



**“UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE METODOLOGÍA  
DE LA INVESTIGACIÓN**

**TÍTULO**

**“ESTUDIO DE LAS PATOLOGÍAS EN EL PAVIMENTO  
INTERTRABADO, DEL ASENTAMIENTO HUMANO  
JOSÉ OLAYA – DISTRITO, PROVINCIA Y  
DEPARTAMENTO DE PIURA, OCTUBRE - 2013”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**AUTORA:**

**BACH. CHERO BENITES SUSAN STEPHANIE**

**ASESOR:**

**DR. Ing. JUAN ASALDE VIVES  
PIURA – PERU**

**2015**

**JURADO EVALUADOR DE TESIS:**

Mg. MIGUEL ANGEL CHAN HEREDIA  
PRESIDENTE DE JURADO

Ing. WILMER OSWALDO CÓRDOVA CÓRDOVA  
MIEMBRO DE JURADO

Ing. GILBERTO REGULO SÁNCHEZ GAMARRA  
MIEMBRO DE JURADO

## **AGRADECIMIENTO A:**

A Dios, por guiarme y Permitir que haya cumplido un logro más en mi vida.

A mi madre por brindarme su apoyo permanente en el momento que decidí ser un profesional.

## **DEDICATORIA A:**

Con cariño a Dios Todopoderoso por guiar mis pasos y ser mi fortaleza en los momentos difíciles.

A mi madre Rita M. Benites Odar. Porque gracias a su esfuerzo y sacrificio pude cumplir la meta de llegar a ser un profesional.

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general, evaluar las patologías que existen en el pavimento intertrabado, de las Calles 5,7 y 11 del asentamiento humano José Olaya, distrito, provincia y departamento de Piura. La metodología utilizada para esta investigación fue descriptiva, analítica y no experimental. Para el recojo de información se escogió las Calles 5, 7 y 11 del asentamiento humano José Olaya. En la primera etapa se identificó las patologías existentes en el pavimento intertrabado del asentamiento humano José Olaya. La evaluación realizada fue de tipo visual, se tomaron fotografías para grabar las evidencias. En la segunda etapa se realizó una revisión bibliográfica sobre pavimentos intertrabados y temas similares, utilizando páginas de internet y el reglamento nacional de edificaciones. En la tercera etapa se realizó el estudio, análisis e interpretación de resultados. El procedimiento de la información se hizo en el programa de Microsoft Word, Excel y Programa de Auto Cad. Finalmente se determinó que el Pavimento Intertrabado presenta un ICP=4. Lo cual indica que el Pavimento se encuentra en una condición Buena, la circulación es cómoda. Se presentan daños localizados en etapa de iniciación. Que sin el mantenimiento rutinario correspondiente el grado de severidad de estos daños puede aumentar. El pavimento intertrabado presenta Patologías como: Abultamiento con un porcentaje de área afectada de 0.63 %, Ahuellamiento 5.074%, Depresiones 1.296 %, Desgaste Superficial 11.715 %, Perdida de Arena 12.217%, Fracturamiento 1.924 %, Fracturamiento de Confinamientos Externos 0.28%, Fracturamiento de Confinamiento Interno 0.914%, Escalonamiento Entre Adoquines 4.14 % y Juntas Abiertas 1.292%. La reparación para cada uno de estos daños será de acuerdo al tipo de patología que haya ocasionado el deterioro en el pavimento.

**Palabras clave:** Patologías del pavimento, pavimento intertrabado, ICP.

## ABSTRACT

The present study was overall objective, to study the diseases that exist in the human settlement interlocked pavement Jose Olaya district, province and department of Piura. The methodology used for this research was descriptive, analytical and not experimental. Gather research for lanes 5,7 and 11 of human settlement Jose Olaya was chosen. In the first stage the existing pathologies identified in the interlocked pavement slums Jose Olaya. The assessment was visual, photographs were taken to record the evidence. In the second phase a literature review on interlocked flooring and similar subjects was performed using websites and the national building Regulations. In the third stage the study, analysis and interpretation of results was performed. The process of the information was in the program Microsoft Word, Excel and Auto Cad program. Finally determined that the interlocked flooring presents an ICP = 4, indicating that the Surface is in a good condition, the circulation is comfortable. Localized damage to the initiation stage are presented. That without proper routine maintenance the severity of this damage may increase. The interlocked pavement with pathologies such as: Bulging with a percentage of 0.63 % of the affected area, rutting 5.074%, 1.296 %, depressions, Surface wear 11.715% 12.217 % loss Area, Fracturing 1.924 %, Fracturing External Confinement 0.28% Fracturing internal confinement 0.914 %, 4.14% Stepping between pavers and Open Meetings 1.292 %. The repair for each of these damages will be according to the type of disease which caused the deterioration of the pavement.

**Keywords:** Pathologies of the pavement, interlocking pavement, ICP.

## CONTENIDO

	Pág.
1. Título de la tesis .....	i
2. Hoja de firma de jurado y asesor .....	ii
3. Hoja de agradecimiento .....	iii
4. Hoja de dedicatoria .....	iv
5. Resumen.....	v
6. Abstract .....	vi
7. Contenido .....	vii
8. Índice de gráficos, tablas y cuadros. ....	viii
I. Introducción .....	1
II. Revisión de literatura .....	2
III. Metodología .....	60
3.1.Diseño de la investigación .....	60
3.2.Población y muestra .....	61
3.3.Definición y operacionalizacion de variables e indicadores .....	62
3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	63
3.5.Plan de análisis .....	63
3.6.Matriz de consistencia .....	65
3.7.Principios éticos.....	66
IV. Resultados .....	66
4.1.Resultados .....	66
4.2.Análisis de resultados .....	89
V. Conclusiones.....	90
Aspectos complementarios.....	91
Referencias bibliográficas.....	92
Anexos.....	93

## 6. ÍNDICE DE GRÁFICOS, TABLAS Y CUADROS

### 6.1 ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°01 Pavimentos Intertrabado.....	7
Gráfico N°02 Tipos de Pavimentos .....	8
Gráfico N°03 Secciones Transversales Típicas.....	9
Gráfico N°04 Adoquines.....	10
Gráfico N°05 Calle Morropón – Huancabamba .....	16
Gráfico N°06 Preparación de la Sub – Base y la Base.....	20
Gráfico N°07 Extendido y Nivelación de la Capa de Arena.....	21
Gráfico N°08 Colocación de los Adoquines .....	22
Gráfico N°09 Compactación y Vibrado .....	22
Gráfico N°10 Relleno de las Juntas con Arena .....	23
Gráfico N°11 Construcción de un pavimento Intertrabado.....	24
Gráfico N°12 Patología: Abultamiento.....	28
Gráfico N°13 Patología: Ahuellamiento .....	30
Gráfico N°14 Patología: Depresiones.....	31
Gráfico N°15 Patología: Desgaste superficial .....	32
Gráfico N°16 Patología: Perdida de arena .....	34
Gráfico N°17 Patología: Desplazamiento de borde .....	36
Gráfico N°18 Patología: Desplazamiento de juntas .....	37
Gráfico N°19 Patología: Fracturamiento.....	39
Gráfico N°20 Patología: Fracturamiento de confinamiento externo .....	41
Gráfico N°21 Patología: Fracturamiento de confinamiento interno .....	43
Gráfico N°22 Patología: Escalonamiento entre adoquines.....	45
Gráfico N°23 Patología: Escalonamiento entre adoquines y confinamientos	47
Gráfico N°24 Patología: Junta abierta .....	49
Gráfico N°25 Patología: Vegetación en la calzada.....	51
Gráfico N°26 Método de diseño .....	61
Gráfico N°27 Plano del Área en Estudio .....	93
Gráfico N°28 Fotografía 01: Ahuellamiento.....	94
Gráfico N°29 Fotografía 02: Escalonamiento Entre Adoquines.....	94
Gráfico N°30 Fotografía 03: Desgaste Superficial .....	95



Gráfico N°31	Fotografía 04: Ahuellamiento .....	95
Gráfico N°32	Fotografía 05: Ahuellamiento .....	96
Gráfico N°33	Fotografía 06: Depresiones .....	96
Gráfico N°34	Fotografía 07: Desplazamiento de Juntas .....	97
Gráfico N°35	Fotografía 08: Desgaste Superficial.....	97
Gráfico N°36	Fotografía 09: Ahuellamiento .....	98
Gráfico N°37	Fotografía 10: Escalonamiento Entre Adoquines .....	98

## 6.2 ÍNDICE DE TABLA

Tabla N° 01	Granulometría de la Arena de Cama .....	11
Tabla N° 02	Característica de Base y Sub-base Granulares .....	12
Tabla N° 03	Adoquines – requisitos .....	13
Tabla N° 04	Resistencia a la compresión .....	13
Tabla N° 05	Factores de equivalencia de carga por eje .....	17
Tabla N° 06	Clasificación de Patologías en Pavimento Intertrabado .....	27
Tabla N° 07	Tabla de Severidad – Abultamiento.....	28
Tabla N° 08	Tabla de severidad – Ahuellamiento.....	30
Tabla N° 09	Tabla de severidad - Depresiones.....	31
Tabla N° 10	Tabla de severidad – Desgaste Superficial.....	33
Tabla N° 11	Tabla de severidad – Perdida de Arena .....	34
Tabla N° 12	Tabla de severidad – Desplazamiento de Borde .....	36
Tabla N° 13	Tabla de severidad – Desplazamiento de Juntas .....	38
Tabla N° 14	Tabla de severidad – Fracturamiento.....	40
Tabla N° 15	Tabla de severidad – Fracturamiento de Confinamiento Externo	42
Tabla N° 16	Tabla de severidad – Fracturamiento de Confinamiento Interno	44
Tabla N° 17	Tabla de severidad – Escalonamiento Entre Adoquines .....	46
Tabla N° 18	Tabla de severidad – Escalonamiento Entre Adoquines y Confinamientos .....	48
Tabla N° 19	Tabla de severidad – Juntas Abiertas .....	50
Tabla N° 20	Tabla de Severidad – Vegetación en la Calzada .....	52
Tabla N° 21	Tipo y Factor de Influencia por Clase .....	54
Tabla N° 22	Factor de Penalización para el Índice de Condición Estructural	56

Tabla N° 23	Factor de Penalización para el Índice de Condición Funcional	56
Tabla N° 24	Matriz para el Cálculo del ICP .....	59
Tabla N° 25	Nivel de servicio y Categorías de Acción del ICP.....	59
Tabla N° 26	Calculo del Porcentaje de Área Afectada del ICE Tramo I.....	67
Tabla N° 27	Calculo del Porcentaje del Área Equivalente Afectada – ICE...	67
Tabla N° 28	Calculo de Índice de Condición Estructural – ICE Tramo I.....	68
Tabla N° 29	Calculo del Porcentaje de Área Afectada del ICF Tramo I.....	69
Tabla N° 30	Calculo del Porcentaje de Área Equivalente Afectada – ICF .....	69
Tabla N° 31	Cálculo del Índice de Condición Funcional – ICF Tramo I ....	70
Tabla N° 32	Matriz para el cálculo del ICP – Tramo I.....	71
Tabla N°33	Resultados de Patología encontradas en la Calle 7.....	71
Tabla N°34	Calculo del Porcentaje de Área Afectada – ICE Tramo II (1)...	73
Tabla N°35	Calculo del Porcentaje de Área Equivalente Afectada – ICE....	73
Tabla N°36	Cálculo del Índice de Condición Estructural – ICE.....	74
Tabla N°37	Cálculo del Porcentaje de Área Afectada – ICF.....	75
Tabla N°38	Cálculo del Porcentaje de Área Equivalente Afectada – ICF ...	75
Tabla N°39	Cálculo del Índice de Condición Funcional – ICF.....	76
Tabla N°40	Matriz para el cálculo del ICP – Tramo II (1).....	77
Tabla N°41	Resultados de Patología encontradas en la Calle 11 – Tramo II (1) .....	77
Tabla N°42	Calculo del Porcentaje de Área Afectada – ICE.....	78
Tabla N°43	Calculo del Porcentaje de Área Equivalente Afectada – ICE....	78
Tabla N°44	Cálculo del Índice de Condición Estructural – ICE.....	79
Tabla N°45	Calculo del Porcentaje de Área Afectada – ICF.....	80
Tabla N°46	Calculo del Porcentaje de Área Equivalente Afectada – ICF.....	80
Tabla N°47	Cálculo del Índice de Condición Funcional – ICF.....	81
Tabla N°48	Matriz para el cálculo del ICP – Tramo II (2).....	82
Tabla N°49	Resultados de Patología encontradas en la Calle 11 – Tramo II (2) .....	82
Tabla N°50	Calculo del Porcentaje de Área Afectada – ICE.....	84
Tabla N°51	Calculo del Porcentaje de Área Equivalente Afectada – ICE....	84
Tabla N°52	Cálculo del Índice de Condición Estructural – ICE.....	85

Tabla N°53	Cálculo del Índice de Condición Estructural – ICF.....	86
Tabla N°54	Cálculo del Porcentaje de Área Equivalente Afectada – ICF.....	86
Tabla N°55	Cálculo del Índice de Condición Funcional – ICF.....	87
Tabla N°56	Matriz para el cálculo del ICP – Tramo III (1).....	88
Tabla N°57	Resultados de Patología encontradas en la Calle 11 – Tramo III (1) .....	88
Tabla N°58	Resumen del Índice de Condición del Pavimento (ICP) Del Tramo II .....	89

### **6.3. INDICE DE CUADROS**

Cuadro N°01	Definición y Operacionalización de Variables.....	62
Cuadro N°02	Matriz de Consistencia.....	65

## I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo surge como resultado de la necesidad que tiene la población del asentamiento humano José Olaya de contar con un mejor tránsito peatonal y vehicular. Es por esta razón que se ha realizado la evaluación de las patologías que se presentan en el pavimento intertrabado, en base a la información recolectada y estudios realizados, con el propósito de mejorar la transitabilidad peatonal y vehicular de dicho asentamiento. Ya que en varias de las calles tomadas para esta investigación, se visualiza anomalías conocida como patologías de concreto en la construcción de pavimento intertrabado, originando el deterioro rápido de los mismos, ocasionando inadecuadas condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal de los pobladores. Por tal motivo es necesario la evaluación de las patologías en el pavimento intertrabado del asentamiento humano José Olaya, distrito, provincia y departamento de Piura. El objetivo de esta investigación es evaluar y definir el Índice de Condición del Pavimento Intertrabado.

El asentamiento humano José Olaya cuenta con 06 calles con pavimentación de adoquines de concreto, varios de estos se encuentran en un estado regular.

Los pavimentos se proyectan, diseñan y construyen para prestar servicio en condiciones adecuadas, en un determinado número de años a las cuales se conoce como vida útil de la obra. Ellos pueden quedar parcial o totalmente fuera de servicio si presentan anomalías destructivas y no son tratadas oportunamente. En el caso del pavimento intertrabado el diseño se realiza mediante el método ASSTHO debido a que la distribución de cargas y modos de falla son similares a los que ocurren en pavimentos flexibles. El comportamiento estructural de los pavimentos con adoquines intertrabados de concreto, cuando se aplica una carga la transferencia de corte entre las unidades permite que la carga sea distribuida en una mayor área.

La evaluación del origen de los daños existentes en el pavimento intertrabado del asentamiento humano José Olaya permitirá que el pavimento mantenga las condiciones de servicio considerados en el diseño.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

- Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián<sup>1</sup> (2010). En su artículo presenta los resultados de un proyecto sobre patología de pavimentos articulados, el cual fue elaborado con el propósito de hacer una recolección de los deterioros típicos de los pavimentos articulados construidos con adoquines de concreto o de ladrillo y de esa forma, elabora un catálogo de deterioros para este tipo de estructuras que facilitara la identificación y cuantificación de los deterioros en una inspección visual. Como segundo propósito plantea para Colombia la formulación de una metodología que permite determinar el índice de condición en estructuras de pavimentos articulados.

La metodología propuesta para Colombia permite hallar el índice de condición para los pavimentos articulados; se fundamenta en determinar como un deterioro repercute negativamente en los parámetros de tipo funcional y estructural, teniendo en cuenta su clase, gravedad y extensión. Por tal razón, se desarrollaron dos índices: Índice de Condición Funcional (ICF) e Índice de Condición Estructural – ICE.

A partir del Índice de Condición Funcional (ICF) y del Índice de Condición Estructural (ICE) se determina el Índice de Condición del Pavimento (ICP). Una vez determinado el Índice de Condición del Pavimento, se determina la calificación del estado del tramo en estudio. Por ultimo resta dar las recomendaciones de los tipos de intervención que deban efectuarse en el tramo en cuestión, fundamentados en la anterior calificación.

- Armijos Cuenca, Víctor Fabián<sup>2</sup> (2011). En su trabajo de investigación presenta el estudio y diseño de bloques de asfalto para ser utilizados como elemento estructural en pavimentos articulados para zonas de bajo volumen de tránsito.

Se determinó el valor de módulo resiliente para una capa compuesta de bloques de Asfalto de 50 mm de espesor con un colchón de arena de 1 cm aproximado de espesor, mediante el ensayo de deflectometría de Impacto FWD y complementado con programa EVERCALC para análisis de retrocálculo, bajo ciertas condiciones de carga, clima, humedad. Como resultado se obtuvo un módulo de capa aproximado de 2500 MPa, con un error cuadrático medio de 8%; valor que tiene relación con el módulo generalmente asumido para una capa de pavimento flexible de mezcla de asfalto en caliente igual a 4000 MPa; considerando las diferencias tanto estructurales como funcionales entre estos dos tipos de pavimentos asfálticos. Así mismo, se recomienda utilizar un módulo igual a 1400 MPa para el cálculo estructural utilizando un método mecanicista como mePADS, como una manera de considerar en el diseño valores de parámetros conservadores y por la falta de un tipo de método para el análisis de este tipo de pavimento.

Mediante el análisis estructural de pavimento articulado con bloques asfálticos propone dos alternativas de diseño:

a) La primera alternativa es la construcción de un pavimento articulado compuesto por un suelo de subrasante con CBR no menor a 11%, una capa de sub-base con 15 cm de espesor y con CBR 40% mínimo; una capa de base de 15 cm de espesor con un CBR 80% mínimo y finalmente una capa de bloques asfálticos de 5 cm de espesor con una sección de 15 x 25 cm y apoyados sobre un

colchón de arena de 1 cm de espesor; y b) La segunda alternativa es la construcción de un pavimento articulado compuesto por un suelo de sub-rasante con CBR no menor a 11%, una capa de base con 30 cm de espesor y con CBR 80% mínimo; y finalmente una capa de bloques asfálticos de 5 cm de espesor con una sección de 15 x 25 cm y apoyados sobre un colchón de arena de 1 cm de espesor aproximado.

Se concluyó que para el diseño estructural de pavimento de bloques de asfalto se utilizó un método mecanicista analizado mediante el programa mePADS, obteniendo como resultado tensiones y deformaciones luego de un análisis donde se asume una capa continua de asfalto como superficie de rodado; por lo cual, dichos supuestos no representa el comportamiento real de un pavimento compuesto por bloques asfálticos. En lo posible considerar o determinar un método que permita evaluar pavimentos compuestos por una capa de rodado de bloques de asfalto, donde a más de considerar el espesor de la carpeta, permita considerar longitudes de la misma, para valores considerablemente pequeños y de materiales de comportamiento visco-elástico.

- Timoteo Gordillo<sup>3</sup> (2012). En su trabajo de investigación determina que el efecto de fatiga generado en los pavimentos tradicionales, no existe en un pavimento intertrabado, debido a que se trata de un pavimento segmentado, compuesto por piezas pequeñas que en su conjunto presentan un “cracking” natural, las que son sometidas individualmente a tensiones de flexión muy bajas, muy alejadas de las de roturas.

Cuando un pavimento intertrabado falla, es porque ha fallado el paquete estructural o por que se ha producido una fuga de arena de la cama de asiento, o porque esta se ha ido pulverizando por efecto de la fricción de las partículas entre ellas.

Llega a la conclusión que mientras en los países europeos, Australia, Nueva Zelanda, EE.UU, India, China y tantos otros incluyendo a varios latinoamericanos, el pavimento intertrabado es considerado como una alternativa de gran valor estructural, funcional, practico, estético y ecológico (pavimento permeable), en nuestro país recién en los últimos años va ganando un espacio en la ingeniería vial a través del diseño y construcción de vías urbanas.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

- Miranda Ortiz, Ricardo<sup>4</sup> (2012). Determina que el Perú siendo un país subdesarrollado, no cuenta con un presupuesto para el mantenimiento de pavimentos flexibles o pavimento rígido ya que cada vez que se desea hacer una refacción o cambio de tubería de desagüe prácticamente se destruye la pavimentación, lo que trae consigo perdidas económicas muy grandes, además de dar una mala imagen a las personas que visitan la ciudad de Trujillo.

Sugiere la construcción de pavimento de adoquines de concreto ya que el mantenimiento es muy sencillo y económico, dado que permite reutilizar los mismos adoquines.



- Rodríguez Velásquez, Edgar<sup>5</sup> (2009). En su tesis tiene como objetivo aplicar el método PCI<sup>6</sup> para determinar el Índice de Condición de Pavimento en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla. En su trabajo de investigación estudio Mil Doscientos metros lineales de pista en las cuales identifique las fallas existentes y cuantifico el estado de la vía. La tesis la dividió en cinco capítulos.

El primero es el marco teórico, donde define el concepto de pavimento, su clasificación y se explica la problemática que se vive en Piura.

En el segundo capítulo estudia las fallas más comunes que afectan a los pavimentos urbanos flexibles.

En el tercer capítulo explica el procedimiento del método: el muestreo de unidades, el cálculo del PCI, los criterios de inspección, etc.

En el capítulo cuatro, se describe la zona de estudio y se detalla el procedimiento de inspección realizado.

En el último capítulo se presenta las hojas de registro, con el respectivo cálculo del índice de condición de pavimento para cada unidad de muestra analizada.

En su tesis concluye que la Av. Luis Montero tiene un pavimento de estado regular, con PCI ponderado igual a 49. Esta condición del pavimento se debe gracias a las obras de reparación realizadas el año 2008 que han aminorado la formación de fallas estructurales, dañinas para el pavimento.

Finalmente, aunque no es objetivo de la tesis, se han recomendado algunas técnicas de reparación, de acuerdo a las fallas detectadas, para restituir la carretera a su estado original.

## **2.2.Bases teóricas de la investigación**

### **2.2.1. Definición de Pavimento**

Según el Ing. Olgún Noriega, Arturo<sup>7</sup>; define que un Pavimento es un piso construido, con el fin de mejorar la calidad de un terreno existente, para que el tránsito sobre este sea más rápido, confortable, seguro y económico.

*Grafico 01:*

*Pavimento Intertrabado*



*Fuente: Ing. Olgún Noriega, Arturo Rafael<sup>7</sup>*

### **2.2.2. Tipos de Pavimentos según el Ing. Olgún Noriega, Arturo.**

#### **2.2.2.1.Pavimento de Concreto**

Están formados de concreto, separadas por juntas y colocadas sobre una base.

#### **2.2.2.2.Pavimentos de Asfalto**

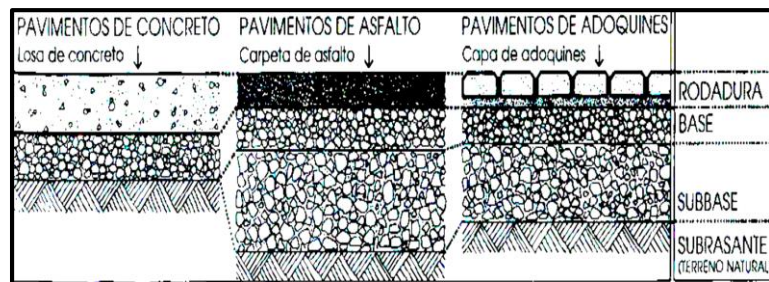
Su superficie de rodadura es de concreto asfáltico, sin juntas y colocadas sobre una base y/o una sub base.

#### **2.2.2.3.Pavimento de Adoquines de Concreto**

Su superficie de rodadura está conformada por los adoquines de concreto, colocadas sobre una capa de arena y con sello de arena entre sus juntas.

## Grafico 02

### Tipos de Pavimentos



*Fuente: Ing. Olgún Noriega, Arturo Rafael<sup>7</sup>*

#### 2.2.3. Pavimento intertrabado de adoquines de concreto

**Definición:** Según el RNE<sup>8</sup> -CE-010 Pavimentos Urbanos, anexo A; indica que son pavimentos cuya capa de rodadura estuvo tradicionalmente conformada por unidades de piedra, madera o arcilla cocida. En la actualidad se utilizan unidades de concreto colocadas sobre una capa de arena, rellenando los espacios entre ellas con arena, para proveerles de trabazón. De la misma manera que los pavimentos asfálticos tienen una base y además pueden tener una sub-base. Su comportamiento se puede considerar como Semi-flexible.

De igual manera el RNE-CE-010, anexo F; define que el pavimento está formado, típicamente por una base granular, una capa o cama de arena de asiento, los adoquines intertrabados de concreto, la arena de sello, los confinamientos laterales y el drenaje, construido sobre una sub-rasante de suelo preparado para recibirlo.

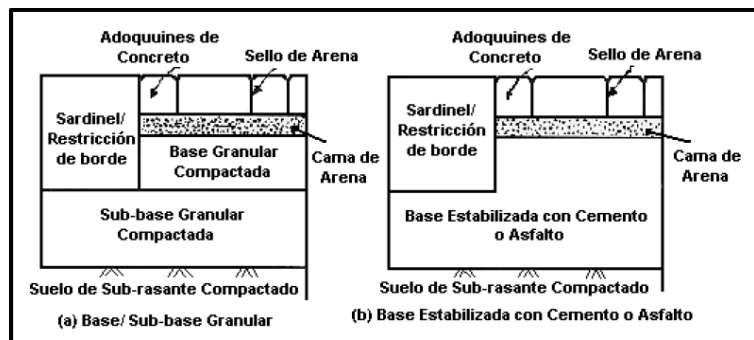
Los pavimentos de adoquines intertrabados se construyen de tal manera que las cargas verticales de los vehículos se transmitan a los adoquines intertrabados adyacentes por corte a través de la arena de sello de las juntas.

En el grafico 03 se muestra algunas secciones transversales típicas de pavimentos de adoquines intertrabado en el

grafico 03 (a), tanto la base como la sub-base están compuestas de materiales granulares. También se pueden usar bases estabilizadas con asfalto o cemento, como se muestra en el grafico 03 (b). Se requiere restricciones a lo largo de los bordes de los pavimentos de adoquines intertrabados de concreto para prevenir el movimiento de las unidades debido a las fuerzas del tráfico. Tales movimientos pueden ocasionar la abertura de las juntas y la perdida de trabazón entre los elementos. La restricción de borde mostrada en el grafico 03 puede conseguirse con diferentes diseños de sardineles.

*Grafico 03*

*Secciones Transversales Típicas*



*Fuente: RNE -CE-010 Pavimentos Urbanos<sup>8</sup>*

**2.2.3.1. Componentes de un Pavimento Intertrabado**

Según Timoteo Gordillo<sup>3</sup>, define que los pavimentos intertrabados están compuesto por:

- **Sub-rasante:** terreno natural adecuadamente compactado hasta alcanzar una capacidad portante mínima.
- **Sub-base:** conjunto de capas naturales, de material granular seleccionado, estabilizado y compactado, situadas directamente sobre la sub-rasante.

- **Base:** principal elemento portante de la estructura, situada sobre la sub base. Puede ser construida con material granular, con un mayor grado de compactación que el alcanzado en la sub base o con concreto pobre.
- **Cama de Asiento:** base de apoyo de los adoquines, destinada a absorber sus diferencias de espesor debidas a la tolerancia de fabricación, de manera que estos una vez compactados se obtenga una superficie homogénea.
- **Adoquines:** elementos prefabricados de concreto, cuya cara exterior, una vez colocados sobre la cama de asiento y sus juntas selladas y finalmente compactados, forman la capa de rodadura de la superficie a pavimentar.

*Grafico 04*  
*Adoquines*



*Fuente: Ing. Olgún Noriega, Arturo Rafael<sup>7</sup>*

### 2.2.3.2. Materiales del Pavimento Intertrabado

Asimismo el RNE-CE-010, indica que se deben caracterizar todos los materiales del pavimento disponibles para la construcción.

El comportamiento estructural de los pavimentos con adoquines intertrabados de concreto depende de la trabazón entre las unidades individuales. Cuando se aplica una carga, la transferencia de corte entre las unidades permite que la carga sea distribuida en una mayor área. En áreas sujetas a tráfico vehicular se recomienda un espesor mínimo de adoquín de concreto de 60 mm y un patrón de colocación en forma de espiga. El espesor de la cama de arena no deberá ser mayor de 40 mm ni menor de 25 mm después de la compactación de los adoquines intertrabados de concreto. La cama de arena deberá tener la graduación mostrada en la Tabla 01. No se debe usar arena proveniente del triturado, ni polvo de piedra.

**TABLA 01**  
**Granulometría de la Arena de Cama**  
**ASTM C33**

<b>Tamaño del Tamiz</b>	<b>% Pasante</b>
9,5 mm (3/8)	100
4,75 mm (N° 4)	95 – 100
2,36 mm (N° 8)	80 – 100
1,18 mm (N° 16)	50 – 85
600 µm (N° 30)	25 – 60
300 µm (N° 50)	10 – 30
150 µm (N° 100)	02 – 10

*Fuente: RNE-CE-010 Pavimento Urbanos. 2010<sup>8</sup>*

La arena para el sellado de las juntas entre adoquines intertrabados proporciona trabazón vertical y transferencia de corte debido a las cargas. Ella puede ser ligeramente más fina que la cama de arena. La gradación de este material puede tener un máximo de 100% pasando la malla N° 16 (1,18 mm) y no más de 10% pasando la malla N° 200 (75µm). Las investigaciones han mostrado que los adoquines intertrabados y la cama de arena combinados se rigidizan cuando están expuesto a un gran número de cargas de tráfico. La rigidización generalmente ocurre antes de los 10 000 EALs. A diferencia del asfalto, los adoquines intertrabados de concreto no disminuyen sustancialmente su módulo elástico cuando se incrementa la temperatura, ni se vuelven quebradizos en climas fríos.

En la Tabla 02 se indican las características de base y sub-base granulares.

**TABLA 02**

***Característica de Base y Sub-base Granulares***

	<b>Base Granular</b>	<b>Sub-base Granular</b>
CBR (mínimo)	80%	30%
Índice plástico	≤ 6	≤ 10
Limite liquido	≤ 25	≤ 25
Compactación (densidad AASHTO T-180)	≥ 95%	≥ 95%
Espesores mínimos (mm)	100 para EAL < 500 000 150 para EAL ≥ 500 000	100

**Fuente:** RNE-CE-010 Pavimento Urbanos. 2010<sup>8</sup>

**TABLA 03**

**Adoquines – Requisitos [NTP 399.611:2003]**

<b>TIPO</b>	<b>USO</b>
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<sup>8</sup>*

**TABLA 04**

**Resistencia a la Compresión**

<b>TIPO</b>	<b>ESPESOR (mm)</b>	<b>PROMEDIO (MPa)</b>	<b>MINIM O* (MPa)</b>
I	40	31	28
	60	31	28
II	60	41	37
	80	37	33
III	100	35	32
	≥ 80	55	50

*Fuente: RNE-CE-010 Pavimento Urbanos. 2010<sup>8</sup>*

\*Valores correspondientes a una muestra de tres unidades.



- Si se usa una base tratada con asfalto, el material deberá conformar las especificaciones de un concreto asfáltico de gradación densa.

Bien compactado, es decir una estabilidad Marshall de por lo menos 1800 libras (8000 N).

- El material de base tratada con cemento deberá tener una resistencia a la compresión no confinada a los 7 días de por lo menos 550 psi (4,5 MPa).
- Los espesores mínimos de las capas de base tratadas con asfalto y cemento son 75 mm y 100 mm, respectivamente.

### **2.2.3.3. Especificaciones mínimas de diseño para Pavimentos con Adoquines de Concreto:**

El Ing. Olgún Noriega, Arturo Rafael; determina que:

- a) Sub – rasante compactada uniformemente al 95% de su Máxima Densidad Seca Proctor Modificado (suelos granulares), o de su Máxima Densidad Seca Proctor Estándar (suelos cohesivos), en un espesor mínimo de 25 cm para vías locales y colectoras y de 30 cm para vías arteriales y expresas.
- b) Sub – base granular con CBR  $\geq$  30% y Base granular con CBR  $\geq$  80%
- c) Cama de asiento de Arena gruesa con un espesor de 1” como mínimo.
- d) Adoquines de concreto de cemento Portland con una resistencia a compresión a los 28 días mínima de 280 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **2.2.3.4.Consideraciones para el diseño estructural**

El RNE-CE-010 Pavimentos Urbanos; considera que el diseño estructural de los pavimentos con adoquines intertrabados de concreto, está basado en una evaluación de cuatro factores que interactúan. Estos factores son: medio ambiente, tráfico, resistencia del suelo de sub – rasante y materiales de la estructura del pavimento. La selección de los parámetros requerido para el análisis y diseño es responsabilidad del profesional responsable.

##### **Medio Ambiente**

El comportamiento de los Pavimentos esta significativamente influenciado por dos factores medio ambientales principales, la humedad y la temperatura.

En este procedimiento de diseño, los efectos medioambientales se incluyen en la caracterización de la resistencia del suelo de sub-rasante y de los materiales de la estructura del pavimento. Las descripciones de la calidad del drenaje y de las condiciones de humedad ayudan a determinar los valores de resistencia de diseño para los suelos de sub-rasante y de los materiales granulares. Si la acción de congelamiento deshielo es una consideración, el valor de soporte del suelo de sub-rasante se reduce de acuerdo con su categoría de susceptibilidad al congelamiento.

**Grafico 05**  
**Calle Morropón – Huancabamba**



*Fuente: Ing. Olguín Noriega, Arturo Rafael<sup>7</sup>*

**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 pavimento de adoquines intertrabados de concreto. Donde sea posible, se deberán conducir ensayos de laboratorio del módulo resiliente o de la Relación Soporte de California (CBR) en suelos típicos de sub-rasante para evaluar su resistencia. Esos ensayos deberán conducirse a las condiciones de campo más probables de densidad y humedad, que se pronostican durante la vida de diseño de pavimento.

## Trafico

La evaluación del tráfico debería tomarse en cuenta para diferenciar las cargas vehiculares, configuraciones de ejes y ruedas y número de cargas de cada tipo de vehículo durante el periodo de diseño. El daño a la estructura del pavimento debido a las cargas por eje se expresa típicamente como el daño de la carga de un eje estándar (EAL). Esta carga por eje estándar es una carga por eje simple de 8,16 t (80 Kn).

En la Tabla 05 se muestran los factores de equivalencia para otras cargas por eje.

**TABLA 05**  
**Factores de Equivalencia de Cargas por Eje**

<b>Eje Simple t(kN)</b>	<b>F. de E.</b>	<b>Eje Tándem t(Kn)</b>	<b>F. de E.</b>
0,9 (9)	0,0002	4,5 (44)	0,008
2,7 (27)	0,01	6,4 (62)	0,03
4,5 (44)	0,08	8,2 (80)	0,08
6,4 (62)	0,34	10,0 (96)	0,17
8,2 (80)	1,00	11,8 (115)	0,34
10,0 (98)	2,44	13,6 (133)	0,63
11,8 (115)	5,21	15,4 (157)	1,07
13,6 (133)	10,0	17,2 (169)	1,75
15,4 (157)	17,9	19,1 (186)	2,73
17,2 (169)	29,9	20,9 (204)	4,11

**Fuente:** RNE-CE-010 Pavimento Urbanos. 2010<sup>8</sup>

**Nota:** tabla elaborada para un valor de serviciabilidad Final

## **Materiales del Pavimento**

Se deben identificar todos los materiales de Pavimentos disponibles para construcción. Se debe establecer su resistencia y se deben desarrollar las combinaciones de tipos de materiales y espesores de capas que proporcionen suficiente capacidad estructural. El comportamiento estructural de los pavimentos intertrabados de bloques de concreto depende de la trabazón de las unidades individuales. Cuando se aplica una carga, la transferencia de corte entre las unidades permite que la carga sea distribuida en un área amplia. El patrón de colocación y espesor de la cama de arena también influye en la distribución de cargas.

Las especificaciones para materiales de base y sub-base granulares deberán contar con un requerimiento de resistencia mínima de CBR= 80% para las bases y de 30% para las sub-bases.

Para las bases granulares, el Índice de Plasticidad deberá estar también limitado a 6; el Límite Líquido a 25; y la compactación deberá ser por lo menos el 95% de la densidad AASHTO T-180.

Para las sub-bases granulares el material deberá tener un Índice Plástico menor de 10, un Límite Líquido menor a 25; y los requerimientos de compact. Deberán ser por lo menos del 95% de la densidad AASHTO T-180.

Los espesores mínimos de las capas de base y sub-base son: 4 pulgadas (100 mm) para todas las capas granulares. Para fines de diseño, el espesor mínimo de la base granular (CBR=80) deberá ser de 4 pulgadas (100 mm) para niveles de tráfico debajo de

500,000 EAL y 6 pulgadas (150 mm) para EALs por encima de 500,000.

#### **2.2.3.5.Etapas de Construcción de un Pavimento Intertrabado**

Según el Departamento de Promoción y Servicios Técnicos<sup>9</sup> (PCR S.A.). La construcción de estos pavimentos se realiza en las siguientes etapas (ver gráfico 11).

##### **a) Preparación de la Sub-rasante**

Comprenderá el tipo de compactación o estabilización de suelo, teniendo en cuenta los servicios urbanos, utilizando métodos conocidos para la correcta Limpieza del terreno, Excavación y Preparación de Sub-rasante, que servirá para el asentamiento de la estructura del pavimento a construir, sin dejar de respetar las pendientes definidos en proyecto.

##### **b) Preparación de la Sub-base y/o base**

La preparación de esta etapa se hace teniendo en cuenta las especificaciones técnicas más usuales para cumplir espesores, condiciones de granulometría, plasticidad y valor soporte de los agregados.

Las bases, tienen por objeto absorber las presiones que reciben de las capas superficiales y transmitir las uniformemente al terreno de fundación, siendo su espesor, resultado de analizar el tipo de clima, suelo, tráfico previsto, drenaje, etc.

La terminación de la superficie, deberá quedar perfectamente perfilada

**Grafico 06**  
**Preparación de la Sub-base y/o base**



*Fuente: Ing. Olgún Noriega, Arturo Rafael<sup>7</sup>*

**c) Ejecución de los bordes de confinamiento**

Los pavimentos de adoquines precisan bordes que los confinen lateralmente con el fin de evitar desplazamientos de los adoquines, aberturas excesivas de las juntas o pérdida de trabazón entre ellos.

**d) Extendido y Nivelación de la Capa de Arena**

El objetivo básico de esta capa es servir de base para la colocación de los adoquines y proveer material para el llenado de las juntas. Debe extenderse y nivelarse de forma cuidadosa, con el fin de conseguir una capa de espesor uniforme, puesto que el pavimento solamente se compacta una vez que los adoquines se colocaron. Para ello se puede utilizar una regla de nivelación con guías longitudinales. No debe pisarse la arena ya nivelada, por lo que la colocación de los adoquines se realiza desde el pavimento ya terminado. El espesor final de esta capa, una vez colocados y vibrados los adoquines, debe estar comprendido entre 3 y 5 cm.

### *Grafico 07*

#### *Extendido y Nivelación de la Capa de Arena*



*Fuente: Ing. Olgún Noriega, Arturo Rafael<sup>7</sup>*

#### **e) Colocación de los Adoquines**

Los Adoquines deben colocarse en seco sin ningún tipo de cementante entre las juntas y aproximadamente entre 1 y 1,5 cm. sobre la cota del proyecto pues la compactación posterior llevará el pavimento al nivel deseado. La superficie del pavimento debe nivelarse correctamente. Los huecos de forma irregular entre los adoquines y los bordes de confinamiento deben rellenarse utilizando trozos de adoquín obtenidos mediante corte o mortero de cemento portland, según sea el tamaño del hueco.



**Grafico 08**  
**Colocación de los Adoquines**

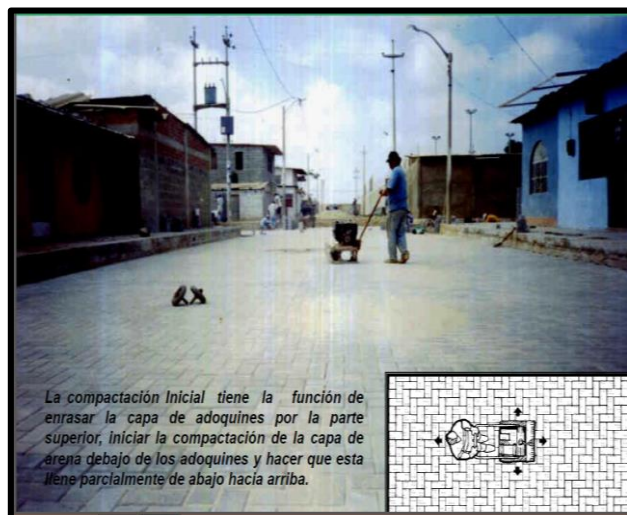


*Fuente: Ing. Olguín Noriega, Arturo Rafael<sup>7</sup>*

**f) Compactación y Vibrado**

Una vez colocados los adoquines es necesario compactar el pavimento, bien con una placa vibradora o con un rodillo vibrador.

**Grafico 09**  
**Compactación y Vibrado**



*Fuente: Ing. Olguín Noriega, Arturo Rafael<sup>7</sup>*

**g) Relleno de las Juntas con Arena**

Esta operación es muy importante para garantizar un correcto comportamiento del pavimento. Se realiza extendiendo sobre el pavimento arena fina, que debe estar seca en el momento de su colocación.

Posteriormente, con una escoba dura o un cepillo se barre para que la arena penetre en los espacios entre adoquines a la vez que se realiza un vibrado final que asegura un mejor llenado de las juntas. La arena sobrante debe retirarse mediante un barrido y no por lavado con agua.

***Grafico 10***

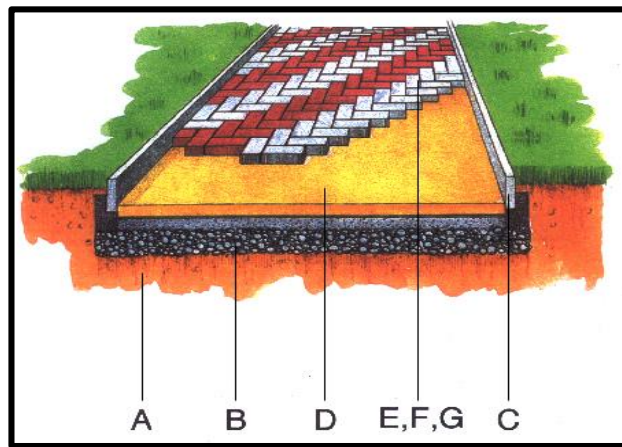
***Relleno de las Juntas con Arena***



***Fuente: Ing. Olgún Noriega, Arturo Rafael<sup>7</sup>***

### *Grafico 11*

#### *Construcción de un pavimento Intertrabado*



*Fuente: Departamento de Promoción y Servicios Técnicos*

- A. Preparación de la sub-rasante
- B. Preparación de la sub-base y/o base
- C. Ejecución de los bordes de confinamiento
- D. Extendido y nivelación de la capa de arena de asiento
- E, F y G. Colocación de los Adoquines
  - Compactación y Vibrado
  - Relleno de las Juntas con Arena (sellado)
  - Barrido final de la arena de sello sobrante

#### **2.2.4. Principales ventajas en la construcción de pavimentos intertrabados**

Timoteo Gordillo<sup>3</sup>, en su trabajo de investigación indica las siguientes ventajas en la construcción de pavimentos intertrabados:

- Tienen una durabilidad de un pavimento rígido y la versatilidad de un flexible.
- Puede ser utilizado en una variada gama de aplicaciones, desde pavimentos sometidos a elevadas cargas como en sendas peatonales.
- Es antideslizante, reduciendo considerablemente los derrapes y sus consecuencias.
- Se pueden hacer reductores de velocidad en forma sencilla y simultánea al colocar las piezas en tresbolillo, elevándolas con más arena de asiento.
- Es muy común dibujar sendas peatonales en las esquinas mediante el uso de adoquines de color bicapa.
- Su mantenimiento es prácticamente nulo y los adoquines son recuperables en un ciento por ciento.
- Su construcción totalmente en seco permite su inmediata habilitación de tránsito.
- Es posible hacer obras de tendido de cañería desarmando el pavimento y recolocando los mismos adoquines, sin dejar marcas en la zona de trabajo.
- Es posible fabricar adoquines de color, mono o bicapa y obtener superficies de alto valor arquitectónico, siendo muy utilizados para recuperar centros urbanos históricos.
- Este pavimento puede alcanzar una vida superior a los 40 años y es de bajo costo.

### 2.2.5. Patología en pavimentos intertrabados

Vásquez Varela, Luis<sup>10</sup> sostiene que, el efecto de fatiga generado en los pavimentos tradicionales, no existe en un pavimento intertrabado debido a que se trata de un pavimento segmentado, compuesto por piezas pequeñas que en su conjunto presentan un “*cracking*” natural, las que están sometidas individualmente a tensiones de flexión muy bajas, muy alejadas de las de rotura.

Cuando un pavimento intertrabado falla, es porque ha fallado el paquete estructural o porque se ha producido una fuga de la arena de la cama de asiento, o porque esta se ha ido pulverizando por efecto de la fricción de las partículas entre ellas, principalmente. Es prácticamente imposible encontrar un adoquín que se haya fracturado por exceso del esfuerzo de flexo tracción.

Según Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabian<sup>1</sup> (2010); a continuación en la tabla 06 hacen la clasificación general de los deterioros de pavimentos articulados.

**TABLA 06****Clasificación de Patología en Pavimento Intertrabado**

<b>Clase</b>	<b>Tipo de deterioro</b>	<b>Símbolo</b>	<b>unidad</b>
Deformaciones	Abultamiento	BA	M <sup>2</sup>
	Ahuellamiento	AH	M <sup>2</sup>
	Depresiones	DA	M <sup>2</sup>
Desprendimientos	Desgaste superficial	DS	M <sup>2</sup>
	Perdida de arena	PA	M <sup>2</sup>
Desplazamientos	Desplazamiento de borde	DB	M
	Desplazamiento de juntas	DJ	M <sup>2</sup>
Fracturamientos	Fracturamiento	FA	M <sup>2</sup>
	Fracturamiento de confinamientos externos	CE	M
	Fracturamiento de confinamientos internos	CI	M <sup>2</sup>
Otros deterioros	Escalonamiento entre adoquines	EA	M <sup>2</sup>
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos	EC	M <sup>2</sup>
	Juntas abiertas	JA	M <sup>2</sup>
	Vegetación en la calzada	VC	M <sup>2</sup>

**Fuente:** Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián

## 1. Deformaciones:

Las deformaciones son cambios repentinos en los perfiles de los pavimentos. Estos cambios tienen flechas apreciables que repercuten negativamente en el confort de los usuarios.

Tipos de deterioros de este grupo son:

### 1.1. Abultamiento

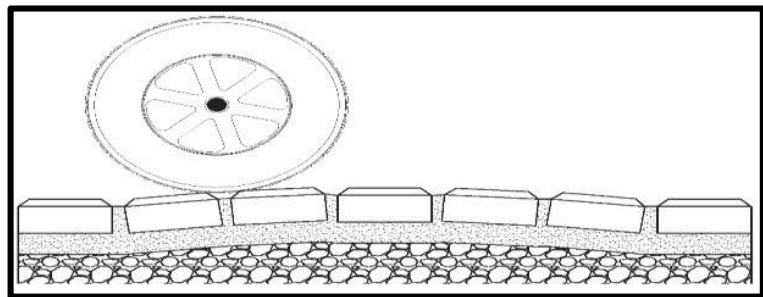
Son levantamientos o protuberancias que se presentan en la superficie del pavimento.

#### Causas:

- Cambios volumétricos de la sub rasante.
- Generalmente se presenta en sub rasantes con suelos expansivos.

*Grafico 12*

*Patología; Abultamiento*



*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

**TABLA 07**

*Tabla de severidad - Abultamiento*

<b>Tabla de severidad</b>	<b>Apariencia</b>
Baja	Flecha menor de 20 mm
Media	Flecha entre 20 y 40 mm
Alta	Flechas mayores a 40 mm

*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando Y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

**Reparación:** El trabajo a realizar es una nivelación y compactación siguiendo estos pasos:

- Retiro de los adoquines de la zona afectada; se deben limpiar y apilar a un lado para su posterior recolocación.
- Excavación de las siguientes capas; se deben verificar posibles problemas de drenaje y demás elementos que estén 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.
- Recolección 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.

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.

### **1.2.Ahuellamiento:**

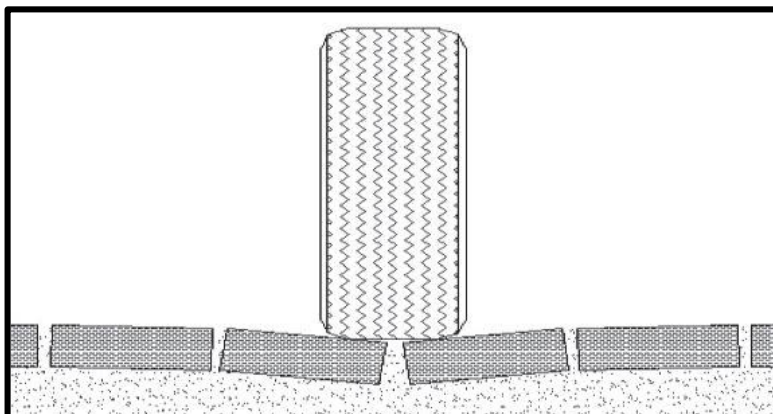
Depresión que se presenta a lo largo del sentido del tráfico, bajo las huellas del vehículo.

#### **Causas:**

- 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.



**Gráfico 13**  
**Patología: Ahuellamiento**



*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

**TABLA 08**

**Tabla de severidad - Ahuellamiento**

<b>Tabla de severidad</b>	<b>Apariencia</b>
Baja	Flecha menor de 20 mm
Media	Flecha entre 20 y 40 mm
Alta	Flechas mayores a 40 mm

*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

**Reparación:** aplica el mismo procedimiento descrito para los abultamientos.

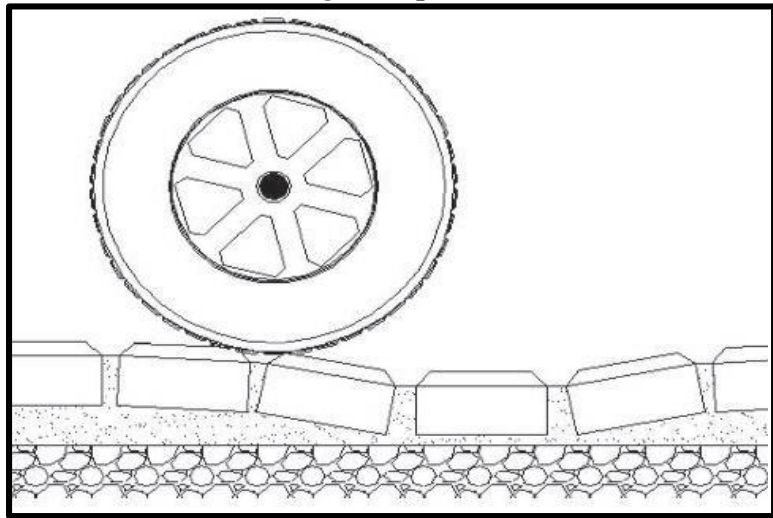
### 1.3. Depresiones:

Son hundimientos localizados en forma circular o semejante a ella, sin pérdida de material.

#### Causas:

- Asentamientos en el suelo de fundación.
- Fallas en la capa de arena cuando las partículas de esta se degradan.
- Un inadecuado drenaje o la falta de mantenimiento de este.

**Grafico 14**  
**Patología: Depresiones**



**Fuente:** Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián

**TABLA 09**  
**Tabla de severidad - Depresiones**

Tabla de severidad	Apariencia
Baja	Flecha menor de 20 mm
Media	Flecha entre 20 y 40 mm
Alta	Flechas mayores a 40 mm

**Fuente:** Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián.

#### Reparación:

Aplica el mismo procedimiento descrito para los abultamientos.

## 2. Desprendimientos:

Los desprendimientos son la pérdida de material en zonas localizadas del pavimento. Tipos de deterioros:

### 2.1.Desgaste superficial:

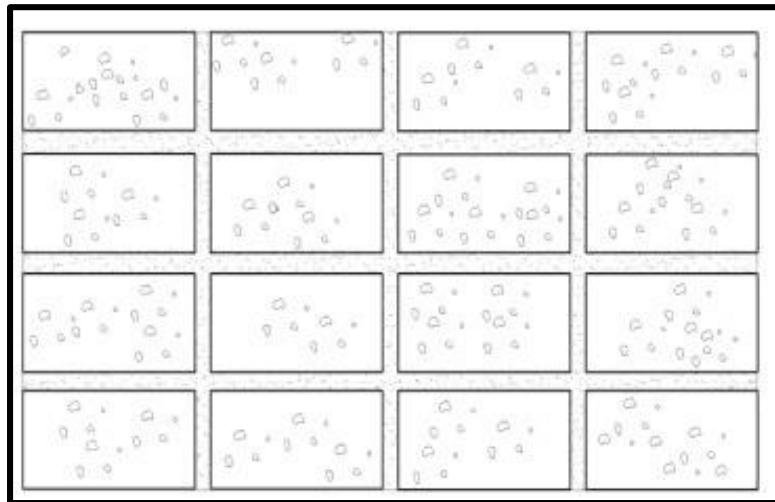
Es la pérdida de finos en la superficie del adoquín, creando una textura superficial rugosa, se forman cavidades y deja expuesto el agregado grueso.

#### Causas:

- Baja calidad y/o control en la fabricación de los adoquines.
- Por la abrasión de las llantas.
- Exposición constante a flujos de aguas a presión.

*Grafico 15*

*Patología: Desgaste superficial*



*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

**TABLA 10**

**Tabla de severidad – Desgaste Superficial**

<b>Tabla de severidad</b>	<b>Apariencia</b>
Baja	Desgaste superficial aislado. Área inferior o igual a 0.5 m <sup>2</sup>
Media	Desgaste superficial en un área de extensión considerable y de forma continua, solamente con pérdida de finos. Área superior a 0.5m <sup>2</sup>
Alta	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>

*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

**Reparación:**

Cuando el nivel de severidad es alto, es necesario el reemplazo de las piezas de adoquines por unas nuevas de mejor resistencia al desgaste.

**2.2.Perdida de arena:**

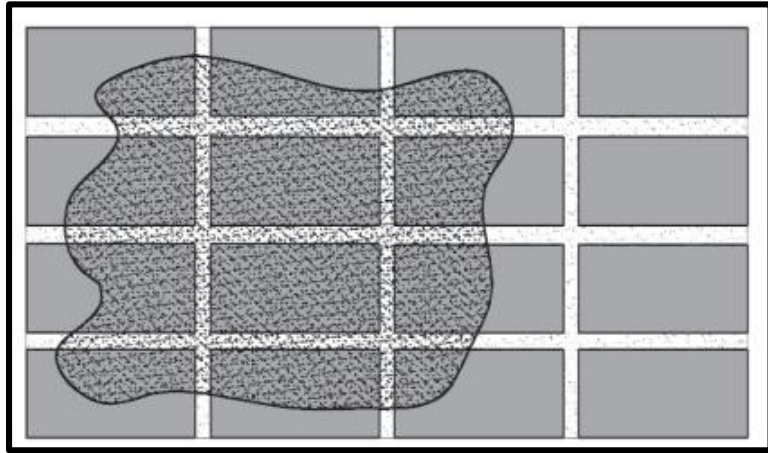
Es la aparición de partículas de arena alrededor y sobre los adoquines.

**Causas:**

- Arrastre de material fino por expulsión de agua al paso de los vehículos.
- Juntas abiertas.
- Desplazamiento de juntas.

**Grafico 16**

**Patología: Pérdida de Arena**



**Fuente:** Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián

**TABLA 11**

**Tabla de severidad – Pérdida de Arena**

<b>Tabla de severidad</b>	<b>Apariencia</b>
Baja	Se presenta en zonas aisladas y solamente se aprecia pérdida de la arena de sello. Área inferior a 0.5 m <sup>2</sup>
Media	Se presenta en zonas con áreas superiores a 0.5 m <sup>2</sup>
Alta	Se presentan asentamientos y pérdida de los perfiles del pavimento.

**Fuente:** Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián

### **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.

### **3. Desplazamientos:**

Los desplazamientos son el corrimiento localizado de los elementos constitutivos del pavimento.

#### **3.1.Desplazamiento de borde**

Son corrimientos localizados de los adoquines junto a los elementos de confinamiento

##### **Causas:**

- Falla localizada en el lugar de construcción del elemento, inadecuada construcción y diseño del elemento de confinamiento.
- Por las cargas del tránsito

**Grafico 17**

**Patología: Desplazamiento de borde**



*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

**TABLA 12**

**Tabla de severidad – Desplazamiento de Borde**

<b>Tabla de severidad</b>	<b>Apariencia</b>
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.

*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

### **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.

### **3.2.Desplazamientos de juntas**

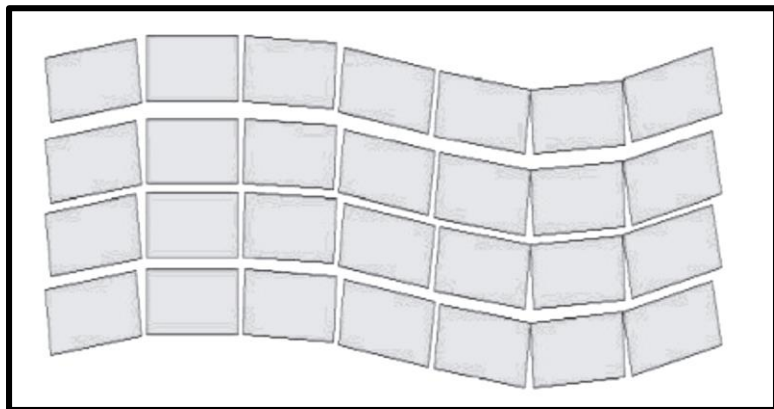
Los adoquines se apartan de su alineamiento inicial. Generalmente se da en hiladas de adoquines rectangulares.

#### **Causas:**

- En zonas de frenado.
- En sitios de alta pendiente.
- Por falta de confinamientos transversales o porque estos no están a una distancia adecuada.

*Grafico 18*

*Patología: Desplazamiento de Juntas*



*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*



**Tabla 13**

**Tabla de severidad – Desplazamiento de Juntas**

<b>Tabla de severidad</b>	<b>Apariencia</b>
Baja	La separación promedio de la abertura de las juntas es menor a 5 mm.
Media	Se presentan en zonas con áreas superiores a 0.5 m <sup>2</sup>
Alta	La separación promedio de las aberturas de las juntas esta entre 5 y 10 mm

*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

**Reparación:**

- La separación promedio de las aberturas de las juntas es mayor a 10 mm.
- 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 éstos.
- 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.

#### 4. Fracturamientos:

Es la aparición de fisuras y grietas en las pistas de adoquines o demás elementos constitutivos del pavimento, como son los elementos de confinamiento (bordes). Cuando los fracturamientos llegan a evolucionar, ocurren pérdidas de material, formación de cavidades e incrustación de objetos ajenos al pavimento.

##### 4.1. Fracturamiento

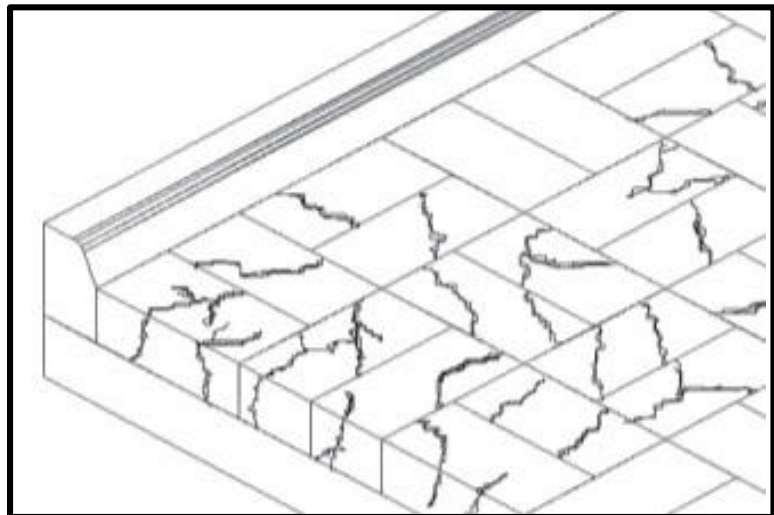
Son corrimientos localizados de los adoquines junto a los elementos de confinamiento.

##### Causas:

- Inadecuado espesor de los adoquines.
- 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.

*Grafico 19*

*Patología: Fracturamiento*



*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

**Tabla 14**

**Tabla de severidad - Fracturamiento**

<b>Tabla de severidad</b>	<b>Apariencia</b>
Baja	Fractura de adoquines de manera aislada. Área menor a 0.5 m <sup>2</sup>
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> .
Alta	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>

*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

**Reparación:**

- Verificar que el diseño del modelo estructural actual y el espesor de los adoquines cumplen con las solicitudes 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.

#### **4.2. Fracturamiento de confinamientos externos:**

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.

##### **Causas:**

- 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 un nivel superior al de la rasante de la carretera.
- Por invasión de vegetación.
- Por retracción del concreto (sí éste es en concreto).

#### *Grafico 20*

##### *Patología: Fracturamiento de Confinamiento Externo*



*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

**Tabla 15**

**Tabla de severidad – Fracturamiento de Confinamiento Externo**

<b>Tabla de severidad</b>	<b>Apariencia</b>
Baja	Se presentan fisuras de 3 mm.
Media	El elemento presenta grietas (>3 mm) y aún se mantiene en su lugar, sirviendo como confinamiento.
Alta	El elemento presenta grietas (>3 mm), pero ya se ha desplazado de su ubicación inicial y no impide el desplazamiento lateral de los adoquines.

**Fuente:** *Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

**Reparación:** cuando el nivel de severidad sea alto, el procedimiento de reparación para este deterioro es el siguiente.

- Verificar que el diseño y disposición del 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.

### 4.3. Fracturamiento de confinamientos internos

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.

#### Causas:

- 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 un nivel superior al de la rasante de la carretera.
- Por invasión de vegetación.
- Por retracción del concreto (sí éste es en concreto).

*Grafico 21*

*Patología: Fracturamiento de confinamiento interno*



*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

**Tabla 16**  
**Tabla de severidad – Fracturamiento de**  
**Confinamiento Interno**

Tabla de severidad	Apariencia
Baja	Se presentan fisuras de 3 mm.
Media	El elemento presenta grietas (>3 mm), no se presentan pérdidas de material y aún se mantiene en su lugar, sirviendo como confinamiento.
Alta	El elemento presenta grietas (>3 mm), se presentan pérdidas de material, permitiendo la incrustación de basuras y demás partículas u objetos extraños al pavimento. El elemento no impide el desplazamiento longitudinal y lateral de los adoquines.

*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

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

- Verificar que el diseño y disposición del 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.

## 5. Otros deterioros

En esta categoría se encuentran diversos deterioros que afectan el correcto funcionamiento estructural y funcional del pavimento. Los deterioros de este grupo son:

### 5.1. Escalonamiento entre adoquines

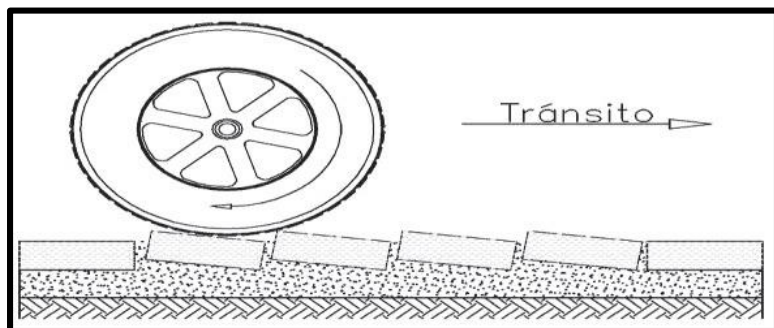
Es el cambio brusco de nivel entre hiladas de adoquines.

#### Causas:

- Error constructivo, debida a la falta de control y/o precarias técnicas de construcción.
- Torsión ocasionada por las cargas del tránsito.
- El patrón de diseño de colocación de los adoquines no es el más apropiado.

*Grafico 22*

*Patología: Escalonamiento entre adoquines*



*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*



**Tabla 17**

**Tabla de severidad – Escalonamiento Entre Adoquines**

<b>Tabla de severidad</b>	<b>Apariencia</b>
Baja	La altura del desnivel promedio es menor a 5 mm.
Media	La altura del desnivel promedio está entre 5 y 10 mm.
Alta	La altura del desnivel promedio es mayor a 10 mm.

*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

**Reparación:**

- Retiro de los adoquines de la zona afectada; se deben limpiar y apilar a un lado para su posterior recolocación.
- Separación de la capa de arena.
- Nivelación de la capa de arena.
- 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.
- Es el lado de juntas y compactación final.

## 5.2. Escalonamiento entre adoquines y confinamientos

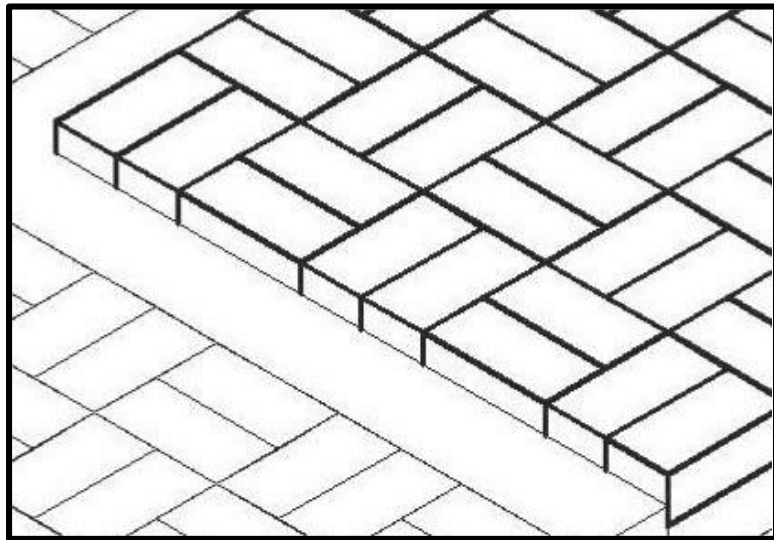
Es el cambio brusco de nivel entre los elementos de confinamientos y los adoquines.

### Causas:

- Debido a la variación del nivel superior del elemento de confinamiento con los adoquines al momento de construcción.
- La cota de rasante del adoquinado quedó a un nivel superior, o en su defecto, inferior al elemento de confinamiento cuando se construyó el adoquinado.

### *Grafico 23*

#### *Patología: Escalonamiento entre adoquines y confinamientos*



*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

*Tabla 18*

*Tabla de severidad – Escalonamiento Entre Adoquines y Confinamientos*

<b>Tabla de severidad</b>	<b>Apariencia</b>
Baja	La altura del desnivel promedio es menor a 5 mm.
Media	La altura del desnivel promedio está entre 5 y 10 mm.
Alta	La altura del desnivel promedio es mayor a 10 mm.

*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

**Reparación:** Si el problema es debido al confinamiento, éste se debe reemplazar por uno que si esté al 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 recolocación.
- 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 deben verificar si existen problemas de inestabilidad del suelo en esa zona.

### **5.3.Juntas abiertas**

Es una separación entre juntas superior a 3 mm, 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.

#### **Causas:**

- Por efecto de las cargas de tránsito.
- Confinamientos inadecuados o la falta de éstos.
- Falta del sello de juntas.
- Error constructivo debido a la falta de control y/o precarias técnicas de construcción.

#### ***Grafico 24***

#### ***Patología: Juntas Abiertas***



***Fuente:*** Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián

**Tabla 19**

**Tabla de severidad – Juntas Abiertas**

<b>Tabla de severidad</b>	<b>Apariencia</b>
Baja	Separación entre juntas menores a 5 mm.
Media	Separación entre juntas entre 5 y 10 mm.
Alta	Separación entre juntas mayores a 10 mm.

*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

**Reparación:**

- Limpieza de la zona afectada.
- Retiro de los adoquines de la zona afectada; se deben limpiar y apilar a un lado para su posterior recolocación.
- Reparación de la capa de arena.
- Nivelación de la capa de arena.
- 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.

#### 5.4. Vegetación en la calzada

Es la invasión o crecimiento de vegetación a través de las juntas en la calzada. La vegetación puede llegar a levantar el adoquinado.

##### Causas:

- Abandono de la carretera.
- Falta de limpieza y desmonte de las franjas adyacentes de la calzada.

**Grafico 25**  
**Patología: Vegetación en la calzada**



*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

**Tabla 20**  
**Tabla de severidad – Vegetación en la Calzada**

Tabla de severidad	Apariencia
Baja	Solo hay aparición de vegetación entre las juntas y es apenas apreciable.
Media	La vegetación ya está por encima de los adoquines.
Alta	La vegetación empieza a levantar los adoquines.

*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

### **Reparación:**

Cuando los niveles de severidad son bajos o medios, el procedimiento a realizar es un desmonte manual, retirar la arena de sello contaminada con las debidas herramientas y volver a realizar el proceso de sellado de juntas.

Cuando el nivel de severidad es alto, es necesario realizar los siguientes pasos:

- Desmonte manual de la zona afecta.
- Limpieza de la zona afectada.
- Retiro de los adoquines, limpiándolos y apilándolos a un lado.
- Chequear y si es necesario reparar las capas afectadas.
- Reacomodación de los adoquines y sellado de juntas con los debidos procesos de nivelación, compactación y limpieza.
- Si es el caso, realizar el desmonte y limpieza de las zonas adyacentes de la vía. También es aconsejable utilizar algunos métodos de ataque químicos que impidan el crecimiento de vegetación, como es la fumigación con productos herbicidas.

## **2.2.6. Índice de Condición del Pavimento, ICP**

Según Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabian<sup>1</sup>; el Índice de Condición para los Pavimentos Articulado se fundamenta en determinar como un deterioro repercute negativamente en los parámetros de tipo funcional y estructural, teniendo en cuenta su clase, gravedad y extensión. Por tal razón, se desarrollaron dos índices: Índice de Condición Funcional (ICF) e Índice de Condición Estructural – ICE

A partir del Índice de Condición Funcional (ICF) y del Índice de Condición Estructural – ICE, se determina el Índice de Condición del Pavimento – ICP.

Una vez determinado el Índice de Condición del Pavimento, se determina la calificación del estado del tramo en estudio: muy malo, malo, regular, bueno y muy bueno. Para el establecimiento de los factores de penalización y demás criterios se tomaron como referencia otros manuales.

### **2.2.6.1. Inventario de Deterioros**

El inventario de Deterioros es el primer paso para el establecimiento de la condición de un pavimento. Con la información del inventario de deterioros se procede a hacer la calificación y cuantificación de la serviciabilidad del Pavimento o su condición funcional.

### **2.2.6.2. Identificación del tipo y grado de influencia de los deterioros por clase**

Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabian<sup>1</sup>. Determina en la tabla 21 cada tipo de deterioro y si este afecta estructuralmente y/o funcionalmente el pavimento y también se muestran los factores de influencia de los deterioros según su clase.



**Tabla 21**  
**Tipo y Factor de influencia por clase**

Clase	Tipo de deterioro	Afecta Parámetro		Influencia por clase	
		Estructural	Funcional	Estructural	Funcional
Deformaciones	Abultamiento	U	U	48	48
	Ahuellamiento	U	U		
	depresiones	U	U		
Desprendimientos	Desgaste superficial		U	6	9
	Perdida de arena	U	U		
Desplazamientos	Desplazamiento de borde	U	U	10	10
	Desplazamiento de juntas		U		
Fracturamientos	Fracturamiento	U		28	10
	Fracturamiento de confinamientos externos	U	U		
	Fracturamiento de confinamientos internos	U	U		
Otros deterioros	Escalonamiento entre adoquines	U	U	8	23
	Escalonamiento entre adoquines y confinamientos		U		
	Juntas abiertas		U		
	Vegetación en la calzada	U	U		

**Fuente:** Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián

### 2.2.6.3. Cálculo del Área Total ( $A_t$ ) y del Porcentaje de Área Afectada

Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián, determina que para el cálculo del Área total ( $A_t$ ) de cada tramo, se recomienda tomar tramos de cien metros de longitud y se multiplican por su ancho de calzada. El porcentaje de área afectada ( $\%A_a$ ) para un deterioro se calcula haciendo la relación entre el área afectada por el deterioro y el área total. (1)

$$\%A_{a_i} = \frac{A_{a_i}}{A_T} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

$\% A_a$ : Porcentaje de área afectada por el deterioro  $i$

$A_a$ : Área Afectada por el deterioro  $i$

$A_t$ : Área Total del Tramo

$i$ : Deterioro

Para el caso del deterioro cuantificamos por magnitud y con el fin de mantener unidades consistentes, esa magnitud se va a multiplicar por un ancho de referencia de 0,6 m

### 2.2.6.4. Determinación de Factores de Penalización

Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabian<sup>1</sup> sostiene que según el grado de influencia que cada deterioro ocasione por su clase, su severidad y extensión en los parámetros de tipo estructural y/o funcional, se les han asignado pesos y valores de penalización, entre mayores sean estos valores, indican que su efecto negativo es mayor. En las tablas 22 y 23 se muestran factores de penalización.

**Tabla 22**

**Factores de Penalización para el Índice de Condición Estructural, ICE**

Clase	Deterioro	Peso en su clase, PI	Nivel severidad, FNS			% Área equivalente afectada, FA				
			Bajo	Medio	Alto	0	5	10	15	>5
Deformaciones	Abultamiento	1,2	1,00	1,15	1,30	0,00	0,50	0,60	0,76	1,00
	Ahuellamiento	1,2	1,00	1,15	1,30					
	Depresiones	1,0	1,00	1,10	1,20					
Desprendimientos	Pérdida de arena	1,00	1,00	1,15	1,30	0,00	0,50	0,60	0,76	1,00
Desplazamientos	Desplazamiento de borde	1,0	1,00	1,15	1,30	0,00	0,50	0,60	0,76	1,00
Fracturamientos	Fracturamiento	1,1	1,00	1,10	1,20	0,00	0,50	0,60	0,76	1,00
	Fracturamiento de confinamientos externos	1,2	1,00	1,15	1,30					
	Fracturamiento de confinamientos internos	1,00	1,00	1,10	1,20					
Otros deterioros	Vegetación en la calzada	1,0	0,80	1,00	1,20	0,00	0,50	0,60	0,76	1,00

*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

**Tabla 23**

**Factores de Penalización para el Índice de Condición Funcional, ICF**

Clase	Deterioro	Peso en su clase, PI	Nivel severidad, FNS			% Área equivalente afectada, FA				
			Bajo	Medio	Alto	0	5	10	15	>5
Deformaciones	Abultamiento	1,2	1,00	1,25	1,50	0,00	0,50	0,60	0,76	1,00
	Ahuellamiento	1,2	1,00	1,15	1,30					
	Depresiones	1,0	1,00	1,20	1,40					
Desprendimientos	Desgaste superficial	1,1	1,00	1,20	1,40	0,00	0,50	0,60	0,76	1,00
	Pérdida de arena	1,00	1,00	1,15	1,30					
Desplazamientos	Desplazamiento de borde	1,0	1,00	1,15	1,30	0,00	0,50	0,60	0,76	1,00
	Desplazamiento de juntas	1,0	1,0	1,10	1,20					
Fracturamientos	Fracturamiento de confinamientos externos	1,2	1,00	1,15	1,30	0,00	0,50	0,60	0,76	1,00
	Fracturamiento de confinamientos internos	1,00	1,00	1,10	1,20					
Otros deterioros	Escalamiento entre adoquines	1,2	1,00	1,25	1,50	0,00	0,50	0,60	0,76	1,00
	Escalamiento entre adoquines y confinamientos	1,1	1,00	1,15	1,30					
	Juntas abiertas	1,0	1,00	1,15	1,30					
	Vegetación en la calzada	1,1	1,00	1,15	1,30					

*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

### **2.2.6.5. Calculo del Porcentaje de Área Equivalente Afectada, % Ae**

Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabian<sup>1</sup> definen que el porcentaje de Área Equivalente afectada (% Ae) es la combinación de tres factores (2)

$$\%Ae_i = \sum (PI_j \times \%Aa_j \times FNS_j) \quad (2)$$

Donde:

% Ae: Porcentaje de Área Equivalente afectada para los deterioros de clase i

i: Clase de Deterioro

PI: Peso del Deterioro j en su clase i

%Aa: Porcentaje de Área Afectada por el Deterioro j

FNS: Factor de Penalización por nivel de severidad del deterioro j

j: Deterioro

El porcentaje de área equivalente afectada es un porcentaje igual o mayor que cero (% Ae ≥ 0,0%) y cuando este de más del 15,0 % simplemente se debe anotar que dio mayor al 15,0 % (%Ae > 15,0 %)

### **2.2.6.6. Calculo del Factor de Penalización por Área Afectada, FA**

El mismo autor sostiene que este factor es el grado de afectación que causó la combinación de los deterioros de una misma clase al porcentaje de influencia de esa clase de deterioros en los parámetros estructurales y funcionales.

Para hallar el factor de penalización por área afectada (FA), se utiliza la tabla 23 para el ICE y la tabla 24 para el ICF. En estas tablas, es necesario interpolar entre los rangos el porcentaje de área equivalente afectada (%Ae).

### 2.2.6.7. Calculo de los índices (ICE Y ICF)

Para calcular el ICE y el ICP se utilizan los modelos matemáticos que están en función del factor de influencia por clase del deterioro (FC) y del factor de penalización por área afectada (FA). El resultado debe redondearse a número entero.

$$ICE = 100 - \sum (FC_i \times FA_i) \quad (3)$$

$$ICF = 100 - \sum (FC_i \times FA_i) \quad (4)$$

Donde:

ICE: Índice de Codician Estructural.

ICF: Índice de Condición Funcional.

FC: Factor de Influencia por Clase de Deterioro en el Índice.

FA: Factor de Penalización por Área Afectada.

i: Clase de Deterioro.

Los índices varían en una escala de 0 a 100.

Siendo 0 para un Pavimento fallado o en pésimo estado y 100 para un pavimento en excelentes condiciones.

### 2.2.6.8. Cálculo Del Índice de Condición del Pavimento, ICP

El Índice de Condición del Pavimento (ICP) es la combinación del índice de condición estructural (ICE) y el índice de condición funcional (ICF).

Su valor es un número entero que varía en una escala de uno a cinco. Para el cálculo del índice de condición del pavimento (ICP) se utiliza la matriz de la Tabla 24

**Tabla 24**  
**Matriz para el cálculo del ICP**

Clasificación del ICP		Rangos del ICF				
		86-100	71-85	41-70	21-40	0-20
Rango del ICE	86-100	5	4	4	3	2
	71-85	4	4	3	3	2
	41-70	4	3	3	2	1
	21-40	3	3	2	2	1
	0-20	2	2	1	1	1

*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

### 2.2.6.9. Escala del Índice de Condición del Pavimento, ICP

Obtenida la calificación del índice de condición del Pavimento (ICP), en la Tabla 25 se determina el nivel de servicio y las acciones de actuación necesaria.

**Tabla 25**  
**Nivel de Servicio y categorías de acción del ICP**

Calificación ICP	Nivel de servicio	Categoría de acción	Descripción
5	Muy bueno	Mantenimiento rutinario	Pavimento en condición muy buena. El nivel de comodidad y seguridad percibido por los usuarios es satisfactorio. Ocasionalmente se presentan pequeños daños que no afectan significativamente la circulación y pueden ser evitados o corregidos en el mantenimiento rutinario.
4	Bueno	Mantenimiento rutinario y recurrente	Pavimento en condición buena, la circulación es cómoda. Se presentan daños localizados en etapa de iniciación.
3	Regular	Refuerzo - mantenimiento rutinario	Pavimento en estado regular, en donde la circulación deja de ser cómoda. Se presentan daños de manera constantemente en etapas avanzadas.
2	Malo	Rehabilitación	Pavimento en condición mala, la circulación es muy incómoda. Se presentan daños en etapas muy desarrolladas.
1	Muy malo	Reconstrucción	Pavimento en condición muy mala, la vía se vuelve intransitable. Los deterioros están muy desarrollados y son irreversibles. El pavimento está totalmente degradado.

*Fuente: Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián*

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Diseño de la investigación**

El estudio realizado es de tipo descriptivo, analítico, no experimental y corte transversal.

Es de tipo descriptivo porque describe la realidad, sin alternarla, puesto que pretende describir una problemática que aqueja a la mayor parte de la población.

Se analiza como analítico porque estudia los diferentes tipos y detalles de cada patología que se encuentran en el pavimento intertrabado.

Es no experimental porque se estudia y se analiza sin recurrir a realizar ensayos en el laboratorio.

Se conoce como Corte transversal, porque se está analizando en el periodo de octubre del año 2015

La metodología utilizada para esta investigación fue:

En la primera etapa se identificó las patologías existentes en el pavimento intertrabado del asentamiento humano José Olaya. La evaluación realizada fue de tipo visual, se tomaron fotografías para grabar las evidencias.

En la segunda etapa se realizó una revisión bibliográfica sobre pavimentos intertrabados y temas similares, utilizando páginas de internet y el reglamento nacional de edificaciones.

En la tercera etapa se realizó la evaluación, análisis e interpretación de resultados. El procedimiento de la información se hizo en el programa de Microsoft Word, Excel y Auto Cad.

Para finalmente llegar a una conclusión, determinando la Condición en que se encuentra el Pavimento.

### 3.2.Población y muestra

#### Universo o población

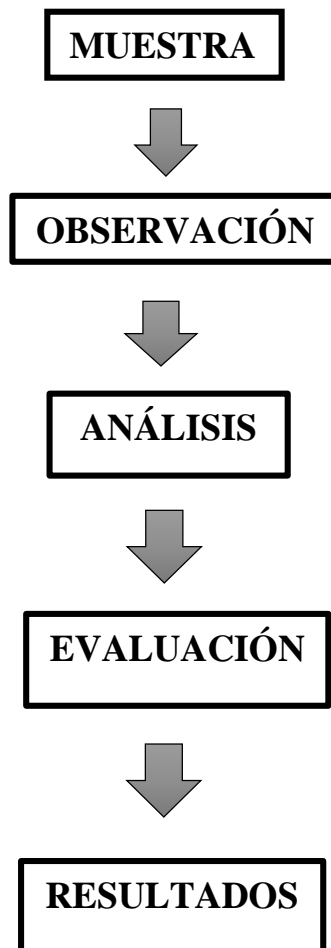
Para la presente investigación el universo está dado por las calles del A.H. José Olaya del distrito, provincia y departamento de Piura.

#### Muestra

Se selecciona las calles 5, calle 7 y calle 11 del A.H. José Olaya del distrito, provincia y departamento de Piura. Que cuentan con Pavimentación Intertrabada.

*Grafico 26*

*Método de Diseño*





### 3.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores

*Cuadro 01*

*Definición y Operacionalización de Variables*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
<p>Las patologías encontradas en el pavimento intertrabado, del Asentamiento Humano José Olaya, distrito, provincia y departamento de Piura.</p>	<p>Son los daños que alteran la condición estructural y el funcionamiento del pavimento intertrabado, del Asentamiento Humano José Olaya, distrito, provincia y departamento de Piura.</p>	<p>Los tipos de patologías que se presentan en el pavimento intertrabado en mención son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abultamiento</li> <li>- Ahuellamiento</li> <li>- Depresiones</li> <li>- Desgaste Superficial</li> <li>- Perdida de Arena</li> <li>- Fracturamiento</li> <li>- Fracturamiento de Confinamiento Externo</li> <li>- Escalonamiento Entre Adoquines</li> <li>- Juntas Abiertas</li> </ul>	<p>Índice que presenta el deterioro del pavimento:</p> <p>Variabilidad en grado de afectación</p>	<p>Tipos de falla:</p> <p>Abultamiento, ahuellamiento, depresiones, Desgaste superficial, pérdida de arena, fracturamientos, escalonamiento entre adoquines y juntas abiertas.</p> <p>Clase de falla nivel de severidad</p> <p>Muy Bueno Bueno Regular Malo Muy Malo</p>

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se utilizó la evaluación visual, se hizo la recolección de datos de cada muestra a estudiar.

Se recurrió a la obtención de información de páginas de internet, manuales de patologías en pavimentos, *RNE-CE-010 Pavimentos Urbanos*, fotografías y todo lo referente que contenga información relacionado con el tema para el desarrollo de la presente investigación. Los instrumentos y herramientas necesarias para la recolección de datos fueron:

Wincha de 30 metros, para hacer las mediciones de longitud y ancho del pavimento y áreas afectadas por patologías.

Para visualizar e identificar los tipos de fallas en el pavimento intertrabado se utilizó una cámara fotográfica digital.

Para editar la información obtenida se empleó los programa de: google earth para la fotografía satelital de la zona en estudio, el programa de Microsoft Word, Excel, Microsoft Project y programa de Auto Cad.

### **3.5. Plan de análisis**

El plan de análisis para el proyecto de investigación: “Estudio de las patologías en el pavimento intertrabado, del asentamiento humano José Olaya – distrito, provincia y departamento de Piura, octubre – 2013” es el siguiente:

- Ubicación del área de estudio; se identifica la zona donde se realizara el proyecto de investigación.
- Se seleccionaran las calles afectadas y se identificara el tipo de patología para luego clasificarlas.
- Se determina el grado de severidad y deterioro de las patologías en los pavimentos intertrabados, de acuerdo a criterios indicados en guías empleadas.
- Se determinara la Condición en que se encuentra el Pavimento Intertrabado.

En la primera etapa se realizó la visita a campo para la identificación de la zona donde se iba a realizar la presente investigación, se recopiló datos de la zona y se obtuvo el plano del Asentamiento Humano José Olaya – Distrito, Provincia y Departamento de Piura.

Después de inspeccionar la zona se selecciona las muestras a estudiar, para poder identificar las patologías existentes en el pavimento intertrabado y hacer los cálculos respectivos para determinar el grado de severidad de cada patología encontrada. La evaluación realizada fue de tipo visual, se tomaron fotografías para grabar las evidencias.

En la segunda etapa se realizó una revisión bibliográfica sobre pavimentos intertrabados y temas similares, utilizando páginas de internet y el reglamento nacional de edificaciones.

En la tercera etapa se realizó el estudio, análisis e interpretación de resultados. El procedimiento de la información se hizo en el programa de Microsoft Word, Excel y Microsoft Project.

Para finalmente conocer la condición en que se encuentra el Pavimento Intertrabado de dicha zona y así poder llegar a una conclusión.

### 3.6. Matriz de consistencia

*Cuadro 02*  
*Matriz de Consistencia*

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	INDICADORES	MARCO TEORICO	METODOLOGIA
<p>“ESTUDIO DE LAS PATOLOGIAS EN EL PAVIMENTO INTERTRABADO, DEL ASENTAMIENTO HUMANO JOSE OLAYA – DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE PIURA, OCTUBRE - 2013”</p>	<p><b>Problema principal</b> ¿En qué medida a través de la evaluación se podrá conocer las patologías en el pavimento intertrabado, del A.H José Olaya, Distrito, Provincia y Departamento de Piura?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Evaluar las patologías en el pavimento intertrabado.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b> a) Evaluar el tipo de patologías que se encuentran en el pavimento intertrabado. b) Calcular el Índice de Condición del Pavimento Intertrabado de las Calles 5, 7 y 11 del asentamiento Humano José Olaya, distrito, provincia y departamento de Piura.</p>	<p>Se evaluó las patologías que presenta el pavimento intertrabado, de las Calles 5, 7 y 11 asentamiento humano José Olaya, distrito, provincia y departamento de Piura.</p>	<p><b>Variable Independiente</b> Evaluar los tipos de patologías que se encuentran en el Pavimento Intertrabado, de las Calles 5, 7 y 11 del asentamiento humano José Olaya.</p>	<p><b>Tipos de fallas en el pavimento intertrabado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abultamiento</li> <li>- Ahuellamiento</li> <li>- Depresiones</li> <li>- Desgaste superficial</li> <li>- Perdida de Arena</li> <li>- Fracturamiento.</li> <li>- Fracturamiento de Confinamiento Externos.</li> <li>- Fracturamiento de Confinamiento Interno</li> <li>- Escalonamiento Entre Adoquines y Juntas Abiertas</li> </ul>	<p>Los pavimentos de adoquines intertrabados se construyen de tal manera que las cargas verticales de los vehículos se transmitan a los adoquines intertrabados adyacentes por corte a través de la arena de sello de las juntas.</p>	<p>Por el tipo de investigación, Es descriptivo, analítico y no experimental.</p> <p>Es descriptivo porque describe la realidad, sin alternarla, puesto que pretende describir una problemática que aqueja a la mayor parte de la población del asentamiento humano José Olaya.</p> <p>Es analítico porque estudia los diferentes tipos de patologías que se encuentran en el pavimento intertrabado del asentamiento humano José Olaya.</p> <p>Es no experimental porque se estudia y se analiza el problema sin recurrir el laboratorio.</p>

### **3.7.Principios éticos**

Para realizar el proyecto de investigación: “Estudio de las patologías en el Pavimento Intertrabado, del asentamiento humano José Olaya – distrito, provincia y departamento de Piura, Octubre – 2013” se utilizó información de trabajos de investigación relacionados al tema en estudio, respetando siempre la autoría.

## **IV. Resultados**

### **4.1.Resultados**

A continuación los Resultados obtenidos de acuerdo a los datos encontrados en campo:

#### **4.1.1. Resultados Obtenidos en la Calle 7**

##### **TRAMO I: 0.00 – 97.40 m**

El Tramo analizado pertenece a la Calle 7 la cual comprende una Manzana e inicia en la Mz: D – Lote: 1A y termina con la Mz: D – Lote: 12.

Cuenta con un pavimento Intertrabado con una longitud de 97.40 m y ancho de 6.00 m, contando con un Área de 584.40 m<sup>2</sup>.

En la inspección visual se observó que el pavimento presenta patologías tales como: Ahuellamiento, Desgaste Superficial, Pérdida de Arena y Fracturamiento de Confinamiento Interno.

La falla encontrada con nivel de severidad bajo fue Ahuellamiento, ya que presenta área pequeña. También se encontraron Desgaste Superficial, Pérdida de Arena y Fracturamiento de Confinamientos Internos con un nivel de severidad media.

Se realizó el análisis para saber el Nivel de Servicio en la que se encuentra esta Calle, obteniendo como resultados los siguientes:

**CALCULO DEL INDICE DE CONDICION ESTRUCTURAL ICE**

*Tabla 26*

*Calculo del Porcentaje de Área Afectada – ICE*

**TRAMO I**

<b>CALCULO DEL PORCENTAJE DE AREA AFECTADA (%Aai)</b>						
<b>Clase</b>	<b>Tipo de Deterioro</b>	<b>Simbolo</b>	<b>Severidad</b>	<b>Aai</b>	<b>At</b>	<b>%Aai</b>
Deformaciones	Ahuellamiento	AH	B	5.04	584.4	0.862
Desprendimientos	Perdida de Arena	PA	M	1.95	584.4	0.334
Fracturamientos	Fracturamiento de Confinamientos Internos	CI	M	5.34	584.4	0.914

*Tabla 27*

*Calculo del Porcentaje de Área Equivalente Afectada – ICE*

**TRAMO I**

<b>CALCULO DEL PORCENTAJE DE AREA EQUIVALENTE AFECTADA (%Ae)</b>							
<b>Clase</b>	<b>Tipo de Deterioro</b>	<b>Simbolo</b>	<b>Severidad</b>	<b>PI</b>	<b>FNS</b>	<b>%Aai</b>	<b>% Ae</b>
Deformaciones	Ahuellamiento	AH	B	1.20	1.00	0.862	1.034
Desprendimientos	Perdida de Arena	PA	M	1.00	1.15	0.334	0.384
Fracturamientos	Fracturamiento de confinamiento Interno	CI	M	1.00	1.10	0.914	1.005

**Tabla 28**  
**Cálculo del Índice de Condición Estructural – ICE**  
**TRAMO I**

<b>CALCULO DEL INDICE DE CONDICION ESTRUCTURAL ICE</b>												
Clase	Tipo de Deterioro	Simbolo	FCi	PI	%Ae	% Area equivalente Afectada FA					FAi	FCi *FAi
						0	5	10	15	>15		
Deformaciones	Ahuellamiento	AH	48	1.20	1.034	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00	0.103	5
Desprendimientos	Perdida de Arena	PA	6	1.00	0.384	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00	0.038	0
Fracturamientos	Fracturamiento de confinamiento Interno	CI	28	1.00	1.005	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00	0.101	3
									S(FCi x FAi)	=	8	

<b>ICE = 100 - S(FC x FA) = 92</b>
------------------------------------

**CALCULO DEL INDICE DE CONDICION FUNCIONAL ICF**

*Tabla 29*

*Calculo del Porcentaje de Área Afectada – ICF*

**TRAMO I**

<b>CALCULO DEL PORCENTAJE DE AREA AFECTADA (%Aai)</b>						
<b>Clase</b>	<b>Tipo de Deterioro</b>	<b>Simbolo</b>	<b>Severidad</b>	<b>Aai</b>	<b>At</b>	<b>%Aai</b>
Deformaciones	Ahuellamiento	AH	B	5.04	584.4	0.862
Desprendimientos	Desgaste Superficial	DS	M	6.54	584.4	1.119
	Perdida de Arena	PA	M	1.95	584.4	0.334
Fracturamientos	Fracturamiento de Confinamientos Internos	CI	M	5.34	584.4	0.914

*Tabla 30*

*Calculo del Porcentaje de Área Equivalente Afectada – ICF*

**TRAMO I**

<b>CALCULO DEL PORCENTAJE DE AREA EQUIVALENTE AFECTADA (%Ae)</b>							
<b>Clase</b>	<b>Tipo de Deterioro</b>	<b>Simbolo</b>	<b>Severidad</b>	<b>PI</b>	<b>FNS</b>	<b>%Aai</b>	<b>% Ae</b>
Deformaciones	Ahuellamiento	AH	B	1.20	1.00	0.862	1.034
Desprendimientos	Desgaste Superficial	DS	M	1.10	1.20	1.119	1.477
	Perdida de Arena	PA	M	1.00	1.15	0.334	0.384
Fracturamientos	Fracturamiento de confinamiento Interno	CI	M	1.00	1.10	0.914	1.005



**Tabla 31**  
**Cálculo del Índice de Condición Funcional - ICF**  
**TRAMO I**

<b>CALCULO DEL INDICE DE CONDICION FUNCIONAL ICF</b>												
Clase	Tipo de Deterioro	Simbolo	FCi	PI	%Ae	% Area equivalente Afectada FA					FAi	FCi *FAi
						0	5	10	15	>15		
Deformaciones	Ahuellamiento	AH	48	1.20	1.034	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00	0.103	5
Desprendimientos	Desgaste Superficial	DS	9	1.10	1.861	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00	0.186	2
	Perdida de Arena	PA		1.00								
Fracturamientos	Fracturamiento de confinamiento Interno	CI	10	1.00	0.914	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00	0.091	1
									S(FCi x FAi)	=	8	

<b>ICF = 100 - S(FC x FA) = 92</b>
------------------------------------

**Tabla 32**

**Matriz para el cálculo del ICP – Tramo I**

Clasificación del ICP		Rangos del ICF				
		86-100	71-85	41-70	21-40	0-20
Rango del ICE	86-100	5	4	4	3	2
	71-85	4	4	3	3	2
	41-70	4	3	3	2	1
	21-40	3	3	2	2	1
	0-20	2	2	1	1	1

<b>ICP = 5</b>
----------------

**Tabla 33**

**Resultados de Patología encontradas en la Calle 7**

TRAMO	TIPO DE PATOLOGIA	SIMBOLO	AREA AFECTADA (M2)	PORCENTAJE DE AREA AFECTADA
CALLE 7	Ahuellamiento	AH	5.04	0.862 %
	Desgaste Superficial	DS	6.54	1.119 %
	Perdida de Arena	PA	1.95	0.334 %
	Fracturamiento de confinamiento Interno	CI	5.34	0.914 %
	No Afectado	N.A	565.53	96.771 %
	Total			584.40

#### **4.1.2. Resultados Obtenidos en la Calle 11 del Asentamiento Humano José Olaya**

##### **TRAMO II**

El Tramo analizado se encuentra en la Calle 11 la cual comprende tres Manzanas B, C y K e inicia en la Mz: B – Lote: 36 y termina con la Mz: K – Lote: 15.

La Calle analizada presenta un Pavimento mixto (Pavimento de Asfalto y Pavimento Intertrabado) con una longitud de 367.56 m y ancho de 6.00 m. Teniendo un Área Total de 2205.36 m<sup>2</sup>.

Presenta una longitud de 74.05 m de pavimento de asfalto con un ancho de 6.00 m, teniendo un Área de 444.30 m<sup>2</sup>.

Y también presenta Pavimento Intertrabado con una longitud de **293.51** m con ancho de 6.00 m. Contando con un Área de 1761.06 m<sup>2</sup>.

Por ser la longitud del Pavimento mayor de 100 m se dividirá en tres tramos, para un mejor análisis.

En la inspección visual se observó que el pavimento Intertrabado presenta patologías en el Tramo II (1) y Tramo II (2) tales como: Ahuellamiento, Depresiones, Desgaste Superficial, Pérdida de Arena, Desplazamiento de Borde, Fracturamiento y Escalonamiento Entre Adoquines. En el Tramo II (3) no presenta patologías.

Las fallas encontradas con grado de severidad bajo fueron: Desgaste Superficial, Depresiones y Fracturamientos.

Con nivel de severidad medio encontramos: Ahuellamiento, Depresiones, Pérdida de Arena, Fracturamiento, Fracturamiento de Confinamiento Externo y Escalonamiento Entre Adoquines.

El análisis se realizó para saber el Nivel de Servicio en la que se encuentra esta Calle 11, obteniendo como resultados los siguientes:

**4.1.2.1.Resultados del Tramo ubicado entre la Mz: C -**

**Lote: 01 y la Mz: C – Lote: 19 - Calle 11**

**TRAMO II (1) : 0.00 – 105.60 m**

Longitud : 105.60 m

Ancho : 6.00 m

Área : 633.60 m<sup>2</sup>

**CALCULO DEL INDICE DE CONDICION ESTRUCTURAL ICE**

*Tabla 34*

*Calculo del Porcentaje de Área Afectada – ICE*

*TRAMO II (1)*

CALCULO DEL PORCENTAJE DE AREA AFECTADA (%Aai)						
Clase	Tipo de Deterioro	Simbolo	Severidad	Aai	At	%Aai
Deformaciones	Ahuellamiento	AH	A	11.28	633.6	1.780
	Depresiones	DA	M	4.78	633.6	0.754
Desprendimientos	Perdida de Arena	PA	M	40.60	633.6	6.408
Fracturamientos	Fracturamiento	FA	M	7.65	633.6	1.207

*Tabla 35*

*Calculo del Porcentaje de Área Equivalente Afectada – ICE*

*TRAMO II (1)*

CALCULO DEL PORCENTAJE DE AREA EQUIVALENTE AFECTADA (%Ae)							
Clase	Tipo de Deterioro	Simbolo	Severidad	PI	FNS	%Aai	% Ae
Deformaciones	Ahuellamiento	AH	A	1.20	1.30	1.780	2.777
	Depresiones	DA	M	1.00	1.10	0.754	0.830
Desprendimientos	Perdida de Arena	PA	M	1.00	1.15	6.408	7.369
Fracturamientos	Fracturamiento	FA	M	1.10	1.10	1.207	1.461

**Tabla 36**  
**Cálculo del Índice de Condición Estructural – ICE**  
**TRAMO II (1)**

CALCULO DEL INDICE DE CONDICION ESTRUCTURAL ICE												
Clase	Tipo de Deterioro	Simbolo	FCi	PI	%Ae	% Area equivalente Afectada FA					FAi	FCi *FAi
						0	5	10	15	>15		
Deformaciones	Ahuellamiento	AH	48	1.20	3.607	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00	0.361	17
	Depresiones	DA		1.00								
Desprendimientos	Perdida de Arena	PA	6	1.00	7.369	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00	0.547	3
Fracturamientos	Fracturamiento	FA	28	1.10	1.461	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00	0.146	4
									S(FCi x FAi)		=	24

<b>ICE = 100 - S(FC x FA) = 76</b>
------------------------------------

**CALCULO DEL INDICE DE CONDICION FUNCIONAL ICF**

*Tabla 37*

*Cálculo del Porcentaje de Área Afectada - ICF*

**TRAMO II (1)**

<b>CALCULO DEL PORCENTAJE DE AREA AFECTADA (%Aai)</b>						
<b>Clase</b>	<b>Tipo de Deterioro</b>	<b>Simbolo</b>	<b>Severidad</b>	<b>Aai</b>	<b>At</b>	<b>%Aai</b>
Deformaciones	Ahuellamiento	AH	A	11.28	633.60	1.780
	Depresiones	DA	M	4.78	633.60	0.754
Desprendimientos	Desgaste Superficial	DS	B	29.96	633.60	4.729
	Perdida de Arena	PA	M	40.60	633.60	6.408
Otros Deterioros	Escalonamiento Entre Adoquines	EA	M	11.20	633.60	1.768

*Tabla 38*

*Cálculo del Porcentaje de Área Equivalente Afectada – ICF*

**TRAMO II (1)**

<b>CALCULO DEL PORCENTAJE DE AREA EQUIVALENTE AFECTADA (%Ae)</b>							
<b>Clase</b>	<b>Tipo de Deterioro</b>	<b>Simbolo</b>	<b>Severidad</b>	<b>PI</b>	<b>FNS</b>	<b>%Aai</b>	<b>% Ae</b>
Deformaciones	Ahuellamiento	AH	A	1.20	1.30	1.780	2.777
	Depresiones	DA	M	1.00	1.20	0.754	0.905
Desprendimientos	Desgaste Superficial	DS	B	1.10	1.00	4.729	5.201
	Perdida de Arena	PA	M	1.00	1.15	6.408	7.369
Otros Deterioros	Escalonamiento Entre Adoquines	EA	M	1.20	1.25	1.768	2.652

**Tabla 39**  
**Cálculo del Índice de Condición Funcional – ICF**  
**TRAMO II (1)**

CALCULO DEL INDICE DE CONDICION FUNCIONAL ICF												
Clase	Tipo de Deterioro	Simbolo	FCi	PI	%Ae	% Area equivalente Afectada FA					FAi	FCi *FAi
						0	5	10	15	>15		
Deformaciones	Ahuellamiento	AH	48	1.20	3.683	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00	0.368	18
	Depresiones	DA		1.00								
Desprendimientos	Desgaste Superficial	DS	9	1.10	12.570	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00	0.682	6
	Perdida de Arena	PA		1.00								
Otros Deterioros	Escalonamiento Entre Adoquines	EA	23	1.20	2.652	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00	0.265	6
									S(FCi x FAi)	=	30	

<b>ICF = 100 - S(FC x FA) =</b>	<b>70</b>
---------------------------------	-----------

**Tabla 40**

**Matriz para el cálculo del ICP – Tramo II (1)**

Clasificación del ICP		Rangos del ICF				
		86-100	71-85	41-70	21-40	0-20
Rango del ICE	86-100	5	4	4	3	2
	71-85	4	4	3	3	2
	41-70	4	3	3	2	1
	21-40	3	3	2	2	1
	0-20	2	2	1	1	1

**ICP = 3**

**Tabla 41**

**Resultados de Patología encontradas en la Calle 11 – TRAMO II (1)**

TRAMO	TIPO DE PATOLOGIA	SIMBOLO	AREA AFECTADA (M2)	PORCENTAJE DE AREA AFECTADA
CALLE 11 TRAMO II (1)	Ahuellamiento	AH	11.28	1.78 %
	Depresiones	DA	4.78	0.754 %
	Desgaste Superficial	DS	29.96	4.729 %
	Perdida de Arena	PA	40.60	6.408 %
	Fracturamiento	FA	7.65	1.207 %
	Escalonamiento Entre Adoquines	EA	11.20	1.768 %
	No Afectado	N.A	528.13	83.354 %
	Total		633.60	100 %



**4.1.2.2. Resultados del Tramo ubicado entre la Mz: B -  
Lote: 19 y la Mz: B – Lote: 31 - Calle 11**

**TRAMO II (2) : 105.60 – 205.60 m**

Longitud : 100.00 m

Ancho : 6.00 m

Área : 600.00 m<sup>2</sup>

**CALCULO DEL INDICE DE CONDICION ESTRUCTURAL ICE**

*Tabla 42*

*Calculo del Porcentaje de Área Afectada – ICE*

**TRAMO II (2)**

<b>CALCULO DEL PORCENTAJE DE AREA AFECTADA (%Aai)</b>						
<b>Clase</b>	<b>Tipo de Deterioro</b>	<b>Simbolo</b>	<b>Severidad</b>	<b>Aai</b>	<b>At</b>	<b>%Aai</b>
Deformaciones	Ahuellamiento	AH	M	6.39	600.0	1.065
	Depresiones	DA	B	3.25	600.0	0.542
Desprendimientos	Perdida de Arena	PA	M	32.85	600.0	5.475
Fracturamientos	Fracturamiento	FA	B	4.30	600.0	0.717
	Fracturamiento de Confinamiento Externo	CE	M	1.68	600.0	0.280

*Tabla 43*

*Calculo del Porcentaje de Área Equivalente Afectada – ICE*

**TRAMO II (2)**

<b>CALCULO DEL PORCENTAJE DE AREA EQUIVALENTE AFECTADA (%Ae)</b>							
<b>Clase</b>	<b>Tipo de Deterioro</b>	<b>Simbolo</b>	<b>Severidad</b>	<b>PI</b>	<b>FNS</b>	<b>%Aai</b>	<b>% Ae</b>
Deformaciones	Ahuellamiento	AH	M	1.20	1.15	1.065	1.470
	Depresiones	DA	B	1.00	1.00	0.542	0.542
Desprendimientos	Perdida de Arena	PA	M	1.00	1.15	5.475	6.296
Fracturamientos	Fracturamiento	FA	B	1.10	1.00	0.717	0.788
	Fracturamiento de Confinamiento Externo	CE	M	1.2	1.15	0.280	0.386

**Tabla 44**  
**Cálculo del Índice de Condición Estructural – ICE**  
**TRAMO II (2)**

CALCULO DEL INDICE DE CONDICION ESTRUCTURAL ICE												
Clase	Tipo de Deterioro	Simbolo	FCi	PI	%Ae	% Area equivalente Afectada FA					FAi	FCi *FAi
						0	5	10	15	>15		
Deformaciones	Ahuellamiento	AH	48	1.20	2.011	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00	0.201	10
	Depresiones	DA		1.00								
Desprendimientos	Perdida de Arena	PA	6	1.00	6.296	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00	0.526	3
Fracturamientos	Fracturamiento	FA	28	1.10	1.175	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00	0.118	3
	Fracturamiento de Confinamiento Externo	CE		1.2								
									S(FCi x FAi)		=	16

<b>ICE = 100 - S(FC x FA) = 84</b>
------------------------------------

## CALCULO DEL INDICE DE CONDICION FUNCIONAL ICF

*Tabla 45*  
*Calculo del Porcentaje de Área Afectada – ICF*  
*TRAMO II (2)*

CALCULO DEL PORCENTAJE DE AREA AFECTADA (%Aai)						
Clase	Tipo de Deterioro	Simbolo	Severidad	Aai	At	%Aai
Deformaciones	Ahuellamiento	AH	M	6.39	600.00	1.065
	Depresiones	DA	B	3.25	600.00	0.542
Desprendimientos	Perdida de Arena	PA	M	32.85	600.00	5.475
Fracturamientos	Fracturamiento de Confinamiento Externo	CE	M	1.68	600.00	0.280

*Tabla 46*  
*Calculo del Porcentaje de Área Equivalente Afectada – ICF*  
*TRAMO II (2)*

CALCULO DEL PORCENTAJE DE AREA EQUIVALENTE AFECTADA (%Ae)							
Clase	Tipo de Deterioro	Simbolo	Severidad	PI	FNS	%Aai	% Ae
Deformaciones	Ahuellamiento	AH	M	1.20	1.15	1.065	1.470
	Depresiones	DA	B	1.00	1.00	0.542	0.542
Desprendimientos	Perdida de Arena	PA	M	1.00	1.15	5.475	6.296
Fracturamientos	Fracturamiento de Confinamiento Externo	CE	M	1.20	1.15	0.280	0.386

**Tabla 47**  
**Cálculo del Índice de Condición Funcional – ICF**  
**TRAMO II (2)**

CALCULO DEL INDICE DE CONDICION FUNCIONAL ICF												
Clase	Tipo de Deterioro	Simbolo	FCi	PI	%Ae	% Area equivalente Afectada FA					FAi	FCi *FAi
						0	5	10	15	>15		
Deformaciones	Ahuellamiento	AH	48	1.20	2.011	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00	0.201	10
	Depresiones	DA		1.00								
Desprendimientos	Perdida de Arena	PA	9	1.00	6.296	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00	0.526	5
Fracturamientos	Fracturamiento de Confinamiento Externo	CE	10	1.20	0.386	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00	0.039	0
									S(FCi x FAi)		=	15

<b>ICF = 100 - S(FC x FA) =</b>	<b>85</b>
---------------------------------	-----------

**Tabla 48**

**Matriz para el cálculo del ICP – Tramo II (2)**

Clasificación del ICP		Rangos del ICF				
		86-100	71-85	41-70	21-40	0-20
Rango del ICE	86-100	5	4	4	3	2
	71-85	4	4	3	3	2
	41-70	4	3	3	2	1
	21-40	3	3	2	2	1
	0-20	2	2	1	1	1

**ICP = 4**

**Tabla 49**

**Resultados de Patología encontradas en la Calle 11 – TRAMO II (2)**

TRAMO	TIPO DE PATOLOGIA	SIMBOLO	AREA AFECTADA (M2)	PORCENTAJE DE AREA AFECTADA
CALLE 11 TRAMO II (2)	Ahuellamiento	AH	6.39	1.065 %
	Depresiones	DA	3.25	0.542 %
	Perdida de Arena	PA	32.85	5.475 %
	Fracturamiento	FA	4.30	0.717 %
	Fracturamiento de Confinamiento Externo	CE	1.68	0.28 %
	No Afectado	N.A	551.53	91.921 %
	Total			600.00

#### **4.1.3. Resultados Obtenidos en la Calle 5 del Asentamiento Humano José Olaya**

##### **TRAMO III**

El Tramo analizado se encuentra en la Calle 5 la cual comprende tres Manzanas E, G y I

La Calle analizada presenta un Pavimento Intertrabado con una longitud de 213.19 m y ancho de 6.00 m. Teniendo un Área Total de 1279.14 m<sup>2</sup>. La calle en estudio se dividió en Dos Tramos ya que la longitud del Pavimento es mayor a 100 m.

En la inspección visual se observó que el pavimento presenta patologías tales como: Abultamiento, Ahuellamiento, Desgaste Superficial, Escalonamiento Entre Adoquines y Juntas Abiertas

Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo son: abultamiento y Desgaste Superficial, ya que presentan áreas pequeñas en comparación al área analizada

También se encontraron fallas con nivel de severidad medio tales como Escalonamiento Entre Adoquines y Juntas Abiertas.

La falla que más influye en el deterioro del pavimento es Ahuellamiento por ser una falla estructural.

El análisis se realizó para saber el Nivel de Servicio en la que se encuentra la Calle 5, se obtuvo los resultados del Tramo III (1) ya que en el Tramo III (2) no se encontró ninguna patología.

#### 4.1.3.1.Resultados del Tramo III (1) - Calle 5

**TRAMO III (1) : 00.00 – 100.0 m**

Longitud : 100.00 m

Ancho : 6.00 m

Área : 600.00 m<sup>2</sup>

#### CALCULO DEL INDICE DE CONDICION ESTRUCTURAL ICE

*Tabla 50*

*Calculo del Porcentaje de Área Afectada – ICE*

*TRAMO III (1)*

CALCULO DEL PORCENTAJE DE AREA AFECTADA (%Aai)						
Clase	Tipo de Deterioro	Simbolo	Severidad	Aai	At	%Aai
Deformaciones	Abultamiento	BA	B	3.78	600.0	0.630
	Ahuellamiento	AH	A	8.20	600.0	1.367

*Tabla 51*

*Calculo del Porcentaje de Área Equivalente Afectada – ICE*

*TRAMO III (1)*

CALCULO DEL PORCENTAJE DE AREA EQUIVALENTE AFECTADA (%Ae)							
Clase	Tipo de Deterioro	Simbolo	Severidad	PI	FNS	%Aai	% Ae
Deformaciones	Abultamiento	BA	B	1.20	1.15	0.630	0.869
	Ahuellamiento	AH	A	1.20	1.30	1.367	2.132

**Tabla 52**  
**Cálculo del Índice de Condición Estructural – ICE**  
**TRAMO III (1)**

CALCULO DEL INDICE DE CONDICION ESTRUCTURAL ICE												
Clase	Tipo de Deterioro	Simbolo	FCi	PI	%Ae	% Area equivalente Afectada FA					FAi	FCi *FAi
						0	5	10	15	>15		
Deformaciones	Abultamiento	BA	48	1.20	3.001	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00	0.300	14
	Ahuellamiento	AH		1.20								
									S(FCi x FAi)	=	14	

<b>ICE = 100 - S(FC x FA) = 86</b>
------------------------------------



**CALCULO DEL INDICE DE CONDICION FUNCIONAL ICF**

**Tabla 53**  
**Cálculo del Índice de Condición Estructural – ICF**  
**TRAMO III (1)**

<b>CALCULO DEL PORCENTAJE DE AREA AFECTADA (%Aai)</b>						
<b>Clase</b>	<b>Tipo de Deterioro</b>	<b>Simbolo</b>	<b>Severidad</b>	<b>Aai</b>	<b>At</b>	<b>%Aai</b>
Deformaciones	Abultamiento	BA	B	3.78	600.00	0.630
	Ahuellamiento	AH	A	8.20	600.00	1.367
Desprendimientos	Desgaste Superficial	DS	B	35.20	600.00	5.867
Otros Deterioros	Escalonamiento Entre Adoquines	EA	M	14.23	600.00	2.372
	Juntas Abiertas	JA	M	7.75	600.00	1.292

**Tabla 54**  
**Cálculo del Porcentaje de Área Equivalente Afectada – ICF**  
**TRAMO III (1)**

<b>CALCULO DEL PORCENTAJE DE AREA EQUIVALENTE AFECTADA (%Ae)</b>							
<b>Clase</b>	<b>Tipo de Deterioro</b>	<b>Simbolo</b>	<b>Severidad</b>	<b>PI</b>	<b>FNS</b>	<b>%Aai</b>	<b>% Ae</b>
Deformaciones	Abultamiento	BA	M	1.20	1.25	0.630	0.945
	Ahuellamiento	AH	B	1.20	1.00	1.367	1.640
Desprendimientos	Desgaste Superficial	DS	B	1.10	1.00	5.867	6.453
Otros Deterioros	Escalonamiento Entre Adoquines	EA	M	1.20	1.25	2.372	3.558
	Juntas Abiertas	JA	M	1.00	1.15	1.292	1.485

**Tabla 55**  
**Cálculo del Índice de Condición Funcional – ICF**  
**TRAMO III (1)**

CALCULO DEL INDICE DE CONDICION FUNCIONAL ICF												
Clase	Tipo de Deterioro	Simbolo	FCi	PI	%Ae	% Area equivalente Afectada FA					FAi	FCi *FAi
						0	5	10	15	>15		
Deformaciones	Abultamiento	BA	48	1.20	2.585	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00	0.259	12
	Ahuellamiento	AH		1.20								
Desprendimientos	Desgaste Superficial	DS	9	1.10	6.453	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00	0.645	6
Otros Deterioros	Escalonamiento Entre Adoquines	EA	23	1.20	5.043	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00	0.501	12
	Juntas Abiertas	JA		1.00								
									S(FCi x FAi)	=	30	

<b>ICF = 100 - S(FC x FA) =</b>	<b>70</b>
---------------------------------	-----------

**Tabla 56**

**Matriz para el cálculo del ICP – Tramo III (1)**

Clasificación del ICP		Rangos del ICF				
		86-100	71-85	41-70	21-40	0-20
Rango del ICE	86-100	5	4	④	3	2
	71-85	4	4	3	3	2
	41-70	4	3	3	2	1
	21-40	3	3	2	2	1
	0-20	2	2	1	1	1

**ICP = 4**

**Tabla 57**

**Resultados de Patología encontradas en la Calle 5 – TRAMO III (1)**

TRAMO	TIPO DE PATOLOGIA	SIMBOLO	AREA AFECTADA (M2)	PORCENTAJE DE AREA AFECTADA
CALLE 5 TRAMO III (1)	Abultamiento	BA	3.78	0.63 %
	Ahuellamiento	AH	8.20	1.367 %
	Desgaste Superficial	DS	35.20	5.867 %
	Escalonamiento Entre Adoquines	EA	14.23	2.372 %
	Juntas Abiertas	JA	7.75	1.292 %
	No Afectado	N.A	530.84	88.472 %
	Total			600.00

## 4.2. Análisis de resultado

### 4.2.1. Análisis de Resultado del Tramo I

De acuerdo a los cálculos realizados indican que el ICP = 5 lo cual indica según la Tabla 25 (Nivel de Servicio y Categorías de Acción del ICP), que el Pavimento se encuentra en una condición Muy Buena y que el nivel de comodidad y seguridad percibida por los usuarios es satisfactoria. Se presentan pequeños daños que no afectan significativamente la circulación de los pobladores y pueden ser evitados o corregidos con el mantenimiento del Pavimento.

### 4.2.2. Análisis de Resultado del Tramo II

El Tramo II se dividió en tres partes para su mejor análisis. En el estudio realizado se presentaron Patologías en los Tramos II (1) y en el Tramo II (2), en el Tramo II (3) no se presentaron patologías.

El promedio de los resultados obtenidos para indicar el estado que se encuentra el Tramo II (1) Y Tramo (2) se presentan en la siguiente Tabla 58:

**Tabla 58**

**Resumen del Índice de Condición del Pavimento (ICP) del Tramo II**

TRAMO		AREA AFECTADA (M <sup>2</sup> )	AREA TOTAL (M <sup>2</sup> )	ICE	ICF	ICP
TRAMO II	Tramo II (1)	105.47	633.60	76	70	3
	Tramo II (2)	48.47	600.00	84	85	4
	TOTAL	153.94	933.60	160	155	7
	<b>PROMEDIO</b>			<b>80</b>	<b>78</b>	<b>4</b>

Determinando que de acuerdo a los cálculos realizados indican que el ICP del Tramo II es igual a 4, lo cual indica según la Tabla 25 (Nivel de Servicio y Categorías de Acción del ICP), que el Pavimento se encuentra en una condición Buena, la circulación es cómoda. Se presentan daños localizados en etapa de iniciación.

#### **4.2.3. Análisis de Resultado del Tramo III**

De acuerdo a los cálculos realizados al Tramo III indican que el ICP = 4. Lo cual indica según la Tabla 25 (Nivel de Servicio y Categorías de Acción del ICP), que el Pavimento se encuentra en una condición Buena, la circulación es cómoda. Se presentan daños localizados en etapa de iniciación.

## V. Conclusiones

El trabajo realizado presenta la evaluación de las patologías encontradas en el Pavimento Intertrabado, de las Calles 5,7 y 11 del Asentamiento Humano José Olaya y de acuerdo a la evaluación realizado, cálculos correspondientes y determinando el grado de severidad en que estas influyen en el deterioro del Pavimento, se determinó el estado en que se encuentra. Obtuvimos los resultados usando el método del ICP

Concluyendo que:

1. La condición del Pavimento de la Calle 7 del Asentamiento Humano José Olaya, la cual comprende el Tamo I se encuentra en un estado Muy Bueno, ya que las patologías que afectan a este tramo están en un nivel de severidad bajo.
2. En la Calle 11 se determinó que el Índice de Condición del Pavimento es 4 lo cual indica que el pavimento se encuentra en condición Buena. Los daños presentes en esta Calle se encuentra en etapa de iniciación.
3. En la Calle 5 la condición del Pavimento es buena. Presenta daños con un grado de severidad baja. Pero si no se hace el mantenimiento correspondiente el grado de severidad puede aumentar.

El pavimento Intertrabado del Asentamiento Humano José Olaya, Distrito, Provincia y Departamento de Piura, se encuentra en una condición Buena, la circulación es cómoda y presenta daños localizados en etapa de iniciación, que sin el mantenimiento rutinario correspondiente estos daños pueden aumentar el grado de severidad.

El pavimento intertrabado presenta Patologías como: Abultamiento con un porcentaje de área afectada de 0.63 %, Ahuellamiento 5.074%, Depresiones 1.296 %, Desgaste Superficial 11.715 %, Perdida de Arena 12.217%, Fracturamiento 1.924 %, Fracturamiento de Confinamientos Externos 0.28%, Fracturamiento de Confinamiento Interno 0.914%, Escalonamiento Entre Adoquines 4.14 % y Juntas Abiertas 1.292%.

La reparación para cada uno de estos daños será de acuerdo al tipo de patología que haya ocasionado el deterioro en el pavimento.

### **Aspectos complementarios**

- 1.** Se recomienda hacer mantenimiento rutinario, para así poder reparar los daños existentes y prevenir futuros daños que puedan ocasionar el deterioro del pavimento Intertrabado del Asentamiento Humano José Olaya, Distrito, Provincia y Departamento de Piura.
- 2.** Se recomienda un estudio detallado de cada patología que afecta al pavimento y los factores que influyen en el deterioro de este. Para así poder encontrar la causa principal y hacer la propuesta correspondiente y adecuada para corregir el daño.
- 3.** Se recomienda hacer un estudio detallado para poder determinar las causas que producen tipos de patologías como Ahuellamientos, Desgastes Superficial y Perdidas de Arena, que son los que afectan el funcionamiento del pavimento en mayor grado de severidad.

### **Referencias bibliográficas**

1. Higuera Sandoval, Carlos Hernando y Pacheco Merchán, Oscar Fabián (2010). “Patología de Pavimento Articulado”
2. Armijos Cuenca, Víctor Fabián (2011) “Estudio del diseño estructural y constructivo de pavimentos articulados en base a bloques de asfalto”
3. Timoteo Gordillo (2012) “Adoquines Intertrabados”, director técnico de la Asociación Argentina del Bloque de Hormigón.
4. Miranda Ortiz, Ricardo (2012) “Bases hacia el desarrollo sostenible: ventajas y aplicaciones de los pavimentos de adoquines de concreto en centros históricos y alrededores de las principales ciudades y aeropuertos de la macro región sur como una alternativa de pavimento durable y resistente, Perú – 2102”
5. Rodríguez Velásquez, Edgar (2009). “Cálculo del Índice de Condición del Pavimento Flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla”
6. PCI (Índice de Condición de Pavimento).
7. Olguín Noriega, Arturo Rafael. “ I Seminario Nacional de Tecnologías Aplicada en Infraestructura Vial” – Diseño de Pavimentos con Adoquines de Concreto
8. Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma Técnica CE-010 Pavimentos Urbanos.
9. Departamento de Promoción y Servicios Técnicos (PCR S.A.).
10. Luis Ricardo Vásquez Varela; ingeniero civil. Especialista en vías y transporte. Universidad de Colombia. Fuente de las fallas en pavimentos flexibles y asfálticos reproducidas del original.



## ANEXOS

### Anexo 01: Plano del área en estudio.

Grafico 27

Plano del Área en Estudio



Fuente: Propia



Calle 11



Calle 7



Calle 5

**Anexo 02: Fotografías tomadas en el área de estudio.**

**Grafico 28**

**Fotografía 01: Ahuellamiento**



*Fuente: (Propia). En el grafico 28 se puede visualizar el pavimento en mal estado por causa de una patología de ahuellamiento con un grado de severidad media.*

**Grafico 29**

**Fotografía 02: Escalonamiento Entre Adoquines**

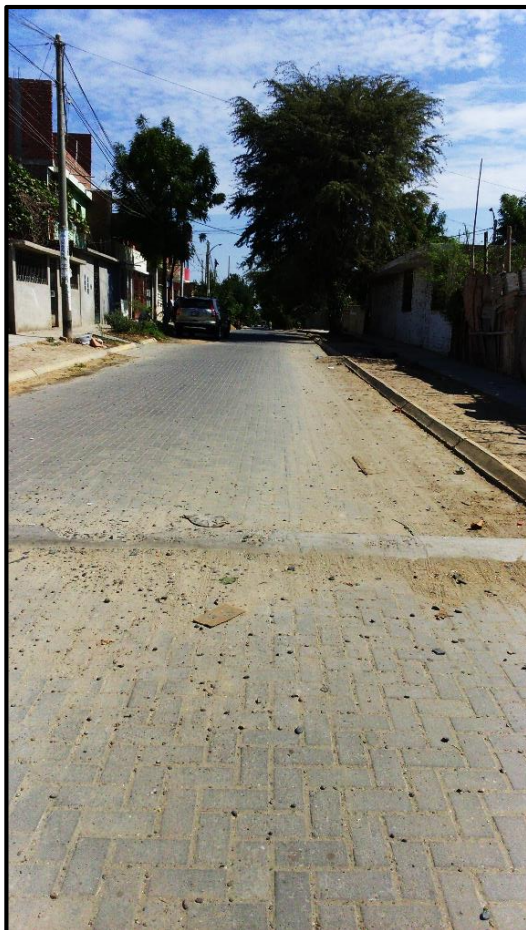


*Fuente: (Propia). En el grafico 29 se observa un cambio brusco de nivel entre hiladas de adoquines la cual da origen a la patología de Escalonamiento Entre Adoquines con una severidad media, ya que tiene una altura de desnivel de 1 cm.*



**Grafico 30**

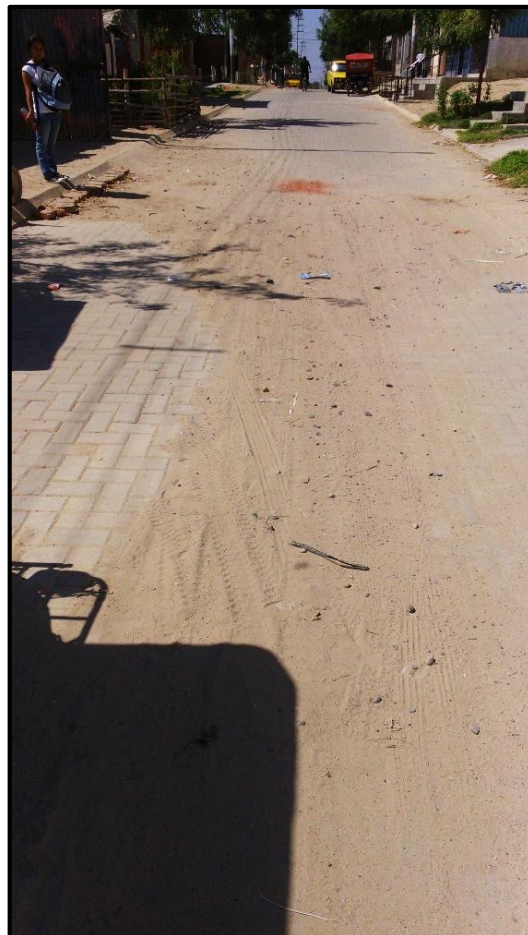
**Fotografía 03: Desgaste Superficial**



*Fuente: (Propia). Fotografía de la Calle 5 la cual se encuentra deteriorada por Causa del tipo de patología llamada Desgaste Superficial.*

**Grafico 31**

**Fotografía 04: Ahuellamiento**



*Fuente: (Propia). En la fotografía se puede visualizar que el pavimento se encuentra en mal estado debido a que Presenta Ahuellamiento con grado de Severidad alta*

**Grafico 32**

**Fotografía 05: Ahuellamiento**



*Fuente: (Propia). El Pavimento presenta una Patología de tipo Hundimiento posiblemente causado por las cargas del tránsito.*

**Grafico 33**

**Fotografía 06: Depresiones**



*Fuente: (Propia). En la fotografía se visualiza un hundimiento de forma circular o semejante a ella, sin pérdida de material, lo cual da origen al tipo de patología de Depresiones.*



**Grafico 34**

**Fotografía 07: Desplazamiento de Juntas**



*Fuente: (Propia): En la imagen se muestra que los adoquines están apartados de su alineamiento inicial*

**Grafico 35**

**Fotografía 08: Desgaste Superficial**



*Fuente: (Propia). En la imagen se visualiza la perdida de finos en la superficie del adoquín, creando una figura superficial rugosa*



**Grafico 36**

**Fotografía 09: Ahuellamiento**



*Fuente: (Propia): En la imagen se muestra una patología tipo Ahuellamiento causada por las cargas de tránsito de una moto taxi que es estacionada constantemente en dicha zona.*

**Grafico 37**

**Fotografía 10: Escalonamiento Entre Adoquines**



*Fuente: (Propia). En la imagen se visualiza la patología tipo Escalonamiento Entre Adoquines*