

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - SEDE JAÉN

EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA
CALLE LAS BEGONIAS DE LA URBANIZACIÓN LAS FLORES DE LA CIUDAD
DE JAÉN

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ASESOR

ING. MANUEL URTEAGA TORO

PRESENTADO POR EL BACHILLER

QUINDE SAAVEDRA JAVIER ANGEL

JAÉN - CAJAMARCA - PERÚ

2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL – SEDE JAÉN

**EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA
CALLE LAS BEGONIAS DE LA URBANIZACIÓN LAS FLORES DE LA CIUDAD
DE JAÉN**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ASESOR

ING°. MANUEL URTEAGA TORO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

QUINDE SAAVEDRA JAVIER ANGEL

JAÉN, CAJAMARCA - PERÚ

2013

DEDICATORIA

A dios

Por darme una madre terrenal tan hermosa, porque aunque me hubiese gustado disfrutar más tiempo de ella, fue el regalo más lindo que me pudo dar. Por no soltar mi mano y dejarme rendir cuando sentía que ya no había fuerzas para continuar, porque el viaje fue duro pero Dios siempre me acompañó y hoy sé que siempre estará conmigo.

A mis padres

Andrés Alejandro, por todos sus esfuerzos realizados para sacarnos adelante, por los valores inculcados.

Marina Lupita, por ser el ángel que ilumina mi sendero, por inculcarme desde niño valores y enseñarme que siempre sale el sol y que nunca me debo rendir, por enseñarme a ser fuerte, por darme todo lo que necesitaba para ser feliz, por su entrega total y sobre todo por amarme como me amó y por no dejarme nunca solo, porque ella me enseñó que el verdadero amor va más allá de la muerte y que no tiene límites.

A mis hermanos

Elard, Isela, Andrés y Cesar, por su apoyo incondicional, por ser mi impulso para no rendirme y querer ser mejor cada día. A mi cuñada Elita, por estar siempre con mi familia en todo momento y a mi Sobrino Piero quien es mi motivación, inspiración y felicidad.

A mis amigos

Especialmente a Karem Castillo Correa y a los padres de mi gran amigo Segundo Díaz Duarez, por permanecer a mi lado en todo momento, por sus consejos y por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme haber llegado a una de mis metas trazadas, a mis padres, en especial a mi madre Marina Lupita Saavedra Baique a quien debo este triunfo profesional, por haberme apoyado toda mi vida en especial a lo largo de mi carrera profesional.

A mis hermanos por estar siempre a mi lado, a mi estimado asesor, mentor y amigo Manuel Urteaga Toro por su tiempo, apoyo y dedicación para la elaboración de mi tesis y a mis amigos incondicionales con los cuales compartimos momentos inolvidables dentro de nuestra alma mater UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA.

MUCHAS GRACIAS

ÍNDICE

Contenido	Página
DEDICATORIAS	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.1.1. Antecedentes internacionales	1
1.1.2. Antecedentes nacionales	3
1.1.2. Antecedentes locales	5
1.2. Bases teóricas.....	6
1.2.1. Pavimento.....	6
1.2.2. Pavimento rígido.....	8
1.2.3. Fallas de pavimento rígido.....	10
1.2.3.1. Grietas.....	10
1.2.3.2. Deformaciones.....	11
1.2.3.3. Pérdida de capas estructurales.....	12

1.2.3.4. Daños superficiales	13
1.2.4. Evaluación de pavimentos	14
1.2.5. Importancia de evaluación de pavimentos	14
1.2.6. Objetividad en la evaluación de pavimentos	15
1.2.7. Curva de comportamiento de pavimentos.....	15
1.2.8. Tipos de evaluación de pavimentos	16
1.2.8.1. VIZIR.....	16
1.2.8.2. FHWA / OH99 / 004	17
1.2.8.3. ASTM D 6433-99.....	17
1.2.9. Evaluación de la condición de un pavimento.....	17
1.2.10. Índice de condición del pavimento (PCI- pavement condition index)....	18
1.2.11. Procedimiento de evaluación de la condición de un pavimento.....	19
1.2.12. División del pavimento en unidades de muestra.....	20
1.2.13. Esclerómetro.....	22
1.3. Definición de términos básicos.....	26
CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
2.1. Localización.....	29
2.1.1. Tiempo en que se realizó la investigación.....	29
2.2. Materiales y equipos.....	30
2.3. Diseño metodológico.....	30
2.3.1. Fase inicial de gabinete.....	30
2.3.1.1. Población y muestra.....	30

2.3.1.2. Objetivo general.....	31
2.3.1.3. Hipótesis.....	31
2.3.1.4. Contrastación de la hipótesis.....	31
2.3.1.5. Operacionalización de las variables.....	32
2.3.1.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
2.3.2. Trabajo de campo.....	33
2.3.2.1. Procedimiento para la toma de datos.....	33
2.3.2.1.1. Cálculo del PCI de las unidades de muestreo.....	33
2.3.2.1.2. Cálculo del PCI para pavimentos con superficie de concreto.....	33
2.3.3. Fase final de gabinete.....	35
2.3.3.1. Análisis de datos.....	35
CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
3.1. Determinación del índice de estado del pavimento rígido.....	36
CAPITULO IV. CONCLUSIONES.....	60
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	62
ANEXOS.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA		PÁGINA
Tabla 1.	Rangos de clasificación del PCI	18
Tabla 2.	Definición operacional de variables	32
Tabla 3.	Hoja de registro en vías de pavimento rígido de la cuadra 1	36
Tabla 4.	Cálculo del índice de condición del pavimento de la cuadra 1	37
Tabla 5.	Cálculo de densidades de cada una de las fallas en la cuadra 1	38
Tabla 6.	Cálculo de densidades de las fallas más severas en la cuadra 1	39
Tabla 7.	Hoja de registro en vías de pavimento rígido de la cuadra 2	40
Tabla 8.	Cálculo del índice de condición del pavimento de la cuadra 2	41
Tabla 9.	Cálculo de densidades de cada una de las fallas en la cuadra 2	42
Tabla 10.	Cálculo de densidades de las fallas más severas en la cuadra 2	43
Tabla 11.	Hoja de registro en vías de pavimento rígido de la cuadra 3	44
Tabla 12.	Cálculo del índice de condición del pavimento de la cuadra 3	45
Tabla 13.	Cálculo de densidades de cada una de las fallas en la cuadra 3	46
Tabla 14.	Hoja de registro en vías de pavimento rígido de la cuadra 4	47
Tabla 15.	Cálculo del índice de condición del pavimento de la cuadra 4	48
Tabla 16.	Cálculo de densidades de cada una de las fallas en la cuadra 4	49
Tabla 17.	Calculo de la resistencia a la compresión de la cuadra 1	54
Tabla 18.	Calculo de la resistencia a la compresión de la cuadra 2	55

Tabla 19.	Calculo de la resistencia a la compresión de la cuadra 3	56
Tabla 20.	Calculo de la resistencia a la compresión de la cuadra 4	57
Tabla 21.	Hoja de registro en vías de pavimento rígido	65
Tabla 22.	Dimensiones de los lados del descascaramiento	72
Tabla 23.	Valores deducidos de grietas de esquina	74
Tabla 24.	Valores deducidos de grietas diagonales longitudinales y transversales	75
Tabla 25.	Valores deducidos del daño del sello de la junta	76
Tabla 26.	Valores deducidos del descascaramiento de esquina	77
Tabla 27.	Valores deducidos del desconchamiento	78
Tabla 28.	Valores deducidos del parche grande	79
Tabla 29.	Valores deducidos del parche pequeño	80
Tabla 30.	Valores deducidos del pulimento de agregados	81

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
Figura 1.	Esquema de un esclerómetro.	23
Figura 2.	Mapa del Perú y del departamento de Cajamarca donde se encuentra ubicada la ciudad de Jaén	29
Figura 3.	Fotografía aérea de la Calle las Begonias en la ciudad de Jaén.	30
Figura 4.	Porcentaje de densidades de cada una de las fallas en la cuadra 1.	38
Figura 5.	Porcentaje de densidades de las fallas más severas en la cuadra 1.	39
Figura 6.	Porcentaje del índice de condición del pavimento de la cuadra 1.	40
Figura 7.	Porcentaje de densidades de cada una de las fallas en la cuadra 2.	42
Figura 8.	Porcentaje de densidades de las fallas más severas en la cuadra 2.	43
Figura 9.	Porcentaje del índice de condición del pavimento de la cuadra 2.	44
Figura 10.	Porcentaje de densidades de cada una de las fallas en la cuadra 3.	46
Figura 11.	Porcentaje del índice de condición del pavimento de la cuadra 3.	47
Figura 12.	Porcentaje de densidades de cada una de las fallas en la cuadra 4.	49
Figura 13.	Porcentaje del índice de condición del pavimento de la cuadra 4.	50
Figura 14.	Porcentaje del índice de condición del pavimento de las 4 cuadras.	50
Figura 15.	Gráfica de los valores deducidos de grietas de esquina	74
Figura 16.	Gráfica de los valores deducidos de grietas diagonales, longitudinales y transversales	75

Figura 17.	Grafica de los Valores deducidos del descascaramiento de esquina	77
Figura 18.	Grafica de los valores deducidos del desconchamiento	78
Figura 19.	Grafica de los valores deducidos del parche grande	79
Figura 20.	Grafica de los valores deducidos del parche pequeño	80
Figura 21.	Grafica de los valores deducidos del pulimento de agregados	81
Figura 22.	Grieta de esquina de severidad media (M)	82
Figura 23.	Grieta de esquina de severidad alta (A)	82
Figura 24.	Grieta diagonal de severidad media (M)	83
Figura 25.	Grieta longitudinal de severidad media (M)	83
Figura 26.	Grieta longitudinal de severidad alta (A)	84
Figura 27.	Grieta transversal de severidad media (M)	84
Figura 28.	Grieta transversal de severidad alta (A)	85
Figura 29.	Daño del sello de la junta de severidad media (M)	85
Figura 30.	Descascaramiento de esquina de severidad baja (B)	86
Figura 31.	Desconchamiento de severidad alta (A)	86
Figura 32.	Parche grande de severidad media (M)	87
Figura 33.	Parche pequeño de severidad media (M)	87
Figura 34.	Pulimento de agregado de severidad media (M)	88

Figura 35.	Esclerómetro	88
Figura 36.	Trabajo de campo con el esclerómetro en la cuadra 1	89
Figura 37.	Trabajo de campo con el esclerómetro en la cuadra 2	89
Figura 38.	Trabajo de campo con el esclerómetro en la cuadra 3	90
Figura 39.	Trabajo de campo con el esclerómetro en la cuadra 4	90

RESUMEN

La urbanización las flores, perteneciente a la ciudad de Jaén cuenta con la totalidad de sus calles pavimentadas, de las cuales por el uso y la antigüedad de las mismas se van deteriorando y no cuentan con un mantenimiento adecuado. Ante la necesidad de lograr que nuestras construcciones en la ciudad de Jaén se desarrollen con la calidad correspondiente, es necesario evaluar el estado de la condición actual de los pavimentos y la determinación del número de deficiencias más comunes que afectan a la durabilidad de las mismas. La presente tesis tiene como objetivo evaluar las principales deficiencias de la estructura actual del pavimento rígido aplicando el método PCI para determinar el Índice de Condición de Pavimento de la Calle las Begonias. Cuatro cuadras de pavimento rígido han sido estudiadas a detalle para identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la vía. La evaluación se realizó utilizando hojas de registro del método PCI, además de la estadística según los datos del nivel de severidad en cada tipo de falla, de esta manera se concluye que el tipo de falla que más afecta a la Calle las Begonias son las grietas longitudinales, transversales, parches y desconchamiento, que nos resulta un pavimento de estado regular, con un PCI ponderado igual a 46.36%.

Palabras clave: deficiencias, severidad, estructura, pavimento rígido, índice de condición de pavimento.

ABSTRACT

Urbanization the flowers, belonging to the city of Jaén account with all of its paved streets, of which by the use and the seniority of the same are deteriorating and do not have a proper maintenance. Faced with the need to ensure that our buildings in the city of Jaén are developed with the corresponding quality, it is necessary to assess the status of the current condition of the pavements and the determination of the number of most common deficiencies that affect the durability of the same. This thesis aims at assessing the main shortcomings of the current structure of the rigid paving by applying the method to determine the PCI Index of Condition of pavement the Begonias. Four blocks from rigid pavement have been studied in detail to identify shortcomings and quantify the status of the track. The evaluation was carried out using record sheets of PCI method, in addition to the statistical data according to the level of severity in each type of failure, in this way it is concluded that the type of failure that most affects the street the Begonias are longitudinal cracks, transverse, and flaking patches, that we find it a pavement of steady state, with a weighted PCI equal to 46.36 %.

Key Words: deficiencies, severity, structure, rigid pavement, condition index of pavement.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más serios que vivimos en la ciudad de Jaén, es el mal estado en que se encuentran la mayor parte de los pavimentos urbanos. Cualquiera que sea el tipo de pavimento; ya sea flexible, rígido o mixto, es frecuente encontrar en ellos fisuras, depresiones y baches que dificultan el tránsito normal de los vehículos que circulan en nuestra ciudad.

No se puede hablar de una causa única del deterioro de las pistas. Las fallas que afectan al pavimento se producen por múltiples factores: podría ser el resultado de un mal diseño del paquete estructural, de la mala calidad de los materiales, de errores constructivos, de un deficiente sistema de drenaje en caso de precipitaciones, del efecto de solicitaciones externas como carga vehicular y agentes climáticos, entre otros.

Pero el principal problema consiste en que no se lleva a cabo un mantenimiento adecuado ni se toma en cuenta el plan de vida de la vía, es decir, no se evalúa el comportamiento del pavimento con el paso del tiempo y sólo se interviene cuando el deterioro del pavimento es grave.

Para identificar qué técnicas de mantenimiento y reparación son las adecuadas para mejorar la serviciabilidad del pavimento; se debe en primer lugar, evaluar la vía y conocer el estado real en que se encuentra. Para ello, existen varios métodos de evaluación superficial de pavimentos, uno de ellos es el Método PCI

(Pavement Condition Index), que va a ser estudiado y aplicado en la presente tesis.

El Método PCI consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de mediciones e inspecciones visuales, identificando clase, severidad y cantidad de fallas encontradas. Con la información de campo obtenida durante la auscultación vial, y siguiendo la metodología indicada en el PCI, se calcula un índice que cuantifica el estado en que se encuentra el pavimento analizado, es decir, señala si el pavimento está fallado, si es malo, muy malo, regular, si es bueno, muy bueno o excelente.

El objetivo general de la presente investigación fue evaluar las principales deficiencias de la estructura actual del pavimento rígido de la Calle las Begonias de la urbanización las Flores de la Ciudad de Jaén, detectando los deterioros del pavimento como son grietas, deformaciones, pérdida de capas estructurales, daños superficiales, con la finalidad de elaborar una propuesta de mejora de la calle en estudio de manera que las reparaciones resultantes correspondan a trabajos de conservación o reparación menor, y no de reconstrucción.

Con esta investigación en la que se ha aplicado la metodología del PCI, podrá servir luego para identificar la técnica adecuada para su recuperación y respectivo mantenimiento, temas que no han sido tocados en la tesis, pero que podrían desarrollarse a partir de ella.

CAPITULO I. MARCO TEÓRICO:

1.1. Antecedentes

1.1.1. Antecedentes internacionales

En la investigación que se presenta a continuación, se realizó una descripción del estado de arte de los pavimentos rígidos a nivel internacional. Luego de investigar varias metodologías para la cuantificación del estado actual de un pavimento se ha decidido aplicar la que se encuentra estandarizado por medio de la norma ASTM D 6433, "Standart Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys", o más conocido por sus siglas en ingles PCI (Present Condition Index). El Índice de Condición del Pavimento (PCI), fue desarrollado entre los años 1974 a 1976 por el Cuerpo de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos y ejecutado por los Ingenieros Srs. Mohamed Y. Shahin, Michael L. Darter y Starr D. Kohn, con el objeto de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles a través del PCI.

En la investigación que se hizo en Ecuador hace algunos años, pretende mostrar un método de cuantificación de los deterioros superficiales existente en algunas calles de la Ciudad de Loja, luego de haber investigado varias metodologías para la cuantificación del estado actual de un pavimento se decidió aplicar la que se encuentra estandarizado por medio de la norma ASTM D 6433 o más conocido por sus siglas en ingles PCI (Pavement Condition Index), en la que se llegó a la conclusión que en la Avenida Manuel Carrión, una vez realizada la evaluación el índice de condición de pavimento (PCI) promedio entre los dos lados es 51, de esta manera, la calzada de la avenida, se encuentra en un estado regular indicando que en esta vía se deberá considerar una rehabilitación por lo menos

con bacheo en las zonas más críticas; en la calle Marcelino Champagnate, el Índice de condición de pavimento (PCI) es 51, por lo tanto, la calzada tendrá una clasificación regular, siendo necesario considerar una rehabilitación para incrementar el periodo de funcionamiento antes de que se produzcan deterioros mayores; la estación Norte del Sistema Integrado de Transporte (SITU), el índice de condición de pavimento (PCI) es 91, por lo tanto el estado de la superficie es excelente. Vale mencionar que esta estación no se encuentra expuesta a las cargas de tráfico por el momento, pese a esto, ya presenta una degradación temprana de la superficie; la estación Sur del Sistema Integrado de Transporte (SITU) se encuentra expuesta a las cargas diarias de tráfico de los buses y cuenta con un índice de condición de pavimento (PCI) de 89 que es una clasificación excelente (Armijos 2009).

Se ha hecho investigaciones donde se realizó algunas pruebas, cuyas finalidades más importantes fueron las de definir en qué consisten la falla de un pavimento y de relacionar las variables de diseño como son tránsito, clima, materiales, etc. con el comportamiento del propio pavimento. Fue así como se estableció el principio de que la función básica del pavimento la constituye el permitir un tránsito adecuado de vehículos sobre la carretera. Las fallas en los pavimentos las originan, las acciones que ejercen directa o indirectamente sobre ellos, los factores siguientes: La repetición de las cargas, los agentes del clima, el peso propio de las capas que constituyen la estructura conjunta de la obra. (American Association State Highway Officials 1962)

En este trabajo se encuentra la evaluación de la condición del pavimento, realizado sobre dos tramos de la cuadra 19 de Armenia salida a Pereira, cuyos

puntos de referencia son el Museo Quimbaya y la CRQ (Corporación Regional del Quindío), el tramo 1 es el pavimento flexible, el flujo es de Pereira hacia Armenia y el tramo 2 es pavimento rígido, el flujo es de Armenia hacia Pereira. El objetivo principal es comparar los resultados de la evaluación superficial de la capa de rodadura flexible en el tramo escogido mediante las metodologías PCI Y VIZIR y aplicar el método PCI a la capa de rodadura rígida en el tramo escogido, donde se llegó a los siguientes resultados para el tramo 1 pavimento flexible la falla que más afecto fue el pulimento de agregados donde arrojó una calificación promedio de 53.55 % REGULAR (por PCI) y 3 REGULAR (por VIZIR) y Para el tramo 2 pavimento rígido aunque se presentaron daños significativos en algunas de las losas como parches grandes mayores a 0.45 m² en mal estado y losas divididas Arrojó una calificación de 86.9 EXCELENTE, apreciación benévola para este tramo aunque se presentaron daños no fueron lo suficientemente significativos como para influenciar en la calificación (Cerón 2006).

1.1.2. Antecedentes nacionales

A nivel nacional encontramos en muchas de las ciudades deterioros de los pavimentos rígidos tales como grietas, desgaste superficial entre otros y que en la actualidad de la construcción no se cuentan con buenos materiales y una buena dosificación, es por eso hago una breve descripción continuación de antecedentes nacionales.

En el departamento de Piura se hizo una investigación que tuvo como objetivo aplicar el método PCI que consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando clase, severidad y

cantidad de fallas encontradas en la Av. Luis Montero. Mil doscientos metros lineales de pista han sido estudiados a detalle para identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la vía, se concluye que la Av. Luis Montero tiene un pavimento de estado regular, con un 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. La mayoría de fallas fueron fallas de tipo funcional, que no afectan al tránsito normal de vehículos (Rodríguez 2009).

El barrio Centenario perteneciente al distrito de Independencia - Provincia de Huaraz cuenta con la totalidad de sus calles pavimentadas, de los cuales por el uso y la antigüedad de las mismas se van deteriorando y no cuentan con un mantenimiento adecuado. La investigación se realizó utilizando fichas del Método PCI, además de la estadística según los datos del nivel de severidad en cada tipo de daño; de esta manera se concluye que el tipo de daño que más afecta a las avenidas Confraternidad Oeste y Centenario son las grietas, de las cuales son las grietas transversales y longitudinales los que más predominan, catalogándose a la fecha como un pavimento REGULAR (Vilca 2011).

En el desarrollo de la tesis se ha analizado los tipos de patologías que se presentan en el barrio de Patay, encontrándose 8 patologías distintas existentes para el caso de pavimento rígido. La evaluación se realizó utilizando las fichas del método del PCI, además cuadros estadísticos. Encontrándose así las siguientes patologías en mayor presencia que superan el 10% los cuales son, agrietamiento transversal 26.60%, agrietamiento en media luna 20.0%, Extrusión del relleno de

las juntas 15.0%, agrietamiento diagonal 13.80%, escamado 12.60% (Maguiña 2011).

En este trabajo se pretende mostrar un método de cuantificación de los deterioros superficiales de plataformas de las losas deportivas construidas en concreto en el distrito de Caráz, provincia de Huaylas, Departamento de Ancash, con la finalidad de conocer el estado situacional del pavimento, dado que en la actualidad se desconoce sobre el estado superficial de estas estructuras deportivas en la que se obtuvieron los siguientes resultados que describimos a continuación. En la losa deportiva de la urbanización Santa Rosa, el Índice de Condición Presente (PCI) es 41.20, por lo tanto, el pavimento tendrá una clasificación Regular; siendo necesario considerar una rehabilitación para incrementar el periodo de funcionamiento antes de que se produzcan deterioros mayores. En la losa deportiva del barrio de Arequipa, el Índice de Condición Presente (PCI) es 92.00, por lo tanto, el pavimento tendrá una clasificación Excelente; por lo que no requiere de rehabilitación para incrementar el periodo de funcionamiento (Romero 2011).

1.1.3. Antecedentes locales

En la actualidad en la ciudad de Jaén no cuenta con un plan de mantenimiento de las calles y que sus pavimentos en la mayoría se encuentran en malas condiciones como grietas, deformaciones, pérdidas de capas estructurales es por eso se presenta continuación un antecedente en la ciudad de Jaén.

En la Provincia de Jaén se ha hecho un estudio de desperfectos que ha ocasionado la Empresa Cobra en las pavimentaciones que se han ido deteriorando por no tener un plan de mantenimiento ya que las deficiencias obtenidas son los daños causados por hundimientos, fisuras, despostillamientos, deficiencias en el sello de juntas, no solo del pavimento repuesto si no en el existente, generados por pérdida de soporte de la subbase de los pavimentos, el socavamiento producido debajo de las losas debido al derrumbe de las paredes de las zanjas por la falta de entubados oportunos. Se concluyó en la elaboración de un plan de mantenimiento para los pavimentos deteriorados generados por la empresa cobra. (Municipalidad Provincial de Jaén 2012)

1.2. Bases teóricas

Las siguientes definiciones de pavimento y pavimento rígido que se presentan a continuación las he tomado de la “Evaluación del Estado Actual del Pavimento Rígido en el Sector Oeste del Barrio Centenario del Distrito de Independencia – Provincia de Huaraz – Región Ancash”.

1.2.1. Pavimento

Estructura compuesta por capas que apoya en toda su superficie sobre el terreno preparado para soportarla durante un lapso denominado Período de Diseño y dentro de un rango de Serviciabilidad.

En ingeniería, es la capa constituida por uno o más materiales que se colocan sobre el terreno natural o nivelado, para aumentar su resistencia y servir para la circulación de personas o vehículos. Entre los materiales utilizados en la

pavimentación urbana, industrial o vial están los suelos con mayor capacidad de soporte, los materiales rocosos, el hormigón y las mezclas asfálticas.

El pavimento es la superficie de rodamiento para los distintos tipos de vehículos, formada por el agrupamiento de capas de distintos materiales destinados a distribuir y transmitir las cargas aplicadas por el tránsito al cuerpo de terraplén. Existen dos tipos de pavimentos: los flexibles (de asfalto) y los rígidos (de concreto hidráulico). La diferencia entre estos tipos de pavimentos es la resistencia que presentan a la flexión (Vilca 2011).

a) Características que deben reunir:

1. Ofrecerán una superficie plana, sobre la que pueda caminar sin dificultad.
2. Serán resistentes al uso, a fin de prolongar su duración, teniendo en cuenta que habrán de soportar no solamente pesos de importancia, sino también cambios bruscos de temperatura y choques con algún cuerpo proyectado con violencia.
3. Deberán ser económicos

b) Tipos:

Básicamente existen dos tipos de pavimentos: rígidos y flexibles.

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

1.2.2. Pavimento rígido

Estos pavimentos se conforman por una subbase y por una losa de concreto hidráulico, la cual le va a dar una alta resistencia a la flexión. Además de los esfuerzos a flexión y de compresión, este tipo de pavimento se va a ver afectado en gran parte por los esfuerzos que tenga que resistir al expandirse o contraerse por cambios de temperatura y por las condiciones climáticas. Es por esto que su diseño toma como parámetros los siguientes conceptos (Vilca 2011).

Volumen tipo y peso de los vehículos que transitarán por esa vialidad.

Módulo de reacción de la subrasante.

Resistencia del concreto que se va a utilizar.

Condiciones climáticas.

Elementos que integran un Pavimento Rígido.

a) Subrasante

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño. El espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la subrasante.

b) Subbase

Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de subrasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase. La subbase debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento.

Se utiliza además como capa de drenaje y contralor de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que generalmente se usan materiales granulares. Al haber capilaridad en época de heladas, se produce un hinchamiento del agua, causado por el congelamiento, lo que produce fallas en el pavimento, si éste no dispone de una subrasante o subbase adecuada. Esta capa de material se coloca entre la subrasante y la capa de base, sirviendo como material de transición, en los pavimentos flexibles.

c) Superficie de rodadura

Es la capa superior de la estructura de pavimento, construida con concreto hidráulico, por lo que debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, basan su capacidad portante en la losa, más que en la capacidad de la subrasante, dado que no usan capa de base. En general, se puede indicar que el concreto hidráulico distribuye mejor las cargas hacia la estructura de pavimento.

1.2.3. Fallas de pavimento rígido

Las siguientes definiciones que se presentan a continuación las he tomado del “Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras 2006”.

1.2.3.1. Grietas

Las grietas son manifestaciones muy frecuentes de fallas causadas por la contracción del concreto, expansión de las losas de pavimento, defectos de suelo de fundación, acción de cargas de tráfico, falta de juntas de expansión, contracción o de construcción. Los tipos de grietas son:

Grietas de esquina, grietas diagonales, grietas longitudinales, grietas de restricción, grietas transversales.

Grietas de esquina

Son grietas diagonales que forman un triángulo con el borde o junta longitudinal y una junta o grieta transversal. Estas grietas pueden originarse por acción de las cargas de tránsito sobre esquinas sin soporte o por alabeo de las losas. También se originan por acción de las cargas sobre áreas débiles de la subrasante.

Grietas diagonales

Son grietas en diagonal con la línea central de pavimento. Estas grietas se forman generalmente por la acción del tránsito sobre los extremos de losas que han quedado sin soporte por la acción del bombeo de la subrasante.

Grietas longitudinales

Son grietas casi paralelas al eje central del pavimento. Su origen puede deberse a falta de juntas longitudinales para eliminar los esfuerzos de contracción, materiales expansivos en la subbase o subrasante, esfuerzos de alabeo en combinación con las cargas, pérdidas de soportes en los bordes longitudinales por efecto de la acción del bombeo.

Grietas transversales

Son grietas en ángulos aproximadamente rectos con el eje central del pavimento. alguna de las causas principales es sobrecarga de flexión repetida de las losas sometidas a la acción del bombeo de la subrasante, las fallas del suelo de cimentación, la falta de juntas poco profundas a la concentración del concreto.

Grietas de restricción

Estas son grietas que comienzan de una distancia no mayor de un metro del borde exterior del pavimento y se dirigen siguiendo un alineamiento irregular hasta la junta transversal, la cual restringe la expansión de la losa.

1.2.3.2. Deformaciones

Las deformaciones son cualquier cambio de la superficie del pavimento referida a su forma original. Los escalones de fallas de las losas, son deformaciones predominantes en los pavimentos de concreto.

Una deformación puede producirse si existe bombeo, debido a que ocasiona escalones de fallas y hundimiento de las losas. Otra causa de las deformaciones son los suelos expansivos y los asentamientos de la cimentación.

Ondulación

También conocida como corrugación o rizado, es un daño caracterizado por la presencia de ondas en la superficie del pavimento, generalmente perpendiculares a la dirección del tránsito.

Hundimiento

Los hundimientos corresponden a depresiones localizadas en el pavimento con respecto al nivel de la rasante.

Este tipo de daño puede generar problemas de seguridad a los vehículos especialmente cuando contienen agua pues se puede producir hidropneumático. Los hundimientos pueden estar orientados de forma longitudinal o transversal al eje de la vía, o pueden tener forma de media luna.

Ahuellamiento

Es una depresión de la zona localizada sobre la trayectoria de las llantas de los vehículos.

1.2.3.3. Pérdida de capas estructurales

Baches

Son zonas específicas de la carpeta de rodadura que se han desintegrado por acción del tránsito y en la mayoría de los casos como una combinación de fallas producidas por grietas, deformaciones y bombeo.

Descascaramientos

Los descascaramientos y escamaduras son fallas en la superficie del concreto por deterioro o rotura. Los descascaramientos consisten en deterioro de la superficie del pavimento por desgaste o conformación inadecuada. En la mayoría de los casos el efecto progresivo tiende a profundizarse.

Los fenómenos de descascaramientos se producen por exceso de acabado, defectos de la mezcla, poca calidad de los agregados o curado inapropiado.

Parche

Corresponden a áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente ya sea para reparar la estructura o para permitir la instalación de alguna red de servicios.

1.2.3.4. Daños superficiales

Desgaste superficial

Corresponde al deterioro del pavimento ocasionado principalmente por acción del tránsito, agentes abrasivos o erosivos. Este daño provoca aceleración del deterioro del pavimento por acción del medio ambiente y del tránsito.

Pérdida de agregado

Conocida también como desintegración, corresponde a la disgregación superficial de la capa de rodadura debido a una pérdida gradual de agregados haciendo la superficie más rugosa y exponiendo de manera progresiva los materiales a la acción del tránsito y los agentes climáticos.

Pulimento de agregado

Este daño se evidencia por la presencia de agregados con caras planas en la superficie o por la ausencia de agregados angulares, en ambos casos se puede llegar a afectar la resistencia al deslizamiento.

1.2.4. Evaluación de Pavimentos

Las siguientes definiciones que se presentan a continuación las he tomado de la "Evaluación superficial de las plataformas de concreto de las losas deportivas del Distrito de Caráz".

Los pavimentos son estructuras diseñadas para entregar al usuario seguridad y comodidad al transitar, esto significa que la plataforma debe entregar un nivel de servicio acorde a la demanda solicitada.

La evaluación de pavimentos consiste en un informe, en el cual se presenta el estado en el que se halla la superficie del mismo, para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de reparación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de los pavimentos, es así, que es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en que se encuentre.

1.2.5. Importancia de Evaluación de Pavimentos

La evaluación de pavimentos es importante, pues permitirá conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie, y de esta manera realizar las correcciones, consiguiendo con ello brindar al usuario una serviciabilidad óptima.

Con la realización de una evaluación periódica del pavimento se podrá predecir el nivel de vida de una red o un proyecto.

La evaluación de pavimentos, también permitirá optimizar los costos de rehabilitación, pues si se trata de un deterioro de forma temprana se prolonga su vida de servicio ahorrando de esta manera gastos mayores.

1.2.6. Objetividad en la Evaluación de Pavimentos

La objetividad en la evaluación de pavimentos juega un papel primordial, pues se necesita personas verdaderamente capacitadas para que realicen las evaluaciones, de no ser así, dichas pruebas pueden perder credibilidad con el tiempo y no podrán ser comparadas, además, es importante que se escoja un modelo de evaluación que se encuentre estandarizado para poder decir que se ha realizado una evaluación verdaderamente objetiva.

No siempre se pueden obtener mediciones o índices que cumplan con la condición para comparar dos proyectos debido al sesgo intrínseco de la toma de decisiones, produciéndose una desviación entre la realidad y lo expresado por las muestras. La desviación que ocurre puede deberse a dos causas principales.

- a) Variabilidad de las unidades, debido a que las unidades son la base para los análisis que se realizarán.
- b) Diversidad de la respuesta dentro de cada unidad, esto porque se relaciona a la fiabilidad de la eventual rehabilitación.

1.2.7. Curva de Comportamiento de los Pavimentos

La curva de comportamiento de los pavimentos es la representación histórica de la calidad del pavimento.

Para analizar el comportamiento funcional del pavimento se necesita información de calidad de rodadura durante el periodo de estudio y de los datos históricos del tránsito que se han solicitado al pavimento durante ese periodo.

Con la ayuda del índice de serviciabilidad o el índice de condición de un pavimento versus el tiempo o el número de ejes equivalentes, se puede graficar la degradación del pavimento, consiguiendo de esta manera visualizar el tiempo en el que un pavimento necesitará una rehabilitación, consiguiendo con esto incrementar la vida útil del pavimento.

1.2.8. Tipos de Evaluación de Pavimentos

Existen diversos métodos de evaluación de pavimentos, que son aplicables a calles y carreteras, entre los aplicables al presente estudio están:

1.2.8.1. VIZIR

Es un índice que representa la degradación superficial de un pavimento, representando una condición global que permitirá tomar algunas medidas de mantenimiento y rehabilitación.

Este índice ha sido desarrollado por el Laboratoire Central des Ponts et Chaussées - France o por sus siglas en inglés LCPC.

El sistema VIZIR, es un sistema de simple comprensión y aplicación que establece una distinción clara entre las fallas estructurales y las fallas funcionales y que ha sido adoptado en países en vía de desarrollo y en especial en zonas tropicales.

1.2.8.2. FHWA / OH99 / 004

Este índice presenta una alta claridad conceptual y es de sencilla aplicación, pondera los factores dando mayor énfasis a ciertos deterioros que son muy abundantes o importantes en regiones donde hay estaciones muy marcadas pero no en áreas tropicales.

1.2.8.3. ASTM D 6433-99

También conocido como Present Condition Index, o por sus siglas PCI. Este índice sirve para representar las degradaciones superficiales que se presentan en los pavimentos flexibles y de hormigón. Este método ha sido aplicado en la presente investigación, debido a que se ha adoptado mundialmente por algunas entidades encargadas de realizar la cuantificación de los deterioros en la superficie de pavimentos.

Esta es la metodología que se utilizó en el presente estudio.

1.2.9. Evaluación de la Condición de un Pavimento

Como ya se ha indicado anteriormente, en la presente investigación se utilizó el método normado por la ASTM, que ha sido desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos (Shahin, 1976 - 1994); utilizado para la evaluación de aeropuertos, caminos y lotes de parqueaderos. Esta es una de las más completas metodologías de evaluación debido a que involucra al pavimento más utilizado en la ciudad de Jaén que son los pavimentos de concreto.

En vista a que esta metodología es considerada como una de las más objetivas y más aplicables para el presente estudio, se pretende implementar en el distrito de

Jaén, de modo que esta pueda generar un modelo adecuado para la mantención y rehabilitación de las superficies de los pavimentos de concreto de la ciudad de Jaén.

1.2.10. Índice de Condición del Pavimento (PCI - Pavement Condition Index)

El PCI es un índice numérico, desarrollado para obtener el valor de la irregularidad de la superficie del pavimento y la condición operacional de este.

El PCI varía entre 0 para pavimentos fallados y un valor de 100 para pavimentos en excelente condición. En el siguiente cuadro se representa los rangos del PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición de un pavimento.

Tabla 1. Rangos de clasificación del PCI

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

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados obtenidos de unos formatos donde se miden y se visualiza en campo, la condición del pavimento en el cual se establecen su tipo, severidad y cantidad que presenta cada daño.

1.2.11. Procedimiento de Evaluación de la Condición de un Pavimento

El procedimiento para la evaluación de un pavimento comprende: una etapa de trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta su clase, severidad y extensión de cada uno de ellos y una segunda fase que será el cálculo.

Para la evaluación de pavimentos, La clase, está relacionada con el tipo de degradación que se presenta en la superficie de un pavimento entre las que tenemos grietas de esquina, grietas longitudinales, Desconchamiento, pulimento de agregado, entre otros, cada uno de ellos se describe en el Apéndice (Manual de Daños de la Evaluación de la Condición de Pavimentos de Concreto).

La severidad, representa la criticidad del deterioro en términos de su progresión; entre más severo sea el daño, más importantes deberán ser las medidas para su corrección. De esta manera, se deberá valorar la calidad del viaje, ósea, la percepción que tiene el usuario al transitar en un vehículo a velocidad normal; es así que se describe una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de transito:

- Bajo, (B): se perciben vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones), pero no es necesaria la reducción de velocidad en busca de la comodidad o la seguridad. Los baches y hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo pero no provoca incomodidad.
- Medio, (M): las vibraciones del vehículo son significativas y se requiere una reducción de la velocidad en busca de la comodidad y la seguridad; los baches o hundimientos individuales causan un rebote significativo creando incomodidad.

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

La calidad del tránsito se determina recorriendo la sección de un pavimento en un automóvil de tamaño estándar a la velocidad especificada por el límite legal. Las secciones del pavimento cercanas a las señales de detención deben calificarse a la velocidad de desaceleración normal de aproximación a la señal.

El último factor que se debe considerar para calificar un pavimento es la extensión, que se refiere al área o longitud que se encuentra afectada por cada tipo de deterioro, en el caso de la evaluación de pavimentos de Concreto, la calificación de la extensión estará representada por el número de veces que se repita dicha falla.

Para el pavimento rígido en el cual se está realizando la evaluación, se contará con el formato adecuado en el cual se registraran los datos de campo.

1.2.12. División del pavimento en unidades de muestra

Una unidad de muestra es convenientemente definida por una porción de un pavimento de sección elegida solamente para la inspección del pavimento.

Para pavimentos de concreto a evaluar se tiene:

Pavimentos de Concreto: con losas de cemento Pórtland y losas con longitud inferior a 7.60 m. el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango de 20 ± 8 losas.

No todas las unidades de muestra requieren tener el mismo tamaño de muestra, pero deben tener similares patrones para asegurar la exactitud en cálculo del PCI.

¿Cómo Llevar a Cabo la Encuesta de Condición?

El procedimiento usado para llevar a cabo la encuesta del PCI, varía de acuerdo al tipo de pavimento a ser inspeccionado. Para todos los tipos de superficies, la sección del pavimento primeramente deberá ser dividida en unidades de muestra y escoger las unidades de muestra a ser inspeccionadas.

El procedimiento de inspección para pavimentos con superficies de asfalto y concreto, se realiza llenando los espacios en blanco en los formatos correspondientes.

Debe seguirse estrictamente la definición de los daños descritos en el Manual de Daños de la Evaluación de la Condición de un Pavimento esto con el fin de obtener un PCI confiable.

Procedimiento:

Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo al Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se debe conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimiento de medida de daños. Se usa un formulario u "hoja de información de exploración de la condición" para cada unidad de muestreo y en los formatos cada región se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.

1.2.13. Esclerómetro

La evaluación de las estructuras de concreto en sitio, además de los métodos de extracción de testigos y pruebas de carga, se puede realizar mediante ensayos no destructivos, que tienen la ventaja de permitir el control de toda la estructura y sin afectarla en forma rápida. Dentro de los métodos no destructivos, los de dureza superficial son los más generalizados, por su economía y facilidad de ejecución, entre ellos el método del esclerómetro es empleado por el mayor número de países.

El esclerómetro fue diseñado por el Ing. suizo Ernst Schmidh en 1948, constituyendo una versión tecnológicamente más desarrollada que los iniciales métodos de dureza superficial generados en la década del veinte.

Campo de aplicación

Originalmente, fue propuesto como un método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto, estableciendo curvas de correlación en laboratorio. Sin embargo, por los diferentes factores que afectan los resultados y la dispersión que se encuentra, en la actualidad se le emplea mayormente en los siguientes campos:

- Evaluar la uniformidad del concreto en una obra.
- Delimitar zonas de baja resistencia en las estructuras.
- Informar sobre la oportunidad para desencofrar elementos de concreto.
- Apreciar, cuando se cuenta con antecedentes, la evolución de la resistencia de estructuras.
- Determinar niveles de calidad resistente, cuando no se cuente con información al respecto.

-Contribuir, conjuntamente con otros métodos no destructivos a la evaluación de las estructuras.

-Un esquema del aparato está dado en la figura de abajo, según la información del fabricante, en el que se singulariza los siguientes elementos:

- | | |
|---------------------|---------------------------------|
| 1. Percutor | 6. Martillo |
| 2. Concreto, | 7. Botón de fijación de lectura |
| 3. Cuerpo exterior, | 8. Resorte |
| 4. Aguja, | 9. Resorte |
| 5. Escala, | 10. Seguro |

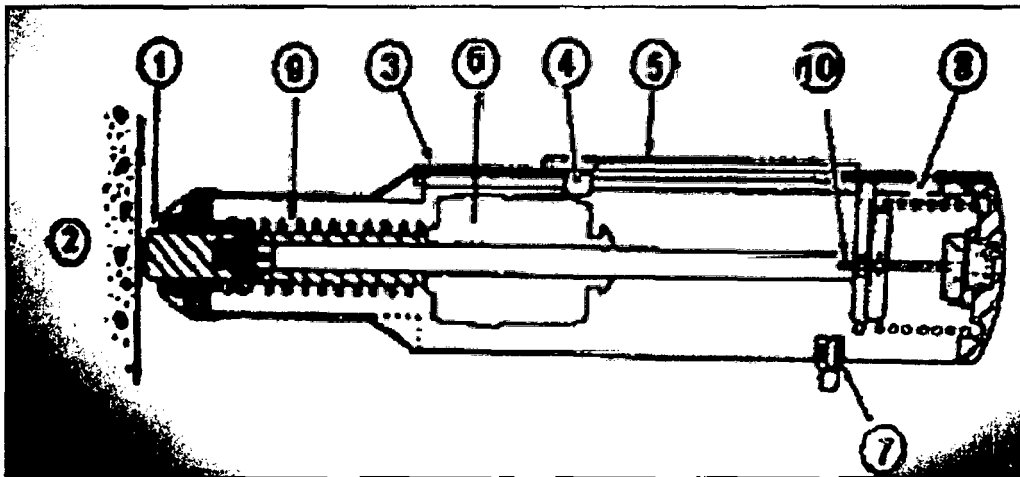


Figura 1. Esquema de un esclerómetro

El ensayo se efectúa apretando el percutor contra la superficie a examinar, hasta que el martillo, impulsado por un resorte, se descargue sobre el percutor. Después del golpe, el martillo rebota una cierta distancia, la cual se indica por una aguja en una escala graduada. La lectura de la posición de la aguja representa la medida del retroceso en porcentaje del avance del martillo.

Básicamente el proceso está constituido por una masa móvil, con una cierta energía inicial, que impacta la superficie de una masa de concreto, produciendo

una redistribución de la energía cinética inicial. Parte de la energía es absorbida como fricción mecánica en el instrumento y otra parte como energía de deformación plástica del concreto. La parte restante es restituida a la masa móvil en proporción a la energía disponible. Para tal distribución de energía es condición básica que la masa de concreto sea prácticamente infinita con relación a la masa del percutor del aparato, lo que se da en la mayoría de las estructuras. En consecuencia, el rebote del esclerómetro es un indicador de las propiedades del concreto, con relación a su resistencia y grado de rigidez.

En la actualidad se encuentra en el mercado varios tipos de esclerómetro:

Modelo N

(Energía de percusión = 2,207 Nm (0,225 kgm), sirve para el control del concreto en los casos normales de construcción de edificios y puentes.

Modelo L

(Energía de percusión 0,735 Nm (0,075 kgm) es una reducción del modelo N. Es más apropiado para el examen de elementos en concreto de escasas dimensiones y sensibles a los golpes.

Modelo M

(Energía de percusión = 29,43 Nm (3 kgm) sirve especialmente para la determinación de la resistencia del concreto en obras de grandes dimensiones y para el examen de calidad de carreteras y pistas de aeródromos de concreto. Sin embargo no es excluyente el uso del modelo M.

Todas estas variantes, vienen también provistas de un sistema que permite el registro automático o impresión de cada uno de los resultados de ensayo, evitando que el operador deba detenerse para tomar nota o requiera dictar los valores obtenidos, evitando errores y documentando los registros.

Factores que inciden en la prueba

-Además de los factores intrínsecos, los resultados de los ensayos reciben la influencia de los siguientes parámetros:

- Textura superficial del concreto.
- Medida, forma y rigidez del elemento constructivo.
- Edad del concreto.
- Condiciones de humedad interna.
- Tipo de agregado.
- Tipo de cemento.
- Tipo de encofrado.
- Grado de carbonatación de la superficie.
- Acabado.
- Temperatura superficial del concreto y la temperatura del instrumento.

Calibración del esclerómetro

Es conveniente efectuar periódicamente la calibración del esclerómetro, sea anual en condiciones de uso eventual o semestral de emplearse regularmente. Se aconseja que de ser posible la calibración se efectúe cada 200 determinaciones.

La calibración se realiza en una masa de acero, generalmente provista por el fabricante, con una dureza brinell de 500 kgf/mm² actuando de arriba hacia abajo.

El índice de rebote debe ser igual a 80 ± 2 divisiones. En caso de funcionamiento incorrecto la primera operación puede ser la limpieza y lubricación del aparato. De persistir el error, conviene el ajuste del dispositivo, de acuerdo a las instrucciones del fabricante por persona entendida.

1.3. Definición de términos básicos

Hidroplaneo: Los neumáticos constituyen el único contacto del vehículo con el pavimento por el que se desplaza. Cuando sobre éste se deposita una película de agua, de acuerdo a la velocidad que se desarrolla y al estado de los neumáticos, puede producirse el efecto de hidroplaneo. Este fenómeno provoca la falta de control del vehículo debido a la escasa o nula adherencia de los neumáticos a la superficie de rodamiento. Si se toman ciertas precauciones puede evitarse dicha situación o bien disminuir las consecuencias en caso de que la misma se produzca.

Escamaduras: son las roturas del concreto en juntas, grietas y bordes del pavimento.

Agentes abrasivos: Producto que se emplean para desgastar o pulir, por fricción, sustancias duras.

Severidad: Es la criticidad del deterioro en términos de su progresión; entre más severo sea el daño, más importantes deberán ser las medidas para su corrección.

Auscultación: Es el procedimiento por el cual se evalúa en qué condiciones se encuentra una infraestructura, cuando está en uso o en condiciones de estarlo, y sin interferir demasiado con los usuarios normales de la infraestructura.

Mantenimiento vial: Consiste en prever y solucionar los problemas que se presentan, a causa de su uso, y así brindar al usuario el nivel de servicio para el que la carretera fue diseñada. La vida de un pavimento está en función de una adecuada respuesta al mantenimiento para prolongar su vida útil.

Suelos expansivos: La expansividad de suelos es una propiedad física de los suelos que puede evaluarse en una estructura. En las estructuras constructivas existe hinchamiento del suelo cuando aumenta su cantidad de agua y se retraen cuando la disminuye.

Rehabilitación: La rehabilitación de un pavimento consiste en llevar a cabo reparaciones aisladas en las áreas donde se van presentando las fallas utilizando materiales y procesos constructivos que garantizan la rehabilitación de la estructura.

Concreto reforzado continuo: En este tipo de pavimento el refuerzo asume todas las deformaciones y específicamente las de temperatura, por lo cual se eliminan las juntas de contracción, quedando únicamente las juntas de construcción y de dilatación en la vecindad de alguna obra de arte.

Subrasante: Se denomina al suelo que sirve como fundación para todo el paquete estructural de un pavimento.

Capa de rodadura: Superficie de la estructura de pavimento sometida al tránsito.

Aeródromos: área definida de tierra o agua (que incluye todas sus edificaciones, instalaciones y equipos) destinado total o parcialmente a la llegada, partida o movimiento de aeronaves.

Asfalto: Es un material viscoso, pegajoso y de color negro, usado como aglomerante en mezclas asfálticas para la construcción de carreteras, autovías o autopistas, también es utilizado en impermeabilizantes.

Concreto: El hormigón, concreto o cemento es un material compuesto empleado en construcción formado esencialmente por un aglomerante al que se añade: partículas o fragmentos de un agregado, agua y aditivos específicos.

Paquete estructural: Es un conjunto de capas de tierras de diferentes espesores el cual está calculado para resistir todo el peso de los vehículos que transitaran por las carreteras el cual está conformado por la sub rasante, capa sub base, capa base, y la carpeta de rodadura.

Plataforma de concreto: es un tablero horizontal, descubierta y elevado sobre el suelo, el cual está calculado para resistir cargas de personas y vehículos.

Monitoreo de fallas: Es el trabajo permanente en cuanto a verificaciones de seguridad, evaluaciones de desempeño y supervisión de los posibles problemas que afectan a una vía.

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Localización.

La investigación se realizó en la calle las Begonias - Urbanización las Flores de la ciudad de Jaén, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca cuya ubicación geográfica tiene como Coordenadas UTM: **Norte:** 9369192 m; **Este:** 743573 m; **Altitud:** 724 msnm; para WGS-84; Huso: 17; Zona: 11

2.1.1. Tiempo en que se realizó la investigación.

Se realizó en el mes de febrero del 2013 donde se evaluó todas las deficiencias de la calle en estudio.

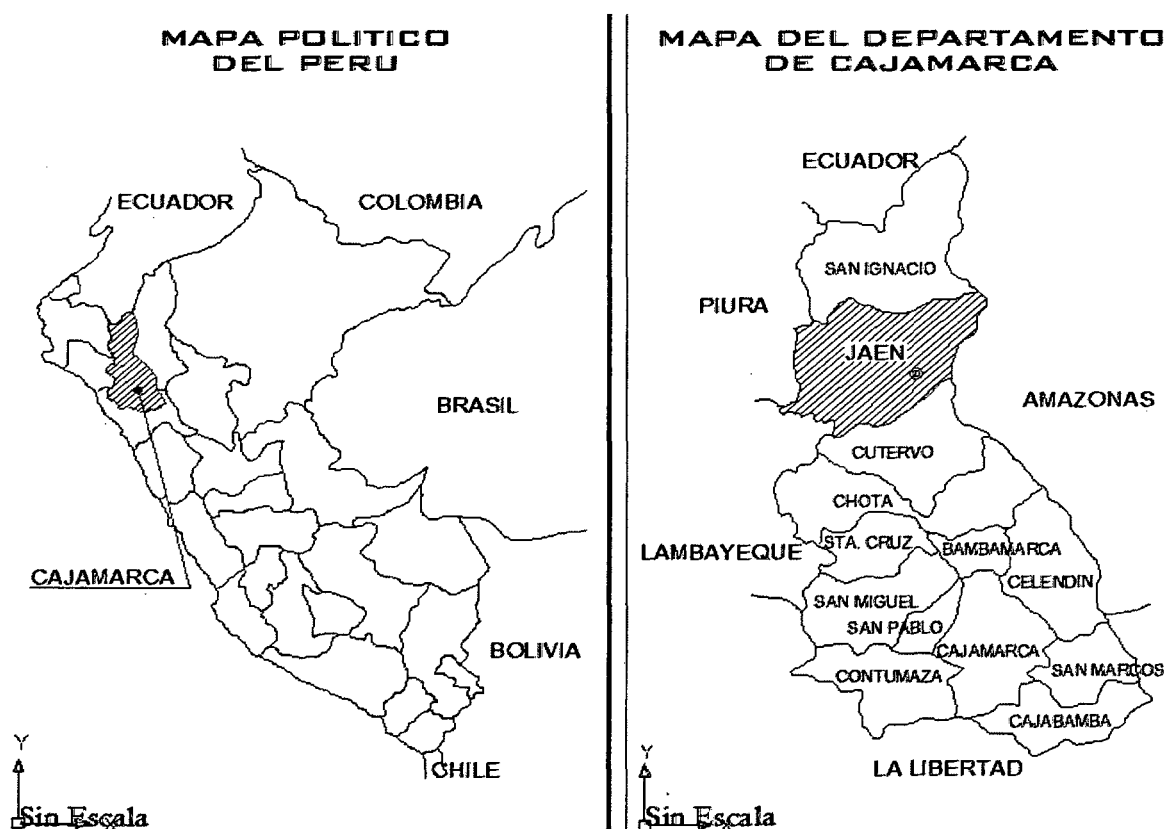


Figura 2. Mapa del Perú y del departamento de Cajamarca donde se encuentra ubicada la ciudad de Jaén.

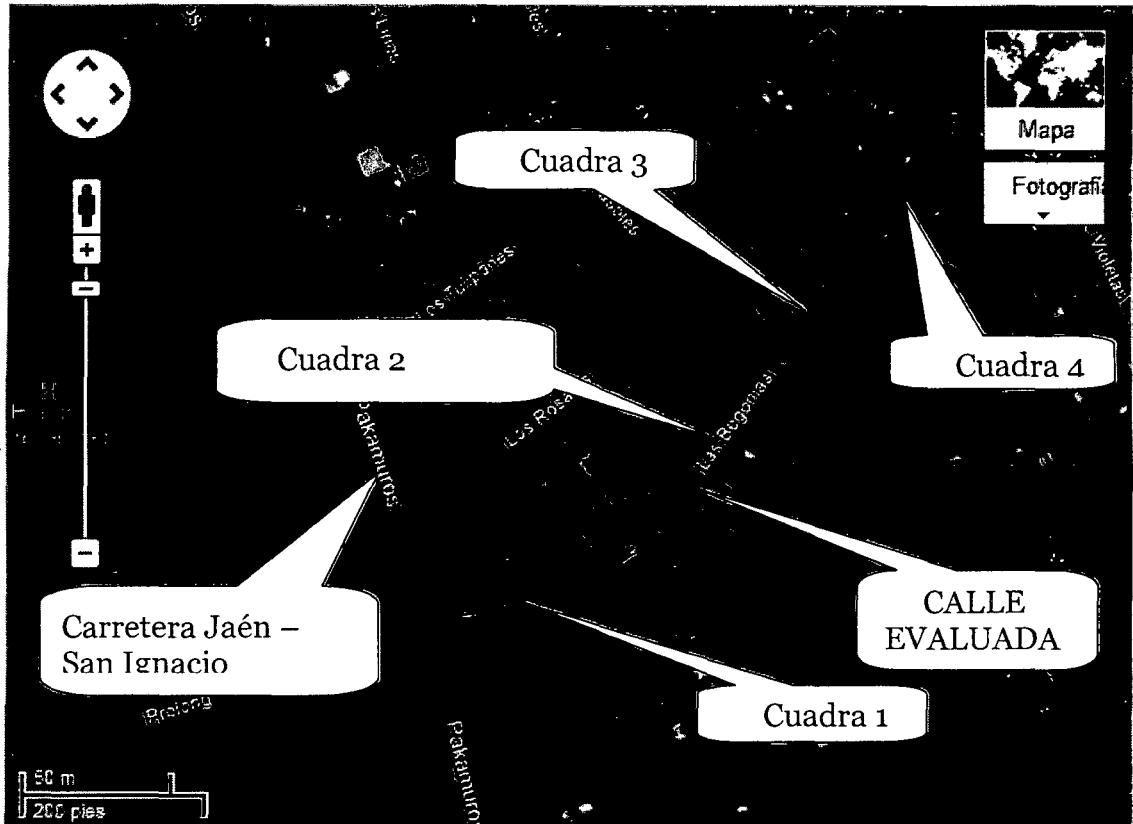


Figura 3. Fotografía aérea de la calle las Begonias en la ciudad de Jaén.

2.2. Materiales y equipos

- Hojas de registro para la recolección de datos
- Manual de daños para la evaluación de pavimentos con superficie de concreto para el desarrollo de la evaluación.
- Winchas para medir las longitudes y las áreas de las deficiencias.
- Cámara fotográfica para sustentar el trabajo de campo.
- Esclerómetro para medir la resistencia del concreto actualmente.

2.3. Diseño metodológico

2.3.1. Fase inicial de gabinete

2.3.1.1. Población y muestra

Población:

En la investigación la población se enmarca en las calles de la Urbanización las

flores (ver anteriormente la figura 3).

Muestra:

Se evaluó la calle las Begonias, esto en gran medida por tratarse de la calle más importante de la urbanización las flores (ver anteriormente figura 2).

2.3.1.2. Objetivo general

Evaluar las principales deficiencias de la estructura actual del pavimento rígido de la calle las Begonias de la Urbanización las Flores de la ciudad de Jaén.

2.3.1.3. Hipótesis

Las principales deficiencias del estado actual del pavimento rígido de la calle las Begonias de la Urbanización las Flores de la Provincia de Jaén son las grietas, deformaciones, pérdida de capas estructurales, daños superficiales.

2.3.1.4. Contrastación de la hipótesis

En la evaluación del estado actual del pavimento rígido se presentaron en toda la calle; grietas, deformaciones, pérdida de capas estructurales y daños superficiales de tal manera que si cumple con la hipótesis planteada anteriormente.

2.3.1.5. Operacionalización de las variables

Tabla 2. Definición operacional de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	
		Indicadores	Índices
GRIETAS	Las grietas son manifestaciones muy frecuentes de fallas causadas por la contracción del concreto, expansión de las losas de pavimento, defectos de suelo de fundación, acción de cargas de tráfico, falta de juntas de expansión, contracción o de construcción	Grietas en esquina, grietas diagonales, grietas longitudinales, grietas de restricción, grietas transversales.	Cm, m
DEFORMACIONES	Las deformaciones son cualquier cambio de la superficie del pavimento referida a su forma original.	Ondulación, abultamiento, hundimiento, ahuellamiento.	m2
PÉRDIDA DE CAPAS ESTRUCTURALES	Son desprendimientos de capas de la estructura.	Descascaramientos, baches, parche.	m2
DAÑOS SUPERFICIALES	Es el desgaste de la superficie y pérdida de agregado de la estructura del pavimento.	Desgaste superficial, Pérdida de agregado, pulimento del agregado.	m2

2.3.1.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos se realizó mediante la observación directa, medición con wincha (fallas del pavimento rígido), cámara fotográfica, y guía de observación (hoja de registro en vías de pavimento rígido) que se encuentra en el anexo A de la tabla 21.

Para la guía de observación u hoja de registro en vías de pavimento rígido se elaboró un solo tipo de formato que consistió en:

- Colocar el nombre de la vía, fecha, sección, tamaño de la unidad de muestra, área, fallas, niveles de severidad, cantidades, densidad y valor

deducido.

2.3.2. Trabajo de campo

2.3.2.1. Procedimiento para la toma de datos

En cada unidad de muestreo se mide el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo al Manual de Daños de pavimentos de concreto, y se registra la información en el formato correspondiente. Se debe conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimiento de medida de daños. Se usa un formulario u “hoja de información de exploración de la condición” para cada unidad de muestreo y en los formatos cada región se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.

2.3.2.1.1. Cálculo del PCI de las Unidades de Muestreo

Luego de culminar la medición de campo, la información recogida se utilizó para calcular el PCI. El cálculo del PCI está basado en los “valores deducidos” de cada daño, de acuerdo a la cantidad y severidad reportadas.

El cálculo del PCI, puede realizarse en forma manual o computarizada. A continuación se describe el cálculo del PCI para pavimentos con superficie de concreto.

2.3.2.1.2. Cálculo del PCI para Pavimentos con Superficie de Concreto

Con la finalidad de facilitar el entendimiento del cálculo del PCI, se ha descrito mediante diversos pasos:

PASO 1: Determinación de los valores deducidos (VD):

a) Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en el formato correspondiente. El daño puede medirse en área, longitud o por su número según

sea el tipo.

b) Divida la “Cantidad total” de cada tipo de daño, en cada nivel de severidad, entre el área de la unidad de muestreo y exprese el resultado en porcentaje. Esta es la “densidad” del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.

c) Determine el “Valor Deducido” para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas o tablas denominadas “valor deducido del daño”.

PASO 2: Determinación del número máximo admisible de valores deducidos (m):

a) Si ninguno o tan solo uno de los “valores deducidos” es mayor que 2, se usa el “valor deducido total” en lugar del “valor deducido corregido” (CDV), obtenido en el Paso 4; de lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b y 2.c.

b) Liste los valores deducidos individuales en orden descendente.

c) Determine el “Número Máximo de Valores Deducidos” (m), utilizando la siguiente ecuación, para carreteras pavimentadas:

$$m_i = 1 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

Dónde:

m_i : Número máximo admisible de valores deducidos incluyendo la fracción para la unidad de muestreo i . ($m_i \leq 10$)

HDV_i : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .

d) El número de valores individuales deducidos se reduce a m , inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan los que se tengan.

PASO 3: Determinación del máximo valor deducido corregido (CDV):

Este paso se realiza mediante un proceso iterativo que se lo describe a continuación:

- a) Determine el número de valores deducidos (q) mayores que 2.
- b) Determine del “valor deducido total” sumando todos los valores deducidos individuales.
- c) Determine el CDV con el q y el “valor deducido total” en la curva de corrección, del pavimento de concreto.
- d) Reduzca a 2 el menor de los valores deducidos individuales, que sea mayor a 2. Este proceso se repite hasta que se cumpla la condición que “q” sea igual a 1.
- e) El “máximo CDV” es el mayor valor de los CDV obtenidos en el proceso de iteración indicado.

PASO 4: Calcule el PCI, restando el “máximo CDV” de 100.

$$\text{PCI} = 100 - \text{Máx. CDV}$$

Dónde:

PCI: índice de condición pavimento.

Máx. CDV: Máximo valor deducido corregido.

2.3.3. Fase final de gabinete

2.3.3.1 Análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizó la estadística descriptiva en el cual se utilizaron los programas como la hoja Excel, Minitab, donde se van a observar tablas y gráficos que me permitieron determinar y analizar la evaluación de la calle en estudio.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados:

3.1 Determinación del índice de estado del pavimento rígido

A continuación se explican los datos de campo obtenidos durante la medición de fallas en la Calle las Begonias; así como el cálculo del índice de condición de pavimento rígido de cada muestra analizada por cada cuadra. Las fotografías de las principales fallas de cada una de las cuadras evaluadas de la Calle las Begonias, se encuentran detalladas en el anexo B.

Una vez que se midieron todas las deficiencias con sus severidades que existen en el pavimento rígido de la cuadra 01, se llenaron los datos en la hoja de registro que mostramos a continuación en la tabla 3 para sus respectivos cálculos.

Tabla 3. Hoja de registro en vías de pavimento rígido de la cuadra 1

METODO PCI										
ÍNDICE DE CONDICIÓN EN VÍAS DE PAVIMENTO RÍGIDO										
HOJA DE REGISTRO										
Nombre de la vía:Calle las Begonias.....			Sección: ...Cuadra 1....			Unidad de muestra: ...U1...				
Ejecutor:Bach. Javier Angel Quinde Saavedra...			Fecha: ..03/03/2013..			Área:304.3 m2.....				
1. Grietas de esquina	5. Grietas transversales	9. Ahuellamiento	13. Parche grande							
2. Grietas diagonales	6. Ondulacion	10. Daño del sello de la junta	14. Parche pequeño							
3. Grietas longitudinales	7. Hundimiento	11. Descascaramiento de esquina	15. Pulimento de agregado							
4. Grietas de restricción	8. Baches	12. Desconchamiento	16. Perdida de agregado							
Severidad:	Baja (B)	Media(M)	Alta(A)							
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1M	0.4	0.7	0.5	0.3	0.2	0.35	2.45	0.81	1.2	
1A	0.3	0.45	0.35	0.5	0.3	-	1.9	0.62	1.5	
3M	32	20	37	10	15	8.8	122.8	40.35	24.42	
3A	3	2.8	2.1	2.9	2.3	3.2	16.3	5.36	10.3	
5M	25	28	19	23	15	6.7	116.7	38.35	24.27	
5A	5.5	4.4	5.35	4.48	5.45	5	30.18	9.92	19.03	
10M	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
11B	0.09	0.2	0.16	0.3	0.23	-	0.98	0.32	0.03	
12A	12	9.5	7.3	6.5	5.3	8.2	48.8	16.04	25.24	
13M	53.16	-	-	-	-	-	53.16	17.47	10.23	
14M	1	0.9	1.5	1.3	0.7	-	5.4	1.77	0.3	
15	0.3	0.8	0.5	-	-	-	1.6	0.53	0.1	

Como se aprecia en la tabla 4 se obtuvieron 7 valores deducidos: 25.4, 24.42, 24.27, 19.03, 10.3, 10.23 y 4. Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor deducido corregido 61.31, dando como resultado el índice de condición de pavimento (PCI) de 38.69 que corresponde a un pavimento MALO.

Tabla 4. Cálculo del índice de condición del pavimento de la cuadra 1

Numero de deducidos > 2 (q)	: 7														
Valor deducido mas alto (HDVi)	: 25.24	$mi = 1 + \frac{9}{98}(100 - HDVi)$													
Numero admisible de deducidos (mi)	: 7.87														
#	VALORES DEDUCIDOS												TOTAL	q	CDV
1	25.24	24.42	24.27	19.03	10.3	10.23	4	1.5	1.2	0.3	0.1	0.03	120.62	7	59.30
2	25.24	24.42	24.27	19.03	10.3	10.23	2	1.5	1.2	0.3	0.1	0.03	118.62	6	61.31
3	25.24	24.42	24.27	19.03	10.3	2	2	1.5	1.2	0.3	0.1	0.03	110.39	5	59.95
4	25.24	24.42	24.27	19.03	2	2	2	1.5	1.2	0.3	0.1	0.03	102.09	4	59.01
5	25.24	24.42	24.27	2	2	2	2	1.5	1.2	0.3	0.1	0.03	85.06	3	54.44
6	25.24	24.42	2	2	2	2	2	1.5	1.2	0.3	0.1	0.03	62.79	2	47.81
7	25.24	2	2	2	2	2	2	1.5	1.2	0.3	0.1	0.03	40.37	1	40.37
													Máx. CDV = 61.31		
PCI= 100 - Máx. CDV															
PCI= 100 - 61.31															
PCI= 38.69MALO															

La unidad de muestra U1 tiene 304.3 m² y pertenece a la cuadra 01 del pavimento rígido de la Calle las Begonias.

Las fallas encontradas en la evaluación del pavimento rígido de la cuadra 01 fueron; de mediana y de alta severidad las grietas de esquina, grietas longitudinales, grietas transversales; de mediana severidad encontramos daño del sello de la junta, parcheo grande, parcheo pequeño; de alta severidad encontramos desconchamiento; además se registraron descascaramiento de esquina de baja severidad y pulimento de agregado. En la tabla 5 se calcularon los porcentajes de las densidades para cada una de las fallas encontradas en la cuadra 1, así como su respectiva grafica para un mayor entendimiento mostrada en la figura 4.

Tabla 5. Cálculo de densidades de cada una de las fallas en la cuadra 1

FALLAS	DENSIDADES	DENSIDAD (%)
1. Grietas de esquina	1.43	1.09
3. Grietas longitudinales	45.71	34.75
5. Grietas transversales	48.27	36.69
11. Descascaramiento de esquina	0.32	0.24
12. Desconchamiento	16.04	12.19
13. Parche grande	17.47	13.28
14. Parche pequeño	1.77	1.35
15. Pulimento de agregado	0.53	0.40
SUMA TOTAL EN %	131.54	100.00

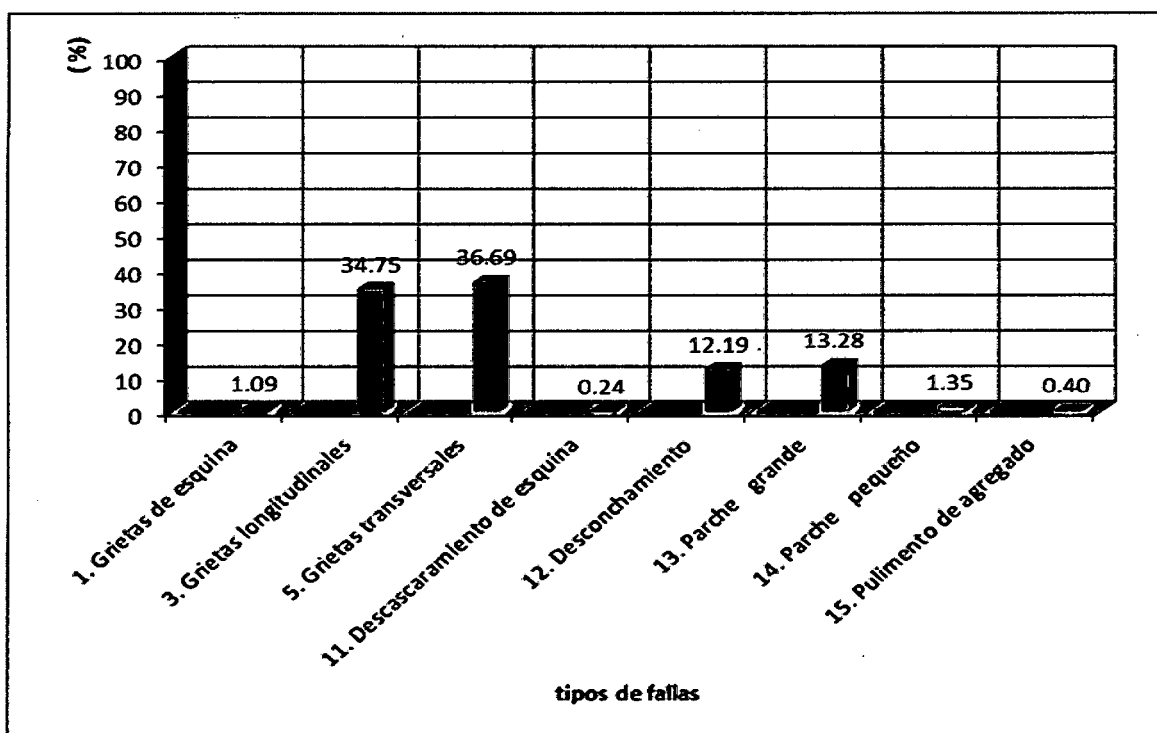


Figura 4. Densidades de cada una de las fallas en la cuadra 1

Las fallas más severas encontradas en la evaluación del pavimento rígido de la cuadra 01 fueron; de mediana y de alta severidad las grietas longitudinales y grietas transversales; de alta severidad encontramos desconchamiento y de mediana severidad encontramos parche grande. En la tabla 6 se calcularon los porcentajes de las densidades para cada una de las fallas encontradas en la

cuadra 1, así como su respectiva grafica para un mayor entendimiento mostrada en la figura 5.

Tabla 6. Cálculo de densidades de las fallas más severas en la cuadra 1

FALLAS	DENSIDAD POR FALLA	DENSIDAD(%)
3M	40.35	30.68
3A	5.36	4.07
5M	38.35	29.15
5A	9.92	7.54
12A	16.04	12.19
13M	17.47	13.28

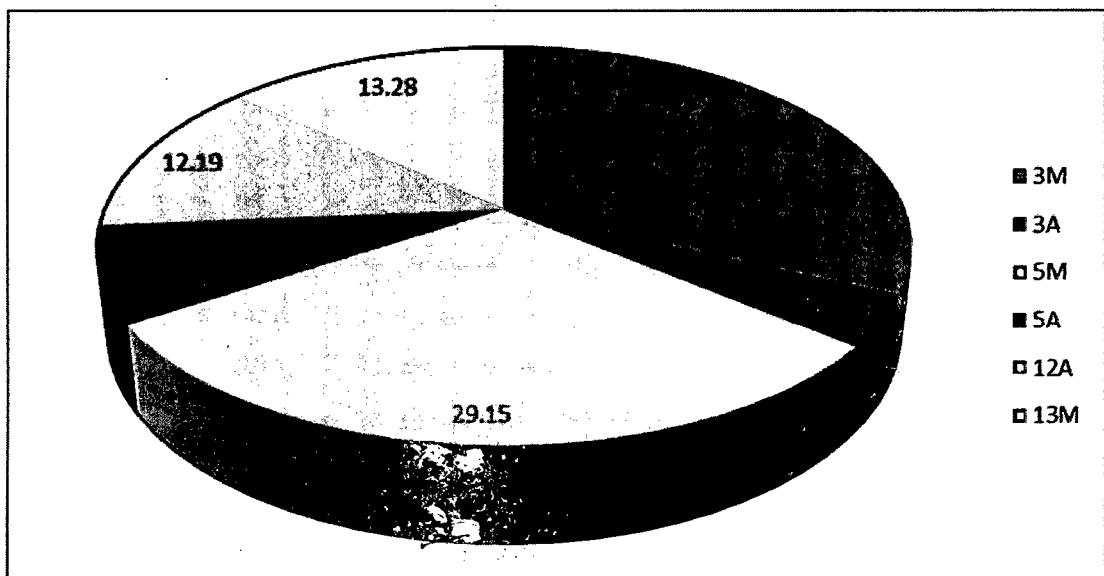


Figura 5. Densidades de las fallas más severas en la cuadra 1

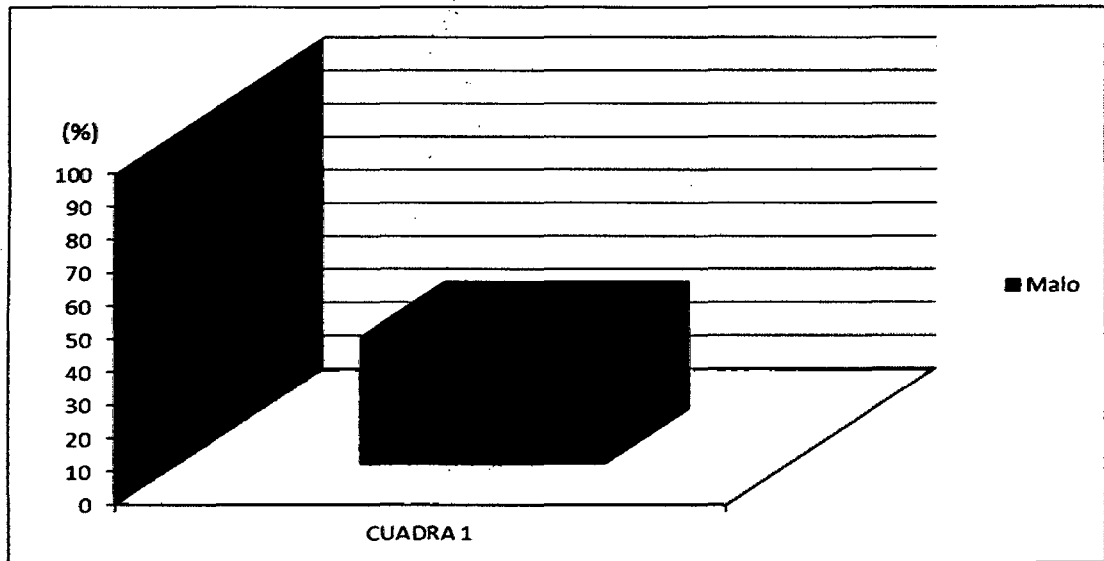


Figura 6. Índice de condición del pavimento de la cuadra 1

Una vez que se midieron todas las deficiencias con sus severidades que existen en el pavimento rígido de la cuadra 02, se llenaron los datos en la hoja de registro que mostramos a continuación en la tabla 7 para sus respectivos cálculos.

Tabla 7. Hoja de registro en vías de pavimento rígido de la cuadra 2

METODO PCI										
ÍNDICE DE CONDICIÓN EN VÍAS DE PAVIMENTO RÍGIDO										
HOJA DE REGISTRO										
Nombre de la vía:Calle las Begonias.....				Sección: ...Cuadra 2....			Unidad de muestra: ...U2...			
Ejecutor:Bach. Javier Angel Quinde Saavedra...				Fecha: ..03/03/2013..			Área:504.8 m2.....			
1. Grietas de esquina	5. Grietas transversales	9. Ahuellamiento	13. Parche grande							
2. Grietas diagonales	6. Ondulacion	10. Daño del sello de la junta	14. Parche pequeño							
3. Grietas longitudinales	7. Hundimiento	11. Descascaramiento de esquina	15. Pulimento de agregado							
4. Grietas de restriccion	8. Baches	12. Desconchamiento	16. Perdida de agregado							
Severidad: Baja (B) Media(M) Alta(A)										
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1M	0.75	0.9	1.3	1.5	0.83	1	6.28	1.24	1.79	
1A	0.55	0.7	0.9	1	0.8	-	3.95	0.78	1.89	
3M	40	35	38	31	40	36	220	43.58	25.52	
3A	4.8	4	3.8	4.2	4.3	4.5	25.6	5.07	12.15	
5M	37	35	32	33	30	33	200	39.62	24.16	
5A	6.8	6.5	7	6.8	7.2	6.6	40.9	8.10	15.55	
10M	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
11B	0.12	0.18	0.25	0.35	0.2	0.1	1.2	0.24	0.02	
12A	15.2	14.8	14.5	15.5	15.2	15	90.2	17.87	27	
13M	56.64	-	-	-	-	-	56.64	11.22	6.53	
14M	2.2	2.8	2	3	2.5	-	12.5	2.48	0.45	
15	3.3	3.5	3.8	-	-	-	10.6	2.10	0.34	

Como se aprecia en la tabla 8 se obtuvieron 7 valores deducidos: 27, 25.52, 24.26, 15.55, 12.15, 6.53 y 4. Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor deducido corregido 60.7, dando como resultado el índice de condición de pavimento (PCI) de 39.3 que corresponde a un pavimento MALO.

Tabla 8. Cálculo del índice de condición del pavimento de la cuadra 2

Numero de deducidos > 2 (q)	: 7	$mi = 1 + \frac{9}{98}(100 - HDVi)$														
Valor deducido mas alto (HDVi)	: 27.00															
Numero admisible de deducidos (mi)	: 7.70															
#	VALORES DEDUCIDOS													TOTAL	q	CDV
1	27	25.52	24.16	15.6	12.15	6.53	4	1.89	1.79	0.45	0.34	0.02	119.4	7	59.00	
2	27	25.52	24.16	15.6	12.15	6.53	2	1.89	1.79	0.45	0.34	0.02	117.4	6	60.7	
3	27	25.52	24.16	15.6	12.15	2	2	1.89	1.79	0.45	0.34	0.02	112.9	5	59.9	
4	27	25.52	24.16	15.6	2	2	2	1.89	1.79	0.45	0.34	0.02	102.7	4	59.4	
5	27	25.52	24.16	2	2	2	2	1.89	1.79	0.45	0.34	0.02	89.17	3	52.6	
6	27	25.52	2	2	2	2	2	1.89	1.79	0.45	0.34	0.02	67.01	2	50.6	
7	27	2	2	2	2	2	2	1.89	1.79	0.45	0.34	0.02	43.49	1	43.5	
Máx. CDV = 60.7																
PCI= 100 - Máx. CDV																
PCI= 100 - 60.7																
PCI= 39.3MALO																

La unidad de muestra U2 tiene 504.8 m² y pertenece a la cuadra 02 del pavimento rígido de la Calle las Begonias.

Las fallas encontradas en la evaluación del pavimento rígido de la cuadra 2 fueron; de mediana y de alta severidad las grietas de esquina, grietas longitudinales, grietas transversales; de mediana severidad encontramos diseño del sello de juntas, parcheo grande, parcheo pequeño; de alta severidad encontramos desconchamiento; además se registraron descascaramiento de esquina de baja severidad y pulimento de agregado. En la tabla 9 se calcularon las porcentajes de las densidades para cada una de las fallas encontradas en la cuadra 2 así como su respectiva grafica para un mayor entendimiento mostrada en la figura 7.

Tabla 9. Cálculo de densidades de cada una de las fallas en la cuadra 2

FALLAS	DENSIDADES	DENSIDAD (%)
1. Grietas de esquina	2.03	1.53
3. Grietas longitudinales	48.65	36.77
5. Grietas transversales	47.72	36.07
11. Descascaramiento de esquina	0.24	0.18
12. Desconchamiento	17.87	13.51
13. Parche grande	11.22	8.48
14. Parche pequeño	2.48	1.87
15. Pulimento de agregado	2.1	1.59
SUMA TOTAL EN %	132.31	100.00

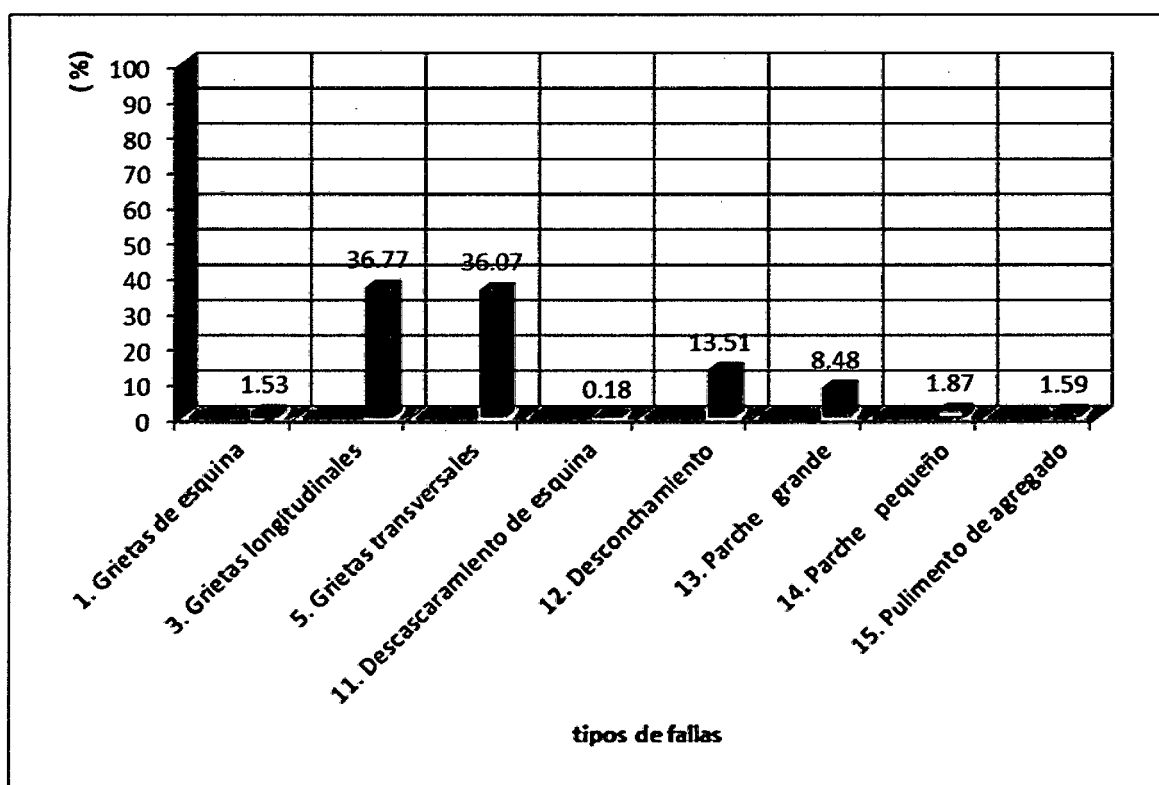


Figura 7. Densidades de cada una de las fallas en la cuadra 2

Las fallas más severas encontradas en la evaluación del pavimento rígido de la cuadra 02 fueron; de mediana y de alta severidad las grietas longitudinales y grietas transversales; de alta severidad encontramos desconchamiento y de mediana severidad encontramos parche grande. En la tabla 10 se calcularon los porcentajes de las densidades para cada una de las fallas encontradas en la

cuadra 1, así como su respectiva grafica para un mayor entendimiento mostrada en la figura 8.

Tabla 10. Cálculo de densidades de las fallas más severas en la cuadra 2

FALLA	DENSIDAD	
	POR FALLA	DENSIDAD (%)
3M	43.58	32.94
3A	5.07	3.83
5M	39.62	29.94
5A	8.1	6.12
12A	17.87	13.51
13M	11.22	8.48

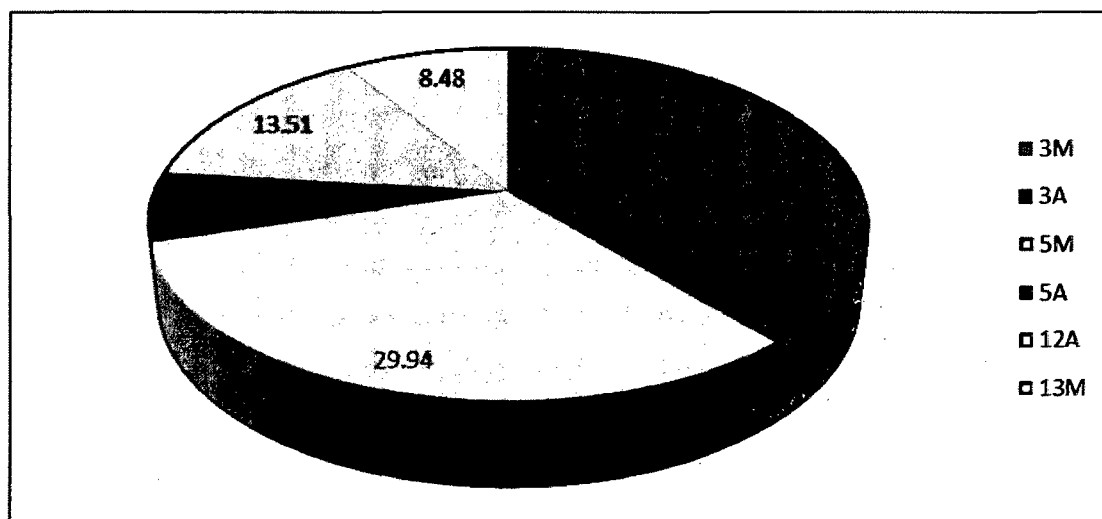


Figura 8. Densidades de las fallas más severas en la cuadra 2

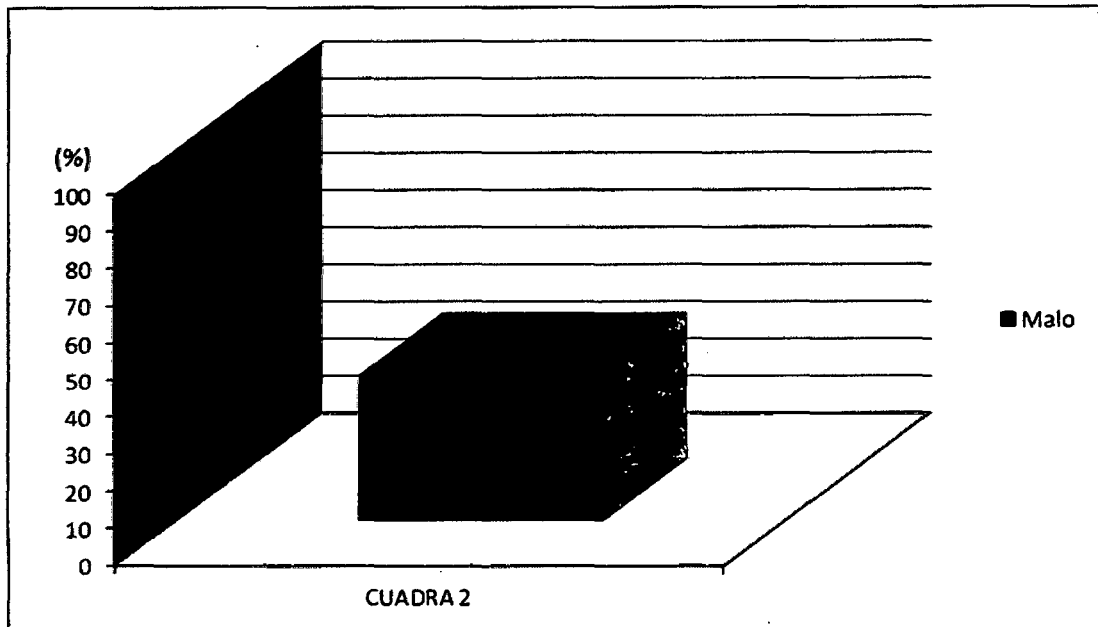


Figura 9. Índice de condición del pavimento de la cuadra 2

Una vez que se midieron todas las deficiencias con sus severidades que existen en el pavimento rígido de la cuadra 03, se llenaron los datos en la hoja de registro que mostramos a continuación en la tabla 11 para sus respectivos cálculos.

Tabla 11. Hoja de registro en vías de pavimento rígido de la cuadra 3

METODO PCI										
ÍNDICE DE CONDICIÓN EN VÍAS DE PAVIMENTO RÍGIDO										
HOJA DE REGISTRO										
Nombre de la vía:			Calle las Begonias.....			Sección: ...Cuadra 3....		Unidad de muestra: ..U3...		
Ejecutor:Bach. Javier Angel Quinde Saavedra...			Fecha: ..03/03/2013..		Área:368.2 m2.....					
1. Grietas de esquina	5. Grietas transversales	9. Ahuellamiento	13. Parche grande							
2. Grietas diagonales	6. Ondulacion	10. Daño del sello de la junta	14. Parche pequeño							
3. Grietas longitudinales	7. Hundimiento	11. Descascaramiento de esquina	15. Pulimento de agregado							
4. Grietas de restriccion	8. Baches	12. Desconchamiento	16. Perdida de agregado							
Severidad: Baja (B)			Media(M)		Alta(A)					
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1M	0.75	0.9	0.5	0.6	0.83	-	3.58	0.97	1.4	
1A	0.55	0.7	0.9	0.8	-	-	2.95	0.80	1.94	
2M	12	18	22	15	20	-	87	23.63	16.72	
3M	8	15	22	10	25	-	80	21.73	15.51	
5M	18	23	26	20	15	-	102	27.70	19	
10M	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
11B	0.12	0.18	0.25	0.15	0.2	0.1	1	0.27	0.03	
12A	8	10.2	6.2	8.5	10	-	42.9	11.65	19.58	
14M	2.3	2.8	2.6	3	2.5	3.2	16.4	4.45	0.8	
15	2.3	3	2.8	3.2	-	-	11.3	3.07	0.49	

Como se aprecia en la tabla 12 se obtuvieron 5 valores deducidos: 19.58, 19, 16.72, 15.51 y 4. Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor deducido corregido 45.5, dando como resultado el índice de condición de pavimento (PCI) de 54.52 que corresponde a un pavimento REGULAR.

Tabla 12. Cálculo del índice de condición del pavimento de la cuadra 3

Numero de deducidos > 2 (q)	: 5												
Valor deducido mas alto (HDVi)	: 19.58												
Numero admisible de deducidos (mi)	: 8.39												
	$mi = 1 + \frac{9}{98}(100 - HDVi)$												
ITERACION	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL q	CDV	
I	19.58	19	16.72	15.51	4	1.94	1.4	0.8	0.49	0.03	79.47	5	44
II	19.58	19	16.72	15.51	2	1.94	1.4	0.8	0.49	0.03	77.47	4	45.48
III	19.58	19	16.72	2	2	1.94	1.4	0.8	0.49	0.03	63.96	3	41.07
IV	19.58	19	2	2	2	1.94	1.4	0.8	0.49	0.03	49.24	2	38.93
V	19.58	2	2	2	2	1.94	1.4	0.8	0.49	0.03	32.24	1	32.24
											Máx. CDV = 45.5		
PCI= 100 - Máx. CDV													
PCI= 100 - 45.48													
PCI= 54.52REGULAR													

La unidad de muestra U3 tiene 368.2 m² y pertenece a la cuadra 03 del pavimento rígido de la Calle las Begonias.

Las fallas encontradas en la evaluación del pavimento rígido de la cuadra 3 fueron; de mediana y de alta severidad las grietas de esquina; de mediana severidad encontramos grietas diagonales, grietas longitudinales, grietas transversales, diseño del sello de juntas, parcheo pequeño; de alta severidad encontramos desconchamiento; además se registraron descascaramiento de esquina de baja severidad y pulimento de agregado. En la tabla 13 se calcularon los porcentajes de las densidades para cada una de las fallas encontradas en la cuadra 3 así como su respectiva grafica para un mayor entendimiento mostrada en la figura 10.

Tabla 13. Cálculo de densidades de cada una de las fallas en la cuadra 3

FALLAS	DENSIDADES	DENSIDAD (%)
1. Grietas de esquina	1.77	1.88
2. Grietas diagonales	23.63	25.07
3. Grietas longitudinales	21.73	23.05
5. Grietas transversales	27.70	29.38
11. Descascaramiento de esquina	0.27	0.29
12. Desconchamiento	11.65	12.36
14. Parche pequeño	4.45	4.72
15. Pulimento de agregado	3.07	3.26
SUMA TOTAL EN %	94.27	100.00

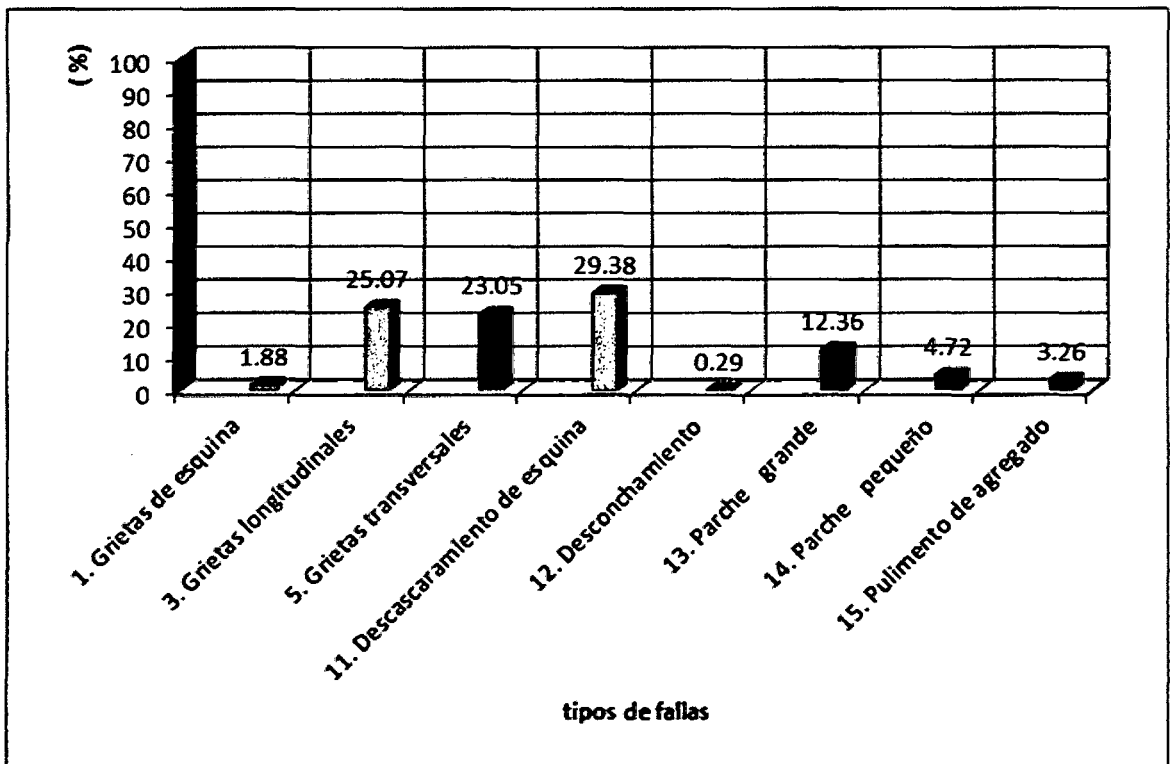


Figura 10. Densidades de cada una de las fallas en la cuadra 3

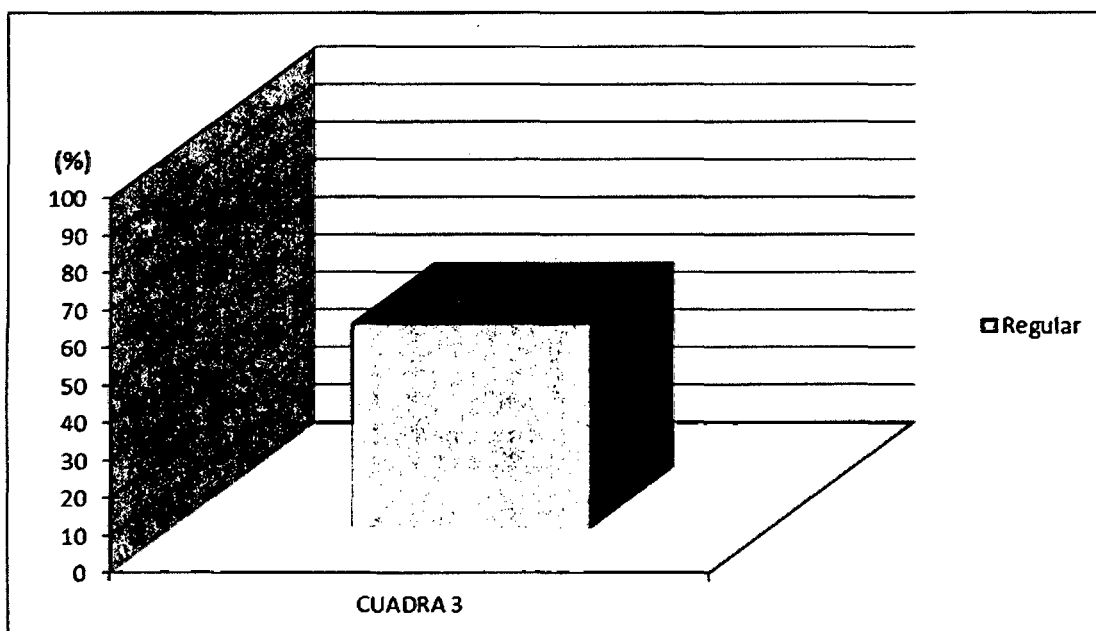


Figura 11. Índice de condición del pavimento de la cuadra 3

Una vez que se midieron todas las deficiencias con sus severidades que existen en el pavimento rígido de la cuadra 04, se llenaron los datos en la hoja de registro que mostramos a continuación en la tabla 14 para sus respectivos cálculos.

Tabla 14. Hoja de registro en vías de pavimento rígido de la cuadra 4

METODO PCI									
ÍNDICE DE CONDICIÓN EN VÍAS DE PAVIMENTO RÍGIDO									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía:		Calle las Begonias.....			Sección: ..Cuadra 4....		Unidad de muestra: ..U4...		
Ejecutor:Bach. Javier Angel Quinde Saavedra...		Fecha: ..03/03/2013..			Área:465.5 m2.....				
1. Grietas de esquina	5. Grietas transversales	9. Ahuellamiento	13. Parche grande						
2. Grietas diagonales	6. Ondulación	10. Daño del sello de la junta	14. Parche pequeño						
3. Grietas longitudinales	7. Hundimiento	11. Descascaramiento de esquina	15. Pulimento de agregado						
4. Grietas de restricción	8. Baches	12. Desconchamiento	16. Pérdida de agregado						
Severidad: Baja (B)		Media (M)		Alta (A)					
FALLA	CANTIDAD				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
1M	0.76	0.9	1	1.2	0.85	-	4.71	1.01	1.45
1A	1	1.6	0.9	1.4	0.8	-	5.7	1.22	2.95
2M	24	26	22	25	20	-	117	25.13	17.67
3M	20	24	22	18	25	-	109	23.42	16.59
5M	28	23	26	25	28	-	130	27.93	19.12
10M	-	-	-	-	-	-	-	-	4
11B	0.2	0.18	0.25	0.22	0.2	0.1	1.15	0.25	0.03
12A	10	10.8	12	9.6	13.5	-	55.9	12.01	20.07
14M	3	3.8	3.2	3	3.5	4	20.5	4.40	0.8
15	2.6	3.2	2.8	3.4	-	-	12	2.58	0.41

Como se aprecia en la tabla 15 se obtuvieron 6 valores deducidos: 20.07, 19.12, 17.67, 16.59, 4 y 2.95. Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor deducido corregido 47.1, dando como resultado el índice de condición de pavimento (PCI) de 52.92 que corresponde a un pavimento REGULAR.

Tabla 15. Cálculo del índice de condición del pavimento de la cuadra 4

Numero de deducidos > 2 (q)	: 6													
Valor deducido mas alto (HDVi)	: 20.07													
Numero admisible de deducidos (mi)	: 8.34													
#	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	q	CDV	
1	20.07	19.12	17.67	16.59	4	2.95	1.45	0.8	0.41	0.03	83.09	6	43.20	
2	20.07	19.12	17.67	16.59	4	2	1.45	0.8	0.41	0.03	82.14	5	46.00	
3	20.07	19.12	17.67	16.59	2	2	1.45	0.8	0.41	0.03	80.14	4	47.08	
4	20.07	19.12	17.67	2	2	2	1.45	0.8	0.41	0.03	65.55	3	42.11	
5	20.07	19.12	2	2	2	2	1.45	0.8	0.41	0.03	49.88	2	39.41	
6	20.07	2	2	2	2	2	1.45	0.8	0.41	0.03	32.76	1	32.76	
												Máx. CDV = 47.1		
PCI= 100 - Máx. CDV														
PCI= 100 - 47.08														
PCI= 52.92REGULAR														

La unidad de muestra U4 tiene 465.5 m² y pertenece a la cuadra 04 del pavimento rígido de la Calle las Begonias.

Las fallas encontradas en la evaluación del pavimento rígido de la cuadra 4 fueron; de mediana y de alta severidad las grietas de esquina; de mediana severidad encontramos grietas diagonales, grietas longitudinales, grietas transversales, diseño del sello de juntas, parcheo pequeño; de alta severidad encontramos desconchamiento; además se registraron descascaramiento de esquina de baja severidad y pulimento de agregado. En la tabla 16 se calcularon los porcentajes de las densidades para cada una de las fallas encontradas en la cuadra 4 así como su respectiva grafica para un mayor entendimiento mostrada en la figura 12.

Tabla 16. Cálculo de densidades de cada una de las fallas en la cuadra 4

FALLAS	DENSIDADES	DENSIDAD (%)
1. Grietas de esquina	2.24	2.28
2. Grietas diagonales	25.13	25.65
3. Grietas longitudinales	23.42	23.91
5. Grietas transversales	27.93	28.51
11. Descascaramiento de esquina	0.25	0.26
12. Desconchamiento	12.01	12.26
14. Parche pequeño	4.4	4.49
15. Pulimento de agregado	2.58	2.63
SUMA TOTAL EN %	97.96	100.00

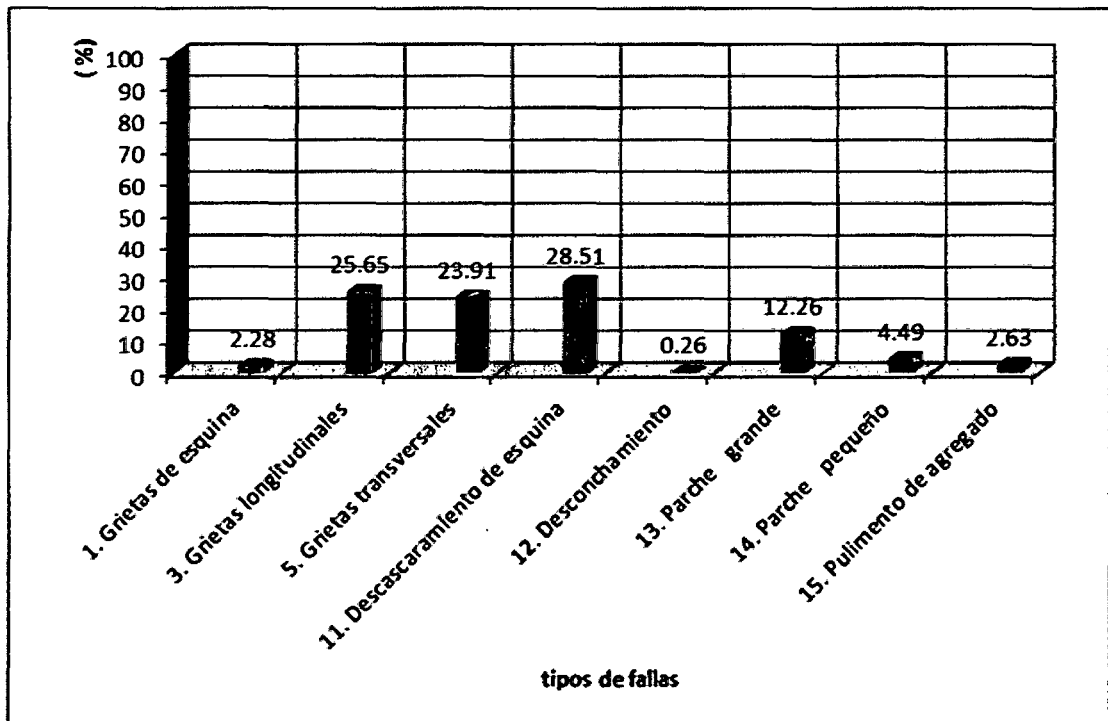


Figura 12. Densidades de cada una de las fallas en la cuadra 4

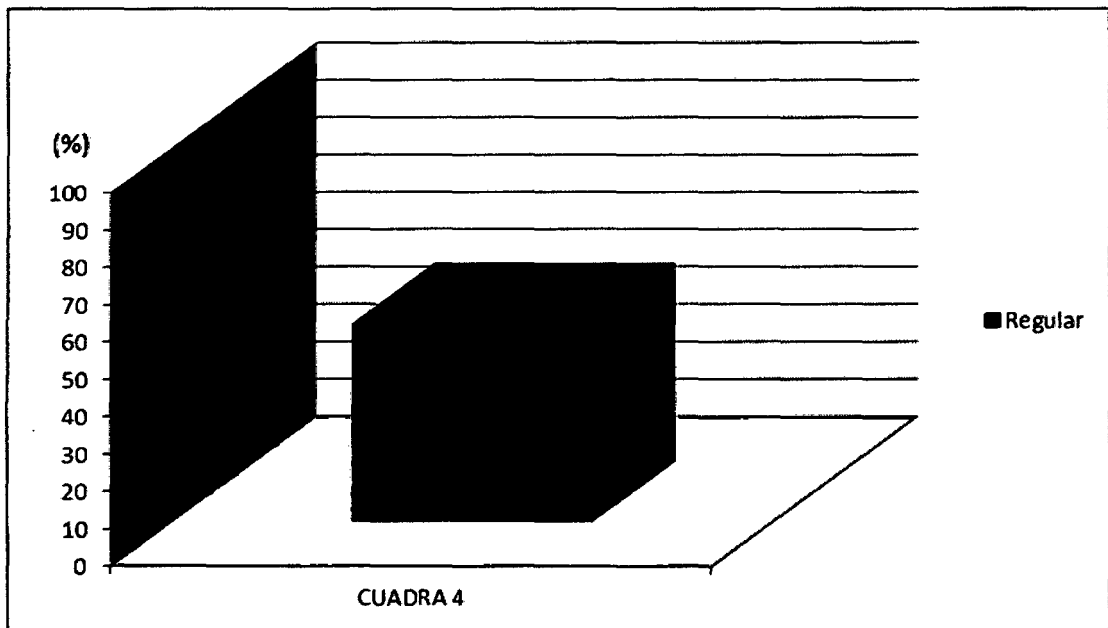


Figura 13. Índice de condición del pavimento de la cuadra 4

En la figura 14 que se presenta a continuación tenemos el resumen de los índices de condición de pavimentos de las 4 cuadras evaluadas de los cuales nos resulta un pavimento de estado regular, con un PCI ponderado igual a 46.36%.

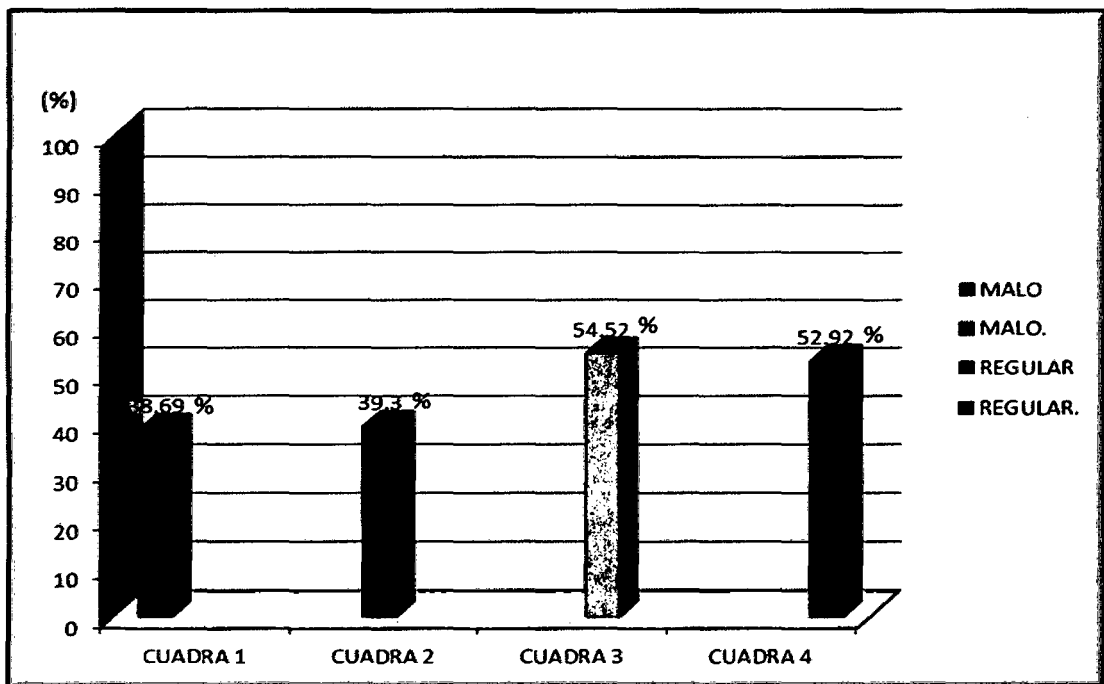


Figura 14. Índice de condición del pavimento de las 4 cuadras

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento rígido de la cuadra 1 son las grietas longitudinales con una severidad media de 30.68% y alta de 4.07%; transversales con una severidad media de 29.15% y alta de 7.54, ya que aparte de ser una falla estructural (que afectan considerablemente al paquete estructural), se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla está el parcheo grande con una severidad alta de 13.28% y desconchamiento con una severidad alta de 12.19% que se extiende en toda el área. Asimismo se encontraron fallas que menos afectan al pavimento rígido como son el parcheo pequeño, diseño del sello de juntas, grietas de esquina, pulimento de agregado y descascaramiento de esquina, que también contribuyen al daño del pavimento rígido.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento rígido de la cuadra 2 son las grietas longitudinales con una severidad media de 32.94% y alta de 3.83%; transversales con una severidad media de 29.94% y alta de 6.12%; ya que aparte de ser una falla estructural (que afectan considerablemente al paquete estructural), se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla está el desconchamiento con una severidad alta de 13.51% que se extiende en toda el área y parcheo grande con una severidad de 8.48%. Asimismo se encontraron fallas que menos afectan al pavimento rígido como son el parcheo pequeño, diseño del sello de juntas, grietas de esquina, pulimento de agregado y descascaramiento de esquina, que también contribuyen al daño del pavimento rígido.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento rígido de la cuadra 3 son las grietas diagonales con una severidad media de 25.07%, longitudinales con una severidad media de 23.05 y transversales con una severidad media de 29.38%, ya que aparte de ser una falla estructural (que afectan considerablemente al paquete estructural), se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla está el desconchamiento con una severidad alta de 12.36% que se extiende en toda el área. Asimismo se encontraron fallas que menos afectan al pavimento rígido como son el parcheo pequeño, diseño del sello de juntas, grietas de esquina, pulimento de agregado y descascaramiento de esquina, que también contribuyen al daño del pavimento rígido.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento rígido de la cuadra 4 son las grietas diagonales con una severidad media de 25.65%, longitudinales con una severidad media de 23.91% y transversales con una severidad media de 28.51, ya que aparte de ser una falla estructural (que afectan considerablemente al paquete estructural), se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla está el desconchamiento con una severidad alta de 12.26% que se extiende en toda el área. Asimismo se encontraron fallas que menos afectan al pavimento rígido como son el parcheo pequeño, diseño del sello de juntas, grietas de esquina, pulimento de agregado y descascaramiento de esquina, que también contribuyen al daño del pavimento rígido.

En la tercera y cuarta cuadra de la Calle las Begonias se encuentra ligeramente en mejor estado que la primera y segunda cuadra.

Si bien el promedio de las cuadras de Índice de Condición del Pavimento de la Calle las Begonias es REGULAR, lo ideal es detectar y evaluar los daños de los pavimentos con la suficiente anticipación, de manera que las reparaciones resultantes correspondan a trabajos de conservación o reparación menor, y no de reconstrucción.

Para tener la resistencia a la compresión del estado actual del pavimento rígido en la calle las begonias de la urbanización las flores se hizo el ensayo del esclerómetro que consistió en hacer dos ensayos para cada una de las cuatro cuadras que a continuación lo describimos.

Para efectuar los dos ensayos del esclerómetro en el pavimento rígido de la cuadra 1, se apoyó firmemente el instrumento, con el émbolo perpendicular a la superficie, incrementando gradualmente la presión hasta que el martillo impactó y se tomó la lectura. Se tomaron 10 lecturas para obtener un promedio de 28 y 24, luego ese promedio se intersectó en el ábaco del esclerómetro con una inclinación de 90° ($\alpha = 90^\circ$) en la que nos dio una resistencia a la compresión en (psi) que luego convertimos a kg/cm^2 dándonos la resistencia a la compresión mala.

Igualmente seguimos el mismo procedimiento para la segunda, tercera y cuarta cuadra de la calle en estudio.

Tabla 17. Cálculo de la resistencia a la compresión de la cuadra 1

**MÉTODO ESTANDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO
(A.S.T.M. C 805-97)**

MATERIAL :	CONCRETO SIMPLE	RESPONSABLE :	ING. MANUEL URTEAGA TORC
OBRA :	EVALUACION DE LA CALLE LAS BEGONIAS	OPERADOR :	J. V. Z.
	PAVIMENTO RIGIDO		
UBICACIÓN :	URBANIZACION LAS FLORES	FECHA :	24 DE MARZO DEL 2013
NORMA TECNICA :	A.S.T.M. C 805 - 97.		
SOLICITANTE :	JAVIER ANGEL QUINDE SAAVEDRA		

PAVIMENTACION		PAVIMENTACION	
UBICACIÓN DE ENSAYO	Nº REBOTE	UBICACIÓN DE ENSAYO	Nº REBOTE
	29		26
	28		25
	29		24
	29		25
CUADRA 01	26	CUADRA 01	26
	27		23
	30		23
	28		22
	29		24
	26		24
DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	28	PROMEDIO :	24
DESVIACION ESTANDAR :	1.4	DESVIACION ESTANDAR :	1.3
DATO DEL Nº REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN	88	DATO DEL Nº REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN	MALO
DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRICO	Kg/cm²	DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRICO	Kg/cm²

Tabla 18. Cálculo de la resistencia a la compresión de la cuadra 2

**MÉTODO ESTANDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO
(A.S.T.M. C 805-97)**

MATERIAL : CONCRETO SIMPLE RESPONSABLE ING. MANUEL URTEAGA TORC
 OBRA : EVALUACION DE LA CALLE LAS BEGONIAS OPERADOR J. V. Z
 PAVIMENTO RIGIDO
 UBICACIÓN : URBANIZACION LAS FLORES FECHA : 24 DE MARZO DEL 2013
 NORMA TECNICA : A.S.T.M. C 805 - 97.
 SOLICITANTE : JAVIER ANGEL QUINDE SAAVEDRA

PAVIMENTACION			PAVIMENTACION		
UBICACIÓN DE ENSAYO	Nº REBOTE	ACEPTACION	UBICACIÓN DE ENSAYO	Nº REBOTE	ACEPTACION
CUADRO 02	17		CUADRA 02	18	
	18			20	
	19			19	
	18			19	
	18			20	
	17			16	
	18			16	
	17			18	
	18			16	
	16			16	

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	18	PROMEDIO :	18
DESVIACION ESTANDAR :	0.8	DESVIACION ESTANDAR :	1.7

DATO DEL Nº REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN	MALO	DATO DEL Nº REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN	MALO
DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRICO	Kg/cm2	DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRICO	Kg/cm2

Tabla 19. Cálculo de la resistencia a la compresión de la cuadra 3

MÉTODO ESTANDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO

(A.S.T.M. C 805-97)

MATERIAL : CONCRETO SIMPLE RESPONSABLE ING. MANUEL URTEAGA TORC
 OBRA : EVALUACION DE LA CALLE LAS BEGONIAS OPERADOR J. V. Z.
 PAVIMENTO RIGIDO
 UBICACIÓN : URBANIZACION LAS FLORES FECHA : 24 DE MARZO DEL 2013
 NORMA TECNICA : A.S.T.M. C 805 - 97.
 SOLICITANTE : JAVIER ANGEL QUINDE SAAVEDRA

PAVIMENTACION			PAVIMENTACION		
UBICACIÓN DE ENSAYO	Nº REBOTE	ACEPTACION	UBICACIÓN DE ENSAYO	Nº REBOTE	ACEPTACION
	32			30	
	31			29	
	31			29	
	29			27	
CUADRA 03	31		CUADRA 03	30	
	30			29	
	31			27	
	28			29	
	32			29	
	30			27	

DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	31	PROMEDIO :	29
DESVIACION ESTANDAR :	1.3	DESVIACION ESTANDAR :	1.2
DATO DEL Nº REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN	126	DATO DEL Nº REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN	98
DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRICO	Kg/cm ²	DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRICO	Kg/cm ²

Tabla 20. Cálculo de la resistencia a la compresión de la cuadra 4

MÉTODO ESTANDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO			
(A.S.T.M. C 805-97)			
MATERIAL :	CONCRETO SIMPLE	RESPONSABLE	ING. MANUEL URTEAGA TORC
OBRA :	EVALUACION DE LA CALLE LAS BEGONIAS PAVIMENTO RIGIDO	OPERADOR	J. V. Z
UBICACIÓN :	URBANIZACION LAS FLORES	FECHA :	24 DE MARZO DEL 2013
NORMA TECNICA :	A.S.T.M. C 805 - 97.		
SOLICITANTE :	JAVIER ANGEL QUINDE SAAVEDRA		
PAVIMENTACION		PAVIMENTACION	
UBICACIÓN DE ENSAYO	Nº REBOTE	UBICACIÓN DE ENSAYO	Nº REBOTE
	29		28
	28		29
	26		29
	28		29
CUADRA 04	31	CUADRA 04	31
	37		31
	29		26
	29		28
	26		25
	30		26
DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
PROMEDIO :	29	PROMEDIO :	28
DESVIACION ESTANDAR :	3.1	DESVIACION ESTANDAR :	2.0
DATO DEL Nº REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN	98	DATO DEL Nº REBOTE - RESISTENCIA A COMPRESIÓN	88
DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRICO	Kg/cm ²	DEL CONCRETO, DEL GRAFICO DEL ESCLEROMETRICO	Kg/cm ²

Discusión

En el desarrollo de la investigación se decidió por el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) por que constituye una metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos rígidos y flexibles, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema.

La evaluación del estado actual del pavimento rígido de la Calle las Begonias, las cuales tienen características particulares respecto al volumen de tránsito que circulan de carga pesada, este aspecto es uno de los que principalmente determina el grado de daños que pueden alcanzar.

La mayor incidencia de grietas longitudinales, transversales y desconchamiento se debe a la suma de varios factores como son:

- _ Excesivas repeticiones de cargas pesadas (Fatiga).
- _ Deficiente apoyo de las losas.
- _ Incorrecta construcción y por agregados de mala calidad.

Como observamos en los resultados, el promedio de las cuatro cuadras de Índice de Condición del Pavimento de la Calle las Begonias en la ciudad de Jaén nos dio un PCI de 46.36% de una calificación REGULAR, así como lo menciona Cerón en su investigación hecha en Colombia que para el tramo 2 que tiene pavimento rígido, aunque se presentaron daños significativos en algunas de las losas como parches grandes mayores a 0.45 m² en mal estado y losas divididas arrojó una calificación de 86.9% con una calificación EXCELENTE, lo ideal es detectar y evaluar los daños de los pavimentos con la suficiente anticipación, de manera que las reparaciones resultantes correspondan a trabajos de conservación o reparación menor, y no de reconstrucción.

Los resultados obtenidos coinciden con la investigación de Vilca realizada en el barrio Centenario perteneciente al distrito de Independencia - Provincia de Huaraz que cuenta con la totalidad de sus calles pavimentadas, de los cuales por el uso y la antigüedad de las mismas se fueron deteriorando y no contaron con un mantenimiento adecuado. La investigación se realizó utilizando fichas del Método

PCI, además de la estadística según los datos del nivel de severidad en cada tipo de daño; de esta manera se concluye que el tipo de daño que más afecta a las avenidas Confraternidad Oeste y Centenario son las grietas, de las cuales son los grietas transversales y longitudinales los que más predominan, catalogándose a la fecha como un pavimento REGULAR.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

- El estado actual del pavimento rígido de las cuatro cuadras de la Calle las Begonias nos dio como resultado el ponderado de Índice de condición del pavimento de 46.36%, catalogándose a la fecha como REGULAR.
- Las deficiencias más frecuentes medidas en las cuatro cuadras de la calle las Begonias son: grietas de esquina, grietas diagonales, grietas longitudinales, grietas transversales, diseño del sello de juntas, descascaramiento de esquina, desconchamiento, parcheo grande, parcheo pequeño, pulimento de agregado.
- Las grietas longitudinales, transversales con nivel de severidad y cuantificación media y el desconchamiento con nivel de severidad y cuantificación alta son los daños más comunes y de mayor incidencia en la Calle la Begonias.
- En la Calle las Begonias el principal factor causante del deterioro del pavimento es la baja resistencia del concreto cuyo promedio alcanza 95.25 kg/cm² existiendo un déficit de 114.75 kg/cm² respecto del expediente técnico.

Recomendaciones.

Como propuesta de mejora de la calle en estudio se realizó las siguientes recomendaciones:

- Realizar la construcción de un nuevo pavimento en la cuadra 1 y 2 ya que presentan grietas longitudinales y transversales, de severidad media y alta así como parcheo grande y desconchamiento de severidad alta entre otras deficiencias.
- Realizar en la cuadra 3 y 4 un campaña de sellado de grietas con mortero asfáltico, esta acción alargaría en gran medida la durabilidad del pavimento ya que son de media severidad si como también el parcheo para el desconchamiento que se presenta en poca proporción.
- Tener un presupuesto para mantenimiento continuo en el sellado de agrietamientos, reemplazo y parchado de losa según sea el requerimiento.

REFRERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

American Association State Highway Officials (1962). Fallas en Pavimentos Flexibles. 53p

American Society For Testing and Materials (2004). Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos (ASTM D6433-03). Estados Unidos. 81 p

Armijos Salinas, CR.2009. Evaluación Superficial de algunas Calles de la Ciudad de Loja. Tesis de grado para la obtención del Título de Ingeniero Civil. Loja Ecuador, Universidad Técnica Particular de Loja.177p.

Cerón Bermúdez, VG.2006. Evaluación y comparación de metodologías VIZIR y PCI sobre el tramo de vía en pavimento flexible y rígido de la vía: Museo Quimbaya – CRQ Armenia Quindío (PR 00 + 000 – PR 02 + 600). (Ing. civil).Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería y Arquitectura.97p.

Espinoza Ordinola, TE.2010. Determinación y evaluación del nivel de Incidencia de las Patologías del Concreto en los Pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba, Departamento de Piura. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Piura Perú, Universidad Católica los Ángeles de Chimbote.77p.

Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras (2006). Manual para la inspección visual de Pavimentos Flexibles. Bogotá, Colombia

Maguiña Cruz, GO.2011. Determinación y Evaluación del Estado Actual del Pavimento Rígido en el Barrio de Patay del distrito de Independencia – Provincia de Huaraz – Región Ancash. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Ancash Perú, Universidad Católica los Ángeles de Chimbote.90p.

Rodríguez Velásquez, ED.2009. Cálculo del Índice de Condición del Pavimento Flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Piura Perú, Universidad de Piura.169p.

Romero Miranda, WE.2011. Evaluación Superficial de las Plataformas de Concreto de las Losas Deportivas del Distrito de Caraz – Provincia de Huaylas – Región Ancash. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Ancash Perú, Universidad Católica los Ángeles de Chimbote.165p.

Thenoux Zevallos, G.2006. Relación entre “Diagnóstico” de la condición funcional y estructural de pavimentos y la asignación de acciones de conservación y rehabilitación. (Ing. Civil, MSc, PhD).Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Ingeniería.2p.

Vergara schmalbach, Estadística básica con aplicaciones en MS EXCEL. Introducción a la estadística, distribuciones de frecuencias, gráficos estadísticos, medidas de tendencia central, dispersión, posición y forma.

Vieytes (2004), Estrada (1994); Ruíz-Rosado (2006). Metodología de investigación científica.

Vilca Gómez, OD.2011. Evaluación del Estado Actual del Pavimento Rígido en el Sector Oeste del Barrio Centenario del Distrito de Independencia – Provincia de Huaraz – Región Ancash. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Ancash Perú, Universidad Católica los Ángeles de Chimbote.101p.

ANEXO A

Tabla 21. Hoja de registro en vías de pavimento rígido

METODO PCI				
ÍNDICE DE CONDICIÓN EN VÍAS DE PAVIMENTO RÍGIDO				
HOJA DE REGISTRO				
Nombre de la vía:		Sección:	Unidad de muestra: ...U1...	
Ejecutor:		Fecha:	Área:	
1. Grietas de esquina	5. Grietas transversales	9. Ahuellamiento	13. Parche grande	
2. Grietas diagonales	6. Ondulacion	10. Daño del sello de la junta	14. Parche pequeño	
3. Grietas longitudinales	7. Hundimiento	11. Descascaramiento de esquina	15. Pulimento de agregado	
4. Grietas de restriccion	8. Baches	12. Desconchamiento	16. Perdida de agregado	
Severidad: Baja (B) Media(M) Alta(A)				
FALLA	CANTIDAD	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO

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

Manual de Daños para la Evaluación de Pavimentos con Superficie de Concreto

➤ Grieta de esquina

Una grieta de esquina es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina. Por ejemplo, una losa con dimensiones de 3.70 m por 6.10 m presenta una grieta a 1.50 m en un lado y a 3.70 m en el otro lado, esta grieta no se considera grieta de esquina sino grieta diagonal; sin embargo, una grieta que intercepta un lado a 1.20 m y el otro lado a 2.40 m si es una grieta de esquina. Una grieta de esquina se diferencia de un descascaramiento de esquina en que aquella se extiende verticalmente a través de todo el espesor de la losa, mientras que el otro intercepta la junta en un ángulo. Generalmente, la repetición de cargas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina.

Niveles de Severidad

B - La grieta está definida por una grieta de baja severidad y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna.

M - Se define por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media (M).

A - Se define por una grieta de severidad alta o el área entre la junta y las grietas está muy agrietada.

Medida

Se mide en metros cuadrados (m²). Para el reporte del daño es necesario anotar el área de la grieta de esquina.

Opciones de reparación

B - No se hace nada. Sellado de grietas de más de 3 mm.

M - Sellado de grietas. Parcheo profundo.

A - Parcheo profundo.

➤ Grietas lineales (grietas diagonales, longitudinales y transversales)

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

Niveles de severidad

Losas sin refuerzo

B - Grietas no selladas (incluye llénate inadecuado) con ancho menor que 12.0 mm o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria.

No-existe escala.

M - Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta no sellada con ancho entre 12.0 mm y 51.0 mm.
2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 51.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala menor que 10.0 mm.

A - Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta no sellada con ancho mayor que 51.0 mm.
2. Grieta sellada o no de cualquier ancho con escala mayor que 10.0 mm.

Medida

Se miden en metros (m). Es posible determinar el área de afectación por este deterioro en metros cuadrados (m²) multiplicando la longitud total de grietas por un ancho de referencia establecido en 0,6 m, esto para los fines del análisis del área total afectada.

Cuando en una misma grieta existan diferentes severidades, de ser posible se reportará la longitud correspondiente a cada severidad, de lo contrario se reportará la longitud total de la grieta con el mayor nivel de severidad presente.

Cuando existan varias grietas muy cercanas, se reportará el área total afectada en metros cuadrados (m²), de ser posible por severidad, de lo contrario, asignando a toda el área la mayor severidad encontrada.

Opciones de reparación

B - No se hace nada. Sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.

M - Sellado de grietas.

A - Sellado de grietas. Parcheo profundo. Reemplazo de la losa

➤ Daño del sello de la junta

Es cualquier condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en fragmentación, levantamiento o descascaramiento de los bordes de la junta. Un material llenante adecuado impide que lo anterior ocurra. Los tipos típicos del daño de junta son:

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

Niveles de Severidad

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

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

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

Medida

Se evalúa con base en la condición total del sellante en toda el área.

Opciones de reparación

B - No se hace nada.

M - Resellado de juntas.

A - Resellado de juntas.

➤ Parche grande y acometidas de servicios públicos

Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo. Una excavación de servicios públicos es un

parche que ha reemplazado el pavimento original para permitir la instalación o mantenimiento de instalaciones subterráneas. Los niveles de severidad de una excavación de servicios son los mismos que para el parche regular.

Niveles de severidad

B - El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.

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

A - El parche está muy dañado. El estado de deterioro exige reemplazo.

Medida

Se mide en metros cuadrados (m²). Para el reporte del daño es necesario anotar el área del parche.

Opciones para Reparación

B - No se hace nada.

M - Sellado de grietas. Reemplazo del parche.

A - Reemplazo del parche.

➤ Parche pequeño

Es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por un material de relleno.

Niveles de Severidad

B - El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.

M - El parche está moderadamente deteriorado. El material del parche puede ser retirado con considerable esfuerzo.

A - El parche está muy deteriorado. La extensión del daño exige reemplazo.

Medida

Se mide en metros cuadrados (m²). Para el reporte del daño es necesario anotar el área del parche.

Opciones para Reparación

B - No se hace nada.

M - No se hace nada. Reemplazo del parche.

A - Reemplazo del parche.

➤ **Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado.**

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

Niveles de Severidad

B - El craquelado se presenta en la mayor parte del área de la losa; la superficie está en buena condición con solo un descamado menor presente.

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

A - La losa esta descamada en más del 15% de su área.

Medida

Se mide en metros cuadrados (m²). Para el reporte del daño es necesario anotar el área de la falla encontrada.

Opciones para Reparación

B - No se hace nada.

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

A - Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa. Sobre carpeta.

➤ Descascaramiento de esquina.

Es la rotura de la losa a 0.6 m de la esquina aproximadamente. Un descascaramiento de esquina difiere de la grieta de esquina en que el descascaramiento usualmente buza hacia abajo para interceptar la junta, mientras que la grieta se extiende verticalmente a través de la esquina de losa. Un descascaramiento menor que 127 mm medidos en ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse.

Niveles de severidad

En el cuadro siguiente se listan los niveles de severidad para el descascaramiento de esquina. El descascaramiento de esquina con un área menor que 6452 mm² desde la grieta hasta la esquina en ambos lados no deberá contarse.

Tabla 22. Dimensiones de los lados del descascaramiento

PROFUNDIDAD DEL DESCASCARAMIENTO	DIMENSIONES DE LOS LADOS DEL DESCASCARAMIENTO	
	127mm * 127mm a 305mm * 305mm	MAYOR QUE 305 * 305mm
MENOR DE 25 mm	B	B
25 a 51 mm	B	M
MAYOR DE 51 mm	M	A

Medida

Se registra el área afectada para cada severidad en metros cuadrados (m²).

Opciones de reparación

B - No se hace nada.

M - Parcheo parcial.

A - Parcheo parcial.

➤ Pulimento de agregados

Este daño se causa por aplicaciones repetidas de cargas del tránsito. Cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas. Cuando la porción del agregado que se extiende sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados que se extiende sobre el concreto es despreciable y suave al tacto. Este tipo de daño se reporta cuando el resultado de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha disminuido significativamente respecto a evaluaciones previas.

Niveles de Severidad

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de incluirlo en un inventario de la condición y calificarlo como un defecto.

Medida

Se mide en metros cuadrados (m²) y no tiene ningún grado de severidad asociado.

Opciones de reparación

B, M y A: Ranurado de la superficie. Sobre carpeta.

1. Grieta de esquina

Tabla 23. Valores deducidos de grietas de esquina

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	3.50	7.20	12.10
10.00	8.70	14.50	23.40
15.00	12.60	21.70	34.00
20.00	16.40	28.70	41.50
25.00	20.20	34.40	47.30
30.00	23.80	39.20	52.10
35.00	27.40	43.10	56.10
40.00	31.00	46.60	60.00
45.00	34.50	49.60	64.00
50.00	37.50	52.30	67.30
55.00	39.70	53.80	69.30
60.00	41.20	55.30	70.90
65.00	42.60	56.60	72.40
70.00	43.90	57.80	73.80
75.00	45.10	58.90	75.00
80.00	46.20	60.00	76.20
85.00	47.30	61.00	77.30
90.00	48.30	61.90	78.30
95.00	49.20	62.80	79.30
100.00	50.10	63.70	80.30

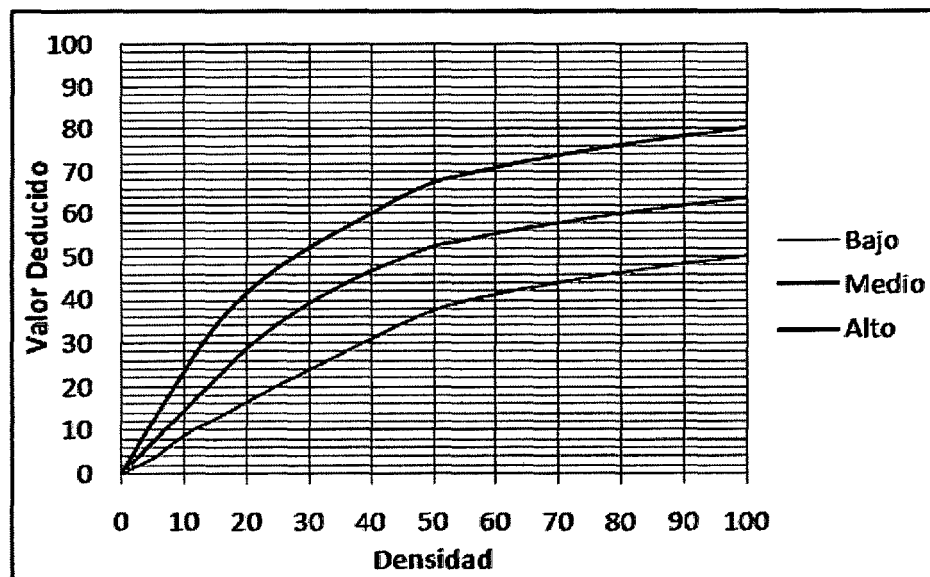


Figura 15. Grafica de los valores deducidos de grietas de esquina

2,3,5. Grieta diagonal, longitudinal, transversal

Tabla 24. Valores deducidos de grietas diagonales longitudinales y transversales

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	3.20	4.00	9.60
10.00	5.90	7.80	19.20
15.00	8.30	11.50	24.20
20.00	10.60	14.40	28.30
25.00	12.80	17.60	31.60
30.00	14.90	20.20	34.70
35.00	16.20	22.40	37.60
40.00	17.20	24.30	40.30
45.00	18.10	26.00	42.80
50.00	18.90	27.50	45.20
55.00	19.60	28.80	47.50
60.00	20.30	30.10	49.70
65.00	20.90	31.20	51.80
70.00	21.40	32.30	53.90
75.00	22.00	33.30	55.80
80.00	22.40	34.20	57.70
85.00	22.90	35.10	59.60
90.00	23.30	35.90	61.40
95.00	23.70	36.70	63.10
100.00	24.10	37.40	64.80

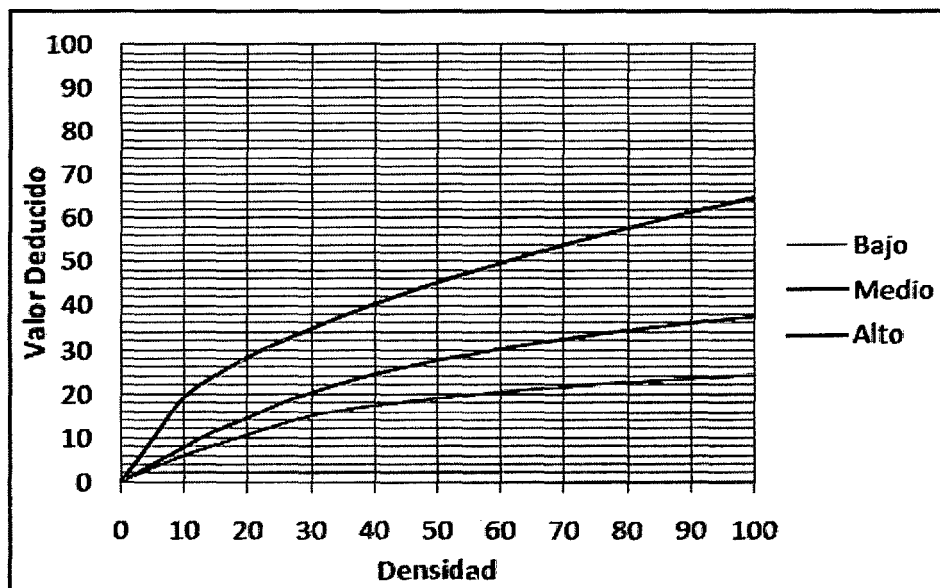


Figura 16. Grafica de los valores deducidos de grietas diagonales, longitudinales y transversales

10. Daño del sello de la junta

No está relacionado por la densidad. La severidad del daño es determinada la condición del sellador en general para una unidad de muestra en particular.

Los valores deducidos para los 3 niveles de severidad son:

Tabla 25. Valores deducidos del daño del sello de la junta

BAJO	2 puntos
MEDIO	4 puntos
ALTO	8 puntos

11. Descascaramiento de esquina

Tabla 26. Valores deducidos del descascaramiento de esquina

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	0.50	1.60	3.30
10.00	1.30	3.10	7.00
15.00	2.00	4.70	10.10
20.00	2.70	5.90	13.20
25.00	4.40	8.30	15.70
30.00	5.80	10.20	17.70
35.00	6.90	11.90	19.30
40.00	8.00	13.30	20.80
45.00	8.90	14.50	22.10
50.00	9.70	15.60	23.20
55.00	10.40	16.70	24.30
60.00	11.10	17.60	25.20
65.00	11.70	18.40	26.10
70.00	12.20	19.20	26.90
75.00	12.80	19.90	27.60
80.00	13.30	20.60	28.30
85.00	13.70	21.30	29.00
90.00	14.20	21.90	29.60
95.00	14.60	22.40	30.20
100.00	15.00	23.00	30.80

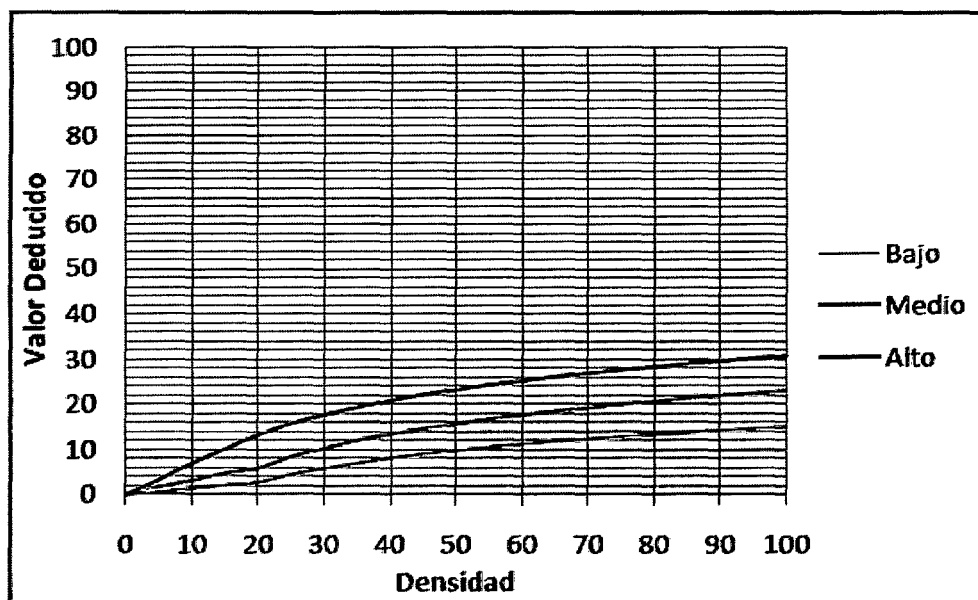


Figura 17. Gráfica de los Valores deducidos del descascaramiento de esquina

12. Desconchamiento

Tabla 27. Valores deducidos del desconchamiento

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	1.20	4.20	9.30
10.00	2.10	8.00	17.30
15.00	3.80	11.90	24.20
20.00	5.00	14.60	29.10
25.00	5.90	16.70	33.00
30.00	6.70	18.50	36.10
35.00	7.30	20.00	38.70
40.00	7.90	21.20	41.00
45.00	8.30	22.40	43.00
50.00	8.80	23.40	44.80
55.00	9.20	24.30	47.00
60.00	9.50	25.10	49.20
65.00	9.90	25.90	51.20
70.00	10.20	26.60	53.20
75.00	10.50	27.30	55.20
80.00	10.70	27.90	57.30
85.00	11.00	28.50	59.30
90.00	11.20	29.00	61.30
95.00	11.40	29.50	63.30
100.00	11.70	30.00	65.30

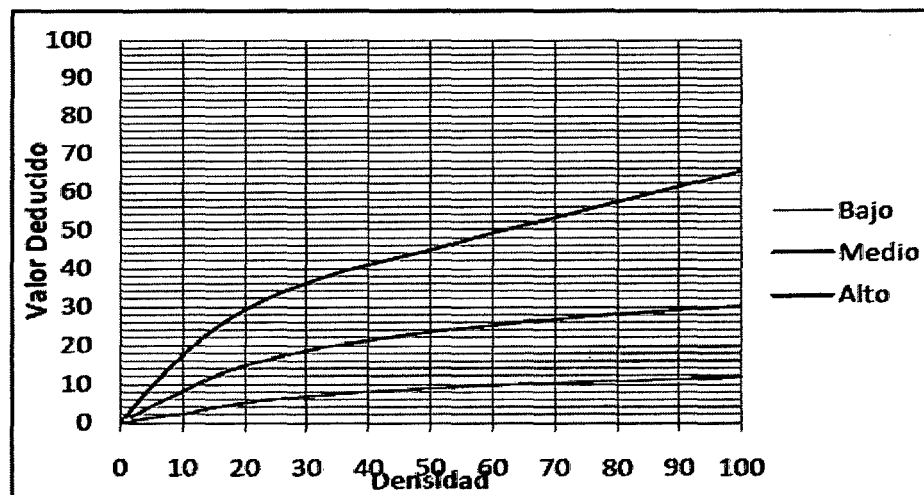


Figura 18. Grafica de los valores deducidos del desconchamiento

13. Parche grande

Tabla 28. Valores deducidos del parche grande

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	1.10	2.90	8.00
10.00	2.70	5.80	15.70
15.00	4.30	8.80	23.20
20.00	6.30	11.70	29.50
25.00	9.40	16.90	34.60
30.00	11.90	21.10	39.40
35.00	14.00	24.70	43.50
40.00	15.80	27.80	47.00
45.00	17.50	30.50	50.10
50.00	18.90	33.00	52.90
55.00	20.20	35.20	55.40
60.00	21.40	37.20	57.70
65.00	22.50	39.00	59.80
70.00	23.50	40.70	61.80
75.00	24.50	42.30	63.60
80.00	25.40	43.80	65.30
85.00	26.20	45.20	66.90
90.00	27.00	46.60	68.50
95.00	27.70	47.80	69.90
100.00	28.40	49.00	71.20

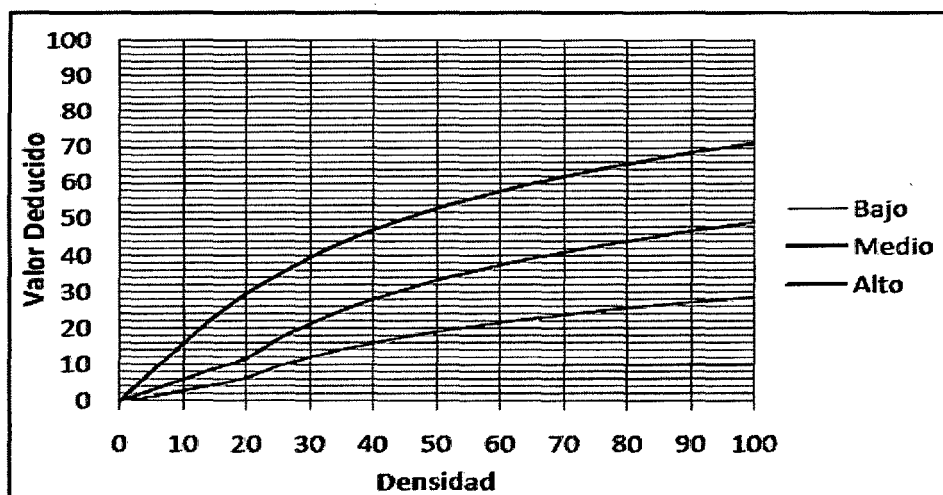


Figura 19. Grafica de los valores deducidos del parche grande

14. Parche pequeño

Tabla 29. Valores deducidos del parche pequeño

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	-	0.90	2.20
10.00	-	1.70	4.20
15.00	0.60	2.60	6.30
20.00	1.10	3.00	8.40
25.00	1.50	5.00	10.50
30.00	1.80	6.60	12.90
35.00	2.00	8.00	14.50
40.00	2.20	9.20	15.90
45.00	2.40	10.20	17.10
50.00	2.60	11.20	18.20
55.00	2.70	12.00	19.20
60.00	2.90	12.90	20.10
65.00	3.00	13.50	21.00
70.00	3.10	14.40	21.70
75.00	3.30	14.40	22.40
80.00	3.40	14.50	23.10
85.00	3.50	14.60	23.70
90.00	3.60	14.70	24.30
95.00	3.60	14.80	24.90
100.00	3.70	14.80	25.40

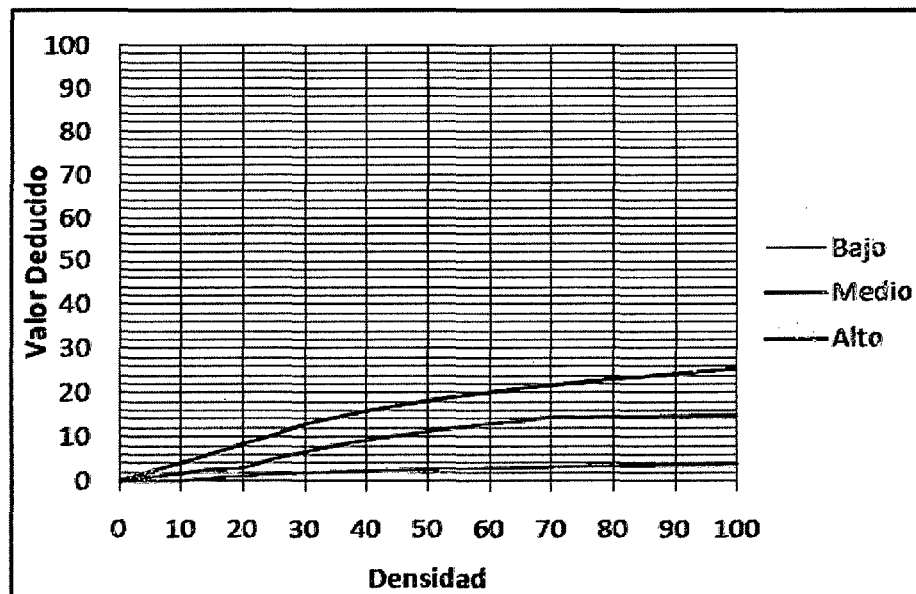


Figura 20. Grafica de los valores deducidos del parche pequeño

15. Pulimento de agregados

Tabla 30. Valores deducidos del pulimento de agregados

Densidad	Valor Deducido
	B M A
-	-
5.00	0.80
10.00	1.30
15.00	2.80
20.00	3.80
25.00	4.60
30.00	5.30
35.00	5.90
40.00	6.40
45.00	6.80
50.00	7.20
55.00	7.50
60.00	7.80
65.00	8.10
70.00	8.40
75.00	8.60
80.00	8.90
85.00	9.10
90.00	9.30
95.00	9.50
100.00	9.70

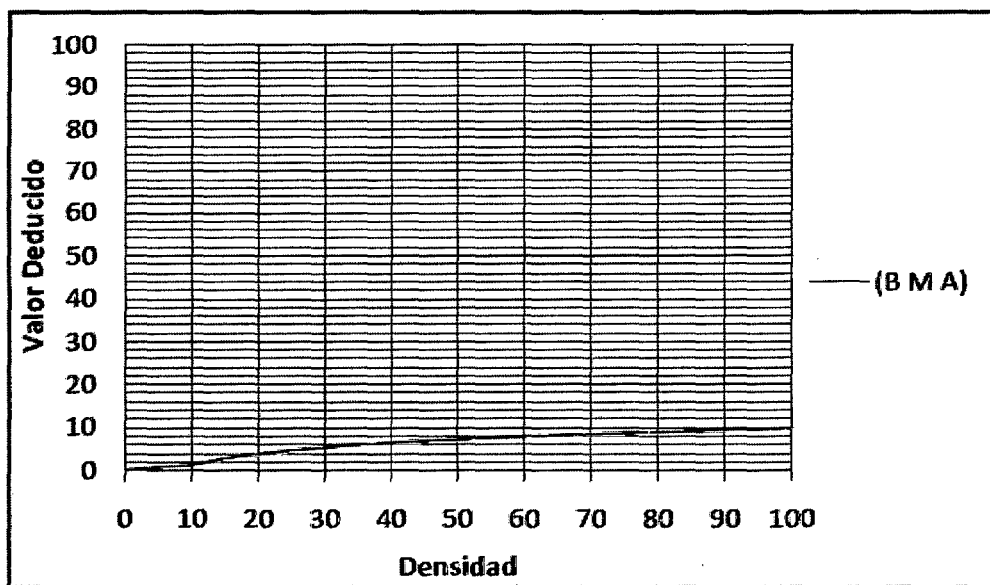


Figura 21. Grafica de los valores deducidos del pulimento de agregados

ANEXO B

PANEL FOTOGRAFICO

Deficiencias encontradas en la Calle las Begonias



Figura 22. Grieta de esquina de severidad media (M)

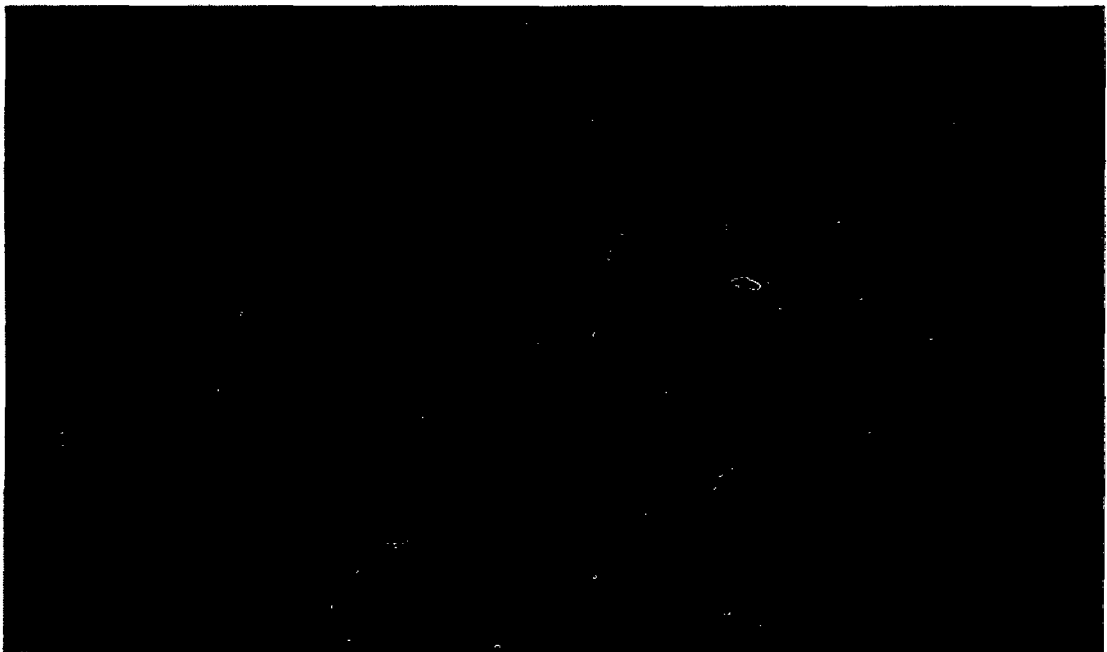


Figura 23. Grieta de esquina de severidad alta (A)



Figura 24. Grieta diagonal de severidad media (M)



Figura 25. Grieta longitudinal de severidad media (M)



Figura 26. Grieta longitudinal de severidad alta (A)

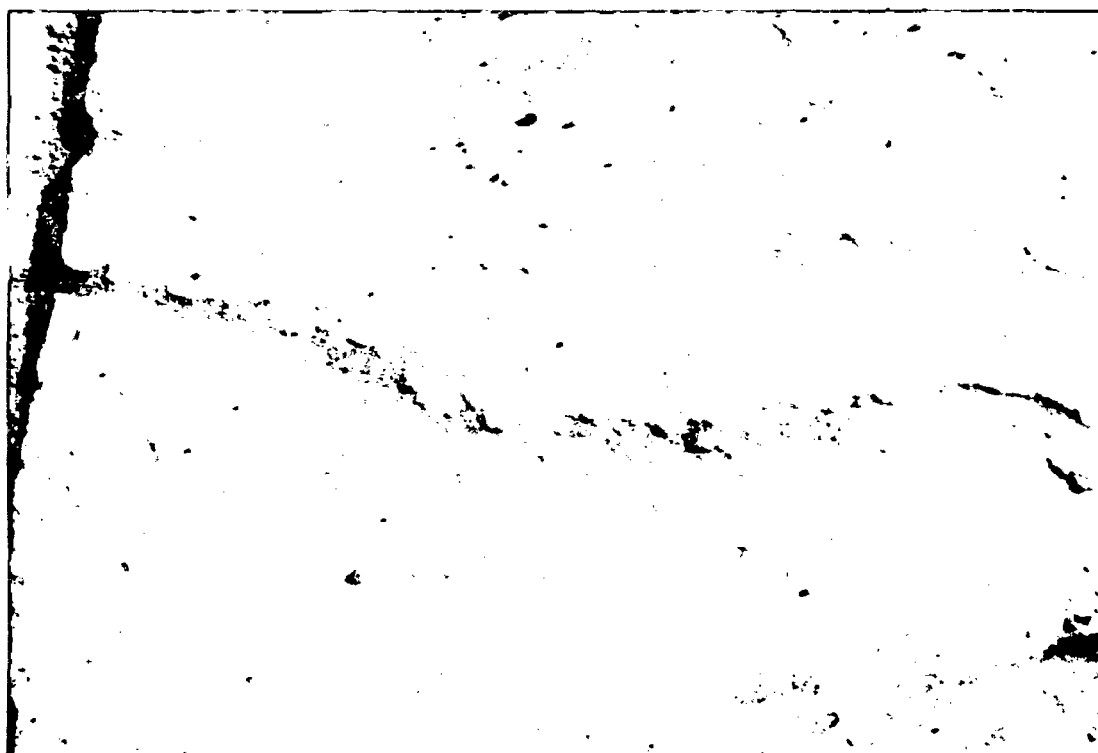


Figura 27. Grieta transversal de severidad media (M)

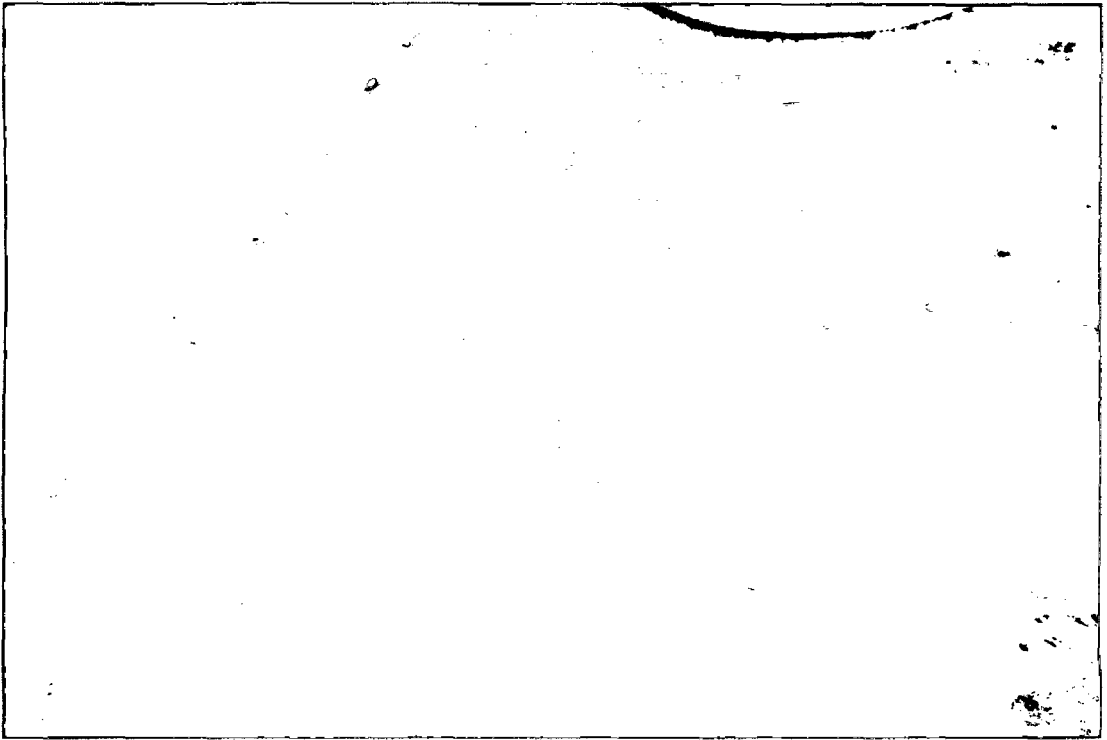


Figura 28. Grieta transversal de severidad alta (A)

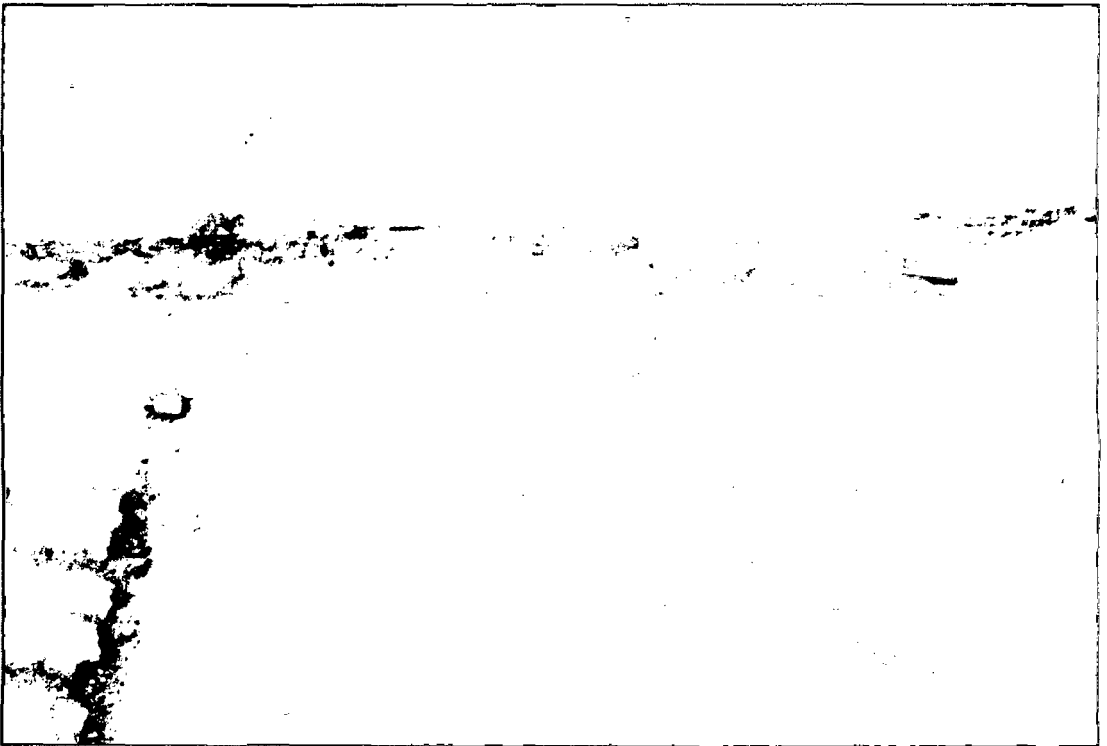


Figura 29. Daño del sello de la junta de severidad media (M)

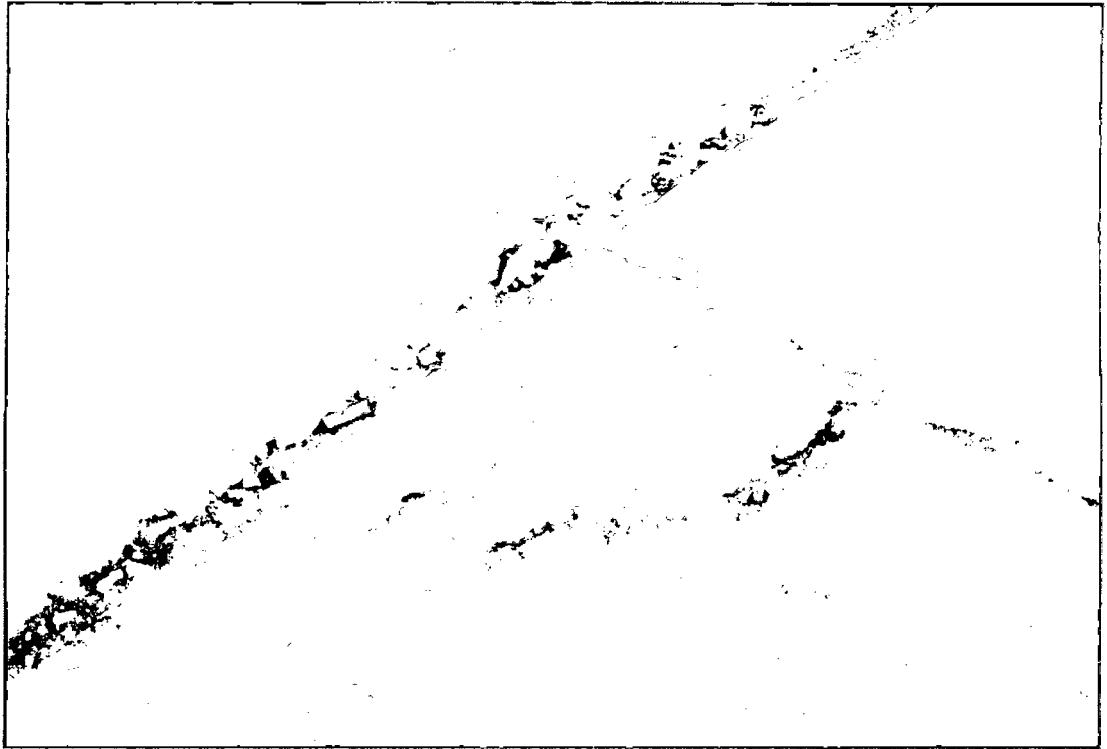


Figura 30. Descascaramiento de esquina de severidad baja (B)

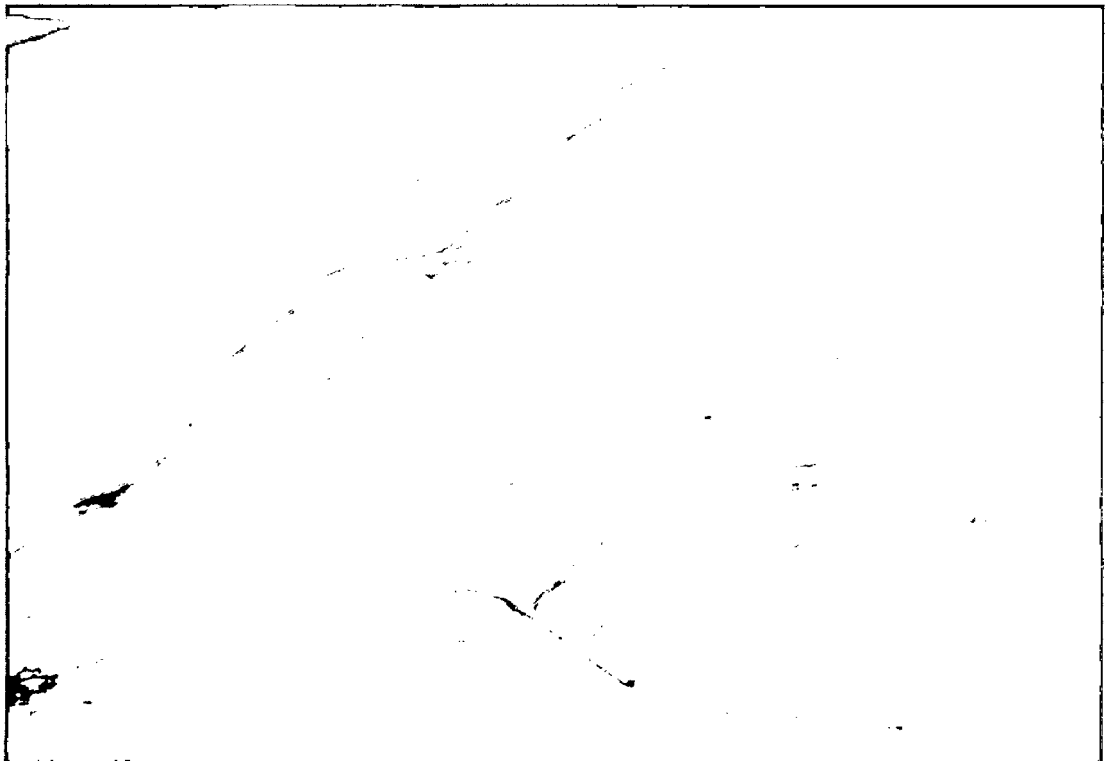


Figura 31. Desconchamiento de severidad alta (A)

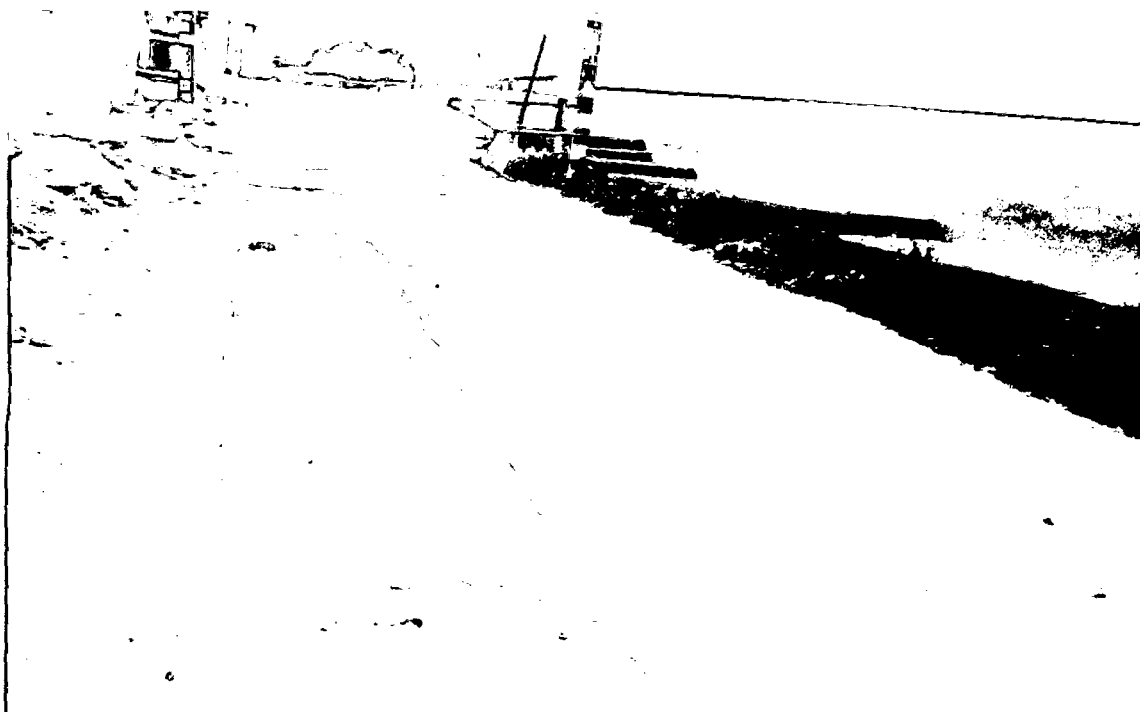


Figura 32. Parche grande de severidad media (M)



Figura 33. Parche pequeño de severidad media (M)



Figura 34. Pulimento de agregado de severidad media (M)

Trabajo de campo con el esclerómetro

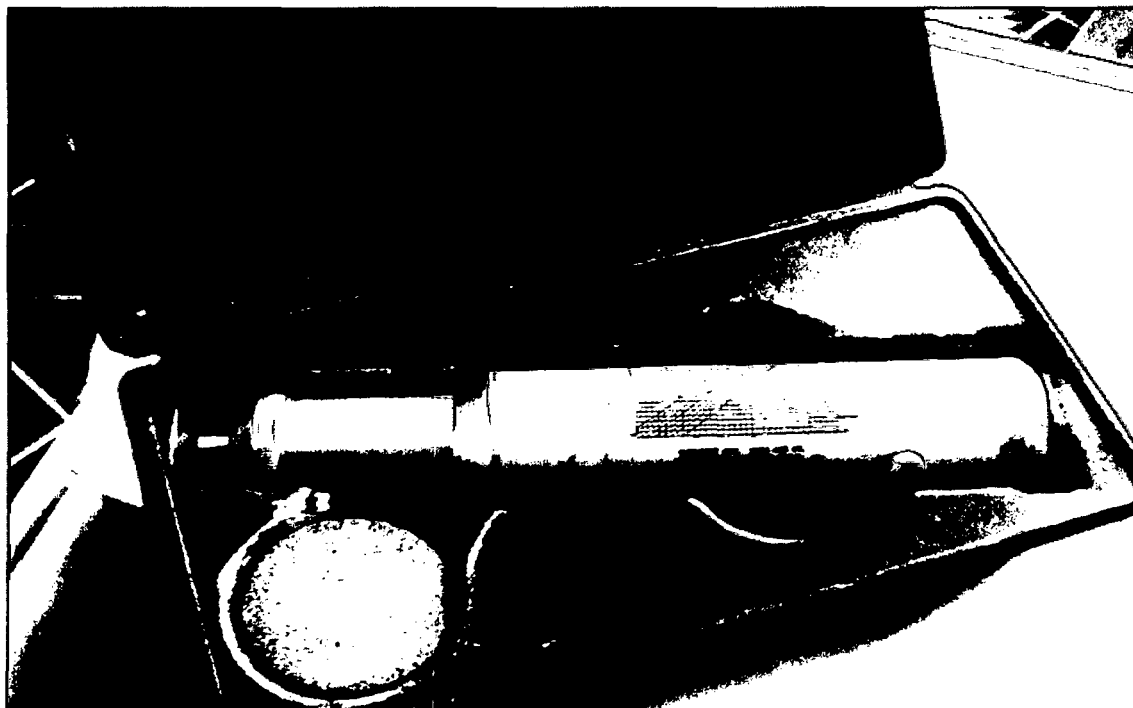


Figura 35. Esclerómetro



Figura 36. Trabajo de campo con el esclerómetro en la cuadra 1



Figura 37. Trabajo de campo con el esclerómetro en la cuadra 2



Figura 38. Trabajo de campo con el esclerómetro en la cuadra 3



Figura 39. Trabajo de campo con el esclerómetro en la cuadra 4