patologías del estado actual de los pavimentos existentes de las calles las Dalías, las Amapolas, los Capulies, los Ceibos y los Juncos de la Urb. Miraflores del Distrito de Castilla, permitirá recuperar la transitabilidad y el confort a beneficio de los moradores de dicha Urbanización?</p>	<p>Objetivo General: Determinar y Evaluar las Patologías del estado actual de los pavimentos existentes de las calles las Dalías, las Amapolas, los Capulies, los Ceibos y los Juncos de la Urb. Miraflores del Distrito de Castilla, de la Provincia y Departamento de Piura.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Identificar las fallas superficiales presentes en el pavimento flexible a través de una inspección visual. ➤ Determinar los niveles de severidad de las fallas presentes en dicho tramo en estudio de los cuales presentan diferentes Patologías con el fin de obtener resultados mediante porcentaje y estadísticas. ➤ Determinar el PCI presente en el pavimento flexible. 	<p>Revisión Bibliográfica (Antecedentes de la Tesis) Para un mejor desarrollo de este tema que es Pavimentos Flexibles se necesita tener un conocimiento claro de los principios básicos de Materiales, Mecánica de Suelos y Fundaciones.</p> <p>Los pavimentos existentes de la ciudad de Castilla a través de su vida útil no han sido mantenidos convenientemente, ni rehabilitados en períodos adecuados, ocasionando esto su fácil deterioro.</p> <p>El pavimento es el conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente.</p> <p>El pavimento deberá presentar la resistencia adecuada para soportar los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua. Debe tener una adecuada visibilidad y contar con un paisaje agradable para no provocar fatigas.</p>	<p>Variable Independiente: Normas técnicas establecidas en el proceso constructivo. Indicadores 1. Estudio de suelos de fundación. 2. Estudio de tráfico. 3. Estudio de materiales.</p> <p>Variable Dependiente: Fallas en los pavimentos flexibles. Indicadores: 1. Tránsito 2. Estructura final del pavimento 3. Cimentación (apoyo). 4. Estudio del suelo de fundación</p>	<p>Tipo de Investigación: Descriptivo</p> <p>Nivel de Investigación: No Experimental</p> <p>Método: La metodología a utilizar, para el desarrollo adecuado del proyecto, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados es:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se recopiló de antecedentes preliminares: en esta etapa se realizará la búsqueda el ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes y de toda la información necesaria que ayuden a cumplir con los objetivos de este proyecto. • La evaluación será del tipo visual y personalizada. El procesamiento de la información será de manera manual, no se utilizará el software. <p>Diseño de Investigación: Para el diseño de la investigación los métodos que se utilizaron fueron: Análisis, síntesis, deductivo, inductivo, descriptivo, estadístico, entre otros. Se efectuó siguiendo el método PCI Índice de Condición</p>

				<p>de Pavimentos.</p> <p>Población: Se seleccionaron todas los Pavimentos Flexibles existentes en las diferentes calles y avenidas de las Urbanizaciones del Distrito de Castilla, en especial de la Urbanización Miraflores del Distrito de Castilla, de la Provincia y Departamento de Piura.</p> <p>Muestra: La muestra tomada en el presente estudio, comprende en su conjunto de 05 tramos y estos son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de la Calle Las Dalias; Tramo N° 01= 122.00 ml. • Evaluación de la Calle Las Amapolas; Tramo N° 02= 200.00 ml. • Evaluación de la Calle Los Capulíes; Tramo N° 03= 180.00 ml. • Evaluación de la Calle Los Ceibos; Tramo N° 04 = 218.00 ml. • Evaluación de la Calle Los Juncos; Tramo N° 05 = 263.00 ml. <p>Todos estos tramos hacen una Longitud de Pavimento Flexible para ser evaluado de 981.00 metros lineales.</p>
--	--	--	--	--

3.8.- Principios Éticos

Como primer principio ético, la información obtenida para el desarrollo de este proyecto de tesis, fue recolectada con debida consideración; siempre respetando la integridad del autor y no violando sus derechos como principal fuente de información; logrando así, un agradecimiento profundo de dicha fuente de información.

Así pues como principios éticos, debemos comprometernos con:

- a. **El ejercicio profesional:** Podremos hacer la publicidad de nuestros servicios profesionales de manera verídica, pudiendo mencionar los lugares de donde hayamos prestado nuestros servicios o donde actualmente estamos laborando.
- b. **La relación con los colegas:** Los ingenieros que trabajen para el sector público, pueden y están en la obligación de revisar y dar su opinión si así lo requieren, sin dañar la reputación del autor del proyecto y tampoco apropiarse de proyectos que no hayan sido elaborados por sí mismo.
- c. **Los Deberes con el Colegio de Ingenieros:** Se deberá tener una activa participación con el colegio de ingenieros, así como animar a los demás ingenieros a que sean parte del colegio de ingenieros (obteniendo su colegiatura).
- d. **Los Alcance y Cumplimiento del Código de Ética:** Las normas de este código rigen el ejercicio de la ingeniería en toda su extensión y en todo el territorio nacional y ninguna circunstancia puede impedir su incumplimiento.

IV.- Resultados

4.1.- Información Preliminar.

Los tramos de estudio son las vías comprendidas entre las Calles las Amapolas, los Capulíes, los Ceibos y los Juncos de la Urb. Miraflores, distrito de Castilla de la provincia y departamento de Piura.

4.2.- Ubicación.

DEPARTAMENTO : Piura
PROVINCIA : Piura
DISTRITO : Castilla
LUGAR : Urb. Miraflores.



UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Ubicación Geográfica.

El Distrito de Castilla está ubicado al Este del Distrito de Piura, Capital de la Región del mismo nombre, situado entre los 5°11'5" de latitud y los 80° 57'27" de longitud del meridiano de Greenwich y a 32 m.s.n.m.

4.3.- Base Legal

Tácala, denominación que se dio en un inicio, fue elevada a la categoría de distrito mediante la Ley Transitoria promulgada el 02 de Enero de 1857 por el entonces

presidente de la República, el Mariscal Ramón Castilla. En 1860 se cambió el nombre por el de Castilla, en honor al libertador definitivo de la esclavitud en el Perú.

El 30 de Marzo de 1861, el Presidente Ramón Castilla, decreta la Ley de creación del distrito de Castilla, como parte de la Provincia de Piura. Sin embargo, el 10 de Agosto de 1908 se decreta mediante Ley 723, la reincorporación de Castilla al distrito de Piura, en razón de su cercanía. Doce años después, el presidente Augusto B. Leguía, promulga la Ley Regional 208, del 13 de Agosto de 1920, reivindicando políticamente y devolviéndole su categoría de distrito a Castilla.

4.4.- Superficie

Tiene una extensión aproximada de 900 km² que abarca desde el Caserío La Obrilla, *por el Norte*, hasta la zona de Puyuntala y Monteverde, *por el Sur*, en una extensión de 36 Km. de largo aproximadamente. Y desde la orilla izquierda del río Piura en el *Este*, hasta la Vega del Negro y los poblados de Locuto, Malingas, Ñomala y Huapalas, colindante con Tambogrande y Chulucanas, con una extensión estimada en 25 Km. de ancho.

4.5.- Límites : Castilla limita:

Por el Norte :

Con el distrito de Tambogrande.

Por el Este:

Con el distrito de Chulucanas hasta los despoblados de Angostura, Malingas, Locuto, Ñomala y Huapalas.

Por el Sur:

Con el Distrito de Catacaos, teniendo como línea divisoria la hacienda de Puyuntala y el Fundo Monteverde.

Por el Oeste :

Con el Río Piura.

4.6.- Hidrografía:

Piura y Castilla están separadas por el cauce del río Piura, el mismo que nace en la cordillera occidental de los Andes, cuya cuenca de origen la tiene la cordillera del distrito de Huarmaca en la provincia de Huancabamba. Las aguas del río Piura llegan a la presa de derivación “Los Ejidos” que se ubica sobre el río Piura. Esta presa fue construida con el objetivo de elevar el nivel del agua que permita regar por gravedad el valle del Bajo Piura; utilizando canales revestidos de cemento. “Biaggio Arbulú” es el nombre del principal canal que nace en la represa “ Los Ejidos” y que pasa por los Asentamientos Humanos María Goretti, La Primavera; Víctor Raúl, Campo Polo, Urbanización San Bernardo, El Indio y Chiclayito, hasta llegar a los territorios de la Provincia de Sechura. Este canal forma parte del Proyecto Chira-Piura.

4.7.- Demografía

De acuerdo con los resultados del Censo Nacional 2007, el Distrito de Castilla cuenta con una población total de 123,692 habitantes, de los cuales el 48.4% son hombres y el 51.6% son mujeres. La población económicamente activa, estimada entre los 15 y 65 años de edad, constituyen el 63.3% de la población total del distrito. En relación a su población, Castilla es un distrito mayoritariamente urbano, al contar únicamente con 1,072 habitantes en las zonas consideradas rurales en su jurisdicción.

4.8.- Antecedentes

En estos antecedentes hacemos referencia a que en el Año 2014 se ejecutó una Obra para brindar el adecuado mantenimiento a las vías del Distrito de Castilla, la Municipalidad Distrital de Castilla ha incluido para el Ejercicio Presupuestario del presente año el Proyecto: “**MANTENIMIENTO VIAL DE LAS CALLES LAS DALIAS, LOS CEIBOS, LOS CAPULIES, LAS AMAPOLAS Y LOS JUNCOS DE LA URB. MIRAFLORES, DISTRITO DE CASTILLA, PIURA, PIURA**”. Tiene por finalidad reparar y mejorar los pavimentos flexibles, y que requieren un cambio de la base de afirmado de 0.20m de espesor, así como también la renovación de su capa de rodadura para eliminar los baches, logrando de esta manera conseguir un

tráfico suave, adecuado y económico, por la adecuada conservación vehicular.

4.10.- Aplicación del método PCI.

La necesidad de mejorar el estado en que se encuentran los pavimentos urbanos en la ciudad de Piura, es una preocupación que afecta a todos los ciudadanos en general. En esta Tesis se hará referencia a la aplicación del método PCI, para pavimento flexible (asfáltico), en las calles: Las Dalias, Las Amapolas, Los Capulies, Los Ceibos y Los Juncos de la Urbanización Miraflores.

4.10.1.- Muestreo y Unidades de Muestra.

El presente muestreo se llevó a cabo siguiendo los siguientes procedimientos:

1.- Se identificó en tramos las calles de la Urbanización Miraflores de acuerdo al plano de distribución.

2.- El Primer Tramo ha sido considerado como la Calle Las Dalias, con una longitud aproximada de **120 metros lineales**.

3.- El Segundo Tramo ha sido considerado como la Calle Las Amapolas, con una longitud aproximada de **200 metros lineales**.

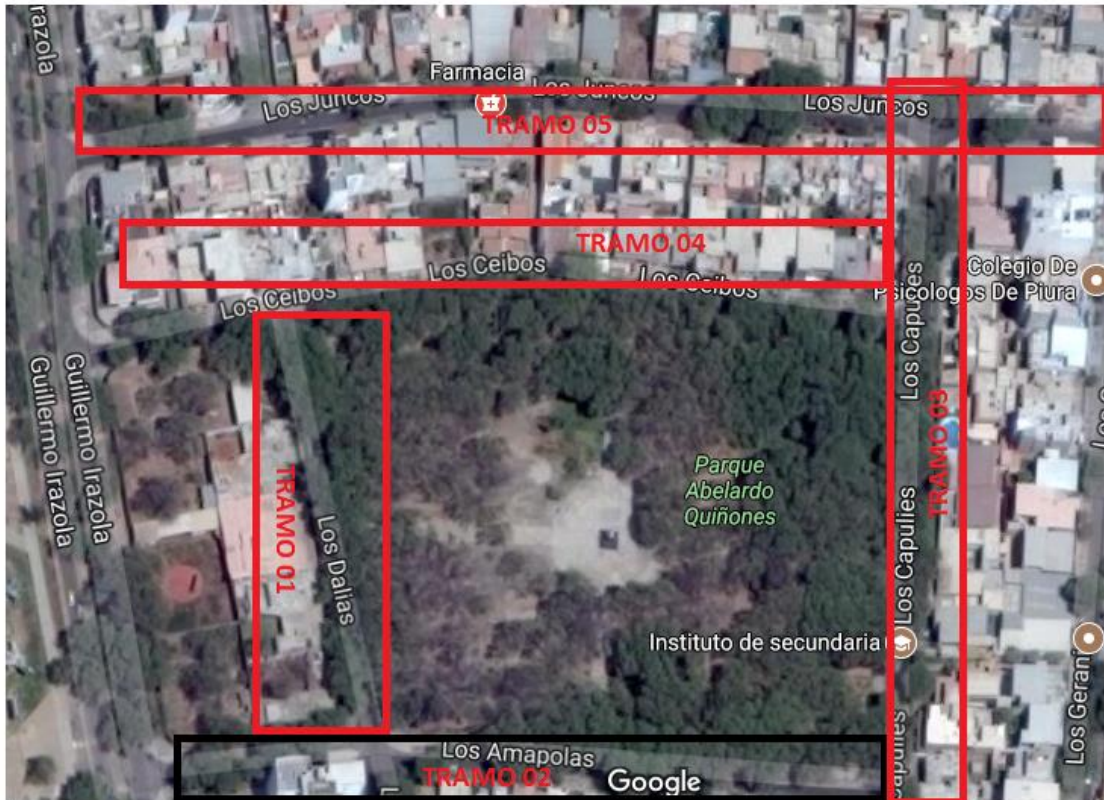
4.- El Tercer Tramo ha sido considerado como la Calle Los Capulies, con una longitud aproximada de **180 metros lineales**.

5.- El Cuarto Tramo ha sido considerado como la Calle Los Ceibos, con una longitud aproximada de **218 metros lineales**.

6.- El Quinto Tramo ha sido considerado como la Calle Los Juncos, con una longitud aproximada de **263 metros lineales**. Como se muestra en **la Fig. 01**

Todos estos tramos hacen una Longitud de Pavimento Flexible para ser estudiado y evaluado de **981.00 metros lineales**.

Fig. 01 Zona de Estudio



4.11.- Cálculo de la Longitud de la Unidad de muestreo

Una unidad de muestra es convenientemente definida por una porción de un pavimento de sección elegida solamente para la inspección del pavimento. De acuerdo al tipo de pavimento que cuenta la vía a evaluar se tiene:

1. **Pavimentos de Asfalto:** Con un ancho menor a 7.30 m. el área de muestreo debe estar entre 230 ± 93 m². En el siguiente cuadro se presentan algunas relaciones longitud ancho de calzada pavimentada.

CUADRO 1.

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestra (m)
5.00	46.00
5.50	41.80
6.00	38.30
6.50	35.40
7.30	31.50

- Tramo 1: Calle Las Dalias. Ancho de Calzada = 6.00 m
Según Cuadro 1. **L.U.M = 38.30 m**
- Tramo 2: Calle Las Amapolas. Ancho de Calzada = 6.00 m
Según Cuadro 1. **L.U.M = 38.30 m**
- Tramo 3: Calle Los Capulies. Ancho de Calzada = 6.00 m
Según Cuadro 1. **L.U.M = 38.30 m**
- Tramo 4: Calle Los Ceibos. Ancho de Calzada = 6.00 m
Según Cuadro 1. **L.U.M = 38.30 m**
- Tramo 5: Calle Los Juncos. Ancho de Calzada = 6.00 m
Según Cuadro 1. **L.U.M = 38.30 m**

VER ANEXO 04: PLANO DE UBICACIÓN.

4.12.- Cálculo del Número Total de Unidades de Muestra.

Para la obtención de número total de muestras, se divide la longitud total de la vía entre la longitud de la unidad de muestra (LUM), dando como resultado en unidades; a este valor se lo redondea a un número entero como unidades de muestra (N). De la siguiente manera:

$$N = \frac{\text{LTV}}{\text{LUM}} \quad \begin{array}{l} \text{(Longitud Total de la Vía)} \\ \text{(Longitud de la Unidad de Muestra)} \end{array}$$

- Tramo 1: Calle Las Dalias. Longitud Total de la Vía = 120.00 m.

$$N = \frac{120.00 \text{ M}}{38.30 \text{ M}} = 3.16 \quad \text{redondeando} \quad N = \mathbf{3 \text{ unid.}}$$

- Tramo 2: Calle Las Amapolas. Longitud Total de la Vía = 200.00 m.

$$N = \frac{200.00 \text{ M}}{38.30 \text{ M}} = 5.22 \quad \text{redondeando} \quad N = \mathbf{5 \text{ unid.}}$$

- Tramo 3: Calle Los Capulies. Longitud Total de la Vía = 180.00 m.

$$N = \frac{180.00 \text{ M}}{38.30 \text{ M}} = 4.69 \quad \text{redondeando} \quad N = \mathbf{4 \text{ unid.}}$$

- Tramo 4: Calle Los Ceibos. Longitud Total de la Vía = 218.00 m.

$$N = \frac{218.00 \text{ M}}{38.30 \text{ M}} = 5.69 \quad \text{redondeando} \quad N = \mathbf{5 \text{ unid.}}$$

- Tramo 5: Calle Los Juncos. Longitud Total de la Vía = 263.00 m.

$$N = \frac{263.00 \text{ M}}{38.30 \text{ M}} = 6.86 \quad \text{redondeando} \quad N = \mathbf{6 \text{ unid.}}$$

4.13.- Cálculo del Número Mínimo de unidades de muestra a Evaluar.

El número mínimo de unidades de muestra “n” a ser Evaluadas en una sección dada, para obtener un valor estadísticamente adecuado (95% de confiabilidad), es calculado empleando la Ec. 1 y redondeando el valor obtenido de “n” al próximo número entero mayor.

$$n = \frac{N \chi s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + s^2} \quad \dots (\text{Ec. 1})$$

Donde:

e = error admisible en el cálculo del PCI de la sección, comúnmente, e=+/- 5 puntos del PCI.

s = desviación estándar del PCI de una muestra a otra en la misma sección. Al realizar la inspección se asume que la desviación estándar es 10. Esta suposición debe ser comprobada de la forma como se describe a continuación después de haber determinado los valores del PCI. Para subsiguientes inspecciones, la

desviación estándar de la inspección precedente debe ser utilizada para determinar el valor de “n”.

N = número total de unidades de muestra en la sección.

- **Tramo 1: Calle Las Dalias. N = 3 unid.**

$$n = \frac{3x10^2}{\frac{5^2}{4}x(3-1)+10^2} = 2.67$$

Redondeando tenemos:

$$n = 3 \text{ und.}$$

- **Tramo 2: Calle Las Amapolas. N = 5 unid.**

$$n = \frac{5x10^2}{\frac{5^2}{4}x(5-1)+10^2} = 4 \text{ und}$$

- **Tramo 3: Calle Los Capulies. N = 4 unid.**

$$n = \frac{4x10^2}{\frac{5^2}{4}x(4-1)+10^2} = 3.36$$

Redondeando tenemos:

$$n = 3 \text{ und.}$$

- **Tramo 4: Calle Los Ceibos. N = 5 unid.**

$$n = \frac{5x10^2}{\frac{5^2}{4}x(5-1)+10^2} = 4 \text{ und}$$

- **Tramo 5: Calle Los Juncos. N = 6 unid.**

$$n = \frac{6x10^2}{\frac{5^2}{4}x(6-1)+10^2} = 4.57$$

Redondeando tenemos

$$n = 5 \text{ und.}$$

4.14.- Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección

Mediante la Ecuación N°3, se calculan las unidades de muestra a ser inspeccionadas aplicando el método aleatorio.

$$i = \frac{N}{n} \quad \text{Ec. N° 3}$$

- ✓ **Tramo 1: Calle Las Dalias.**

$$i = \frac{3}{3} = 1 \text{ und}$$

✓ **Tramo 2: Calle Las Amapolas.**

$$i = \frac{5}{4} = 1.25 \text{ redondeando} = 1 \text{ und}$$

✓ **Tramo 3: Calle Los Capulies.**

$$i = \frac{4}{3} = 1.33 \text{ redondeando} = 1 \text{ und}$$

✓ **Tramo 4: Calle Los Ceibos.**

$$i = \frac{5}{4} = 1.25 \text{ redondeando} = 1 \text{ und}$$

✓ **Tramo 5: Calle Los Juncos.**

$$i = \frac{6}{5} = 1.20 \text{ redondeando} = 1 \text{ und}$$

4.15.- Determinación de los PCI en los Tramos de Estudio.

Con la información de daños presentes en la unidad de muestreo seleccionada por los Tramos y los grados de severidad se determinaron las áreas correspondientes de cada falla y se recopiló toda la información en el formato para carreteras con superficie asfáltica.

Tabla 4.15.2. Cálculo del PCI del TRAMO 1: Calle LAS DALIAS.

#	Valor Deducido								Total	q	CDV
1	48	25	15	12					100	4	59
2	48	25	15	2					90	3	59
3	48	25	2	2					77	2	58
4	48	2	2	2					54	1	56

Max CDV = 59

PCI = 41

Rating = REGULAR

4.16.- Análisis de los Resultados.

4.16.1.- Resultados del Tramo 01: Calle Las Dalias.

El tramo 01 de la Calle Las Dalias con un área de 720 m² perteneciente a la Urbanización Miraflores, los resultados de las 04 unidades de muestra fueron las siguientes:

- Las fallas encontradas con un nivel de severidad Alto fueron: Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados (18), con un área de 33 m². Es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en toda el área.
- Las fallas encontradas con un nivel de severidad Medio fueron: Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados (18) con un área total de 29 m², Baches (13) con un área de total de 26 m² y Parches de cortes utilitarios (11) con un área total de 29.50 m².

Como se aprecia en la tabla 4.15.2 se obtuvieron 4 valores deducidos: 48, 25, 15 y 12. Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor deducido corregido **Max. CDV = 59**, dando como resultado un índice de

Condición de Pavimento (**PCI = 41**) que corresponde a un pavimento **REGULAR**.

Se concluye para este Tramo 01, Punto en el que pavimento muestra fallas más acentuadas y su condición de rodaje puede calificarse como “**REGULAR**” o “**ACCEPTABLE**”, el deterioro aumenta rápidamente. Este punto es cercano al definido como punto “**ÓPTIMO**” de rehabilitación.

Los trabajos de Rehabilitación (**70>PCI>30**) se refiere a la actividad necesaria para “**DEVOLVER**” a la estructura de pavimento las condiciones de soporte de carga con las que inicialmente se construyó así como su nivel de servicio en términos de seguridad y comodidad.

Tabla 4.15.4. Cálculo del PCI del TRAMO 02: Calle LAS AMAPOLAS.

#	Valor Deducido								Total	q	CDV
1	18	18	10	8					54	4	30
2	18	18	10	2					48	3	32
3	18	18	2	2					40	2	31
4	18	2	2	2					25	1	24

Max CDV = 32

PCI = 68

Rating = BUENO

4.16.2.- Resultados del Tramo 02: Calle Las Amapolas.

El tramo 02 de la Calle Las Amapolas con un área de 1,200 m² perteneciente a la Urbanización Miraflores, los resultados de las 04 unidades de muestra fueron las siguientes:

- Las fallas encontradas con un nivel de severidad Alto fueron: Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados (18), con un área de 20 m². Es una falla funcional (influye en la carpeta asfáltica solamente) y que se extiende en toda el área.
- Las fallas encontradas con un nivel de severidad Medio fueron: Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados (18) con un área total de 28.5 m², Baches (13) con un área de total de 09 m² y Fisuras de Borde (07) con un área total de 36 m².

Como se aprecia en la tabla 4.15.4; se obtuvieron 4 valores deducidos: 18, 18, 10 y 08 Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor

deducido corregido **Max. CDV = 32**, dando como resultado un índice de condición del Pavimento (**PCI = 68**) que corresponde a un pavimento **BUENO**.

Se concluye a que el pavimento requiere acciones de mantenimiento localizado para corregir fallas más fuertes. Condición para corregir fallas fuertes. Su condición de rodaje sigue siendo “buena” pero su deterioro o reducción de calidad de rodaje comienza a aumentar.

Los trabajos de Rehabilitación (**70>PCI>30**) se refiere a la actividad necesaria para “devolver” a la estructura de pavimento las condiciones de soporte de carga con las que inicialmente se construyó así como su nivel de servicio en términos de seguridad y comodidad.

Tabla 4.15.6. Cálculo del PCI del TRAMO 03: CALLE LOS CAPULIES.

#	Valor Deducido								Total	q	CDV
1	12	8	5	2					27	4	12
2	12	8	5	2					27	3	18
3	12	8	2	2					24	2	20
4	12	2	2	2					18	1	22

Max CDV = 22

PCI = 78

Rating = MUY BUENO

4.16.3.- Resultados del Tramo 03: Calle Los Capulies.

El tramo 03 de la Calle Los Capulies con un área de 1,080 m² perteneciente a la Urbanización Miraflores, los resultados de las 04 unidades de muestra fueron las siguientes:

- Las fallas encontradas con un nivel de severidad Alto fueron: Fisuras de Borde (07) con un área de 35 m².
- Las fallas encontradas con un nivel de severidad Medio fueron: Fisuras de Borde (07) con un área de 50 m².
- Las fallas encontradas con un nivel de severidad Bajo fueron: Fisuras de Borde (07) con un área de 33 m², Baches (13) con un área de total de 25 m².

Como se aprecia en la tabla 4.15.6; se obtuvieron 4 valores deducidos: 12, 8, 5 y 2 Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor deducido corregido **Max. CDV = 22**, dando como resultado un índice de condición de pavimento (**PCI = 78**) que corresponde a un pavimento **MUY BUENO**.

Se concluye en este Tramo 03 a que el Pavimento se encuentra en **PERFECTO** estado.

Los trabajos de Mantenimiento (**PCI>70**) están referidos a la actividad de “aumentar” la vida útil de la estructura de pavimento, en términos de comodidad y seguridad. Puede constituir una práctica preventiva y/o correctiva.

Tabla 4.15.8. Cálculo del PCI del TRAMO 04: CALLE LOS CEIBOS

#	Valor Deducido								Total	q	CDV
1	70	40	30	30					170	4	94
2	70	40	30	2					142	3	88
3	70	40	2	2					114	2	82
4	70	2	2	2					76	1	80

Max CDV = 94

PCI = 6

Rating = FALLADO

4.16.4.- Resultados del Tramo 04: Calle Los CEIBOS.

El tramo 04 de la Calle Los Ceibos con un área de 1,308 m² perteneciente a la Urbanización Miraflores, los resultados de las 04 unidades de muestra fueron las siguientes:

- Las fallas encontradas con un nivel de severidad Alto fueron: Baches (13) con un área de total de 45 m², Parches de Corte utilitarios (11) con un área de 60 m², Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados (18) con un área de 85 m²,
- Las fallas encontradas con un nivel de severidad Medio fueron: Baches (13) con un área de total de 37 m².

Como se aprecia en la tabla 4.15.8; se obtuvieron 4 valores deducidos: 70, 40, 29 y 28; Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor deducido corregido **Max. CDV = 94**, dando como resultado un índice de condición del pavimento (**PCI = 6**), que corresponde a un pavimento **FALLADO**.

Se concluye El pavimento está fuertemente deteriorado, presenta diversas fallas avanzadas y el tráfico no puede circular a velocidad normal. El pavimento se considera “**FALLADO**” y requiere acciones de mantenimiento mayor y eventualmente reconstrucción parcial de un alto porcentaje de su área

Finalmente los trabajos de Construcción (**PCI<30**) se vinculan a la caracterización de una estructura de pavimento nueva sobre vías en afirmado o tierra o que por su estado de deterioro se considera deben ser reconstruidas.

Tabla 4.15.10. Cálculo del PCI del TRAMO 05: CALLE LOS JUNCOS

#	Valor Deducido								Total	q	CDV
1	35	22	22	15	12				106	5	56
2	35	22	22	15	2				96	4	56
3	35	22	22	2	2				83	3	55
4	35	22	2	2	2				63	2	49
5	35	2	2	2	2				43	1	45

Max CDV = 56

PCI = 44

Rating = REGULAR

4.16.5.- Resultados del Tramo 05: Calle Los JUNCOS.

El tramo 05 de la Calle Los Juncos con un área de 1,578 m² perteneciente a la Urbanización Miraflores, los resultados de las 05 unidades de muestra fueron las siguientes:

- Las fallas encontradas con un nivel de severidad Alto fueron: Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados (18) con un área de 41 m², Parches de Corte utilitarios (11) con un área de 26 m².
- Las fallas encontradas con un nivel de severidad Medio fueron: Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados (18) con un área de 38 m², Baches (13) con un área de total de 23 m², Parches de Corte utilitarios (11) con un área de 55 m².

Como se aprecia en la tabla 4.15.10; se obtuvieron 5 valores deducidos: 35, 22, 22, 15 y 12; Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor deducido corregido **Max. CDV = 56**, dando como resultado un índice de condición de pavimento (**PCI= 49**), que corresponde a un pavimento **REGULAR**.

Se concluye en un Punto en que el pavimento muestra fallas más acentuadas y su condición de rodaje puede calificarse como “**REGULAR**” o “**ACCEPTABLE**”, el deterioro aumenta rápidamente. Este punto es cercano al definido como punto “óptimo” de rehabilitación que el pavimento comienza a mostrar pequeñas fallas localizadas, es decir el punto en que deben iniciarse acciones de mantenimiento rutinario y/o preventivo menor.

Los trabajos de Rehabilitación (**70>PCI>30**) se refiere a la actividad necesaria para “devolver” a la estructura de pavimento las condiciones de soporte de carga con las que inicialmente se construyó así como su nivel de servicio en términos de seguridad y comodidad.

V.- CONCLUSIONES

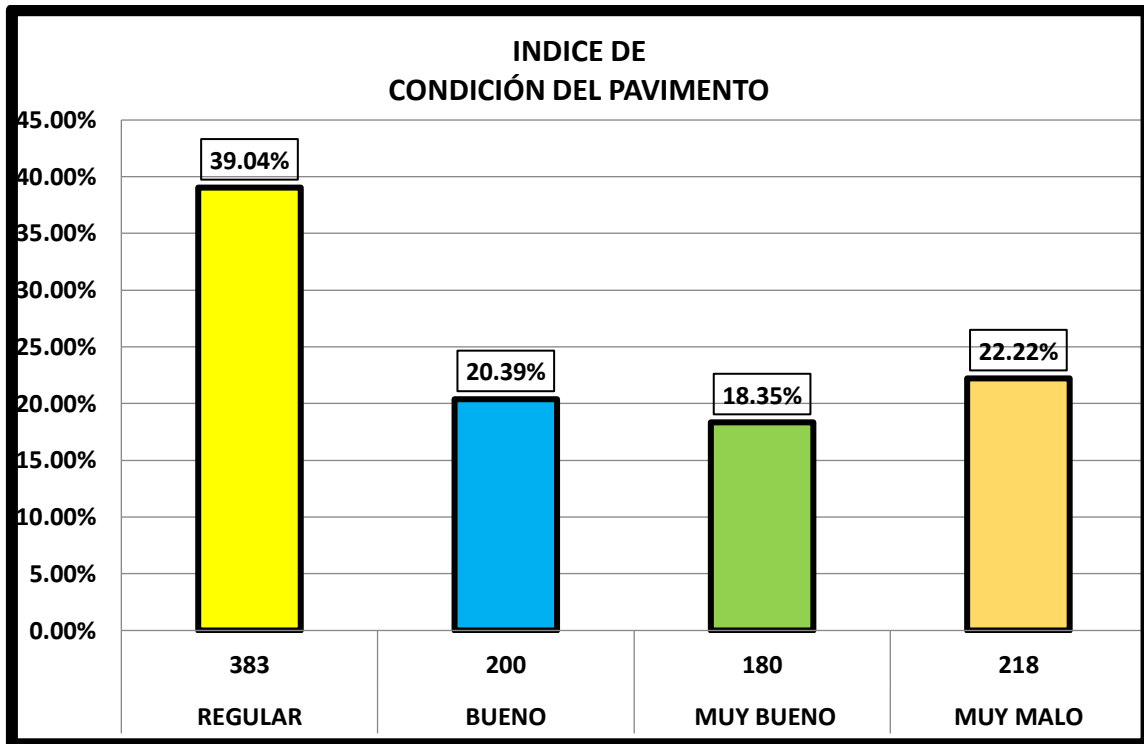
- ✓ Se ha determinado el estado actual en que se encuentran el pavimento flexible de las Calles Las Dalias, Las Amapolas, Los Capulies, Los Ceibos y Los Juncos de la Urbanización Miraflores, que consta de 05 tramos que hacen un total de 981 metros lineales. El tramo 01 se inspeccionaron un total de 11 unidades de muestra. El tramo 02 se inspeccionaron un total de 12 unidades de muestra. El tramo 03 se inspeccionaron un total de 12 unidades de muestra. El tramo 04 se inspeccionaron un total de 12 unidades de muestra. El tramo 05 se inspeccionaron un total de 15 unidades de muestra. Se inspeccionaron un total de 62 muestras (05 Tramos), Obteniendo los siguientes resultados. **Gráfico N° 05**

Gráfico 5. Porcentaje de unidades de muestra con un estado de pavimento muy malo, regular, bueno y muy bueno.

<i>TRAMOS</i>	<i>CALLES DE ESTUDIO</i>	<i>INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PCI</i>	<i>METROS LINEALES</i>	<i>PORCENTUAL</i>
TRAMO 01 Y 05	CA. LAS DALIAS Y CA. LOS JUNCOS	REGULAR	383	39.04%
TRAMO 02	CA. LAS AMAPOLAS	BUENO	200	20.39%
TRAMO 03	CA. LOS CAPULIES	MUY BUENO	180	18.35%
TRAMO 04	CA. LOS CEIBOS	MUY MALO	218	22.22%
		TOTAL	981	100%

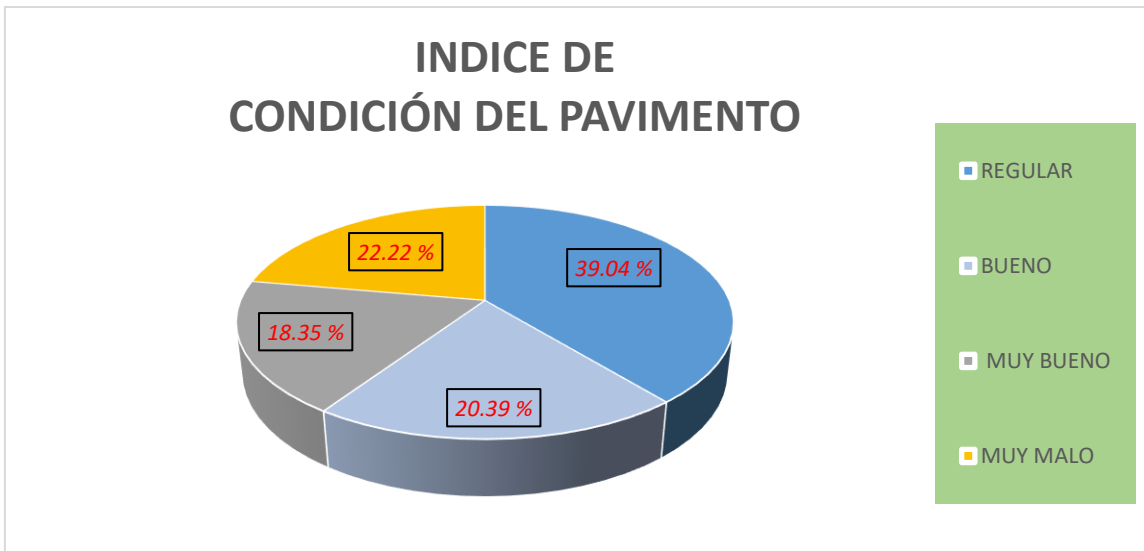
- ✓ El 39.04 % del total de muestras inspeccionadas presentan un estado de pavimento regular (PCI entre 40 y 55); después le sigue 22.22 % de muestra en Muy Mal Estado (PCI entre 10 y 25); un 20.39 % en estado Muy Malo (PCI entre 10 y 25); y un 18.35 % de Muy Buena Condición del pavimento (PCI entre 70 y 86). Finalmente No se encontraron Pavimentos Fallados (PCI entre 0 y 10), ni pavimentos Malos (PCI entre 25 y 40) y también No se encontraron Pavimentos Excelentes (PCI entre 85 y 100). **Gráfico N° 06.**

Gráfico N° 06. Porcentaje del Índice de Condición del Pavimento.



- ✓ Las fallas más frecuentes encontradas son la Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados (18) y los Baches (13), ambas de nivel de severidad Alto. Todas las 62 muestras presentaron estos dos tipos de falla, pero con densidades variables.
Esto ayudó a que el PCI tenga un estado regular porque estas fallas no afectan al tránsito normal de vehículos.
- ✓ Para mejorar el PCI promedio de una sección, de un tramo o de la avenida en general, es necesario incrementar el PCI individual de las unidades de muestra en peor estado a través de determinadas técnicas de reparación.

Gráfico N° 07. Porcentaje del Índice de Condición del Pavimento



- ✓ Se concluye a que el Índice Promedio de Condición de Pavimento, en los diferentes Tramos de las calles de la Urbanización Miraflores es 52.2.

VI.- ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.

- ✓ Las técnicas más apropiadas, a aplicar en las unidades de muestra anteriores serían: bacheo para baches profundos y depresiones, y un reemplazo de los parches deteriorados. Si se desea mejorar aún más la condición de las calles se debe aplicar un riego de liga para reparar el problema de la peladura, que son las fallas más frecuentes.
- ✓ Dentro de los tipos de riego que pueden ser aplicados a este pavimento en particular, se encuentran las lechadas asfálticas o *Slurry Seal* y el riego pulverizado, también llamado *Fog Seal*. Ambos se pueden usar como procedimientos preventivos o correctivos de la superficie del pavimento, para el tratamiento de vías urbanas.
- ✓ Una lechada asfáltica es la combinación de agregado bien graduado con emulsión asfáltica, agua, filler y aditivos (en caso sean necesarios); la cual es aplicada en una fina capa para recubrir y proteger la carpeta. Con esta técnica se corrigen irregularidades superficiales menores (corrugaciones), se evita el

desprendimiento de agregados y peladura, se mejora la resistencia al deslizamiento, se impermeabiliza la superficie del pavimento y se proporciona una superficie muy resistente al desgaste.

- ✓ Se recomienda a que se deben realizar lo antes posible la Rehabilitación del Pavimento Flexible, es una actividad necesaria para “DEVOLVER” a la estructura del pavimento las condiciones de soporte de carga con las que inicialmente se construyó, así como su nivel de servicio en términos de seguridad y comodidad.
- ✓ Los pavimentos se deterioran a medida que pasa el tiempo debido a las cargas del tráfico y por lo tanto estos pavimentos tienen que ser mantenidos para asegurar que cumplan con su función.
- ✓ Evaluar constantemente las fallas en los pavimentos flexibles y determinar el grado de severidad de los diferentes deterioros para implementar reparaciones menores y garantizar la vida útil de la estructura de pavimento rígido.
- ✓ Antes de iniciar las reparaciones de una vía determinada, en un tiempo de antelación de 60 días se debe de realizar una investigación en el campo, con el fin de definir los límites de las áreas a reparar y plasmar esa información en los planos de la vía.

VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. EE.UU. En los años 1960 y 1968, la AMERICA ASSOCIATION STATE HIGHWAY Y OFFICIALS.
2. COLOMBIA: "año 2005" - Diagnostico De Vía Existente Y Diseño De Pavimento De La Vía Nueva Mediante Parámetros Obtenidos Del Estudio En Fase I De La Vía Acceso Al Barrio Ciudadela Del Café -Vía La Badea.
3. ECUADOR: Año 2014. Estudio Del Modelo .De Gestión Para El Mantenimiento De Calles Y Avenidas Del Distrito Metropolitano De Quito.
4. Huaraz Casma. Tesis: (Gonzales C, Año 2011). Titulo Aplicación del método PCI en el diagnóstico del estado del pavimento flexible de la carretera Huaraz CasmaMM
5. AYACUCHO: "año 2013" Evaluación Del Estado Actual Del Pavimento Flexible Ubicado En El Distrito De Ayacucho Provincia De Huamanga Departamento De Ayacucho.
6. CAJAMARCA: Año 2014. "Evaluación del Estado del Pavimento Rígido del Jirón Alfonso Ugarte- Cajamarca 2014, Universidad Privada del Norte.
7. PIURA: Año 2011. Determinación Y Evaluación De Las Patologías Del Concreto En Las Veredas De La Urbanización Santa María Del Pinar, Del Distrito De Piura Provincia De Piura, Departamento De Piura.
8. PIURA. Año 2012; Proyecto de inversión pública: mejoramiento de la av. Vice: entre av. Sánchez cerro y la av. Andrés avelino cáceres del distrito, provincia y región piura.
9. Tesis: Rodríguez V, Año 2010. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Luis Montero, distrito de Castilla” del departamento de Piura.
10. Camposano, Jhessy ; Garcita, kenny (2012), en su Tesis: “Diagnóstico del estado situacional de la via: av. Argentina – av. 24 de junio por el método: índice de condición de pavimentos-2012”, para obtener el Título de Ingeniero Civil en la Universidad Peruana los Andes.

ANEXO 01

TRAMO 01: CALLE LAS DALIAS = 120 ml

Foto 01: Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados.
Nivel: Alto
Fecha: 13/07/2017



TRAMO 01: CALLE LAS DALIAS = 120 ml

Foto 02: Baches o Huecos
Nivel: Alto
Fecha: 13/07/2017



TRAMO 01: CALLE LAS DALIAS = 120 ml

Foto 03: Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados.
Nivel: Medio
Fecha: 13/07/2017



TRAMO 02: CALLE LAS AMAPOLAS = 200 ml

Foto 04: Baches.
Nivel: Medio
Fecha: 13/07/2017



TRAMO 02: CALLE LAS AMAPOLAS = 200 ml

Foto 05: Peladura.
Nivel: Medio
Fecha: 13/07/2017



TRAMO 02: CALLE LAS AMAPOLAS = 200 ml

Foto 06: Peladura.
Nivel: Alto
Fecha: 13/07/2017



TRAMO 02: CALLE LAS AMAPOLAS = 200 ml

Foto 07: Peladura.
Nivel: Alto
Fecha: 13/07/2017



TRAMO 03: CALLE LOS CAPULIES = 180 ml

Foto 08: Fisuras de Borde.
Nivel: Bajo
Fecha: 13/07/2017



TRAMO 03: CALLE LOS CAPULIES = 180 ml

Foto 09: Fisuras de Borde.
Nivel: Bajo
Fecha: 13/07/2017



TRAMO 03: CALLE LOS CAPULIES = 180 ml

Foto 10: Fisuras de Borde.
Nivel: Medio
Fecha: 13/07/2017



TRAMO 03: CALLE LOS CAPULIES = 180 ml

Foto 11: Fisuras de Borde.
Nivel: Alto
Fecha: 13/07/2017



TRAMO 04: CALLE LOS CEIBOS = 218 ml

Foto 12: Baches.
Nivel: Alto
Fecha: 13/07/2017



TRAMO 04: CALLE LOS CEIBOS = 218 ml

Foto 13: Baches.
Nivel: Bajo
Fecha: 13/07/2017



TRAMO 04: CALLE LOS CEIBOS = 218 ml

Foto 14: Baches.
Nivel: Medio
Fecha: 13/07/2017



TRAMO 05: CALLE LOS JUNCOS = 263 ml

Foto 15: Parches y Parches de cortes utilitarios.
Nivel: Bajo
Fecha: 13/07/2017



TRAMO 05: CALLE LOS JUNCOS = 263 ml

Foto 16: Baches.
Nivel: Bajo
Fecha: 13/07/2017



TRAMO 05: CALLE LOS JUNCOS = 263 ml

Foto 17: Parches y Parches de cortes utilitarios.

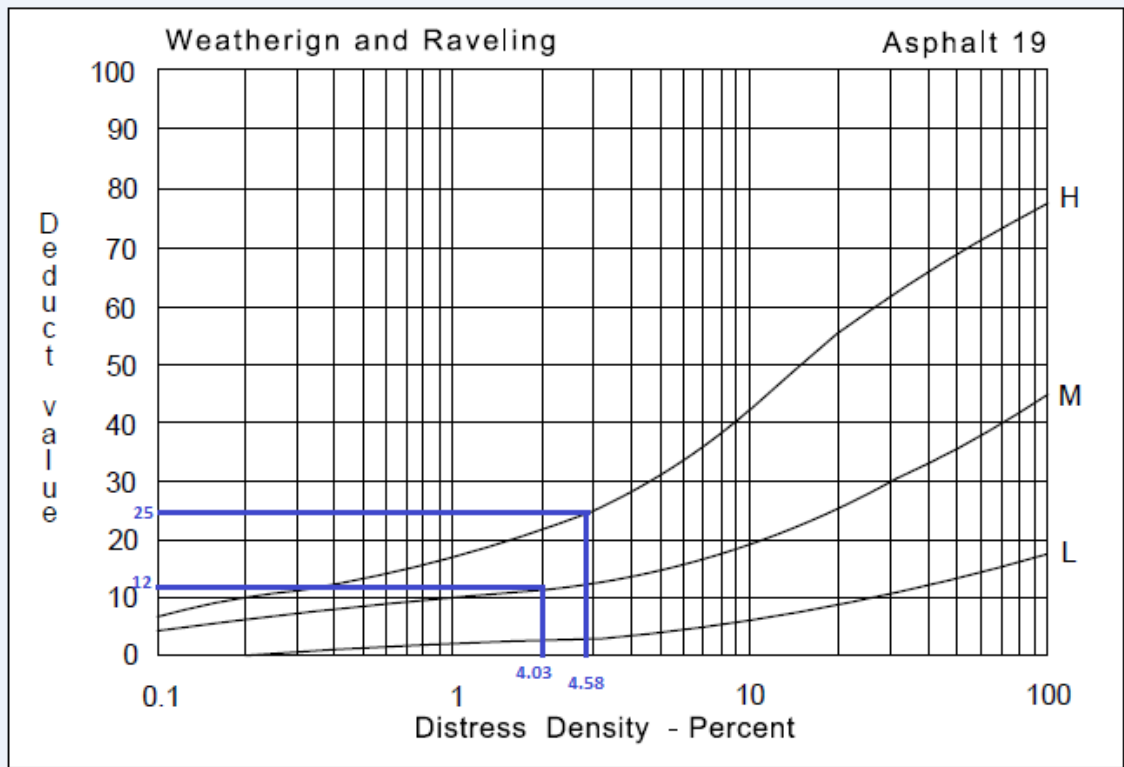
Nivel: Bajo

Fecha: 13/07/2017

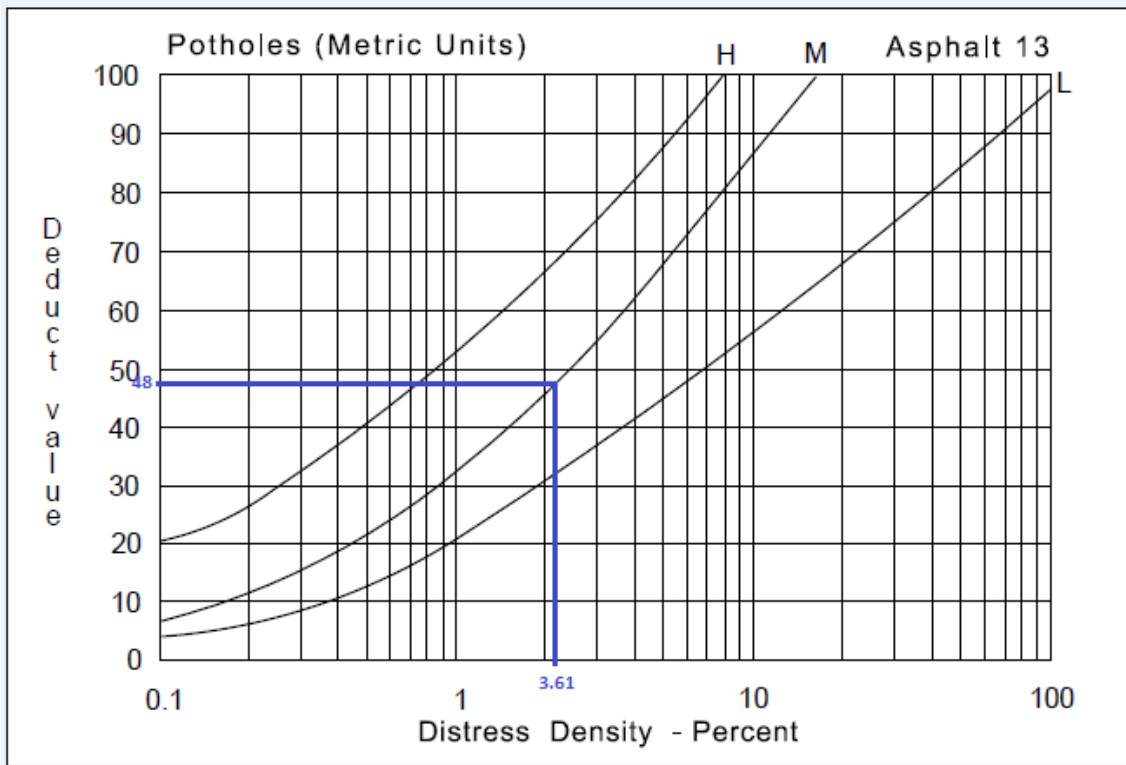


ANEXO 02.

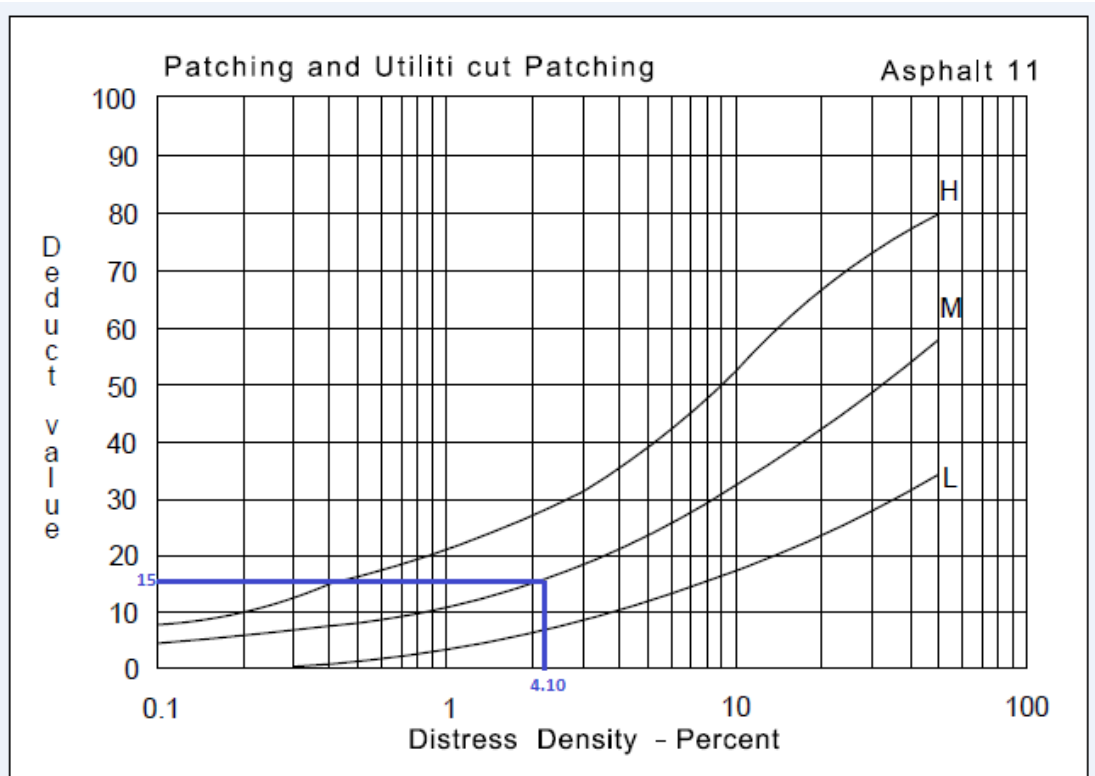
18.- PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS. (TRAMO 01).



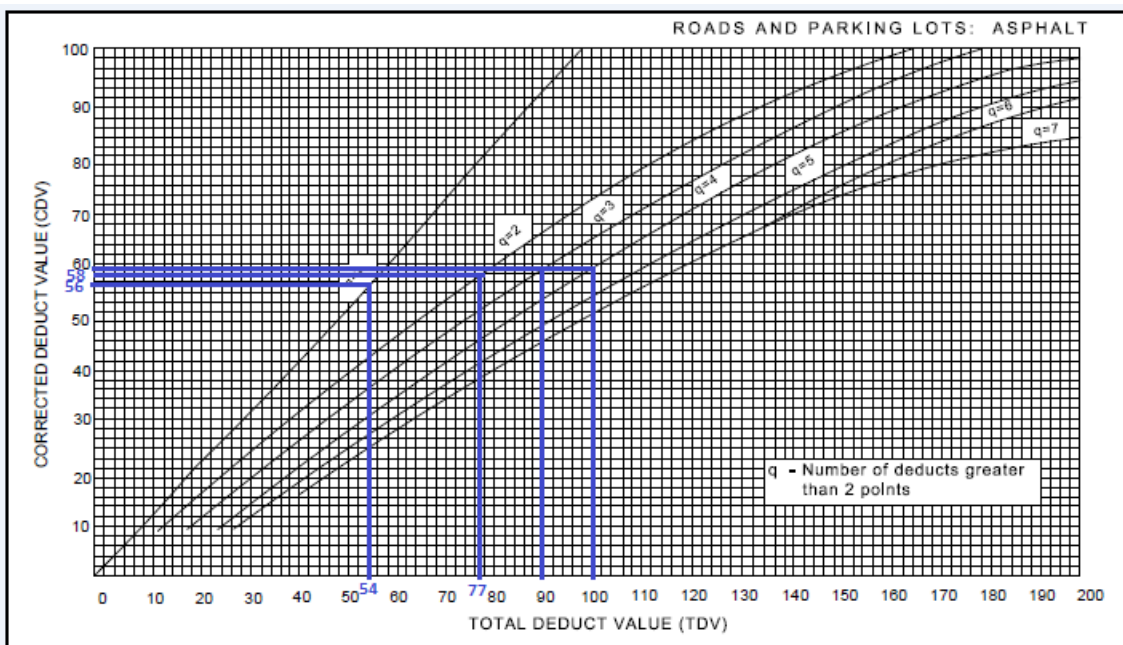
13.- BACHES. (TRAMO 01).



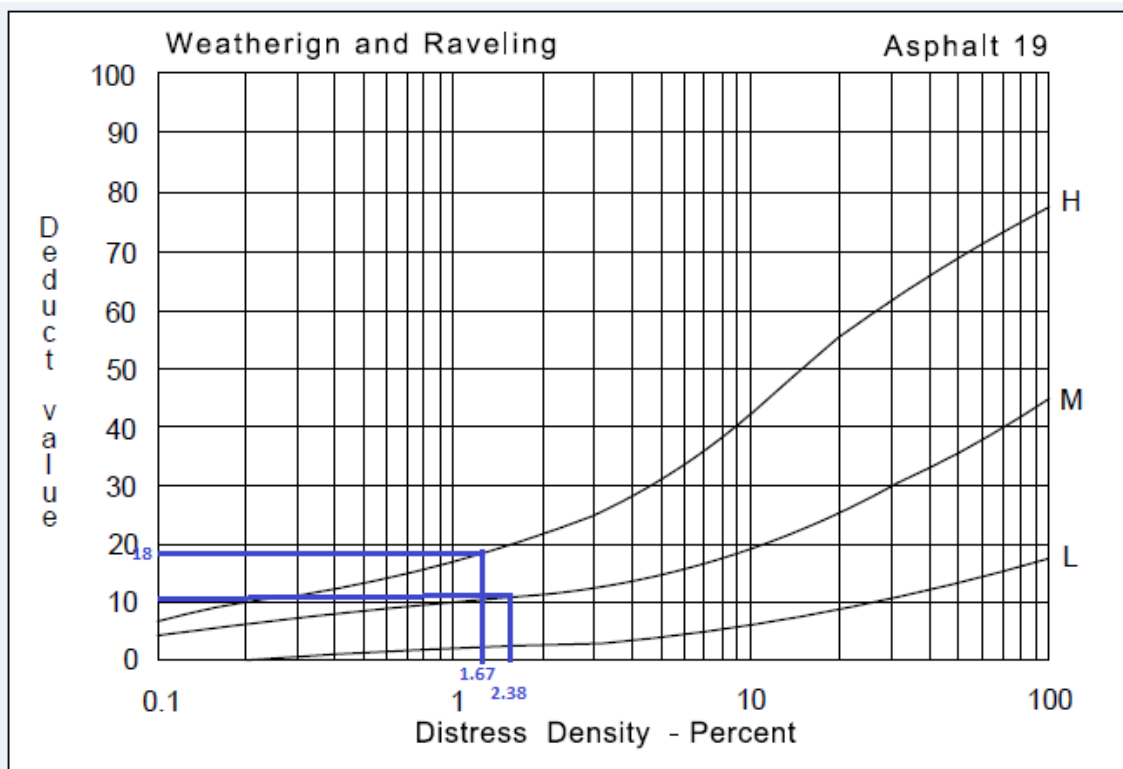
11.- PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS. (TRAMO 01).



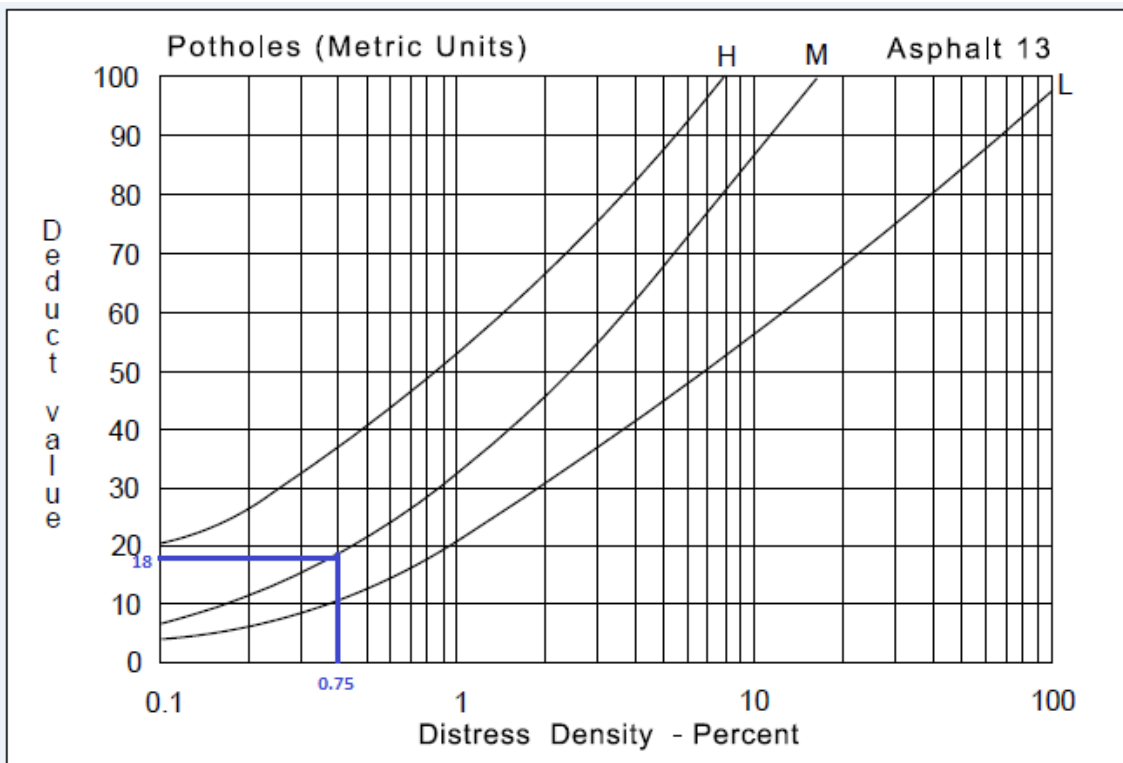
VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (TRAMO 01).



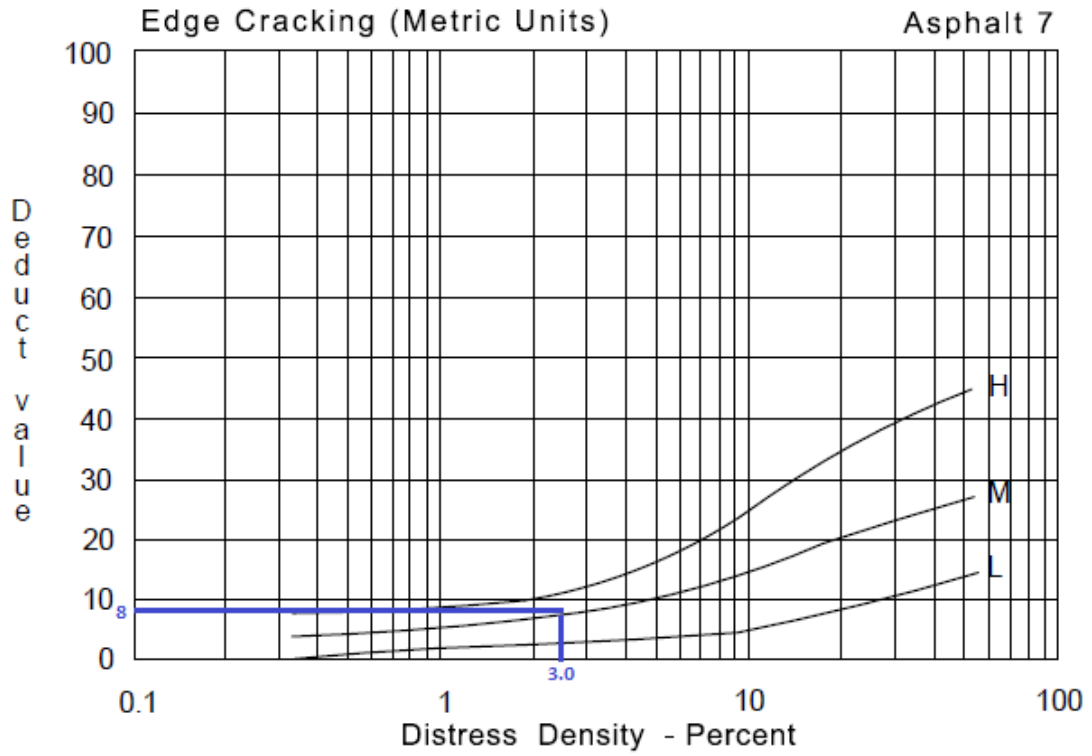
18. PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS. (TRAMO 02).



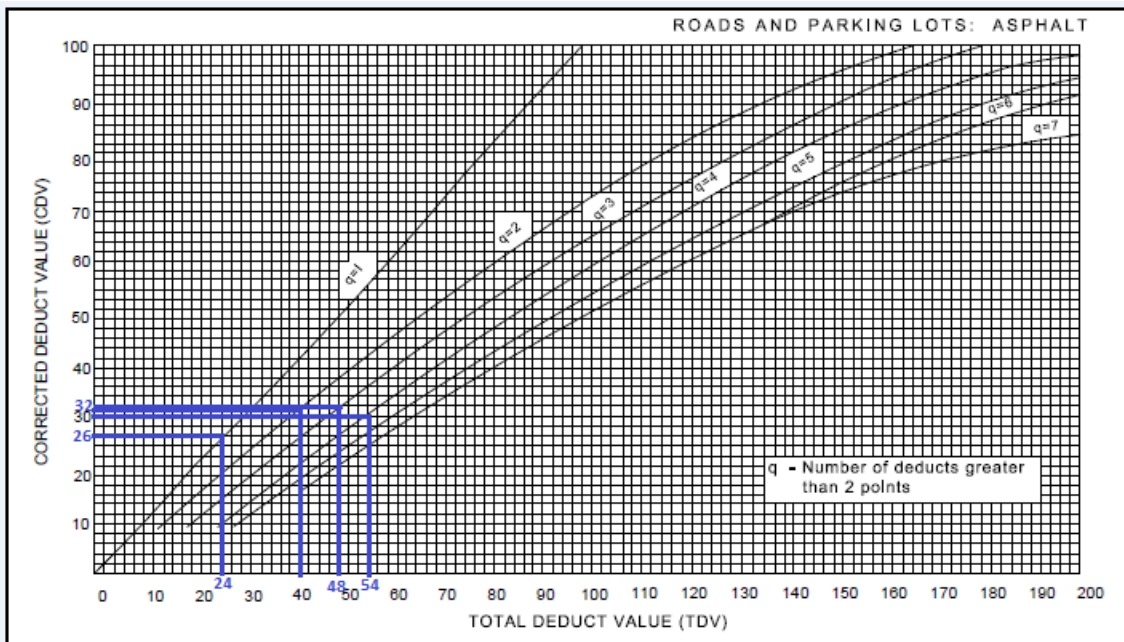
13. BACHES. (TRAMO 02).



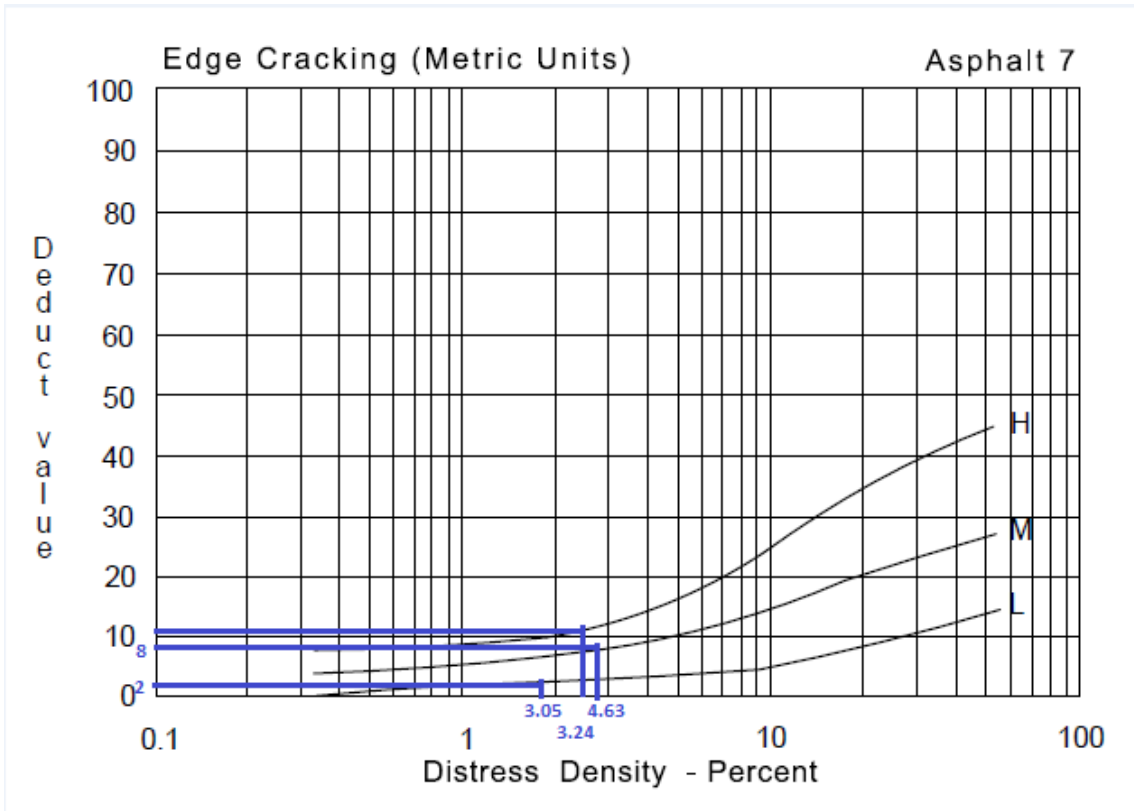
07. FISURAS DE BORDE (TRAMO 02)



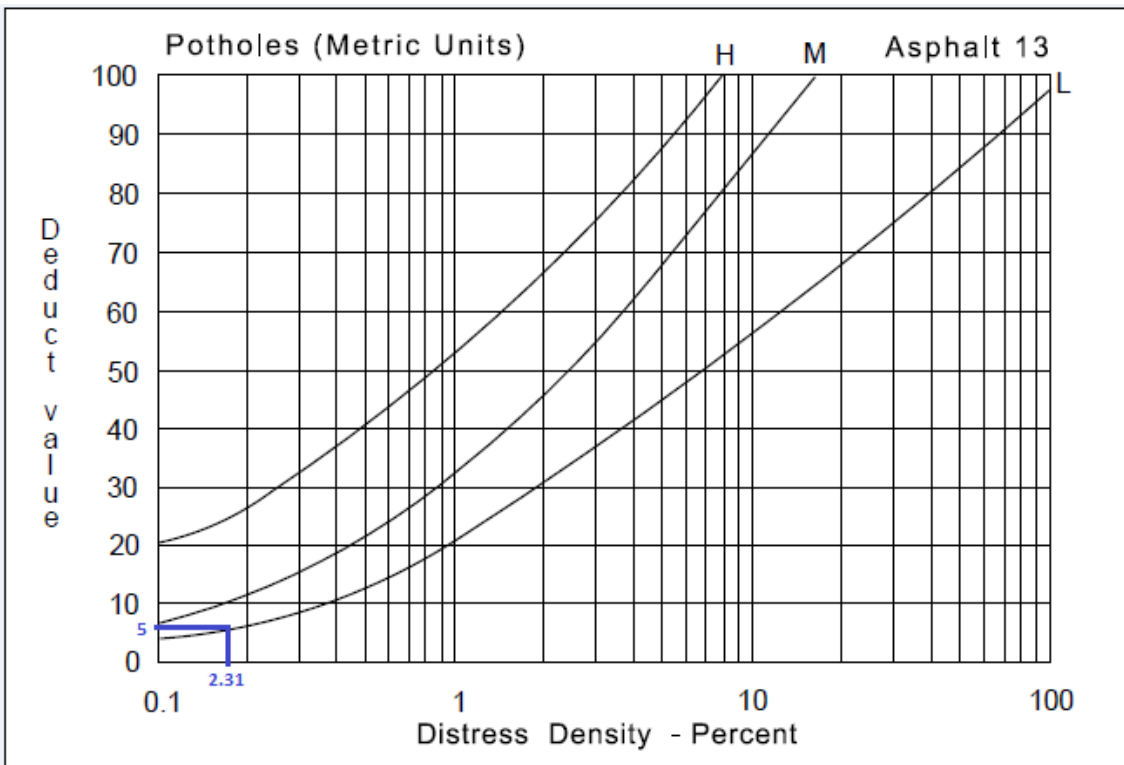
VALOR DEDUCIDO CORREGIDO. TRAMO 02



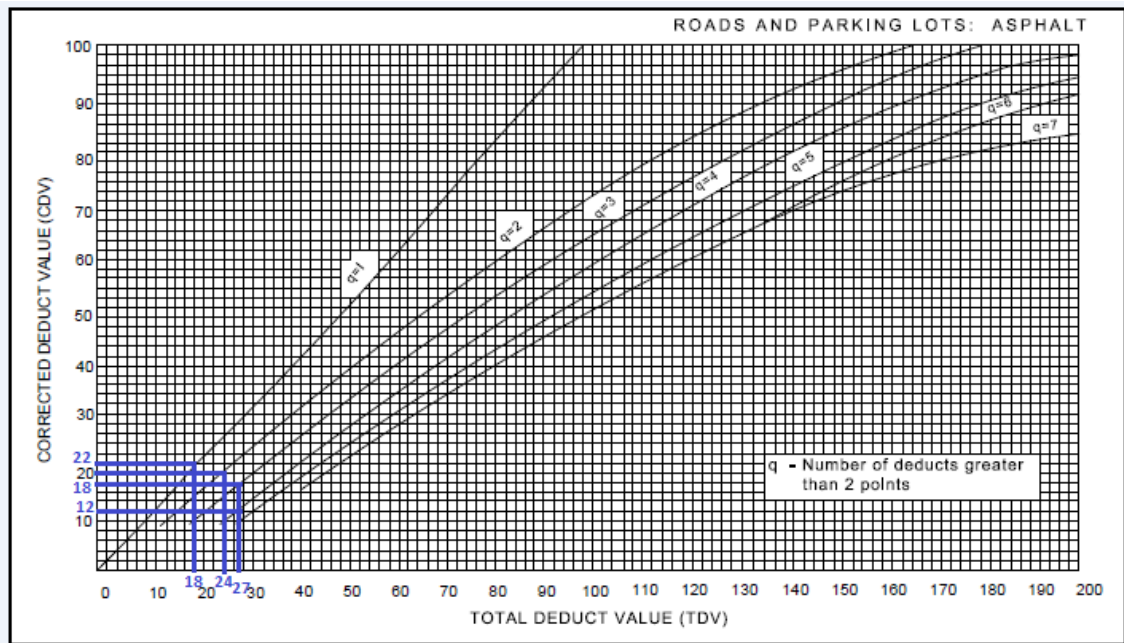
07. FISURAS DE BORDE (TRAMO 03).



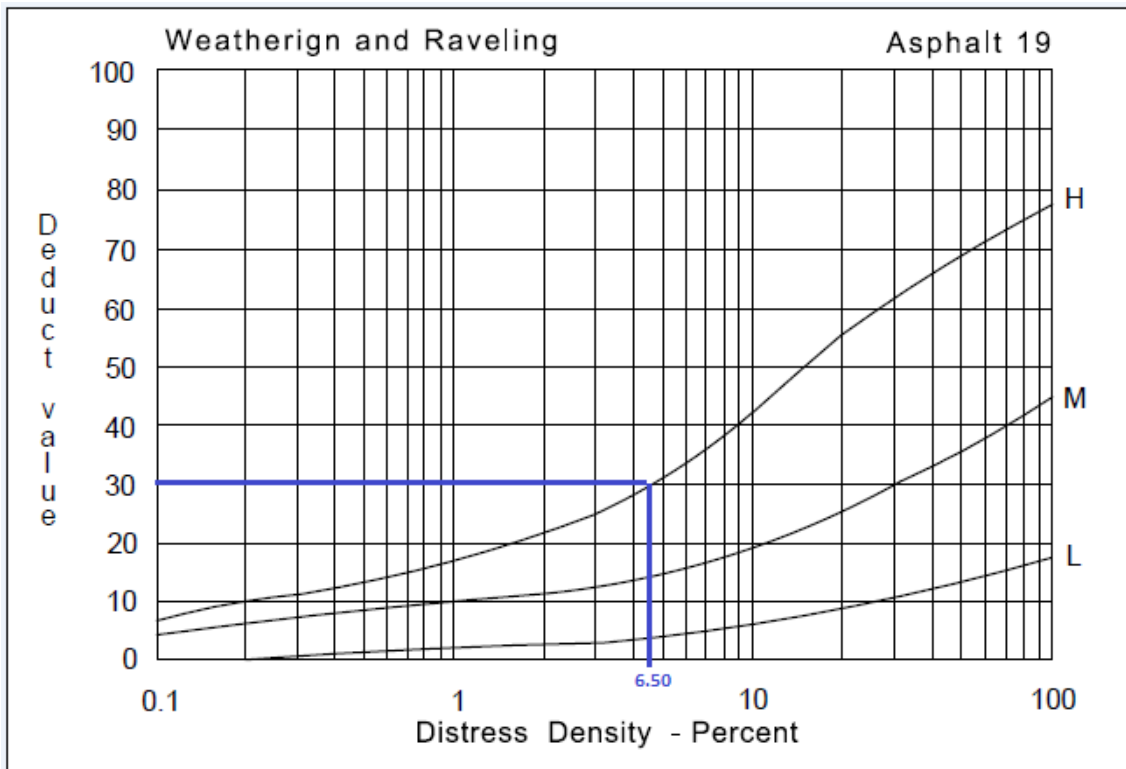
13. BACHES. (TRAMO 03).



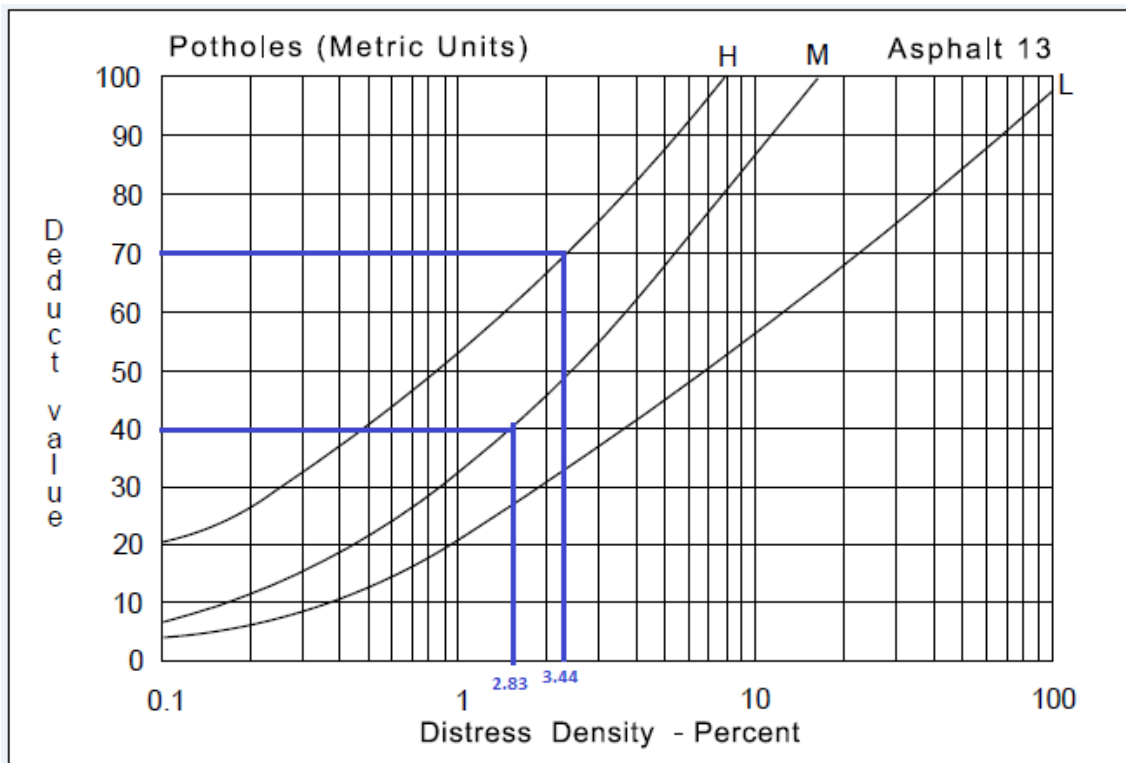
VALOR DEDUCIDO CORREGIDO. TRAMO 03



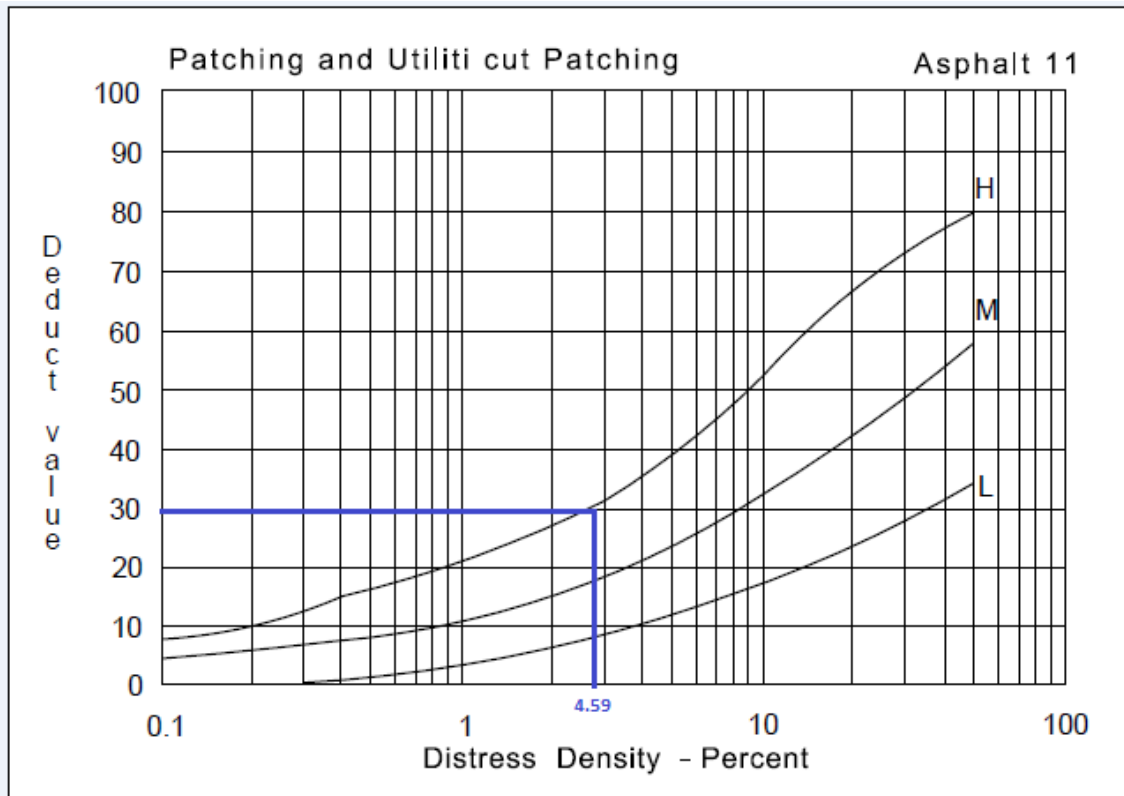
18. PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS. (TRAMO 04).



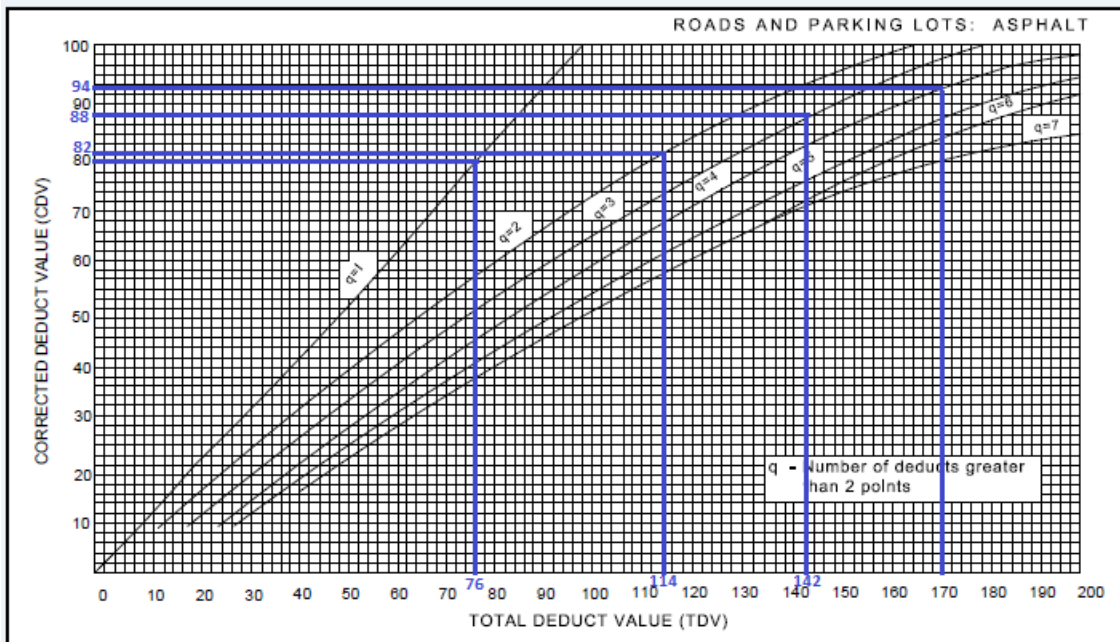
13. BACHES. (TRAMO 04).



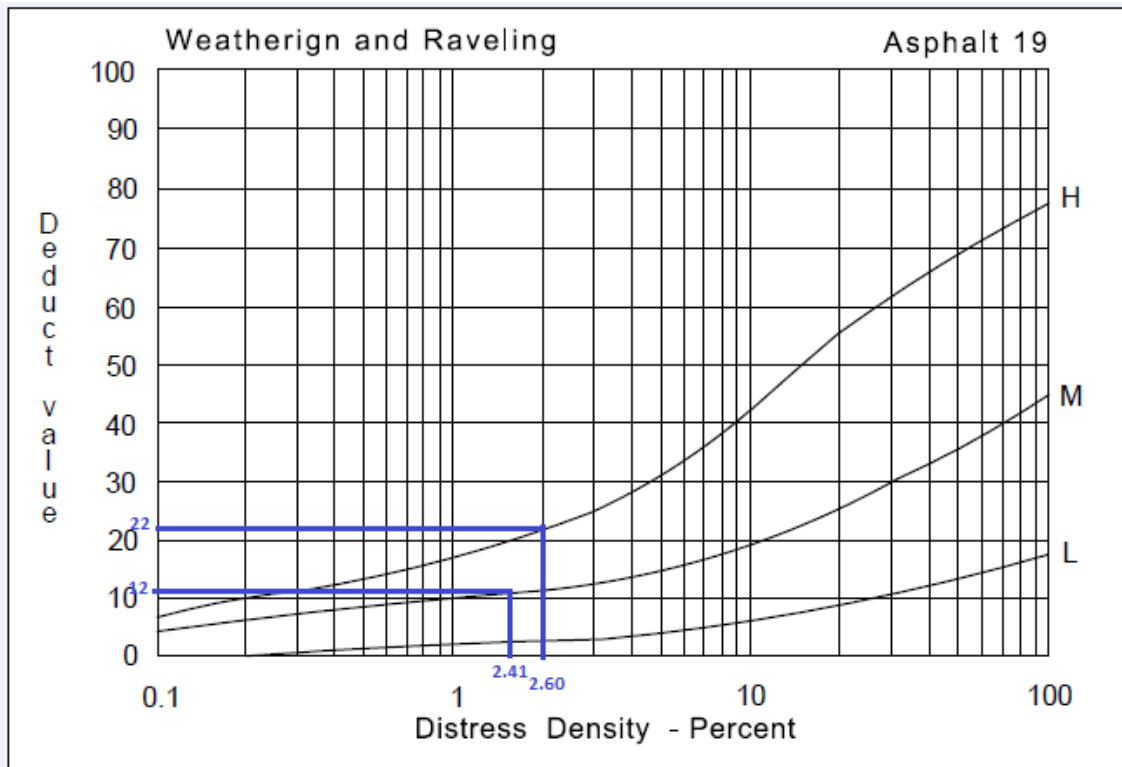
11.- PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS. (TRAMO 04).



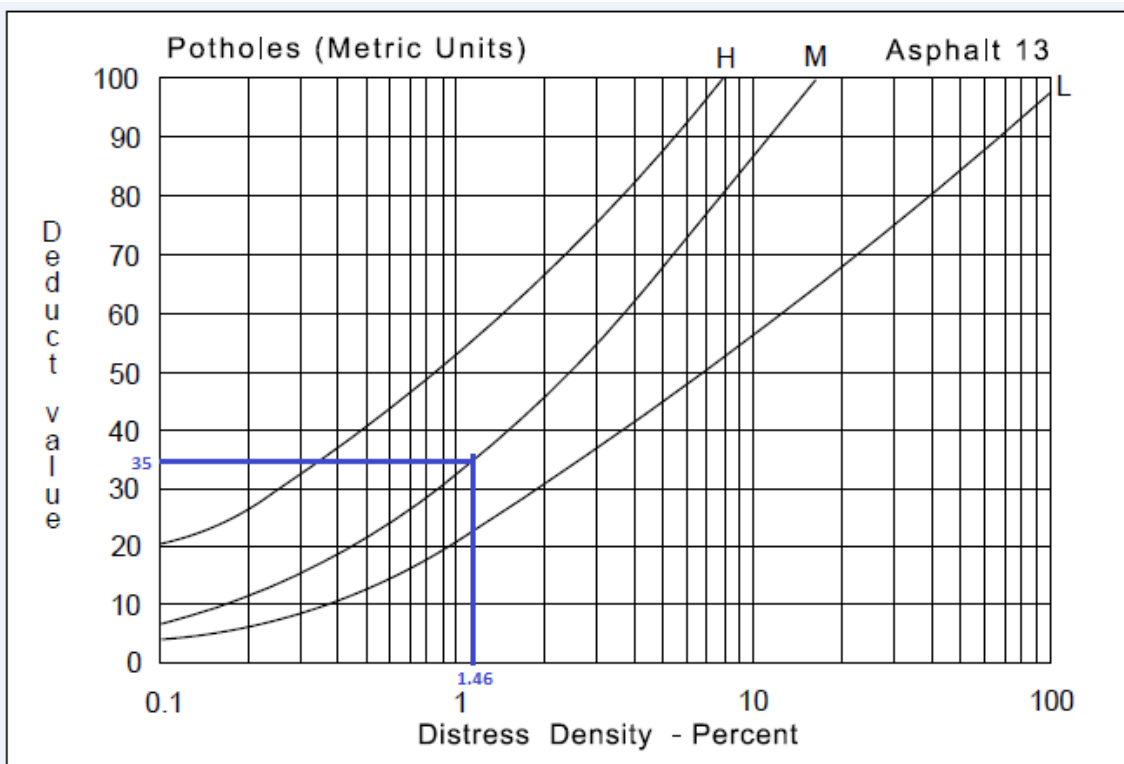
VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (TRAMO 04).



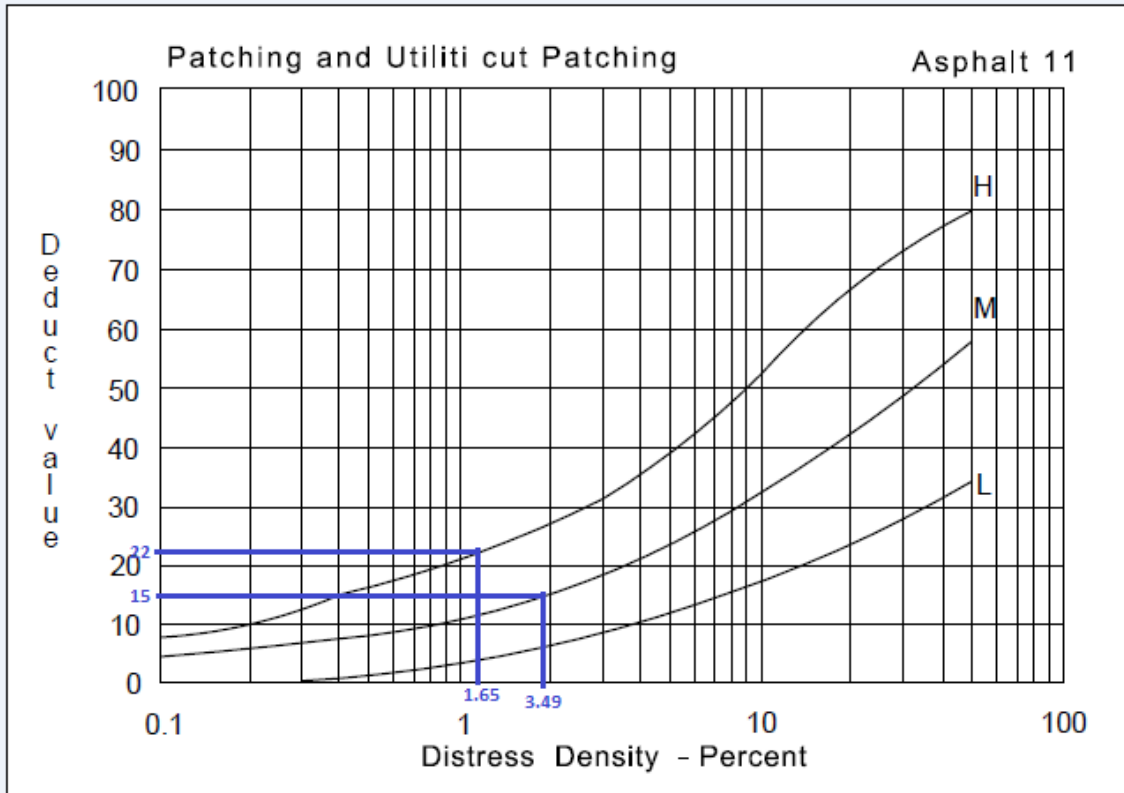
18. PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS. (TRAMO 05).



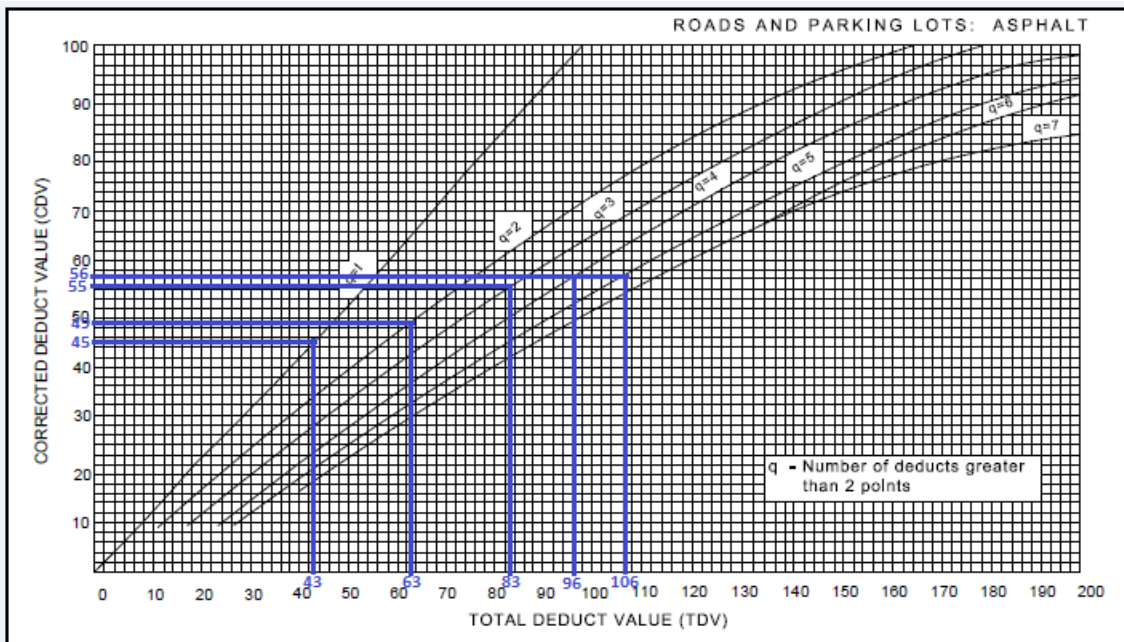
13. BACHES. (TRAMO 05).



11.- PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS. (TRAMO 05).



VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (TRAMO 05).



ANEXO 03

SUSTENTO DE METRADOS DE LOS NIVELES DE SEVERIDAD DE LOS TRAMOS A EVALUAR

ITEM	Descripción	NIVEL SEVERIDAD	Unid.	AREAS				METRAD. TOTAL
				a (ancho)	h (largo)	n (veces)	área	
01.00.00	<u>CALLES CON PAVIMENTO FLEXIBLE</u>	-						
01.01.00	CA. LAS DALIAS (TRAMO 01)		m2	6.00	120.00		720.00	720.00
01.02.00	CA. AMAPOLAS (TRAMO 02)		m2	6.00	200.00		1,200.00	1,200.00
01.03.00	CA. LOS CAPULIES (TRAMO 03)		m2	6.00	180.00		1,080.00	1,080.00
01.04.00	CA. LOS CEIBOS (TRAMO 04)		m2	6.00	218.00		1,308.00	1,308.00
01.05.00	CA. LOS JUNCOS (TRAMO 05)		m2	6.00	263.00		1,578.00	1,578.00
02.00.00	<u>FALLAS DE LOS PAVIMENTOS</u>	-						
02.01.00	CA. LAS DALIAS (TRAMO 01)						-	
	PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (18)	H	m2	5.00	3.00		15.00	33.00
				4.00	3.00		12.00	
				2.00	3.00		6.00	
	BACHES (13)	M	m2	2.00	4.00		8.00	26.00
				6.00	3.00		18.00	
	PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (18)	M	m2	2.00	2.00		4.00	29.00
				3.00	5.00		15.00	
				2.00	5.00		10.00	
	PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS (11)	M	m2	2.00	5.00		10.00	29.50
				2.00	3.50		7.00	
				2.00	6.25		12.50	
02.02.00	CA. AMAPOLAS (TRAMO 02)						-	
	BACHES (13)	M	m2	2.00	3.00		6.00	9.00
				2.00	1.00		2.00	
				1.00	1.00		1.00	
	PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (18)	M	m2	2.50	3.00		7.50	28.50
				2.00	3.00		6.00	
				3.00	5.00		15.00	
	PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (18)	H	m2	2.00	5.00		10.00	20.00
				2.00	4.00		8.00	
				2.00	1.00		2.00	

	FISURA DE BORDE (7)	M	<u>m2</u>	1.50	8.00		12.00	36.00
				1.50	6.00		9.00	
				-	1.50	10.00	15.00	
02.03.00	CA. LOS CAPULIES (TRAMO 03)						-	
	FISURA DE BORDE (7)	L	<u>m2</u>	1.00	10.00		10.00	33.00
				1.00	15.00		15.00	
				-	1.00	8.00	8.00	
	FISURA DE BORDE (7)	M	<u>m2</u>	2.00	7.50		15.00	50.00
				2.00	12.50		25.00	
				2.00	5.00		10.00	
	FISURA DE BORDE (7)	H	<u>m2</u>	0.80	15.00		12.00	35.00
				0.80	10.00		8.00	
				1.00	15.00		15.00	
	BACHES (13)	L	<u>m2</u>	3.00	4.00		12.00	25.00
				3.00	1.00		3.00	
				2.50	4.00		10.00	
02.04.00	CA. LOS CEIBOS (TRAMO 04)						-	
	BACHES (13)	H	<u>m2</u>	6.00	2.00		12.00	45.00
				6.00	2.50		15.00	
				-	6.00	3.00	18.00	
	BACHES (13)	M	<u>m2</u>	5.00	3.00		15.00	37.00
				5.00	2.00		10.00	
				6.00	2.00		12.00	
	PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS (11)	H	<u>m2</u>	2.00	10.00		20.00	60.00
				2.00	17.50		35.00	
				2.00	2.50		5.00	
	PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (18)	H	<u>m2</u>	5.00	3.00		15.00	85.00
				6.00	5.00		30.00	
				5.00	8.00		40.00	
02.05.00	CA. LOS JUNCOS (TRAMO 05)						-	
	PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (18)	H	<u>m2</u>	5.00	2.00		10.00	41.00
				5.00	3.20		16.00	
				-	5.00	3.00	15.00	
	PELADURA POR INTEMPERISMO Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (18)	M	<u>m2</u>	6.00	2.00		12.00	38.00
				6.00	1.00		6.00	
				5.00	4.00		20.00	
	BACHES (13)	M	<u>m2</u>	4.00	2.00		8.00	23.00

				2.00	6.00		12.00	
				3.00	1.00		3.00	
	PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS (11)	H	m2	1.50	4.00		6.00	26.00
				1.00	5.00		5.00	
				1.50	10.00		15.00	
	PARCHES Y PARCHES DE CORTES UTILITARIOS (11)	M	m2	2.00	9.00		18.00	55.00
				3.00	7.00		21.00	
				2.00	8.00		16.00	

ANEXO N° 04
PLANO DE UBICACIÓN.