

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

**“ANÁLISIS DE LAS FALLAS EN LOS PAVIMENTOS INTERTRABADOS DE LAS CALLES CIRCUNDANTES DEL MERCADO DE CATACAOS-PIURA 2016”.**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**IVI KATIA JAHAIRA VILCHEZ MENDOZA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**ASESOR: Ing. Dr. JUAN ASALDE VIVES**

**PIURA - PERÚ**

**2016**

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“ANÁLISIS DE LAS FALLAS EN LOS PAVIMENTOS INTERTRABADOS DE  
LAS CALLES CIRCUNDANTES DEL MERCADO DE CATACAOS-PIURA  
2016”**

**MIEMBROS DEL JURADO Y ASESOR**

<b>INTEGRANTES</b>	<b>JURADOS</b>	<b>FIRMA</b>
<b>PRESIDENTE</b>	<b>DR.ING. JAMES ALEX HUAMAN CHORRES</b>	
<b>MIEMBRO</b>	<b>DR.ING. EDWIN OMAR VENCES MARTÍNEZ</b>	
<b>SECRETARIO</b>	<b>ING. MANUEL ÁNGEL ALVARADO OTOYA</b>	
<b>ASESOR</b>	<b>Dr. JUAN ASALDE VIVES</b>	

**PIURA - PERÚ**

**2016**

## **DEDICATORIA**

A Dios quien guío cada uno de mis pasos por un buen camino, y sobrepasar cada uno de los obstáculos.

A mi familia, en especial a mis padres, quienes son la fuente de inspiración para poder continuar y crecer en mi vida profesional.

A mis hermanos por ser el cimiento de la construcción de mi vida profesional, sentando las bases de responsabilidad y deseos de superación

## AGRADECIMIENTOS

Expreso mi gratitud:

En primer lugar a Dios por permitirme lograr muchas metas trazadas y ser guía para mi formación.

A mis Padres:

- José Ángel Vílchez Cañola.
- Carmen Mendoza de Vílchez.

Que han sido pilares fundamentales en mi desarrollo académico que con mucho sacrificio me han encaminado a la realización de mis metas propuestas y por haberme inculcado muchos valores.

A mis hermanos, pues en ellos tengo el espejo en el cual me quiero reflejar pues sus virtudes infinitas, sus deseos de superación, su responsabilidad en su vida profesional y su gran corazón me hacen admirarlos cada día más.

A mi asesor, **Ing. Dr. Juan Asalde Vives** por aceptarme para realizar esta tesis bajo su dirección, su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas y ser un aporte invaluable en el desarrollo de esta tesis.

Muchas gracias a todos ellos.

## ÍNDICE

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
SINTESIS	13
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO I	
PLANTEAMIENTO METODOLOGICO.	
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	17
1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.2.1. Delimitación Espacial	
1.2.2 Delimitación Temporal	18
1.3 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	18
1.3.1 Problema General	19
1.3.2 Problema Específicos	19
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.4.1 Objetivo General	19
1.4.2 Objetivo Específicos	19
1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.5.1 Hipótesis General	20
1.5.2 Hipótesis específicas	20
1.6 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	20

1.6.1 Variable independiente	20
1.6.2 Operacionalización de Variables	21
<b>1.7 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>22</b>
1.7.1 Tipo de Investigación	
1.7.2 Nivel de Investigación	22
1.7.3 Métodos de Investigación	23
1.7.4 Diseño de investigación	24
<b>1.8 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>24</b>
1.8.1 Población	24
1.8.2 Muestra	24
<b>1.9 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>	
1.9.1 TÉCNICAS	25
1.9.2 INSTRUMENTOS	25
<b>1.10 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>26</b>
1.10.1 Justificación	26
1.10.2 Importancia	27

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

<b>2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>28</b>
<b>2.2. BASES TEÓRICAS</b>	<b>35</b>
2.2.1 Pavimentos	35
2.2.2 Clasificación de los Pavimentos	35
2.2.3 Funciones de los Pavimentos	36

2.2.4 Pavimentos Intertrabados-Definición	37
2.2.5 Consideraciones del Diseño Estructural	37
a. Condiciones ambientales y drenaje	37
b. Tráfico	37
c. Soporte de la sub-rasante	38
d. Materiales del pavimento	38
2.2.6 Ventajas de los Pavimentos Intertrabado	39
2.2.7 Limitaciones del pavimento intertrabado	39
a. Colapsa con el agua	39
b. Rugosidad	39
c. Ruido	39
2.2.8 Estructura del Pavimento Intertrabado	40
2.2.9 CONSTRUCCIÓN	40
2.2.9.1 Preparación de la superficie existente	40
2.2.9.2 Colocación y nivelación de la capa de arena	40
2.2.9.3 Instalación de los adoquines	40
2.2.9.4 Sellado de juntas y compactación	42
2.2.9.5 Construcción de confinamiento	43
<b>2.2.10 Evaluación del pavimento</b>	44
2.2.10.1 Importancia de la evaluación del pavimento	45
2.2.10.2 Procedimiento para la evaluación	45
2.2.11 Clasificación de deterioros de los pavimentos	45
2.2.12 Tipos de fallas en los pavimentos intertrabado	46
1. Deformaciones	47
2. Desprendimientos	49
3. Desplazamientos	52
4. Fracturamientos	54
5. Otros deterioros	57

**CAPÍTULO III  
PRESENTACION DE RESULTADOS**

3.1 ANALISIS DE TABLAS Y GRÁFICOS	65
-----------------------------------	----

**CAPÍTULO IV  
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

4.1 INTERPRETACIÓN DE GRÁFICOS	88
--------------------------------	----

**CAPITULO V  
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 Conclusiones	94
------------------	----

5.2 Recomendaciones	95
---------------------	----

Anexos

**INDICE DE TABLAS**

TABLA 01: Volumen de tráfico	35
TABLA 02: Características de la subrasante	38
TABLA 03: Granulometría de la arena de cama	39
TABLA 04: Adoquines Requisitos	40
TABLA 05: Resistencia a la comprensión	40
TABLA 06: Evaluación del pavimento	42
TABLA 07: Calificación de los deterioros	44
TABLA 08: Abultamiento _pavimentos Intertrabados	64
TABLA 09: Ahuellamiento	65

TABLA 10: Depresiones	66
TABLA 10: Fracturamiento de confinamiento interno	67
TABLA 12 : Fracturamiento de confinamiento externo	68
TABLA 13 : Desgaste superficial	69
TABLA 13 : Desgaste superficial	70
TABLA 14 : Desplazamiento de borde	71
TABLA 15 : Abultamiento en calle 16 de Noviembre	72
TABLA 16: : Ahuellamiento en calle 16 de Noviembre	73
TABLA 17: Depresiones en calle 16 de Noviembre	74

#### INDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 01: Esquema gráfico de la estructura de un pavimento intertrabado	38
IMAGEN 02: Construcción de pavimentos	41
IMAGEN 03: Abultamientos	45
IMAGEN 04: Ahuellamiento	46
IMAGEN 05: Depresiones	47
IMAGEN 06: Desgaste superficial	48
IMAGEN 07: Perdida de arena	49
IMAGEN 08: Desplazamiento de borde	50
IMAGEN 09: Desplazamiento de juntas	51
IMAGEN 10: Fracturamientos de confinamiento externo	52
IMAGEN 11: Fracturamiento de confinamiento interno	53
IMAGEN 12: Otros deterioros	54
IMAGEN 13: Escalonamiento entre adoquines y confinamiento	55
IMAGEN 14: Juntas abiertas	56
IMAGEN 15: Vegetación en la calzada	57

#### INDICE DE GRÁFICO

Gráfico 01: Condición actual del pavimento
Gráfico 02: calificación de serviciabilidad del pavimento
Gráfico 03: causa de las fallas del pavimento intertrabado

Gráfico 04: Repercusión de las fallas en el pavimento intertrabado	77
Gráfico 05: Falla severa que afecta el funcionamiento del pavimento	78
Gráfico 06: Tratamiento para las fallas que afectan el funcionamiento del pavimento	79
Gráfico 07: Falla severa que afecta la estructura del pavimento	81
Gráfico 08 : Posibles tratamientos para fallas estructurales	82
Gráfico 09: Influencia del mantenimiento oportuno en la vida útil del pavimento	83
Gráfico 10: Medidas para una mejor serviciabilidad del pavimento	84

#### IMAGEN DE CALLES CIRCUNDANTES DEL MERCADO DE CATACAOS

Imagen 17: Abultamiento en calle ICA	64
Imagen 18: Depresiones en calle Ica	65
Imagen 19: Ahuellamiento en calle Ica	66
Imagen 20: Fracturamientos calle Ica	67
Imagen 21 Fracturamientos de confinamientos interno	68
Imagen 22: Desgaste superficial en calle Ica	69
Imagen 23: Desplazamiento de borde	70
Imagen 24: Abultamiento	71
Imagen 25: Ahuellamiento	72
Imagen 26: Depresiones	73

## **RESUMEN**

El propósito del presente trabajo de tesis es analizar las fallas en los pavimentos intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos –Piura, para poder determinar las posibles deficiencias y las labores de mantenimiento que esta requiere.

Para garantizar que un pavimento ofrezca un nivel de serviciabilidad adecuado, que genere bienestar y confort y seguridad, al turista y al comercio urbano es necesario e importante conocer las causas que originan la falla ,para luego dar solución a las fallas existentes.

El objetivo de este trabajo de investigación es analizar las fallas en los pavimentos intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos para conocer el grado de severidad.

Otro objetivo del presente trabajo de investigación es establecer medidas de prevención para la construcción de futuros pavimentos intertrabados para evitar deficiencias y minimizar costos de una reconstrucción del pavimento.

La metodología utilizada es el método observativo, ya que a través del recorrido a pie y la inspección visual, se pudo detectar las fallas en el pavimento intertrabado de las calles circundantes del Mercado de Catacaos

Se utilizó también el método analítico, ya que al analizar las deficiencias, se dio alternativas de reparación, también se utilizó el método descriptivo, porque se evaluó los rasgos y características de las fallas, para luego determinar el grado de severidad.

Se procedió a calificar el servicio actual del pavimento por un grupo de personal profesionales pobladores del Distrito de Catacaos, que definieron el servicio del pavimento en regular. Ya que encuentran deficiencias en la superficie del pavimento.

Palabra clave: fallas de pavimentos intertrabado, pavimento intertrabado

## **ABSTRACT**

The purpose of this thesis work is to analyze the faults in the inter\_paved pavements in the surrounding streets of the catacaos piura market to be able to determine the possible deficiencies and the maintenance work that this requires.

To guarantee that a pavement offers an adequate level of serviceability that generates welfare and comfort and safety to the tourist as the urban commerce is necessary and important to know the causes that originate the fault and the to give solution of the existing faults

The objective of this research work is to analyze the faults of the interlocking pavements of streets circundanted of the market of catacaos to know the degree of know the degree of severity.

Another objective of the present research work is to establish construction of interlocked pavements to avoid deficiencies and minimize costs of a pavement reconstruction .

The methodology used was stable observational method as through walking and visual inspection faults interlocking pavements of the strrets circundantd cataclysm market.

We aslo used the analytical method because when analyzing the deficiencies was given alternative repair was also used the descriptive method because we assessed the characteristics and characteristics of the faults and then determine the degree of severity proceeded to qualify the current service of the pavemnt by a group of professional people from the cataclysm district that defined the pavement service in regular

Keyword: interlocked pavement failures, interlocked pavement.

## **SINTESIS**

Los pavimentos intertrabados de adoquines de concreto, hoy en día son más usados por sus múltiples ventajas en gestión de infraestructura vial. Para que garanticen y brinden un servicio cómodo, rápido, seguro y económico a los usuarios, se debe realizar la evaluación del pavimento para poder determinar las posibles deficiencias y las labores de mantenimiento que esta requiera y de esta manera garantizar la buena prestación del servicio.

Cada clase de pavimento presenta unos deterioros típicos, como los pavimentos intertrabados los cuales se deben identificar, evaluar, inspeccionar, analizar el nivel de severidad de cada falla o deterioro observada en toda la muestra de vía estudiada. Y así cuantificar los diversos daños, para luego tomar medidas correctivas y/o preventivas.

Las fallas presentes que afectan la calidad y funcionamiento del pavimento son producidas por un mal diseño o por falta de supervisión del proceso constructivo, o mala calidad de los materiales utilizados, otras causas más frecuentes es el mal comportamiento del terreno y no poder ser estabilizado de acuerdo a los estudios de suelos respectivos.

Esta investigación aporta mediante su catálogo de fallas, identificar, analizar, cuantificar los niveles de severidad que presentan los deterioros, para luego dar alternativas de reparación oportuna para evitar gastos de reconstrucción del pavimento.

## **INTRODUCCIÓN**

Los pavimentos intertrabado de adoquines de concreto, en los últimos años han venido tomando especial relevancia en el distrito de Catacaos, debido a sus múltiples ventajas como es la economía y su alto valor estético, su alta capacidad de carga entre otras. Aun así estos pavimentos no pueden estar ajenos a los deterioros que afectan a la estructura del pavimento como a su funcionamiento. Quitándole sus principios básicos y fundamentales que han sido diseñados como confort, seguridad, bienestar del pavimento.

Es por ello la importancia de conocer las condiciones que se encuentra el pavimento, y su comportamiento a través del tiempo. Para garantizar que la vía ofrezca un nivel de serviciabilidad adecuado, que genere bienestar y confort y seguridad, al turista y al comercio urbano es necesario e importante saber las causas de su deterioro desde el nivel constructivo. Y sobre todo contar con un buen equipo de profesionales para logra un trabajo óptimo

La evaluación de un pavimento, proporciona información de gran utilidad como el estado actual del pavimento y su comportamiento a través del tiempo.

En este sentido el presente trabajo se desarrolla aplicando el método observativo, analítico y descriptivo de las fallas encontradas en el pavimento intertrabado.

**CAPÍTULO I**  
**PLANTEAMIENTO METODOLOGICO.**

## 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Los pavimentos intertrabados de adoquines de concreto están creciendo en forma sostenida en todo el mundo, cuyas aplicaciones urbanas constituyen una de las más importantes experimentando un fuerte impulso en el ámbito municipal, debido a sus ventajas técnicas económicas como así también debido al factor mano de obra, ya que permite emplear más gente con menos experiencia que otras alternativas de pavimentos<sup>1</sup>.

Pero lamentablemente no se cuenta con los profesionales calificados que supervisen, que garanticen la calidad de serviciabilidad del pavimento hacia los usuarios.

Es por ello que se considera necesario identificar, analizar las fallas del pavimento intertrabado cuantificar su nivel severidad, con el objetivo de dar solución a cada anomalía encontrada en el pavimento en estudio.

Es por esta razón que realizar el análisis de un pavimento es una necesidad para poder determinar las deficiencias y las labores de mantenimiento que se requiera, y de esta forma garantizar la buena prestación de servicio

---

<sup>1</sup> -Carlos Higuera Sandoval-Oscar Fabián Pacheco Merchán –“Patologías de pavimentos articulados “Revistas Ingeniería Universidad de Medellín

## **1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. Delimitación Espacial**

El presente trabajo de investigación se realizó en el distrito de Catacaos, Provincia y Departamento de Piura, ubicada en la costa norte del Perú.

El distrito de Catacaos departamento de Piura limita:

- Norte: Distrito de Piura y Castilla.
- Este: Distrito de la Arena, Cura Morí y Sechura.
- Oeste: Provincia de Morropón y Lambayeque.
- Sur: Provincia de Paíta.

### **1.2.2. Delimitación Temporal**

El estudio tendrá una duración de cuatro meses comenzará el primero de marzo, al primero de julio, en un solo periodo 2016 influido por el tiempo de diseño no experimental.

## **1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN**

Esta investigación surge debido a él gran deterioro de los pavimentos intertrabados en el Distrito de Catacaos. Es el punto de partida de este estudio que busca contribuir con la gestión de mantenimiento vial.

### **1.3.1. PROBLEMA PRINCIPAL**

¿Al hacer el análisis de las fallas en los pavimentos intertrabados de las calles circundantes del mercado de Catacaos se conocerá el grado de severidad?

#### **PROBLEMAS ESPECIFICOS**

- A. ¿Cuáles son las medidas de reparación para las fallas encontradas en los pavimentos intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos. ?
  
- B. ¿Cuáles son las medidas de prevención para la construcción de futuros pavimentos intertrabados?

### **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Analizar las fallas en los pavimentos intertrabados de las calles circundantes del mercado de Catacaos para conocer el grado de severidad.

#### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a. Determinar medidas de reparación para las fallas del pavimento intertrabado de las calles circundantes del Mercado de Catacaos.
  
- b. Establecer medidas de prevención para la construcción de futuros pavimentos intertrabados.

## **1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1. Hipótesis General**

Análisis de las fallas en los pavimentos intertrabados de las calles circundantes del Mercado de Catacaos.

Al identificar los rasgos y las características de las fallas encontradas en el pavimento, se cuantificara el grado de severidad

### **1.5.2. Hipótesis Específicas**

1. Determinar medidas, de reparación de las fallas encontradas en el pavimento intertrabado de las calles circundantes del Mercado de Catacaos. Teniendo como guía el catálogo de fallas del pavimento intertrabado se procederá a dar posibles soluciones de reparación de cada una de las fallas presentes en el pavimento.

2. Determinar medidas de prevención para la construcción de futuros pavimentos intertrabados. Para garantizar calidad de los mismos.

## **1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN**

La variable única es (independiente), es la siguiente:

### **1.6.1. Variable independiente**

Análisis de las fallas en los pavimentos intertrabados de las calles circundantes del Mercado de Catacaos.

## 1.6.2. Operacionalización de Variables

**CUADRO 1**  
**Cuadro de Operacionalización de la variable**

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES
Fallas en los pavimentos intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos	Patologías de los pavimentos intertrabado de las calles circundantes del Mercado de Catacaos	<p>CLASES Y TIPOS DE FALLAS QUE AFECTAN AL PAVIMENTO:</p> <p><u>DEFORMACIONES :</u></p> <p>1.Abultamientos</p> <p>2.Ahuellamientos</p> <p>3. Depresiones</p> <p><u>DEPRESIONES :</u></p> <p>4. Perdida de arena</p> <p><u>DESPLAZAMIENTOS:</u></p> <p>5.Desplazamiento de borde</p> <p><u>Fracturamiento:</u></p> <p>6.Fracturamiento de confinamientos externos</p> <p>7.Fracturamiento de confinamientos internos</p> <p>8. Entre otros deterioros</p>	Viabilidad	Tipos y clases de fallas

## 1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.7.1. Tipo de Investigación

La presente investigación se constituye como un estudio del tipo **descriptivo-explicativa**. No hay manipulación de variables, ya que se recolectará la información pertinente de las fallas de los pavimentos intertrabado y estas se observan y se describen tal como se presentan en su ambiente natural.

Para tal efecto, **Babbie (1979)** expresa que los estudios descriptivos buscan desarrollar una imagen o fiel representación (descriptiva) del fenómeno estudiado a partir de sus características recolectando informaciones relacionadas con el estado real de las personas, objetos, situaciones o fenómenos, tal como se presentaron al momento de su recopilación.

Por lo tanto **Reynolds (1971)** expresa que los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o el establecimiento de relaciones entre conceptos. Están dirigidos a responder a las causas de los eventos físicos y sociales. Este tipo de estudio busca el porqué de los hechos, estableciendo relaciones de causa- efecto.

### 1.7.2. Nivel de Investigación

**a) Descriptivo – explicativa.** La investigación es de tipo descriptiva – explicativa, consiste en la descripción de un hecho o fenómeno o individuo con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables. Se complementa con la investigación explicativa porque se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas.

### 1.7.3. Métodos de Investigación

Los principales métodos a utilizar en la investigación:

**1. Método Observativo.-** Este método se usa para detectar y asimilar los rasgos de un elemento utilizando los sentidos como instrumentos principales

**2. Método Analítico.-** Es importante realizar un estudio analítico sintético de los temas expuestos en el presente trabajo, identificando cada una de las partes que caracterizan una realidad. De esa manera se establece la relación causa-efecto entre los elementos que compone el objeto de investigación, desintegramos las ideas para conocer con mayor profundidad.

**3. Método Descriptivo.-** Este método consiste en evaluar ciertas características de una situación particular en uno o más puntos del tiempo. En esta investigación se analizan los datos reunidos para descubrir así, cuales variables influye entre sí.

#### **1.7.4. Diseño de investigación**

El tipo de diseño a utilizar es el de tipo no experimental, y de corte transversal, es de tipo no experimental porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a laboratorio, esta investigación es sistemática y empírica en que las variable independiente no se manipulan. **(Hernández, Fernández y Baptista 1998).**

Es de corte transversal porque se recolectó toda la información en relación a las fallas de los pavimentos intertrabado que cumplan con todas las normativas vigentes exigidas, que serán reunidas de distintas fuentes bibliográficas, de tal forma que podrán ser analizadas en un momento único y de esta manera lograr el objetivo de la investigación.

### **1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.8.1. Población**

La población del presente trabajo de investigación son habitantes del centro de la ciudad de Catacaos según datos de último censo 2010 son 66,308 pobladores.

#### **Muestra**

Para establecer la muestra se seleccionó diez ingenieros civiles que viven el Distrito de Catacaos y conocen la vía en estudio.

## **1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **1.9.1. TÉCNICAS**

#### **a) Encuestas**

La encuesta es una técnica de recogida de datos mediante la aplicación de un cuestionario a una muestra de individuos. A través de las encuestas se pueden conocer las opiniones, las actitudes y los comportamientos de los ciudadanos, para llegar a una investigación más profunda.

#### **b) Observación**

Para ejecutar este trabajo de investigación se utilizó la técnica de observación, la cual fue útil para realizar la evaluación de la investigación, identificación, calificación de las fallas o deterioros de la vía estudiada

### **1.9.2. INSTRUMENTOS**

#### **➤ Cuestionario**

Es un instrumento de la encuesta que nos servirá para recoger información sobre la forma en que los usuarios profesionales consideran la serviciabilidad del pavimento. A través de las encuestas se conocerá la calificación de la serviciabilidad del pavimento intertrabado .

La encuesta será el resultado de una apreciación visual de la condición superficial del pavimento.

## **1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.10.1. Justificación**

El presente trabajo de investigación surge de la necesidad de dar una solución, a la problemática existente de las calles circundantes del Mercado de Catacaos.

La presente investigación contribuye, mediante el catálogo de fallas a la prevención y a la toma de medidas de acción y reparación de las fallas del pavimento intertrabado de las calles circundantes del Mercado de Catacaos.

Teniendo como objetivo principal conocer y analizar el grado de severidad de las fallas existentes en el pavimento intertrabado, para luego determinar medidas de acción de manera oportuna de la vía en estudio, como son la calle Ica y calle 16 de Noviembre del Distrito de Catacaos.

La presente investigación también tiene objetivo contribuir en la prevención de deterioros de los futuros pavimentos del Distrito de Catacaos.

### **1.10.2. Importancia**

La presente investigación es de gran importancia ya que al conocer el estado actual del pavimento intertrabado permitirá mejorar el nivel del servicio del tramo de la calle Ica y 16 de Noviembre, calles circundantes del Distrito de Catacaos para que genere bienestar y confort y seguridad, al turista y al comercio urbano.

También se considera este proyecto de investigación de gran envergadura, ya que a través de sus conclusiones y recomendaciones propone propuestas de prevención para la construcción de futuros pavimentos, como a su conservación.

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TEÓRICO**

## 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

### A. Antecedentes Internacionales

Miguel Enrique Bórquez Bertrán (Valdivia\_Chile 2014) en su tesis titulada “Diseño de la estructura de pavimento de la pista del Aeródromo de Panguipulli” llego a la siguiente conclusión: Los pavimentos aeroportuarios soportan grandes cargas y no pueden permitir fallas, por lo tanto es importante considerar en todas las etapas del diseño la seguridad, y elegir el tipo de estructura para cada proyecto en particular. Las condiciones del terreno en Panguipulli son bastante favorables por lo que los costos del proyecto no se verían aumentados de forma considerable al no tener que considerar un mejoramiento del terreno. Para diseñar la estructura.

En el año 2011 de marzo (Santiago de Chile), Víctor Fabián Armijos Cuenca en su tesis para optar el grado de magister en ciencias de la ingeniería, determino mediante ensayos de deflectometría de impacto liviano LFWD entre un pavimento flexible y el pavimento articulado, fabricado ambos con mezclas asfálticas, que presentan valores de módulo dinámico muy similares, cumpliendo con un requisito estructural necesarios para el estudio de pavimentos asfálticos.

En Abril del 2011 (Sangolqui\_Ecuador). César Alejandro Ruiz Brito, en su tesis titulada “Análisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos” concluyo que es necesario regirse de manera estricta a las normas tanto de diseño como de mantenimiento de los pavimentos rígidos, con el fin de evitar y disminuir procesos de deterioro observados en el análisis del presente documento. Además considera que no se toman en cuenta variables topográficas y climáticas, las cuales influyen negativamente en el resultado final del proyecto.

En el año 2010 Ricardo Javier Miranda Rebolledo (Valdivia \_Chile) en su tesis titulada “Deterioros en Pavimentos flexibles y rígidos “para para optar al título de Ingeniero constructor .Llego a la conclusión: Que la conservación de los pavimentos requiere de personal capacitado, es decir que dominen ampliamente el tema. También define que los pavimentos necesitan un mantenimiento oportuno y continuo para preservar la inversión y mantener el pavimento en completo servicio al público.

En el año 1996, Marco Antonio Ruano Paz en su trabajo de investigación **“Instructivo para pavimentación con adoquines de concreto.”** Llego a la siguiente conclusión: el pavimento con adoquines cumple con todos los requisitos para brindar un servicio bueno al tránsito vehicular y peatonal .Es por ello que es necesario darle mantenimiento respectivo para asegurar el servicio en condiciones óptimas de superficie y alargar su vida útil .

Y en lo que respeta mano de obra, por ser una labor que no requiere personal especializado representa una gran economía y facilidad para hacerlo en cualquier comunidad. Contribuyendo como fuente de trabajo y desarrollo a la comunidad.

## **B. Antecedentes Nacionales**

Susan Jackelin Gómez Vallejos (Trujillo 2014). Realizo un estudio de tesis titulado “**Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del Ovalo Grau \_Trujillo La Libertad**”. Concluyo lo siguiente: El Diseño de la Estructura del Pavimento Flexible, del presente proyecto, obedece a parámetros del comportamiento, tomando como variables de entrada, la caracterización del tránsito, las propiedades mecánicas de los materiales y del terreno de fundación, las condiciones climáticas, las condiciones de drenaje y los niveles de serviciabilidad y confiabilidad. - En el método AASTHO – 93, el cálculo del espesor de la estructura del pavimento, relaciona las variables, considerando principalmente los Factores de Equivalentes de ejes tipo de 80 Kn o 18 Kips o ESALs y el Módulo Resiliente de la Subrasante MR.

Kimiko Katherine Harumi Rengifo Arakaki (Lima 2014). Realizo un estudio de tesis titulada “**Diseño de los pavimentos de la nueva carretera Panamericana Norte en el tramo de Huacho a Pativilca (km188 a 189)**”. Concluyo lo siguiente: Que del estudio de tráfico del Índice Medio Diario Anual hallado a partir de los datos proporcionados por el MTC era 8,702 vehículos por día. No obstante es necesario recalcar que el factor de crecimiento del tráfico estimado puede ser en realidad mayor con el paso de los años debido al progreso actual de nuestro país y a las recientes demandas de transporte por parte del sector minero, agrícola, etc. Es por ello que sería aconsejable realizar un monitoreo continuo del tráfico y del peso máximo permitido por eje de cada vehículo, de tal manera que se intente a no someter al pavimento a una carga mucho mayor de la esperada que pueda traducirse en fallas estructurales.

Julio Ferreyra \_Pereyra (Lima febrero 2012) realizo un estudio de tesis titulado” **Actividades de mantenimiento Rutinario y periódico en una carreta del Perú** “.En el cual se concluyó que ese tipo de proyectos son muy dinámicos ya que requieren una evaluación constante para tomar las medidas a tiempo y mantener la transitabilidad de la vía, y por ende un buen servicio de los usuarios.

Camposano Olivera Jhessy Elián y García Cárdenas Kenny Víctor – Huancayo 2012, realizaron un estudio de tesis para optar el título de ingeniero civil, denominado “**Diagnostico del estado situacional de la vía: Av. Argentina – Av. 24 de junio por el método: índice de condición de pavimentos 2012**”. En la cual se concluyó: que las fallas localizadas en el diagnóstico de la vía fueron: piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, abultamiento y hundimiento, corrugación, grieta de borde, grieta longitudinal y transversal parcheo .Llegando a la conclusión que las principales causas de las fallas localizadas en el diagnóstico de la vía son: la condición climática de la zona, la carga de tránsito, materiales de baja calidad.

Néstor Huamán Guerrero (Lima \_Perú\_2011).Realizo un estudio de tesis para optar el grado académico de maestro en ciencias con mención en ingeniería de transporte .Denominado “**La deformación permanente en las mezclas asfálticas y el consecuente deterioro de los pavimentos asfálticos en el Perú**”. Concluyo lo siguiente: las fallas son la acumulación de pequeñas deformaciones permanentes, es necesario incrementar la resistencia de las mezclas no sólo utilizando cemento asfáltico más viscoso, sino un tipo de asfalto que se comporte más como un sólido elástico a altas temperaturas del pavimento y así tenga una mejor recuperación elástica que evite la acumulación de deformaciones .

### C. Antecedentes locales.-

José Abdón Cango Vásquez Piura\_ Perú (2015), realizo un estudio de tesis para optar el título de ingeniero civil titulado **“Análisis patológico de la superficie del pavimento intertrabado, en la av. Sánchez cerro, cuadra 11 y 12, desde la av. sullana norte hasta la AV. country, vía auxiliar izquierda, Piura - 2015”** “, la cual se concluyó que el pavimento intertrabado de, la av. Sánchez Cerro, cuadra 11 y 12, desde la av. Sullana Norte hasta la av. Country vía auxiliar izquierda, es de condición REGULAR. Con un PCI promedio ponderado de 3, en un total de tres muestreos. Y las patologías que se encontraron, fueron por, abultamiento 0.78%, ahuellamiento 0.84%, depresión 0.19%, desgaste superficial 14.60%, perdida de arena 4.77%, fracturamiento 0.65%, fracturamiento de confinamientos internos 4.19%, escalamiento entre adoquines 3.60%.

Enrique Espinoza Ordinola (Piura\_2010).Realizo un estudio de tesis para optar el título de Ingeniero civil denominado **“Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la Provincia de Huancabamba Departamento de Piura”**. La cual llevo a la conclusión: Que el índice promedio de condición del pavimento, del Distrito de Huancabamba es 50%correspondiendo a un nivel o estado regular.se concluyo también que los pavimentos sufren grandes desperfectos por la mala ejecución y calidad de los agregados de la zona.

Edgar Daniel Rodríguez Velásquez \_ (Piura Octubre 2009).Realizo un estudio de tesis para optar el título de Ingeniero civil, denominado **“Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la A.V.Luis Montero, Distrito de Castilla”**. La cual llevo a la conclusión: Que las fallas más frecuentes encontradas son la peladura y la corrugación, ambas de nivel de severidad bajo. Todas las 32 unidades de muestra presentaron estos dos tipos de falla, pero con densidades variables. Esto ayudó a que el PCI tenga un estado regular.

Javier Paúl Morales Olivares (Piura\_ Enero 2005), realizó un estudio para optar el título de ingeniero civil denominado **“Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobre capas de refuerzo”**. La cual concluyo que el refuerzo rígido al soportar mayores repeticiones de carga, tiene un período de servicio más largo en comparación con el refuerzo flexible, pero también El refuerzo rígido requiere un mayor costo inicial que el refuerzo flexible, pero a diferencia de éste los costos de mantenimiento son casi nulos.

Finalmente, la metodología propuesta en la presente tesis, es aplicable a los pavimentos de Piura pese a que no se cuenta con el equipo necesario para realizar las evaluaciones pertinentes, las cuales se pueden reemplazar con equipos menos sofisticados como son: el rugosímetro (evaluación superficial) y el Deflectómetro Viga Benkelman simple (evaluación estructural) que se encuentran disponibles en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Dante Jesús Castro Arballo – Piura 10 de marzo (2003), realizó un estudio de tesis para optar el título de Ingeniero Civil, denominado **“Propuesta de gestión de pavimentos para la ciudad de Piura.”** La cual se concluyó: el mantenimiento inadecuado de los caminos en las ciudades obedece a varias causas, como la irresponsabilidad de las autoridades municipales que no cuentan con un monitoreo de los trabajos.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1 Pavimentos

Son estructuras compuestas por capas de diferentes materiales, que se construyen sobre terreno natural, diseñado y construido para soportar cargas estáticas y/ o móviles durante un periodo de tiempo predeterminado durante el que necesariamente deberá recibir algún tipo de tratamiento tendiendo a prolongar su vida de servicio. <sup>2</sup>

### 2.2.2 Clasificación de los Pavimentos<sup>3</sup>

Los pavimentos se clasifican en:

- **Pavimento flexible(asfáltico)**

Este tipo de pavimento se caracteriza por estar conformado en la superficie por una capa de material bituminoso o mezcla asfáltica que se apoya sobre capas de material granular.

- **Pavimento rígido(de concreto hidráulico)**

En este tipo de pavimento su elemento primordial es una losa de concreto que se apoya directamente a la subrasante o una capa de material granular seleccionada dominada sub-base

- **Pavimento semiflexible(pavimentos intertrabado)**

Los pavimentos de bloques articulados, de adoquines han sido colocados entre ambas clasificaciones ya que estando constituido por elementos rígidos independientes, tienen un comportamiento flexible debido a la gran densidad de las juntas entre ellos.

---

<sup>2</sup> Edgard Daniel Rodríguez Velázquez "Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la AV. Luis Montero en el distrito de Castilla"-Universidad de Piura-Facultad de Ingeniería

<sup>3</sup> German Vivar Romero \_ Diseño y construcción de Pavimentos \_Consejo Departamental de Lima

### **2.2.3 Funciones de los Pavimentos <sup>4</sup>**

Entre la función de los pavimentos se considera:

- Proporcionar a los usuarios circulación segura, cómoda y confortable sin demoras excesivas
- Cumplir requerimientos medio ambientales y estéticos.
- Reducir y distribuir la carga de tráfico para que no dañe la Subrasante.
- Limitar el ruido y la contaminación del aire.

### **2.2.4 Pavimentos Intertrabados-Definición**

Son aquellos pavimentos que su superficie de rodadura está conformado por los adoquines de concreto, colocados sobre una capa de arena y con sello de arena entre sus juntas ,los cuales deben de ser capaces de soportar los desplazamientos transversales y longitudinales que ejerce el transito que circula sobre ellas<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> José Abdón Cango Vásquez \_ Análisis Patológico de la Superficie Del Pavimento Intertrabado, en la AV. Sánchez Cerro, Cuadra 11 Y 12, desde la AV. Sullana Norte hasta la AV. Country, vía Auxiliar Izquierda, Piura – 2015\_ Universidad Católica los Ángeles de Chimbote

<sup>5</sup> Wilmer Oswaldo Córdova Córdova \_ Pavimentos intertrabados parte II\_ Universidad Católica los Ángeles de Chimbote

### 2.2.5 Consideraciones del Diseño Estructural <sup>6</sup>

El diseño estructural de los pavimentos con adoquines intertrabado de concreto está basado en una evaluación de cuatro factores que interactúan: estos factores son: consideraciones ambientales, tráfico, resistencia del suelo de sub-rasante y materiales de la estructura del pavimento.

Siguiendo este proceso permitirá construir pavimentos adecuados para la necesidad y las condiciones que tenga.

#### a. Condiciones ambientales y drenaje

- **Lluvia:** Incidencia sobre subrasante, base o sub base.
- **Nivel freático:** Afectación de la subrasante
- **Temperatura:** Incidencia sobre la capa de rodadura
- **Heladas:** Afectación de la subrasante y la sub base

#### b. Tráfico

La evaluación del tráfico deberá tomarse en cuenta para diferenciar las cargas vehiculares, configuraciones de ejes y ruedas y número de cargas de cada tipo de vehículos durante el periodo de diseño.

Para el caso de los adoquines de concreto, el número de repeticiones que recomienda el Ministerio de transporte y comunicaciones es hasta 15'000.000EE para un periodo de diseño mínimo de 10 años y máximo de 20 años. En la tabla n°1 se muestran los volúmenes del tráfico durante el periodo de diseño

TABLA N°1:  
Volumen de tráfico

Número de aplicaciones ESAL	Trafico	Tipo de vía
$< 10^4$	Ligero	Local
$\geq 10^4 \text{ Y } < 10^6$	Medio	colectora
$\geq 10^6$	Elevado	Arterial

**Tabla n°1: volúmenes de tráfico**

**Fuente Manual de carreteras, suelos Geología, Geotecnia Y Pavimentos**

<sup>6</sup> Norma técnica ce 010\_ pavimentos urbanos

### c. Soporte de la sub-rasante

La resistencia del suelo de sub-rasante ha tenido gran efecto en la determinación del espesor total de la estructura de pavimentos de adoquines intertrabados de concreto.

Las características de la subrasante están definidas en 06 categorías

TABLA N°2  
CARACTERISTICAS DE LA SUBRASANTE

Categoría de la subrasante	CBR
s0=subrasante inadecuada	CBR <3%
s1:subrasante pobre	CBR≥3% pero <6%
s3:subrasante regular	CBR≥6% pero <10%
s4:subrasante buena	CBR≥10% pero <20%
s5:subrasante muy buena	CBR≥20% pero <30%
s6: subrasante extraordinaria	CBR <30%

**Tabla n°2: Características de la subrasante**

**Fuente Manual de carreteras, suelos Geología, Geotecnia Y Pavimentos**

### d. Materiales del pavimento

La Calidad del material: para estas bases se debe emplear material granular de origen pétreo ya sea de rio o triturado en cantera .El material debe de estar limpio, sin lodos ni basura.

Precaución: si el material presenta polvo o lodo debe ser lavado aplicando agua por la parte superior del arrume.

Consideraciones:

La arena para la capa de arena: Es arena gruesa y limpia .si tuviera presencia de muchos finos se lavara.

La arena para sello: La arena para el sello estará lo más seca posible en el momento de la, para que penetre en las juntas, por lo cual se debe almacenar bajo techo.

Adoquines: El almacenamiento de los adoquines en la obra se hará sobre una superficie plana horizontal y limpia para evitar la contaminación del material con el suelo. Este material se puede almacenar a la intemperie en arrumes con algún tipo de traba entre capa y capa y con una altura de arrume de 1.50m .se recomienda que estos arrumes queden libres por todo su perímetro.

### 2.2.6 Ventajas de los Pavimentos Intertrabados <sup>7</sup>

- Colocación sencilla en forma manual o mecanizada.
- El sistema permite adoquinar en etapas según plan de asignación de recursos.
- De fácil remoción, permite reparar o instalar redes de servicio, asegurando la recuperación del 100% de las piezas para su recolocación.
- Amplio rango de utilización desde calles de tránsito pesado, zona de cargas, hasta zonas peatonales.
- Permite señalar, demarcar y zonificar con el simple recurso de usar distintos patrones de colocación /y o adoquines de colores.
- Excelente relación de costos con respecto a otro sistema de pavimentos.
- Permite una terminación impecable obteniéndose pavimentos de alto valor estético.

### 2.2.7 Limitaciones del Pavimento Intertrabado<sup>8</sup>

#### a. Colapsa con el agua.

Un pavimento de adoquines no puede trabajar como canal colector de aguas. No se recomienda para zonas de lavado de automóviles.

#### b. Rugosidad.

No es recomendable su utilización en calles con velocidades mayores, el conductor percibe molestas vibraciones que lo obligan a disminuir la marcha.

#### c. Ruido.

El tránsito de los vehículos produce ruidos molestos

---

<sup>7</sup> Grupo Tensolite\_Manual de colocación de pavimentos intertrabados

<sup>8</sup> José Abdón Cango Vásquez \_ Análisis Patológico de la Superficie Del Pavimento Intertrabado, en la AV. Sánchez Cerro, Cuadra 11 Y 12, desde la AV. Sullana Norte hasta la AV. Country, vía Auxiliar Izquierda, Piura – 2015\_ Universidad Católica los Ángeles de Chimbote

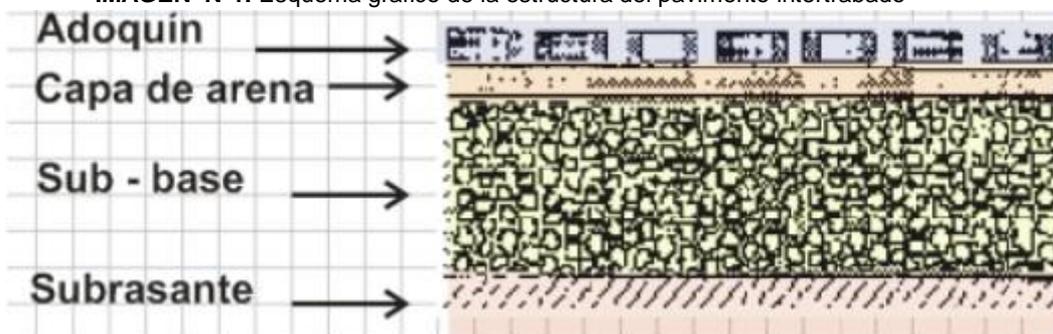
## 2.2.8 Estructura del Pavimento Intertrabado <sup>9</sup>

Los pavimentos están constituidos por los siguientes componentes, las cuales tienen como función transmitir las cargas del tráfico al terreno natural.

Y estas capas son:

- Adoquín
- Capa de arena o sello
- Sub\_base
- Subrasante

IMAGEN N°1. Esquema grafico de la estructura del pavimento intertrabado



## 2.2.9 CONSTRUCCIÓN <sup>10</sup>

### 2.2.9.1 Preparación de la superficie existente

La capa de arena de soporte de los adoquines no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad por el inventor y documentación.

### 2.2.9.2 Colocación y nivelación de la capa de arena

La arena se colocara seca y en un espesor uniforme tal que, una vez compactado el pavimento, la capa tenga un espesor entre treinta y cuarenta milímetros (30\_40mm). La capa de arena se deberá extender cordialmente con la colocación de los adoquines de manera que ella no quede expuesta al término de la jornada.

---

<sup>9</sup> José Abdón Cango Vásquez \_ Análisis Patológico de la Superficie Del Pavimento Intertrabado, en la AV. Sánchez Cerro, Cuadra 11 Y 12, desde la AV. Sullana Norte hasta la AV. Country, vía Auxiliar Izquierda, Piura – 2015\_ Universidad Católica los Ángeles de Chimbote

<sup>10</sup> Norma y Especificaciones 2012 en vías \_ Pavimento de adoquín de concreto \_ Artículo 510\_13

**TABLA 3**  
**Granulometría de la arena de cama**  
 [NTP 400.037]

MALLA	% PASA
3/8"	100
N° 4	95 – 100
N° 8	80 – 100
N° 16	50 – 80
N° 30	25 – 60

**Fuente: RCN\_CE\_010 PAVIMENTOS URBANOS**

### 2.2.9.3 Instalación de los adoquines

Los adoquines se colocaran directamente sobre la capa de arena nivelada al tope, unos con otros, de manera que genere juntas que no excede de 3mm (milímetros).

La colocación seguirá un patrón uniforme, el cual se controlara con hilos para asegurar su alineamiento transversal y longitudinal. El patrón de colocación de los adoquines deberá estar definido en los documentos del proyecto.

**Compactación inicial:** Una vez terminado los ajustes con piezas partidas, se procederá de la compactación inicial de la capa de adoquín, mediante la pasada de una vibro compactadora, cuanto menos 2 veces en direcciones perpendiculares.

**TABLA 4**  
**Adoquines – Requisitos**  
[NTP 399.611]

TIPO	USO
I	Adoquines para pavimentos de uso peatonal
II	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero
III	Adoquines para tránsito vehicular pesado, patios industriales y de contenedores

Fuente: RNE-CE-010 Pavimento Urbanos. 2010(12)

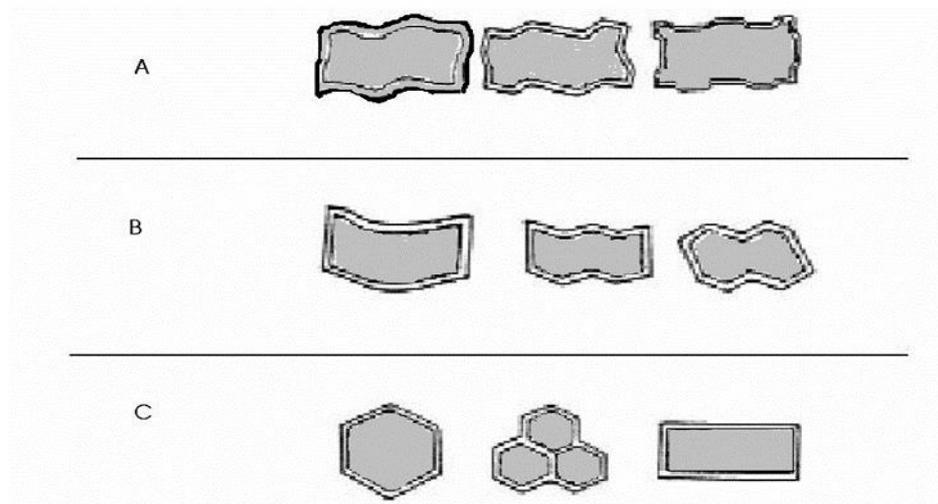
**TABLA 5**  
**Resistencia a la comprensión**

TIPO	ESPESOR (mm)	PROMEDIO (Mpa)	MINIMO (Mpa)
I	40	31	28
	60	31	28
II	60	41	37
	80	37	33
III	100	35	32
	≥ 80	35	50

Fuente: RNE-CE-010 Pavimento Urbanos. 2010(12)

▪ **Distintas formas de los adoquines:**

En la siguiente figura se representan las diferentes alternativas de forma de bloques disponibles



**IMAGEN N°2.** Esquema gráfico de distintas formas de Adoquines

#### **2.2.9.4 Sellado de juntas y compactación**

Inmediatamente después de la compactación inicial, se aplicara la arena de sello sobre la superficie, en una cantidad equivalente a una capa de tres milímetros (3mm) de espesor y se barrerá rápidamente en distintas direcciones.

La arena se deberá encontrar lo suficientemente seca para queda pueda penetrar con facilidad por las juntas.

Simultáneamente, se aplicara la compactación final, durante la cual cada punto de pavimento deberá recibir al menos 4 pasadas de la vibro compactadora de placa, preferiblemente de distintas direcciones.

Si el inventor lo considera conveniente, la compactación se complementara con el paso de un rodillo neumático o uno liso .con el fin de reducir las deformaciones posteriormente del pavimento.

#### **2.2.9.5 Construcción de confinamiento**

Los pavimentos de adoquín de concreto deberán tener una estructura de confinamiento que impida su desplazamiento lateral a causa del empuje del tránsito vehicular.

Las estructuras de confinamiento deberán rodear completamente el área pavimentada y deberán penetrar, por lo menos, quince centímetros (15cm) en la capa de base que se encuentre bajo la capa de arena y su nivel superior cubrirá, como mínimo la mitad del espesor del adoquín después de compactado



**IMAGEN N°3** Construcción de pavimentos

## 2.2.10 Evaluación del pavimento

En la norma ITINTEC 339.116 "Rehabilitación de pavimentos Urbanos", se recomienda efectuar la evaluación del estado de los pavimentos, mediante mediciones, inspección visual superficial que permite definir la cantidad y tipo de fallas tanto superficiales como estructural.

Tabla n° 06

Evaluación de pavimento.

<b>Calificación</b>	<b>Nivel de servicio</b>	<b>Categoría de acción</b>	<b>Descripción</b>
<b>5.0_4.0</b>	<b>Muy bueno</b>	Mantenimiento rutinario	Pavimento en condición muy buena. El nivel de comodidad y seguridad percibido por los usuarios es satisfactorio.
<b>4.0_3.0</b>	<b>Bueno</b>	Mantenimiento rutinario recurrente	Pavimento en condición buena, la circulación es cómoda. Se presentan daños localizados en etapa iniciación.
<b>3.0_2.0</b>	<b>Regular</b>	Refuerzo de mantenimiento rutinario	Pavimento en estado regular, en donde la circulación deja de ser cómoda. Se presentan daños en etapa muy desarrollada.
<b>2.0_1.0</b>	<b>Malo</b>	Rehabilitación	Pavimento en condición mala, la circulación es muy incómoda. Se presentan daños desarrollados.
<b>1.0_0.0</b>	<b>Muy malo</b>	Reconstrucción	La vía se vuelve intransitable, daños irreversibles.

*Tabla n°: 6 Escala de calificación de la serviciabilidad según la norma AASHO.*

**FUENTE: AASHO 1993**

### **2.2.10.1 Importancia de la evaluación del pavimento**<sup>11</sup>

El conocimiento de las condiciones en que se encuentra un pavimento y de su comportamiento a través del tiempo son tópicos de vital importancia para el organismo encargado de su diseño, construcción y conservación y operación. Permitiendo optimizar los costos de rehabilitación

### **2.2.10.2 Procedimiento para la evaluación del pavimento**<sup>12</sup>

Para efectuar la evaluación superficial de pavimentos se ha considerado tres pasos importantes, a realizar en base a necesidades de identificar los deterioros o fallas del pavimento.

A continuación se describe los pasos a seguir para efectuar la evaluación superficial de los pavimentos mediante la inspección visual de las vías.

#### **1. Inspección visual.**

Se efectuara un recorrido de la vía a estudiar con la finalidad de obtener información sistematizada. Esta inspección se realiza mediante el recorrido a pie, para poder detectar y analizar las fallas.

**2. Nivel de severidad de las fallas:** se evalúa los rasgos y características de las fallas mediante su inspección.

**3. Reparación de las fallas:** luego de analizar el grado de severidad se dará posibles soluciones para su reparación.

---

<sup>11</sup> German Vivar Romero Diseño y construcción de Pavimentos \_Consejo Departamental de Lima

<sup>12</sup> José Rafael Menéndez Acurio\_ Diseño y Gestión de Pavimentos \_Ingeniería de Pavimentos

## 2.2.11 Clasificación de deterioros de los pavimentos intertrabado<sup>13</sup>

<b>TABLA 6: CLASIFICACION GENERAL DE LOS DETERIOROS DE PAVIMENTOS INTERTRABADOS</b>			
<b>Clase</b>	<b>Tipo de deterioro</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Unidad</b>
<b>1. Deformaciones</b>	1. Abultamiento	BA	m2
	2. Ahuellamiento	AH	m2
	3. Depresiones	DA	m2
<b>2. Desprendimientos</b>	4. Desgaste superficial	DS	m2
	5. Perdida de arena	PA	m2
<b>3. Desplazamientos</b>	6. Desplazamiento de borde	DB	m2
	7. Desplazamiento de juntas	DJ	m2
<b>4. Fracturamientos</b>	8. Fracturamientos	FA	m2
	9. Fracturamiento de confinamientos externos	CE	m
	10. Fracturamientos de confinamientos internos	CI	m
<b>5. Otros deterioros</b>	11. Escalamiento entre adoquines	EA	m2
	12. Escalamiento entre adoquines y confinamientos	EC	m2
	13. Juntas abiertas	JA	m2
	14. Vegetación en la calzada	VC	m2

**TABLA N°6: CLASIFICACION GENERAL DE LOS DETERIOROS DE PAVIMENTOS INTERTRABADO.**

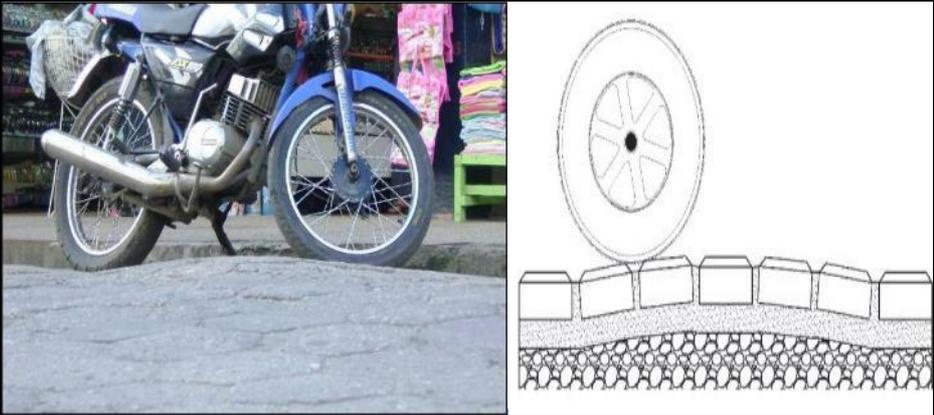
## 2.2.12 Tipos de fallas en los pavimentos intertrabado<sup>14</sup>

### 1. Deformaciones

Las deformaciones son cambios repentinos en los perfiles de los pavimentos intertrabado. Estos cambios tienen flechas apreciables que repercuten negativamente en el confort de los usuarios. Ver imagen (4, 5,6).

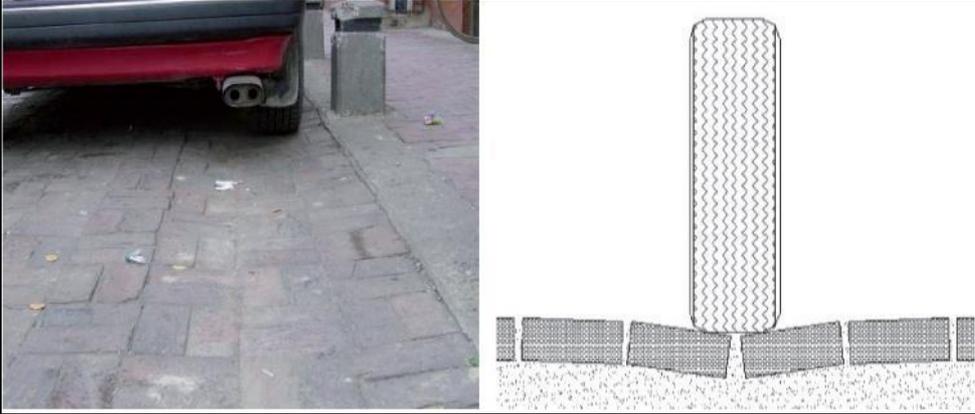
<sup>13</sup> Carlos Higuera Sandoval-Oscar Fabián Pacheco Merchán- Patologías de pavimentos articulados \_Revista Ingeniería Universal de Medellín

## IMAGEN N°4. ABULTAMIENTO<sup>15</sup>

<b>ABULTAMIENTO = AB</b>		<b>Unidad: M2</b>
<b>DESCRIPCION</b>	Son levantamientos o protuberancias que se presentan en la superficie del pavimento.	
<b>CAUSAS</b>	Cambios volumétricos de la Subrasante. Generalmente se presentan en Subrasante con suelos expansivos.	
<b>FOTO Y ESQUEMA</b>		
<b>SEVERIDAD</b>	BAJA = B	Flecha menor a: 20 mm.
	MEDIA = M	Flecha entre: 20 y 40 mm.
	ALTA = A	Flecha mayores a: 40 mm.
<b>REPARACION</b>	<p>El trabajo a realizar es una nivelación y compactación siguiendo estos pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Retiro de los adoquines de la zona afectada, se deben limpiar y apilar a un lado para su posterior recolección.</li> <li>- Excavación de las siguientes capas, se deben verificar posibles problemas de drenaje y demás elementos que está afectando la estabilidad.</li> <li>- Reposición de material conforme a las especificaciones de la capa a tratar. Si es necesario, se deben tomar materiales de mejores especificaciones, para evitar la incidencia de este daño nuevamente.</li> <li>- Compactación y nivelación de las capas tratadas</li> <li>- Recolocación y compactación inicial de los adoquines anteriormente levantados, es aconsejable colocar los adoquines con las caras en la misma posición con que estaban antes y así evitar discontinuidades de tonalidad en el pavimento.</li> <li>- Sellado de juntas y compactación final.</li> </ul> <p>En caso en que el daño sea muy severo y recurrente, debe considerarse la opción de realizársele un tratamiento o una estabilización al suelo de fundación.</p>	

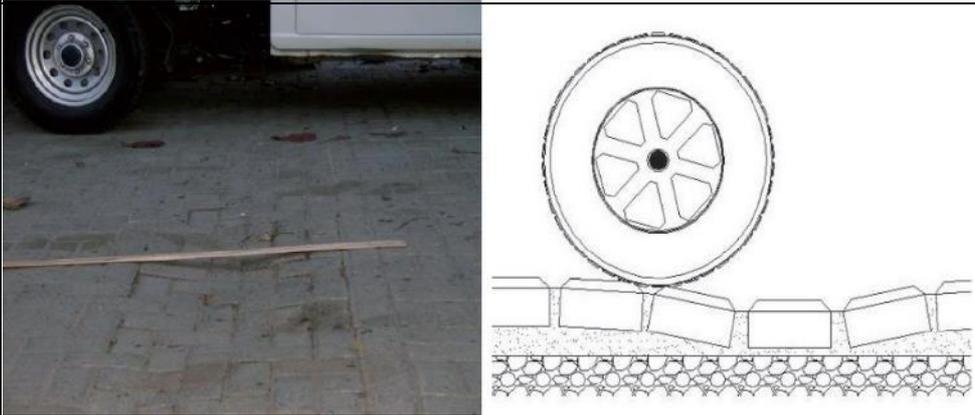
<sup>15</sup> Carlos Higuera Sandoval-Oscar Fabián Pacheco Merchán- Patologías de pavimentos articulados \_Revista Ingeniería Universal de Medellín

### IMAGEN N°5. Ahuellamiento<sup>16</sup>

<b>AHUELLAMIENTO = AH</b>		<b>Unidad: M2</b>
<b>DESCRIPCION</b>	Esta anomalía se presenta generalmente bajo las huellas de los vehículos, a lo largo del sentido del tráfico.	
<b>CAUSAS</b>	<p>Hundimientos causados por las cargas del tránsito.</p> <p>Consolidación de las capas subyacentes.</p> <p>Inadecuada compactación de las capas estructurales.</p> <p>Aparcamiento de vehículos pesados durante mucho tiempo.</p>	
<b>FOTO Y ESQUEMA</b>		
<b>SEVERIDAD</b>	<b>BAJA = B</b>	Flecha menor a: 20 mm.
	<b>MEDIA = M</b>	Flecha entre: 20 y 40 mm.
	<b>ALTA = A</b>	Flecha mayores a: 40 mm.
<b>REPARACION</b>	<p>El trabajo a realizar es una nivelación y compactación siguiendo estos pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Retiro de los adoquines de la zona afectada, se deben limpiar y apilar a un lado para su posterior recolección.</li> <li>- Excavación de las siguientes capas, se deben verificar posibles problemas de drenaje y demás elementos que está afectando la estabilidad.</li> <li>- Reposición de material conforme a las especificaciones de la capa a tratar. Si es necesario, se deben tomar materiales de mejores especificaciones, para evitar la incidencia de este daño nuevamente.</li> <li>- Compactación y nivelación de las capas tratadas</li> <li>- Recolocación y compactación inicial de los adoquines anteriormente levantados, es aconsejable colocar los adoquines con las caras en la misma posición con que estaban antes y así evitar discontinuidades de tonalidad en el pavimento.</li> <li>- Sellado de juntas y compactación final.</li> </ul> <p>En caso en que el daño sea muy severo y reincidente, debe considerarse la opción de realizársele un tratamiento o una estabilización al suelo de fundación.</p>	

<sup>16</sup> Carlos Higuera Sandoval-Oscar Fabián Pacheco Merchán- Patologías de pavimentos

## IMAGEN N°6. Depresiones<sup>17</sup>

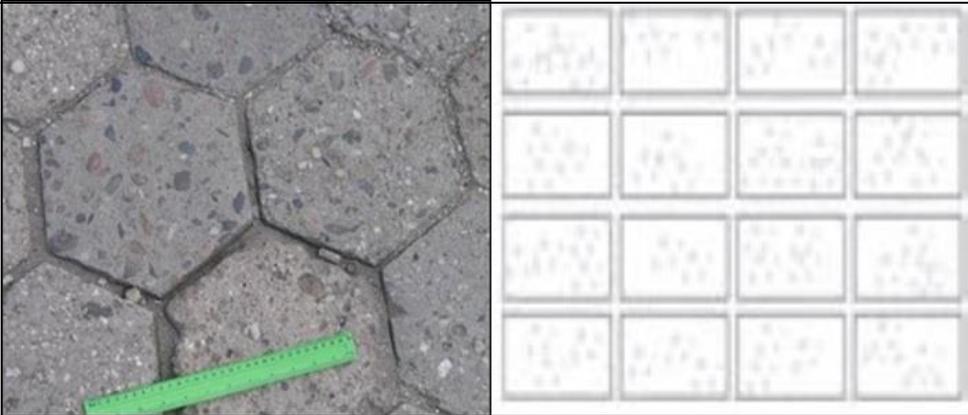
DEPRESIONES = DA		Unidad: M2
<b>DESCRIPCION</b>	Son hundimientos localizados en forma circular o semejante a ella, sin pérdida de material.	
<b>CAUSAS</b>	Asentamientos en el suelo de fundación. Fallas en la capa de arena cuando las partículas de este se degradan. Un inadecuado drenaje o la falta de mantenimiento de este.	
<b>FOTO Y ESQUEMA</b>		
<b>SEVERIDAD</b>	BAJA = B	Flecha menor a: 20 mm.
	MEDIA = M	Flecha entre: 20 y 40 mm.
	ALTA = A	Flecha mayores a: 40 mm.
<b>REPARACION</b>	<p>El trabajo a realizar es una nivelación y compactación siguiendo estos pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Retiro de los adoquines de la zona afectada, se deben limpiar y apilar a un lado para su posterior recolección.</li> <li>- Excavación de las siguientes capas, se deben verificar posibles problemas de drenaje y demás elementos que está afectando la estabilidad.</li> <li>- Reposición de material conforme a las especificaciones de la capa a tratar. Si es necesario, se deben tomar materiales de mejores especificaciones, para evitar la incidencia de este daño nuevamente.</li> <li>- Compactación y nivelación de las capas tratadas</li> <li>- Recolocación y compactación inicial de los adoquines anteriormente levantados, es aconsejable colocar los adoquines con las caras en la misma posición con que estaban antes y así evitar discontinuidades de tonalidad en el pavimento.</li> <li>- Sellado de juntas y compactación final.</li> </ul> <p>En caso en que el daño sea muy severo y reincidente, debe considerarse la opción de realizársele un tratamiento o una estabilización al suelo de fundación.</p>	

<sup>17</sup> Carlos Higuera Sandoval-Oscar Fabián Pacheco Merchán- Patologías de pavimentos articulado

## 2. Desprendimientos<sup>18</sup>

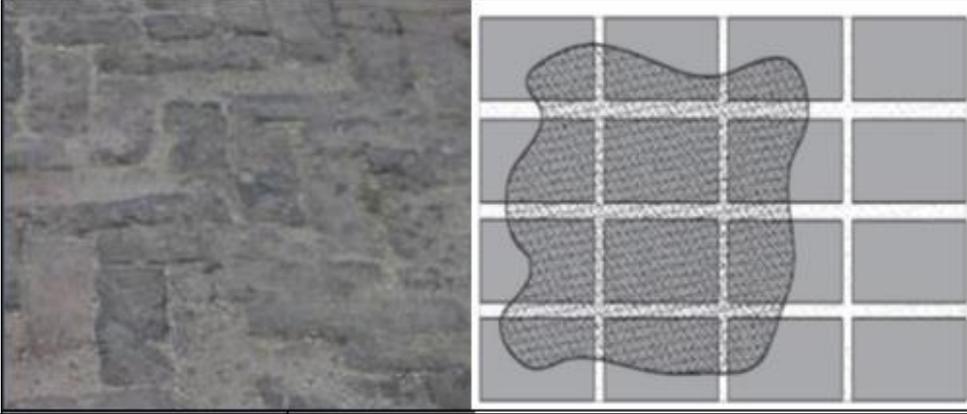
Los desprendimientos son alteraciones de cambios en la superficie de los pavimentos intertrabado. Estos cambios producen un desgaste superficial y pérdida de arena en los adoquines de concreto produciendo cavidades y concavidades. Ver imagen (7,8)

**IMAGEN N°7. Desgaste superficial**

<b>DESGASTE SUPERFICIAL = DS</b>		<b>Unidad: M2</b>
<b>DESCRIPCION</b>	Pérdida de finos en la superficie del adoquín, creando una textura superficial rugosa; se forman cavidades y deja expuesto el agregado grueso.	
<b>CAUSAS</b>	Baja calidad y/o control en la fabricación de los adoquines. Por la abrasión de las llantas de los vehículos. Exposición constante a flujos de aguas a presión.	
<b>FOTO Y ESQUEMA</b>		
<b>SEVERIDAD</b>	<b>BAJA = B</b>	Desgaste superficial aislado. Área inferior o igual a 0.5 m <sup>2</sup> .
	<b>MEDIA = M</b>	Desgaste superficial en un área de extensión considerable y de forma continua, con pérdida de finos. Área superior a 0.5 m <sup>2</sup> .
	<b>ALTA = A</b>	Desgaste superficial en un área de extensión considerable y de forma continua, con pérdida de agregado grueso y formación de concavidades. Área superior a 0.5 m <sup>2</sup> .
<b>REPARACION</b>	Cuando el nivel de severidad sea alto, es necesario reemplazar las piezas de adoquines en mal estado por otras piezas de mejor resistencia al desgaste.	

<sup>18</sup> Carlos Higuera Sandoval-Oscar Fabián Pacheco Merchán- Patologías de pavimentos Intertrabado\_ Revista Ingeniería Universal de Medellín

**IMAGEN N°8. Perdida de arena.**<sup>19</sup>

<b>PERDIDA DE ARENA = PA</b>		<b>Unidad: M2</b>
<b>DESCRIPCION</b>	Es la aparición de partículas de arena alrededor y sobre los adoquines.	
<b>CAUSAS</b>	Arrastre de material fino por expulsión de agua al paso de los vehículos. Juntas Abiertas Desplazamiento de juntas	
<b>FOTO Y ESQUEMA</b>		
<b>SEVERIDAD</b>	<b>BAJA = B</b>	Se presenta en zonas aisladas y solamente se aprecia perdida de la arena de sello. Área inferior a 0.5 m2
	<b>MEDIA = M</b>	Se presenta perdida de la arena en los sellos, pero no se presentan asentamientos ni perdida de los perfiles del pavimentos áreas superiores a 0.5 m2.
	<b>ALTA = A</b>	Se presentan asentamientos y pérdida de los perfiles del pavimento. Áreas superiores a 0.5 m2
<b>REPARACION</b>	Se debe hacer una verificación de los posibles problemas de drenaje que pueda tener ese tramo. Si no existen drenajes y demás obras de drenajes necesarias, se deben construir. El procedimiento para reparar este deterioro, es haciendo una limpieza de la zona y efectuando de nuevo el proceso de sellado de juntas. El proceso de sellado de juntas debe realizarse en cada mantenimiento rutinario. Cuando el nivel de severidad sea alto, es necesario retirar los adoquines, verificar y reparar las condiciones en que se encuentra la capa de arena. Ya corregidas las posibles deficiencias de drenaje y la capa de arena, se continua con la recolocación de los adoquines y el sellado de juntas	

<sup>19</sup> Carlos Higuera Sandoval-Oscar Fabián Pacheco Merchán- Patologías de pavimentos Intertrabado\_ Revista ingeniería Universal de Medellín.

### 3. Desplazamientos<sup>20</sup>

Los de desplazamientos son el corrimiento localizado de los elementos constitutivos del pavimento (adoquines, bordillos). Ver Imagen (8,9)

**IMAGEN N°9. Desplazamiento de borde**

<b>DESPLAZAMIENTO DE BORDE = DB</b>		<b>Unidad: M2</b>
<b>DESCRIPCION</b>	Son corrimientos localizados de los adoquines junto a los elementos de confinamiento.	
<b>CAUSAS</b>	Falla localizada en el lugar de construcción del elemento, inadecuada construcción y di seño del elemento de confinamiento. Por las cargas dl tránsito vehicular.	
<b>FOTO Y ESQUEMA</b>		
<b>SEVERIDAD</b>	<b>BAJA = B</b>	Los adoquines aún están es su posición origina y el desplazamiento de borde es menor a 2 cm.
	<b>MEDIA = M</b>	Los adoquines se desplazaron de su posición original y el desplazamiento de borde esta entre 2 y 5 cm.
	<b>ALTA = A</b>	Los adoquines se desplazaron de su posición original, algunas piezas ya se salieron del pavimento y el desplazamiento d borde es superior a 5 cm.
<b>REPARACION</b>	Retirar el material afectado y limpieza de la zona. Revisar y corregir condiciones de estabilidad del sitio. Revisar y corregir problemas de drenaje del sitio. Reconstrucción de los elementos de confinamiento. Reacomodación del adoquinado.	

<sup>20</sup> Carlos Higuera Sandoval-Oscar Fabián Pacheco Merchán- *Patologías de pavimentos Intertrabado\_ Revista Ingeniería Universal de Medellín*

### IMAGEN N°10. Desplazamiento de juntas.<sup>21</sup>

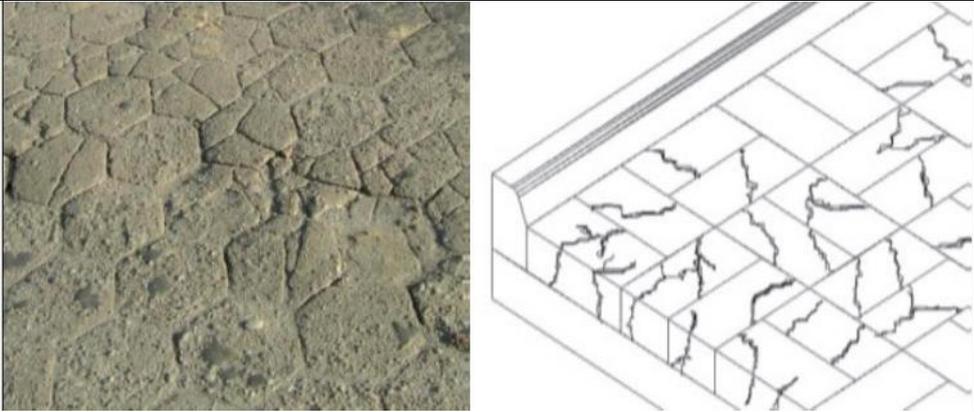
DESPLAZAMIENTO DE JUNTA = DJ		Unidad: M2
<b>DESCRIPCION</b>	Ocurre cuando los adoquines se apartan de su alineamiento inicial. Generalmente se da en hiladas de adoquines rectangulares.	
<b>CAUSAS</b>	En zonas de frenado. En sitios de alta pendiente. Por falta de confinamiento trasversales o porque estos no están a una distancia adecuada.	
<b>FOTO Y ESQUEMA</b>		
<b>SEVERIDAD</b>	BAJA = B	La separación promedio de las aberturas de las juntas es menor a 5 mm.
	MEDIA = M	La separación promedio de las aberturas de las juntas esta entre 5 y 10 mm.
	ALTA = A	La separación promedio de las aberturas de las juntas es mayor a 10 mm.
<b>REPARACION</b>	<p>Revisar y corregir si existen elementos d confinamiento y si están a una distancia adecuada.</p> <p>Si no existen, es necesario construirlos</p> <p>Hacer el retiro de los adoquines de la zona afectada, realizando el debido procedimiento de limpieza y apilamiento de estos.</p> <p>Verificar si la capa de arena está en condiciones idóneas o es necesario reemplazarla.</p> <p>Colocar de nuevo los adoquines en su posición de diseño, seguido realizar el procedimiento de sellado de juntas y limpieza de la zona.</p>	

<sup>21</sup> Carlos Higuera Sandoval-Oscar Fabián Pacheco Merchán- Patologías de pavimentos Intertrabado\_ Revista ingeniería Universal de Medellín.

#### 4. Fracturamiento

Es la aparición de fisuras y grietas en las piezas de adoquines o demás elementos constructivos del pavimento, como son los elementos de confinamiento. (11, 12,13)

**IMAGEN N°11. Fracturamiento.**<sup>22</sup>

<b>FRACTURAMIENTO = FA</b>		<b>Unidad: M2</b>
<b>DESCRIPCION</b>	Se produce cuando aparecen grietas o fisuras en las piezas de los adoquines de concreto del pavimento Intertrabado.	
<b>CAUSAS</b>	Inadecuado espesor de los adoquines de concreto Inadecuado espesor de las capas de apoyo. Deficiencia en la calidad de los materiales de la capa de apoyo y/o de los adoquines. Paso de cargas extraordinarias (no consideradas en el diseño estructural).	
<b>FOTO Y ESQUEMA</b>		
<b>SEVERIDAD</b>	<b>BAJA = B</b>	Fractura de adoquines de manera aislada. Área menor a 0.5 m <sup>2</sup>
	<b>MEDIA = M</b>	Fractura de adoquines en un área de extensión considerable y de forma continua. Área igual o superior a 0.5 m <sup>2</sup>
	<b>ALTA = A</b>	Fractura de adoquines en un área de extensión considerable y de forma continua. Se presenta pérdida de material, se forman concavidades que generan una textura rugosa. Área igual o superior a 0.5 m <sup>2</sup> .
<b>REPARACION</b>	<p>Verificar que el diseño del modelo estructural actual y el espesor de los adoquines cumplen con las solicitaciones de tránsito actual y futuro. En caso en que no cumplan, deben mejorarse las especificaciones y espesores de las capas y/o de los adoquines.</p> <p>En caso en que el nivel de severidad sea alto, es necesario el reemplazo de las piezas de adoquines. Para el reemplazo de los adoquines aplica el mismo procedimiento descrito en el deterioro de desplazamiento de juntas.</p>	

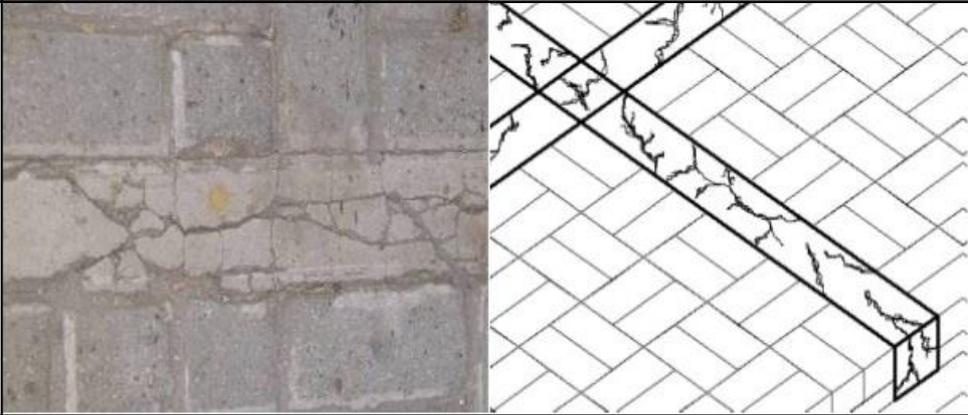
<sup>22</sup> Carlos Higuera Sandoval-Oscar Fabián Pacheco Merchán- Patologías de pavimentos Intertrabado\_ Revista ingeniería Universal de Medellín.

**IMAGEN N°12. Fracturamiento de confinamiento externo.**<sup>23</sup>

<b>FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTO EXTERNOS = CE</b>		<b>Unidad: M2</b>
<b>DESCRIPCION</b>	Es el deterioro y destrucción parcial o total de los confinamientos externos. En estados avanzados de deterioro, se presenta pérdida de material, permitiendo la incrustación de partículas y objetos extraños al pavimento.	
<b>CAUSAS</b>	<p>Fatiga provocada por el paso del tránsito.                      Baja calidad de los materiales y/o precario control en el proceso de construcción.</p> <p>Por impacto de las llantas de los vehículos, cuando los confinamientos están a nivel superior al de rasante de la carretera.                      Por la invasión de la vegetación.                      Por retracción del concreto.</p>	
<b>FOTO Y ESQUEMA</b>		
<b>SEVERIDAD</b>	<b>BAJA = B</b>	El elemento presenta fisuras menores a 3 mm.
	<b>MEDIA = M</b>	El elemento presenta grietas mayores a 3 mm. Y aún se mantienen en su lugar, sirviendo como confinamiento.
	<b>ALTA = A</b>	El elemento presenta grietas mayores a 3 mm. Pero ya se ha desplazado de su ubicación inicial y no impide el desplazamiento lateral de los adoquines.
<b>REPARACION</b>	<p>Cuando el nivel de severidad sea alto, el procedimiento de reparación para este deterioro es el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Verificar que el diseño y disposición dl elemento sea el adecuado.</li> <li>-Retirar el material afectado y limpieza de la zona.</li> <li>-Revisar y corregir condiciones de estabilidad del sitio.</li> <li>-Revisar y corregir problemas de drenaje del sitio.</li> <li>-Reconstrucción de los elementos de confinamiento.</li> <li>-Reacomodación del adoquinado.</li> </ul>	

<sup>23</sup> Carlos Higuera Sandoval-Oscar Fabián Pacheco Merchán- Patologías de pavimentos Intertrabado\_ Revista ingeniería Universal de Medellín.

**IMAGEN N°13. Fracturamiento de confinamiento interno.**<sup>24</sup>

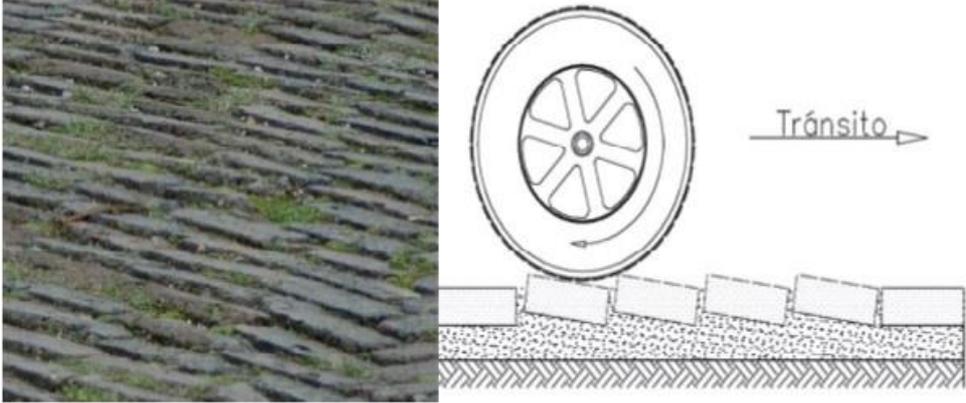
<b>FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTO INTERNOS = CI</b>		<b>Unidad: M2</b>
<b>DESCRIPCION</b>	Es el deterioro y destrucción parcial o total de los confinamientos internos. En estados avanzados de deterioro, se presenta pérdida de material, permitiendo la incrustación de partículas y objetos extraños al pavimento.	
<b>CAUSAS</b>	Fatiga provocada por el paso del tránsito. Baja calidad de los materiales y/o precario control en el proceso de construcción. Por impacto de las llantas de los vehículos, cuando los confinamientos están a nivel superior al de rasante de la carretera. Por la invasión de la vegetación. Por retracción del concreto.	
<b>FOTO Y ESQUEMA</b>		
<b>SEVERIDAD</b>	<b>BAJA = B</b>	El elemento presenta fisuras menores a 3 mm.
	<b>MEDIA = M</b>	El elemento presenta grietas mayores a 3 mm. No se presentan pérdidas de material Y aún se mantienen en su lugar, sirviendo como confinamiento.
	<b>ALTA = A</b>	El elemento presenta grietas mayores a 3 mm. Se presentan pérdida de materia, permitiendo la incrustación de basuras y demás partículas u objetos extraños al pavimento. No impide el desplazamiento longitudinal y lateral de los adoquines.
<b>REPARACION</b>	<p>Cuando el nivel de severidad sea alto, el procedimiento de reparación para este deterioro es el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Verificar que el diseño y disposición dl elemento sea el adecuado.</li> <li>-Retirar el material afectado y limpieza de la zona.</li> <li>-Revisar y corregir condiciones de estabilidad del sitio.</li> <li>-Revisar y corregir problemas de drenaje del sitio.</li> <li>-Reconstrucción de los elementos de confinamiento.</li> <li>-Reacomodación del adoquinado.</li> </ul>	

<sup>24</sup> Carlos Higuera Sandoval-Oscar Fabián Pacheco Merchán- Patologías de pavimentos Intertrabado\_ Revista ingeniería Universal de Medellín.

## 5. Otros deterioros

En esta categoría se encuentran diversos deterioros que afectan el correcto funcionamiento estructural y funcional del pavimento Intertrabado. Ver imagen (13, 14, 15,16)

**IMAGEN N°14. Escalonamiento entre adoquines.**<sup>25</sup>

<b>ESCALAMIENTO ENTRE ADOQUINES = EA</b>		<b>Unidad: M2</b>
<b>DESCRIPCION</b>	Esta anomalía se presenta cuando se produce un cambio brusco en el nivel entre las hiladas de los adoquines del pavimento.	
<b>CAUSAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Error constructivo, debido a la falta de control y/o precarias técnicas de construcción.</li> <li>-Torsión ocasionada por las cargas del tránsito vehicular.</li> <li>-El patrón de diseño de colocación de los adoquines no es el más apropiado.</li> </ul>	
<b>FOTO Y ESQUEMA</b>		
<b>SEVERIDAD</b>	BAJA = <b>B</b>	La altura del desnivel promedio es menor a 5 mm.
	MEDIA = <b>M</b>	La altura del desnivel promedio esta entre 5 y 10 mm.
	ALTA = <b>A</b>	La altura del desnivel promedio es mayor a 10 mm.
<b>REPARACION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Retiro de los adoquines de la zona afectada, se deben limpiar y apilar a un lado para su posterior recolocación.</li> <li>-Separación de la capa de arena.</li> <li>-Nivelación de la capas de arena.</li> <li>-Recolocación y compactación inicial de los adoquines anteriormente levantados, es aconsejable colocar los adoquines con las caras en la misma posición con que estaban antes y así evitar discontinuidades de tonalidad en el pavimento.</li> <li>-Es el lado de juntas y compactación final.</li> </ul>	

<sup>25</sup> Carlos Higuera Sandoval-Oscar Fabián Pacheco Merchán- Patologías de pavimentos Intertrabado\_ Revista ingeniería Universal de Medellín.

**IMAGEN N°15. Escalonamiento entre adoquines y confinamiento.**<sup>26</sup>

<b>ESCALAMIENTO ENTRE ADOQUINES Y CONFINAMIENTOS = EC</b>		<b>Unidad: M2</b>
<b>DESCRIPCION</b>	Esta anomalía se presenta cuando se produce cambio brusco de nivel entre los adoquines y el confinamiento en el pavimento.	
<b>CAUSAS</b>	-Debido a la variación del nivel superior dl elemento de confinamiento con los adoquines al momento de construcción. -La cota de rasante del adoquinado quedo a un nivel superior o en su defecto, inferior a l elemento de confinamiento cuando se construyó el adoquinado.	
<b>FOTO Y ESQUEMA</b>		
<b>SEVERIDAD</b>	BAJA = B	La altura del desnivel promedio es menor a 5 mm.
	MEDIA = M	La altura del desnivel promedio esta entre 5 y 10 mm.
	ALTA = A	La altura del desnivel promedio es mayor a 10 mm.
<b>REPARACION</b>	Si el problema es debido al confinamiento, este se debe reemplazar por uno que si este a nivel idóneo. Si el problema es debido a que los adoquines de un carril quedaron a un nivel inferior o superior a los elementos de confinamiento, el procedimiento a seguir es: -Retiro de los adoquines de la zona afectada, se deben limpiar y apilar a un lado para su posterior recolección. -Redificación del perfil en el área afectada, para alcanzar el nivel ideal. -Reparación y nivelación de las capas afectadas durante el proceso. -Recolocación y compactación inicial de los adoquines anteriormente levantados, es aconsejable colocar los adoquines con las caras en la misma posición con que estaban antes, y así evitar discontinuidades de tonalidad en el pavimento. -Sellado de juntas y compactación final. -También se debe verificar si existen problemas de inestabilidad del suelo en esa zona.	

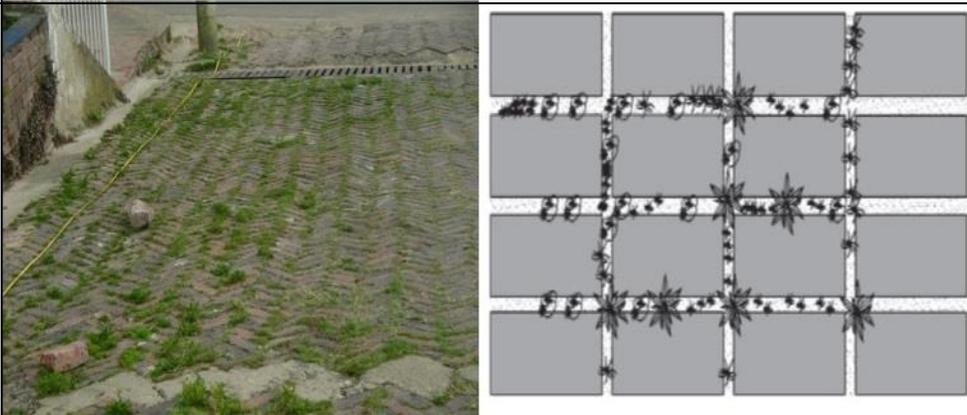
<sup>26</sup> Carlos Higuera Sandoval-Oscar Fabián Pacheco Merchán- Patologías de pavimentos Intertrabado\_ Revista ingeniería Universal de Medellín.

**IMAGEN N°16. Juntas abiertas.**<sup>27</sup>

<b>UNTAS ABIERTAS = JA</b>		<b>Unidad: M2</b>
<b>DESCRIPCION</b>	Se presenta cuando ocurre una separación entre juntas superior a 3mm. Permitiendo la pérdida de arena de sello y la incrustación de partículas a través de las juntas, propiciando la destrucción de las aristas de los adoquines.	
<b>CAUSAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Por efecto de las cargas de tránsito.</li> <li>-Confinamientos inadecuados o la falta de estos.</li> <li>-Falta de sello de juntas.</li> <li>-Error constructivo debido a la falta de control y/o precarias técnicas de construcción.</li> </ul>	
<b>FOTO Y ESQUEMA</b>		
<b>SEVERIDAD</b>	BAJA = <b>B</b>	Cuando la separación entre juntas es menor a 5 mm.
	MEDIA = <b>M</b>	Cuando la separación entre juntas esta entre 5 a 10 mm.
	ALTA = <b>A</b>	Cuando la separación entre juntas es mayor a 10 mm.
<b>REPARACION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Limpieza de la zona afectada.</li> <li>-Retiro de los adoquines de la zona afectada, se deben limpiar y apilar a un lado para su posterior recolocación.</li> <li>-Reparación de la capa de arena.</li> <li>-Nivelación de la capa de arena.</li> <li>-Recolocación y compactación inicial de los adoquines anteriormente levantados, es aconsejable colocar los adoquines con las caras en la misma posición con que estaban antes y así evitar discontinuidades de tonalidades en el pavimento.</li> <li>-Sellado de juntas y compactación final.</li> </ul>	

<sup>27</sup> Carlos Higuera Sandoval-Oscar Fabián Pacheco Merchán- Patologías de pavimentos Intertrabado\_ Revista ingeniería Universal de Medellín.

**IMAGEN N°17. Vegetación en la calzada.<sup>28</sup>**

<b>VEGETACION EN CALZADA = VC</b>		<b>Unidad: M2</b>
<b>DESCRIPCION</b>	Se presenta con el crecimiento de vegetación a través de las juntas en la calzada. El crecimiento de esta vegetación puede llevar a levantar los adoquines de concreto del pavimento.	
<b>CAUSAS</b>	-Por abandono de la carretera. -Falta de limpieza y falta de eliminación de desmorte de las franjas adyacentes de la calzada.	
<b>FOTO Y ESQUEMA</b>		
<b>SEVERIDAD</b>	BAJA = B	Si solo hay aparición de vegetación entre las juntas y es apenas apreciable.
	MEDIA = M	Si es que la vegetación ya está por encima de los adoquines.
	ALTA = A	Si la vegetación ya empieza a levantar los adoquines.
<b>REPARACION</b>	<p>-Cuando los niveles de severidad son bajos o medios, el procedimiento a realizar es eliminar de forma manual el desmorte, retirar la arena de sello contaminada con las debidas herramientas y volver a realizar el proceso de sellado de juntas.</p> <p>-Cuando el nivel de severidad es alto, es necesario realizar los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Eliminar de forma manual el desmorte de las zonas afectadas.</li> <li>-Realizar una limpieza a la zona afectada.</li> <li>-Retirar los adoquines, limpiarlos y apilarlos en una zona segura.</li> <li>-Chequear y si es necesario reparar las capas afectadas.</li> <li>-Reacomodación de los adoquines y sellado de juntas con los debidos procesos de nivelación, compactación y limpieza.</li> </ul> <p>Si es el caso, realizar la eliminación del desmorte y la limpieza de las zonas adyacentes de la vía. También es recomendable utilizar algunos métodos de ataque químicos que impidan el crecimiento de vegetación, como es la fumigación con productos herbicidas.</p>	

<sup>28</sup> Carlos Higuera Sandoval-Oscar Fabián Pacheco Merchán- Patologías de pavimentos Intertrabado\_ Revista ingeniería Universal de Medellín.

### 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Adoquines de concreto:** Elementos macizos ,prefabricado, de espesores uniformes e iguales entre sí, con forma de prisma recto tal que al colocarlos sobre una superficie encajen unos con otros, de manera que solo queden juntos entre ellos.
- **Base estabilizada:** Es la capa formada por la combinación de piedra o grava triturada, combinadas con el material de relleno, mezclados con materiales o productos estabilizadores, preparada y construida aplicando temas de estabilización para mejorar sus condiciones de resistencia para construir una base integrante del pavimento destinada fundamentalmente a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito, a la capa de la sub base.
- **Base:** Capa inferior de la capa de rodadura, que tiene como principal función de sostener y distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito.
- **Capa de rodadura:** Es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso o de adoquines cuya función es sostener directamente el tránsito.
- **Comerciales:** Son aquellas que proporcionan acceso a tiendas y al mismo tiempo sirven de tráfico en la zona comercial .las calles comerciales están frecuente congestionas (nte.CE010)
- **Congestión vehicular:** Condición de flujo vehicular que se ha saturado por exceso en la demanda de las vías incremento en los tiempos de viaje.
- **Fallas del pavimento:** Indicadores externos del deterioro del pavimento causado por cargas factores atmosféricos, deficiencias en su construcción o una combinación de estas .las fallas típicas son las fisuras, el ahuellamiento y la peladura superficial del pavimento.
- **Juntas:** Las juntas deben diseñarse y construirse cuidadosamente para asegurar un buen comportamiento.

- **Pavimento:** Estructura compuesta por capas que apoya en toda la superficie sobre el terreno preparado para soportar durante el lapso denominado periodo de diseño y dentro de un rango de serviciabilidad .esta definición incluye pistas ,estacionamientos aceras veredas, pasaje peatonales.
- **Pavimento intertrabado:** Capa de rodamiento conformada por elementos uniformes macizos de concreto, denominado adoquines, que se colocan en yuxtaposición adosados y que debido al contacto lateral, a través del material de llenado de juntas permite una transferencia de cargas por fricción.
- **Pasaje peatonal:** Parte de la vía urbana ubicada entre límites de propiedad ,destinada al uso peatonal pueden ser de concreto simple, asfalto unidades intertrabado (adoquines) o cualquier otro material apropiado
- **Periodo de diseño:** Es el tiempo, normalmente expresado en años, transcurrido entre la construcción (denominado año cero) y el momento de la rehabilitación del pavimento.
- **Profesional responsable:** Ingeniero civil colegiado y en ejercicio que ha elaborado los estudios y diseños del proyecto de pavimentación
- **Red vial:** Conjunto de carreteras que pertenecen a la misma clasificación funcional (nacional, departamental, y vecinal).
- **Rehabilitación:** Ejecución de actividades constructivas necesarias para establecer las condiciones físicas de la carretera .
- **Reconstrucción:** Renovación completa de la estructura de la vía ,previa demolición parcial o total de la estructura existente
- **Reparación :** Son trabajos selectivos en zonas especificadas o puntuales ,tanto en la calzada como los demás elementos de la vía
- **Resiliencia:** Es la magnitud que cuantifica la cantidad de energía que un material puede absorber al romperse por efecto de un impacto, por unidad de superficie de rotura.

- **Serviciabilidad:** Capacidad del pavimento de servir al tránsito que circula por la vía se mide en una escala de 0 a 5, donde cero significa intransitable y 5 excelente.
- **Serviciabilidad del pavimento:** Es la percepción que tienen los usuarios del nivel de servicio del pavimento.es por ello que la opinión de ellos es la que debe ser medida para calificar la serviciabilidad.
- **Sub base:** Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño el cual soporta a la base y a la carpeta.
- **Sistema de gestión de pavimentos (SGP):** Herramientas de soporte para la toma de decisiones utilizada para tomar decisiones económicamente efectivas concernientes a la administración de pavimentos
- **Supervisor:** Ingeniero civil colegiado y en ejercicio, representante de la supervisión en la obra.
- **Transito:** Actividad de personas y vehículos que circulan por una vía
- **Transitabilidad:** Condición física de la vía que permite la circulación vehicular.
- **Tráfico :** Determinación del número de aplicaciones de carga por eje simple equivalente ,evaluado durante el periodo de diseño de proyecto(Norma CE 010 Pavimentos urbanos)
- **Tránsito:** Acción de ir o pasar de un punto a otro por vías públicas.
- **Unidad de muestreo:** Segmento de la carrera con una longitud determinada, en donde se realizará la inspección. Se identifica mediante un balizado y se localiza cada cierto intervalo que determina la frecuencia de muestreo.
- **Vías locales:** Son aquellas que tienen por objeto el acceso directo a las áreas residenciales, comerciales e industriales y circulación dentro de ellas. (nte.CE010)

**CAPÍTULO III**  
**PRESENTACION DE RESULTADOS**

### 3.1 ANALISIS DE TABLAS Y GRÁFICOS

Se procedió hacer un catálogo de las fallas, encontradas en el pavimento en estudio, se procedió a dividir dos tramos de vías, con el objetivo de analizarlas posibles causas y calificarlas con la escala de severidad según método AASTHO 1993.

ALTA
MEDIA
BAJA

#### **Datos obtenidos y análisis de las fallas de los pavimentos intertrabado del sector A:**

Se realizó un catálogo del deterioro que presenta el pavimento intertrabado. Para poder identificar las fallas y medir el grado de severidad entre los estándares de alto medio y bajo de cada una de las fallas encontradas de la vía en estudio.

#### **TRAMO DE 0\_135m**

Ubicación: Jr. Ica cuadra 11, del distrito de Catacaos, el tramo analizado es un pavimento de adoquines se tomó un tramo con longitud de 135m, con un ancho de calzada de 10m .se procedió a contabilizar los deterioros encontrados y medir el área que ocupan en el pavimento.

## Fallas encontradas en el primer sector: Calle Ica cuadra 11

**TABLA N°7. ABULTAMIENTO EN PAVIMENTO INTERTRABADO** <sup>29</sup>

Abultamiento B,A		Unidad m2
Descripción:	Son levantamientos o protuberancias que se presentan en la superficie del pavimento que distorsionan el perfil del pavimento.	
Causas:	Espesor insuficiente para el tránsito Falta de estabilidad de la fundación del pavimento. Generalmente se presentan en subrasante con suelos expansivos.	
		
IMAGEN N°17 _ ABULTAMIENTOS		
Severidad:	ALTA= Flecha mayor de la superficie del pavimento de 5cm	
Reparación:	<p>Retiro de los adoquines de la zona afectada, se deben limpiar y apilar a un lado para su posterior colocación.</p> <p>Excavación de las capas, para verificar posibles problemas de drenaje y demás elementos que estén afectando a la estabilidad.</p> <p>Recolocación y compactación inicial de los adoquines</p> <p>Sellado de juntas y compactación final.</p>	

<sup>29</sup> FUENTE: Elaboración propia.

**TABLA N°8. DEPRESIONES EN PAVIMENTO INTERTRABADO<sup>30</sup>**

Depresiones D,A		Unidad m2
Descripción:	Son hundimientos localizados en forma circular o semejante a un círculo y sin pérdida de material	
Causas:	Asentamiento en el suelo de fundación Fallas en la capa de arena cuando las partículas están degradadas.  Inadecuado drenaje o falta de mantenimiento del pavimento.	
		
IMAGEN N°18 _ DEPRESIONES		
Severidad:	Alta= flecha de 6cm de profundidad	
Reparación:	<p>Retiro de los adoquines de la zona afectada, se deben limpiar y apilar a un lado para su posterior colocación.</p> <p>Verificar posibles problemas de drenaje y demás elementos que estén afectando la estabilización.</p> <p>compactación y nivelación de las capas a tratar</p> <p>Recolocación y compactación final de los adoquines anteriormente levantados.</p>	

<sup>30</sup> FUENTE: *Elaboración propia.*

**TABLA N°9. AHUELLAMIENTO EN PAVIMENTO INTERTRABADO<sup>31</sup>**

Ahuellamiento AH		Unidad m2
Descripción:	Son las depresiones longitudinales continuas a lo largo de las huellas de canalización del tránsito.	
Causas:	Espesor insuficiente de las capas para el tránsito. Inadecuada compactación de las capas estructurales..	
		
IMAGEN N°19_ Ahuellamiento		
Severidad:	Media= flecha de 4cm de profundidad	
Reparación:	<p>El trabajo a realizar es una nivelación y compactación siguiendo estos pasos:</p> <p>Retiro de los adoquines de la zona afectada, se deben limpiar y apilar a un lado para su posterior colocación.</p> <p>Compactación y nivelación de las capas a tratar</p> <p>Recolocación y compactación final de los adoquines anteriormente levantados.</p>	

<sup>31</sup> FUENTE: *Elaboración propia.*

**TABLA N°10. FRACTURAMIENTO EN PAVIMENTO INTERTRABADO<sup>32</sup>**

Fracturamiento F,A		Unidad m2
Descripción:	Son corrimientos localizados de los adoquines junto a los elementos de confinamiento	
Causas:	<p>Inadecuada espesor de los adoquines.</p> <p>Inadecuada espesor de la capa de apoyo.</p> <p>Deficiencia en la calidad de los materiales de la capa de apoyo</p>	
		
IMAGEN N°20 _ FACTURAMIENTOS		
Severidad:	Media :Área de extensión considerable de 0.60m2	
Reparación:	<p>Verificar que el diseño del modelo estructural actual y el espesor de los adoquines cumplen con las solicitudes de tránsito actual y futuro.</p> <p>Como en este caso el nivel de severidad es alto .se tendrá que reemplazar las piezas de adoquines por unas nuevas.</p>	

<sup>32</sup> FUENTE: Elaboración propia.

**TABLA N°11. FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTO INTERNO EN PAVIMENTO INTERTRABADO**<sup>33</sup>

Fracturamiento de confinamiento interno F,I		Unidad m2
Descripción:	Es el deterioro y destrucción parcial o total del confinamiento internos.se presenta perdida de material, permitiendo la incrustación de objetos extraños.	
Causas:	Fatiga provocada por el paso de tránsito Baja calidad de los materiales o precario control en el proceso de construcción por impacto de las llanta de los vehículos.	
		
IMAGEN N° 21_ FACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTO INTERNO		
Severidad:	alta= el elemento presenta grietas mayores de 7cm	
Reparación:	Retirar el material y afectado y limpieza de la zona. Reconstrucción de los elementos de confinamiento. Reacomodación del adoquinado.	

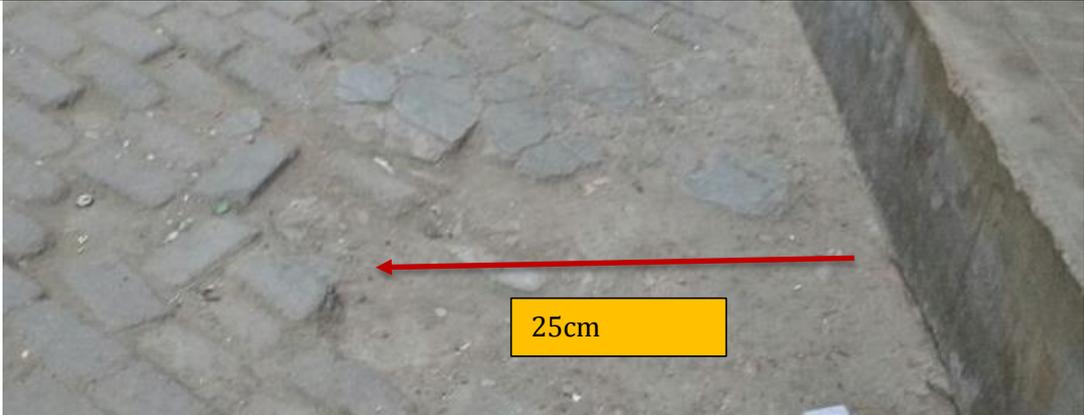
<sup>33</sup> FUENTE: Elaboración propia.

**TABLA N°12. DESGASTE SUPERFICIAL EN PAVIMENTO INTERTRABADO**<sup>34</sup>

Desgaste superficial D,S		Unidad m2
Descripción:	Es la perdida de finos en la superficie del adoquín ,creando una textura superficial rugosa.se forman cavidades y deja expuesto el agregado grueso	
Causas:	Baja calidad y /o control en la fabricación en los adoquines, por la abrasión de las llantas. exposición constante a flujos de agua de presión	
		
IMAGEN N° 26_ DEPRESIONES		
Severidad:	Alta = 36m2. Área de extensión considerable con pérdida de agregado grueso	
Reparación:	Cuando el nivel de severidad es alto, es necesario el reemplazo de las piezas de adoquines por unas nuevas de mejor resistencia de desgaste.	

<sup>34</sup> FUENTE: Elaboración propia.

**TABLA N°13. DESPLAZAMIENTO DE BORDE EN PAVIMENTO INTERTRABADO \_ EN CALLE ICA<sup>35</sup>**

DESPLAZAMIENTO DE BORDE D,B		Unidad m2
Descripción:	Son corrimientos localizados al borde del pavimento de los adoquines.	
Causas:	<p>Debilitamiento de la base o sub base en áreas próximas al borde del pavimento.</p> <p>Por cargas de tránsito</p> <p>Inadecuada construcción y elemento de confinamiento</p> <p>Efecto abrasivo de arena suelta en el borde que provoca la remoción de las piezas de adoquines</p>	
		
IMAGEN N°23 _ DESPLAZAMIENTO DE BORDE		
Severidad:	Alta: 25cm. Los adoquines se desplazaron de su posición original, algunas piezas ya se salieron del pavimento.	
Reparación:	<p>Retirar el material afectado y limpieza de la zona</p> <p>Revisar y corregir condiciones de estabilidad del sitio</p> <p>Revisar y corregir problemas de drenaje.</p>	

<sup>35</sup> FUENTE: Elaboración propia.

### 3.2 Datos obtenidos y análisis de las fallas de los pavimentos intertrabado del sector B:

Ubicación: Calle 16 de noviembre cuadra 1, del Distrito de Catacaos, el tramo analizado es un pavimento de adoquines se tomó un tramo con longitud de vía 132m, con un ancho de calzada de 10m, la cuál sería un área total de 1320m<sup>2</sup>.

Esta muestra en estudio tiene como referencia la calle principal Cayetano Heredia.

**TABLA N°12 ABULTAMIENTO EN PAVIMENTO INTERTRABADO\_CALLE 16 NOVIEMBRE**

Abultamiento B,A		Unidad m <sup>2</sup>
Descripción:	Son levantamientos o protuberancias que se presentan en la superficie del pavimento	
Causas:	Espesor insuficiente para el transito Falta de estabilidad de la fundación del pavimento.	
		
IMAGEN N°24 _ ABULTAMIENTO		
Severidad:	Media= profundidad de 4cm	
Reparación:	<p>Retiro de los adoquines de la zona afectada, se deben limpiar y apilar a un lado para su posterior colocación.</p> <p>Excavación de las capas, para verificar posibles problemas de drenaje y demás elementos que estén afectando a la estabilidad.</p> <p>Recolocación y compactación inicial de los adoquines.</p>	

**TABLA N°13. AHUELLAMIENTO EN PAVIMENTO INTERTRABADO \_ EN CALLE 16 DE NOVIEMBRE<sup>36</sup>**

Ahuellamiento AH		Unidad m2
Descripción:	Son las depresiones longitudinales continuas a lo largo de las huellas de canalización del tránsito.	
Causas:	Espesor insuficiente de las capas para el tránsito. Inadecuada compactación de las capas estructurales.	
		
IMAGEN N° 25_ AHUELLAMIENTO		
Severidad:	alta= flecha de 5cm	
Reparación:	<p>El trabajo a realizar es una nivelación y compactación siguiendo estos pasos:</p> <p>Retiro de los adoquines de la zona afectada, se deben limpiar y apilar a un lado para su posterior colocación.</p> <p>Compactación y nivelación de las capas a tratar</p> <p>Recolocación y compactación final de los adoquines anteriormente levantados.</p>	

<sup>36</sup> FUENTE: Elaboración propia.

**TABLA N°14. DEPRESIONES EN PAVIMENTO INTERTRABADO \_ EN CALLE 16 DE NOVIEMBRE<sup>37</sup>**

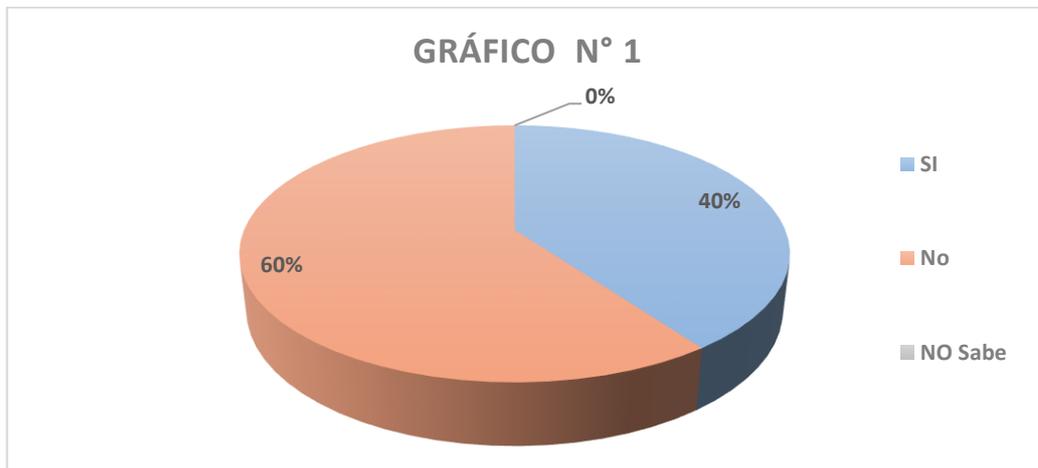
Depresiones D,A		Unidad m2
Descripción:	Son hundimientos localizados en forma circular o semejante a un círculo y sin pérdida de material	
Causas:	Asentamiento en el suelo de fundación Fallas en la capa de arena cuando las partículas están degradadas. Inadecuado drenaje o falta de mantenimiento del pavimento.	
		
IMAGEN N° 26_ DEPRESIONES		
Severidad:	Media= profundidad: 3cm	
Reparación:	<p>Retiro de los adoquines de la zona afectada, se deben limpiar y apilar a un lado para su posterior colocación.</p> <p>Verificar posibles problemas de drenaje y demás elementos que estén afectando la estabilización.</p> <p>compactación y nivelación de las capas a tratar</p> <p>Recolocación y compactación final de los adoquines anteriormente levantados.</p>	

<sup>37</sup> FUENTE: *Elaboración propia.*

### 3.3 Encuesta aplicada a los Ingenieros

1. ¿Considera que el pavimento intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos se encuentra en buen estado?

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
SI	4	40%
NO	6	60%
NO SABE	0	0%
TOTAL	10	100%



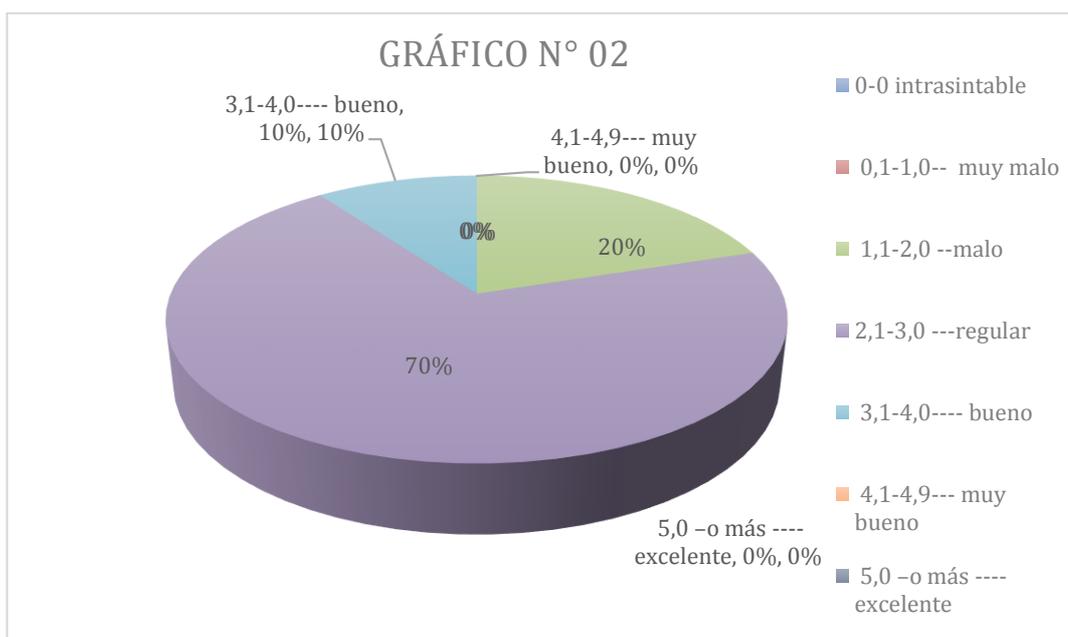
**Gráfico N° 1:** *Condición Actual del pavimento*

**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros civiles pobladores de Catacaos.

Elaboración propia

2. ¿Con que valores calificaría el nivel de servicio del pavimento?

RESPUESTA		CANTIDAD	PORCENTAJE
0-0	Intransitable	0	0%
0,1-1,0--	Muy malo	0	0%
1,1-2,0 --	Malo	2	20%
2,1-3,0 ---	Regular	7	70%
3,1-4,0----	Bueno	1	10%
4,1-4,9---	Muy bueno	0	0%
5,0 –o más ----	Excelente	0	0%
TOTAL		10	100%



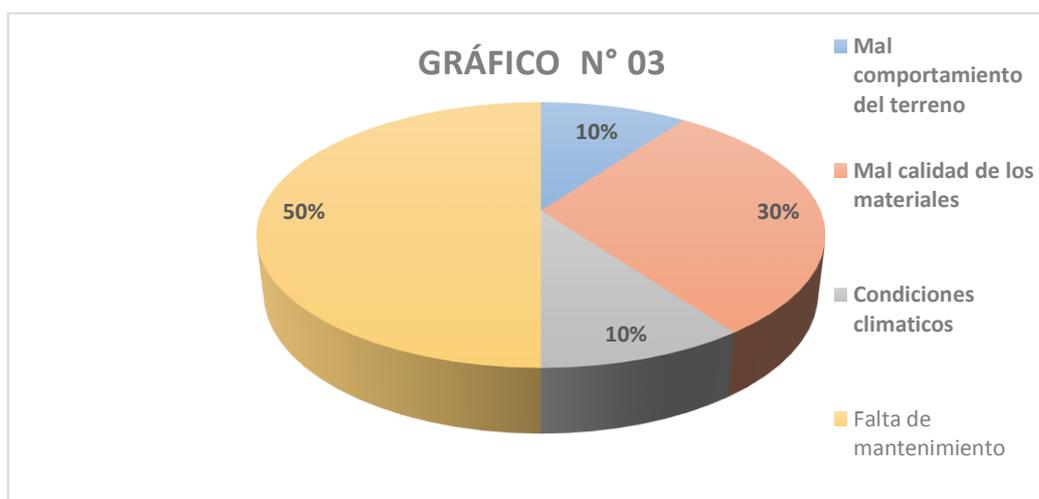
**Gráfico N° 2:** calificación del nivel del servicio del pavimento

**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros civiles pobladores de Catacaos.

Elaboración propia

3. ¿A qué cree que se deba la presencia de fallas o deterioros en el pavimento intertrabado de la calle Ica y calle 16 de noviembre del distrito de Catacaos?

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
MAL COMPORTAMIENTO DEL TERRENO	1	10%
MALA CALIDAD DE LOS MATERIALES	3	30%
CONDICIONES CLIMÁTICAS	1	10%
FALTA DE MANTENIMIENTO	5	50%
TOTAL	10	100%



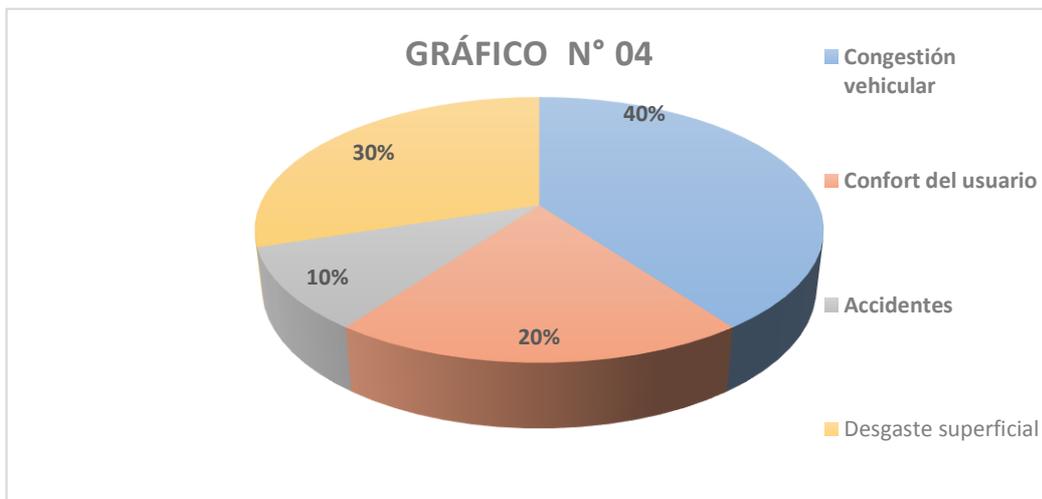
**Gráfico N° 3: causa de la presencia de fallas en los pavimentos Intertrabado**

**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros civiles pobladores de Catacaos.

Elaboración propia

4. ¿cómo cree usted que afecte las fallas de los pavimentos intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos?

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
CONGESTIÓN VEHICULAR	4	40%
CONFORT DEL USUARIO	2	20%
ACCIDENTES	1	10%
DESGASTE DE LOS VEHICULOS	3	30%
TOTAL	10	100%



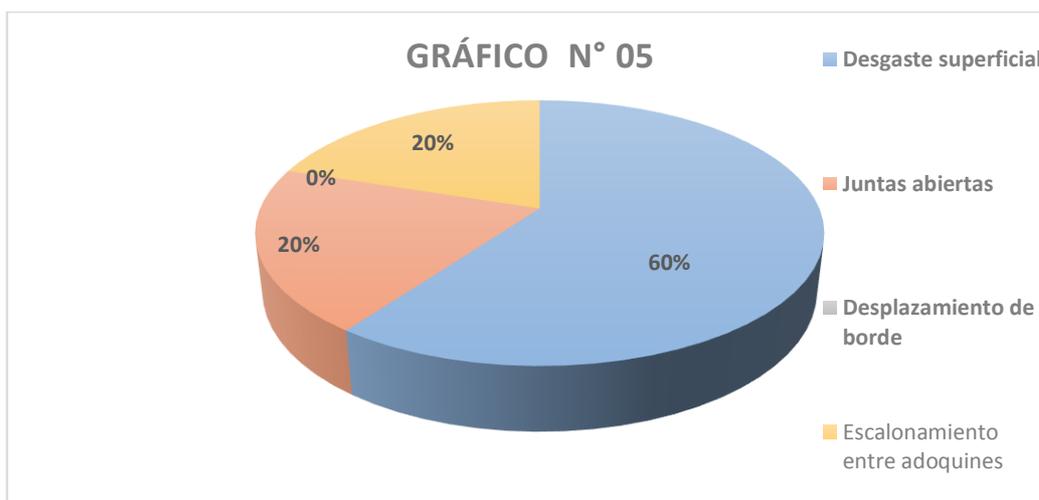
**Gráfico N° 4:** Repercusión de las fallas en la vida útil del pavimento

**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros civiles pobladores de Catacaos.

Elaboración propia

5. ¿Cuál es la falla más severa que afecte al funcionamiento del pavimento intertrabado para el libre tránsito del usuario. Según su apreciación?

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
DESGASTE SUPERFICIAL	6	60%
JUNTAS ABIERTAS	2	20%
DESPLAZAMIENTO DE BORDE	0	0%
ESCALONAMIENTO ENTRE ADOQUINES	2	20%
TOTAL	10	100%



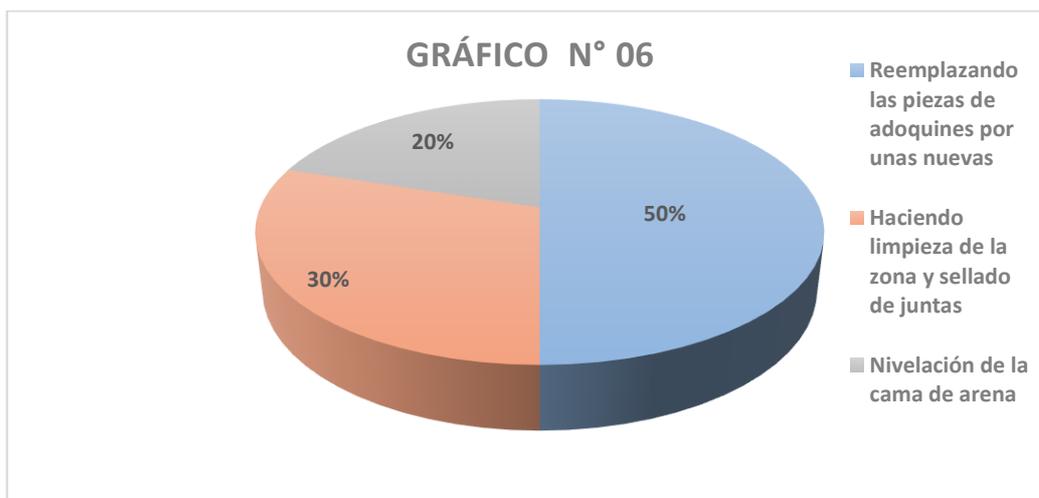
**Gráfico N° 5:** *Falla Severa que Afecta al Funcionamiento del Pavimento*

**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros civiles pobladores de Catacaos.

Elaboración propia

6. ¿Cómo se podría tratar las fallas que afecta al funcionamiento de la capa de rodadura del pavimento?

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
REEMPLAZANDO LAS PIEZAS DE LOS ADOQUINES	5	50%
HACIENDO LIMPIEZA DE LA ZONA AFECTADA	1	10%
NIVELACIÓN DE LA CAMA DE ARENA	2	20%
COMPACTACIÓN Y NIVELACIÓN DE LAS CAPAS	2	20%
TOTAL	10	100%



**Gráfico N° 6:** *Tratamiento de las Fallas que Afectan al Funcionamiento del Pavimento*

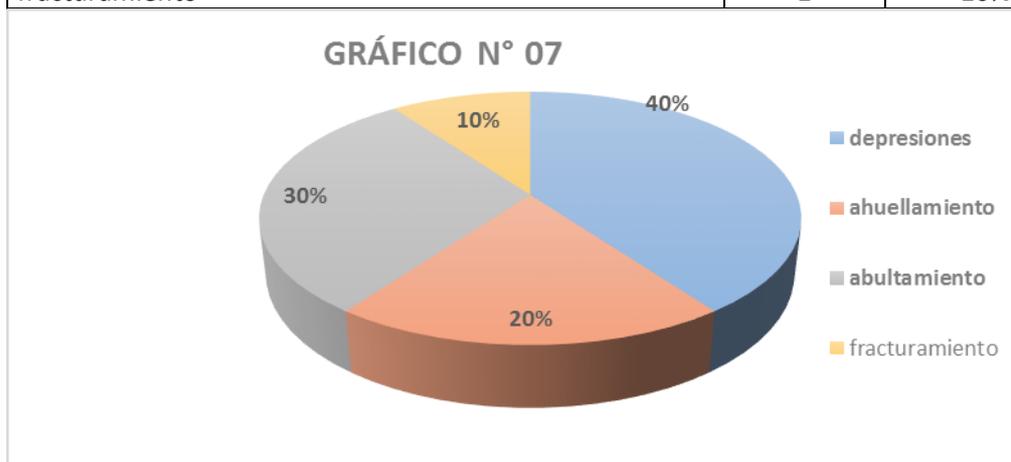
**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros civiles pobladores de Catacaos.

Elaboración propia

7. ¿Cuál es la falla más severa que afectan a la estructura del pavimento intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos según su apreciación?

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
DEPRESIONES	4	40%
AHUELLAMIENTO	2	20%
ABULTAMIENTO	3	30%
FRACTURAMIENTO	1	10%
TOTAL	10	100%

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
depresiones	4	40%
ahuellamiento	2	20%
abultamiento	3	30%
fracturamiento	1	10%



**Gráfico N° 7:** *Falla severa que afecta a la estructura del Pavimento*

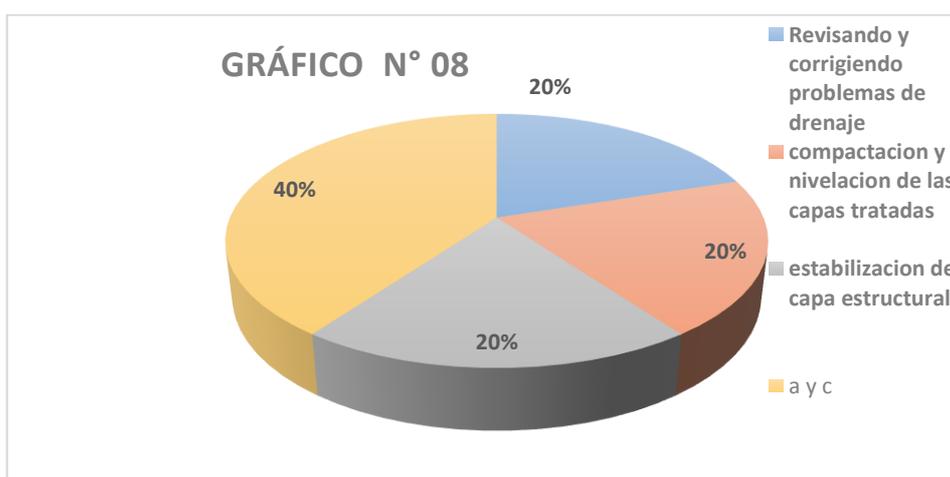
**Fuente:** *Cuestionario aplicado a los Ingenieros civiles pobladores de Catacaos.*

*Elaboración propia*

8. ¿Cómo se podría tratar las fallas que afectan la estructura del pavimento intertrabado?

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
Revisando y corrigiendo problemas de drenaje	2	20%
Compactación y nivelación de las capas tratadas	2	20%
Estabilización de capa estructural	2	20%
a y c	4	40%
TOTAL	10	100%

fallas	cantidad	porcentaje
Revisando y corrigiendo problemas de drenaje	2	20%
Compactación y nivelación de las capas tratadas	2	20%
Estabilizando las capas de paquete estructural	2	20%
a y c	4	40%

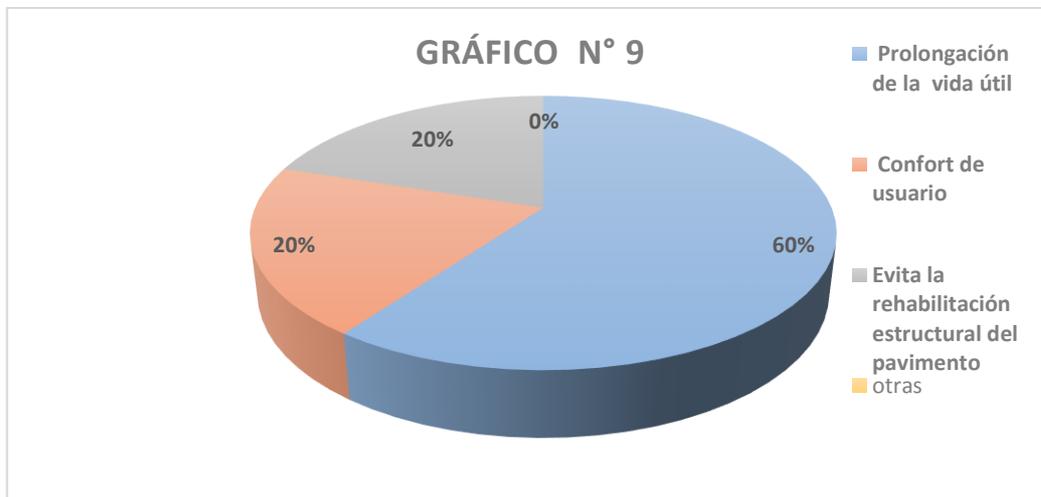


**Gráfico N° 8:** Posibles tratamientos para fallas que afectan la estructura del Pavimento

**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros civiles pobladores de Catacaos.  
Elaboración propia

9. ¿Cómo influye el mantenimiento oportuno en la vida útil del pavimento intertrabado de las calles circundantes de Catacaos?

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
prolongación de la vida útil	3	30%
confort del usuario	3	30%
evitar la reconstrucción estructural del pavimento	4	40%



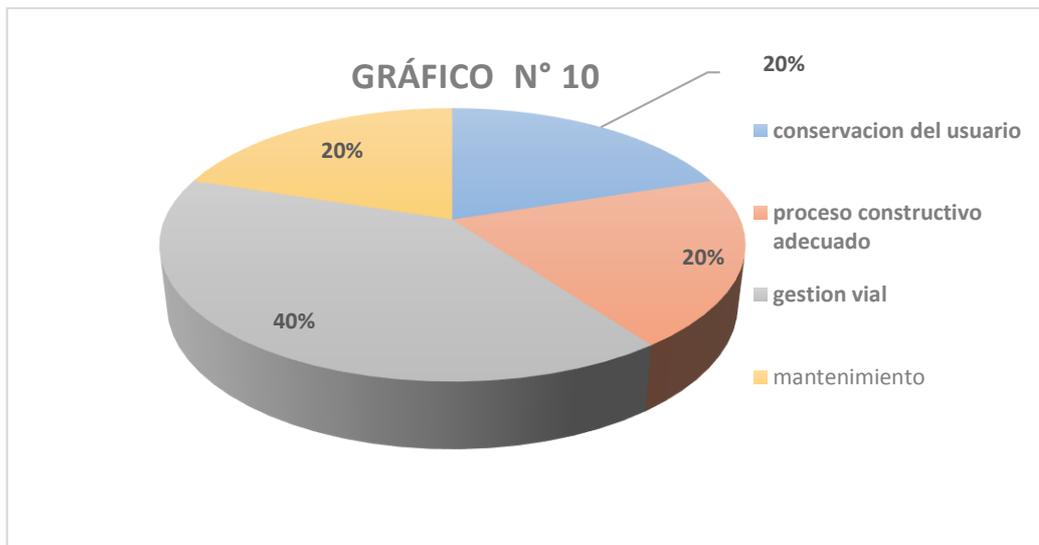
**Gráfico N° 9:** Influencia del mantenimiento oportuno en la vida útil del Pavimento

**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros civiles pobladores de Catacaos.

Elaboración propia

10. ¿Qué medida aportaría para una mejor serviciabilidad de los futuros pavimento intertrabado del Distrito de Catacaos?

RESPUESTA	CANTIDAD	PORCENTAJE
Prolongación de la vida útil	3	30%
Confort del usuario	3	30%
Evitar la reconstrucción estructural del pavimento	4	40%
TOTAL	10	100%



**Gráfico N° 10:** Medidas para una mejor serviciabilidad del Pavimento

**Fuente:** Cuestionario aplicado a los Ingenieros civiles pobladores de Catacaos.

Elaboración propia

**CAPÍTULO IV**  
**ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

#### 4.1 INTERPRETACIÓN DE GRÁFICOS

Para tener una investigación sustentada se recurrió a un formulario de preguntas encuestas (**ver anexo 5**) para profesionales en ingeniería civil que viven el Distrito de Catacaos.

Se obtuvo el siguiente resultado:

**1. ¿Considera que el pavimento intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos se encuentra en buen estado?**

El 60% de profesionales considera que el pavimento intertrabado no se encuentra en buen estado.

El 40% de profesionales considera que el pavimento intertrabado lo encuentra en buen estado. Ver (*Gráfico N°1*)

**2. ¿Con que valores calificaría el nivel de servicio del pavimento?**

El 70% de ingenieros manifiesta que la serviciabilidad es regular con un valor de escala de 2,1\_3,0 según escala de calificación de la serviciabilidad según la Norma AASTHO (ver tabla n°5)

El 20%de profesionales respondió que se encuentra en mal estado con valores de 1,1 a 2,0

Y el 10 % según su apreciación califico al pavimento con una serviciabilidad buena con valores de 3,1\_4,0 ver (*Gráfico N°2*)

**3. ¿A qué cree que se deba la presencia de fallas o deterioros en el pavimento intertrabado de la calle Ica y calle 16 de noviembre del distrito de Catacaos?4**

El 50% de profesionales opina que las fallas se deban por falta de mantenimiento al pavimento

El 20% de ingeniero por condiciones climáticas

El 20% de muestra restante opina por la mala calidad de los materiales

Y el 10% opina que por el mal comportamiento del terreno del pavimento en estudio. *Ver (Gráfico N°3)*

**4. ¿Cómo cree usted que afecte las fallas de los pavimentos intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos?**

El 40% considera que afecte en la congestión vehicular

El 30% considera que afecta en el desgaste de los vehículos .

El 20% considera que afecta el confort del usuario.

El 10% de profesionales considera que las fallas en el pavimento producen accidentes. *Ver (Gráfico N°4)*

**5. ¿Cuál es la falla más severa que afecte al funcionamiento del pavimento intertrabado para el libre tránsito del usuario. Según su apreciación?**

El 60% de los ingenieros consideran la falla más severa es el desgaste superficial que se observa en el pavimento en estudio.

El 20% considera que es las juntas abiertas que se presenta en un tramo del pavimento

El otro 20% de los encuestados es escalonamiento entre adoquines.

*Ver (Gráfico N°5)*

**6. ¿Cómo se podría tratar la falla que afecta al funcionamiento de la capa de rodadura del pavimento?**

El 50% considera que se podría tratar las fallas que afecta el funcionamiento reemplazando las piezas de adoquines por unas nuevas de mejor resistencia al desgaste.

El 30% considera que se podría tratar, haciendo limpieza de la zona afectada y sellado de juntas

El 20% considera que se podría tratar las fallas haciendo una nivelación de la cama de arena. *Ver (Gráfico N°6)*

**7. ¿Cuál es la falla más severa que afectan a la estructura del pavimento intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos según su apreciación?**

40% de los profesionales respondieron que la falla más severa que observan es depresiones.

El 30% de ingenieros respondieron abultamiento

El 20% respondió que la falla más recurrente que afecta a la estructura es ahuellamiento.

Y el 10% considera que la falla que afecta a la estructura del pavimento es fracturamientos. (**Gráfico N°7**)

**8. ¿Cómo se podría tratar la falla que afecta al paquete estructural del pavimento?**

El 40% de profesionales considera revisando y corrigiendo problemas de drenaje y estabilizando las capas del paquete estructural se podría tratar las fallas que afectan a la estructura del pavimento.

El 20% de profesionales considera que solo revisando y corrigiendo problemas de drenaje se corregiría las fallas que afectan a la estructura del pavimento.

Y el 20% considera que la compactación y nivelación de las capas tratadas se llegara a corregir la estructura del pavimento. (**Gráfico N°8**)

**9. ¿Cómo influye el mantenimiento oportuno en la vida útil del pavimento intertrabado de las calles circundantes de Catacaos?**

El 40% de ingenieros respondió que evitaría la reconstrucción estructural del pavimento si se hiciera un mantenimiento oportuno

El 30% considera que si se hace un mantenimiento oportuno prolongaría su vida útil del pavimento.

El otro 30% considera que si se hace mantenimiento oportuno el usuario tendría un mejor confort. *(Gráfico N°9)*

**10. ¿Qué medida aportaría para una mejor serviciabilidad de los futuros pavimento intertrabado del distrito de Catacaos?**

40% de ingenieros considera que para una mejor serviciabilidad para futuros pavimentos necesitaría una gestión vial.

El 20% considera que se debe tener una conservación por medio del usuario

El 20% considera que necesitaría de mantenimientos para un mejor servicio de futuros pavimentos.

Y el otro 20% considera que con un proceso constructivo adecuado garantizara la serviciabilidad de futuros pavimentos. *(Gráfico 10)*

### **4.3 INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS:**

1. El 70% de ingenieros manifiesta que la serviciabilidad es regular según la escala de los valores entre 2,1\_3,0 .según la Norma AASTHO 1993, que define a la serviciabilidad como la capacidad del pavimento en servir al usuario.

Se manifiesta en una escala entre 0 a 5, donde cero significa calificación intransitable y 5 una calificación excelente, que es un valor ideal que en la práctica no se da.

2. La presencia de fallas encontradas en el pavimento en estudio, son consecuencia de la carencia de una política de manteniendo vial según IPI (INSTITUTO PERUANO DE ECONOMIA) en su manual de “lesiones del mantenimiento de carreteras en el Perú, 1992\_2007.
3. Las fallas encontradas en el pavimento intertrabado repercutan en la vida útil del pavimento en la congestión vehicular, que no permite la transitabilidad adecuada para la circulación de vehículos livianos y pesados ya por ser una vía local que tiene acceso directo a usos comerciales y circulación de vehículos ,y dicho en norma (NTE.CE 010) que en las vías locales de uso comercial va ver frecuentemente congestionamiento debido a las velocidades bajas de los vehículos livianos o pesados que transiten por dicho pavimento.
4. La medida de reparación que aportaron los ingenieros encuestados en un 40%, para una mejor serviciabilidad a futuros pavimentos es en la gestión vial incluidas en (NTE.CE 010) y MTC (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES).

**CAPITULO V**

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES

### De la investigación se pudo llegar a las siguientes conclusiones

1. El pavimento intertrabado de las calles circundantes del Mercado de Catacaos brinda una serviciabilidad Regular. Calificación que se determinó por medio de encuestas a ingenieros pobladores de Catacaos.
  
2. Se pudo concluir también que la calle Ica cuadra 11 se presentan fallas en etapas desarrolladas como son:
  - Desgaste superficial, con grado de severidad alta
  - Fracturamientos de confinamiento interno ,con grado de severidad alta
  - Abultamientos, con grado de severidad alta .Las cuales necesitan tratamiento inmediato consideradas en el marco teórico
  
3. El pavimento intertrabado de la calle 16 de Noviembre, del Distrito de Catacaos se encontraron fallas en etapa de iniciación como son:
  - Ahuellamiento con grado de severidad media
  - Fracturamiento de confinamientos internos con grado de severidad media. Las cuales necesitan mantenimiento para evitar su deterioro total.
  
4. Se determinó medidas de reparación para las fallas o deterioros detectados del pavimento intertrabado :
  - Para las fallas que presentan deformaciones en la superficie del pavimento se recomienda una nivelación y compactación de las capas.
  - Para las fallas que presentan desprendimientos se recomienda el cambio de las piezas de adoquines por una mejor resistencia de desgaste y mejor calidad.
  - Para fallas por fracturamiento se recomienda para su reparación, mejorar problemas de drenaje y mejor la estabilidad de capa de fundación.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la autoridad municipal del Distrito de Catacaos hacer una reparación de las fallas encontradas en el pavimento intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos.
2. Se recomienda a las autoridades municipales del Distrito de Catacaos a emplear una gestión de mantenimiento vial para principales calles para conocer las posibles deficiencias y la labores de mantenimiento que requiera.
3. Se recomienda hacer estudios experimentales de la evaluación estructural del pavimento para saber la condición y comportamiento del pavimento.
4. Se recomienda a los ingenieros civiles que supervisen regulen y controlen la mano de obra en la construcción de pavimentos intertrabados, al igual que fomenten la preparación técnica del personal para garantizar la calidad y serviciabilidad del pavimento.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

1. **Alubry\_** Pavimentos de adoquines de hormigón Intertrabado\_Boletín técnico N°3
2. **Cango Vásquez José\_** Piura(2015) Análisis patológico de la superficie del pavimento intertrabado ,en la AV. Sánchez Cerro, cuadra 11y 12 desde la A.v.Sullana Norte hasta la AV. Country vía Auxiliar Izquierda\_ universidad los Ángeles de Chimbote
3. **Calderón Paredes Karen\_** Identificar y evaluar las patologías de la capa de rodadura del pavimento flexible AV. Perú \_Ricardo Jáuregui, Distrito 26 de octubre \_Piura\_ Universidad Los Ángeles de Chimbote
4. **Grupo Tensolite\_**Manual de colocación de pavimentos intertrabado.
5. **Higuera Carlos** – Colombia (2008).Nociones sobre métodos de diseño de estructura de pavimentos de carretera
6. **Higuera Sandoval Carlos y Pacheco Merchán óscar\_**. Medellín; (2010). Patología de pavimentos articulados.: Universidad de Medellín
7. **Menéndez Acurio José Rafael\_** ingeniería de Pavimentos Diseño y gestión de pavimentos\_ICG
8. **Manual centroamericano para diseño de pavimentos**
9. **MTC ministerio de transporte y comunicaciones República del Perú** \_especificaciones técnicas generales para la conservación de carreteras aprobado por resolución directoral n°051\_2007\_MTC14 del 27 de agosto del año 2007

- 10. NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS\_** Lima – Perú (2010).  
Reglamento nacional de edificaciones.
- 11. Rodríguez Velázquez Edgard** “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la AV. Luis Montero en el distrito de Castilla”-  
Universidad de Piura-Facultad de Ingeniería
- 12. Vivar Romero German** (1994\_1995) \_ Diseño y construcción de pavimentos  
\_libro 6 colección del ingeniero civil consejo departamental de Lima.

## **ARTICULO CIENTIFICO**

**“ANÁLISIS DE LAS FALLAS EN LOS PAVIMENTOS INTERTRABADOS DE LAS CALLES CIRCUNDANTES DEL MERCADO DE CATACAOS-PIURA 2016”.**

**ANALYSIS OF THE FAULTS IN THE INTERLOCKING PAVEMENTS OF THE STREETS SURROUNDING THE CATACLYSM MARKET**

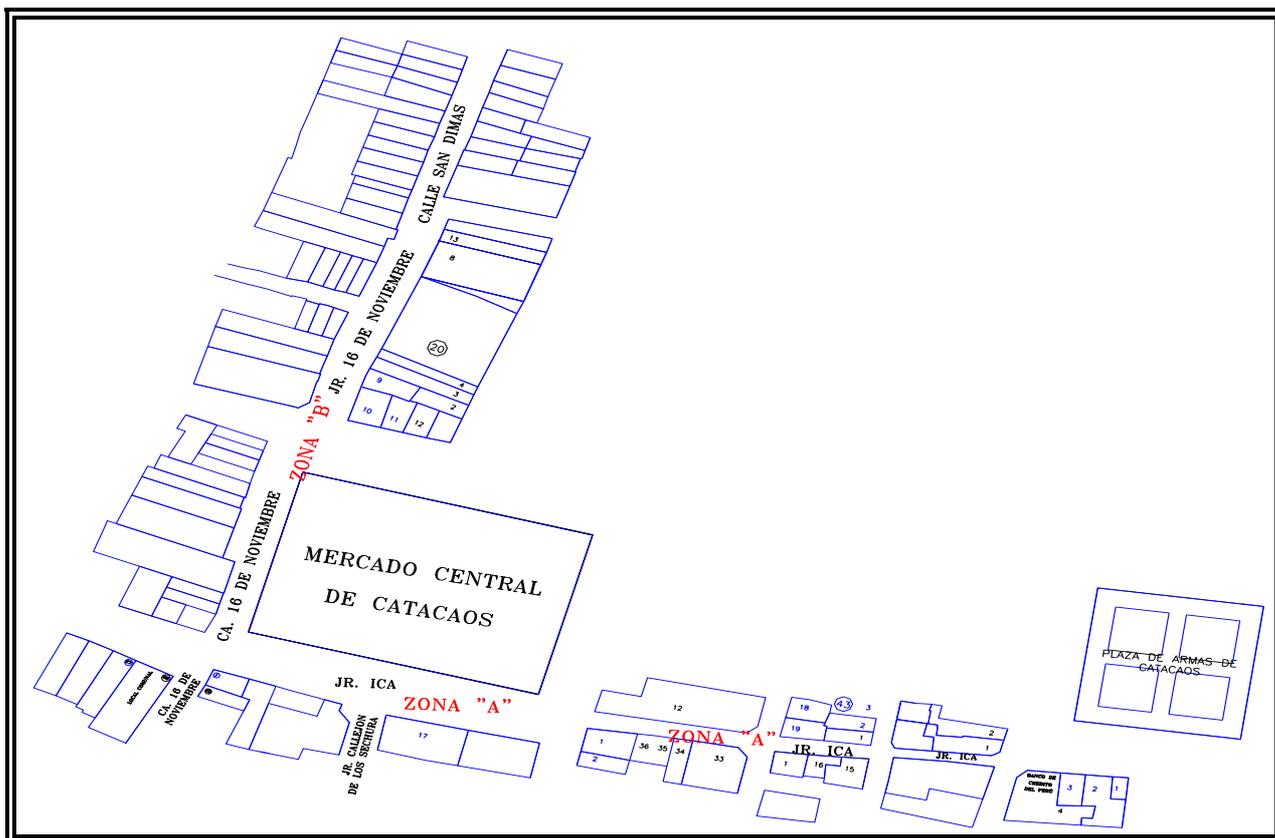
## ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título	Problema	Objetivo general	Justificación	Fundamentos teóricos	Metodología
<p><b>“ANALISIS DE LAS FALLAS DE LOS PAVIMENTOS INTERTRABADOS DE LAS CALLES CIRCUNDANTES DEL MERCADO DE CATACAOS”</b></p>	<p>Al hacer el análisis de las fallas de los pavimentos intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos se identificara, y se conocerá el grado de severidad de cada una de las fallas presentes en el pavimento para dar solución a una mejor serviciabilidad.</p>	<p>Analizar las fallas en los pavimentos intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos para conocer el grado de severidad</p> <p><b>Objetivo específico</b></p> <p>Determinar medidas de reparación para las fallas del pavimento intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos.</p> <p>Determinar medidas de prevención en la construcción de futuros pavimentos.</p>	<p>Esta investigación se justifica En la solución de las fallas con severidad alta, media y baja encontradas en el pavimento. para mejor durabilidad y serviciabilidad de los mismos.</p>	<p><u>Fallas en los pavimentos intertrabado</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abultamiento</li> <li>• Depresiones</li> <li>• Ahuellamiento</li> <li>• Desplazamiento de borde</li> <li>• Fracturameinto.</li> <li>• Fracturamiento de confinamineto interno.</li> <li>• otros deterioros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Analítico</b></li> <li>• <b>Descriptivo</b></li> <li>• <b>Observativo</b></li> <li>• <b>No experimental</b></li> </ul>

## ANEXO 02: PLANO DE UBICACIÓN



## PLANO DE UBICACIÓN DE ZONAS DE TRABAJO



**ANEXO 03: ENCUESTA AL PROFESIONAL INGENIERO  
UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**

**FACULTAD DE INGENIERIAS Y AQUITECTURA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL O  
ARQUITECTURA**



**ENCUESTA**

Estimado Sr (a) el presente cuestionario tiene por objetivo recoger información relacionada con las Fallas del Pavimento Intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos, razón por la cual le solicito conteste con sinceridad a cada una de las interrogantes hechas.

AREA.....FECHA.....

LUGAR.....

**1. ¿Considera que el pavimento intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos se encuentra en buen estado?**

- a) Si
- b) No
- c) No sabe

**2. ¿Con que valores calificaría el nivel de servicio del pavimento según la norma AASTHO 1993?**

- a) 0,0--- intransitable
- b) 0,1-1,0-- muy malo
- c) 1,1-2,0 --malo
- d) 2,1-3,0 ---regular
- e) 3,1-4,0---- bueno
- f) 4,1-4,9--- muy bueno
- g) 5,0 –o más ----excelente

- 3. ¿A qué cree que se deba la presencia de fallas o deterioros en el pavimento intertrabado de la calle Ica y calle 16 de noviembre del Distrito de Catacaos?**
- a) Mal comportamiento del terreno
  - b) Mal calidad de los materiales
  - c) Condiciones climáticas
  - d) Falta de mantenimiento
- 4. ¿Cómo cree usted que afecte las fallas de los pavimentos intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos?**
- a) congestión vehicular
  - b) libre tránsito de transeúntes
  - c) accidentes
  - d) desgaste de los vehículos
- 5. ¿Cuál es la falla más severa que afecte al funcionamiento del pavimento intertrabado para el libre tránsito del usuario. Según su apreciación?**
- a) Desgaste superficial
  - b) Juntas abiertas
  - c) Desplazamiento de borde
  - d) Escalonamiento entre adoquines
- 6. Como se podría tratar la falla que afecta al funcionamiento del pavimento intertrabado.**
- a) Reemplazando las piezas de adoquines por unas nuevas de mejor resistencia de desgaste
  - b) Haciendo limpieza de la zona y sellado de juntas
  - c) Nivelación de la cama de arena.

**7. ¿Cuál es la falla más severa que afecten a la estructura del pavimento intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos según su apreciación?**

- a) Depresiones
- b) Ahuellamiento
- c) Abultamiento
- d) fracturamientos

**8. ¿Cómo se podría tratar las fallas que afectan la estructura del pavimento intertrabado.**

- a) Revisando y corrigiendo problemas de drenaje
- b) Compactación y nivelación de las capas tratadas
- c) Estabilizando las capas de paquete estructural
- d) a y c

**9. ¿Cómo influye el mantenimiento oportuno en la vida útil del pavimento intertrabado de las calles circundantes de Catacaos?**

- a) Prolongación de la vida útil
- b) Confort de usuario
- c) Evita la reconstrucción estructural del pavimento
- d) Otras(especificar).....

**10. ¿Qué medida aportaría para una mejor serviciabilidad de los futuros pavimento intertrabado del distrito de Catacaos?**

- a) Conservación del usuario
- b) Proceso constructivo adecuado a las especificaciones técnicas.
- c) gestión vial
- d) mantenimiento.

**Gracias por su colaboración**

## ANEXO 04: EVIDENCIAS FOTOGRAFICAS

### Fallas observadas en el pavimento intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos



Ingreso de Calle Ica



*Imagen N° 27 Falla por fracturamiento en los adoquines*

**Fuente: Propia**



**Imagen N° 28** .Falla por depresión localizados en forma circular en la calle Ica al frente de veterinaria entre patas mercado de Catacaos

**Fuente: Propia**



**Imagen N° 29** Fallas Fracturamiento de confinamiento externo

**Fuente: Propia**



***Ingreso de la Calle 16 de Noviembre***



***Imagen N° 31 Deterioro  
del pavimento por***

## **ANEXO 05: Artículo Científico**

**“ANÁLISIS DE LAS FALLAS EN LOS PAVIMENTOS INTERTRABADOS DE LAS CALLES CIRCUNDANTES DEL MERCADO DE CATACAOS-PIURA 2016”.**

**ANALYSIS OF THE FAULTS IN THE INTERLOCKING PAVEMENTS OF THE STREETS SURROUNDING THE CATACLYSM MARKET**

### **RESUMEN**

El propósito del presente trabajo de tesis es analizar las fallas en los pavimentos intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos –Piura, para poder determinar las posibles deficiencias y las labores de mantenimiento que esta requiere.

Para garantizar que un pavimento ofrezca un nivel de serviciabilidad adecuado, que genere bienestar y confort y seguridad, al turista y al comercio urbano es necesario e importante conocer las causas que originan la falla, para luego dar solución a las fallas existentes.

El objetivo de este trabajo de investigación es analizar las fallas en los pavimentos intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos para conocer el grado de severidad.

Otro objetivo del presente trabajo de investigación es establecer medidas de prevención para la construcción de futuros pavimentos intertrabados para evitar deficiencias y minimizar costos de una reconstrucción del pavimento.

La metodología utilizada es el método observativo, ya que a través del recorrido a pie y la inspección visual, se pudo detectar las fallas en el pavimento intertrabado de las calles circundantes del Mercado de Catacaos.

.

Se utilizó también el método analítico, ya que al analizar las deficiencias, se dio alternativas de reparación, también se utilizó el método descriptivo, porque se evaluó los rasgos y características de las fallas, para luego determinar el grado de severidad. Se procedió a calificar el servicio actual del pavimento por un grupo de personal profesionales pobladores del Distrito de Catacaos, que definieron el servicio del pavimento en regular. Ya que encuentran deficiencias en la superficie del pavimento.

Palabra clave: fallas de pavimentos intertrabado, pavimento intertrabado.

### **ABSTRACT**

The purpose of this thesis work is to analyze the faults in the inter\_paved pavements in the surrounding streets of the catacaos piura market to be able to determine the possible deficiencies and the maintenance work that this requires.

To guarantee that a pavement offers an adequate level of serviceability that generates welfare and comfort and safety to the tourist as the urban commerce is necessary and important to know the causes that originate the fault and the to give solution of the existing faults

The objective of this research work is to analyze the faults of the interlocking pavements of streets circundanted of the market of catacaos to know the degree of know the degree of severity.

Another objective of the present research work is to establish construction of interlocked pavements to avoid deficiencies and minimize costs of a pavement reconstruction .

The methodology used was stable observational method as through walking and visual inspection faults interlocking pavements of the strrets circundantd cataclysm market.

.

We also used the analytical method because when analyzing the deficiencies was given alternative repair was also used the descriptive method because we assessed the characteristics and characteristics of the faults and then determine the degree of severity proceeded to qualify the current service of the pavement by a group of professional people from the cataclysm district that defined the pavement service in regular

Keyword: interlocked pavement failures, interlocked pavement.

## **INTRODUCCIÓN**

Los pavimentos intertrabado de adoquines de concreto, en los últimos años han venido tomando especial relevancia en el distrito de Catacaos, debido a sus múltiples ventajas como es la economía y su alto valor estético, su alta capacidad de carga entre otras. Aun así estos pavimentos no pueden estar ajenos a los deterioros que afectan a la estructura del pavimento como a su funcionamiento. Quitándole sus principios básicos y fundamentales que han sido diseñados como confort, seguridad, bienestar del pavimento.

Es por ello la importancia de conocer las condiciones que se encuentra el pavimento, y su comportamiento a través del tiempo. Para garantizar que la vía ofrezca un nivel de serviciabilidad adecuado, que genere bienestar y confort y seguridad, al turista y al comercio urbano es necesario e importante saber las causas de su deterioro desde el nivel constructivo. Y sobre todo contar con

un buen equipo de profesionales para logra un trabajo óptimo

La evaluación de un pavimento, proporciona información de gran utilidad como el estado actual del pavimento y su comportamiento a través del tiempo.

En este sentido el presente trabajo se desarrolla aplicando el método observativo, analítico y descriptivo de las fallas encontradas en el pavimento intertrabado.

### 1.2.2. Objetivo General

Analizar las fallas en los pavimentos

intertrabados de las calles circundantes del mercado de Catacaos para conocer el grado de severidad.

- Norte: Distrito de Piura y Castilla.
- Este: Distrito de la Arena, Cura morí y Sechura.
- Oeste: Provincia de Morropón y Lambayeque.
- Sur: Provincia de Paíta.

### 1.2.3. Objetivos Específicos

a. Determinar medidas de reparación para las fallas del pavimento intertrabado de las calles circundantes del Mercado de Catacaos

b. Analizar medidas de prevención para la construcción de futuros pavimentos intertrabados.

### 1.3.2. Métodos de investigación

Los principales métodos a utilizar en la investigación:

1. **Método Observativo.-** Este método se usa para detectar y asimilar los rasgos de un elemento utilizando los sentidos como instrumentos principales.
2. **Método Analítico.-** Es importante realizar un estudio analítico sintético de los temas expuestos en el presente trabajo, identificando cada una de las partes que caracterizan una realidad. De esa manera se establece la relación causa-efecto entre los elementos que compone el objeto de investigación.

## 1.3. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.3.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL

El presente trabajo de investigación se realizó en el distrito de Catacaos, Provincia y Departamento de Piura, ubicada en la costa norte del Perú.

El Distrito de Catacaos departamento de Piura limita:

**3. Descriptivo.** Este método consiste en evaluar ciertas características de una situación particular en uno o más puntos del tiempo.

### **3.1.1. Diseño de Investigación**

El tipo de diseño a utilizar es el de tipo no experimental, y de corte transversal, es de tipo no experimental porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a laboratorio, esta investigación es sistemática y empírica en que las variable independiente no se manipulan., **Fernández y Baptista 1998).**

### **3.1.2. Antecedentes de la Investigación**

#### **1. Antecedentes Internacionales**

Miguel Enrique Bórquez Bertrán (Valdivia \_Chile 2014) en su tesis titulada “Diseño de la estructura de pavimento de la pista del Aeródromo de Panguipulli” llego a la siguiente conclusión: Los pavimentos aeroportuarios soportan grandes cargas y no pueden permitir fallas, por lo tanto es importante considerar en todas las etapas del diseño la

seguridad, y elegir el tipo de estructura para cada proyecto en particular. Las condiciones del terreno en Panguipulli son bastante favorables por lo que los costos del proyecto no se verían aumentados de forma considerable al no tener que considerar un mejoramiento del terreno. Para diseñar la estructura

#### **2. Antecedentes Nacionales**

Julio Ferreyra \_Pereyra (Lima febrero 2012) realizo un estudio de tesis titulado” **Actividades de mantenimiento Rutinario y periódico en una carreta del Perú** “.En el cual se concluyó que ese tipo de proyectos son muy dinámicos ya que requieren una evaluación constante para tomar las medidas a tiempo y mantener la transitabilidad de la vía, y por ende un buen servicio de los usuarios.

### 3. Antecedentes Locales

José Abdón Cango Vásquez Piura\_ Perú (2015), realizó un estudio de tesis para optar el título de ingeniero civil titulado **“Análisis patológico de la superficie del pavimento intertrabado, en la av. Sánchez cerro, cuadra 11 y 12, desde la av. Sullana norte hasta la AV. country, vía auxiliar izquierda, Piura - 2015”** “, la cual se concluyó que el pavimento intertrabado de, la av. Sánchez Cerro, cuadra 11 y 12, desde la av. Sullana Norte hasta la av. Country vía auxiliar izquierda, es de condición REGULAR. Con un PCI promedio ponderado de 3, en un total de tres muestreos. Y las patologías que se encontraron, fueron por, abultamiento 0.78%, ahuellamiento 0.84%, depresión 0.19%, desgaste superficial 14.60%, pérdida de arena 4.77%, fracturamiento 0.65%, fracturamiento de confinamientos internos 4.19%, escalamiento entre adoquines 3.60%

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1 Pavimento intertrabado

#### Definición

Son aquellos pavimentos que su superficie de rodadura está conformado por los adoquines, colocados sobre una capa de arena y con sello de arena entre sus juntas, las cuales deben de ser capaces de soportar los desplazamientos transversales y longitudinales que ejerce el tránsito sobre ellas.

### 2.2.3 Consideraciones del Diseño Estructural

El diseño estructural de los pavimentos con adoquines intertrabado de concreto está basado en una evaluación de cuatro factores que interactúan: estos factores son: consideraciones ambientales, tráfico, resistencia del suelo de subrasante y materiales de la estructura del pavimento. Siguiendo este proceso permitirá construir pavimentos adecuados.

**a. Condiciones ambientales y drenaje**

- **Lluvia:**  
Incidencia sobre subrasante, base o sub base.
- **Nivel freático:**  
Afectación de la subrasante
- **Temperatura:**  
Incidencia sobre la capa de rodadura
- **Heladas:**  
Afectación de la subrasante y la sub base

**b. Tráfico**

La evaluación del tráfico deberá tomarse en cuenta para diferenciar las cargas vehiculares, configuraciones de ejes y ruedas y número de cargas de cada tipo de vehículos durante el periodo de diseño.

Número de aplicaciones de ESSAL	Trafico	Tipo de vía
< 10 <sup>4</sup>	ligero	<b>Local</b>
≥ 10 <sup>4</sup> Y < 10 <sup>6</sup>	Medio	Recolectora
≥ 10 <sup>6</sup>	Malo	<b>Arterial</b>

*Tabla n°1: volúmenes de tráfico*

**c. Soporte de la subrasante**

Efecto en la determinación del espesor total de la estructura de pavimentos de adoquines intertrabados de concreto.

Las características de la subrasante están definidas en 06 categorías.

categorias de subrasante	cbr
subrasante inadecuada	Cbr<3%
subrasante pobre	Cbr≥3% pero<6%
subrasante regular	Cbr≥6% pero<10%
subrasante buena	Cbr≥10% pero<20%
subrasante muy buena	Cbr≥20% pero<30%
subrasante extraordinaria	Cbr≥30%

**Tabla n°2: Características de la subrasante**

*Fuente Manual de carreteras, suelos Geología, Geotecnia Y Pavimentos*

#### **d. Materiales del pavimento**

La Calidad del material: para estas bases se debe emplear material granular de origen pétreo ya sea de río o triturado en cantera .El material debe de estar limpio, sin lodos ni basura.

Precaución: si el material presenta polvo o lodo debe ser lavado aplicando agua por la parte superior del arrume.

La arena para la capa de arena: Es arena gruesa y limpia .si tuviera presencia de muchos finos se lavara.

La arena para sello: La arena para el sello estará lo más seca posible en el momento de la, para que penetre en las juntas, por lo cual se debe almacenar bajo techo.

Adoquines: El almacenamiento de los adoquines en la obra se hará sobre una superficie plana horizontal y limpia para evitar la contaminación del material con el suelo. Este material se puede almacenar a la

intemperie en arrumes con algún tipo de traba entre capa y capa y con una altura de arrume de 1.50m .se recomienda que estos arrumes queden libres por todo su perímetro.

#### **2.2.01 Ventajas de los pavimentos intertrabados**

- Colocación sencilla en forma manual o mecanizada.
- El sistema permite adoquinar en etapas según plan de asignación de recursos.
- De fácil remoción, permite reparar o instalar redes de servicio, asegurando la recuperación del 100% de las piezas para su recolocación.
- Excelente relación de costos con respecto a otro sistema de pavimentos.

## 2.2.02 Limitaciones del Pavimento Intertrabado

### a. Colapsa con el agua.

Un pavimento de adoquines no puede trabajar como canal colector de aguas. No se recomienda para zonas de lavado de automóviles

### b. Rugosidad.

No es recomendable su utilización en calles con velocidades mayores, el conductor percibe molestas vibraciones que lo obligan a disminuir la marcha.

### c. Ruido.

El tránsito de los vehículos produce ruidos molestos

## 2.2.03 Estructura del Pavimento Intertrabado

Los pavimentos están constituidos por los siguientes componentes, las cuales tienen como función transmitir las cargas del tráfico al terreno natural. Y estas capas son:

- Adoquín
- Capa de arena o sello
- Sub\_base
- Subrasante

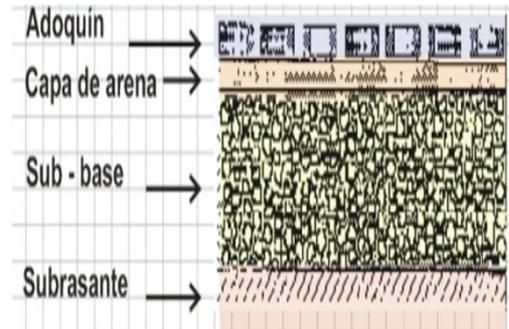


IMAGEN N°1. Esquema grafico de la estructura del pavimento intertrabado

## 2.2.04 CONSTRUCCIÓN

### 1. Preparación de la superficie existente

La capa de arena de soporte de los adoquines no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad por el inventor y documentación.

### 2. Colocación y nivelación de la capa de arena

La arena se colocara seca y en un espesor uniforme tal que, una vez compactado el pavimento, la capa tenga un espesor entre treinta y cuarenta milímetros (30\_40mm)

La capa de arena se deberá extender cordialmente con la colocación de los adoquines de manera que ella no quede expuesta al término de la jornada.

**TABLA 3**  
**Granulometría de la arena de cama**  
[NTP 400.037]

MALLA	% PASA
3/8"	100
N° 4	95 – 100
N° 8	80 – 100
N° 16	50 – 80
N° 30	25 – 60

Fuente: RCN \_CE\_010  
PAVIMENTOS URBANOS

### 2.2.10.3 Instalación de los adoquines

Los adoquines se colocaran directamente sobre la capa de arena nivelada al tope, unos con otros, de manera que genere juntas que no excede de 3mm (milímetros). La colocación seguirá un patrón uniforme, el cual se controlara con hilos para asegurar su

alineamiento transversal y longitudinal

El patrón de colocación de los adoquines deberá estar definido en los documentos del proyecto.

#### **Compactación inicial:**

Una vez terminado los ajustes con piezas partidas, se procederá de la compactación inicial de la capa de adoquín, mediante la pasada de una vibro compactadora, cuanto menos 2 veces en direcciones perpendiculares.

**TABLA 4**  
**Adoquines – Requisitos**  
[NTP 399.611]

. TIPO	USO
I	Adoquines para pavimentos de uso peatonal
II	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero
III	Adoquines para tránsito vehicular pesado, patios industriales y de contenedores

Fuente: RNE-CE-010  
Pavimento Urbanos. 2010

#### 2.2.10.4 Sellado de juntas y compactación

Inmediatamente después de la compactación inicial, se aplicara la arena de sello sobre la superficie, en una cantidad equivalente a una capa de tres milímetros (3mm) de espesor y se barrerá rápidamente en distintas direcciones.

#### 2.2.9.5 Construcción de confinamientos

Los pavimentos de adoquín de concreto deberán tener una estructura de confinamiento que impida su desplazamiento lateral a causa del empuje del tránsito vehicular.

Las estructuras de confinamiento deberán rodear completamente el área pavimentada y deberán penetrar, por lo menos, quince centímetros (15cm) en la capa de base que se encuentre bajo la capa de arena y su nivel superior cubrirá, como mínimo la mitad del espesor del adoquín después de compactado.

#### 1.2.10.6 Evaluación del pavimento Evaluación del pavimento<sup>38</sup>

En la norma ITINTEC 339.116 "Rehabilitación de pavimentos Urbanos", se recomienda efectuar la evaluación del estado de los pavimentos, mediante mediciones, inspección visual superficial que permite definir la cantidad y tipo de fallas tanto superficiales como estructural.

Calificación	Nivel de servicio	categoría de acción	Descripción
5.0_4.0	Muy bueno	Mantenimiento rutinario	pavimento cómodo, seguro
4.0_3.0	Bueno	Mantenimiento rutinario recurrente	Daños en etapa de iniciación
3.0_2.0	Regular	Refuerzo de mantenimiento rutinario	Daños en etapa desarrollada
2.0_1.0	Malo	Rehabilitación	circulación incomoda
1.0_0.0	Muy malo	Reconstrucción	vía intransitable

<sup>38</sup> German Vivar Romero Diseño y construcción de Pavimentos \_Consejo Departamental de Lima

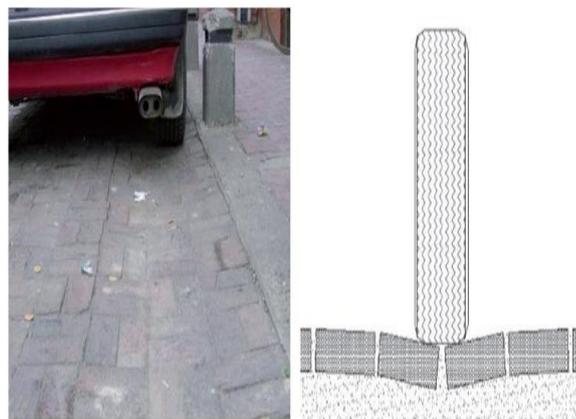
## 2.2.05 Tipos de fallas en los pavimentos intertrabado

### 7. Deformaciones

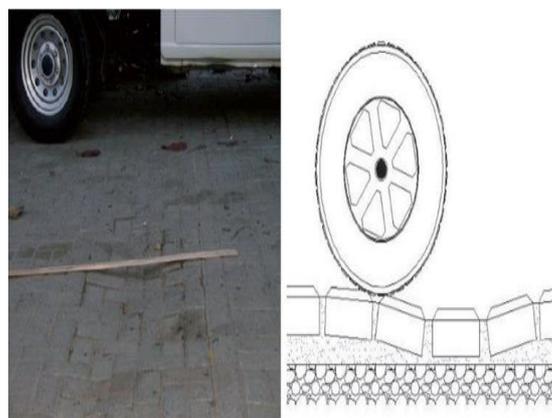
Las deformaciones son cambios repentinos en los perfiles de los pavimentos intertrabado. Estos cambios tienen flechas apreciables que repercuten negativamente en el confort de los usuarios. Ver imagen (4, 5,6).



*Imagen N°4 falla por abultamiento*



*Imagen: falla por ahuellamiento*



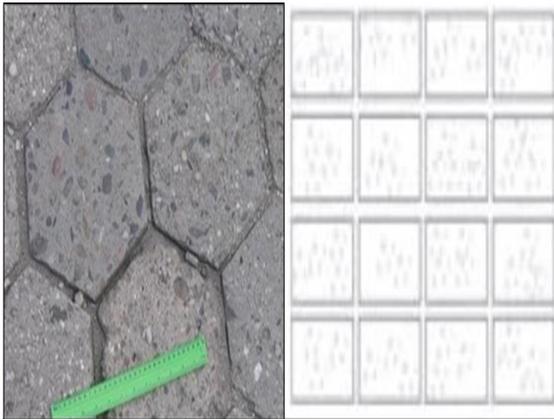
*Imagen N°6 falla por Depresión*

### 2. Desprendimientos<sup>39</sup>

Los desprendimientos son alteraciones de cambios en la superficie de los pavimentos intertrabado. Estos cambios producen un desgaste superficial y pérdida de arena en los adoquines ver imagen (7,8)

---

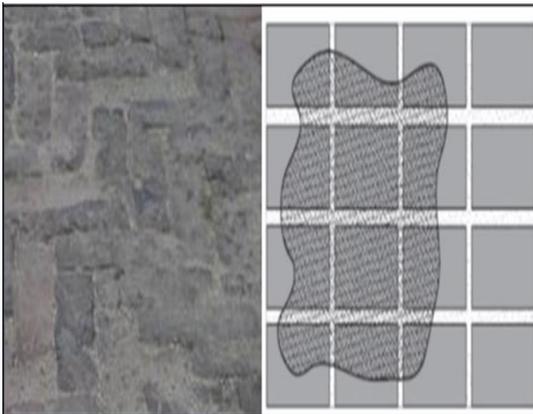
<sup>39</sup> Carlos Higuera Sandoval-Oscar Fabián Pacheco Merchán- Patologías de pavimentos Intertrabado\_



**Imagen N°7** falla por desgaste superficial



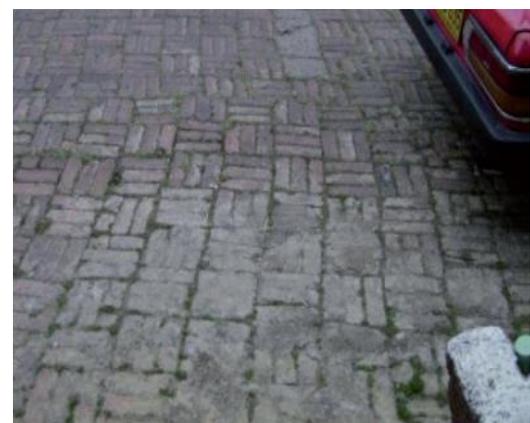
**Imagen N°9** falla desplazamiento de borde



**Imagen N° 08** perdida de arena

## 2. Desplazamientos<sup>40</sup>

Los de desplazamientos son el corrimiento localizado de los elementos constitutivos del pavimento (adoquines, bordillos). Ver Imagen (8,9)

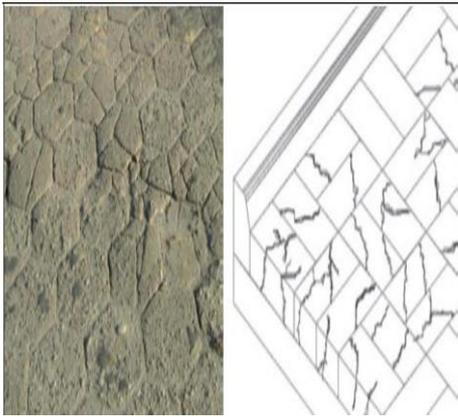


**Imagen N°10** falla desplazamiento de juntas

## 3. Fracturamiento

Es la aparición de fisuras y grietas en las piezas de adoquines o demás elementos constructivos del pavimento, como son los elementos de confinamiento. (11, 12,13)

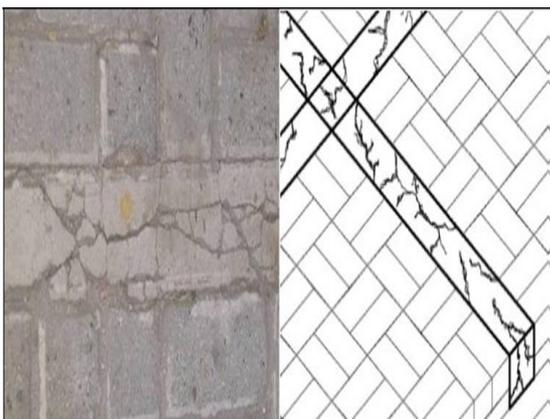
<sup>40</sup> Carlos Higuera Sandoval-Oscar Fabián Pacheco Merchán- Patologías de pavimentos Intertrabado\_



**Imagen** N°10 falla por fracturamiento



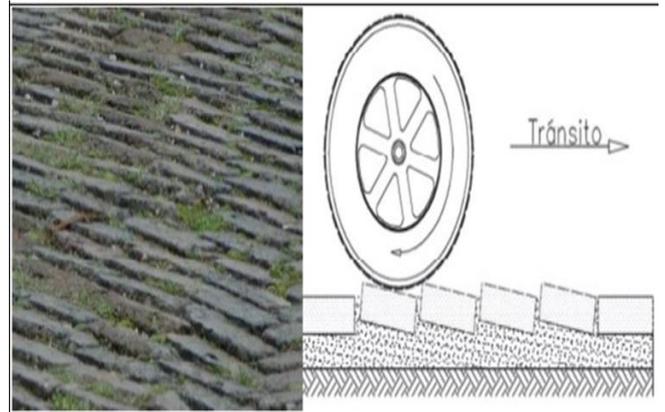
**Imagen** N°10 falla por fracturamiento de confinamientos externos



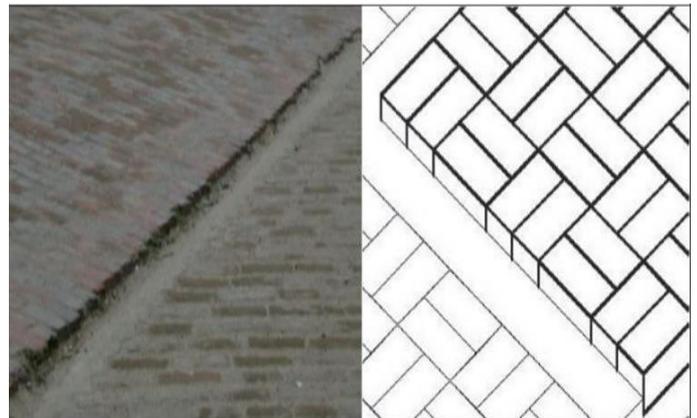
**Imagen** N°10 falla por fracturamiento de confinamientos internos

### 3. Otros deterioros

En esta categoría se encuentran diversos deterioros que afectan el correcto funcionamiento estructural y funcional del pavimento Intertrabado. Ver imagen (13, 14, 15,16)



**Imagen** N° 13 falla escalonamiento entre adoquines



**Imagen** N° 14 falla escalonamiento entre adoquines y confinamiento



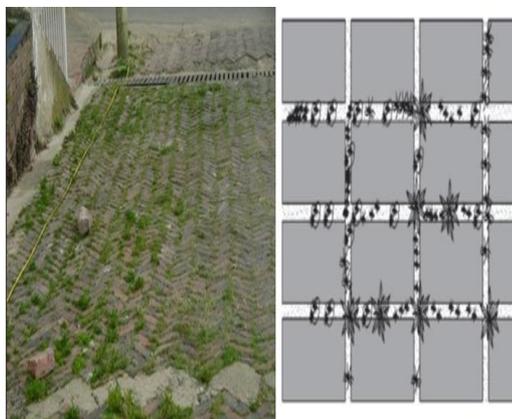
**Imagen** N° 15 juntas abiertas

## 2.2.2 REPARACION DE FALLAS DEACUERDO AL NIVEL DE SEVERIDAD

### 1. Abultamiento

#### Nivel de severidad

- ✓ **Baja:** Flecha menor a: 20 mm
- ✓ **Media:** Flecha entre 20 y 40 mm
- ✓ **Alta:** Flecha mayores a 40mm



**Imagen** N° 16 vegetación en calzada

**Fuente:** Carlos Higuera Sandoval-  
Oscar Fabián Pacheco Merchán-  
*Patologías de pavimentos*  
*Intertrabado\_ Revista ingeniería*  
*Universal de Medellín*

#### Reparación

- ✓ Retiro de los adoquines de la zona afectada, se deben limpiar y apilar a un lado para su posterior recolección.
- ✓ Excavación de las siguientes capas, se deben verificar posibles problemas de drenaje y demás elementos que está afectando la estabilidad.
- ✓ Reposición de material conforme a las especificaciones de la capa a tratar. Si es necesario, se deben tomar materiales de mejores especificaciones, para evitar la incidencia de este daño nuevamente.
- ✓ Compactación y nivelación de las capas tratadas

✓ Recolocación y compactación inicial de los adoquines anteriormente levantados, es aconsejable colocar los adoquines con las caras en la misma posición con que estaban antes y así evitar discontinuidades de tonalidad en el pavimento.

### 3. Ahuellamiento

#### Niveles de severidad

- ✓ **Baja:** flecha menor de 20mm
- ✓ **Media:** Flecha entre 20mm\_40mm
- ✓ **Alta:** Flecha mayor de 40mm

#### Reparación

- ✓ Retiro de los adoquines de la zona afectada, se deben limpiar y apilar a un lado para su posterior recolección.
- ✓ Excavación de las siguientes capas, se deben verificar posibles problemas de drenaje y demás elementos que está afectando la estabilidad.
- ✓ Reposición de material conforme a las especificaciones de la capa

a tratar. Si es necesario, se deben tomar materiales de mejores especificaciones, para evitar la incidencia de este daño nuevamente.

✓ Compactación y nivelación de las capas tratadas

✓ Recolocación y compactación inicial de los adoquines anteriormente levantados, es aconsejable colocar los adoquines con las caras en la misma posición con que estaban antes y así evitar discontinuidades de tonalidad en el pavimento.

✓ Sellado de juntas y compactación final.

### 4. Depresiones

#### Nivel de severidad

- ✓ **Baja:** flecha menor a 20mm
- ✓ **Media:** flecha entre 20 y 40mm
- ✓ **Alta:** flecha mayor de 40mm

#### Reparación

- Retiro de los adoquines de la zona afectada, se deben limpiar y apilar a un lado para su posterior recolección.
- Excavación de las siguientes capas, se deben verificar posibles problemas de drenaje

y demás elementos que está afectando la estabilidad.

- Reposición de material conforme a las especificaciones de la capa a tratar. Si es necesario, se deben tomar materiales de mejores especificaciones, para evitar la incidencia de este daño nuevamente.
- Compactación y nivelación de las capas tratadas
- Recolocación y compactación inicial de los adoquines anteriormente levantados, es aconsejable colocar los adoquines con las caras en la misma posición con que estaban antes y así evitar discontinuidades de tonalidad en el pavimento.
- Sellado de juntas y compactación final.

#### **4. Desgaste superficial**

##### **Nivel de severidad**

- ✓ **Baja:** desgaste superficial aislado área inferior de  $0.5m^2$ .
- ✓ **Media:** área de extensión considerable área superior de  $0.5m^2$ .
- ✓ **Alta:** área de extensión considerable y forma continua

#### **✓ Reparación**

Cuando el nivel de severidad sea alto, es necesario reemplazar las piezas de adoquines en mal estado por otras piezas de mejor resistencia al desgaste.

#### **5. Perdida de arena**

##### **Nivel de severidad**

- ✓ **Baja:** Se presenta en zonas aisladas y solamente se aprecia perdida de la arena de sello. Área inferior a  $0.5 m^2$
- ✓ **Media:** Se presenta perdida de la arena en los sellos, pero no se presentan asentamientos ni perdida de los perfiles del pavimentos áreas superiores a  $0.5 m^2$ .
- ✓ **Alta:** Se presentan asentamientos y pérdida de los perfiles del pavimento. Áreas superiores a  $0.5 m^2$

## **Reparación**

Se debe hacer una verificación de los posibles problemas de drenaje que pueda tener ese tramo.

Si no existen drenajes y demás obras de drenajes necesarias, se deben construir. El procedimiento para reparar este deterioro, es haciendo una limpieza de la zona y efectuando de nuevo el proceso de sellado de juntas. El proceso de sellado de juntas debe realizarse en cada mantenimiento rutinario. Cuando el nivel de severidad sea alto, es necesario retirar los adoquines, verificar y reparar las condiciones en que se encuentra la capa de arena. Ya corregidas las posibles deficiencias de drenaje y la capa de arena, se continua con la recolocación de los adoquines y el sellado de juntas

### **6. Desplazamiento de borde**

#### **Nivel de severidad**

✓ **Baja:** Los adoquines aún están en su posición original y el desplazamiento de borde es menor a 2 cm

✓ **Media:** Los adoquines se desplazaron de su posición original y el desplazamiento de borde esta entre 2 y 5 cm.

✓ **Alta:** Los adoquines se desplazaron de su posición

original, algunas piezas ya se salieron del pavimento y el desplazamiento de borde es superior a 5 cm.

## **Reparación**

- Retirar el material afectado y limpieza de la zona.
- Revisar y corregir condiciones de estabilidad del sitio.
- Revisar y corregir problemas de drenaje del sitio.
- Reconstrucción de los elementos de confinamiento.
- Reacomodación del adoquinado

### **2. Desplazamiento de juntas**

#### **Severidad Baja:**

- La separación promedio de las aberturas de las juntas es menor a 5 mm..

#### **Severidad Media:**

- La separación promedio de las aberturas de las juntas es menor a 5 mm a 10mm.

#### **Severidad Alta:**

- . La separación promedio de las aberturas de las juntas es 10mma más.

## **Reparación**

Revisar y corregir si existen elementos de confinamiento y si están a una distancia adecuada.

Si no existen, es necesario construirlos

Hacer el retiro de los adoquines de la zona afectada, realizando el debido procedimiento de limpieza y apilamiento de estos.

Verificar si la capa de arena está en condiciones idóneas o es necesario reemplazarla.

Colocar de nuevo los adoquines en su posición de diseño, seguido realizar el procedimiento de sellado de juntas y limpieza de la zona.

## **7. Fracturamiento**

### **Niveles de severidad**

#### **Severidad Baja:**

Fractura de adoquines de manera aislada. Área menor a 0.5 m<sup>2</sup>

#### **Severidad Media:**

- Fractura de adoquines en un área de extensión considerable y de forma continua. Área igual o superior a 0.5 m<sup>2</sup>.

#### **Severidad Alta:**

Fractura de adoquines en un área de extensión considerable y de forma continua. Se presenta

perdida de material, se forman concavidades que generan una textura rugosa. Área igual o superior a 0.5 m<sup>2</sup>.

## **Reparación**

Verificar que el diseño del modelo estructural actual y el espesor de los adoquines cumplen con las solicitaciones de tránsito actual y futuro. En caso en que no cumplan, deben mejorarse las especificaciones y espesores de las capas y/o de los adoquines.

En caso en que el nivel de severidad sea alto, es necesario el reemplazo de las piezas de adoquines. Para el reemplazo de los adoquines aplica el mismo procedimiento descrito en el deterioro de desplazamiento de juntas.

**8. Fracturamiento de confinamientos externos**  
**Niveles de severidad**

**Severidad Baja:**

El elemento presenta fisuras menores a 3 mm.

**Severidad Media:**

El elemento presenta grietas mayores a 3 mm. Y aún se mantienen en su lugar, sirviendo como confinamiento

**Severidad Alta:**

El elemento presenta grietas mayores a 3 mm. Pero ya se ha desplazado de su ubicación inicial y no impide el desplazamiento lateral de los adoquines.

**Reparación**

Cuando el nivel de severidad sea alto, el procedimiento de reparación para este deterioro es el siguiente:

- Verificar que el diseño y disposición dl elemento sea el adecuado.
- Retirar el material afectado y limpieza de la zona.
- Revisar y corregir condiciones de estabilidad del sitio.
- Revisar y corregir problemas de drenaje del sitio.
- Reconstrucción de los elementos de confinamiento.
- Reacomodación del adoquinado.

**9. Fracturamiento de confinamientos externos**  
**Niveles de severidad**

**Severidad Baja:**

El elemento presenta fisuras menores a 3 mm..

**Severidad Media:**

El elemento presenta grietas mayores a 3 mm. No se presentan perdidas de material Y aún se mantienen en su lugar, sirviendo como confinamiento.

**Severidad Alta:**

El elemento presenta grietas mayores a 3 mm. Se presentan perdida de materia, permitiendo la incrustación de basuras y demás partículas u objetos extraños al pavimento. No impide el desplazamiento longitudinal y lateral de los adoquines.

**Reparación**

Cuando el nivel de severidad sea alto, el procedimiento de reparación para este deterioro es el siguiente:

- Verificar que el diseño y disposición dl elemento sea el adecuado.
- Retirar el material afectado y limpieza de la zona.
- Revisar y corregir condiciones de estabilidad del sitio.

## CONCLUSIONES

### De la investigación se pudo llegar a las siguientes conclusiones

1. El pavimento intertrabado de las calles circundantes del Mercado de Catacaos brinda una serviciabilidad Regular. Calificación que se determinó por medio de encuestas a ingenieros pobladores de Catacaos.
2. Se pudo concluir también que la calle Ica cuadra 11 se presentan fallas en etapas desarrolladas como son:
  - Desgaste superficial, con grado de severidad alta
  - Fracturamientos de confinamiento interno ,con grado de severidad alta
  - Abultamientos, con grado de severidad alta .Las cuales necesitan tratamiento inmediato consideradas en el marco teórico
3. El pavimento intertrabado de la calle 16 de Noviembre, del Distrito de Catacaos se encontraron fallas en etapa de iniciación como son:
  - Ahuellamiento con grado de severidad media
  - Fracturamiento de confinamientos internos con grado de severidad media. Las cuales necesitan mantenimiento para evitar su deterioro total.
4. Se determinó medidas de reparación para las fallas o deterioros detectados del pavimento intertrabado :
  - Para las fallas que presentan deformaciones en la superficie del pavimento se recomienda una nivelación y compactación de las capas.
  - Para las fallas que presentan desprendimientos se recomienda el cambio de las piezas de adoquines por una

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la autoridad municipal del Distrito de Catacaos hacer una reparación de las fallas encontradas en el pavimento intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos.
2. Se recomienda a las autoridades municipales del Distrito de Catacaos a emplear una gestión de mantenimiento vial para principales calles para conocer las posibles deficiencias y la labores de mantenimiento que requiera.
3. Se recomienda hacer estudios experimentales de la evaluación estructural del pavimento para saber la condición y comportamiento del pavimento.
4. Se recomienda a los ingenieros civiles que supervisen regulen y controlen la mano de obra en la construcción de pavimentos intertrabados, al igual que

fomenten la preparación técnica del personal para garantizar la calidad y serviciabilidad del pavimento.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

1. **Alubry\_** Pavimentos de adoquines de hormigón Intertrabado\_Boletín técnico N°3
2. **Cango Vásquez José\_** Piura(2015) Análisis patológico de la superficie del pavimento intertrabado ,en la AV. Sánchez Cerro, cuadra 11y 12 desde la A.v.Sullana Norte hasta la AV. Country vía Auxiliar Izquierda\_ universidad los Ángeles de Chimbote
3. **Consejo de directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica\_** Catalogo de deterioros de pavimentos flexibles
4. **Higuera Sandoval Carlos y Pacheco Merchán óscar\_** Medellín; (2010). Patología de pavimentos articulados.: Universidad de Medellín
5. **Manual centroamericano para diseño de pavimentos**
6. **Menéndez Acurio José Rafael\_** ingeniería de Pavimentos Diseño y gestión de pavimentos\_ICG
7. **MTC ministerio de transporte y comunicaciones República del Perú \_**especificaciones técnicas generales para la conservación de carreteras aprobado por resolución directoral n°051\_2007\_MTC14 del 27 de agosto del año 2007
8. **NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS\_** Lima – Perú (2010). Reglamento nacional de edificaciones
9. **Rodríguez Velázquez Edgard** “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la AV. Luis Montero en el distrito de Castilla”-Universidad de Piura-Facultad de Ingeniería
10. **Vivar Romero German** (1994\_1995) \_ Diseño y construcción de pavimentos \_libro 6 colección del ingeniero civil consejo departamental de Lima.

## REFERENCIA PERSONALES



Profesional en Ingeniería Civil, egresada de la Universidad Alas Peruanas – Filial Piura.

Me considero una persona competitiva con amplio conocimiento de cultura general, cultivo de valores humanos, responsabilidad, puntualidad, eficiencia profesional de servicio y apoyo, iniciativa para resolver problemas, capacidad y adaptabilidad para trabajar en grupo – proactivo.

**ANEXO 06: CATALOGO DEL SUNEDU  
CATALOGO DE TRABAJO DE INVESTIGACION, TESIS Y PROYECTOS  
ASAMBLEA NACIONAL DE RECTORES  
RESUMEN DE TRABAJOS DE INVESTIGACION,  
TESIS Y PROYECTOS**

**I. DATOS GENERALES**

• **PRE GRADO**

- **UNIVERSIDAD:** Alas Peruanas

- **FACULTAD:** Ingeniería y Arquitectura

- **CARRERA PROFESIONAL**  
Ingeniería Civil

- **TITULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACION**

“ANÁLISIS DE LAS FALLAS EN LOS PAVIMENTOS INTERTRABADOS DE LAS CALLES CIRCUNDANTES DEL MERCADO DE CATACAOS-PIURA”.

- **AREA DE INVESTIGACION**  
Construcciones

- **AUTOR:**  
**Bach.** Vílchez Mendoza IVI- Katia Jahaira.

-**DNI:** 46443728

- **TITULO PROFESIONAL A QUE CONDUCE**  
Ingeniero Civil

- **AÑO DE APROBACION DE LA SUSTENTACION**  
2016

- **Email:** [ivikathiavilchez\\_ingcivil@hotmail.com](mailto:ivikathiavilchez_ingcivil@hotmail.com)

## **II RESUMEN**

El propósito del presente trabajo de tesis es analizar las fallas en los pavimentos intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos –Piura, para poder determinar las posibles deficiencias y las labores de mantenimiento que esta requiere.

Para garantizar que un pavimento ofrezca un nivel de serviciabilidad adecuado, que genere bienestar y confort y seguridad, al turista y al comercio urbano es necesario e importante conocer las causas que originan la falla ,para luego dar solución a las fallas existentes.

El objetivo de este trabajo de investigación es analizar las fallas en los pavimentos intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos para conocer el grado de severidad.

Otro objetivo del presente trabajo de investigación es establecer medidas de prevención para la construcción de futuros pavimentos intertrabados para evitar deficiencias y minimizar costos de una reconstrucción del pavimento.

La metodología utilizada es el método observativo, ya que a través del recorrido a pie y la inspección visual, se pudo detectar las fallas en el pavimento intertrabado de las calles circundantes del Mercado de Catacaos.

Se utilizó también el método analítico, ya que al analizar las deficiencias, se dio alternativas de reparación, también se utilizó el método descriptivo, porque se evaluó los rasgos y características de las fallas, para luego determinar el grado de severidad.

Se procedió a calificar el servicio actual del pavimento por un grupo de personal profesionales pobladores del Distrito de Catacaos, que definieron el servicio del pavimento en regular. Ya que encuentran deficiencias en la superficie del pavimento.

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **OBJETIVO GENERAL**

Analizar las fallas en los pavimentos intertrabados de las calles circundantes del mercado de Catacaos para conocer el grado de severidad.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a. Determinar medidas de reparación para las fallas del pavimento intertrabado de las calles circundantes del Mercado de Catacaos.
- b. Analizar medidas de prevención para la construcción de futuros pavimentos intertrabados.

### **HIPÓTESIS GENERAL**

Análisis de las fallas en los pavimentos intertrabados de las calles circundantes del Mercado de Catacaos.

Al identificar los rasgos y las características de las fallas encontradas en el pavimento, se cuantificara el grado de severidad.

### **HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

1. Determinar medidas, de reparación para las fallas encontradas en el pavimento intertrabado de las calles circundantes del Mercado de Catacaos. Teniendo como guía el catálogo de fallas del pavimento intertrabado se procederá a dar posibles soluciones de reparación de cada una de las fallas presentes en el pavimento.
2. Determinar medidas de prevención para construcción de futuros pavimentos intertrabados. Para garantizar calidad de los mismos.

## **ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **A. Antecedentes Internacionales**

Miguel Enrique Bórquez Bertrán (Valdivia \_Chile 2014) en su tesis titulada “Diseño de la estructura de pavimento de la pista del Aeródromo de Panguipulli” llego a la siguiente conclusión: Los pavimentos aeroportuarios soportan grandes cargas y no pueden permitir fallas, por lo tanto es importante considerar en todas las etapas del diseño la seguridad, y elegir el tipo de estructura para cada proyecto en particular. Las condiciones del terreno en Panguipulli son bastante favorables por lo que los costos del proyecto no se verían aumentados de forma considerable al no tener que considerar un mejoramiento del terreno. Para diseñar la estructura.

### **B. Antecedentes Nacionales**

Susan Jackelin Gómez Vallejos(Trujillo 2014).Realizo un estudio de tesis titulado “**Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del Ovalo Grau \_Trujillo La Libertad**”. Concluyo lo siguiente: El Diseño de la Estructura del Pavimento Flexible, del presente proyecto, obedece a parámetros del comportamiento, tomando como variables de entrada, la caracterización del tránsito, las propiedades mecánicas de los materiales y del terreno de fundación, las condiciones climáticas, las condiciones de drenaje y los niveles de serviciabilidad y confiabilidad. - En el método AASTHO – 93, el cálculo del espesor de la estructura del pavimento, relaciona las variables, considerando principalmente los Factores de Equivalentes de ejes tipo de 80 Kn o 18 Kips o ESALs y el Módulo Resiliente de la Subrasante MR.

### C. Antecedentes locales.-

José Abdón Cango Vásquez Piura\_Perú (2015), realizó un estudio de tesis para optar el título de ingeniero civil titulado **“Análisis patológico de la superficie del pavimento intertrabado, en la av. Sánchez cerro, cuadra 11 y 12, desde la av. sullana norte hasta la AV. country, vía auxiliar izquierda, Piura - 2015”** “, la cual se concluyó que el pavimento intertrabado de, la av. Sánchez Cerro, cuadra 11 y 12, desde la av. Sullana Norte hasta la av. Country vía auxiliar izquierda, es de condición REGULAR. Con un PCI promedio ponderado de 3, en un total de tres muestreos. Y las patologías que se encontraron, fueron por, abultamiento 0.78%, ahuellamiento 0.84%, depresión 0.19%, desgaste superficial 14.60%, pérdida de arena 4.77%, fracturamiento 0.65%, fracturamiento de confinamientos internos 4.19%, escalamiento entre adoquines 3.60%.

## 2.2 BASES TEÓRICAS

### 2.2.6 Pavimentos Intertrabados-Definición

Son aquellos pavimentos que su superficie de rodadura está conformado por los adoquines de concreto, colocados sobre una capa de arena y con sello de arena entre sus juntas ,los cuales deben de ser capaces de soportar los desplazamientos transversales y longitudinales que ejerce el transito que circula sobre ellas<sup>41</sup>.

---

<sup>41</sup> Wilmer Oswaldo Córdova Córdova \_Pavimentos intertrabados parte II\_ Universidad Católica los Ángeles de Chimbote

### 2.2.7 Consideraciones del Diseño Estructural <sup>42</sup>

El diseño estructural de los pavimentos con adoquines intertrabado de concreto está basado en una evaluación de cuatro factores que interactúan: estos factores son: consideraciones ambientales, tráfico, resistencia del suelo de sub-rasante y materiales de la estructura del pavimento.

#### a. Condiciones ambientales y drenaje

- **Lluvia:** Incidencia sobre subrasante, base o sub base.
- **Nivel freático:** Afectación de la subrasante
- **Temperatura:** Incidencia sobre la capa de rodadura
- **Heladas:** Afectación de la subrasante y la sub base

#### b. Tráfico

La evaluación del tráfico deberá tomarse en cuenta para diferenciar las cargas vehiculares, configuraciones de ejes y ruedas y número de cargas de cada tipo de vehículos durante el periodo de diseño.

Para el caso de los adoquines de concreto, el número de repeticiones que recomienda el Ministerio de transporte y comunicaciones es hasta 15'000.000EE para un periodo de diseño mínimo de 10 años y máximo de 20 años. En la tabla n°1 se muestran los volúmenes del tráfico durante el periodo de diseño

**TABLA N°1**

Número de aplicaciones ESAL	Trafico	Tipo de vía
$< 10^4$	Ligero	Local
$\geq 10^4$ Y $< 10^6$	Medio	colectora
$\geq 10^6$	Elevado	Arterial

**Tabla n°1: volúmenes de tráfico**

**Fuente Manual de carreteras, suelos Geología, Geotecnia Y Pavimentos**

<sup>42</sup> Norma técnica ce 010\_ pavimentos urbanos

### a. Soporte de la sub-rasante

La resistencia del suelo de sub-rasante ha tenido gran efecto en la determinación del espesor total de la estructura de pavimentos de adoquines intertrabados de concreto.

Las características de la subrasante están definidas en 06 categorías

**TABLA N°2**

Categoría de la subrasante	CBR
s0=subrasante inadecuada	CBR <3%
s1:subrasante pobre	CBR≥3% pero <6%
s3:subrasante regular	CBR≥6% pero <10%
s4:subrasante buena	CBR≥10% pero <20%
s5:subrasante muy buena	CBR≥20% pero <30%
s6: subrasante extraordinaria	CBR <30%

*Tabla n°2: Características de la subrasante*

*Fuente Manual de carreteras, suelos Geología, Geotecnia Y Pavimentos*

### b. Materiales del pavimento

La Calidad del material: para estas bases se debe emplear material granular de origen pétreo ya sea de rio o triturado en cantera .El material debe de estar limpio, sin lodos ni basura.

Precaución: si el material presenta polvo o lodo debe ser lavado aplicando agua por la parte superior del arrume.

Consideraciones:

La arena para la capa de arena: Es arena gruesa y limpia .si tuviera presencia de muchos finos se lavara.

La arena para sello: La arena para el sello estará lo más seca posible en el momento de la, para que penetre en las juntas, por lo cual se debe almacenar bajo techo.

Adoquines: El almacenamiento de los adoquines en la obra se hará sobre una superficie plana horizontal y limpia para evitar la contaminación del material con el suelo. Este material se puede almacenar a la intemperie en arrumes con algún tipo de traba entre capa.

### **2.2.7 Ventajas de los Pavimentos Intertrabados** <sup>43</sup>

- Colocación sencilla en forma manual o mecanizada.
- El sistema permite adoquinar en etapas según plan de asignación de recursos.
- De fácil remoción, permite reparar o instalar redes de servicio, asegurando la recuperación del 100% de las piezas para su recolocación.
- Amplio rango de utilización desde calles de tránsito pesado, zona de cargas, hasta zonas peatonales
- Excelente relación de costos con respecto a otro sistema de pavimentos.
- Permite una terminación impecable obteniéndose pavimentos de alto valor estético.

### **2.2.9 Limitaciones del Pavimento Intertrabado**<sup>44</sup>

#### **1. Colapsa con el agua.**

Un pavimento de adoquines no puede trabajar como canal colector de aguas. No se recomienda para zonas de lavado de automóviles.

#### **2. Rugosidad.**

No es recomendable su utilización en calles con velocidades mayores, el conductor percibe molestas vibraciones que lo obligan a disminuir la marcha.

#### **3. Ruido.**

El tránsito de los vehículos produce ruidos molestos

---

<sup>43</sup> Grupo Tensolite\_Manual de colocación de pavimentos intertrabados

<sup>44</sup> José Abdón Cango Vásquez \_ Análisis Patológico de la Superficie Del Pavimento Intertrabado, en la AV. Sánchez Cerro, Cuadra 11 Y 12, desde la AV. Sullana Norte hasta la AV. Country, vía Auxiliar Izquierda, Piura – 2015\_ Universidad Católica los Ángeles de Chimbote

### 2.2.10.5 Estructura del Pavimento Intertrabado <sup>45</sup>

Los pavimentos están constituidos por los siguientes componentes, las cuales tienen como función transmitir las cargas del tráfico al terreno natural. Y estas capas son:

- Adoquín
- Capa de arena o sello
- Sub\_base
- Subrasante

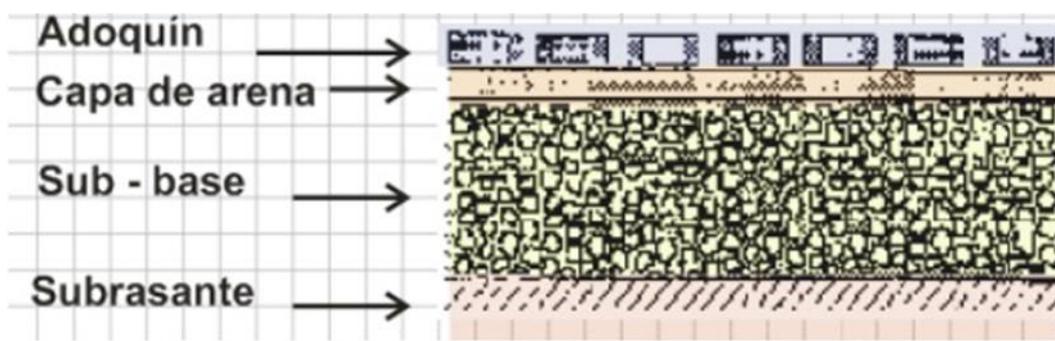


IMAGEN N°1. Esquema grafico de la estructura del pavimento intertrabado

### 2.2.10 CONSTRUCCIÓN <sup>46</sup>

#### 2.2.10.1 Preparación de la superficie existente

La capa de arena de soporte de los adoquines no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad por el inventor y documentación.

#### 2.2.10.2 Colocación y nivelación de la capa de arena

La arena se colocara seca y en un espesor uniforme tal que, una vez compactado el pavimento, la capa tenga un espesor entre treinta y cuarenta milímetros (30\_40mm)

La capa de arena se deberá extender cordialmente con la colocación de los adoquines de manera que ella no quede expuesta al término de la jornada.

<sup>45</sup> José Rafael Menéndez Acurio\_ Ingeniería de Pavimentos Diseño y Gestión de Pavimentos\_ICG

<sup>46</sup> Norma y Especificaciones 2012 en vías \_Pavimento de adoquín de concreto \_Articulo 510\_13

**TABLA 3**  
**Granulometría de la arena de cama**  
*[NTP 400.037]*

MALLA	% PASA
3/8"	100
N° 4	95 – 100
N° 8	80 – 100
N° 16	50 – 80
N° 30	25 – 60

**Fuente: RCN\_CE\_010 PAVIMENTOS URBANOS**

### 2.2.10.5 Instalación de los adoquines

Los adoquines se colocaran directamente sobre la capa de arena nivelada al tope, unos con otros, de manera que genere juntas que no excede de 3mm (milímetros).

La colocación seguirá un patrón uniforme, el cual se controlara con hilos para asegurar su alineamiento transversal y longitudinal. El patrón de colocación de los adoquines deberá estar definido en los documentos del proyecto.

**Compactación inicial:** Una vez terminado los ajustes con piezas partidas, se procederá de la compactación inicial de la capa de adoquín, mediante la pasada de una vibro compactadora, cuanto menos 2 veces en direcciones perpendiculares.

**TABLA 4**  
**Adoquines – Requisitos**  
[NTP 399.611]

. TIPO	USO
I	Adoquines para pavimentos de uso peatonal
II	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero
III	Adoquines para tránsito vehicular pesado, patios industriales y de contenedores

*Fuente: RNE-CE-010 Pavimento Urbanos. 2010(12)*

### **2.2.10.6 Sellado de juntas y compactación**

Inmediatamente después de la compactación inicial, se aplicara la arena de sello sobre la superficie, en una cantidad equivalente a una capa de tres milímetros (3mm) de espesor y se barrerá rápidamente en distintas direcciones.

La arena se deberá encontrar lo suficientemente seca para queda pueda penetrar con facilidad por las juntas.

Simultáneamente, se aplicara la compactación final, durante la cual cada punto de pavimento deberá recibir al menos 4 pasadas de la vibro compactadora de placa, preferiblemente de distintas direcciones.

Si el inventor lo considera conveniente, la compactación se complementara con el paso de un rodillo neumático o uno liso .con el fin de reducir las deformaciones posteriormente del pavimento.

### **2.2.11.5 Construcción de confinamientos**

Los pavimentos de adoquín de concreto deberán tener una estructura de confinamiento que impida su desplazamiento lateral a causa del empuje del tránsito vehicular.

Las estructuras de confinamiento deberán rodear completamente el área pavimentada y deberán penetrar, por lo menos, quince centímetros (15cm) en la capa de base que se encuentre bajo la capa de arena y su nivel superior cubrirá, como mínimo la mitad del espesor del adoquín después de compactado

### **3.2.10.6 Evaluación del pavimento Evaluación del pavimento<sup>47</sup>**

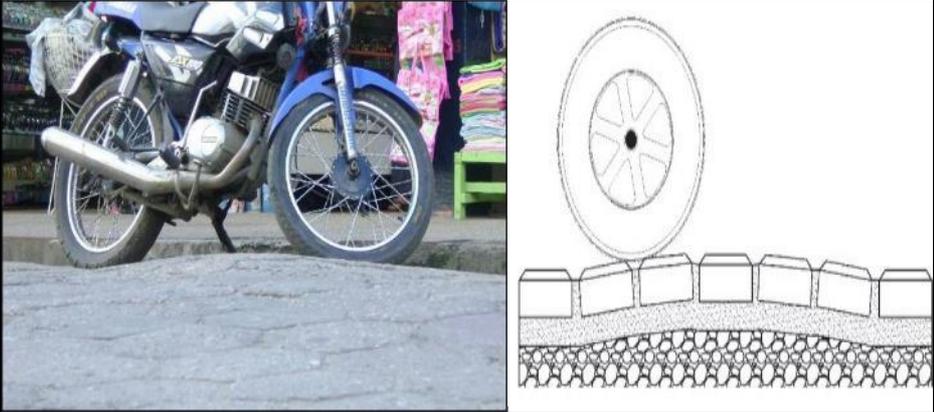
En la norma ITINTEC 339.116 "Rehabilitación de pavimentos Urbanos", se recomienda efectuar la evaluación del estado de los pavimentos, mediante mediciones, inspección visual superficial que permite definir la cantidad y tipo de fallas tanto superficiales como estructural.

---

<sup>47</sup> German Vivar Romero Diseño y construcción de Pavimentos \_Consejo Departamental de Lima

<b>Calificación</b>	<b>Nivel de servicio</b>	<b>Categoría de acción</b>	<b>Descripción</b>
<b>5.0_4.0</b>	<b>Muy bueno</b>	Mantenimiento rutinario	Pavimento en condición muy buena. El nivel de comodidad y seguridad percibido por los usuarios es satisfactorio.
<b>4.0_3.0</b>	<b>Bueno</b>	Mantenimiento rutinario recurrente	Pavimento en condición buena, la circulación es cómoda .se presenta daños localizados en etapa iniciación.
<b>3.0_2.0</b>	<b>Regular</b>	Refuerzo de mantenimiento rutinario	Pavimento en estado regular ,en donde la circulación deja de ser cómoda .Se presentan daños en etapa muy desarrollada
<b>2.0_1.0</b>	<b>Malo</b>	Rehabilitación	Pavimento en condición mala ,la circulación es muy incomoda.se presentan daños desarrollados
<b>1.0_0.0</b>	<b>Muy malo</b>	Reconstrucción	La vía se vuelve intransitable, daños irreversibles.

**IMAGEN N°4. ABULTAMIENTO<sup>48</sup>**

<b>ABULTAMIENTO = AB</b>							
<b>DESCRIPCION</b>	Son levantamientos o protuberancias que se presentan en la superficie del pavimento.						
<b>CAUSAS</b>	Cambios volumétricos de la Subrasante. Generalmente se presentan en Subrasante con suelos expansivos.						
<b>FOTO Y ESQUEMA</b>							
<b>SEVERIDAD</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">BAJA = B</td> <td style="text-align: center;">Flecha menor a: 20 mm.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">MEDIA = M</td> <td style="text-align: center;">Flecha entre: 20 y 40 mm.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ALTA = A</td> <td style="text-align: center;">Flecha mayores a: 40 mm.</td> </tr> </table>	BAJA = B	Flecha menor a: 20 mm.	MEDIA = M	Flecha entre: 20 y 40 mm.	ALTA = A	Flecha mayores a: 40 mm.
BAJA = B	Flecha menor a: 20 mm.						
MEDIA = M	Flecha entre: 20 y 40 mm.						
ALTA = A	Flecha mayores a: 40 mm.						
<b>REPARACION</b>	<p>El trabajo a realizar es una nivelación y compactación siguiendo estos pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Retiro de los adoquines de la zona afectada, se deben limpiar y apilar a un lado para su posterior recolección.</li> <li>- Excavación de las siguientes capas, se deben verificar posibles problemas de drenaje y demás elementos que está afectando la estabilidad.</li> <li>- Reposición de material conforme a las especificaciones de la capa a tratar. Si es necesario, se deben tomar materiales de mejores especificaciones, para evitar la incidencia de este daño nuevamente.</li> <li>- Compactación y nivelación de las capas tratadas</li> <li>- Recolocación y compactación inicial de los adoquines anteriormente levantados, es aconsejable colocar los adoquines con las caras en la misma posición con que estaban antes y así evitar discontinuidades de tonalidad en el pavimento.</li> <li>- Sellado de juntas y compactación final.</li> </ul> <p>En caso en que el daño sea muy severo y recurrente, debe considerarse la opción de realizársele un tratamiento o una estabilización al suelo de fundación.</p>						

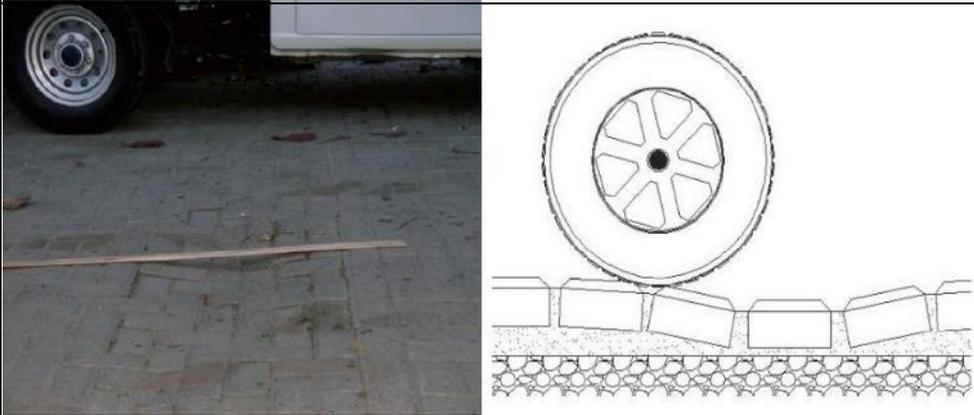
<sup>48</sup> Carlos Higuera Sandoval-Oscar Fabián Pacheco Merchán- *Patologías de pavimentos articulados* \_Revista Ingeniería Universal de Medellín

**IMAGEN N°5. Ahuellamiento<sup>49</sup>**

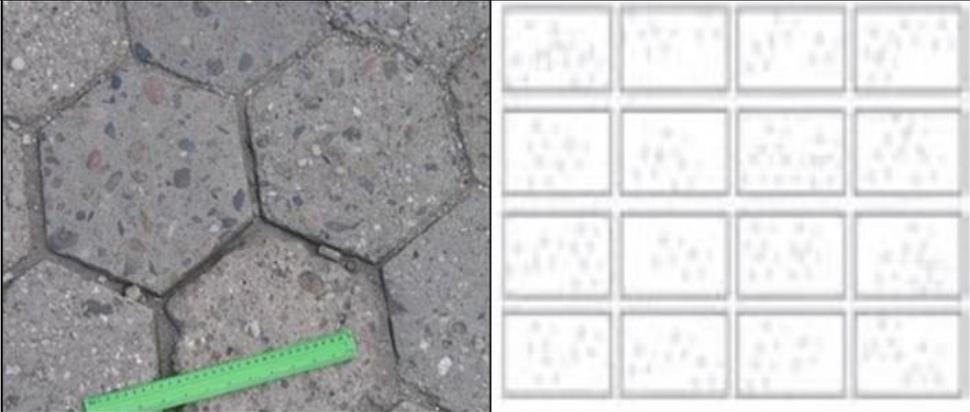
<b>AHUELLAMIENTO = AH</b>		<b>Unidad: M2</b>
<b>DESCRIPCION</b>	Esta anomalía se presenta generalmente bajo las huellas de los vehículos, a lo largo del sentido del tráfico.	
<b>CAUSAS</b>	Hundimientos causados por las cargas del tránsito. Consolidación de las capas subyacentes. Inadecuada compactación de las capas estructurales. Aparcamiento de vehículos pesados durante mucho tiempo.	
<b>FOTO Y ESQUEMA</b>		
<b>SEVERIDAD</b>	<b>BAJA = B</b>	Flecha menor a: 20 mm.
	<b>MEDIA = M</b>	Flecha entre: 20 y 40 mm.
	<b>ALTA = A</b>	Flecha mayores a: 40 mm.
<b>REPARACION</b>	<p>El trabajo a realizar es una nivelación y compactación siguiendo estos pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Retiro de los adoquines de la zona afectada, se deben limpiar y apilar a un lado para su posterior recolección.</li> <li>- Excavación de las siguientes capas, se deben verificar posibles problemas de drenaje y demás elementos que está afectando la estabilidad.</li> <li>- Reposición de material conforme a las especificaciones de la capa a tratar. Si es necesario, se deben tomar materiales de mejores especificaciones, para evitar la incidencia de este daño nuevamente.</li> <li>- Compactación y nivelación de las capas tratadas</li> <li>- Recolocación y compactación inicial de los adoquines anteriormente levantados, es aconsejable colocar los adoquines con las caras en la misma posición con que estaban antes y así evitar discontinuidades de tonalidad en el pavimento.</li> <li>- Sellado de juntas y compactación final.</li> </ul> <p>En caso en que el daño sea muy severo y reincidente, debe considerarse la opción de realizársele un tratamiento o una estabilización al suelo de fundación.</p>	

<sup>49</sup> Carlos Higuera Sandoval-Oscar Fabián Pacheco Merchán- Patologías de pavimentos

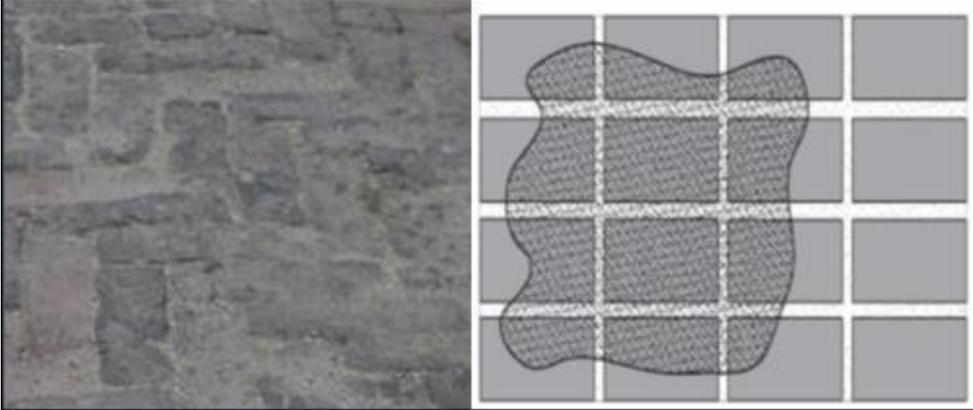
**IMAGEN N°6. Depresiones<sup>50</sup>**

<b>DEPRESIONES = DA</b>		<b>Unidad: M2</b>
<b>DESCRIPCION</b>	Son hundimientos localizados en forma circular o semejante a ella, sin pérdida de material.	
<b>CAUSAS</b>	Asentamientos en el suelo de fundación. Fallas en la capa de arena cuando las partículas de este se degradan. Un inadecuado drenaje o la falta de mantenimiento de este.	
<b>FOTO Y ESQUEMA</b>		
<b>SEVERIDAD</b>	<b>BAJA = B</b>	Flecha menor a: 20 mm.
	<b>MEDIA = M</b>	Flecha entre: 20 y 40 mm.
	<b>ALTA = A</b>	Flecha mayores a: 40 mm.
<b>REPARACION</b>	<p>El trabajo a realizar es una nivelación y compactación siguiendo estos pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Retiro de los adoquines de la zona afectada, se deben limpiar y apilar a un lado para su posterior recolección.</li> <li>- Excavación de las siguientes capas, se deben verificar posibles problemas de drenaje y demás elementos que está afectando la estabilidad.</li> <li>- Reposición de material conforme a las especificaciones de la capa a tratar. Si es necesario, se deben tomar materiales de mejores especificaciones, para evitar la incidencia de este daño nuevamente.</li> <li>- Compactación y nivelación de las capas tratadas</li> <li>- Recolocación y compactación inicial de los adoquines anteriormente levantados, es aconsejable colocar los adoquines con las caras en la misma posición con que estaban antes y así evitar discontinuidades de tonalidad en el pavimento.</li> <li>- Sellado de juntas y compactación final.</li> </ul> <p>En caso en que el daño sea muy severo y reincidente, debe considerarse la opción de realizársele un tratamiento o una estabilización al suelo de fundación.</p>	

<sup>50</sup> Carlos Higuera Sandoval-Oscar Fabián Pacheco Merchán- Patologías de pavimentos articulado

<b>DESGASTE SUPERFICIAL = DS</b>		<b>Unidad: M2</b>
<b>DESCRIPCION</b>	Perdida de finos en la superficie del adoquín, creando una textura superficial rugosa; se forman cavidades y deja expuesto el agregado grueso.	
<b>CAUSAS</b>	Baja calidad y/o control en la fabricación de los adoquines. Por la abrasión de las llantas de los vehículos. Exposición constante a flujos de aguas a presión.	
<b>FOTO Y ESQUEMA</b>		
<b>SEVERIDAD</b>	<b>BAJA = B</b>	Desgaste superficial aislado. Área inferior o igual a 0.5 m <sup>2</sup> .
	<b>MEDIA = M</b>	Desgaste superficial en un área de extensión considerable y de forma continua, con pérdida de finos. Área superior a 0.5 m <sup>2</sup> .
	<b>ALTA = A</b>	Desgaste superficial en un área de extensión considerable y de forma continua, con pérdida de agregado grueso y formación de concavidades. Área superior a 0.5 m <sup>2</sup> .
<b>REPARACION</b>	Cuando el nivel de severidad sea alto, es necesario reemplazar las piezas de adoquines en mal estado por otras piezas de mejor resistencia al desgaste.	

**IMAGEN N°8. Perdida de arena.<sup>51</sup>**

<b>PERDIDA DE ARENA = PA</b>		<b>Unidad: M2</b>
<b>DESCRIPCION</b>	Es la aparición de partículas de arena alrededor y sobre los adoquines.	
<b>CAUSAS</b>	Arrastre de material fino por expulsión de agua al paso de los vehículos. Juntas Abiertas Desplazamiento de juntas	
<b>FOTO Y ESQUEMA</b>		
<b>SEVERIDAD</b>	<b>BAJA = B</b>	Se presenta en zonas aisladas y solamente se aprecia pérdida de la arena de sello. Área inferior a 0.5 m <sup>2</sup>
	<b>MEDIA = M</b>	Se presenta pérdida de la arena en los sellos, pero no se presentan asentamientos ni pérdida de los perfiles del pavimentos áreas superiores a 0.5 m <sup>2</sup> .
	<b>ALTA = A</b>	Se presentan asentamientos y pérdida de los perfiles del pavimento. Áreas superiores a 0.5 m <sup>2</sup>
<b>REPARACION</b>	Se debe hacer una verificación de los posibles problemas de drenaje que pueda tener ese tramo. Si no existen drenajes y demás obras de drenajes necesarias, se deben construir. El procedimiento para reparar este deterioro, es haciendo una limpieza de la zona y efectuando de nuevo el proceso de sellado de juntas. El proceso de sellado de juntas debe realizarse en cada mantenimiento rutinario. Cuando el nivel de severidad sea alto, es necesario retirar los adoquines, verificar y reparar las condiciones en que se encuentra la capa de arena. Ya corregidas las posibles deficiencias de drenaje y la capa de arena, se continua con la recolocación de los adoquines y el sellado de juntas	

<sup>51</sup> Carlos Higuera Sandoval-Oscar Fabián Pacheco Merchán- Patologías de pavimentos Intertrabado\_ Revista ingeniería Universal de Medellín.



## CONCLUSIONES

### De la investigación se pudo llegar a las siguientes conclusiones

1. El pavimento intertrabado de las calles circundantes del Mercado de Catacaos brinda una serviciabilidad Regular. Calificación que se determinó por medio de encuestas a ingenieros pobladores de Catacaos.
  
2. Se pudo concluir también que la calle Ica cuadra 11 se presentan fallas en etapas desarrolladas como son:
  - Desgaste superficial, con grado de severidad alta
  - Fracturamientos de confinamiento interno ,con grado de severidad alta
  - Abultamientos, con grado de severidad alta .Las cuales necesitan tratamiento inmediato consideradas en el marco teórico
  
3. El pavimento intertrabado de la calle 16 de Noviembre, del Distrito de Catacaos se encontraron fallas en etapa de iniciación como son:
  - Ahuellamiento con grado de severidad media
  - Fracturamiento de confinamientos internos con grado de severidad media. Las cuales necesitan mantenimiento para evitar su deterioro total.
4. Se determinó medidas de reparación para las fallas o deterioros detectados del pavimento intertrabado :
  - Para las fallas que presentan deformaciones en la superficie del pavimento se recomienda una nivelación y compactación de las capas.
  - Para las fallas que presentan desprendimientos se recomienda el cambio de las piezas de adoquines por una mejor resistencia de desgaste y mejor calidad.
  - Para fallas por fracturamiento se recomienda para su reparación, mejorar problemas de drenaje y mejor la estabilidad de capa de fundación.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la autoridad municipal del Distrito de Catacaos hacer una reparación de las fallas encontradas en el pavimento intertrabado de las calles circundantes del mercado de Catacaos.
2. Se recomienda a las autoridades municipales del Distrito de Catacaos a emplear una gestión de mantenimiento vial para principales calles para conocer las posibles deficiencias y la labores de mantenimiento que requiera.
3. Se recomienda hacer estudios experimentales de la evaluación estructural del pavimento para saber la condición y comportamiento del pavimento.
4. Se recomienda a los ingenieros civiles que supervisen regulen y controlen la mano de obra en la construcción de pavimentos intertrabados, al igual que fomenten la preparación técnica del personal para garantizar la calidad y serviciabilidad del pavimento.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

13. **Alubry**\_ Pavimentos de adoquines de hormigón Intertrabado\_Boletín técnico N°3
14. **Cango Vásquez José**\_ Piura(2015) Análisis patológico de la superficie del pavimento intertrabado ,en la AV. Sánchez Cerro, cuadra 11y 12 desde la A.v.Sullana Norte hasta la AV. Country vía Auxiliar Izquierda\_ universidad los Ángeles de Chimbote
15. **Calderón Paredes Karen**\_ Identificar y evaluar las patologías de la capa de rodadura del pavimento flexible AV. Perú \_Ricardo Jáuregui, Distrito 26 de octubre \_Piura\_ Universidad Los Ángeles de Chimbote
16. **Grupo Tensolite**\_Manual de colocación de pavimentos intertrabado.
17. **Higuera Carlos** – Colombia (2008).Nociones sobre métodos de diseño de estructura de pavimentos de carretera
18. **Higuera Sandoval Carlos y Pacheco Merchán óscar**\_ . Medellín; (2010). Patología de pavimentos articulados.: Universidad de Medellín
19. **Menéndez Acurio José Rafael**\_ ingeniería de Pavimentos Diseño y gestión de pavimentos\_ICG
20. **Manual centroamericano para diseño de pavimentos**
21. **MTC ministerio de transporte y comunicaciones República del Perú** \_especificaciones técnicas generales para la conservación de carreteras aprobado por resolución directoral n°051\_2007\_MTC14 del 27 de agosto del año 2007

**22. NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS\_** Lima – Perú (2010).  
Reglamento nacional de edificaciones.

**23. Rodríguez Velázquez Edgard** “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la AV. Luis Montero en el distrito de Castilla”-  
Universidad de Piura-Facultad de Ingeniería

**24. Vivar Romero German** (1994\_1995) \_ Diseño y construcción de pavimentos  
\_libro 6 colección del ingeniero civil consejo departamental de Lima.

