

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL**



**Propuesta para mejorar el pavimento rígido de la av.  
Luzuriaga cuadra 11 con la av. Pedro Villon cuadra 9 -  
Huaraz**

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil**

**Autor**

Suárez Valverde, Gerson André

**Asesor**

Urrutia Vargas, Segundo

Huaraz – Perú

2019

**TITULO:**  
**PROPUESTA PARA MEJORAR EL PAVIMENTO RÍGIDO DE**  
**LA AV. LUZURIAGA CUADRA 11 CON LA AV. PEDRO**  
**VILLON CUADRA 9 - HUARAZ**

PALABRAS CLAVE

<b>TEMA</b>	EVALUACIÓN DE PATOLOGÍAS, PAVIMENTOS RÍGIDO
<b>ESPECIALIDAD</b>	PAVIMENTO RÍGIDO
<b>PALABRAS</b>	PATOLOGIAS, PCI, CALICATAS, SUB BASE, SUB RASANTE, CBR, PROCTOR MODIFICADO, MANTENIMIENTO Y REHABILITACION

KEYWORDS

<b>SUBJECT</b>	EVALUATION OF PATHOLOGIES, RIGID PAVEMENTS
<b>ESPECIALITY</b>	RIGID PAVEMENTS
<b>WORDS</b>	PATHOLOGIES, PCI, CALICATAS, SUB BASE, SUB RASANTE, CBR, MODIFIED PROCTOR, MAINTENANCE AND REHABILITATION

LINEA DE INVESTIGACIÓN: Transporte

Área: Ingeniería y tecnología

Sub Área: Ingeniería Civil

Disciplina: Ingeniería de Transporte

Sub Líneas o Campos de Acción: Pavimentos

## Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar y proponer una propuesta de solución de las patologías de los pavimentos rígidos de la avenida Luzuriaga cuadra 11 con la av. Pedro Villon cuadra 9 - Huaraz mediante un diagnóstico para su mantenimiento y rehabilitación. El proceso investigativo que se adelanta, tiene que ver con un enfoque de investigación aplicada de nivel descriptivo.

La av. Luzuriaga cuadra 11 con la av. Villon cuadra 9 – Huaraz con una longitud de 770.46m, sus tramos seleccionados fueron evaluados mediante los siguientes ensayos (**granulometría, contenido de humedad, limite líquido, limite plástico, índice de plasticidad, gravedad específica, compactación de suelos PROCTOR MODIFICADO y CBR**) para verificar el suelo y se usó otros ensayos como DIAMANTINAS y ESCLEROMETRIA para verificar la resistencia del concreto. Y se usó el método del PCI para ver la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad de la superficie del concreto.

Concluyéndose que la calicata 1, el material subrasante es un suelo de arcilla de baja plasticidad con arena lo cual por presencia del agua su reacción es de aumento de volumen ocasionando fallas, esto debido porque presenta juntas saltadas por donde ingresa el agua en tiempos de lluvia provocando el hinchamiento o aumento de volumen del pavimento, la calicata 4 el material sub base es un suelo de grava pobremente graduada con limo y arena lo que significa que la grava puede ser hasta hormigón y no material seleccionado como piedra de media, 1” y 2”. y por último se encontró en total 08 patologías estimadas por el manual PCI de severidad baja, media y alta.

## Abstract

The objective of this investigation was to evaluate and propose a proposal for the solution of the pathologies of the rigid pavements of the Luzuriaga avenue 11 block with the av. Pedro Villon block 9 - Huaraz through a diagnosis for maintenance and rehabilitation. The research process that is being carried out has to do with an applied research approach at a descriptive level.

The av. Luzuriaga block 11 with the av. Villon block 9 - Huaraz with a length of 770.46m, its selected sections were evaluated by the following tests (granulometry, moisture content, liquid limit, plastic limit, plasticity index, specific gravity, soil compaction PROCTOR MODIFIED and CBR) verify the soil and other tests such as DIAMONDINES and SCLEROMETRY were used to verify the strength of the concrete. And the PCI method was used to see the kind of damage, its severity, and the amount or density of the concrete surface.

Concluding that pit 1, the subgrade material is a clay soil of low plasticity with sand which, due to the presence of water, increases volume, causing failures, this is due to the fact that it presents leached joints through which water enters in rainy weather causing the swelling or volume increase of the pavement, the pit 4 the sub base material is a gravelly soil poorly graded with silt and sand which means that the gravel can be up to concrete and not material selected as average stone, 1 "and two". and finally, there were a total of 08 pathologies estimated by the PCI manual of low, medium and high severity.

# INDICE

# INDICE GENERAL

## CONTENIDO

TITULO.....	i
PALABRA CLAVE - KEYWORDS .....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT .....	iv
INDICE.....	v
CAPITULO I: INTRODUCCION.....	1
ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACION CIENTIFICA .....	2
JUSTIFICACION DEL PROYECTO .....	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	8
MARCO REFERENCIAL .....	9
1. Falla en Pavimento rígido.....	9
2. Pavimento Rígido .....	9
3. Correlación de las fallas en pavimentos con respecto a la estabilización de los suelos en las capas de base y sub base.....	10
4. Falla .....	11
4.1. Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado .....	11
4.2. Fisura de esquina .....	12
4.3. Losa sub divididas .....	14
4.4. Bache .....	15
4.5. Escala .....	16
4.6. Daño de sellado de junta.....	17
4.7. Grietas lineales (Grietas longitudinales, transversales y diagonales).....	18
4.8. Parches .....	20
5. Mantenimiento y Rehabilitación .....	21
5.1. Parchados y reparaciones para servicios públicos .....	21
5.2. Reconstrucción.....	21
5.3. Reparación en profundidad parcial .....	21

5.4. Reparación del espesor total de la losa .....	22
5.5. Reemplazo de losas .....	23
5.6. Resellado de juntas .....	23
OPERALIZACION DE VARIABLES .....	24
HIPOTESIS .....	28
OBJETIVOS .....	28
CAPITULO II: METODOLOGIA .....	29
TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION. ....	30
ENFOQUE DE INVESTIGACION .....	30
POBLACION .....	30
MUESTRA .....	31
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN .....	31
CAPITULO III: RESULTADOS .....	32
CAPITULO IV: ANALISIS Y DISCUSION.....	89
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	90
CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	95
CAPITULO VII: ANEXOS Y APENDICES.....	99



**CAPITULO I**  
**INTRODUCCION**

## Antecedentes y Fundamentación científica

### Internacional

- ❖ Roblez (2009), “La Rehabilitación de una autopista en el Irán bajo condiciones extremas” tuvo como objetivo la construcción de una autopista de seis vías, la Teheran-Qom Highway desafortunadamente, la rodadura de la carretera nunca fue terminada, por lo que, durante varios años, la capa de base permaneció abierta y sin protección, con el tiempo, el clima predominante, así como el tráfico pesado produjeron graves daños en la capa de base. Por lo tanto, antes de la terminación de los trabajos de construcción, primeramente, fue necesario llevar a cabo el saneamiento de la estructura completa de la carretera. Se concluyó que a fin de mantener el nivel de altura existente, la superficie de la carretera, en primer lugar, fue fresada a una profundidad de 10 cm. La capa restante, fue tratada hasta una profundidad de 25 cm, con un tren de reciclaje, compuesto de la recicladora y la mezcladora de suspensión, añadiendo un 3,5% de betún espumado y 1,0% de cemento (como suspensión). De esta manera, fue rehabilitada rápida y económicamente una superficie de más de 800.000 m<sup>2</sup> de capa de base, en ambas direcciones. Antes de que la sección saneada fuera abierta al tráfico, la capa de base fue cubierta con una capa ligante de 6 cm de espesor y una capa de asfalto de 6 cm.
  
- ❖ Bonfante D. y Montes W. (2015), “Diagnóstico del estado del pavimento en la red vial Del barrio los caracoles en la ciudad de Cartagena” tuvo como objeto elaborar un diagnóstico de los daños presentes en el pavimento rígido de la malla vial del barrio Los Caracoles de la Ciudad de Cartagena, realizando una inspección de campo basado en el manual de inspección visual de pavimentos rígidos del Instituto Nacional de vías para obtener la información detallada de las diferentes patologías presentes y

determinar la situación actual de la red estudiada. A su vez propuso una investigación de tipo descriptivo donde se manejaron conceptos tanto cualitativos como cuantitativos durante su realización, llevándose a cabo en 3 etapas: recopilación de información, selección de información y análisis de los datos. De los resultados obtenidos se concluyó que las patologías encontradas son producto de la vida útil del pavimento, el sobreesfuerzo al cual es sometido esta red vial, el crecimiento poblacional que trajo consigo un crecimiento del parque automotor, la mala reposición de losas intervenidas por terceros incumpliendo con la normativa de diseño de mezclas, resistencia del concreto y tiempos de fraguados entre otros, el poco o nulo mantenimiento preventivo de las losas de este sistema vial; aunque se pudo identificar que para el tiempo de servicio de estos pavimentos la cantidad de daños encontrados es relativamente baja. También se concluyó que las autoridades distritales no implementan ningún tipo de plan de mantenimiento preventivo para el sistema vial de la ciudad de Cartagena, y mucho menos para las vías inter-barriales. Como limitante se tiene que esta investigación, se enfocó en identificar solo los daños presentes en el pavimento del barrio Los Caracoles causados por las intervenciones de las empresas de servicio público, mientras que en la presente investigación se abarcaron todo tipo de daños, basados en la metodología PCI.

- ❖ Núñez R. (2015), “Estudio de los daños del pavimento rígido en algunas calles de los barrios Laguito, Castillo grande y Bocagrande en zonas con nivel freático alto en la ciudad de Cartagena” tuvo como objetivo, un estudio para detectar las fallas, perjuicios y daños en el pavimento rígido por el aumento de las mareas y el nivel freático, además se plantearon alternativas de solución que ayudaran a mejorar la movilidad vehicular y a disminuir los riesgos de accidentalidad en los barrios de Bocagrande, Castillo grande y Laguito en la ciudad de Cartagena. Mediante el método

utilizado, PCI se concluyó que el índice de condición de pavimento (PCI = 50), esto les permitió asegurar que tienen un estado REGULAR en un sentido genérico dado que es un promedio, es decir el 50% de los pavimentos en estudio están en un nivel regular y el 30 % en un nivel bueno. Esta investigación se llevó a cabo en barrios como Laguito y Castillo grande, donde el impacto del mar es más leve en comparación al barrio Bocagrande siendo este la zona de estudio del proyecto propuesto.

#### Nacional

- ❖ PROVIAS NACIONAL (2005), “Estudios definitivos de ingeniería para la evaluación de pavimentos económicos de carreteras de bajo tráfico de la red vial nacional - proyecto piloto carretera patahuasi – yauri – sicuani. Tramo: yauri – san Genaro I = 11.36 km” PROVIAS NACIONAL en el Plan Anual de Adquisiciones, tuvo como objetivo efectuar diversos Estudios Definitivos de Ingeniería para la Evaluación de Pavimentos Económicos de Carreteras de Bajo Tráfico de la Red Vial Nacional - proyecto Piloto Carretera Patahuasi Yauri – Sicuani, ramo Yauri – San Genaro L=11.36 Km. PROVIAS NACIONAL encargado por el MTC de la Administración y Gerenciamiento de la Red Vial Nacional (RVN), miembro de la Comisión Técnica antes mencionada busca la promoción del uso de diversos materiales y tecnologías que contribuyan al mejoramiento de las condiciones estructurales de los suelos de la red vial, principal factor a trabajar para garantizar transitabilidad con la finalidad de profundizar la investigación en la aplicabilidad de estabilizadores de suelos se formó una Comisión Técnica en enero del 2003 (RM N° 062-2003 MTC/02) y posteriormente aprobó la Directiva N° 05-203-MTC/14 (04-06-2003) que señala aspectos básicos a ser empleados para la aplicabilidad de los estabilizadores por parte de los Proyectos Especiales del MTC

- ❖ Ruíz C. (2010), “Análisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos de las calles principales de Piura”. El presente estudio tuvo como objetivo un diagnóstico detallado de las patologías sufridas por varios proyectos en pavimento rígido del país y particularmente en la zona norte de Piura, y que en base a un seguimiento riguroso se pudo constatar las diferentes causas que las provocaron. Para elaborar la presente tesis, fue necesario realizar un diagnóstico detallado de las vías más críticas en el país, en la que se evidencia deterioros severos en su estructura, lo que justifico elaborar diseños y ensayos en el laboratorio, para verificar si las características de los materiales utilizados en esta vía son los más adecuados. Las visitas a los diferentes proyectos y a las experiencias compartidas de los consultores y constructores permitieron recopilar un compendio de reparaciones adecuadas y consideraciones necesarias para evitar a futuro las patologías en los proyectos viales de pavimentos rígidos. Se concluyó en hacer las ranuras a lo largo de la fisura, remover el concreto que queda en la ranura, realizar limpieza con chorros de aire, colocar la barra en la ranura y rellenar la ranura dando vibrado y así darle un acabado a la superficie y curar.
  
- ❖ Espinoza E. (2011), “Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba, departamento de Piura” El objetivo de este proyecto fue determinar el tipo y nivel de las patologías, el índice de integridad estructural de la red vial del pavimento y la condición operacional de la superficie de los pavimentos de la provincia de Huancabamba, departamento de Piura. En general, este estudio fue de tipo descriptivo, analítico y no experimental. Se concluyó que el Índice de Condición del Pavimento (PCI) fue de 50%, lo cual indica que el pavimento del Distrito

de la Provincia de Huancabamba corresponde a un nivel regular o estado regular. Además, se identificó que los pavimentos sufren grandes desperfectos por la mala ejecución, la mala calidad de los agregados de la zona y la inclemencia del tiempo. Las patologías más abundantes en la zona de estudio fueron grietas lineales con un 40.65%, pulimento de agregados con 29%, con un 22.77% las grietas de esquina, y la diferencia de nivel entre juntas con un 7.11%.

#### Local

- ❖ Collas (2008), “Evaluación de las patologías en las veredas del barrio Nicrupampa y evaluación del estado actual del pavimento rígido distrito de independencia, provincia de Huaraz - Áncash”, tuvo como objetivo general evaluar un estudio de fallas de pavimentos rígidos en las avenida del barrio de Nicrupampa de Huaraz mediante un diagnostico visual y estructural para su mantenimiento y rehabilitación, Concluyó que en el plan a realizar para el mantenimiento y rehabilitación de las vías seleccionadas de Huaraz garantiza parámetros para un estudio de consultoría pues este plan se detalla diseños de espesores de las diferentes losas, mediciones, alternativas de solución así como un plan de costos a precios del mercado y tiempo con programación en Gantt y que las elaboraciones de formatos permiten recolectar información de campo que es valiosa para desarrollar los trabajos y ordenar los datos que son fundamentales para realizar la descripción necesaria de las diferentes fallas a tratar, así como posibles causas y alternativas de solución de los diferentes pavimentos seleccionados en la vía de Nicrupampa; esta información lleva a otros análisis que son necesarios para lograr el alcance del proyecto.

- ❖ Castillo (2011), la investigación de “Determinación y evaluación de la incidencia de las patologías del concreto hidráulico de las veredas en las urbanizaciones, san miguel y los eucaliptos del distrito de independencia, provincia de Huaraz, departamento de Áncash marzo 2011”, tuvo como objetivo Mejorar la funcionalidad de la zona y establecer la necesidad de evaluar económicamente la construcción de pavimentos hidráulicos en función de los trabajos que intervienen para su construcción hidráulico, concluyó que es más factible emplear el pavimento de concreto hidráulico que el flexible, por su gran diferencia en la capacidad de carga, por el menor mantenimiento que recibe y pues para entrar a la modernidad ya que en países de primer mundo ya no se emplea el pavimento flexible y únicamente utilizan el concreto hidráulico.

#### Fundamentación científica

La investigación se fundamenta con el método PCI, se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema y las cuales se presentan a continuación.

Se presentan la totalidad de los daños incluidos en la formulación original del PCI, pero eventualmente se harán las observaciones de rigor sobre las patologías que no deben ser consideradas debido a su génesis o esencia ajenas a las condiciones locales. El usuario de esta guía estará en capacidad de identificar estos casos con plena comprensión de forma casi inmediata.

#### Justificación de la investigación

El mantenimiento rutinario vial sirve para el conjunto de actividades preventivas y necesarias que deben realizarse para conservar las vías y las zonas aledañas en buen estado de operación, ofreciendo adecuadas condiciones de funcionamiento, limpieza,

seguridad y comodidad a los usuarios. Las vías a las cuales se hace el estudio para el mantenimiento y rehabilitación son de gran importancia para la ciudad ya que allí se encuentra un gran número de habitantes, que desarrollan diferentes tipos de actividades, además se encuentra un gran número de población infantil que acude a los centros educativos y que requieren de una vía en buen estado que les permita un tránsito adecuado.

Por tales razones, es prioritaria elaborar esta propuesta que permita la evaluación de algunos pavimentos rígidos en el municipio para desarrollar una alternativa de solución para el mantenimiento de los mismos permitiendo un mejoramiento de su vida útil.

#### Planteamiento del problema

La población afectada por este problema corresponde al casco urbano de la Av. Luzuriaga y la Av. Villon, que se agrupan en viviendas, y que por lo tanto necesitan de una infraestructura vial en buenas condiciones de forma tal que se siga proyectando un ordenamiento territorial que genere progreso y comodidad del barrio de Belén.

Las fallas en los pavimentos pueden ser de orden funcional o estructural. Las fallas funcionales afectan a la comodidad en la circulación, las estructurales ponen en riesgo la integridad de la estructura, lo que a su vez repercute negativamente en la situación funcional.

Para cualquier ciudad, el contar con infraestructura adecuada, funcional y estratégica, es de vital importancia para facilitar el desarrollo del mismo, las vías constituyen unas de las estructuras principales que aportan a dicho desarrollo; las vías principales de Huaraz se encuentran actualmente en muy mal estado, ocasionando un serio problema a la comunidad al momento de transitar por las mismas, presentándose accidentes tanto de vehículos como de peatones, a esto se suma los tiempos de



transito que no son efectivos y el desajuste de los vehículos en su parte mecánica aumentando los costos para los conductores.

De los tramos a analizar, algunos presentan deterioros prematuros que no son coincidentes con las expectativas de desempeño de los pavimentos rígidos (larga vida útil con mínimo mantenimiento). Se contemplan entre esos daños los causados directamente por la rotura del pavimento para instalación o reparación de cañerías, así como los causados indirectamente por la saturación de la subrasante con el consiguiente asentamiento de la fundación y pérdida de sustentación del pavimento rígido (formación de vacíos bajo las losas).

Únicamente mantenimiento y rehabilitación periódica de estos pavimentos pueden garantizar un servicio adecuado y permanente de las vías del municipio; una evaluación determinara los daños existentes en el pavimento rígido, así como las causas de origen. Dicha evaluación servirá para el mantenimiento y rehabilitación permitirá que el pavimento mantenga las condiciones de servicio considerados en el diseño

Marco referencial

### **1. Falla en Pavimento rígido**

Raven (2014) sostiene que es la rotura del pavimento, dependiendo de la severidad, se caracteriza por la pérdida de material. Si este proceso no se detiene a tiempo, va progresando hasta generalizarse en todo el pavimento y se necesitara rehabilitación total, no sólo de carpeta sino de todo el pavimento.

### **2. Pavimento rígido**

Montejo (2006) sostiene que es un elemento estructural primordial, en este tipo de pavimento consta de una losa de concreto que se apoya directamente en la subrasante o en una capa de material granular seleccionado denominada subbase. La necesidad de utilizar la subbase surge sólo si la subrasante no tiene las condiciones necesarias

como para resistir a la losa y las cargas sobre esta; es decir, que no actúe como un soporte adecuado. Una de las diferencias más saltantes entre los pavimentos flexibles y rígidos es la forma en que se distribuyen los esfuerzos producidos por el tránsito sobre ellos. Debido a que el concreto es mucho más rígido que la mezcla de asfalto, éste distribuye los esfuerzos en una zona mucho más amplia. Del mismo modo, el concreto presenta un poco de resistencia a la tensión por lo que aún en zonas débiles de la subrasante su comportamiento es adecuado. Es por ello que la capacidad portante de un pavimento rígido recae en las losas en vez de en las capas subyacentes, las cuales ejercen poca influencia al momento del diseño.

(Yumiray 2015) indica que “son aquellos formados por una losa de concreto Portland sobre una base, o directamente sobre la sub-rasante. Transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es auto-resistente, y la cantidad de concreto debe ser controlada.”

### **3. Correlación de las fallas en pavimentos con respecto a la estabilización de los suelos en las capas de base y sub base**

Otero y Fonseca (2014) plantean la recopilación de las diferentes estabilizaciones de suelos, se hicieron pruebas con dos materiales en especial, estos son la cal y el cemento. Se puede decir que el uso del cemento es mucho más efectivo que la cal, pero con la diferencia de costos que hay entre estos dos materiales, ya que el cemento tiene un costo más elevado que la cal. El uso de estos estabilizantes garantiza que el pavimento sea más resistente a las cargas vehiculares y evitar las apariciones de fallas.

Las fallas que tienen los pavimentos se deben a que no hay una correcta compactación en las capas de base y sub base, en este caso el material utilizado fue un material para base hidráulico, es decir que si se estabiliza o mejora el suelo de estas capas la vida útil del pavimento ya sea rígido flexible tendrá más durabilidad y se gastara menos en los mantenimientos de dichos tramos carreteros, aunque en el

proceso constructivo sea un poco más caro, pero no se tendrá que hacer los mantenimientos tan seguidos.

#### **4. Falla**

Cárdenas (2000) afirma que es “el defecto en la superficie de rodamiento, causado por el colapso de una o más de las capas constitutivas del pavimento”.

Se pueden presentar los siguientes tipos de fallas:

- Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado
- Fisura de esquina
- Losas sub divididas
- Bache
- Escala
- Daño de sellado de junta
- Grietas lineales
- Parches

##### **4.1. Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado:**

Vásquez Luis (2002) plantea que el mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto. Las grietas tienden a interceptarse en ángulos de 120 grados. Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la losa a una profundidad aproximada de 6.0 mm a 13.0 mm. El descamado también puede ser causado por incorrecta construcción y por agregados de mala calidad

Niveles de Severidad

L: El craquelado se presenta en la mayor parte del área de la losa; la superficie esta en buena condición con solo un descamado menor presente.

M: La losa está descamada, pero menos del 15% de la losa está afectada.

H: La losa esta descamada en más del 15% de su área.



**Figura 1 craquelado**

**Fuente: Autor del proyecto**

#### Medida

Una losa descamada se contabiliza como una losa. El craquelado de baja severidad debe contabilizarse únicamente si el descamado potencial es inminente, o unas pocas piezas pequeñas se han salido.

#### Opciones para Reparación

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reemplazo de la losa.

H: Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa. Sobrecarpeta

#### **4.2. Fisuras de esquina**

Vásquez Luis (2002) plante que es una grieta de esquina es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina. Por ejemplo, una losa con dimensiones de 3.70 m por 6.10 m presenta una grieta a 1.50 m en un lado y a 3.70 m en el otro lado, esta grieta no se considera grieta de esquina sino grieta diagonal; sin embargo, una grieta que intercepta un lado a 1.20 m y el otro lado a 2.40 m si es una

grieta de esquina. Una grieta de esquina se diferencia de un descascaramiento de esquina en que aquella se extiende verticalmente a través de todo el espesor de la losa, mientras que el otro intercepta la junta en un ángulo. Generalmente, la repetición de cargas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina.

#### Niveles de Severidad

L: La grieta esta definida por una grieta de baja severidad y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna. M: Se define por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media (M)

H: Se define por una grieta de severidad alta o el área entre la junta y las grietas esta muy agrietada.

#### Medida

La losa dañada se registra como una (1) losa si:

1. Sólo tiene una grieta de esquina. 2. Contiene más de una grieta de una severidad particular. 3. Contiene dos o más grietas de severidades diferentes.

Para dos o más grietas se registrará el mayor nivel de severidad. Por ejemplo, una losa tiene una grieta de esquina de severidad baja y una de severidad media, deberá contabilizarse como una (1) losa con una grieta de esquina media.

#### Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas de más de 3 mm.

M: Sellado de grietas. Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo.



**Figura 2 fisura de esquina**

**Fuente: Autor del proyecto**

### 4.3. Losa sub dividida

Vásquez Luis (2002) sostiene que la losa es dividida por grietas en cuatro o más pedazos debido a sobrecarga o a soporte inadecuado. Si todos los pedazos o grietas están contenidos en una grieta de esquina, el daño se clasifica como una grieta de esquina severa.

Niveles de severidad

En el Cuadro se anotan los niveles de severidad para losas divididas.

Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos en la losa agrietada		
	4 a 5	6 a 8	8 ó más
L	L	L	M
M	M	M	H
H	M	M	H

Medida

Si la losa dividida es de severidad media o alta, no se contabiliza otro tipo de daño.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor de 3mm.

M: Reemplazo de la losa.

H: Reemplazo de la losa.



**Figura 3 losa sub dividida**

**Fuente: Autor del proyecto**

#### **4.4. Bache:**

Altamirano (2010) indica que es descomposición o desintegración la losa de concreto y su remoción en una cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares. Los baches se producen por conjunción de varias causas: fundaciones y capas inferiores inestables; espesores del pavimento estructuralmente insuficientes; defectos constructivos; retención de agua en zonas hundidas y/o fisuradas (figura 10). La acción abrasiva del tránsito sobre sectores localizados de mayor debilidad del pavimento o sobre áreas en las que se han desarrollado fisuras en bloque, que han alcanzado un alto nivel de severidad, provoca la desintegración y posterior remoción de parte de la superficie del pavimento, originando un bache.

Niveles de severidad; Se definen tres niveles de severidad (Bajo, Mediano, Alto) en función del área afectada y de la profundidad del bache, asociada ya sea a hundimientos como a la pérdida de material, de acuerdo a la siguiente tabla:

Profundidad máxima ( cm)	Diámetro Promedio del Bache (cm)		
	Menor a 70	70 – 100	Mayor a 100
Menor de 2.5	B	B	M
De 2.5 – 5.0	B	M	A
Mayor de 5.0	M	M	A



**Figura 4 Bache**

**Fuente: Autor del proyecto**

#### **4.5. Escala**

Altamirano (2008) sostiene que es una falla provocada por el tránsito en la que una losa del pavimento a un lado de una junta presenta un desnivel con respecto a una losa vecina; también puede manifestarse en correspondencia con fisuras.

Vásquez Luis (2002) sostiene que es la escala es la diferencia de nivel a través de la junta. Algunas causas comunes que la originan son:

1. Asentamiento debido una fundación blanda.
2. Bombeo o erosión del material debajo de la losa.
3. Alabeo de los bordes de la losa debido a cambios de temperatura o humedad.



### Niveles de Severidad

Se definen por la diferencia de niveles a través de la grieta o junta como se indica en el Cuadro

Nivel de severidad	Diferencia en elevación
L	3 a 10 mm
M	10 a 19 mm
H	Mayor que 19 mm



**Figura. 5 escalocamiento**

**Fuente: Autor del proyecto**

Niveles de severidad: La severidad se determina en función del desnivel medido en correspondencia con las juntas, se diferencian tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) de acuerdo con la siguiente guía:

B (Bajo) Diferencia de nivel de 3 a 10 mm.

M (Mediano) Diferencia de nivel de 10 a 20 mm.

A (Alto) Diferencia de nivel mayor de 20 mm.

#### **4.6. Daño de sellado de junta**

Vásquez Luis (2002) plantea que es cualquier condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en fragmentación, levantamiento o descascaramiento de los bordes de la

junta. Un material llenante adecuado impide que lo anterior ocurra. Los tipos típicos del daño de junta son:

1. Desprendimiento del sellante de la junta. 2. Extrusión del sellante. 3. Crecimiento de vegetación. 4. Endurecimiento del material llenante (oxidación). 5. Pérdida de adherencia a los bordes de la losa. 6. Falta o ausencia del sellante en la junta.

#### Niveles de Severidad

L: El sellante está en una condición buena en forma general en toda la sección. Se comporta bien, con solo daño menor.

M: Está en condición regular en toda la sección, con uno o más de los tipos de daño que ocurre en un grado moderado. El sellante requiere reemplazo en dos años.

H: Está en condición generalmente buena en toda la sección, con uno o más de los daños mencionados arriba, los cuales ocurren en un grado severo. El sellante requiere reemplazo inmediato.

#### Medida

No se registra losa por losa sino que se evalúa con base en la condición total del sellante en toda el área.

#### Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Resellado de juntas.

H: Resellado de juntas.

#### **4.7. Grietas lineales (Grietas longitudinales, transversales y diagonales)**

Vásquez Luis (2002) sostiene que estas grietas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se contabilizan como losas divididas. Comúnmente, las grietas de baja severidad están relacionadas con el alabeo o la fricción y no se consideran daños estructurales importantes. Las grietas capilares, de pocos pies de longitud y

que no se propagan en toda la extensión de la losa, se contabilizan como grietas de retracción.

#### Niveles de severidad

Losas sin refuerzo L: Grietas no selladas (incluye llenante inadecuado) con ancho menor que 12.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.

M: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Grieta no sellada con ancho entre 12.0 mm y 51.0 mm. 2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 51.0 mm con escala menor que 10.0 mm. 3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala menor que 10.0 mm.

H: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Grieta no sellada con ancho mayor que 51.0 mm. 2. Grieta sellada o no de cualquier ancho con escala mayor que 10.0 mm.

Losas con refuerzo L: Grietas no selladas con ancho entre 3.0 mm y 25.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.

M: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Grieta no sellada con un ancho entre 25.0 mm y 76.0 mm y sin escala. 2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 76.0 mm con escala menor que 10.0 mm. 3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala hasta de 10.0 mm.

H: Existe una de las siguientes condiciones: 1. Grieta no sellada de más de 76.0 mm de ancho. 2. Grieta sellada o no de cualquier ancho y con escala mayor que 10.0 mm.

#### Medida

Una vez se ha establecido la severidad, el daño se registra como una losa. Si dos grietas de severidad media se presentan en una losa, se cuenta dicha losa como una poseedora de grieta de alta severidad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se cuentan como losas divididas. Las losas de longitud mayor que 9.10 m se dividen en “losas” de aproximadamente igual longitud y que tienen juntas imaginarias, las cuales se asumen están en perfecta condición.

#### Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.

M: Sellado de grietas.

H: Sellado de grietas. Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.



**Figura 6 Grieta lineal**

**Fuente: Autor del proyecto**

#### **4.8. Parches**

Vásquez Luis (2002) plantea que un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo. Una excavación de servicios públicos (utility cut) es un parche que ha reemplazado el pavimento original para permitir la instalación o mantenimiento de instalaciones subterráneas. Los niveles de severidad de una excavación de servicios son los mismos que para el parche regular.

##### Niveles de severidad

L: El parche esta funcionando bien, con poco o ningún daño.

M: El parche esta moderadamente deteriorado o moderadamente descascarado en sus bordes. El material del parche puede ser retirado con esfuerzo considerable.

H: El parche esta muy dañado. El estado de deterioro exige reemplazo.

##### Medida

Si una losa tiene uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se cuenta como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se

cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad. Si la causa del parche es más severa, únicamente el daño original se cuenta.

#### Opciones para Reparación

L: No se hace nada.

M: Sellado de grietas. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche

## **5. Mantenimiento y rehabilitación**

### **5.1. Parchados y reparaciones para servicios públicos**

Altamirano (2010) sostiene que un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar o eventualmente diferente, para reparar el pavimento existente, también un parchado por reparación de servicios públicos es un parche que se ha ejecutado para permitir la instalación o mantenimiento de algún tipo de servicio público subterráneo. Los parchados disminuyen la serviciabilidad de la pista, al tiempo que pueden constituir indicadores, tanto de la intensidad de mantenimiento demandado por una carretera, como la necesidad de reforzar la estructura de la misma. En muchos casos, los parchados, por deficiente ejecución dan origen a nuevas fallas. Si bien los parches por reparaciones en servicios públicos se deben a causas bien diferentes, los niveles de severidad se definen en forma idéntica.

### **5.2. Reconstrucción**

Sanchez (2000) sostiene que es la demolición, remoción y reemplazo parcial o total del pavimento asfáltico existente, conservando la explanación y el alineamiento de la vía. Constituye el caso más enérgico de rehabilitación y se aplica cuando el pavimento presenta elevados índices de deterioro y no posee vida residual.

La reconstrucción se puede acometer a través de una nueva estructura asfáltica o de un pavimento rígido nuevo.

### **5.3. Reparación en profundidad parcial**

Sanchez (2000) plantea que la reparación localizada de defectos confinados en el tercio superior de la losa, como el descascaramiento en las juntas transversales, se puede realizar con una mezcla de concreto convencional o con mezclas de alta resistencia inicial.

Si el pavimento se va a reforzar, este deterioro puede ser reparado con mezcla asfáltica cuando el refuerzo va a ser una sobre capa asfáltica o una sobre capa de concreto no adherida. Si la sobre capa va a ser de concreto adherido, la reparación se hará en concreto.

### **5.4. Reparación del espesor total de la losa**

Sanchez (2000) indica que es la reparación localizada, en el ancho del carril y en toda la profundidad de la losa, de deterioros relacionados con daños estructurales o con problemas de materiales o constructivos.

Cuando esta reparación se realiza en pavimentos con juntas, se deben colocar varillas de transferencia de carga en la junta de contracción con las losas vecinas (figura 7), si se trata de un pavimento con refuerzo continuo, se deberá reponer también la armadura, la cual deberá quedar unida a la de las losas adyacentes en las juntas transversales

Estas reparaciones se pueden realizar con concreto convencional o de alta resistencia inicial.



**Figura 7 Reparación del espesor total de la losa**

**Fuente: file:///f:/tesis/tipos%20de%20rehabilitacion.pdf**

### **5.5. Reemplazo de losas**

Sanchez (2000) sostiene que es la remoción de losas aisladas que se hayan deteriorado por motivos estructurales, de materiales o constructivos y construcción de nuevas losas en el área afectada y constituye una solución más económica que la reparación de una porción de losa en espesor total, cuando la longitud de las losas es corta.

Cuando esta reparación se realiza en pavimentos con juntas, se deben colocar varillas de transferencia de carga en la junta de contracción con las losas vecinas (figura 8), si se trata de un pavimento con refuerzo continuo, se deberá reponer también la armadura, la cual deberá quedar unida, en las juntas transversales, a la de las losas adyacentes.



**Figura 8 reemplazo de losas**

**fuentes: file:///f:/tesis/tipos%20de%20rehabilitacion.pdf**

### **5.6. Resellado de juntas**

Sanchez (2000) indica que consiste en la remoción del sello antiguo (si existe), el aserrado de una nueva caja de dimensiones apropiadas para el sellante por usar, la limpieza de la nueva caja en todo su espesor y la instalación del sellante como se muestra en la (figura 9).

## Operacionalización de variables

Variable(s)	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	
Fallas en pavimentos rígidos	Las fallas en los pavimentos pueden ser de orden funcional o estructural. Las fallas funcionales afectan a la comodidad en la circulación, las estructurales ponen en riesgo la integridad de la estructura, lo que a su vez repercute negativamente en la situación funcional. (Serment guerrero Vinicio A. Pavimentos - 2012)	-Evaluar un estudio de fallas de pavimentos rígidos de la av. la avenida Luzuriaga entre la Av. Salirosas y Jr, Villón de Huaraz mediante un diagnóstico visual y estructural para su mantenimiento y rehabilitación	Fallas en juntas	Deficiencia del Sellado	Metro (m)	
				Juntas saltadas	Metro (m)	
				Separación de la junta longitudinal	metro (m)	
		Fallas en grietas	-Realizar una evaluación para obtener información del estado físico de la avenida mediante la inspección visual de los pavimentos rígidos seleccionados	Deterioro superficial	Grietas de esquina	Global (g)
					Grietas longitudinales	Global (g)
					Grietas transversales	Global (g)
		Fisuramiento por retracción (tipo malla)	-Elaborar formatos que permitan recolectar la información de campo donde se describan los tipos de fallas, sus posibles causas	Deterioro superficial	Fisuramiento por retracción (tipo malla)	Área (m2)
Desintegración	Área (m2)					



		y una posible alternativa de solución en los diferentes pavimentos seleccionados (Luis Sánchez y Johan Oliveros - 2012)		Baches	Área (m2)
			Otros deterioros	Levantamiento localizado	Área (m2)
				Escalonamiento de juntas y grietas	Global (g)
				Descenso de la berma	Metro (m)
				Separación entre berma y pavimento	Metro (m)
				Parches deteriorados	Área (m2)
				Surgencia de finos	Metro (m)
				Fragmentación múltiple	Global (g)
Mantenimiento y rehabilitación	El mantenimiento ayuda al pavimento a comportarse satisfactoriamente durante su vida de diseño. Cuando este periodo es	Una de las funciones del estudio de las condiciones del pavimento es la de determinar si es necesario y cuando	Tipos de	Mantenimiento correctivo	Global (g)
				Mantenimiento preventivo	Global (g)

<p>excedido en tiempo o repeticiones de carga, se requiere un trabajo más extenso. Puede decirse que es el tiempo de rehabilitación. La rehabilitación del pavimento es la recuperación, refuerzo y/o modernización de los pavimentos deficientes. (ing. Augusto Jugo B. - 2005)</p>	<p>un pavimento requiere ser rehabilitado. La evaluación del estado del pavimento incluye la medición de la resistencia al deslizamiento, calidad de recorrido, capacidad estructural y fallas superficiales. Las soluciones a aplicar en una rehabilitación estructural podrán ser los siguientes tipos: Eliminación parcial y reposición de la capa del pavimento existente, incluyendo un eventual reciclado de los materiales, sobre capa aplicada sobre el pavimento existente, combinación de los dos tipos anteriores y reconstrucción total del pavimento utilizando materiales nuevos o aprovechando los materiales del pavimento antiguo (reciclado). En la evaluación del estado del pavimento, se</p>	mantenimiento	Mantenimiento predictivo	Global (g)
			Mantenimiento programado	Global (g)
		Tipos de rehabilitación	Reparación en profundidad parcial	Global (g)
			Reparación del espesor total de la losa	Global (g)
			Reemplazo de losas	Global (g)
			Subsellado	Global (g)
			Restauración de la transferencia de carga	Global (g)
			Resellado de juntas	Global (g)
			Ranurado	Global (g)
			Reconstrucción total	Global (g)
			Alivio de presión en las juntas	Global (g)

		realiza una valorización del estado actual de las fallas y se estima una condición futura. (ing. Augusto Jugo B. - 2005)		Sobrecapa de concreto adherida	Global (g)
				Sobrecapa de concreto no adherida	Global (g)

## **Hipótesis**

Determinado las patologías y proponiendo medidas correccionales se lograría mejorar los pavimentos rígidos en la av. Luzuriaga cuadra 11 con la Av. Pedro Villon cuadra 9 – Huaraz.

## **Objetivos**

### Objetivo General

Determinar la propuesta para mejorar el pavimento rígido de la av. Luzuriaga cuadra 11 con la av. Pedro Villon cuadra 9 – Huaraz mediante un diagnóstico para su mantenimiento y rehabilitación.

### Objetivos Específicos

- ✓ Realizar una evaluación del pavimento, para obtener información del estado físico de la avenida mediante la inspección visual de los tramos seleccionados.
- ✓ Determinar los tipos de patología del pavimento rígido por cada tramo seleccionado mediante el método PCI.
- ✓ Realizar las mediciones de la patología de los pavimentos para determinar el grado de severidad alcanzada, para catalogar un criterio general de reparación.
- ✓ Verificación del suelo del pavimento rígido seleccionadas mediante calicatas y ensayos de diamantinas.
- ✓ Propuesta de un plan para el mantenimiento y rehabilitación de las vías seleccionadas en base a especificaciones existentes con la validez estadística.

**CAPITULO II**  
**METODOLOGIA**

### **Tipo y diseño de investigación**

El proceso investigativo que se adelanta, tiene que ver con un enfoque de investigación aplicada de nivel analítico y descriptivo, con una propuesta. Como consecuencia del contacto directo o indirecto con los fenómenos que en este caso corresponde a la evaluación de las vías principales, recogiendo sus características externas: enumeración y agrupamiento de sus partes, las cualidades y circunstancias que lo entornan, etc., servirán para la solución de problemas relacionados a la investigación.

La investigación es de enfoque cuantitativo, porque los datos consignados son numerales, se estudiarán los variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando sus valores, respuestas en los instrumentos de recolección de datos.

### **Enfoque de investigación**

El instrumento de recolección de la información adoptado para estructurar el proyecto, registrando el comportamiento de las diferentes situaciones sin interferirla, es la observación estructurada; tiene un enfoque cuantitativo y es aquella que se realiza cuando el problema se ha definido claramente y permite un estudio preciso de los patrones de comportamiento que se quieren observar y medir y es la más apropiada para estudios de investigación concluyentes, ya que impone limitantes al observador o investigador, con el fin de aumentar su precisión y objetividad, y así obtener información adecuada del fenómeno de interés, Presentando menos problemas en cuanto a la forma de registro, pues apela a procedimientos más formales de recopilación de datos o la observación de hechos, estableciendo de antemano los aspectos que se han de estudiar

### **Población**

Para la presente Investigación el Universo está dado por la delimitación de la av. Luzuriaga cuadra 11 con la av. Pedro Villon cuadra 9 – Huaraz

### **Muestra**

Se seleccionó 5 cuadras ubicadas en la av. Luzuriaga cuadra 11 con la av. Villon cuadra 9 – Huaraz con una longitud de 770.46m que fueron evaluados. Se efectuó prospecciones de campo (calicatas) para ver el comportamiento y tipo del suelo, y una prueba de diamantina en cada cuadra para analizar la resistencia del concreto.

### **Técnicas e instrumentos de investigación**

La técnica que se utilizó fue la observación, ya que permitió realizar una evaluación para obtener información del estado físico de las vías mediante la inspección visual de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados.

Como instrumento se elaboró una ficha que comprende elaborar formatos que permitan recolectar la información de campo donde se describan los tipos de fallas, sus posibles causas y una posible

CAPITULO III  
RESULTADOS



## **Resultados**

El presente estudio está destinado a facilitar y uniformar criterios y procedimientos para la identificación y recolección de información relacionada con los deterioros de pavimentos rígidos y orientado a las labores de mantenimiento vial de los tramos escogidos (5 cuadras) para el estudio.

### **A. Evaluación para obtener información del estado físico de las vías mediante la inspección visual de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados.**

Para desarrollar dicha evaluación del estado físico de las vías se tomaron diferentes aspectos los cuales se tomarán en cuenta en la inspección visual, estos se describen a continuación:

- Descripción de las calles de mayor tránsito del municipio para definir las características más relevantes para su identificación.
- Principales mecanismos que originan su deterioro.
- Procedimientos de medición y cuantificación.
- Métodos correctivos a aplicar, intervenciones ajustadas de acuerdo a especificaciones técnicas.
- Fotografías que ayudan a su identificación.

Cuadra 1 de la Av. Luzuriaga entre el Jr. sal y rosas y la Av. Villón



**Figura 9 cuadra 1**  
**Fuente: Autor del proyecto**

**Descripción:** calle residencial

**Características:** Presenta diversas fallas es una calle de gran circulación vehicular, calle comercial.

Cuadra 2 de la Av. Pedro Villón entre la Av. Luzuriaga y Jr. Simón Bolívar



**Figura 10 cuadra 2**

**Fuente: Autor del proyecto**

**Descripción:** calle residencial

**Características:** Presenta diversas fallas es una calle de gran circulación vehicular, y une calles principales.

Cuadra 3 de la Av. Pedro Villón entre el Jr. Simón Bolívar y Av. Agustín Gamarra  
uadra 3 de la vía Luzuriaga entre el Jr. sal y rosas y la Av. Villón



**Figura 11 cuadra 3**

**Fuente: Autor del proyecto**

**Descripción:** calle residencial

**Características:** Presenta diversas fallas es una calle de gran circulación vehicular, en esta vía se encuentra circulación para el hospital y cementerio.

Cuadra 4 de la Av. Pedro Villón entre la Av. Agustín Gamarra y Av. Ramón Castilla



**Figura 12 cuadra 4**

**Fuente: Autor del proyecto**

**Descripción:** calle residencial

**Características:** Presenta diversas fallas es una calle de gran circulación vehicular, en esta vía se encuentra circulación para el hospital y cementerio.



Cuadra 5 de la Av. Pedro Villón entre la Av. Ramón Castilla y Atusparia



**Figura 13 cuadra 5**  
**Fuente: Autor del proyecto**

**Descripción:** calle residencial

**Características:** Presenta diversas fallas es una calle de gran circulación vehicular, en esta vía se encuentra circulación para el hospital y cementerio.

De acuerdo con lo anterior la información recolectada se adjuntará mediante la elaboración de formatos que ayuden a recoger la información de campo, para luego procesar los datos, cabe notar que los aspectos mencionados se distribuirán en el desarrollo del estudio mediante el avance del trabajo.

- a. **Mediciones de las fallas para catalogar un criterio general de reparación.**

<b>Cuadra</b>	<b>Longitud</b>
<b>1</b>	<b>254.948</b>
<b>2</b>	<b>184.689</b>
<b>3</b>	<b>69.039</b>
<b>4</b>	<b>67.718</b>
<b>5</b>	<b>216.193</b>

**Cuadro 1**

**Fuente: Autor del proyecto**

- B. Formatos que permitan recolectar la información de campo donde se describan los tipos de fallas, sus posibles causas y una posible alternativa de solución en los diferentes pavimentos seleccionados.**

Con la visita técnica en cada una de las vías seleccionadas se elaboran unos formatos para identificar fallas en los pavimentos, causas y posibles alternativas de solución.

Cuadra 1 de la **Av. Luzuriaga** entre el Jr. sal y rosas y la Av. Villón



**Figura 14 falla de la cuadra 1**

**Fuente: Autor del proyecto**



**Figura 15 falla de la cuadra 1**  
**Fuente: Autor del proyecto**



**Figura 16 de la cuadra 1**  
**Fuente: Autor del proyecto**



**Figura 17 de la cuadra 1**  
**Fuente: Autor del proyecto**

**Fecha: 12/01/18**



**Fallas encontradas: baches, losas sub divididas, Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado, daño del sellado de junta, escala, grietas de esquina, longitudinales y transversales**

<b>FALLA</b>	<b>DESCRIPCION DE LA FALLA</b>	<b>CAUSA</b>	<b>ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN</b>
Losas sub divididas	Fracturamiento de la losa de concreto conformando una malla amplia, combinando fisuras longitudinales, transversales y/o diagonales, subdividiendo la losa en cuatro o más planos.	Son originadas por la fatiga del concreto, provocadas por la repetición de elevadas cargas de tránsito y/o deficiente soporte de la fundación, que se traducen en una capacidad de soporte deficiente de la losa.	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables
Longitudinales	Grieta que son predominantemente paralelas al eje de la calzada o que se extiende desde una junta transversal hasta el borde de la losa.	Asentamiento de la base o subrasante; losa de ancho excesivo; carencia de una junta longitudinal, aserrado tardío de la junta	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables.
	Grieta que son predominantemente perpendiculares al eje de la calzada o	Losas de longitud excesiva; junta de contracción aserrada o formada	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y

Transversal	que se extiende desde una junta transversal hasta el borde del pavimento	tardíamente, espesor de losa insuficiente para soportar las solicitudes.	concretos con módulo de rotura considerables.
Baches	Descomposición o desintegración la losa de hormigón y su remoción en una cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares	Se producen por fundaciones y capas inferiores inestables; espesores del pavimento estructuralmente insuficientes; defectos constructivos; retención de agua en zonas hundidas y/o fisuradas. La acción abrasiva del tránsito sobre sectores localizados de mayor debilidad del pavimento o sobre áreas en las que se han desarrollado fisuras en bloque	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables.
	El mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas	Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y

<p>Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado</p>	<p>superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto. Las grietas tienden a interceptarse en ángulos de 120 grados.</p>	<p>terminado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la losa a una profundidad aproximada de 6.0 mm a 13.0 mm. El descamado también puede ser causado por incorrecta construcción y por agregados de mala calidad.</p>	<p>concretos con módulo de rotura considerables.</p>
<p>Daño del sello de la junta</p>	<p>Es cualquier condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en fragmentación,</p>	<p>Desprendimiento del sellante de la junta. Extrusión del sellante. Crecimiento de vegetación. Endurecimiento del material llenante (oxidación). Perdida de adherencia a los bordes de la losa. Falta o ausencia del sellante en la junta</p>	<p>Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables. Resellado de juntas</p>

	levantamiento o descascaramiento de los bordes de la junta		
Escala	Escala es la diferencia de nivel a través de la junta	Asentamiento debido una fundación blanda. Bombeo o erosión del material debajo de la losa. Alabeo de los bordes de la losa debido a cambios de temperatura o humedad	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables.
De esquina	Grieta que origina un trozo de losa de forma triangular, al interceptar las juntas transversales y longitudinales y que forma ángulos.	Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base; sobrecarga en las esquinas; deficiente transmisión de cargas entre las juntas.	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables.

Cuadra 2 de la **Av. Pedro Villón** entre la Av. Luzuriaga y Jr. Simón Bolívar



**Figura 18** falla de la cuadra 2  
**Fuente:** Autor del proyecto



**Figura 19** falla de la cuadra 2  
**Fuente:** Autor del proyecto



**Figura 20 falla de la cuadra 2**  
**Fuente: Autor del proyecto**

**Fecha: 06/06/18**

**Fallas encontradas: Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado, daño del sellado de junta, grietas de esquina, losa sub dividida, longitudinales y transversales.**

<b>FALLA</b>	<b>DESCRIPCION DE LA FALLA</b>	<b>CAUSA</b>	<b>ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN</b>
Longitudinales	Grieta que son predominantemente paralelas al eje de la calzada o que se extiende desde una junta transversal hasta el borde de la losa.	Asentamiento de la base o subrasante; losa de ancho excesivo; carencia de una junta longitudinal, aserrado tardío de la junta	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables.
	Grieta que son predominantemente	Losas de longitud excesiva; junta de	Reparar toda la losas afectadas

Transversal	perpendiculares al eje de la calzada o que se extiende desde una junta transversal hasta el borde del pavimento	contracción aserrada o formada tardíamente, espesor de losa insuficiente para soportar las solicitudes.	mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables.
Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado	El mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto. Las grietas tienden a interceptarse en ángulos de 120 grados.	Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la losa a una profundidad aproximada de 6.0 mm a 13.0 mm. El descamado también puede ser causado por incorrecta construcción y por agregados de mala calidad.	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables.
	Fracturamiento de la losa de concreto	Son originadas por la fatiga del	Reparar toda la losas afectadas

Losas sub divididas	conformando una malla amplia, combinando fisuras longitudinales, transversales y/o diagonales, subdividiendo la losa en cuatro o más planos.	concreto, provocadas por la repetición de elevadas cargas de tránsito y/o deficiente soporte de la fundación, que se traducen en una capacidad de soporte deficiente de la losa.	mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables
De esquina	Grieta que origina un trozo de losa de forma triangular, al interceptar las juntas transversales y longitudinales y que forma ángulos.	Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base; sobrecarga en las esquinas; deficiente transmisión de cargas entre las juntas.	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables.
Daño del sello de la junta	Es cualquier condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de	Desprendimiento del sellante de la junta. Extrusión del sellante. Crecimiento de vegetación. Endurecimiento del material llenante (oxidación).	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables. Resellado de juntas



	<p>material  incompresible  impide que la losa  se expanda y puede  resultar en  fragmentación,  levantamiento o  descascaramiento  de los bordes de la  junta</p>	<p>Perdida de  adherencia a los  bordes de la losa.  Falta o ausencia  del sellante en la  junta</p>	
--	--	--	--

Cuadra 3 de la **Av. Pedro Villón** entre el Jr. Simón Bolívar y Av. Agustín Gamarra



**Figura 20 falla de la cuadra 3**  
**Fuente: Autor del proyecto**



**Figura 21 falla de la cuadra 3**  
**Fuente: Autor del proyecto**



**Figura 22 falla de la cuadra 3**  
**Fuente: Autor del proyecto**

Fecha: 06/06/18

Fallas encontradas: Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado. daño del sello de junta, grietas de esquina, longitudinales, transversales.

<b>FALLA</b>	<b>DESCRIPCION DE LA FALLA</b>	<b>CAUSA</b>	<b>ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN</b>
Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado	El mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto. Las grietas tienden a interceptarse en ángulos de 120 grados.	Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la losa a una profundidad aproximada de 6.0 mm a 13.0 mm. El descamado también puede ser causado por incorrecta construcción y por agregados de mala calidad. .	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables.
	Grieta que son predominantemente paralelas al eje de la	Asentamiento de la base o subrasante; losa de	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores

Longitudinales	calzada o que se extiende desde una junta transversal hasta el borde de la losa.	ancho excesivo; carencia de una junta longitudinal, aserrado tardío de la junta	de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables.
Transversal	Grieta que son predominantemente perpendiculares al eje de la calzada o que se extiende desde una junta transversal hasta el borde del pavimento	Losas de longitud excesiva; junta de contracción aserrada o formada tardíamente, espesor de losa insuficiente para soportar las solicitudes.	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables.
Daño del sello de la junta	Es cualquier condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en	Desprendimiento del sellante de la junta. Extrusión del sellante. Crecimiento de vegetación. Endurecimiento del material llenante (oxidación). Pérdida de adherencia a los bordes de la losa. Falta o ausencia del sellante en la	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables. Resellado de juntas

	fragmentación, levantamiento o descascaramiento de los bordes de la junta	junta	
De esquina	Grieta que origina un trozo de losa de forma triangular, al interceptar las juntas transversales y longitudinales y que forma ángulos.	Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base; sobrecarga en las esquinas; deficiente transmisión de cargas entre las juntas.	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables.

Cuadra 4 de la Av. Pedro Villón entre la Av. Agustín Gamarra y Av. Ramón Castilla



**Figura 23 falla de la cuadra 4**  
**Fuente: Autor del proyecto**



**Figura 24 falla de la cuadra 4**  
**Fuente: Autor del proyecto**

**Fecha: 06/06/18**

**Fallas encontradas: Daño del sello de la junta, grietas de esquina, longitudinales, transversales.**

<b>FALLA</b>	<b>DESCRIPCION DE LA FALLA</b>	<b>CAUSA</b>	<b>ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN</b>
Longitudinales	Grieta que son predominantemente paralelas al eje de la calzada o que se extiende desde una junta transversal hasta el borde de la losa.	Asentamiento de la base o subrasante; losa de ancho excesivo; carencia de una junta longitudinal, aserrado tardío de la junta	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables.
Transversal	Grieta que son predominantemente perpendiculares al eje de la calzada o que se extiende	Losas de longitud excesiva; junta de contracción aserrada o formada tardíamente,	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de

	desde una junta transversal hasta el borde del pavimento	espesor de losa insuficiente para soportar las solicitudes.	flujo y concretos con módulo de rotura considerables.
Daño del sello de la junta	Es cualquier condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en fragmentación, levantamiento o descascaramiento de los bordes de la junta	Desprendimiento del sellante de la junta. Extrusión del sellante. Crecimiento de vegetación. Endurecimiento del material llenante (oxidación). Pérdida de adherencia a los bordes de la losa. Falta o ausencia del sellante en la junta	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables. Resellado de juntas
De esquina	Grieta que origina un trozo de losa de forma triangular, al interceptar las juntas transversales y longitudinales y	Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base; sobrecarga en las esquinas; deficiente	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos



	que forma ángulos.	transmisión de cargas entre las juntas.	con módulo de rotura considerables.
--	--------------------	---	-------------------------------------

**Cuadra 5 de la Av. Pedro Villón entre la Av. Ramón Castilla y Atusparia**



**Figura 25 falla de la cuadra 5**  
**Fuente: Autor del proyecto**



**Figura 26 falla de la cuadra 5**  
**Fuente: Autor del proyecto**





**Figura 27 falla de la cuadra 5**  
**Fuente: Autor del proyecto**

**Fallas encontradas: Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado. daño del sello de junta, grietas de esquina, longitudinales, transversales y Parchados y reparaciones para servicios públicos.**

<b>FALLA</b>	<b>DESCRIPCION DE LA FALLA</b>	<b>CAUSA</b>	<b>ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN</b>
Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado	El mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del	Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la losa a una	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables.

	concreto. Las grietas tienden a interceptarse en ángulos de 120 grados.	profundidad aproximada de 6.0 mm a 13.0 mm. El descamado también puede ser causado por incorrecta construcción y por agregados de mala calidad.	
Longitudinales	Grieta que son predominantemente paralelas al eje de la calzada o que se extiende desde una junta transversal hasta el borde de la losa.	Asentamiento de la base o subrasante; losa de ancho excesivo; carencia de una junta longitudinal, aserrado tardío de la junta	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables.
Transversal	Grieta que son predominantemente perpendiculares al eje de la calzada o que se extiende desde una junta transversal hasta el borde del pavimento	Losas de longitud excesiva; junta de contracción aserrada o formada tardíamente, espesor de losa insuficiente para soportar las solicitudes.	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables.
	Es cualquier	Desprendimiento	Reparar toda la

Daño del sello de la junta	condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en fragmentación, levantamiento o descascaramiento de los bordes de la junta	del sellante de la junta. Extrusión del sellante. Crecimiento de vegetación. Endurecimiento del material llenante (oxidación). Pérdida de adherencia a los bordes de la losa. Falta o ausencia del sellante en la junta	losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables. Resellado de juntas
De esquina	Grieta que origina un trozo de losa de forma triangular, al interceptar las juntas transversales y longitudinales y que forma ángulos.	Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base; sobrecarga en las esquinas; deficiente transmisión de cargas entre las juntas.	Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables.
	Un parche es un área donde el	En muchos casos, los parchados, por	

<p>Parchados y reparaciones para servicios públicos</p>	<p>pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar o eventualmente diferente, para reparar el pavimento existente, también un parchado por reparación de servicios públicos es un parche que se ha ejecutado para permitir la instalación o mantenimiento de algún tipo de servicio público subterráneo.</p>	<p>deficiente ejecución dan origen a nuevas fallas. Si bien los parches por reparaciones en servicios públicos se deben a causas bien diferentes, los niveles de severidad se definen en forma idéntica.</p>	<p>Reparar toda la losas afectadas mediante espesores de acuerdo a las condiciones de flujo y concretos con módulo de rotura considerables.</p>
---	--	--	---

### **C. DETERMINACION DEL PCI**

Se hizo la evaluación del PCI en tres tramos:

Longitud 1 conformado por la cuadra 01

Longitud 2 conformado por la cuadra 02

Longitud 3 conformado por la cuadra 03-04-05

Para el PCI se utilizaron ábacos para poder determinar el valor deducido y CDV (ver anexos)

Cuadra 01:

Fallas:

1. Losas sub divididas
2. Grietas lineales (transversales y longitudinales)
3. Baches
4. Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado
5. Daño del sello de la junta
6. Escala
7. Falla de Esquina

En la siguiente tabla se evaluará los tipos de falla y la cantidad de fallas encontradas

área: 3569,272

FALLA									
1M	5	4	5	3	5	4	5	4	4
2L	3,1	4,6	15,3	20,4	21,3	6,8	7,5	19,7	25,1
2M	26,7	35,63	45,32	34,21	67,43	71,1	69,23	54,23	76
3L	143,2	165,23	167,32	156,32	168,54	145,21	134,25	121,2	
4H	180,5	189,54	232,11	256,17	278,5	201,75	345,2	209,1	
5H	10,2	11,34	10	15,6	17,5	17,2	10,1	12,3	
6M	11,2	14,3	15,67	17	15,57	18,23	16,4	15,32	16,53
7M	1,34	2,32	3	1,54	1,87	2,65	2,54	1,09	1,04
7H	6,76	3,45	5,76	8,76	4,3	6,2	8,21	6,87	10

CANTIDAD										
5	5	5	4	4	4	5	5	5	3	4
24,32	23,12	19,71	16,34	18,4	13,23	17,72	22,34	22,53	15,32	22,65
74,3	72,31	64,12	25,9	26,89	29,91	70,21	59,43	70,32	66,43	56,45
17,4	15,43	13,2	18,5	11,21	16,4	17,43	13,2	17,32	18,54	17,2
1,65	1,87	1,93	2,09	0,98	1,01	1,78				
9,87	8,6	7,54	6,53	8,09	9,82	5,6				

TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
88,0	2,47%	4,3
339,5	9,51%	5,7
1096,1	30,71%	19,8
1201,3	33,66%	68
1892,9	53,03%	45
104,2	2,92%	8
316,4	8,86%	8,7
28,7	0,80%	2,9
116,4	3,26%	9,8

En la segunda tabla se evaluará los valores deducidos

VALORES DEDUCIDOS									TOTAL	Q	CDV
68	45	19,8	9,8	8,7	8	5,7	4,3	2,9	172,2	9	71
68	45	19,8	9,8	8,7	8	5,7	4,3	2	171,3	8	71
68	45	19,8	9,8	8,7	8	5,7	2	2	169,0	7	68
68	45	19,8	9,8	8,7	8	2	2	2	165,3	6	72
68	45	19,8	9,8	8,7	2	2	2	2	159,3	5	65
68	45	19,8	9,8	2	2	2	2	2	152,6	4	68
68	45	19,8	2	2	2	2	2	2	144,8	3	72
68	45	2	2	2	2	2	2	2	127,0	2	71
68	2	2	2	2	2	2	2	2	84,0	1	69

Luego se halla el MAX CDV, y se reemplaza en la fórmula:

$$PCI=100-MAX CDV$$

MAX CDV	72	EXCELENTE	90 A 100	MANTENIMIENTO	71 A 100
PCI	28	BUENO	70 A 90	REHABILITACION	31 A 70
		REGULAR	50 A 70	CONSTRUCCION	0 A 30
		MALO	25 A 50		
		MUY MALO	0 A 25		

Cuadra 02:

Fallas:

1. Losas sub divididas
2. Grietas lineales (transversales y longitudinales)
3. Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado
4. Daño del sello de la junta
5. Falla de Esquina

En la siguiente tabla se evaluará los tipos de falla y la cantidad de fallas encontradas

área: 2585,604

FALLA									
1H	6	9	12	11	10	10	14	14	20
2L	2,5	4,2	14,2	19,8	20,8	5,4	6,5	18,7	21,4
2M	27,8	37,2	47,32	37,8	64,5	69,9	74,7	45,3	75,1
3H	181,4	256,4							
4M	3,5	3,2	3	3,42	4,25	4,65	7,65	6,43	7,34
5M	1,37	1,45	2,42	1,03	2,01	2,99	1,78	1,9	2,87

CANTIDAD										
7	7									
21,54	22,32	18,4	16,34	13,2	13,23	17,8				
69,34,	72,31									
8,76	9,01	8,76	8,93							
2,31										

TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
120,0	4,64%	12,1
236,3	9,14%	4,3
551,9	21,35%	14,3
437,8	16,93%	24,3
78,9	3,05%	6
20,1	0,78%	2,5

En la segunda tabla se evaluará los valores deducidos

VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	Q	CDV
24,3	14,3	12,1	6	4,3	2,5	63,5	6	19,8
24,3	14,3	12,1	6	4,3	2	63,0	5	31
24,3	14,3	12,1	6	2	2	60,7	4	32
24,3	14,3	12,1	2	2	2	56,7	3	34
24,3	14,3	2	2	2	2	46,6	2	37
24,3	2	2	2	2	2	34,3	1	32

Luego se halla el MAX CDV, y se reemplaza en la fórmula:

$PCI=100-MAX\ CDV$

MAX CDV	37	EXCELENTE	90 A 100	MANTENIMIENTO	71 A 100
PCI	63	BUENO	70 A 90	REHABILITACION	31 A 70
		REGULAR	50 A 70	CONSTRUCCION	0 A 30
		MALO	25 A 50		
		MUY MALO	0 A 25		

Cuadra 03 – 04 - 05:

Fallas:

1. Losas sub divididas
2. Grietas lineales (transversales y longitudinales)
3. Baches

4. Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado
5. Daño del sello de la junta
6. Escala
7. Falla de Esquina
8. Parches

En la siguiente tabla se evaluará los tipos de falla y la cantidad de fallas encontradas

área: 4941,3

FALLA									
1M	4	4	4	5	5	5	3	4	5
2L	3,04	24	23,43	21,3	19,43	24,09	23,1	22,1	25,1
2M	26,7	35,63	45,32	34,21	67,43	71,1	69,23	54,23	76
3L	144,2	145,3	165,3	154,3					
4H	191,2	183,2	345,2	254,3	279,6				
5H	10,01	12,43	11,23	14,3	16,5	17,2	10,1	11,4	12,3
7M	2,01	2,07	1,34	3	1,87	2,3	2,65	1,01	2,34
8L	35	21	34	21,87	44,1	36,5	45,1	34,2	29,4

CANTIDAD									
3	3	3	3	3	3	3	3		
4,52	6,42	22,3	21,5	19,78	18,76	17,21	21,09	22,53	14,78
74,3	72,31	64,12	25,9	26,89	29,91	70,21	59,43	70,32	
14,9	10,11	13,2	13,99	10,09	12,09	12,56	11,1	13,78	
2,89	2,45	1,93	1,99	0,99	1,01	1,89	2,09	2,18	2,51
43,02	44,09	42,1	33,21	32,54	44,32	44,21	42,09	35,76	39,08

TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
63,0	1,27%	1,5
354,5	7,17%	4,7
973,2	19,70%	14,7
609,1	12,33%	52
1253,5	25,37%	33
227,3	4,60%	8
38,5	0,78%	4,2
701,6	14,20%	18,7

En la segunda tabla se evaluará los valores deducidos



VALORES DEDUCIDOS								TOTAL	Q	CDV
52	33	18,7	14,7	8	4,7	4,2	1,5	136,8	8	53
52	33	18,7	14,7	8	4,7	4,2	2	137,3	7	52
52	33	18,7	14,7	8	4,7	2	2	135,1	6	66
52	33	18,7	14,7	8	2	2	2	132,4	5	62
52	33	18,7	14,7	2	2	2	2	126,4	4	64
52	33	18,7	2	2	2	2	2	113,7	3	60
52	33	2	2	2	2	2	2	97,0	2	62
52	2	2	2	2	2	2	2	66,0	1	56

Luego se halla el MAX CDV, y se reemplaza en la fórmula:

**PCI=100-MAX CDV**

MAX CDV	66	EXCELENTE	90 A 100	MANTENIMIENTO	71 A 100
PCI	34	BUENO	70 A 90	REHABILITACION	31 A 70
		REGULAR	50 A 70	CONSTRUCCION	0 A 30
		MALO	25 A 50		
		MUY MALO	0 A 25		

#### D. Resultados del laboratorio:

##### CALICATA 01:

##### Sub base:

DATOS DE LA MUESTRA	Progresiva	--
	Cantera	--
	Calicata	C-1
	Profundidad	0.20 - 0.40 m.
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"	100.00
	2"	89.29
	1 1/2"	84.88
	1"	81.88
	3/4"	76.39
	3/8"	66.01
	# 4	54.34
	# 10	43.33
	# 20	36.20
	# 40	28.71
	# 60	24.33
# 140	18.34	
# 200	17.36	
Coef. de Uniformidad Cu	--	
Coef. de Curvatura Cc	--	
Porcentaje de Material	Grava	45.66
	Arena	36.98
	Finos	17.36
Mitad de Fracción Gruesa		41.32
Límites de	L.L.	23.41
	L.P.	15.06
Consistencia	I.P.	8.35
Humedad Natural (%)		2.94
Índice de Grupo	IG - LL	0.00
	IG - IP	-0.24
	Índice de Grupo	0
Clasificación AASHTO		A-2-4(0)
Clasificación SUCS		GC
Descripción		Grava arcillosa con arena

**Cuadro 2 Hoja de Resumen Sub base C1 – Ensayos Estándar – Clasificación  
SUCS Y AASHTO**

**Fuente: Autor del Proyecto**

En la tabla de Resumen, al efectuar la granulometría para determinar en forma cuantitativa la distribución de las partículas del suelo de acuerdo a su tamaño, se encontró que el máximo tamaño es de 2”.

Hay mayor porcentaje de grava de un 45.66%

El Índice Plástico el cual indica el margen de contenidos de agua en que es trabajable es de 8.35.

Entonces el suelo tiene una descripción de Grava arcillosa con arena

**Sub Rasante:**

DATOS DE LA MUESTRA	Progresiva	--
	Material	Subrasante
	Calicata	C-1
	Profundidad	0.40 - 1.50 m.
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"	100.00
	2"	100.00
	1 1/2"	100.00
	1"	100.00
	3/4"	99.15
	3/8"	98.20
	# 4	96.96
	# 10	95.12
	# 20	93.23
	# 40	89.67
# 60	85.89	
# 140	76.72	
# 200	74.98	
Coef. de Uniformidad Cu		--
Coef. de Curvatura Cc		--
Porcentaje de Material	Grava	3.04
	Arena	21.98
	Finos	74.98
Mitad de Fracción Gruesa		12.51
Límites de	L.L.	26.25
	L.P.	14.32
Consistencia	I.P.	11.93
Humedad Natural (%)		5.84
Índice de Grupo	IG - LL	0.00
	IG - IP	-6.00
	Índice de Grupo	0
Clasificación AASHTO		A-6(0)
Clasificación SUCS		CL
Descripción		Arcilla de baja plasticidad con arena

**Cuadro 3 Hoja de Resumen Sub rasante C1 – Ensayos Estándar – Clasificación  
SUCS Y AASHTO**

**Fuente: Autor del Proyecto**

En la tabla de Resumen, al efectuar la granulometría para determinar en forma cuantitativa la distribución de las partículas del suelo de acuerdo a su tamaño, se encontró que el máximo tamaño es de 3/4”.

Hay mayor porcentaje de finos de un 74.98%

El Índice Plástico el cual indica el margen de contenidos de agua en que es trabajable es de 11.93.

Entonces el suelo tiene una descripción de Arcilla de baja plasticidad con arena

Por lo que esta plasticidad se puede aumentar con hidróxido, carbonato o silicato sódico, con cal, oxalato y humus. La misma se puede reducir con la utilización de desgrasantes.

**CALICATA 02:**

**Sub Base:**

DATOS DE LA MUESTRA	Progresiva	--
	Cantera	--
	Calicata	C-2
	Profundidad	0.20 - 0.45 m.
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"	100.00
	2"	91.79
	1 1/2"	82.30
	1"	77.21
	3/4"	69.26
	3/8"	63.17
	# 4	57.43
	# 10	51.56
	# 20	47.03
	# 40	41.35
	# 60	36.97
# 140	25.70	
# 200	22.35	
Coef. de Uniformidad Cu		--
Coef. de Curvatura Cc		--
Porcentaje de Material	Grava	42.57
	Arena	35.08
	Finos	22.35
Mitad de Fracción Gruesa		38.82
Límites de Consistencia	L.L.	23.11
	L.P.	13.23
Consistencia I.P.		9.88
Humedad Natural (%)		4.51
Índice de Grupo	IG - LL	0.00
	IG - IP	-0.74
	Índice de Grupo	0
Clasificación AASHTO		A-2-4(0)
Clasificación SUCS		GC
Descripción		Grava arcillosa con arena

**Cuadro 4 Hoja de Resumen Sub base C2 – Ensayos Estándar – Clasificación  
SUCS Y AASHTO**

**Fuente: Autor del Proyecto**

En la tabla de Resumen, al efectuar la granulometría para determinar en forma cuantitativa la distribución de las partículas del suelo de acuerdo a su tamaño, se encontró que el máximo tamaño es de 2”.

Hay mayor porcentaje de grava de un 42.57%

El Índice Plástico el cual indica el margen de contenidos de agua en que es trabajable es de 9.88.

Entonces el suelo tiene una descripción de Grava arcillosa con arena

**Sub rasante:**

DATOS DE LA MUESTRA	Progresiva	--
	Material	Subrasante
	Calicata	C-2
	Profundidad	0.45 - 1.50 m.
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"	100.00
	2"	100.00
	1 1/2"	88.97
	1"	86.38
	3/4"	80.76
	3/8"	75.27
	# 4	67.69
	# 10	59.91
	# 20	54.31
	# 40	47.01
	# 60	41.91
# 140	29.84	
# 200	26.76	
Coef. de Uniformidad Cu		--
Coef. de Curvatura Cc		--
Porcentaje de Material	Grava	32.31
	Arena	40.92
	Finos	26.76
Mitad de Fracción Gruesa		36.62
Límites de	L.L.	23.22
	L.P.	13.15
Consistencia	I.P.	10.06
Humedad Natural (%)		3.16
Índice de Grupo	IG - LL	0.00
	IG - IP	-1.18
	Índice de Grupo	0
Clasificación AASHTO		A-2-4(0)
Clasificación SUCS		SC
Descripción		Arena arcillosa con grava



**Cuadro 5 Hoja de Resumen Sub rasante C2 – Ensayos Estándar – Clasificación  
SUCS Y AASHTO**

**Fuente: Autor del Proyecto**

En la tabla de Resumen, al efectuar la granulometría para determinar en forma cuantitativa la distribución de las partículas del suelo de acuerdo a su tamaño, se encontró que el máximo tamaño es de 1 1/2".

Hay mayor porcentaje de grava de un 40.92%

El Índice Plástico el cual indica el margen de contenidos de agua en que es trabajable es de 10.06. Entonces el suelo tiene una descripción de Arena arcillosa con grava.

**CALICATA 03:**

**Sub Base:**

DATOS DE LA MUESTRA		Progresiva	--
	Cantera	Propio	
	Calicata	C-03	
	Profundidad	--	
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"	82.59	
	2"	77.17	
	1 1/2"	73.02	
	1"	69.62	
	3/4"	61.73	
	3/8"	50.69	
	# 4	39.76	
	# 10	32.62	
	# 20	27.73	
	# 40	23.01	
	# 60	20.30	
# 140	15.16		
# 200	13.73		
Coef. de Uniformidad Cu		--	
Coef. de Curvatura Cc		--	
Porcentaje de Material	Grava	60.24	
	Arena	26.03	
	Finos	13.73	
Mitad de Fracción Gruesa		43.14	
Limites de	L.L.	29.00	
	L.P.	13.00	
Consistencia	I.P.	16.00	
Humedad Natural (%)		5.50	
Indice de Grupo	IG - LL	0.00	
	IG - IP	-0.08	
	Indice de Grupo	0	
Clasificación AASTHO		A-2-6(0)	
Clasificación SUCS		GC	
Descripción		Grava arcillosa con arena	

**Cuadro 6 Hoja de Resumen Sub base C3 – Ensayos Estándar – Clasificación SUCS Y AASHTO**

**Fuente: Autor del Proyecto**

En la tabla de Resumen, al efectuar la granulometría para determinar en forma cuantitativa la distribución de las partículas del suelo de acuerdo a su tamaño, se encontró que el máximo tamaño es de 3”.

Hay mayor porcentaje de grava de un 60.24%

El Índice Plástico el cual indica el margen de contenidos de agua en que es trabajable es de 16.00.

Entonces el suelo tiene una descripción de Grava arcillosa con arena.

**Sub Rasante:**

DATOS DE LA MUESTRA	Progresiva	--	
	Cantera	--	
	Calicata	C-03	
	Profundidad	--	
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"	100.00	
	2"	100.00	
	1 1/2"	100.00	
	1"	93.44	
	3/4"	84.80	
	3/8"	72.58	
	# 4	60.72	
	# 10	50.02	
	# 20	43.18	
	# 40	36.66	
	# 60	32.62	
	# 140	23.38	
	# 200	21.24	
Coef. de Uniformidad Cu		--	
Coef. de Curvatura Cc		--	
Porcentaje de Material	Grava	39.28	
	Arena	39.48	
	Finos	21.24	
Mitad de Fracción Gruesa		39.38	
Limites de	L.L.	26.00	
	L.P.	14.00	
Consistencia		I.P.	12.00
Humedad Natural (%)			4.01
Indice de Grupo	IG - LL		0.00
	IG - IP		0.12
	Indice de Grupo		0
Clasificación AASTHO			A-2-6(0)
Clasificación SUCS			SC
Descripción			Arena arcillosa con grava

**Cuadro 7 Hoja de Resumen Sub Rasante C3 – Ensayos Estándar – Clasificación SUCS  
Y AASHTO**

**Fuente: Autor del Proyecto**

En la tabla de Resumen, al efectuar la granulometría para determinar en forma cuantitativa la distribución de las partículas del suelo de acuerdo a su tamaño, se encontró que el máximo tamaño es de 1”.

Hay mayor porcentaje de grava de un 39.48%

El Índice Plástico el cual indica el margen de contenidos de agua en que es trabajable es de 12.00. Entonces el suelo tiene una descripción de Arena Arcillosa con Grava.

**CALICATA 04:**

**Sub Base:**

DATOS DE LA MUESTRA	Progresiva	--			
	Cantera	--			
	Calicata	C-4			
	Profundidad	--			
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"	100.00			
	2"	85.42			
	1 1/2"	78.41			
	1"	72.91			
	3/4"	63.53			
	3/8"	51.51			
	# 4	42.60			
	# 10	36.23			
	# 20	30.73			
	# 40	25.56			
	# 60	22.16			
# 140	13.99				
# 200	11.82				
Coef. de Uniformidad Cu		--			
Coef. de Curvatura Cc		--			
Porcentaje de Material	Grava	57.40			
	Arena	30.78			
	Finos	11.82			
Mitad de Fracción Gruesa		44.09			
Limites de	L.L.	20.00			
	L.P.	16.00			
Consistencia	I.P.	4.00			
Humedad Natural (%)		2.50			
Indice de Grupo	IG - LL	0.00			
	IG - IP	0.19			
	Indice de Grupo	0			
Clasificación AASTHO		A-1a(0)			
Clasificación SUCS		GP-GM			
Descripción		Grava pobremente graduada con limo y arena			

**Cuadro 8 Hoja de Resumen Sub base C4 – Ensayos Estándar – Clasificación SUCS Y  
AASHTO Fuente: Autor del Proyecto**

En la tabla de Resumen, al efectuar la granulometría para determinar en forma cuantitativa la distribución de las partículas del suelo de acuerdo a su tamaño, se encontró que el máximo tamaño es de 2”.

Hay mayor porcentaje de grava de un 57.40%

El Índice Plástico el cual indica el margen de contenidos de agua en que es trabajable es de 4.00. Entonces el suelo tiene una descripción de Grava Pobremente graduada con limo y arena.

**Sub Rasante:**

DATOS DE LA MUESTRA	Progresiva	--
	Cantera	--
	Calicata	C-4
	Profundidad	--
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"	100.00
	2"	100.00
	1 1/2"	91.14
	1"	84.97
	3/4"	76.48
	3/8"	56.34
	# 4	41.94
	# 10	31.36
	# 20	23.03
	# 40	17.40
	# 60	14.25
# 140	8.86	
# 200	7.70	
Coef. de Uniformidad Cu		81.93
Coef. de Curvatura Cc		2.14
Porcentaje de Material	Grava	58.06
	Arena	34.24
	Finos	7.70
Mitad de Fracción Gruesa		46.15
Límites de	L.L.	21.00
	L.P.	18.00
Consistencia	I.P.	3.00
Humedad Natural (%)		2.68
Índice de Grupo	IG - LL	0.00
	IG - IP	0.51
	Índice de Grupo	1
Clasificación AASTHO		A-1a(1)
Clasificación SUCS		GW-GM
Descripción		Grava bien graduada con limo y arena



**Cuadro 9 Hoja de Resumen Sub Rasante C4 – Ensayos Estándar – Clasificación SUCS  
Y AASHTO**

**Fuente: Autor del Proyecto**

En la tabla de Resumen, al efectuar la granulometría para determinar en forma cuantitativa la distribución de las partículas del suelo de acuerdo a su tamaño, se encontró que el máximo tamaño es de 1 1/2”.

Hay mayor porcentaje de grava de un 58.06%

El Índice Plástico el cual indica el margen de contenidos de agua en que es trabajable es de 3.00.

Entonces el suelo tiene una descripción de Grava bien Graduada con limo y arena.

**Nota:**

Para ver mejor reconocimiento geotécnico del terreno ver en Anexos el **registro de Sondaje**.

**E. Plan para el mantenimiento y rehabilitación de las vías seleccionadas en base a especificaciones existentes (Diseño del nuevo pavimento)**

Para elaborar el plan para realizar el mantenimiento y rehabilitación de los tramos estudiados se realiza unos procesos que son necesarios para alcanzar esta meta; los cuales se describen a continuación. Se hizo el diseño para la cuadra 1 ya que es la más afectada por hallar **nivel freático**.

**1. DETERMINACIÓN DEL TRÁNSITO ACTUAL**

Calculo de TPD para los diferentes tramos en estudio. Se realizará el cálculo del TPD para los diferentes tramos de vía en estudio esto con el fin de determinar dicho tránsito y el cálculo de TPD C transito promedio diario de vehículos comerciales, en dos direcciones.

Para el cálculo de TPD para este tramo se realizó un conteo vehicular, se ejecutó conteos desde el día lunes 13 de Julio hasta el miércoles 15 de Julio y un fin de semana el 18 de julio del 2017.

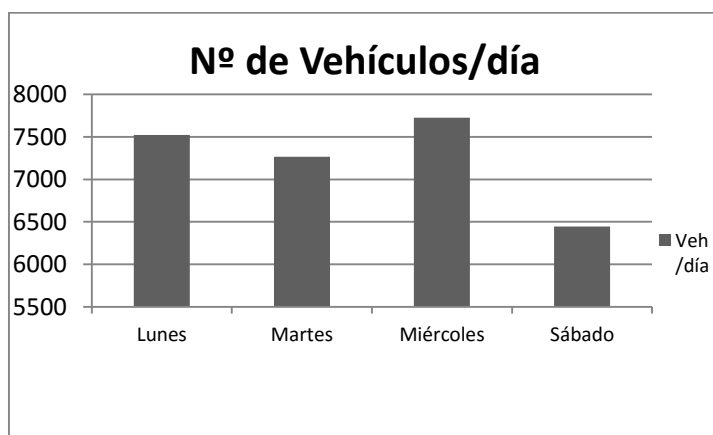
Cuadro 2:

Calculo de TPD de la Av. Luzuriaga en entre el Jr. Sal y rosas y la Av. Villon – cuadra 1

Resumir los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo

- Resultados del conteo de tráfico:

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Sábado
Automóvil	3301	2997	3287	2675
Taxi	2896	2987	3123	2581
Camioneta	249	260	254	212
Micro	758	721	745	698
Moto	317	298	312	276
Camión C2	2	1	3	2
Camión B2	1	1	1	2
<b>TOTAL</b>	<b>7524</b>	<b>7265</b>	<b>7725</b>	<b>6446</b>



Determinar los factores de corrección promedio de una estación de peaje cercano al camino:

F.C.E. Vehículos ligeros: 0,97990785  
 F.C.E. Vehículos pesados: 0,97489690

- Calculo del IMDa:

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día				TOTAL SEMANA	IMD <sub>s</sub>	FC	IMD <sub>a</sub>
	Lunes	Martes	Miércoles	Sábado				
Automovil	3301	2997	3287	2675	12260	1751	0,97990785	1716
Taxi	2896	2987	3123	2581	11587	1655	0,97990785	1622
Camioneta	249	260	254	212	975	139	0,97990785	136
Micro	758	721	745	698	2922	417	0,97990785	409
Moto	317	298	312	276	1203	172	0,97990785	168
Camión C2	2	1	3	2	8	1	0,9748969	1
Camión B2	1	1	1	2	5	1	0,9748969	1
<b>TOTAL</b>	<b>7524</b>	<b>7265</b>	<b>7725</b>	<b>6446</b>	<b>28960</b>	<b>4137</b>		<b>4053</b>

Donde:

IMDs = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada

IMDa = Índice medio anual

Vi = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo

Fc = Factores de corrección estacional

LUNES	MARTES	MIERCOLES	SABADO
7524	7265	7725	6446

<b>TPD</b>	7240
<b>TPDC</b>	4

### Análisis de la demanda

Demanda Actual:

- Tráfico Actual por Tipo de Vehículo

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)	Acumulado (%)
Automovil	1716	42,34	42,34
Taxi	1622	40,02	82,36
Camioneta	136	3,36	85,71

Micro	409	10,09	95,81
Moto	168	4,15	99,95
Camión C2	1	0,02	99,98
Camión B2	1	0,02	100,00
<b>IMD</b>	<b>4053</b>	<b>100,00</b>	

Calculo del factor camión mtc 2014 – pavimento rígido

Vehículo	Eje delantero	FEC	Eje posterior 1	FEC	FACTOR CAMIÓN
C2	7	0.515	11	3.4963	4.011
B2	7	0.515	11	3.4963	4.011

Calculo de ESALS según AASHTO:

$$\log\left(\frac{1}{EALF}\right) = 4,62 * \log(18 + 1) - 4,62 * \log(L_x + L_2) + 3,28 * \log(L_2) + \frac{G_t}{\beta_x} - \frac{G_t}{\beta_{18}}$$

$$G_t = \log\left(\frac{4,2 - P_t}{4,2 - 1,5}\right) \qquad \beta_x = 1.00 + \frac{3.63 * (L_x + L_2)^{5,20}}{(D + 1)^{8,46} * L_2^{3,52}}$$

Donde:

<b><math>L_x</math></b> : Carga en kips de un eje simple, tandem o tridem
<b><math>L_2</math></b> : Código del eje. 1, sencillo; 2, tandem; 3, tridem.
<b><math>D</math></b> : Esesor de la losa en pulgadas, usar 9 si no es conocido
<b><math>P_t</math></b> : Índice de servicio final (PSI) considerado como falla = 2.5
<b><math>\beta_{18}</math></b> : $\beta_x$ cuando $L_x = 18$ y $L_2 = 1$
<b><math>k</math></b> : Factor de conversion de toneladas a kips

Calculo de parámetros anteriores:

$Pt =$	2,5
$D =$	9 Pulg
$G_t =$	-0,20091
$\beta_{18} =$	1,05616
$L_x =$	18
$L_2 =$	1
$k =$	2,203

Calculo del Factor de crecimiento acumulado:

$$(G)(Y) = \frac{(1 + r)^Y - 1}{r}$$

Para 20 años:

Vehículos livianos:

Periodo de análisis (Y) = 20

$$(G)(Y) = 20.071$$

Razón anual de crecimiento = 3.70%

Vehículos pesados:

Periodo de análisis (Y) = 20

$$(G)(Y) = 20.055$$

TIPO DE VEHICULO	TRAFICO ACTUAL (IMD) (2016)	FACTOR DE CRECIMIENTO (G)(Y)	TRAFICO DE DISEÑO (2036)	FACTOR CAMION E.S.A.L	E.S.A.L DE DISEÑO
B2	5	3,70%	36629	0,002	78,780
		20,071			
C2	8	2,88%	58560	3,986	233433,059
		20,055			
<b>TOTAL</b>	<b>13,00</b>		<b>95189</b>	<b>E.S.A.L DE DISENO</b>	<b>233,511.839</b>

Factor direccional = 0.5

Factor carril = 1.00

**E.S.A.L DISEÑO = 233,511.839**

## 2. FORMULACION DE DISEÑO:

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times \text{Pt}) \times \text{Log}_{10}\left[215.63 \frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(\frac{E_c}{k})^{0.25}})}\right]$$

Donde:

D = Espesor de la losa del pavimento

W18 = trafico (Numero de ESALS)

Zr = Desviación Estándar Normal

So = Error Estándar Combinado de la predicción del Trafico

ΔPSI = Diferencia de Serviciabilidad (Po – Pt)

Po = Serviciabilidad inicial

Pt = Serviciabilidad final

S'c = Modulo de rotura del concreto (psi)

Cd = Coeficiente de drenaje

J = Coeficiente de transferencia d carga

Ec = Modulo de Elasticidad de concreto

K = Modulo de reacción de la subrasante (psi)

Periodo de análisis:

Tiempo que puede ser cubierto por cualquier estrategia de diseño". Es análogo al término "Vida de diseño"

CLASIFICACIÓN DE LA VÍA	PERÍODO DE ANÁLISIS (años)
Urbana de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20

Por ser una vía Pavimentada de volumen de tráfico normal, se diseñará para un periodo de: 20 años.

Trafico:

Cargas acumuladas esperadas de un eje simple equivalente (EAL) a 18 Kips durante el periodo de analisis (W18)

**Transito futuro estimado (W18):**

$$W_{18} = D_D * D_L * \hat{W}_{18}$$

Dd = (Factor de distribución direccional) generalmente es: 0.5 (50%)

DL= (Factor de distribución de carril)

Número de carriles en cada dirección	% ESAL de 18 kips en el carril de diseño
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

Como tenemos un carril en cada dirección, entonces DL=1 (100%)

W^18= Unidades ESAL de 18 Kips acumulados, previstas para una seccion especifica en el periodo de análisis

Por tanto:

$$W18 = 300.620,00$$

Confiabilidad:

Clasificación Funcional	Nivel de confiabilidad recomendado	
	Urbano	Rural
Interestatal y otras vías libres	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 90	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Por Tratarse de una vía local, asumimos:  $R=70\%$

Desviación estándar total:

$S_o=0,39$  (pavimento rígido)

Pérdida de serviciabilidad de diseño:

$$\Delta PSI = P_o - P_i$$

Índice de serviciabilidad presente:  $P_o=4,5$  (pavimento rígido)

Nivel de serviciabilidad final	Porcentaje de personas que lo consideran inaceptable
3	12 %
2,5	55 %
2	85 %

Tomaremos el índice de serviciabilidad terminal igual a:  $P_t=2,5$  con la desaprobación del 85%

El cambio total del índice de serviciabilidad es:

Drenaje:  $\Delta PSI = 2$

Coefficiente de drenaje:  $C_d=0,90$  (calidad media de drenaje)

Coefficiente de transmisión de carga:

BERMA	ASFALTO		PCC unido	
	SI	NO	SI	NO
<b>Dispositivo de transferencia de cargas</b>				
<b>Tipo de pavimento</b>				
1. Simple con juntas y reforzado con juntas	3,2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
2. CRCP	2.9 - 3.2	N/A	2.3 - 2.9	N/A

$J=3,2$  (con barras lisas o dowels)

Módulo de elasticidad del concreto:

Resistencia al compresion del C ( $f'_c$ ) = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

$f'_c = 2.986,91$  lb/plg<sup>2</sup>

$$E_c = 57000 * \sqrt{f'_c} \text{ lb/plg}^2$$



Módulo de elasticidad del concreto:  $E_c = 3115202$  PSI

Módulo resiliente efectivo de la Subrasante:

CBR=39,6%

$M_r = 1500 \times \text{CBR} \text{ (CBR} < 10\%)$
$M_r = 4326 \times \ln(\text{CBR}) + 241 \text{ (CBR} < 20\%)$
$M_r = 4326 \times \ln(\text{CBR}) + 241$

MR = 16155,61 psi

**Calculo del módulo de reacción efectivo de la subrasante:**

Módulo Resiliente de la SubRasante (MR): 16155,61

Módulo Elastico de la Base y Perdida de soporte (LS):

Sabemos:

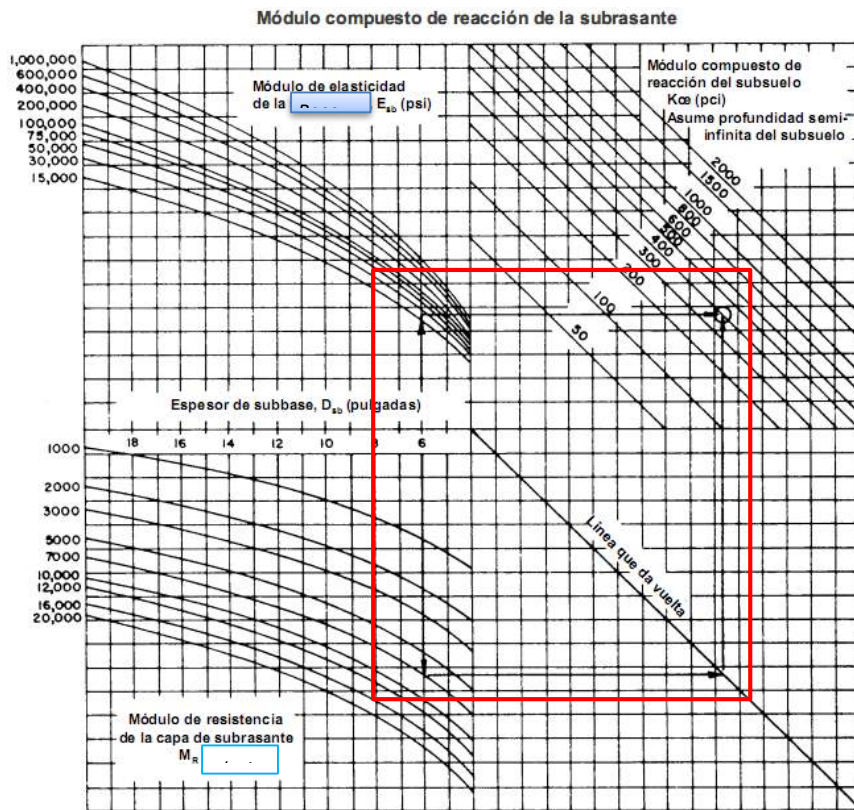
Valores Típicos de Factores de Pérdida de Soporte para Varios Tipos de Materiales

Tipo de Material	Pérdida de Soporte (LS)
Base Granular Tratada con Cemento (E=1 000 000 a 2 000 000 lb/pulg <sup>2</sup> )	0.0 a 1.0
Mezclas de Agregado y Cemento (E=500 000 a 1 000 000 lb/pulg <sup>2</sup> )	0.0 a 1.0
Base Tratada con Asfalto (E=350 000 a 1 000 000 lb/pulg <sup>2</sup> )	0.0 a 1.0
Mezclas Estabilizadas con Materiales Bituminosos (E=40 000 a 300 000 lb/pulg <sup>2</sup> )	0.0 a 1.0
Mezclas Estabilizadas con Cal (E=20 000 a 70 000 lb/pulg <sup>2</sup> )	1.0 a 3.0
Materiales Granulares No Aglomerados (E=15 000 a 45 000 lb/pulg <sup>2</sup> )	1.0 a 3.0
Materiales de Grano Fino o Subrasante Natural (E=3 000 a 40 000 lb/pulg <sup>2</sup> )	2.0 a 3.0

Para Materiales Granulares no Aglomerados:  $E=45000$ PSI (lb/plg<sup>2</sup>) ; LS=3

**Modulo Compuesto de Reacción de la Sub Rasante (Módulo Balasto Compuesto):**

Ingresamos al Abaco:



Módulo Elástico Base:

$E_{sb} = 45,000 \text{ psi}$

Módulo de Reacción de SubRasante:

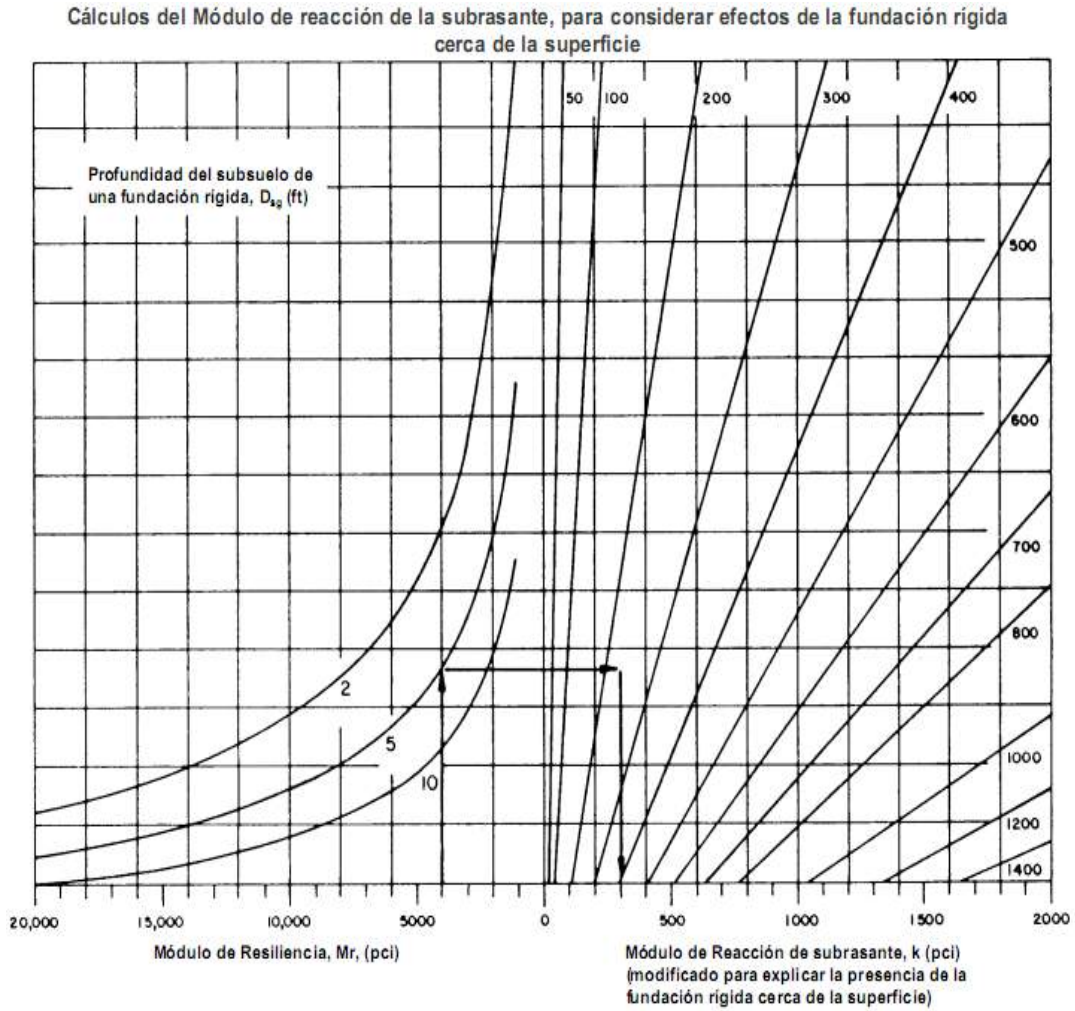
$M_R = 16,155.61 \text{ psi}$

Espesor Base:

$e = 8.00 \text{ in}$

$k_{\infty} = 900 \text{ lb/pulg}^3$

Considerando efectos de fundación rígida cerca de la superficie:



Módulo Resiliente de Subrasante:

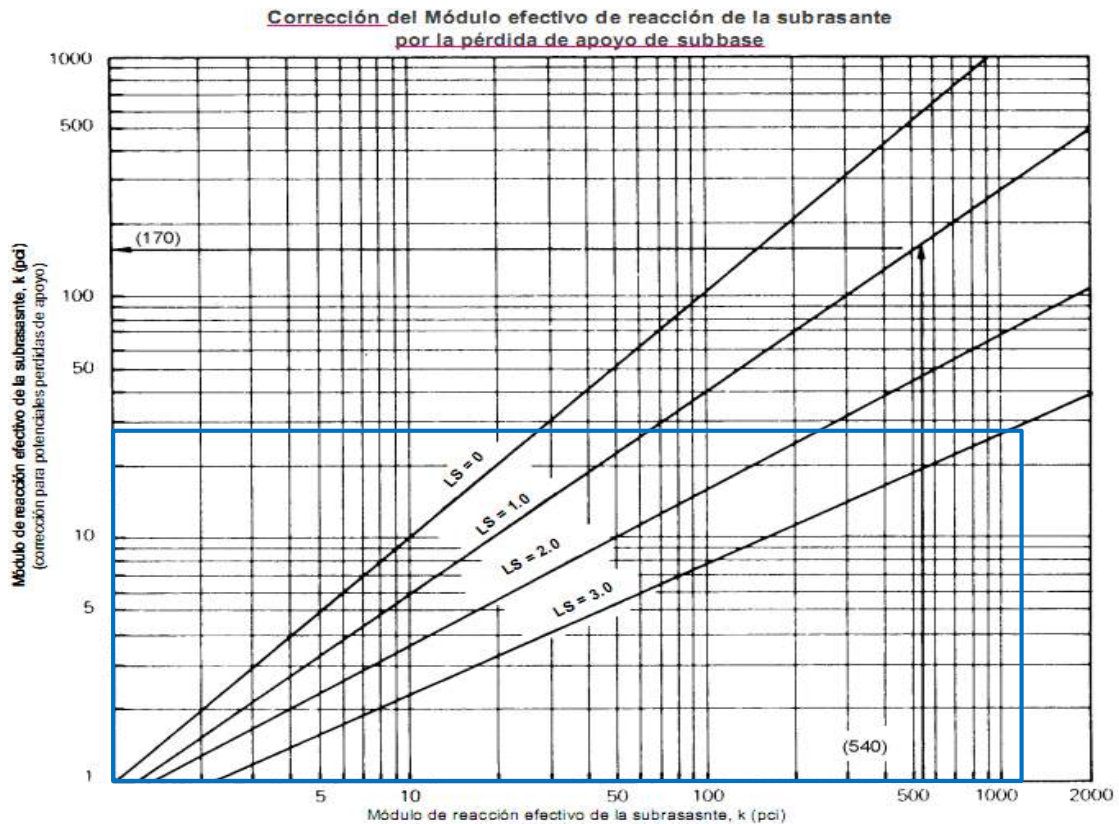
$$MR=16155,61477\text{psi}(\text{lb}/\text{pulg}^2)$$

Módulo Compuesto de Reacción de Subrasante Prof>>3m

$$k_{\infty} = 900\text{pci}(\text{lb}/\text{pulg}^3)$$

$$K=1200(\text{lb}/\text{pulg}^3)$$

Corrección del Módulo Efectivo de Reacción de Subrasante:



Factor de Pérdida de Apoyo de SubBase: 3

Módulo de Reacción Compuesto "Efectivo" de Subrasante: 1200

**Módulo de Reacción Compuesto "Efectivo" de Subrasante:**

**Mk (corregido) = 29pci(lb/pulg<sup>3</sup>)**

10.5.1.1. Diseño del pavimento:

Para el diseño tenemos los siguientes datos:

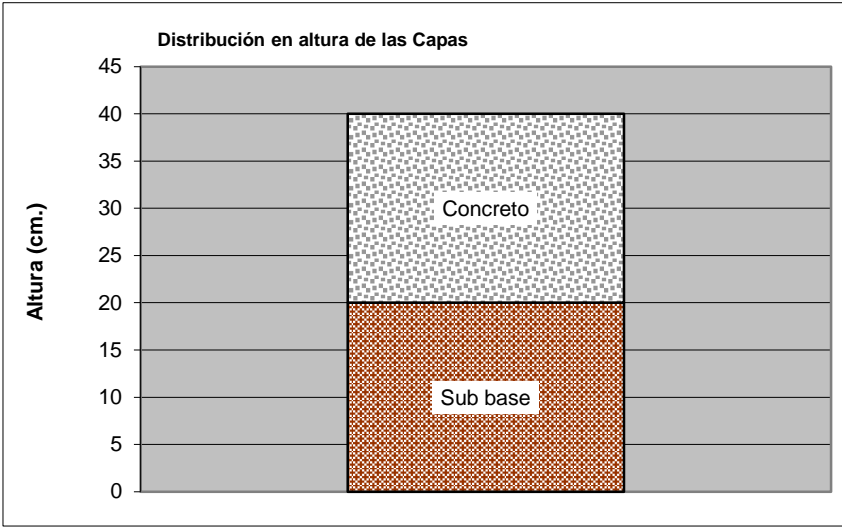
- K=29pci
- E=3115202 PSI
- So=0,39
- R=70%, (Zr = -0.524)
- W18=233,511.839
- Mr=16155,61477 PSI
- Módulo Ruptura (Sc)= 412.23psi

- J=3.8
- Cd=0.90

Usando los datos en el programa nos da como resultado **D=8.00**

Obtenemos el espesor del pavimento de concreto:

Base	D=8pulg	20cm
Concreo	D=8pulg	20cm



CAPITULO IV  
ANALISIS Y DISCUSION

## **Analisis**

### Patologías encontradas en los Pavimentos:

La Avenida Luzuriaga entre el Jr. Sal y rosas, presenta en su mayoría con más patologías como transversales, losas sub divididas, grietas lineales (transversales y longitudinales), daño de sello de junta, escala, falla de esquina, baches, y Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado.

Al realizar la calicata 1 en la cuadra 01 se pudo evaluar mediante los ensayos más a fondo el problema existente; es debido que el suelo (subrasante) es un suelo muy arcilloso y estos son muy pobres en capacidades portantes, por lo tanto, Los suelos de subrasante malos no retienen una cantidad sustancial de su capacidad de soportar cargas cuando están húmedos. por lo que en tiempos de lluvias el agua ingresa por las juntas haciendo que el suelo se hinche o aumente su volumen provocando el rompimiento o fallas en el pavimento, otro motivo es por no contar con una buena compactación en la sub rasante.

En la calicata 2 de la cuadra 01 y la calicata 3 de la cuadra 02 se pudo evaluar que la subrasante es de tipo de arena arcillosa con grava, su CBR es mayor al 30% de (100% compactación de Proctor Modificado) por lo que tiene un comportamiento estructural adecuado.

En la calicata 4 de la cuadra 03 – 04 – 05 se pudo evaluar que la sub base es de tipo de Grava pobremente graduada con limo y arena, por lo que existe una graduación uniforme de tamaños y el suelo cambia de consistencia en función al contenido de humedad debido a las fuertes lluvias de la zona, por otro lado, no cuenta con nivel freático.

Según el ensayo de DIAMANTINAS y ESCLEROMETRÍA en la calicata 1, 2, 3 y 4 el concreto de la losa del pavimento presento un rompimiento columnar y su  $F'_{cd}$  es mayor al  $f'_{c}$  diseño por lo que el problema no está en la resistencia del concreto.



## **Discusión**

Malestar y reclamos en la instrucción receptora del proyecto: cuando las patologías son evidentes a simple vista y los instrumentos utilizados generalmente, ocasionan malestar, desconfianza en la calidad de la obra, etc.

Malestar en la población, especialmente en la población ligada al transporte y los peatones.

Si no se determinan y evalúan las patologías del pavimento rígido se continuarán entregando obras deficientes y en estado de patológico a la comunidad huaracina, situaciones que podrían generar en un corto o mediano plazo malestares y/o reclamos.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## Conclusiones

- ✓ Mediante la evaluación de los tramos del pavimento en estudio de la avenida Luzuriaga cuadra 11 con la av. Pedro Villon cuadra 9 se pudo obtener información del estado físico de estos, lo que arrojaron que las mediciones de las fallas catalogan un criterio general de reparación para exponer una alternativa económica de acuerdo a la magnitud y tratamiento de áreas.
- ✓ Se encontró en total 08 patologías estimadas por el manual PCI de severidad baja, media y alta: Losas sub divididas, Grietas lineales (transversales y longitudinales), Baches, Daño del sello de la junta, Falla de Esquina, Escala, Parches y Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado.
- ✓ Al evaluar la longitud 1 conformado por la cuadra 01, se evaluó que la longitud 1 según el PCI = 28, se encuentra en un rango de 25 a 50 que es malo por lo que necesita ser construido por presentar una gran mayoría de fallas y por tener un suelo muy arcilloso y la longitud 02 conformado por la cuadra 02, su PCI = 63 que se encuentra en un rango de 50 a 70 que es regular por lo que solo se llevara a cabo una rehabilitación y seguimiento del pavimento. Al evaluar la longitud 3 conformado por la cuadra 03, 04 y 05 para verificar el estado del suelo. Se evaluó que la longitud 3 según el PCI = 34, se encuentra en un rango de 25 a 50 que es malo por lo que necesita una rehabilitación y seguimiento del pavimento, pero no cuenta no presencia de nivel freático.
- ✓ Se pudo concluir que la calicata 1 el material subrasante es un suelo de arcilla de baja plasticidad con arena la cual por presencia del agua su reacción es de aumento de volumen ocasionando fallas ya mencionadas esto debido porque presenta juntas saltadas por donde ingresa el agua en tiempos de lluvia provocando el hinchamiento o aumento de volumen del pavimento. Mediante los ensayos se pudo concluir que la calicata 4 el material sub base es un suelo

de grava pobremente graduada con limo y arena lo que significa que la grava puede ser hasta hormigón y no material seleccionado como piedra de media, 1” y 2”.

- ✓ El plan para el mantenimiento y rehabilitación de las vías seleccionadas es: realizar un mantenimiento cada 10 años y el mantenimiento debe ser 1km en 3 días.

## Recomendaciones

- Se deben elaborar estudios de caracterización de la subrasante para profundizar un criterio más certero de su granulometría que son fundamentales para elegir la categoría en cuanto al diseño simplificado. Como alternativa más eficiente el uso de mejoramiento PIEDRA OVER.
- El concreto a utilizar para la recuperación de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados debe ser de buena calidad con resistencias a la flexión debe ser de 210kg/cm<sup>2</sup> y con un espesor de 20cm, esto con el fin de asegurar la calidad de las obras a desarrollar.
- Para el caso de la cuadra donde se realizó la calicata 2, según PCI = 63, se encuentran en el rango de estado REGULAR, el mantenimiento más adecuado para las rajaduras o grietas lineales se debe aplicar SIKA 32 picando primero dicho pavimento.
- Es muy importante saber cómo usar y de que manera aplicar los selladores de junta, porque mayormente este tipo de falla es la que presenta el pavimento. Antes de ejecutar la pavimentación nueva o repararlo se debe contar con un personal técnico, previo al análisis de suelos para verificar si es apropiado o requiere ser mejorado la fundación.
- Se recomienda, para el caso de los pavimentos de concreto deteriorados en el centro de la ciudad, aplicar una capa de asfalto en caliente, de espesor mínimo (1 pulg), con el fin de lograr uniformidad en las pistas y una mejor presentación estética. De esta manera se aprovecharía para rellenar algunos desniveles que empozan el agua de lluvia y realizar limpieza de alcantarillas y cunetas antes de la época de lluvias con lo cual se evitará concentración de basura.

- El grado de compactación requerido para la calicata 1 será de un 95% de su máxima densidad seca teorica proctor estándar (NTP 339,142:1999) en suelos finos. Y la profundidad de la compactación debe ser de 12 pulgadas (300mm) superficiales.

**CAPITULO VI**

**REFERENCIA  
BIBLIOGRAFICAS**

## Referencias bibliográficas

**AASHTO, (1992).** Guía para “Diseño de Estructuras de Pavimentos”, Comité Ejecutivo.

**ABLISA ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS, VERSIÓN (1996).** Disponible en internet en: <http://www.ablisa.com/DOCUMENTOS/Especificaciones%20INVIAS.pdf>

**ADMINISTRACIÓN BOLIVIANA DE CARRETERAS (2009).** Manuales Técnicos para el Diseño de Carreteras. Bolivia

**ALTAMIRANO KAUFFMANN LUIS F. (2014).** Deterioro de Pavimentos Rígidos). Disponible en internet en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/deterioro-pavimentos-rigidos/deterioropavimentos-rigidos.pdf>.

**ASOGRAVAS. CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA (2004)** Disponible en internet en: <http://www.asogras.org/Inicio/ConstruccionInfraestructura.aspx>

**ANGELONE S, MARTÍNEZ F, CAUHAPÉ M, Y ANDREONI R (2008).** Artículo Técnico: Influencia de los Factores de Carga y de Servicio en el Ensayo de la Rueda Cargada. Argentina

**CAPTURA. ANÁLISIS DE METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE DETERIORO PARA LA CONSERVACIÓN DE PAVIMENTOS URBANOS (2014).** Disponible en internet en: <http://www.captura.uchile.cl/handle/2250/83118>

**CHANG C, FREEMAN T (2007).** Implementación de la Guía de Diseño Mecánico de Pavimentos NCHRP 1-37A en Texas. EEUU.

**COOLEY A, KANDHAL P. (2002).** Paper: Evaluation of Permanent Deformation of rigid Mixtures Using Loaded Wheel Tester. National Center for Asphalt Technology Auburn University, Alabama

**CORDO O, BUSTOS M (2008).** Artículo: Metodología Empírico -



- Mecánica para el Diseño Estructural de Pavimentos (MEPDG).  
Experiencias de Calibración. Argentina.
- DANIELESKI, M. L. (2004)** “Propuesta de Metodología para la evaluación superficial de pavimentos urbanos: Aplicación a redes viales de Porto Alegre”. Tesis (Maestría Profesional en Ingeniería).  
Porto Alegre
- GARNICA P, GÓMEZ J, SESMA J (2002)**. Publicación Técnica No. 197: Mecánica de Materiales para Pavimentos. México.
- LORÍA GUILLERMO (2009)**. Evaluación de asfaltos modificados en laboratorio con distintos polímeros. Costa Rica. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (Lanamme UCR).
- MENÉNDEZ ACURIO J.R. (2009)**. “Ingeniería de Pavimentos”, materiales, Diseño y Conservación, Instituto de la Construcción y Gerencia. Lima.
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2000)**. Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG 2000. Perú
- MTC, (2001)**. Proyecto Sistema de Gestión de Carreteras, Normas y Manuales técnicos Subsistema de Inventario Calificado Volumen 3: Anexo 3 a 12, Asociación BCEOM – OIST, Lima
- MTC. (2005)**. “Estudios de Pre Inversión a nivel de Factibilidad Proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Cañete – Huancayo, Ruta 22. Tramo: Lunahuaná – Dv. Yauyos Chupaca. Lima.
- MTC. (2006)**, Manual técnico de mantenimiento periódico para la red vial departamental no pavimentada. Lima
- REYES FREDY (2005)**. Libro Diseño Racional de Pavimentos. Editorial Javeriana. Colombia.
- RIZO OTERO (2014)**. *Evolución histórica del pensamiento político y económico. Cali, Valle del Cauca (s.l.) [on line] (s.f.) [citado el 23 de enero de 2014]. Disponible en internet en: <http://bdigital.uao.edu.co/bitstream/10614/26/1/texto.pdf>*
- SCRIBD. PAVIMENTO RÍGIDO (2014)**. *Disponible en internet en:*

*<http://es.scribd.com/doc/78707671/CRITERIOS-DISENO-PAVIMENTORIGIDO>*

**TENORIO MANANAY ARMANDO,(2005)** *“Modelos de Predicción de Deterioro de Pavimentos”*, Tesis UNI-FIC. Lima.

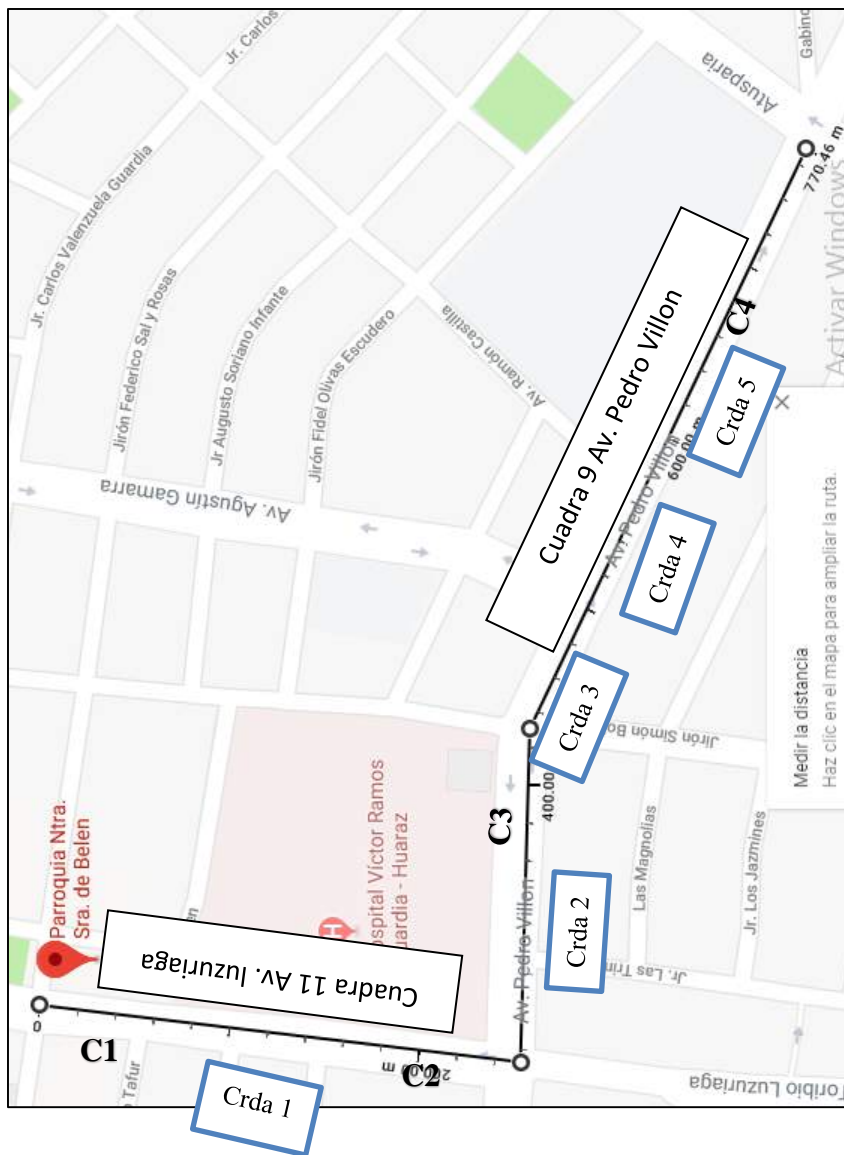
**VISCONTI, TOBIAS, (2000)**, *“O Sistema Gerencial de Pavimentos”*, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem Instituto de Pesquisas Rodoviaras Divisao de Apoio Tecnológico- DNER. Brasil.

**YEOMANS, W.C. (1986)**. *Visual impact assessment: Changes in natural and rural environment. In Smardon, R.C., Palmer, J.E. and Felleman, J.P.*

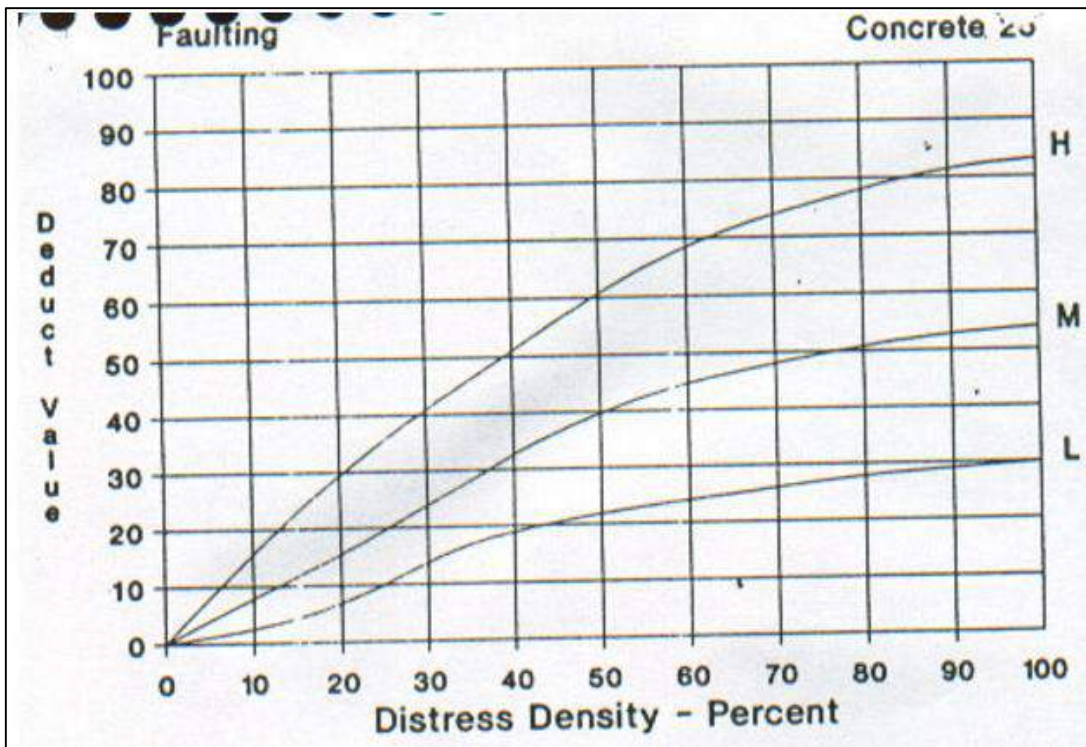
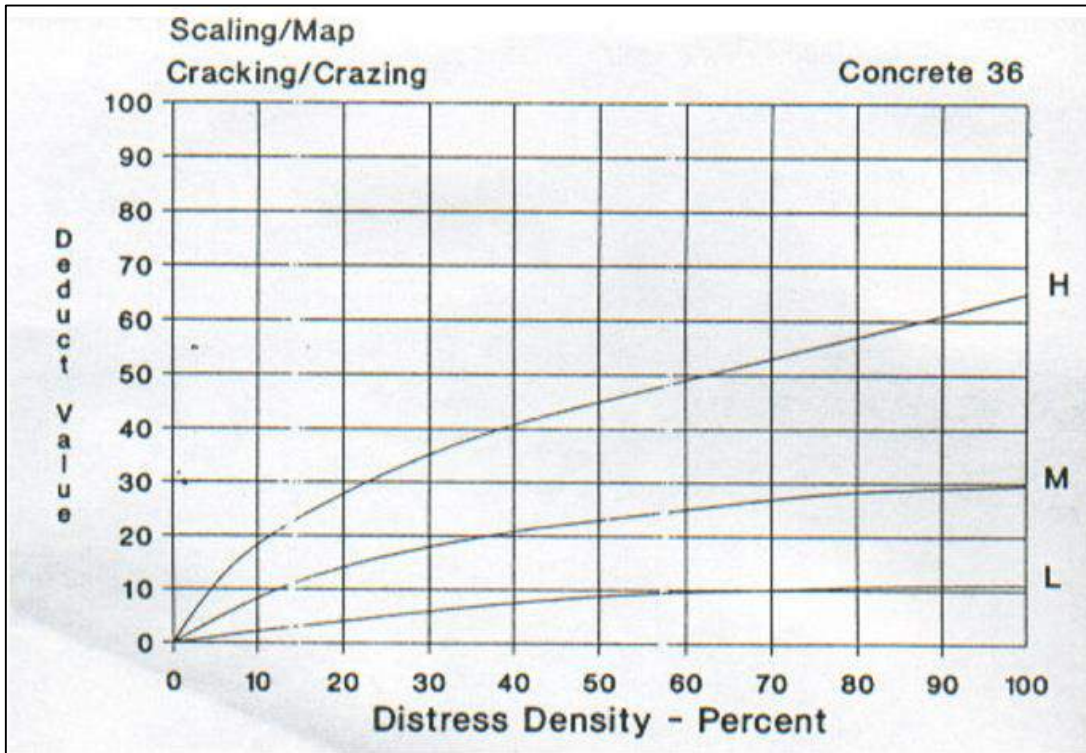
**CAPITULO VII**  
**ANEXOS Y APENDICE**

## Croquis

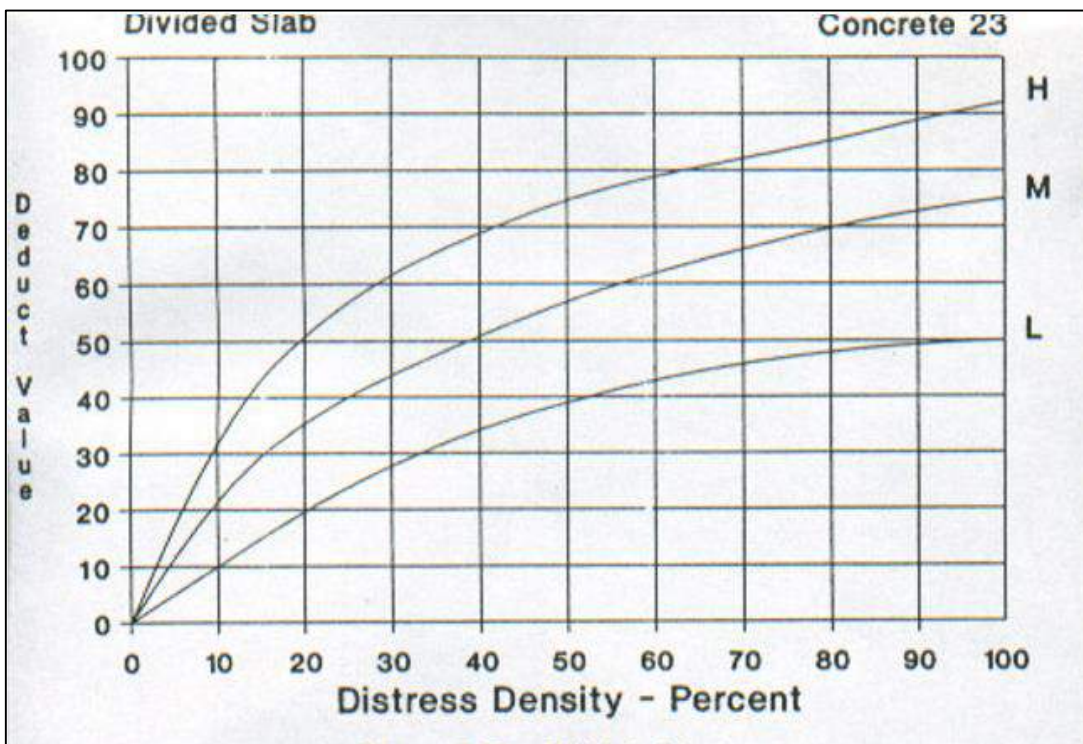
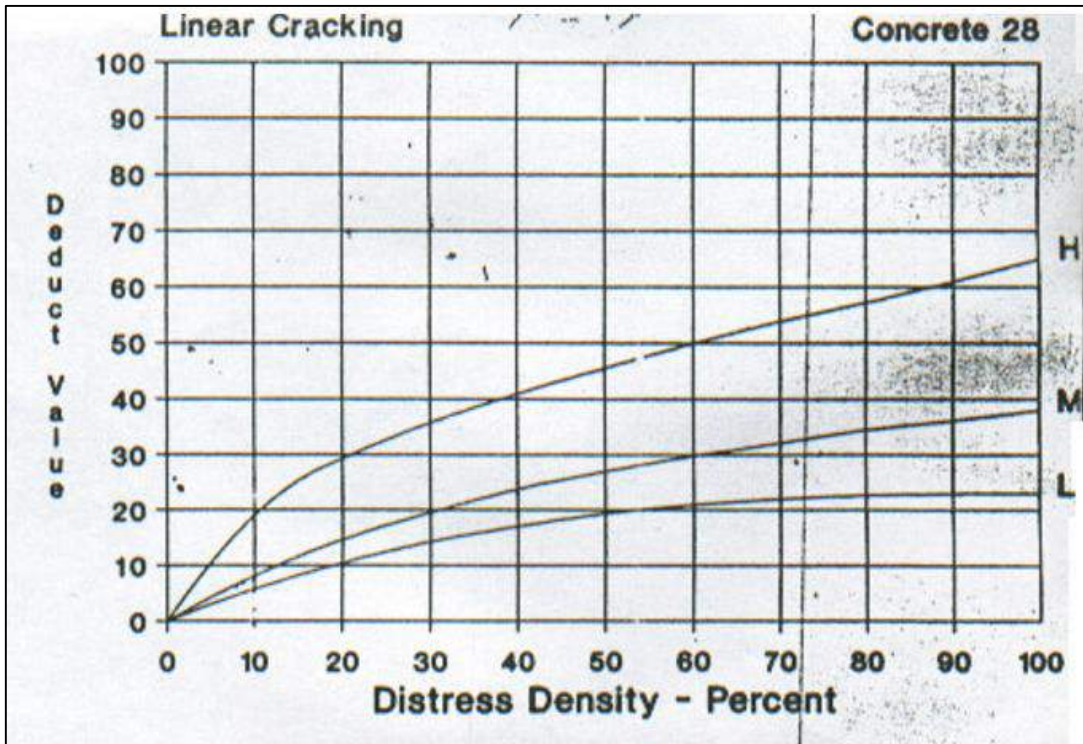
Calicatas (C): 04, Tramo total: 770.46, Nro. de cuadras (Cdra): 05

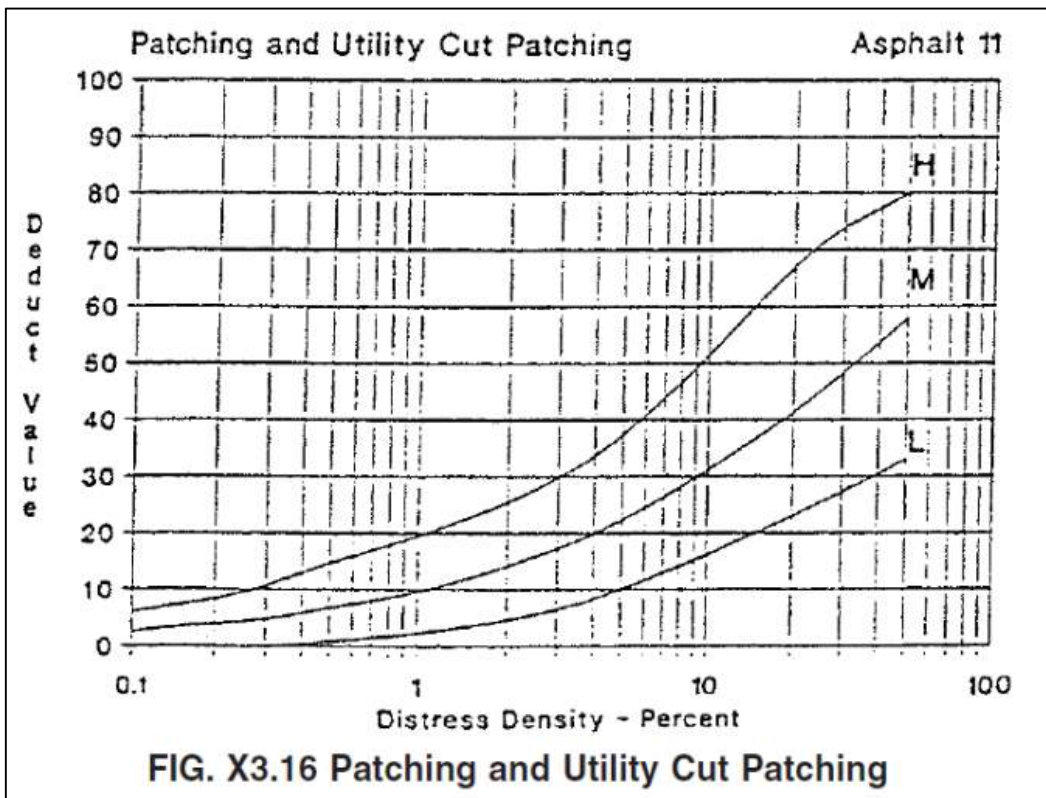
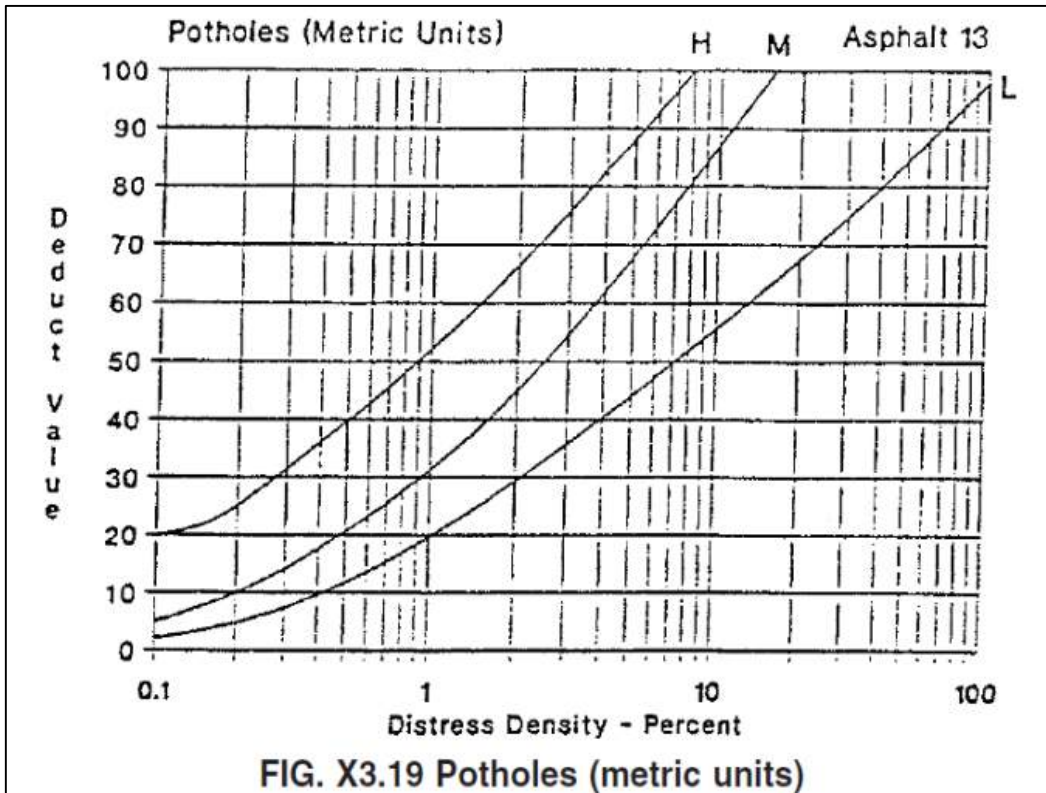


Abacos para determinar el valor deducido

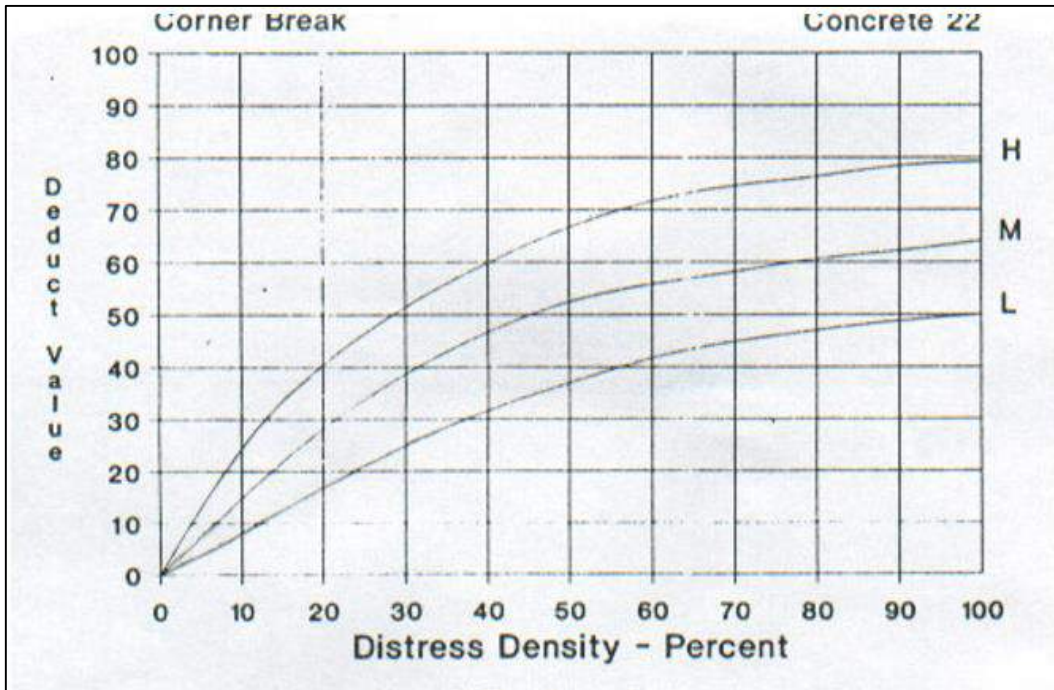












**Joint Seal Damage** **Concrete 26**

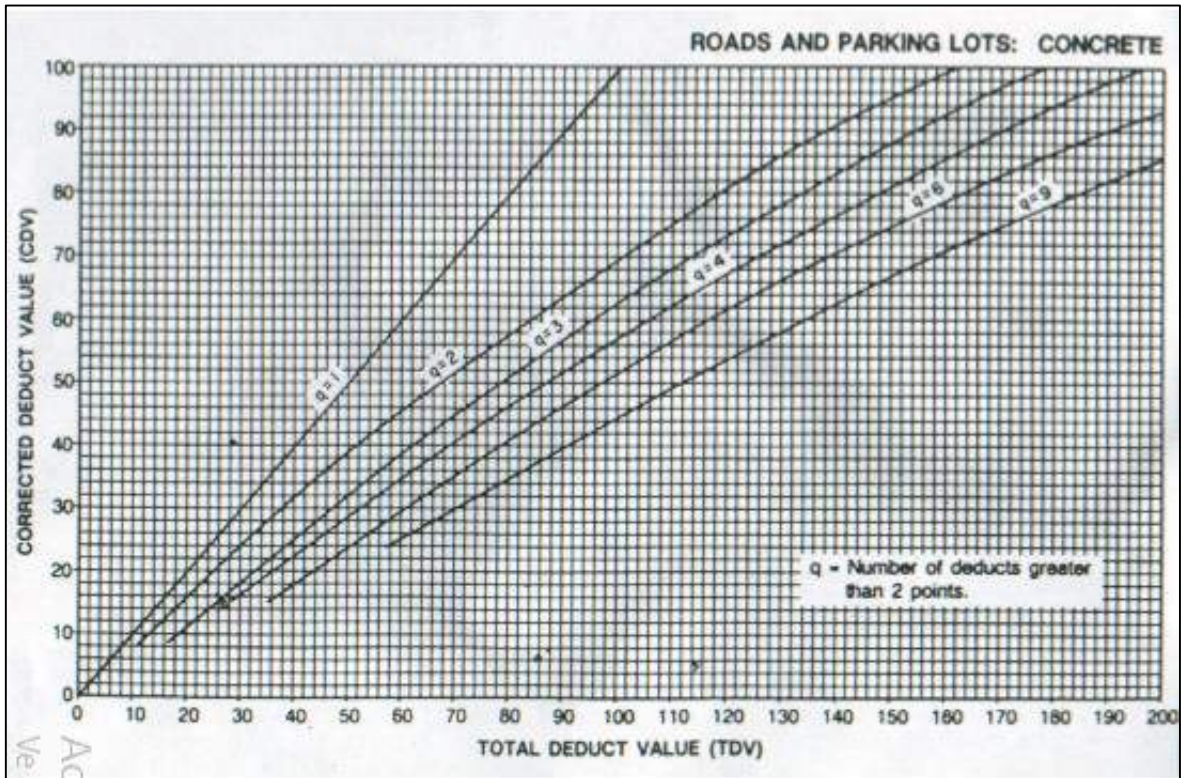
Joint seal damage is not rated by density. The severity of the distress is determined by the sealant's overall condition for a particular sample unit.

The deduct values for the three levels of severity are:

LOW	2 points
MEDIUM	4 points
HIGH	8 points



### Valor deducido corregido



## Trabajos en campo



Calicata 01



Calicata 02



Calicata 03



Calicata 04



## Trabajos en gabinete



CUARTEO



CONTENIDO DE HUMEDAD



GRANULOMETRIA



TAMICES UTILIZADOS



GRAVEDAD ESPECFICA



PROCTOR MODIFICADO





GOLPES CON EL PIZON



CBR

