

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

ESCUELA DE POSGRADO



TESIS

**“DIAGNÓSTICO DEL ESTADO SITUACIONAL DE LA
VIA: HUANUCO-AEROPUERTO-CHURUBAMBA POR EL
MÉTODO: ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS
PERIODO 2013-2014”**

MAESTRO EN GESTION Y NEGOCIOS

MENCION: GESTION DE PROYECTOS

TESISTA: GENARO INCHICAQUI BAUTISTA

ASESOR: DR. PIO TRUJILLO ATAPOMA

HUÁNUCO – PERÚ

2017

DEDICATORIA

A cada estudiante que abraza el desafío
de tejer la urdiembre transformadora del saber integral.

AGRADECIMIENTO

Al equipo de PROMASTER – UNHEVAL por ser los artífices de la
posibilidad de lo improbable;
al equipo de la Oficina Central de Investigación del Vicerrectorado de
la UNHEVAL especialmente;
a cada alumno del Curso Formativo de Estudiantes Investigadores por
vivir la utopía del saber colaborativo.

RESUMEN

El análisis territorial, se da con la posibilidad de efectuar diferentes consultas y obtener respuestas visuales tanto en la base de datos de atributos como en la base de datos grafica, ampliándose a esto la posibilidad de obtener gráficos y mapas temáticos, teniendo así un manejo de la información de los pavimentos aeroportuarios con que cuenta la Dirección de Aeropuertos. Pavimento flexible desde calle Rondeau en EEUU. CONDICIONES ACTUALES DE LOS PAVIMENTOS EN CENTRO AMERICA Los métodos o técnicas más utilizados en Centroamérica, se refieren siempre a la guía de diseño de la AASHTO, edición 1993, para los pavimentos asfálticos e hidráulicos. También para el diseño en concreto hidráulico, utilizan la guía de PCA (Portland Cement Association). A pesar de que la tendencia en Centroamérica, va encaminada hacia concretos asfálticos. Costa Rica y El Salvador, están incremento el uso de concreto hidráulico por la razón de que han nivelado los precios de mercado y la realización de grandes inversiones de equipo y tecnología, por parte de las empresas privadas. Adicionalmente en Costa Rica se efectúan para la estructura diseñada análisis de fatiga y deformación permanente empleando modelos mecanísticos empíricos. La mayoría de los países de la región utilizan sus mismas especificaciones técnicas básicamente para el control y procedimiento de trabajos que se realizan.

La presente investigación está dividida en cuatro capítulos.

El primer capítulo, abarca el problema de investigación, donde se desarrolla la descripción y la formulación del problema; los objetivos generales y específicos; así como las hipótesis, las variables, la justificación e importancia, la viabilidad y las

limitaciones del estudio.

El segundo capítulo, se ha centrado al estudio del marco teórico, donde se aborda los antecedentes, las bases teóricas, las definiciones conceptuales y las bases epistémicas, los mismos que se han ejecutado en base a las variables de estudio.

El tercer capítulo, trata el marco metodológico de la investigación, donde están el tipo de investigación, el diseño y esquema, así como la población y la muestra de estudio; los instrumentos de recolección de datos y las técnicas utilizadas para el recojo, procesamiento y presentación de datos.

En el cuarto capítulo, se presenta los resultados, donde están los trabajos de campo con aplicación estadística, mediante la distribución de frecuencias y gráficos así como la contrastación de las hipótesis secundarias resaltando la discusión de resultados, donde se consolida la contrastación de los resultados del trabajo de campo con los referentes bibliográficos de las bases teóricas. Así como la contrastación de la hipótesis general y por supuesto el aporte científico de la investigación.

La investigación termina con las conclusiones, las sugerencias, y la bibliografía.

SUMMARY

The territorial analysis is given with the possibility of making different queries and obtaining visual responses in both the attribute database and the graphic database, expanding to this the possibility of obtaining thematic maps and maps, thus having a management of The information of the pavements airport with which it counts on the Direction of Airports. Flexible pavement from Rondeau street in USA. CURRENT CONDITIONS OF CENTRAL AMERICAN PAVEMENTS The most commonly used methods or techniques in Central America always refer to the AASHTO design guide, 1993 edition, for asphalt and hydraulic pavements. Also for the design in hydraulic concrete, they use the guide of PCA (Portland Cement Association). Although the trend in Central America, it is directed towards asphaltic concretes. Costa Rica and El Salvador, the use of hydraulic concrete is increasing because of the leveling of market prices and the realization of large investments in equipment and technology by private companies. In addition, in the structure designed for fatigue analysis and permanent deformation using empirical mechanistic models. Most of the countries of the region use their same technical specifications basically for the control and procedure of works that are carried out. The present investigation is divided into four chapters.

The first chapter covers the research problem, where the description and formulation of the problem is developed; The general and specific objectives; As well as the hypotheses, variables, justification and importance, feasibility and limitations of the study.

The second chapter has focused on the study of the theoretical framework, which addresses the background, the theoretical bases, the conceptual definitions and the epistemic bases, the same ones that have been executed based on the study variables.

The third chapter deals with the methodological framework of research, where the type of research, the design and the outline, as well as the population and study sample; Data collection instruments and techniques used for data collection, processing and presentation.

In the fourth chapter, the results are presented, where the field works are applied with statistical application, through the distribution of frequencies and graphs as well as the contrasting of the secondary hypotheses highlighting the discussion of results, where the contrasting results of the Field work with bibliographical references of the theoretical bases. As well as the contrast of the general hypothesis and of course the scientific contribution of the research.

The research ends with conclusions, suggestions, and bibliography.

INTRODUCCIÓN

Los pavimentos, por las formas en que se transmiten las cargas a la subrasante pueden ser pavimentos flexibles, pavimentos rígidos y pavimentos mixtos. En el periodo de vida de los pavimentos flexibles se presenta problemas de fallas, los cuales pueden ser: asentamientos diferenciales, deformaciones plásticas, factores climáticos, la intensidad del tránsito circulante, sus deformaciones, las condiciones de drenaje y sub-drenaje, etc. El pavimento requiere de conservación y mantenimiento, eficiente, rápida y económica. Dado la necesidad de lograr que nuestras construcciones en el Distrito de Nuevo Chimbote se desarrollen con la calidad correspondiente, es necesario evaluar el estado de las construcciones actuales de los pavimentos, y la determinación del numero de avenidas afectadas por alguna patología del asfalto, concreto y conociendo cual es la patología que tiene mayor incidencia en los pavimentos, es que podremos evaluar y proponer las recomendaciones. Los problemas de naturaleza como sismos, lluvias, rápida expansión del tráfico, falta de mantenimiento y conservación, deficiencia en sus construcciones, nos hacen reflexionar sobre la necesidad de evaluar las construcciones de pavimentos en el distrito. 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.

ÍNDICE

Dedicatoria.....	II
Agradecimiento.....	III
Resumen.....	IV-V
Summary.....	VI-VII
Introducción.....	VIII
Índice.....	IX

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción del problema.....	11
1.2 Formulación del problema.....	15
1.2.1 Problema general.....	15
1.2.2 Problemas específicos.....	15
1.3 Objetivos.....	16
1.3.1 General.....	16
1.3.2 Específicos.....	16
1.4 Hipótesis.....	16
1.4.1 General.....	17
1.4.2 Específicos.....	18
1.5 Variables.....	18
1.6 Justificación e importancia.....	19
1.7 Viabilidad.....	20
1.8 Limitaciones.....	20

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes.....	21
2.2 Bases teóricas.....	25
2.3 Definiciones Conceptuales.....	81

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación.....	87
3.2 Diseño y esquema de investigación.....	87
3.3 Población y Muestra.....	88
3.3.1 Población.....	88
3.3.2 Muestra.....	88
3.4 Técnica de recojo, procesamiento y presentación de datos.....	89
3.5 Definición Operativa del Instrumento de Recolección de Datos.....	89

**CAPÍTULO IV
RESULTADOS**

4.1 Resultados del trabajo de campo con aplicación estadística, mediante
distribución de frecuencias gráficas90
4.2 Datos Sociodemográficos94

CAPITULO V

Discusión96

CONCLUSIONES99

RECOMENDACIONES100

BIBLIOGRAFÍA101

ANEXOS102

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA:

El ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Conchumayo Cascay Churubamba Vinchus de pavimento estructural se encuentra en proceso de colapso estructural a causas asociadas a su uso, diseño y proceso constructivo llegando a afectar a la población que se traslada entre las ciudades de Huanuco – Tingo Maria, por motivos de comodidad seguridad y funcionalidad, siendo estas fallas presentes en toda la vía y observadas a simple vista en la carpeta asfáltica como son Piel de cocodrilo, Exudación, Fisuras en bloque, Fisuras longitudinales, Desprendimientos y peladuras, Ahuellamiento, Fisuras Transversales. Los pavimentos asfálticos o flexibles presentan una serie de fallas cuya prevención y/o corrección es abordada por operaciones de mantenimiento, las que suelen agruparse en tres categorías: operaciones rutinarias; operaciones periódicas y operaciones de restauración. Desconociendo el estado actual de la vía por métodos que nos ayuden a determinar el grado de colapso de la estructura vial.

2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Problema general

¿Cuál es el Diagnostico del Estado Situacional De La Vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco- Aeropuerto-Churumamba?

Problemas específicos

¿Cuál es la calidad de desempeño de la vía Ingreso a la Ciudad de Hanuco- Aeropuerto-?

¿Cuál es el deterioro físico de la vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba?

¿Cuáles son las alternativas de solución al estado situacional de la vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba?

¿Qué nivel de servicio nos da el estado situacional de la vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba?

¿El mantenimiento intensivo mejora la condición del pavimento de la vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba?

2.3 OBJETIVOS:

Objetivo General

Identificar en qué estado situacional se encuentra la vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba por el método PCI (índice de condición de pavimentos) haciendo un diagnóstico definitivo.

Objetivos Específicos

- Verificar la calidad de desempeño de la vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba.
- Determinar el deterioro físico (fallas de los pavimentos: grietas, deformación, envejecimiento, etc.), de la vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba.
- Identificar las alternativas de solución del estado situacional de la vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba.
- Determinar el nivel de servicio del estado situacional de la vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba.

- Determinar si el mantenimiento intensivo mejorara la condición del pavimento de la vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba.

2.4 HIPÓTESIS:

Hipótesis general

La condición actual de la vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba, se encuentra deteriorada mostrando fallas en todo el tramo a causa de un mal diseño estructural, o culminado el tiempo de vida útil.

Hipótesis específicas

- La calidad de desempeño de la vía son las fallas localizadas en el recorrido que alteran la servicialidad de la vía. Se clasificará los tipos de fallas en función a los valores del método PCI.
- El deterioro físico de las vía se deben a las fallas encontradas en el pavimento.
- La Alternativa de solución para el estado situacional de la vía es la realización de un mantenimiento intensivo.
- El nivel de servicio que nos da el estado situacional de la vía es regular.
- El mantenimiento mejorara la condición del pavimento de la vía, otorgando un buen nivel de servicio.

2.5 VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTES:

X1= ESTADO SITUACIONAL DEL PAVIMENTO

INDICADOR: Condición de pavimento

INDICE: 0 la peor condición posible y 100 la mejor.

UNIDAD: Adimensional

INSTRUMENTO: Norma ASTM 5340-98

X2=DESEMPEÑO DE LA VIA

INDICADOR: Serviabilidad

INDICE: Deterioro

UNIDAD: Adimensional

INSTRUMENTO: Observación

X3=DETERIORO FISICO

INDICADOR: Serviabilidad

INDICE: Deterioro

UNIDAD: Adimensional

INSTRUMENTO: Observación

X4=NIVEL DE SERVICIABILIDAD

INDICADOR: Índice de serviciabilidad

INDICE: Fallas en el pavimento

UNIDAD: Adimensional

INSTRUMENTO: Formulas.

X5=MANTENIMIENTO RUTINARIO INDICADOR: Resultado de diagnostico

INDICE: Fallas en el pavimento **UNIDAD:** Adimensional **INSTRUMENTO:**

Cálculos matemáticos.

VARIABLES DEPENDIENTES:.

- **Y1= METODO DE INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS**

INDICADOR: En función al valor del PCI.

INDICE: Colapsado a Excelente. **UNIDAD:**

Adimensional **INSTRUMENTO:** Norma ASTM

5340-98

- **Y2= COMPORTAMIENTO DEL**

PAVIMENTO INDICADOR: En función al valor del

PCI. **INDICE:** Malo a bueno.

UNIDAD: Adimensional

INSTRUMENTO: Norma ASTM 5340-98

- **Y3= FALLAS EN EL**

PAVIMENTO INDICADOR:

Serviciabilidad. **INDICE:** Deterioro del pavimento. **UNIDAD:** Adimensional.

INSTRUMENTO: Observaciónal

2.6 JUSTIFICACIÓN:

El estudio del estado situacional de la vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba por el método PCI indicara la acciones a tomar con respecto a los resultados obtenidos de dicho estudio como son el nivel de daño del pavimento su severidad y cantidad. Ya que dada a la gran cantidad de combinaciones de deterioros que se presentan en el estudio de esta vía el método soluciona esta dificultad introduciendo el *valor deducido* para indicar la condición del pavimento y con esto supone un mayor conocimiento de las condiciones operativas y estructurales que permitan deducir el estado situacional de la vía en estudio. Que permitan llegar a un diagnóstico de la vía y así una solución efectiva que contenga los requisitos que exige este tipo de vía.

2.7 VIABILIDAD

Es viable el estudio por cuanto, La información requerida y presentada en este proyecto será factible su realización ya que es exclusivamente obtenida en la mismo estudio, que se constituirá nuestra fuente directa del enriquecimiento para proponer mejores cambios que permitan alcanzar las metas propuestas asimismo

los recursos que se requieren para la evaluación están al alcance del investigador.

2.8 LIMITACIONES

El ámbito geográfico, social y temporal está delimitado por el ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Conchumayo Cascay – Churubamba Vinchus de pavimento estructural se encuentra en proceso de colapso estructural a causas asociadas a su uso, diseño y proceso constructivo llegando a afectar a la población que se traslada entre las ciudades de Huanuco – Tingo Maria, por motivos de comodidad seguridad y funcionalidad

Como investigador las dificultades para realizar el presente trabajo de investigación son mínimas considerando que actualmente existen suficiente información ha examinar sobre la materia en cuestión.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES

Fue desarrollado entre los años 1974 a 1976 por encargo del Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los EE UU y ejecutado por los Ingenieros Srs. Mohamed Y. Shahin, Michael I. Darter y Starr D. Kohn, con el objetivo de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles, a través del Índice Pavement Condition Index P.C.I.

El método P.C.I. para pavimentos de aeropuertos, carreteras y estacionamientos ha sido ampliamente aceptado y formalmente adoptado, como procedimiento estandarizado, por diversas agencias como por ejemplo: la Federal Aviation Administration (FAA 1982), el U.S. Department of Defence (U.S. Air Force 1981 y U.S Army 1982), la 14American Public Work Association (APWA 1984), etc.

Además, el PCI para aeropuertos ha sido publicado por la ASTM como método de análisis (ASTM 1983).

En 1982 la Federal Aviation Administration FAA, a través de su Circular AC 150/5380-6 de 03/12/1982, denominada "Guidelines and Procedures for Maintenance for Airport Pavement", recomendó este método, teniendo amplio uso en los aeropuertos de EE UU.

En los inicios el Ministerio de Transportes del Peru designo como centro de investigación y desarrollo tecnológico aplicado al transporte, tomándose la determinación de que uno de sus primeros trabajos a desarrollar fuera un sistema de administración o de gestión de pavimentos flexibles que pudiera ser de utilidad y

proporcionara, simultáneamente, una herramienta útil al Sector Comunicaciones y Transportes, específicamente a las dependencias involucradas con la evaluación y conservación de los pavimentos que conformaban la red de carreteras en el Perú a principios de los 90's. Especificándose un Manual de Campo que en forma simple y breve describía y proporcionaba los seis formatos básicos para que el usuario en el campo pudiera obtener valores precisos de las variables involucradas en los subsistemas, además de un Manual del Usuario que explicaba la forma de captura de datos y manejo de la información en la parte de cómputo, para poder procesar el citado sistema en computadoras del tipo PC disponibles en el MTC. En el transcurso del año de 1993, el MTC se ocupó a desarrollar el módulo económico que contempló tanto la parte conceptual teórica como el manual del usuario, involucrando principalmente los costos de operación de los usuarios, correspondientes a la flota vehicular de carga que circulaba por el país en la red de carreteras a mediados de los 90's. La segunda fase fue, desarrollada durante 1995, contempló ciertas modificaciones que pretendían hacer más eficiente el sistema original y a la vez Sistema de Evaluación de Pavimentos, versión 2.0 2 más sencillo para el manejo cotidiano de los usuarios en sus centros de trabajo; modificaciones que involucran, entre otras las coordenadas geográficas para ubicación de los tramos en estudio; la inclusión del Índice Internacional de Rugosidad (IRI), como medida cuantificable del estado real de la superficie de rodamiento de la carretera; la adopción del concepto de grava equivalente para dar idea del estado estructural del pavimento en evaluación; actualización de los costos reales de operación de los usuarios; la modernización de formatos, etc, y una presentación más amigable el sistema en general, en cuanto a procedimientos de informática. Por lo anterior, se publicó en

1995 el Ministerio de Transporte decidió, junto con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, realizar una aplicación real del sistema a nivel macro, tomándose la determinación de estudiar toda la red de carreteras del estado diagnóstico para fines de jerarquización y priorización de las acciones de conservación y sus presupuestos económicos en los siguientes años para la citada entidad.

2.2 BASES TEORICAS

Se llama pavimento al 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 las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aun en condiciones húmedas. Deberá presentar una resistencia adecuada a 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. Puesto que los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, se deberán colocar los materiales de mayor capacidad de carga en las capas superiores, siendo de menor calidad los que se colocan en las terracerías además de que son los materiales que más comúnmente se encuentran en la naturaleza, y por consecuencia resultan los más económicos.

La división en capas que se hace en un pavimento obedece a un factor económico, ya que cuando determinamos el espesor de una capa el objetivo es darle el grosor mínimo que reduzca los esfuerzos sobre la capa inmediata inferior. La resistencia

de las diferentes capas no solo dependerá del material que la constituye, también resulta de gran influencia el procedimiento constructivo; siendo dos factores importantes la compactación y la humedad, ya que cuando un material no se acomoda adecuadamente, éste se consolida por efecto de las cargas y es cuando se producen deformaciones permanentes.

TIPOS DE PAVIMENTOS

Básicamente existen dos tipos de pavimentos: rígidos y flexibles

➤ **El pavimento rígido**

Se compone de losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presenta un armado de acero, tiene un costo inicial más elevado que el flexible, su periodo de vida varía entre 20 y 40 años; el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de las losas.

Estos pavimentos difieren mucho de los de tipo flexible. Los pavimentos de concreto reciben la carga de los vehículos y la reparten a un área de la subrasante. La losa por su alta rigidez y alto módulo elástico, tiene un comportamiento de elemento estructural de viga. Ella absorbe prácticamente toda la carga. Estos pavimentos han tenido un desarrollo bastante dinámico.

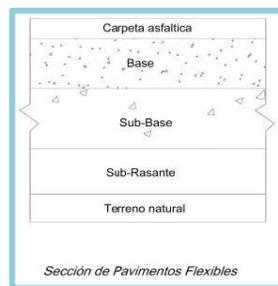
El talón de Aquiles de los pavimentos de concreto, son las juntas que tienen que diseñar y construir para controlar los cambios de volumen, inevitables, que se producen en ellos por cambios temperatura. Los pavimentos de refuerzo continuo y los pre-reforzados, se diseñan y construyen sin juntas transversales de contracción y expansión excepto al llegar a un cruce o a una estructura fija. Sólo se construyen juntas de construcción.

El diseño estructural de pavimentos de concreto es eminente racional, a diferencia

de los de tipo flexible, que es empírico. En los de concreto, se aplica la teoría de elasticidad. Técnicamente, los pavimentos de concreto deben diseñarse y controlarse para una resistencia a la flexión del concreto usado. Se han obtenido en nuestro país algunas correlaciones entre las resistencias a la compresión y la resistencia a la flexión.

➤ **El pavimento flexible**

Resulta más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su vida útil. Este tipo de pavimento está compuesto principalmente de una carpeta asfáltica, de la base y de la sub-base.⁶



Sobre la capa subrasante se construye el pavimento flexible, que está compuesto por sub - base, base y carpeta asfáltica. El pavimento flexible debe proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales, así como transmitir a las terracerías los esfuerzos por las cargas del tránsito. Entre las características principales que

debe cumplir un pavimento flexible se encuentran las siguientes:

- **Resistencia Estructural**

Debe soportar las cargas impuestas por el tránsito que producen esfuerzos normales y cortantes en la estructura. En los pavimentos flexibles se consideran los esfuerzos cortantes como la principal causa de falla desde el punto de vista estructural. Además de los esfuerzos cortantes también se tienen los producidos por la aceleración, frenaje de los vehículos y esfuerzos de tensión en los niveles superiores de la estructura.

- **Durabilidad**

La durabilidad está ligada a factores económicos y sociales. La durabilidad que se le desee dar al camino, depende de la importancia de este.

Hay veces que es más fácil hacer reconstrucciones para no tener que gastar tanto en el costo inicial de un pavimento.

- **Requerimientos de conservación**

Los factores climáticos influyen de gran manera en la vida de un pavimento. Otro factor es la intensidad del tránsito, ya que se tiene que prever el crecimiento futuro. Se debe de tomar en cuenta el comportamiento futuro de las terracerías, deformaciones y derrumbes. La degradación estructural de los materiales por carga repetida es otro aspecto que no se puede dejar de lado. La falta de conservación sistemática hace que la vida de un pavimento se acorte.

- **Comodidad**

Para grandes autopistas y caminos, los métodos de diseño se ven afectados por la comodidad que el usuario requiere para transitar a la velocidad de proyecto. La seguridad es muy importante al igual que la estética.

- **Base y Sub - base**

Aunque las bases y las sub - bases tienen características semejantes, las sub - bases son de menor calidad. La sub - base es la capa de material que se construye directamente sobre la terracería y su función es:

- Reducir el costo de pavimento disminuyendo el espesor de la base.
- Proteger a la base aislándola de la terracería, ya que, si el material de la terracería se introduce en la base, puede sufrir cambios volumétricos generados al cambiar las condiciones de humedad dando como resultado una disminución en la resistencia de la base.
- Proteger a la base impidiendo que el agua suba por capilaridad.
- Transmitir y distribuir las cargas a las terracerías.

Las características de calidad que se buscan en los materiales de sub – base, se muestran en la tabla 2.1

Tabla 2.1: Materiales de Sub-Base

MATERIALES DE SUB-BASE	
Características	Zonas en que se clasifica el material de acuerdo con su
Limite liquido máximo	25%
Limite plástico máximo	6%
Compactación mínima	100%
Valor relativo de soporte estándar saturado, en porcentaje	50 mín.
Equivalente de arena, en porcentaje	30 mín.

La base es la capa de material que se construye sobre la sub - base. Los materiales con los que se construye deben de ser de mejor calidad que los de la sub – base,

la función de la base es:

- Tener la resistencia estructural para soportar las presiones transmitidas por los vehículos.
- Tener el espesor suficiente para que pueda resistir las presiones transmitidas a la sub - base.
- Aunque exista humedad la base no debe de presentar cambios volumétricos perjudiciales.

Las características de calidad que se buscan en los materiales para base, se muestran en la tabla 2.2.⁹

Tabla 2.2: Materiales de Base

Materiales de Base	
Características	Zonas en que se clasifica el material de acuerdo con su granulometría
Limite líquido, en porcentaje (máx.)	25%
Índice plástico máximo	6%
Partículas alargadas u lagueadas máximo	35%
Compactación	100%
Valor relativo de soporte estándar saturado, en porcentaje	100 min
Equivalente de arena, en porcentaje	50 min
Índice de durabilidad en porcentaje	40min

➤ **Terracería.**

Se llama terracería al conjunto de obras compuestas de cortes y terraplenes, formadas principalmente por la sub-rasante y el cuerpo del terraplén, constituida generalmente por materiales no seleccionados y se dice que es la subestructura

del pavimento. Cuando se va a construir un camino que presente un TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual) mayor a 5000 vehículos, es necesario que se construya bajo la sub-rasante una capa conocida como sub-yacente; la cual deberá tener un espesor mínimo de 50 cm.

DISEÑO DE PAVIMENTOS

En el proceso de modelación y diseño de pavimentos flexibles existen criterios subjetivos sobre algunos de los parámetros. Se observa una tendencia a la aplicación de fórmulas empíricas por parte de los diseñadores, derivadas de algunas experiencias particulares, sin tener en cuenta patrones establecidos por entidades como por ejemplo la SHELL, AASTHO y otras que desarrollaron métodos de cálculo de uso común en el medio.

El diseño de un pavimento consiste en establecer una estructura para una duración dada, bajo las sollicitaciones del tránsito y las características de la subrasante.

Para determinar los espesores de las capas de la estructura del pavimento se utilizan tres clases de metodologías las cuales se enuncian a continuación:

➤ **Métodos empíricos**

- ✓ Reglas practicas
- ✓ CBR, Kansas
- ✓ Esfuerzo cortante limite
- ✓ Deflexión limite
- ✓ Método MOPT 75

➤ **Método semi-empírico o mecanístico-empirico**

- ✓ Instituto del Asfalto
- ✓ El método Shell. Fundamentos teóricos

✓ AASHTO 2002

➤ **Mecanístico**

✓ Soluciones analíticas Westergcard.

✓ Soluciones numéricas(elementos finitos, probabilístico)

➤ **Programas mediante metodología racional**

▪ Programa de cómputo Depav. – Weslea

✓ Determinación de parámetros elásticos admisibles.

✓ Cálculo de parámetros elásticos.

✓ Análisis de resultados.

➤ **Programa UNALCAPA.**

FACTORES DE DISEÑO

➤ **Transito**

Interesan para el dimensionamiento de los pavimentos las cargas más pesadas por eje (simple, tándem), esperadas en el carril de diseño el más solicitado, que determinara la estructura del pavimento de la carretera) durante el periodo de diseño adoptado. La repetición de las cargas de tránsito y la consecuente acumulación de deformaciones sobre el pavimento (fatiga) son fundamentales para el cálculo. Además, se deben tener en cuenta las máximas presiones de contacto, las sollicitaciones tangenciales en tramos especiales (curvas, zona de frenado y aceleración, etc.), las velocidades de operación de los vehículos (en especial las lentas en zonas de estacionamiento de vehículos pesados), la

canalización del tránsito, etc.

➤ **Subrasante**

De la calidad de esta capa depende, en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento, sea este flexible o rígido. Como parámetro de evaluación de esta capa se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas de tránsito. Es necesario tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad, tanto en lo que se refiere a la resistencia como a las eventuales variaciones de volumen (hinchamiento-retracción). Los cambios de volumen de un suelo de subrasante de tipo expansivo pueden ocasionar grandes daños en las estructuras que se apoyen sobre éste, por esta razón cuando se construya un pavimento sobre este tipo de suelos deberá tomarse la precaución de impedir las variaciones de humedad del suelo para lo cual habrá que pensar en la impermeabilización de la estructura. Otra forma de enfrentar este problema es mediante la estabilización de este tipo de suelo con algún aditivo, en nuestro medio los mejores resultados se han logrado mediante la estabilización de suelos con cal.

➤ **Clima**

Los factores que en nuestro medio más afectan a un pavimento son las lluvias y los cambios de temperatura.

Las lluvias por su acción directa en la elevación del nivel freático influyen en la resistencia, la compresibilidad y los cambios volumétricos de los suelos de subrasante especialmente. Este parámetro también influye en algunas actividades de construcción tales como el movimiento de tierras y la colocación y compactación de capas granulares y asfálticas.

Los cambios de temperatura en las losas de pavimentos rígidos ocasionan en estos esfuerzos muy elevados, que en algunos casos pueden ser superiores a los generados por las cargas de los vehículos que circulan sobre ellas.

En los pavimentos flexibles y dado que el asfalto tiene una alta susceptibilidad térmica, el aumento o la disminución de temperatura puede ocasionar una modificación sustancial en el módulo de elasticidad de las capas asfálticas, ocasionando en ellas y bajo condiciones especiales, deformaciones o agrietamientos que influirían en el nivel de servicio de la vía.

➤ **Materiales**

Los materiales disponibles son determinantes para la selección de la estructura de pavimento más adecuada técnica y económicamente. Por una parte, se consideran los agregados disponibles en canteras y depósitos aluviales del área. Además de la calidad requerida, en la que se incluye la deseada homogeneidad, hay que atender al volumen disponible aprovechable, a las facilidades de explotación y al precio, condicionado en buena medida por la distancia de acarreo. Por otra parte, se deberá considerar los materiales básicos de mayor costo: ligantes y conglomerantes especialmente.

El análisis de los costos de construcción debe complementarse con una prevención del comportamiento del pavimento durante el periodo de diseño, la conservación necesaria y su costo actualizado y, finalmente, una estimación de futuros refuerzos estructurales, renovaciones superficiales o reconstrucciones.

Deberá tenerse en cuenta, además, los costos del usuario relacionados con su seguridad y con las demoras que se originan en carreteras relativamente congestionadas por los trabajos de conservación y repavimentación.

2.2 **EVALUACION DE PAVIMENTOS**

La incidencia de factores de diversos orígenes determina alteraciones de la superficie de rodamiento de los pavimentos que afectan la seguridad, comodidad y velocidad con que debe circular el tránsito vehicular presente y futuro.

La finalidad fundamental de todo proceso de mantenimiento o refuerzo de los pavimentos en servicio, es corregir los defectos mencionados para alcanzar un grado de transitabilidad adecuado durante un periodo de tiempo suficientemente prolongado que justifique la inversión necesaria.

Las causas de los defectos mencionados son de distinto origen y naturaleza; entre las que cabe destacar las siguientes:

- Elevado incremento de las cargas circulares y de su frecuencia con respecto a las previstas en el diseño original,
- Deficiencias durante el proceso constructivo en la calidad real de los materiales en espesores o en las operaciones de construcción, particularmente en la densificación de las capas.
- Diseños deficientes (ejemplos: empleo de métodos de diseño que resultan inadecuados en la actualidad: incorrecta valoración de las características de los materiales empleados, incorrecta evaluación del tránsito existente y previsto durante el periodo de diseño del pavimento).
- Factores climáticos regionales desfavorables (ejemplos. Elevación del nivel freático, inundaciones, lluvias prolongadas, insuficiencia de drenaje superficial o profundidad prevista)
- Deficiente mantenimiento por escasez de recursos económicos disponibles, equipos, maquinaria especializada y personal capacitado.

➤ Problemas de aprovisionamiento en algunas zonas del país, por agotamiento de materiales adecuados en las proximidades de los puntos de empleo, obligando a mayores distancias de acarreo. A veces la limitante es legal, por razones urbanísticas y aun ambientales.

Por los anteriores y otros problemas, existe una necesidad perentoria de optimizar el empleo de materiales (agregados pétreos y ligantes), maquinaria, mano de obra especializada y recursos económicos en las tareas de construcción y conservación de la red de carreteras, poniendo énfasis, además no tanto en construir nuevos tramos como si en conservar la red existente.¹⁰

2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **PIEL DE COCODRILO:**

Descripción: Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica (o base estabilizada) donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda. Inicialmente, las grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas. Después de repetidas cargas de tránsito, las grietas se conectan formando polígonos con ángulos agudos que desarrollan un patrón que se asemeja a una malla de gallinero o a la piel de cocodrilo. Generalmente, el lado más grande de las piezas no supera los 0.60 m.

El agrietamiento de piel de cocodrilo ocurre únicamente en áreas sujetas a cargas repetidas de tránsito tales como las huellas de las llantas. Por lo tanto, no podría

producirse sobre la totalidad de un área a menos que esté sujeta a cargas de tránsito en toda su extensión. (Un patrón de grietas producido sobre un área no sujeta a cargas se denomina como “grietas en bloque”, el cual no es un daño debido a la acción de la carga).

La piel de cocodrilo se considera Como un daño estructural importante y usualmente se presenta acompañado por ahuellamiento.

Niveles de severidad:

B (Low: Bajo): Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas, es decir, no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.

M (Medium: Medio): Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.

A (High: Alto): Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.

Medida:

Se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. La mayor dificultad en la medida de este tipo de daño radica en que, a menudo, dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada. Si estas porciones pueden ser diferenciadas con facilidad, deben medirse y registrarse separadamente. De lo contrario, toda el área deberá ser calificada en el mayor nivel de severidad presente.

Opciones de reparación:

B: No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.

M: Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta.

Reconstrucción.

A: Parcheo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.



Figura 3: Piel de cocodrilo.

- **EXUDACION:**

Descripción: La exudación es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa. La exudación es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y entonces se expande en la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie.

Niveles de severidad:

B: La exudación ha ocurrido solamente en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.

M: La exudación ha ocurrido hasta un punto en el cual el asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.

A: La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año.

Medida:

Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de agregados.

Opciones de reparación:

B: No se hace nada.

M: Se aplica arena / agregados y cilindrado.

A: Se aplica arena / agregados y cilindrado (precalentando si fuera necesario).



Figura 4: Exudacion.

• **AGRIETAMIENTO EN BLOQUE:**

Descripción: Las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios (lo cual origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria). Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente.

Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunas veces

aparecerá únicamente en áreas sin tránsito. Este tipo de daño difiere de la piel de cocodrilo en que este último forma pedazos más pequeños, de muchos lados y con ángulos agudos. También, a diferencia de los bloques, la piel de cocodrilo es originada por cargas repetidas de tránsito y, por lo tanto, se encuentra únicamente en áreas sometidas a cargas vehiculares (por lo menos en su primera etapa).

Niveles de severidad:

B: Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.

M: Bloques definidos por grietas de severidad media

A: Bloques definidos por grietas de alta severidad.

Medida:

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Generalmente, se presenta un solo nivel de severidad en una sección de pavimento; sin embargo, cualquier área de la sección de pavimento que tenga diferente nivel de severidad deberá medirse y anotarse separadamente.

Opciones de reparación:

B: Sellado de grietas con ancho mayor a 3.0 mm. Riego de sello.

M: Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.

A: Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.

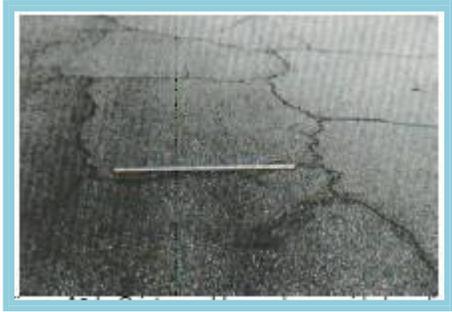


Figura 5: Agrietamiento en bloque.

- **ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS:**

Descripción: Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos, pues estos últimos son causados por pavimentos inestables.

Los abultamientos, por otra parte, pueden ser causados por varios factores, que incluyen:

1. Levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento Pórtland con una sobrecarpeta de concreto asfáltico.
2. Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).
3. Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito (algunas veces denominado “tenting”).

Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento.

Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman “ondulaciones” (hinchamiento: swelling).

Niveles de severidad:

B: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.

A: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.

Medida:

Se miden en pies lineales (o metros lineales). Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, el daño se llama corrugación. Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta también se registra.

Opciones de reparación:

B: No se hace nada.

M: Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.

A: Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta.



Figura 6: Abultamientos y Hundimientos.

- **CORRUGACION:**

Descripción: La corrugación (también llamada “lavadero”) es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables. Si los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3.0 m de separación entre ellos, cualquiera sea la causa, el daño se denomina corrugación.

Niveles de severidad:

B: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana

severidad. A: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.

Medida:

Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada.

Opciones de reparación:

B: No se hace nada.

M: Reconstrucción. A:

Reconstrucción.



Figura 7: Corrugación.

• **DEPRESION:**

Descripción: Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un “baño de pájaros” (bird bath). En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada. Las depresiones son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta. Originan alguna rugosidad y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua pueden causar hidroplaneo. Los hundimientos a diferencia de las depresiones, son las caídas bruscas del nivel.

Niveles de severidad:

Máxima profundidad de la depresión: B:

13.0 a 25.0 mm.

M: 25.0 a 51.0 mm.

A: Más de 51.0 mm.

Medida:

Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) del área afectada.

Opciones de reparación:

B: No se hace nada.

M: Parcheo superficial, parcial o profundo.

A: Parcheo superficial, parcial o profundo.

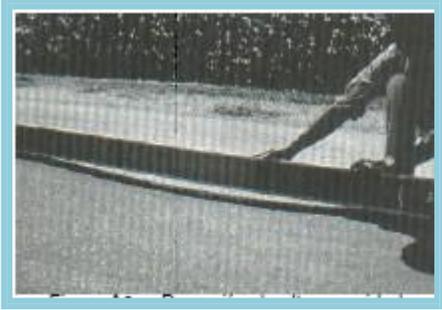


Figura 8: Depresión.

- **GRIETA DE BORDE:**

Descripción: Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60m del borde exterior del pavimento. Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la subrasante próximas al borde del pavimento. El área entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica de acuerdo con la forma como se agrieta (a veces tanto que los pedazos pueden removerse).

Niveles de severidad:

B: Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.

M: Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.

A: Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.

Medida:

La grieta de borde se mide en pies lineales (o metros lineales).

Opciones de reparación:

B: No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm.

M: Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo.

A: Parcheo parcial – profundo.



Figura 9: Grieta de borde.

- **GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA:**

Descripción: Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Pórtland. No incluye las grietas de reflexión de otros tipos de base (por ejemplo, estabilizadas con cemento o cal). Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento Pórtland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico. Este daño no está relacionado con las cargas; sin embargo, las cargas del tránsito pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta. Si el pavimento está fragmentado a lo largo de la grieta, se dice que aquella está descascarada. El conocimiento de las dimensiones de la losa subyacente a la superficie de concreto asfáltico ayuda a identificar estos daños.

Niveles de Severidad:

B: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm, o
2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.
3. Grieta rellena de cualquier ancho rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio. A: Existe una de las siguientes condiciones:
 1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad.
 2. Grietas sin relleno de más de 76.0 mm.
3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas (la grieta está severamente fracturada).

Medida:

La grieta de reflexión de junta se mide en pies lineales (o metros lineales). La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15.0 m puede tener 3.0 m de grietas de alta severidad; estas deben registrarse de forma separada. Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión este también debe registrarse.

Opciones de Reparación:

B: Sellado para anchos superiores a 3.00 mm.

M: Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.

A: Parcheo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta.



Figura 10: Grieta de reflexión de junta.

- **DESNIVEL CARRIL/BERMA:**

Descripción: El desnivel carril / berma es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento berma o la colocación de sobrecarpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma.

Niveles de severidad:

B: La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm.

M: La diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm.

A: La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm.

Medida:

El desnivel carril / berma se miden en pies lineales (o metros lineales).

Opciones de reparación:

L, M, H: Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.



Figura 11: Desnivel carril/berma.

- **GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES:**

Descripción: Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción y pueden ser causadas por:

1. Una junta de carril del pavimento pobremente construida.
2. Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al endurecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura.
3. Una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base, incluidas las grietas en losas de concreto de cemento Pórtland, pero no las juntas de pavimento de concreto.

Las grietas transversales se extienden a través del pavimento en ángulos aproximadamente rectos al eje del mismo o a la dirección de construcción. Usualmente, este tipo de grietas no está asociado con carga.

Niveles de Severidad:

B: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.
2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas.
3. Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas. A: Existe una de las siguientes condiciones:
 1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta.
 2. Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho.
 3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.

Medida:

Las grietas longitudinales y transversales se miden en pies lineales (ó metros lineales). La longitud y severidad de cada grieta debe registrarse después de su identificación. Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción de la grieta con un nivel de severidad diferente debe registrarse por separado. Si ocurren abultamientos o hundimientos en la grieta, estos deben registrarse.

Opciones de reparación:

B: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0

mm. M: Sellado de grietas.

A: Sellado de grietas. Parcheo parcial.



Figura 12: Grietas longitudinales y transversales.

- **PARCHEO Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS:**

Descripción: Un parche es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área parchada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento). Por lo general se encuentra alguna rugosidad está asociada con este daño.

Niveles de Severidad:

B: El parche está en buena condición buena y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.

M: El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.

A: El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.

Medida:

Los parches se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada.

Sin embargo, si un solo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben

medirse y registrarse de forma separada. Por ejemplo, un parche de 2.32 m² puede tener 0.9 m² de severidad media y 1.35 m² de baja severidad. Estas áreas deben registrarse separadamente. Ningún otro daño (por ejemplo, desprendimiento y agrietamiento) se registra dentro de un parche; aún si el material del parche se está desprendiendo o agrietando, el área se califica únicamente como parche. Si una cantidad importante de pavimento ha sido reemplazada, no se debe registrar como un parche sino como un nuevo pavimento (por ejemplo, la sustitución de una intersección completa).

Opciones de reparación:

B: No se hace nada.

M: No se hace nada. Sustitución del parche.

A: Sustitución del parche.



Figura 13: Parcheo y acometidas de servicios públicos.

• **PULIMENTO DE AGREGADOS:**

Descripción: Este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo. El

pulimento de agregados debe contarse cuando un examen revela que el agregado que se extiende sobre la superficie es degradable y que la superficie del mismo es suave al tacto. Este tipo de daño se indica cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha caído significativamente desde una evaluación previa.

Niveles de severidad.

No se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.

Medida:

Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimento de agregados.

Opciones de reparación:

L, M, H: No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta.



Figura 14: Pulimento de agregados.

• HUECOS:

Descripción: Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón.

Por lo general presentan bordes aguzados y lados verticales en cercanías de la zona superior.

El crecimiento de los huecos se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo. Los huecos se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento. La desintegración del pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o la subrasante, o porque se ha alcanzado una condición de piel de cocodrilo de severidad alta. Con frecuencia los huecos son daños asociados a la condición de la estructura y no deben confundirse con desprendimiento o meteorización. Cuando los huecos son producidos por piel de cocodrilo de alta severidad deben registrarse como huecos, no como meteorización.

Niveles de severidad:

Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos, de acuerdo con el Cuadro 13.1.i el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados (o metros cuadrados) y dividirla entre 5 pies² (0.47 m²) para hallar el número de huecos equivalentes. Si la profundidad es menor o igual que 25.0 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25.0 mm la severidad se considera como alta.

Cuadro 13.1. Niveles de Severidad para Huecos

Profundidad máxima del Hueco.	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
> 25.4 a 50.8 mm	L	M	H
>50.8 mm	M	M	H

Medida:

Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y registrándolos separadamente.

Opciones de reparación:

B: No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.

M: Parcheo parcial o profundo.

A: Parcheo profundo.



Figura 15: Huecos.

- **CRUCE DE VIA FERREA:**

Descripción: Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles.

Niveles de severidad:

B: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.

M: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad

media. A: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de

severidad alta.

Medida:

El área del cruce se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si el cruce no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse.

Cualquier abultamiento considerable causado por los rieles debe registrarse como parte del cruce.

Opciones de reparación:

B: No se hace nada.

M: Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del

cruce. A: Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.



Figura 16: Cruce de vía férrea.

• **AHUELLAMIENTO:**

Descripción: El ahuellamiento es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas. Puede presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento, pero, en muchos casos, éste sólo es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua. El Ahuellamiento se deriva de

una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento.

Niveles de severidad:

Profundidad media del ahuellamiento:

B: 6.0 a 13.0 mm.

M: >13.0 mm a 25.0 mm.

A: > 25.0 mm.

Medida:

El ahuellamiento se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella. La profundidad media del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su profundidad, y usando las medidas tomadas a lo largo de aquel para calcular su profundidad media. **Opciones de reparación:**

B: No se hace nada. Fresado y sobrecarpeta.

M: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y

sobrecarpeta. A: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado

y sobrecarpeta.

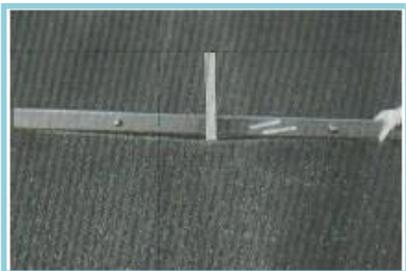


Figura 17: Ahuellamiento.

- **DESPLAZAMIENTO:**

Descripción: El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie. Normalmente, este daño sólo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (cutback o emulsión).

Los desplazamientos también ocurren cuando pavimentos de concreto asfáltico confinan pavimentos de concreto de cemento Pórtland. La longitud de los pavimentos de concreto de cemento Pórtland se incrementa causando el desplazamiento.

Niveles de severidad:

B: El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.

M: El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

A: El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Medida:

Los desplazamientos se miden en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Los desplazamientos que ocurren en parches se consideran para el inventario de daños como parches, no como un daño separado.

Opciones de reparación:

B: No se hace nada. Fresado.

M: Fresado. Parcheo parcial o profundo.

A: Fresado. Parcheo parcial o profundo.



Figura 18: Desplazamiento.

• **GRIETAS PARABOLICAS:**

Descripción: Las grietas parabólicas por deslizamiento (slippage) son grietas en forma de media luna creciente. Son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento. Usualmente, este daño ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura de pavimento. Este daño no tiene relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada.

Nivel de severidad:

B: Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm.
2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos

ajustados. A: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm.
2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.

Medida:

El área asociada con una grieta parabólica se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) y se califica según el nivel de severidad más alto presente en

la misma. **Opciones de reparación:**

B: No se hace nada. Parcheo parcial.

M: Parcheo parcial.

A: Parcheo parcial

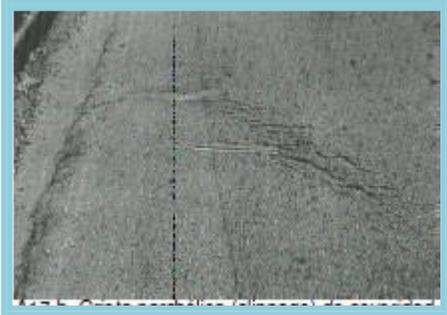


Figura 19: Grietas parabólicas.

- **HINCHAMIENTO:**

Descripción: El hinchamiento se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento – una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3.0

m. El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos.

Nivel de severidad:

B: El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.

M: El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

A: El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Medida:

El hinchamiento se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.

Opciones de reparación:

B: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reconstrucción.

A: Reconstrucción.



Figura 20: Hinchamiento.

- **METEORIZACION/DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS:**

Descripción: La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad.

Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento.

Niveles de severidad:

B: Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de

aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.

M: Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.

A: Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.

Medida:

La meteorización y el desprendimiento se miden en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.

Opciones de reparación:

B: No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.

M: Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.

A: Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción.

Para los niveles M y H, si el daño es localizado, por ejemplo, por derramamiento de aceite, se hace parcheo parcial.



Figura 21 Meteorización/desprendimiento de agregados

2.4 BASES EPISTEMICAS

DEFINICION

El pavimento se divide en componentes que a su vez son divididos en secciones. Cada sección es dividida en unidades de muestra. El tipo y grado de severidad de las fallas en el pavimento son establecidos mediante la inspección visual de las unidades de muestra. La cantidad de las fallas se mide según las tablas de muestreo tomadas en campo. La información sobre las fallas es utilizada para calcular el PCI de cada unidad de muestra. El PCI de la sección de pavimento se determina en base a los valores del PCI determinados para cada una de las unidades de muestra.¹¹

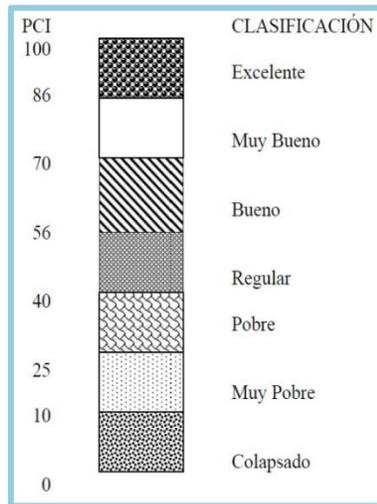


Figura 1. Escala de condición de pavimentos

SIGNIFICADO Y USO

El PCI es un indicador numérico que le da una calificación a las condiciones superficiales del pavimento. El PCI proporciona una medición de las condiciones actuales del pavimento basada en las fallas observadas en su superficie, indicando también su integridad estructural y condiciones operacionales (rugosidad

localizada y seguridad). El PCI no puede medir la capacidad estructural del pavimento, y tampoco proporciona determinación directa sobre el coeficiente de resistencia a la fricción (resistencia al resbalamiento) o la rugosidad general. Proporciona una base objetiva y racional para determinar las necesidades y prioridades de reparación y mantenimiento. Un monitoreo continuo del PCI es utilizado para establecer el ritmo de deterioro del pavimento, a partir del cual se identifican con la debida anticipación las necesidades de rehabilitación mayores. El PCI proporciona información sobre el rendimiento del pavimento para su validación o para incorporar mejoras en su diseño y procedimientos de mantenimiento.

HERRAMIENTAS

Hojas de datos, o cualquier sistema de almacenamiento de información en campo que permita registrar: fecha, ubicación, componente, sección, tamaño de la unidad de muestra, número y tamaño de losa, tipos de falla, grado de severidad, cantidades, y nombre del encargado de la inspección. Un ejemplo de hoja de datos para pavimentos asfálticos se muestra en la Figura 2.¹⁵

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.					
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA	
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO			
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)			
INSPECCIONADA POR		FECHA			
No.	Daño	No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo.	11	Parqueo.		
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.		
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.		
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.		
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.		
6	Depresión.	16	Desplazamiento.		
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)		
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.		
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.		
10	Grietas long y transversal.				
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Valor deducido

Figura 1. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.

Figura 2: Ejemplo de hoja para registro de información en inspecciones de Condición de pavimento flexible

TIPOS DE FALLAS EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE

La tecnología que se ha desarrollado para pavimentos, tiene como meta evitar deterioros y fallas. Se han logrado establecer relaciones de causa - efecto, para desarrollar normas de criterio de proyecto y conservación. En pavimentos, la palabra falla se utiliza tanto para verdaderos colapsos como deterioros simples. El concepto de deterioro o falla está asociado al nivel de servicio que depende de la exigencia del consumidor.

Una falla es algo que se aparta de lo que se consideró perfecto. Las fallas de los pavimentos pueden dividirse en tres grupos:

➤ **Falla por insuficiencia estructural**

Es una deficiencia del pavimento que ocasiona, de inmediato o posteriormente, una reducción en la capacidad de carga de éste. Las fallas por insuficiencia estructural se dan en pavimentos construidos con material inapropiado en cuanto a resistencia. Se pueden utilizar materiales con buena calidad pero espesores insuficientes. Esta falla se produce por la combinación de la resistencia al esfuerzo cortante de cada capa y sus espesores.

En su etapa más avanzada, la falla estructural se manifiesta en la obstrucción generalizada del pavimento, a la que se asocia precisamente el índice de servicio, no necesariamente implica una falla estructural inmediata, ya que lo primero es consecuencia de su incapacidad para soportar las cargas del proyecto.¹⁶

➤ **Falla por defectos constructivos**

Este tipo de falla se da en pavimentos bien proporcionados y con materiales

de buena calidad pero que en su construcción se cometieron errores, como son la baja compactación de la sub rasante, no cumplir con el espesor establecido, falta de afinidad del material pétreo, etc.

➤ **Falla por fatiga**

Pavimentos que originalmente estuvieron bien proporcionados y contruidos, con el paso del tiempo y la continua repetición de cargas sufren efectos de fatiga, degradación estructural, pérdida de resistencia y acumulan deformaciones.

Aparte de estos tres grupos, también se agrupan por su origen, es decir por el modo en que suceden y se manifiestan. Se separan en tres nuevos grupos que son: por fracturamiento, por deformación y por desintegración. Se relacionan con el efecto del tránsito, las características y estructuración del pavimento y el apoyo que proporciona la terracería.

Las fallas por insuficiencia estructural, defecto constructivo o fatiga pueden ser a fin de cuentas causadas por el fracturamiento, la deformación y la desintegración.¹⁷

➤ **Causas de fallas en pavimentos flexible**

Se presenta en forma resumida, las causas que originan fallas en los pavimentos flexibles que son atribuibles a los mismos y de los cuales se ha hecho una descripción según las distintas capas que lo forman.

• **En la Sub-Base**

- Mala calidad del material utilizado.
- Baja compactación.
- Falta de espesor.

- Contaminación con el material de las terracerías.
- Defectos de construcción o de acabados.

- **En la Base**

- Mala calidad del material utilizado.
- Baja compactación.
- Falta de espesor.
- Falta de afinidad del material pétreo con el asfalto de impregnación.
- Falta de limpieza o barrido de la superficie de base al momento de impregnar.
- Defectos de construcción o de acabado.
- Defecto de la base impregnada por exposición excesiva al tránsito y a los efectos del clima, antes de protegerla con la carpeta.

- **En las Carpetas de Riego**

- Mala calidad de los materiales pétreos o granulometría defectuosa de estos.
- Falta de afinidad de los materiales pétreos con el asfalto.
- Cantidad escasa de materiales pétreos.
- Materiales pétreos con exceso de humedad al momento de la aplicación.
- Tránsito sobre el riego de asfalto antes de cubrir con el pétreo.
- Tránsito demasiado pronto sobre el material pétreo aplicado, principalmente cuando los vehículos no circulan a velocidades bajas.
- Defectos de construcción de la carpeta (falta de rastreo, planchado o barrido de los materiales pétreos, traslapes incorrectos de los riegos, distribución no uniforme de los materiales, etc.)

- **En la Carpeta de Mezcla Asfáltica en el Lugar**

- Mala calidad en los materiales pétreos o defectuosos en su granulometría.

- Falta de afinidad del material pétreo con el asfalto.
- Exceso de asfalto en la mezcla.
- Escasez de asfalto en la mezcla.
- Materiales pétreos demasiado húmedos al momento de agregar el asfalto.
- Tipo de asfalto inadecuado en la mezcla, o mala calidad del producto utilizado.
- Contenido elevado de agua o de solventes en la mezcla, al momento de tender.
- Falta de uniformidad en la incorporación del asfalto en la mezcla.
- Baja compactación de la mezcla.
- Defectos de construcción en el tendido y de acabados.
- Baja resistencia de la mezcla.
- Defectos de construcción en el tendido y de acabados.
- Baja resistencia de la mezcla.
- Mezcla asfáltica muy permeable, sin proteger con algún tratamiento de sellado.
- Rigidez relativamente alta de la carpeta.
- **En la Carpeta de Mezcla Asfáltica en el Caliente**
 - Mala calidad en los materiales utilizados o defectos en su granulometría.
 - Falta de afinidad del material pétreo con el asfalto.
 - Exceso de asfalto en la mezcla.
 - Escasez de asfalto en la mezcla.
 - Tipo de asfalto inadecuado en la mezcla, o mala calidad del producto utilizado.
 - Temperatura baja del asfalto o del material al elaborar la mezcla.
 - Temperatura excesiva de calentamiento del cemento asfáltico y del material pétreo al elaborar la mezcla.
 - Defectos de tendido o de acabado de la mezcla.

- Mezcla relativamente fría al tender o al compactar.
 - Baja compactación de la mezcla.
 - Espesor escaso de la capa.
 - Baja estabilidad de la mezcla.
 - Mezcla asfáltica muy permeable, sin proteger con algún tratamiento de sellado.
 - Rigidez relativamente alta de la carpeta.
- **En el Riego de impregnación**
 - Tipo inadecuado de asfalto o mala calidad del producto.
 - Cantidad excesiva de asfalto.
 - Cantidad escasa de asfalto.
 - Tránsito demasiado pronto sobre el riego de asfalto.
 - Asfalto frío (viscosidad alta) que impide su penetración en la base.
 - Defectos en la aplicación del asfalto(atribuibles a la petrolizadora o al operador)
 - Exceso de arena de “poreo”, cuando este se usa.
- **En los riegos de Liga**
 - Tipo inadecuado de asfalto o mala calidad del producto.
 - Cantidad excesiva de asfalto.
 - Cantidad escasa de asfalto.
 - Asfalto muy frío, o que ha perdido su poder de aglutinación, al momento de extender la carpeta (de mezcla en el lugar), o cubrirse con los materiales pétreos (carpeta de riego).
 - Defectos en la aplicación del asfalto (atribuibles a la petrolizadora o al operador).
- **En el riego de sello**
 - Mala calidad de los materiales pétreos utilizados o a defectos en su

granulometría.

- Falta de afinidad del material pétreo con el asfalto.
- Exceso o escasez del material pétreo o del asfalto.
- Asfalto inadecuado o mala calidad del producto.
- Materiales pétreos demasiado húmedos al momento de aplicación.
- Tránsito sobre el riego de asfalto, antes de cubrir con el pétreo.
- Asfalto muy frío o que ha perdido su poder de aglutinación, al momento de cubrirlo con el material pétreo.
- Defectos de la aplicación del asfalto (atribuibles a la petrolizadora o al operador).
- Tránsito demasiado pronto sobre el material pétreo aplicado, principalmente cuando los vehículos no circulan a bajas velocidades.
- Defectos de construcción (distribución no uniforme del material pétreo, falta de rastreo, planchado o barrido del material, traslapes incorrectos de los riegos, etc.).
- Efecto del tránsito pesado en zonas sub-diseñadas o deficientemente construidas del pavimento.
- Paso del tránsito de vehículos o del equipo de construcción sobre la carpeta recién tendida, o sin la debida compactación.

➤ **Fallas comunes en los pavimentos**

Existen distintas fallas comunes en los pavimentos, entre ellas, se encuentra el agrietamiento en “piel de cocodrilo”, deformación permanente en la superficie del pavimento, fallas por cortante, agrietamiento longitudinal, consolidación del terreno de cimentación.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

- **Tipo:**

La investigación es de tipo aplicada ya que se aplica en la solución del problema para el mejoramiento y rehabilitación de la vía.

- **Nivel:**

El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno.

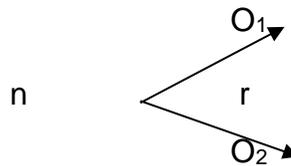
El tipo de nivel de la investigación es: Descriptivo.

3.2 DISEÑO Y ESQUEMA DE LA INVESTIGACIÓN

La representación simbólica del estudio es la siguiente:

El presente estudio se adapta a la tipología de diseño no experimental, transversal. Es no experimental porque no existe manipulación activa de alguna variable y es transversal porque³⁷ “implica la obtención de datos en un momento específico”; es decir se observa las variables tal y como se dan en su contexto presente.

El esquema correspondiente a este diseño es:



Dónde:

n : Muestra en la que se realizó el estudio.

O₁ : Observación realizada a la variable **ESTADO SITUACIONAL DEL PAVIMENTO**

r : Relación

• O₂ : Observación realizada a la variable

METODO DE INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS

Lo que describe que luego de haber hecho el cálculo y la selección de la muestra

(n), se visitó las municipalidades, empresas o personas y se aplicaron las encuestas o instrumentos (O), considerando, de manera proporcional, el número de sujetos que correspondían a cada entidad, como se trata de un estudio correlacional la medición u observación de las variables: "X" (Estado situacional del pavimento) y "Y" (Metodo de indice de condicion de pavimentos) se realizó en el mismo momento para cada sujeto en estudio, de tal manera que se pudo calcular la relación entre éstas (r).

3.4 POBLACION Y MUESTRA:

✓ Población:

Es cualquier conjunto de unidades o elementos como personas, municipios, empresas, etc. claramente definido para el cual se calculan las estimaciones o se busca la información. Como es imposible obtener datos de toda la población es conveniente extraer una muestra, que sea representativa"

En el estudio realizado de encuentra la siguiente población:

Sistema vial de la ciudad de Huanuco.

✓ Muestra:

Es el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en la totalidad de una población universo o colectivo partiendo de la observación de una fracción de la población considerada La muestra en el estudio realizado es:

Pavimento flexible de la Vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba.

3.5 DEFINICIÓN OPERATIVA DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

Se adaptará un instrumento "APEIM" para medir el Estado situacional del pavimento.

- Para medir la variable Metodo de indice de condicion de pavimentos se empleará El Test de Cronbach que tiene una confiabilidad de 0,70 a 0,80 en la técnica de división por mitades, y en el índice de Cronbach 0,79 a 0,92 y para la validez en el índice de correlación con otras escalas como liker.

3.6 TÉCNICAS DE RECOPIACIÓN DE DATOS:

✓ Hojas de datos, o cualquier sistema de almacenamiento de información en campo que permita registrar: fecha, ubicación, componente, sección, tamaño de la unidad de muestra, número y tamaño de losa, tipos de falla, grado de severidad, cantidades, y nombre del encargado de la inspección.

✓ Imágenes Fotográficas.

✓ Planos.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. RESULTADOS

Determinación y ubicación del área de estudio,

- Determinación de la cantidad de pavimento existente en la Pavimento flexible de la Vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba.
- Establecer el nivel de vulnerabilidad de las viviendas ante el fenómeno como del niño.
- Establecimiento del mantenimiento correctivo a indicar para elevar el nivel de seguridad de la población que radica en la Vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba.
- Establecimiento del mantenimiento correctivo a indicar para elevar el nivel de seguridad de la población que circula por las avenidas/calles de la Vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba.

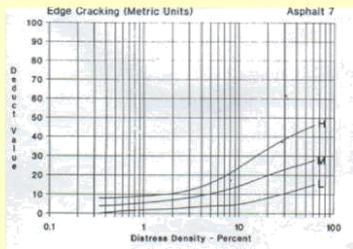
Realización de los siguientes Cuadros Estadísticos:

- Cuadro del ámbito de la investigación
- Cuadros estadísticos de las Patologías existentes
- Cuadros del estado en que se encuentran la estructura de los pavimentos en la via de ingreso a la ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba en relación a la vulnerabilidad y seguridad de vías.

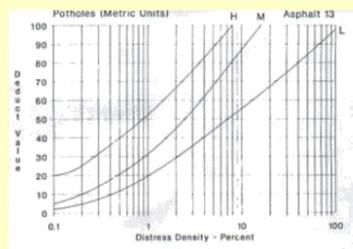
**PAVIMENTACION
FLEXIBLE DE LA VIA
DE INGRESO A LA
CIUDAD DE
HUANUCO-
AEROPUERTO-
CHURUBAMBA**

**PATOLOGIAS DEL PAVIMENTO
CHURUBAMBA-AEROPUERTO**

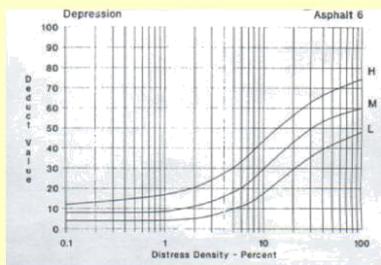
GRIETAS DE BORDE



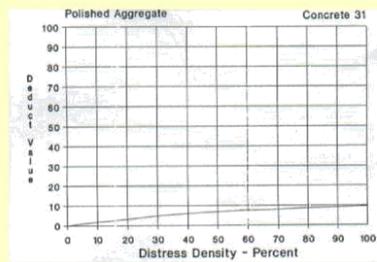
HUECOS



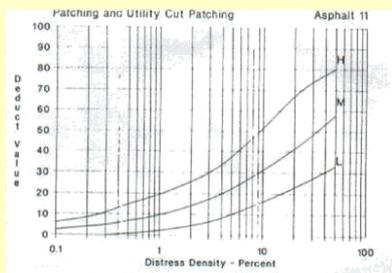
DEPRESION



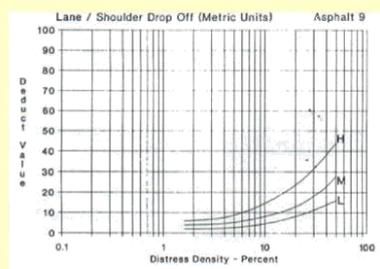
PULIMIENTO DE AGREGADOS



PARCHEO Y ACOMETIDAS DE SS PP



DESNIVEL CARRIL BERMA



CALCULO DEL VRC AEROPUERTO CHURUBAMB A

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR)$$

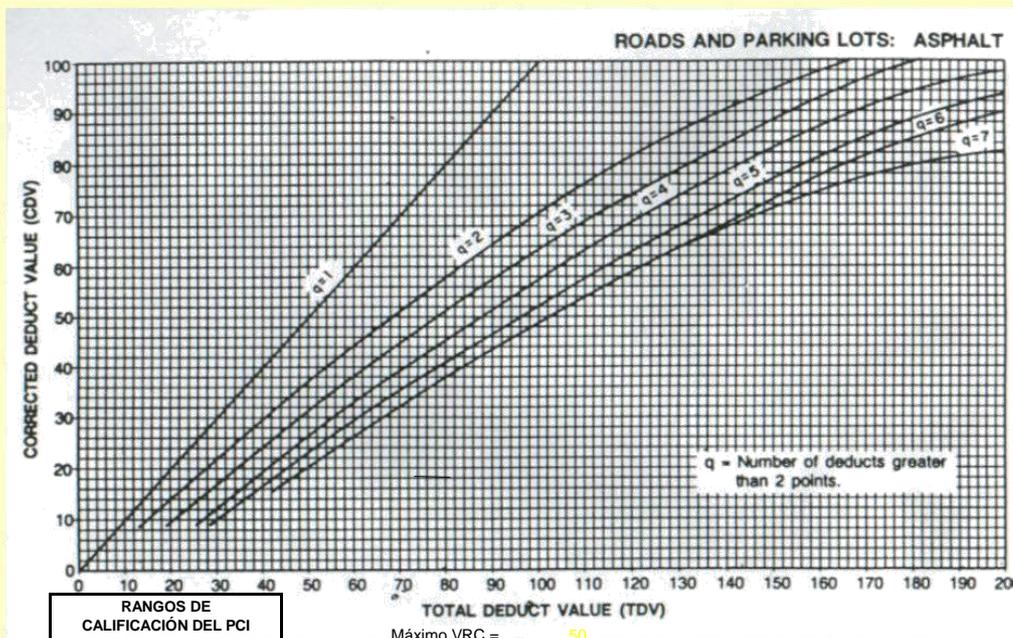
Donde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAR = Valor individual mas alto de VR

$$M = 7.44$$

V#	VALOR DE REDUCCION													TOTAL	q	VRC
	32	13	6	3	3	2	2	2	2	0	0	0	0			
1	32	13	6	3	3	2	2	2	2	0	0	0	0	63	3	38
2	32	13	5	3	3	2	2	2	2	0	0	0	0	62	2	43
3	32	5	5	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	50	1	50



RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI	
Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Máximo VRC = 50

PCI = 100 - Máximo VRC

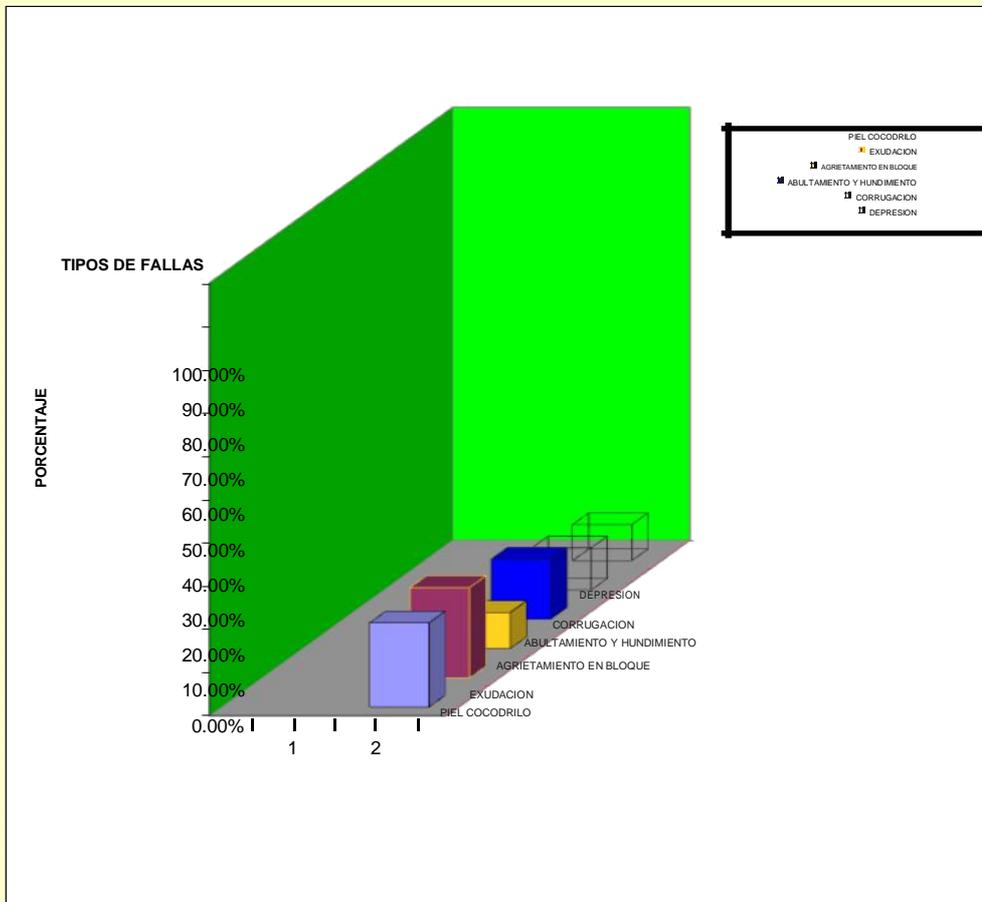
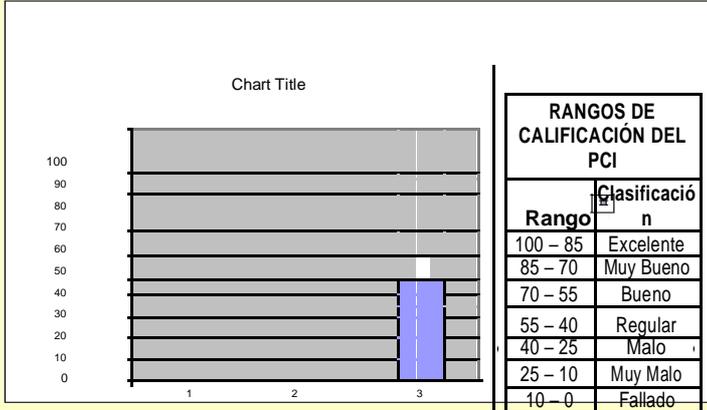
↑ PCI = 100 - 50 = 50

Clasificación = **REGULAR**

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO

50

	Acumulado	Real
PIEL COCODRILO	19.44%	24.14
EXUDACION	20.83%	25.86
AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8.33%	10.34
ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	13.89%	17.24
CORRUGACION	9.72%	12.07
DEPRESION	8.33%	10.34
	80.56%	100.00



**Av. PRINCIPAL
HUANUCO-
AEROPUERTO**

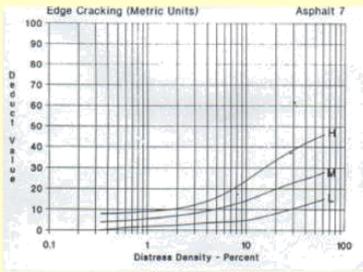
PATOLOGIAS DEL PAVIMENTO

Distrito de Churubamba

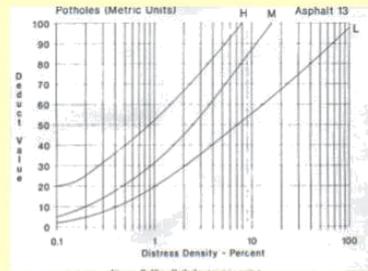
AVENIDA

AV. PRINCIPAL

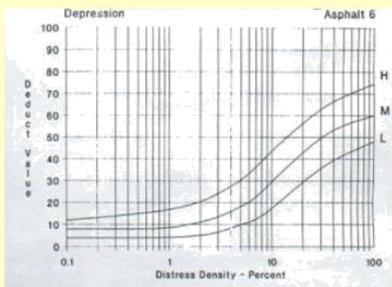
GRIETAS DE BORDE



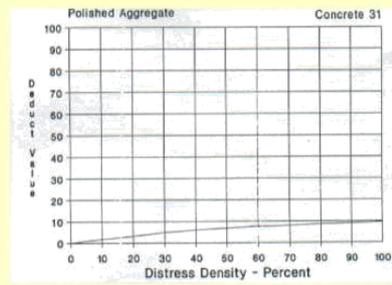
HUECOS



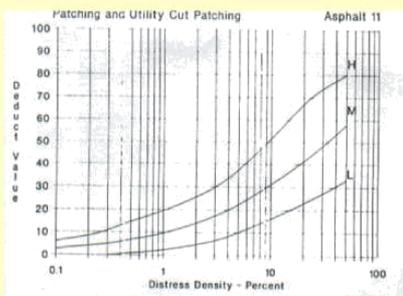
DEPRESION



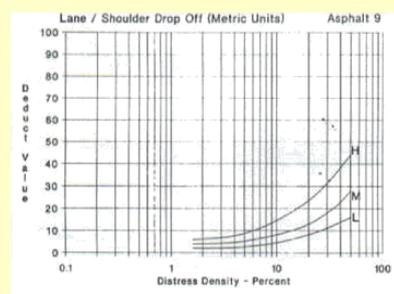
PULIMIENTO DE AGREGADOS



PARCHEO Y ACOMETIDAS DE SS PP



DESNIVEL CARRIL BERMA



CALCULO DEL VRC

AVENIDA AV PRINCIPAL

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR)$$

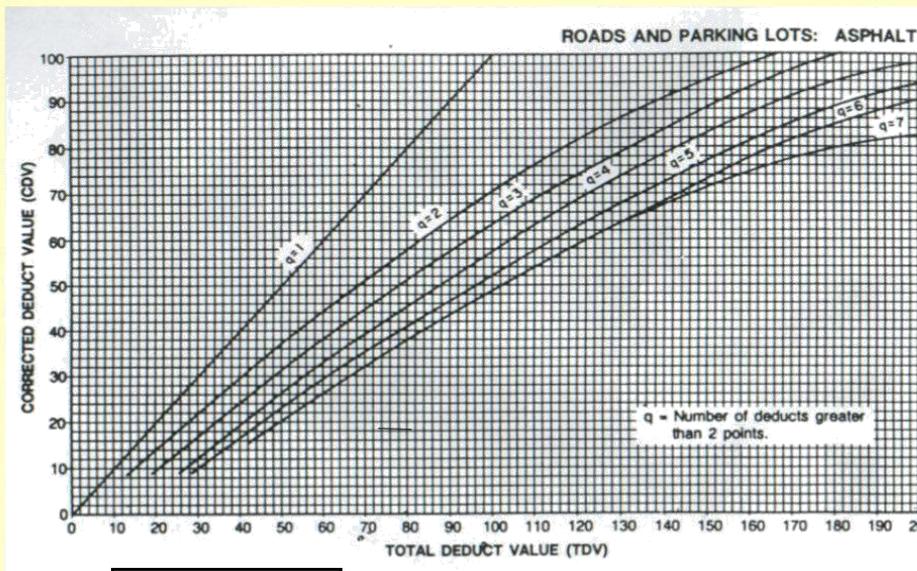
Donde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAR = Valor individual mas alto de VR

$$M = 7.44$$

#	VALOR DE REDUCCION												TOTAL	q	VRC				
v1	32	43	6	8	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	3	38
v2	32	13	5	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	2	43
v3	32	5	5	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	1	50



Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Máximo VRC = 50

PCI = 100 - Máximo VRC

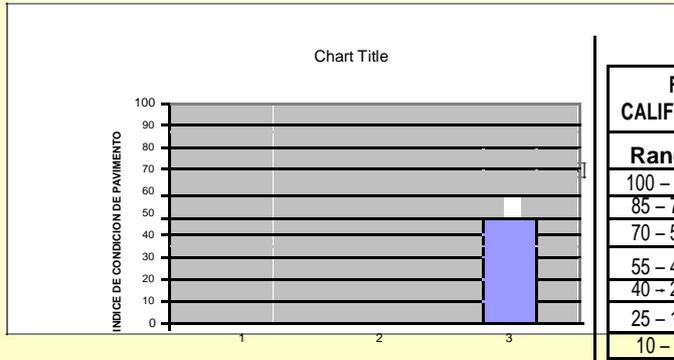
PCI = 100 - 50 = 50

Clasificación = **REGULAR**

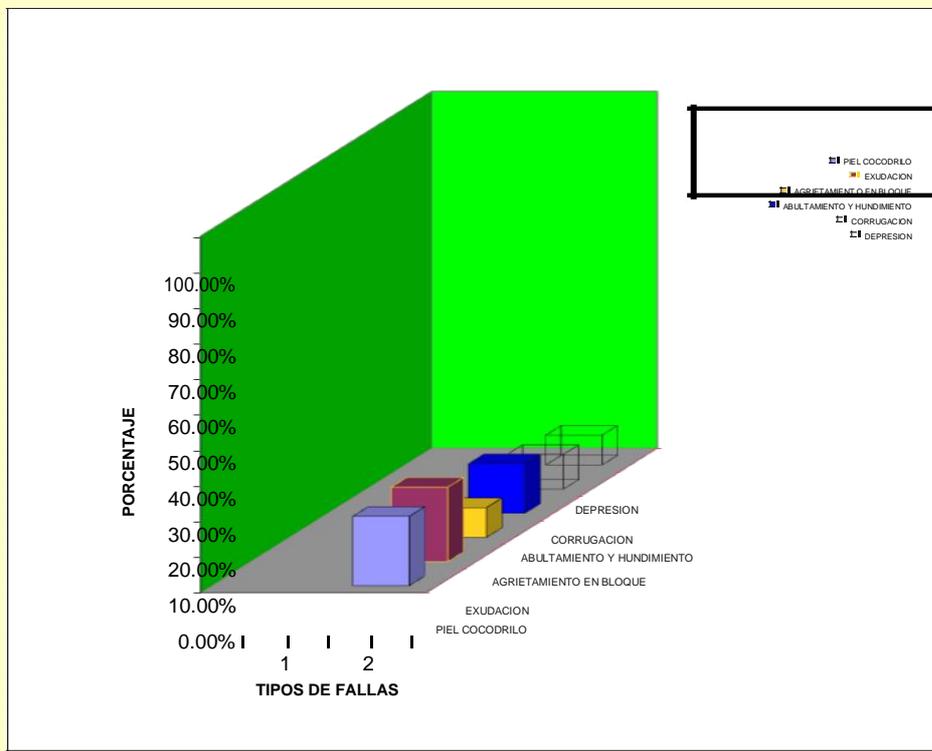
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO

50

	Acumulado	Real
PIEL COCODRILO	19.44%	24.14
EXUDACION	20.83%	25.86
AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8.33%	10.34
ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	13.89%	17.24
CORRUGACION	9.72%	12.07
DEPRESION	8.33%	10.34
	80.56%	100.00



RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI	
Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado



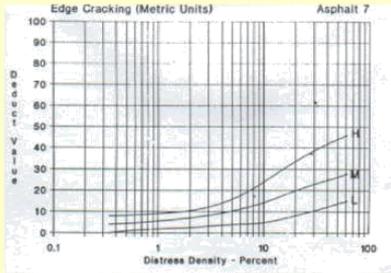
**PAVIMENTACION
AEROPUERTO
CHURUBAMBA**

PATOLOGIAS DEL PAVIMENTO
Distrito de Churubamba

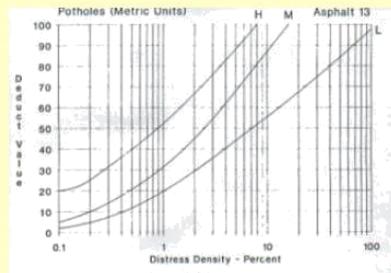
AVENIDA

PRINCIPAL

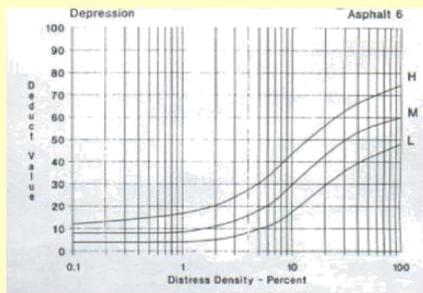
GRIETAS DE BORDE



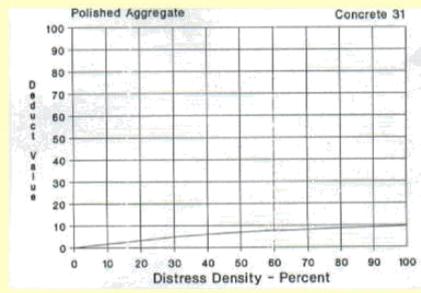
HUECOS



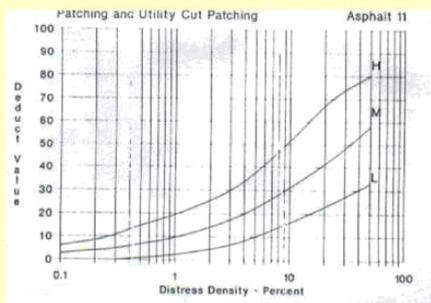
DEPRESION



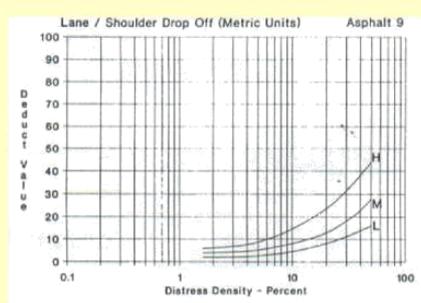
PULIMIENTO DE AGREGADOS



PARCHEO Y ACOMETIDAS DE SS PP



DESNIVEL CARRIL BERMA



CALCULO DEL VRC

AVENIDA PRINCIPAL

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

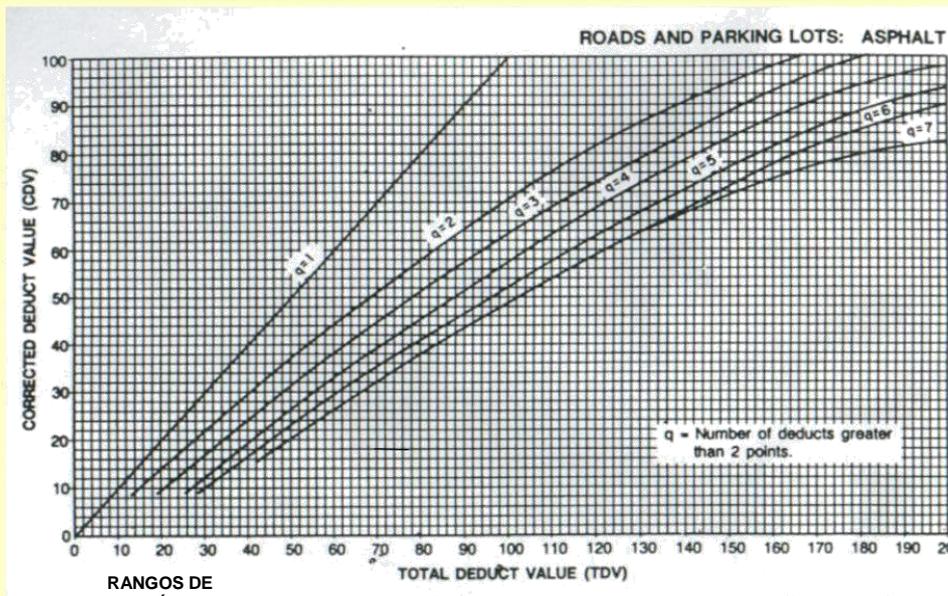
$$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR)$$

Donde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10). VAR = Valor individual mas alto de VR

$$M = 7.44$$

#	VALOR DE REDUCCION											TOTAL	q	VRC
1	32	13	6	3	3	2	0	0	0	0	0	59	3	38
2	32	13	5	3	3	2	0	0	0	0	0	58	2	43
3	32	5	5	3	3	2	0	0	0	0	0	50	1	50



RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Máximo VRC = 0

PCI = 100 – Máximo VRC

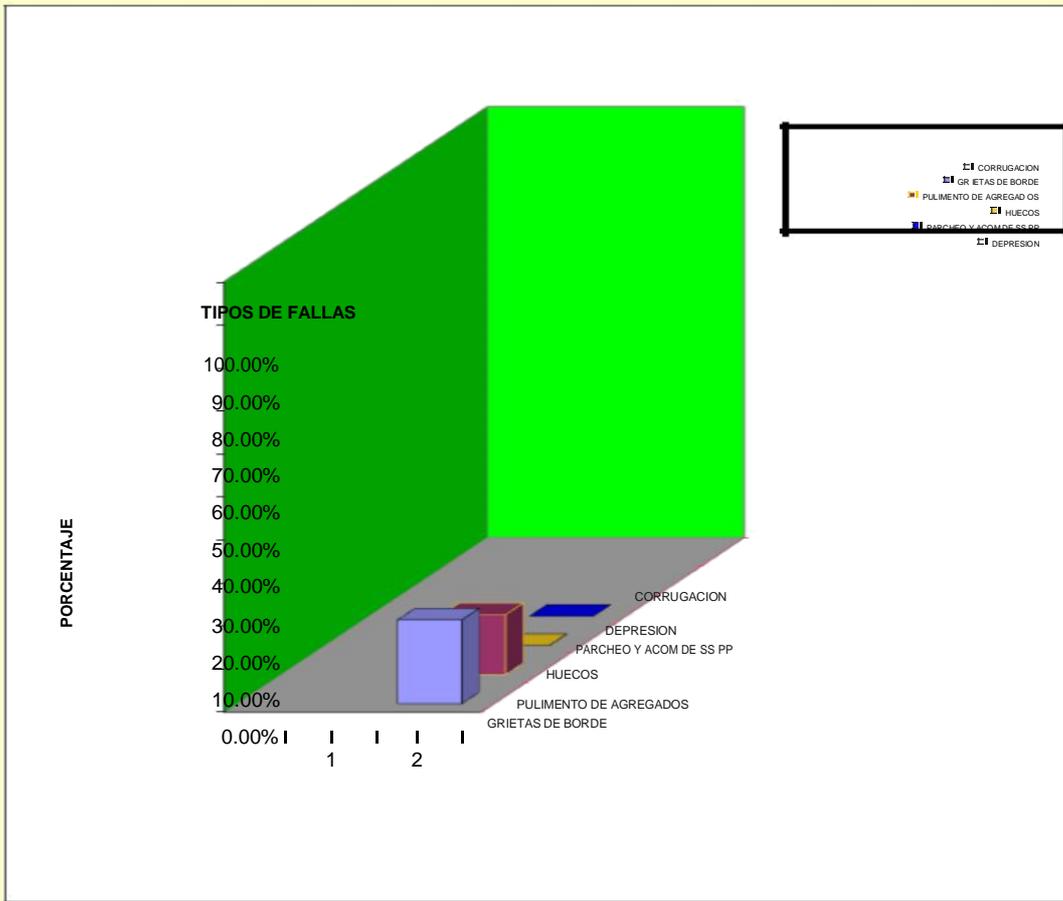
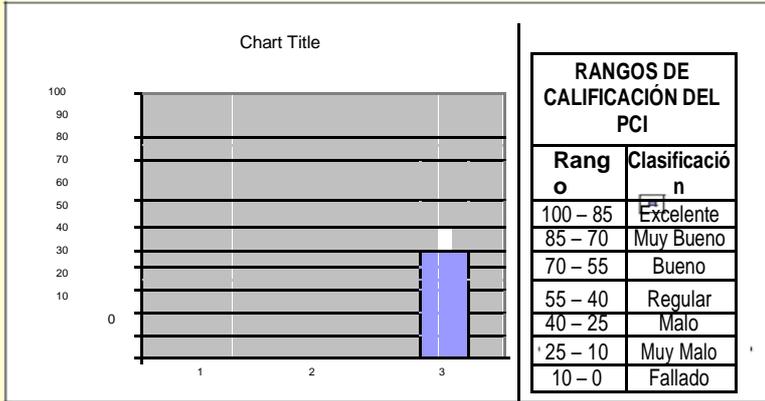
PCI = 100 – 50 = 50

Clasificación = **REGULAR**

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO

50

	Acumulado	Real
GRIETAS DE BORDE	19.44%	58.3333333
PULIMENTO DE AGREGADOS	13.89%	41.6666667
HUECOS	0.00%	0
PARCHEO Y ACOM DE SS PP	0.00%	0
DEPRESION		
CORRUGACION	33.33%	100.00%

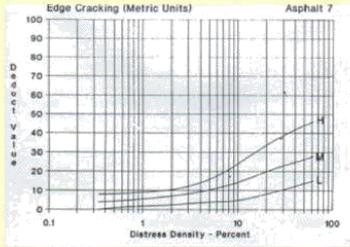


PATOLOGIAS DEL PAVIMENTO
Distrito de Churubamba

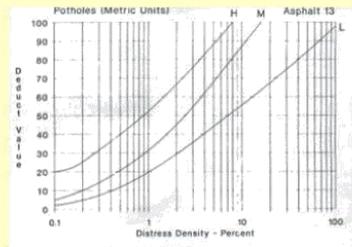
AVENIDA

AV PRINCIPAL

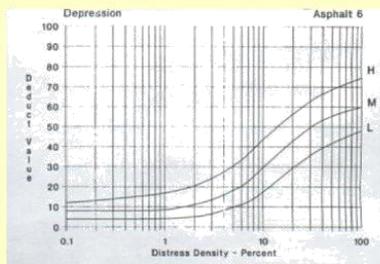
GRIETAS DE BORDE



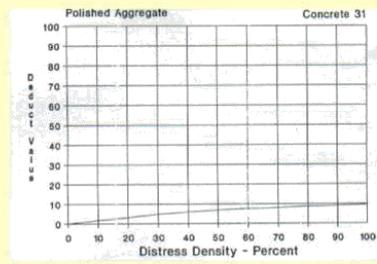
HUECOS



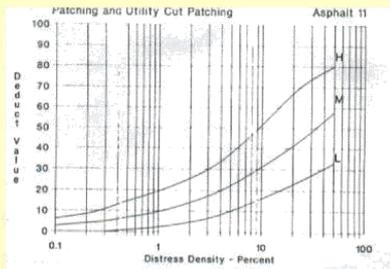
DEPRESION



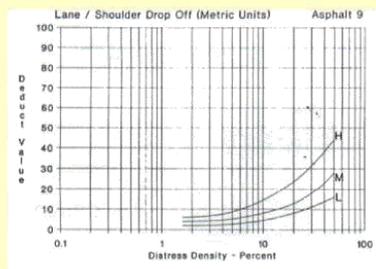
PULIMIENTO DE AGREGADOS



PARCHEO Y ACOMETIDAS DE SS PP



DESNIVEL CARRIL BERMA



CALCULO DEL VRC

AVENIDA PRINCIPAL

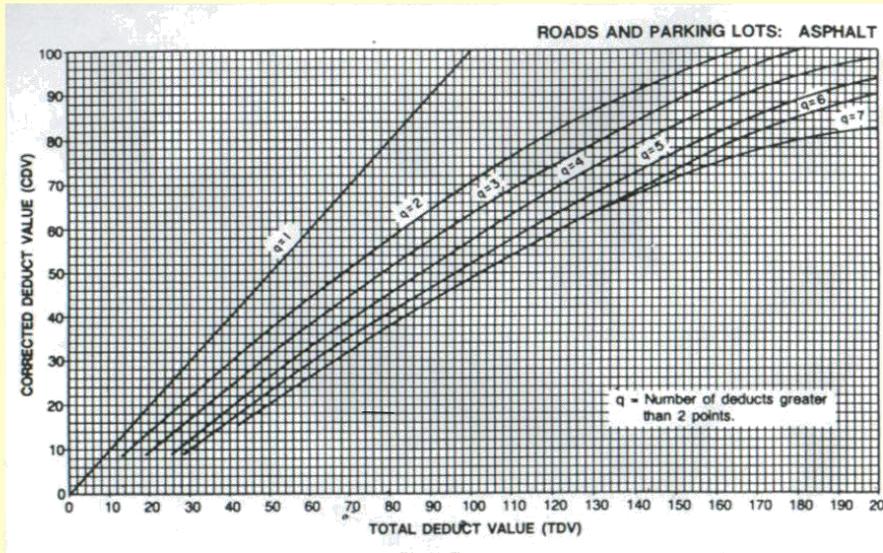
DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR)$$

Donde:
 m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).
 VAR = Valor individual mas alto de VR

$$M = 7.44$$

#	VALOR DE REDUCCION												TOTAL	q	VRC					
1	32	13	6	3	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61	3	38
2	32	13	5	3	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	2	43
3	32	5	5	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	1	50



Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Máximo VRC = 50

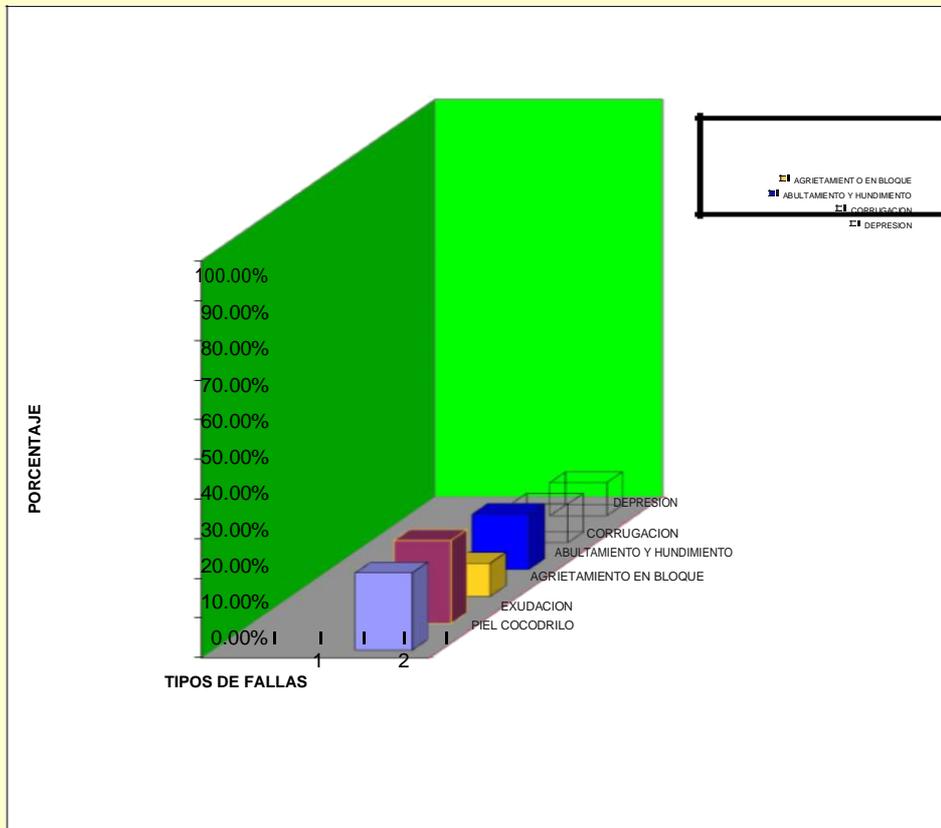
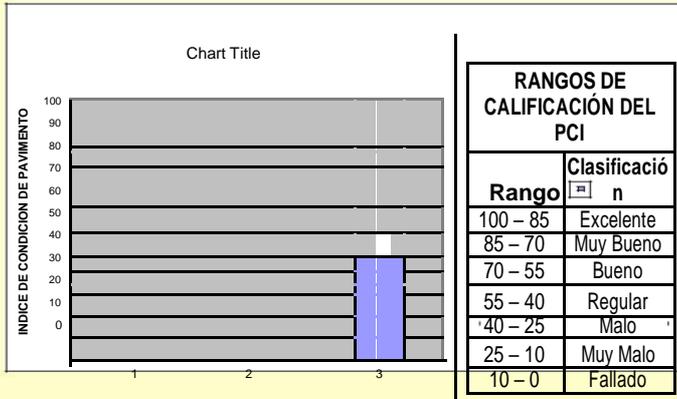
PCI = 100 – Máximo VRC

PCI = 100 – 50 = 50

Clasificación = **REGULAR**

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO 50

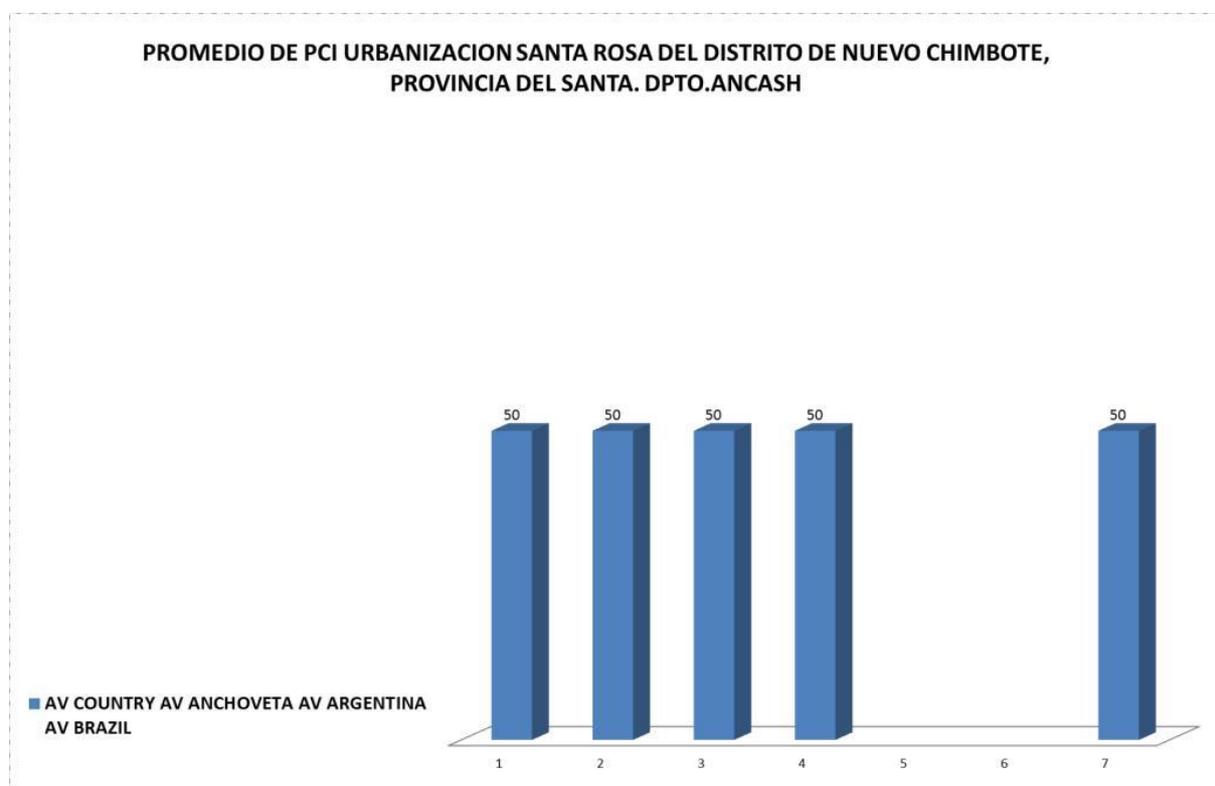
	Acumulado	Real
PIEL COCODRILO	19.44%	24.14
EXUDACION	20.83%	25.86
AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8.33%	10.34
ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	13.89%	17.24
CORRUGACION	9.72%	12.07
DEPRESION	8.33%	10.34
	80.56%	100.00



PAVIMENTACION

AV. PRINCIPAL

PROMEDIO DE PCI DEL DISTRITO DE CHURUBAMBA			
DISTRITO	LUGAR	NUMERO DE BLOQUES	PCI
Distrito de Churubamba	AV PRINCIPAL	7	50
Distrito de CHURUBAMBA			50



CAPITULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

5.1 CONTRASTACION DE LOS RESULTADOS

Los pavimentos, por las formas en que se transmiten las cargas a la subrasante pueden ser pavimentos flexibles, pavimentos rígidos y pavimentos mixtos.

En el periodo de vida de los pavimentos flexibles se presentan problemas de fallas, los cuales pueden ser: asentamientos diferenciales, deformaciones plásticas, factores climáticos, la intensidad del tránsito circulante, sus deformaciones, las condiciones de drenaje y sub-drenaje, etc. El pavimento requiere de conservación y mantenimiento, eficiente, rápida y económica.

Dado la necesidad de lograr que nuestras construcciones en el Distrito de Churubamba se desarrollen con la calidad correspondiente, es necesario evaluar el estado de las construcciones actuales de los pavimentos, y la determinación del número de avenidas afectadas por alguna patología del asfalto, concreto y conociendo cual es la patología que tiene mayor incidencia en los pavimentos, es que podremos evaluar y proponer las recomendaciones.

Los problemas de naturaleza como sismos, lluvias, rápida expansión del tráfico, falta de mantenimiento y conservación, deficiencia en sus construcciones, nos hacen reflexionar sobre la necesidad de evaluar las construcciones de pavimentos en el distrito.

En este sentido el presente trabajo se desarrollará aplicando la metodología del PCI (Índice de Condición de Pavimento), para determinar un valor (de 0 a 100), el mismo que indicará su estado. La metodología de trabajo será del tipo evaluativo visual y a través de un formato de evaluación.

En este trabajo se analizara la Causa del Daño, Severidad del mismo y Cantidad o Densidad del mismo, por las avenidas materia del presente informe.

En la presente investigación se logró la evaluación de los pavimentos de la Vía de Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba.

Mediante el método utilizado PCI, se logró determinar el índice de condición de pavimento PCI = 50 lo cual nos permite aseverar que tienen un estado REGULAR en un sentido genérico dado que es un promedio, es decir que el 50% de los pavimentos en estudio están en un nivel regular y el 30 % en un nivel de bueno y el otro 10 % bueno, implicando con ello la importancia de resaltar el cambio de las estructuras de pavimento que se debe desarrollar en esta áreas del pavimento, por parte de las autoridades locales, dado que la edad de las plataformas promedia los 6 años aunque el 60 % tiene + de 25 años.

Los pavimentos, de la via de ingreso a la ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba, tienen mayor incidencia en la patología de huecos o baches, fisuras diagonales, y piel de cocodrilo, podemos observar que solo una de ellas se encuentra en un nivel de 50 equivalente a regular, de tal manera que 8 de las 10 paños de muestras en estudio depende también del proceso constructivo que se ha realizado en estas plataformas que como lo dijimos anteriormente depende de un buen mantenimiento preventivo.

5.2 CONTRASTACION DE LA HIPOTESIS

Esta investigación ha concluido con los objetivos establecidos los cuales son:

- Determinar el tipo de patologías de concreto que existen en las estructuras del pavimento asfáltico en las vías de ingreso a la ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba.

- Determinar el Índice de Condición de Pavimento de las vías de ingreso a la ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba.
- Determinar el índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie de los pavimentos de las vías de ingreso a la ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba.

Como podemos observar la importancia del análisis de campo es vital para poder entender como es el mecanismo de la investigación aplicando el método Deductivo y esto nos genera mayores capacidades para una mejor evaluación de las obras civiles en función a los hechos que se ven, además de los hechos que no se reflejan los cuales serán estudiados con el método analítico u otro que se requiera.

CONCLUSIONES

-

- 1.- El nivel de incidencia de las patologías del concreto asfáltico en los Pavimentos de las vías de ingreso a la ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba son Hundimientos, Grietas diagonales - Lineales, Baches, pulimento de agregados, piel de cocodrilo.
- 2.- El índice promedio de condición de pavimento, en las vías de ingreso a la ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba es 50 y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se concluye que su estado de conservación es REGULAR.
- 3.- Se concluye que los pavimentos en las vías de ingreso a la ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba tiene un PCI de 50 esta en estado de Bueno.
- 4.- Las muestras en estudio depende también del proceso constructivo que se ha realizado en estas plataformas que como lo dijimos anteriormente depende de un buen mantenimiento preventivo.
- 5.- Los problemas de naturaleza como sismos, lluvias, rápida expansión del tráfico, falta de mantenimiento y conservación, deficiencia en sus construcciones, nos hacen reflexionar sobre la necesidad de evaluar las construcciones de pavimentos en el distrito de Churubamba.

RECOMENDACIONES

- 1.-La información requerida y presentada en este proyecto será factible su realización ya que es exclusivamente obtenida en la mismo estudio, que se constituirá nuestra fuente directa del enriquecimiento para proponer mejores cambios que permitan alcanzar las metas propuestas asimismo los recursos que se requieren para la evaluación están al alcance del investigador.
- 2.- En este trabajo se analizara la Causa del Daño, Severidad del mismo y Cantidad o Densidad del mismo, por las avenidas materia del presente informe.
- 3.- Las muestras en estudio depende también del proceso constructivo que se ha realizado en estas plataformas que como lo dijimos anteriormente depende de un buen mantenimiento preventivo.
- 4.- Los pavimentos asfálticos o flexibles al presentar una serie de fallas cuya prevención y/o corrección es abordada por operaciones de mantenimiento, las que suelen agruparse en tres categorías: operaciones rutinarias; operaciones periódicas y operaciones de restauración de esta manera el grado de colapso de la estructura vial.
- 5.- Dado la necesidad de lograr que nuestras construcciones en el Distrito de Churubamba se desarrollen con la calidad correspondiente, es necesario evaluar el estado de las construcciones actuales de los pavimentos, y la determinación del numero de avenidas afectadas por alguna patología del asfalto, concreto y conociendo cual es la patología que tiene mayor incidencia en los pavimentos, es que podremos evaluar y proponer las recomendaciones.

Bibliografía

1. Montejo Fonseca Al. Ingenieria de Pavimentos para carretera Colombia:

- Universidad Católica de Colombia; 2006.
2. ING. EDUARDO MBA LOZANO IRTG. Diagnóstico de vía existente y diseño de pavimento flexible mediante parámetros obtenidos del estudio en Fase I de la Vía acceso al Barrio Ciudadela del Café-Vía La Badea Colombia: Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales Facultad de Ingeniería y Arquitectura especialización en Vías y Transportes; 2005.
 3. VARELA IELRV. Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras Colombia: Universidad nacional de Colombia; 2002.
 4. Norma ASTM 5340-98. Método de Evaluación del PCI Colombia: Universidad nacional de Colombia; 2004.
 5. BETANZO QUEZADA EYZPR. El Mantenimiento de Pavimentos en Vialidades Urbanas: El caso de la Zona Metropolitana de Querétaro (México) México: revista Académica de la FI-UADY; 2008.
 6. SAÉZ ALVÁN LDP. Mantenimientos de Pavimentos flexibles de Aeropuertos Mediante Arboles de decisión para la Indagación de Estrategias de Mantenimiento. Santa Cruz de la Sierra – Bolivia: MANPAV; 2002.
 7. DEL AGUILA PM. Proyecto de Rehabilitación de la Carretera Central, Sector Huayre-Huánuco, Estudio de Evaluación de la Rugosidad. Lima: El CA- HOB Ingenieros Consultores; 1993.
 8. SMITH BAD. Manual de Identificación, Clasificación y Tratamientos de Fallas en pavimentos Urbanos. Distritos de Lima y Callao Lima: Estudios de Transporte Urbano de la Municipalidad Metropolitana de Lima; 1999.
 9. S.A.C. PVISACP. Informe Técnico de Mecánica de Suelos Tratamiento Paisajístico y Drenaje Pluvial del ingreso a la Ciudad Chupaca Peru: El CA- HOB Ingenieros Consultores; 1999.
 10. DEL AGUILA PM. Proyecto de Rehabilitación de la Carretera Central, Sector Huayre-Huánuco, Estudio de Evaluación de la Rugosidad Peru: Asociación El CA- HOB Ingenieros Consultores; 1993.
 11. PALPA-VALENCIA. Informe Técnico de Mecánica de Suelos Tratamiento Paisajístico y Drenaje Pluvial del ingreso a la Ciudad Chupaca Peru: INGENIEROS S.A.C PAVING° S.A.C.; 2011.
 12. COMUNICACIONES MDTY. Manual de Diseño Geométrico para Carreteras DG-2001. 1st ed. Peru: Segunda; 2001.
 13. CHÁVEZ LOAIZA V. Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas- 2005-VCHI Peru: Instituto de la Construcción y Gerencia; 2005.
 14. ROBERTO HERNANDEZ SAMPIERI CF–PBL. Metodología de la Investigación Peru: Mc Graw Hill; 2006.
 15. BARAY HLA. Introducción a la Metodología de la Investigación México: Edición Electrónica; 2006.

**ANEXO 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA**

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO SITUACIONAL DE LA VIA: HUANUCO-AEROPUERTO-CHURUBAMBA POR EL MÉTODO: ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS PERIODO 2013-2014

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>Problema Principal ¿Cuál es el Diagnostico del Estado Situacional De La Vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba?</p> <p>Problemas Específicos ¿Cuál es la calidad de desempeño de la vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba? ¿Cuál es el deterioro físico de la vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba? ¿Cuáles son las alternativas de solución al estado situacional de la vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba? ¿Qué nivel de servicio nos da el estado situacional de la vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba? ¿El mantenimiento intensivo mejora la condición del pavimento de la vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba?</p>	<p>Objetivo Principal Identificar en qué estado situacional se encuentra la vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba por el método PCI (índice de condición de pavimentos) haciendo un diagnóstico definitivo.</p> <p>Objetivos Específicos Verificar la calidad de desempeño de la vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba. Determinar el deterioro físico (fallas de los pavimentos: grietas, deformación, envejecimiento, etc.), de la vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba. Identificar las alternativas de solución del estado situacional de la vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba.</p>	<p>Hipótesis Principal La condición actual de la vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba, se encuentra deteriorada mostrando fallas en todo el tramo a causa de un mal diseño estructural, o culminado el tiempo de vida útil.</p> <p>Hipótesis Específicas La calidad de desempeño de la vía son las fallas localizadas en el recorrido que alteran la servicialidad de la vía. Se clasificará los tipos de fallas en función a los valores del método PCI. El deterioro físico de las vía se deben a las fallas encontradas en el pavimento. La Alternativa de solución para el estado situacional de la vía es la realización de un mantenimiento intensivo. El nivel de servicio que nos da el estado situacional de la vía es regular. El mantenimiento mejorara la condición del pavimento de la vía, otorgando un buen nivel de servicio.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTES: X1= ESTADO SITUACIONAL DEL PAVIMENTO</p> <p>INDICADOR: Condición de pavimento</p> <p>INDICE: 0 la peor condición posible y 100 la mejor.</p> <p>UNIDAD: Adimensional</p> <p>INSTRUMENTO: Norma ASTM 5340-98</p> <p>X2=DESEMPEÑO DE LA VIA INDICADOR: Serviciabilidad INDICE: Deterioro UNIDAD: Adimensional</p> <p>INSTRUMENTO: Observación</p> <p>X3=DETERIORO FISICO INDICADOR: Serviciabilidad INDICE: Deterioro UNIDAD: Adimensional</p> <p>INSTRUMENTO: Observación</p> <p>X4=NIVEL DE SERVICIABILIDAD INDICADOR: Índice de serviciabilidad INDICE: Fallas en el pavimento UNIDAD: Adimensional INSTRUMENTO: Formulas.</p> <p>X5=MANTENIMIENTO RUTINARIO INDICADOR: Resultado de diagnostico INDICE: Fallas en el pavimento UNIDAD: Adimensional INSTRUMENTO: Cálculos matemáticos.</p>	<p>Tipo de Investigación: Básico Nivel de Investigación: Descriptivo Exploratorio</p> <p>Diseño: No experimental ya que no se manipularán las variables.</p> <p>Método: Mixto (Cuantitativo porque se aplicarán cuestionarios y Cualitativo porque se aplicarán entrevistas personales).</p> <p>Naturaleza: Estudio de corte transversal.</p> <p>Población y muestra: En el estudio realizado de encuentra la siguiente población: Sistema vial de la ciudad de Huanuco. La muestra en el estudio realizado es: Pavimento flexible de la Vía Ingreso a la Ciudad de Huanuco-Aeropuerto-Churubamba.</p> <p>Instrumentos: Investigación documental y bibliográfica Entrevista a profundidad Guía de Grupos focales (ficha técnica)</p>

ANEXOS 2

INAGURACION DE LA CARRETERA

“No podemos concebir que solo el 4% de la carretera en la región esté asfaltada. Por eso ejecutamos este proyecto ambicioso. Tenemos que pensar en grande, sé que podemos hacerlo; Huánuco va a salir adelante únicamente trabajando con el esfuerzo de todos”, dijo el presidente regional Luis Picón Quedo.

Así inició el asfaltado de 37 km del tramo: Huánuco-Aeropuerto-Conchumayo-Cascay-Churubamba-Vinchus. La empresa Construcción y Administración Sociedad Anónima (CASA) se encargará de la construcción de la construcción del pavimento económico, además, realizará el mantenimiento rutinario y periódico por 5 años.

Al final de la ceremonia, el presidente regional Luis Picón, acompañados de los alcaldes de Churubamba, Miguel Vergara, y de Santa María del Valle, Aydee Salazar de Ríos, recorrió en una caravana el tramo que se asfaltará con el Plan Vial Regional, el Gobierno Regional de Huánuco asfaltará un total de 638 kilómetros con 363 millones 88 mil nuevos soles que ya se licitó y está a cargo de la empresa CASA. El otro tramo que se ya inició es la ruta: Puente Morca-Llata-Puños-Miraflores-Punchao-Singa.

Las rutas a iniciarse próximamente: La Unión-Isocopampa-Pillcocancha-Baños-Cochambra- Atequero-Queropalca; Licllatambo-Huarín-Jesús-Cauri-Gashapampa-Antacolpa; Higueras-Margos-Jesús.

El asfaltado de las vías beneficiará también a los pobladores de Tournavista, Honoria, Puerto Inca, Yuyapichis; Quivilla, Chavín de Pariarca, San Buenaventura, Pachachin, Pinra.



