UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERÚ
FACULTA DE CIENCIAS E INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ASISTIDA:

PATOLOGÍA DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA CALLE PABLO ROSELL EN EL AÑO 2016

INFORME

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR

PIERO PAOLO VÁSQUEZ D'AZEVEDO

JOY PETER PRADO ESCUDERO

ASESOR

ING. ULISES IRIGOIN CABRERA

IQUITOS – PERU

2016

DEDICATORIAS

A mis padres Enrique y Ninfa, por todo el apoyo y confianza depositada durante toda esta etapa de preparación; a mis hermanas Silvia, Nena y Valeria, motivo de superación. A mis familiares y amigos que siempre me han ofrecido su apoyo y cariño.

PIERO

A mis padres Rosa y Juan, por su incansable apoyo y dedicación; a mis hermanos Juan y Marco porque siempre fueron mi ejemplo a seguir; a mi hija Luana Valentina, mi motivación. A mis familiares y aquellas personas que siempre esperaron lo mejor de mí y que jamás pienso defraudarlas.

PETER

AGRADECIMIENTOS

- Agradecemos a Dios, por ser nuestro guía y darnos la oportunidad de dar un paso más en la realización de nuestra formación profesional.

- Agradecemos a nuestras familias, quienes hicieron posible que lleguemos a esta instancia de nuestra vida profesional.

- Agradecemos a los docentes que siempre nos inculcaron ser profesionales de bien a través de sus enseñanzas.

- Agradecemos todas y cada una de las personas que estuvieron a mi lado durante todo el tiempo, con todo su apoyo incondicional.

- Agradecemos a nuestro Asesor de tesis el Ing. Ulises Irigoin Cabrera, quien acepto dirigir y asesorar, en el trabajo que aquí presentamos y que con paciencia nos ayudó a la realización de este gran sueño, que en momentos parecía imposible y truncado.

JURADO CALIFICADOR

Ing. Mario Armando Vela Rodríguez
PRESIDENTE

Ing. Félix Wong Ramírez
MIEMBRO DEL JURADO

Ing. Miguel Ángel Robalino Osorio
MIEMBRO DEL JURADO

ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL TRABAJO DE TESIS DEL PROGRAMA PRO-TESIS

En la ciudad de Iquitos, a las 11:30 horas del día 22, del mes de octubre del 2016, en el aula de audiencia de la Universidad Científica del Perú, se reunió el **Jurado Evaluador y Dictaminador** que lo conforman el docente Ing. Mario Amador Vela Rodríguez como Presidente y los Docentes Ing. Félix Wong Ramírez e Ing. Miguel Ángel Robalino Osorio como Miembros, para evaluar la sustentación del Trabajo de Tesis **"PATOLOGÍA DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA CALLE PABLO ROSELL EN EL AÑO 2016"**, presentada por los bachilleres:

Bach. JOY PETER PRADO ESCUDERO
Bach. PIERO PAOLO VÁSQUEZ D´AZEVEDO

En la modalidad del Programa de Titulación Pro-Tesis de la facultad de Ciencias e Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2016 – I.

Después de las deliberaciones correspondientes, se procedió a evaluar y dictaminar, teniendo como resultado:

Indicador	Examinador 1	Examinador 2	Examinador 3	Promedio
A. Dominio del tema	15	15	15	15
B. Calidad de redacción del Informe	14	15	14	14
C. Competencia Expositiva argumentación y coherencia.	16	16	15	16
D. Calidad de respuestas	16	15	16	16
E. Uso de terminología especializada	16	15	16	16
Calificación Final	15			
Calificación Final (en letras)	QUINCE			

Aprobado por : MAYORIA

Presidente : Ing. Mario Amador Vela Rodríguez (Firma)

Miembro : Ing. Félix Wong Ramírez (Firma)

Miembro : Ing. Miguel Ángel Robalino Osorio (Firma)

Leyenda:

INDICADOR	PUNTAJE
Desaprobado	Menos de 13 puntos
Aprobado por Mayoría	De 14 a 15 puntos
Aprobado por Unanimidad	De 16 a 17 puntos
Aprobado por Excelencia	De 18 a 20 puntos

Nota: La calificación es en el sistema vigesimal (0 - 20).

INDICE

CAPITULO IX

CAPITULO X

CAPITULO I

RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

RESUMEN

Para poder realizar el estudio es preciso contar con las características geométricas de la calle construida. Estás están contenidas en un plano, correspondiente al diseño vial de dicha calle, y que forman parte de las Especificaciones Técnicas del Proyecto y Ejecución de Obra.

El tramo ejecutado en estudio, correspondiente a la cuadra 08, cubre una longitud de 105 m y esta ubicado entre la Av. Freyre y la calle Bolívar, la misma que se desarrolla entre las progresivas parciales 0+000 y 0+105, según los planos del proyecto.

La cuadra 09 está comprendida entre las progresivas 0+120 y 0+220.

Dicha calle también es el tramo de interés para el presente trabajo. La superficie de rodadura existente es una losa de mortero Hidráulico, que forma parte de una estructura de pavimento de tipo rígido, la cual se concluyó, según referencias, en el mes de enero del 2013, habiéndose aperturado el transito posteriormente y antes de la entrega obra.

Las diversas manifestaciones superficiales de los desperfectos observados se suceden en paneles aledaños (longitudinal o transversalmente). Así como los deterioros más severos existente están localizados entre las progresivas 0+000 y 0+100.

El reconocimiento ocular de las vías, efectuado en el lapso que se ejecutaron las investigaciones de campo con el método que mencionaremos más adelante y que evidenciaron la existencia de desperfectos (fracturamientos), y que algunos de ellos ya habían sido sometidos a acciones de mantenimiento, pero que evidentemente no han dado resultados esperados, porque han sido tratados en forma inoportuna e inadecuada, sin poder distinguir los niveles de severidad de dichas fisuras que se verá más adelante.

Las vías transversales que interceptan a la calle Pablo Rosell acusan también algunos desperfectos, una de dichas calles (calle Bolívar) se ha construido con poca anterioridad a la calle en estudio.

Lo anterior y el hecho de que los pavimentos existentes de construcción reciente, manifiesten desperfectos parecidos, son claros indicios de la presencia de un agente perturbador, que se ha hecho presente y que motiva a que los daños persistan.

Este estudio nos dará un diagnóstico del estado de dicho pavimento, así como las posibles soluciones a seguir para su correcta funcionabilidad.

PALABRAS CLAVES:

PATOLOGIA, PAVIMENTO RIGIDO.

PATOLOGIA:

Una disciplina científica, que estudia las alteraciones morfológicas y funcionales que constituyen, las causas que las producen, y los síntomas y signos por los que se manifiestan. [Pierre A. Larousse, 1905]

PAVIMENTO RIGIDO:

Son aquellos pavimentos formados por una losa de concreto Portland sobre una base, o directamente sobre la subrasante. Transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es auto resistente, y la cantidad de concreto debe ser controlada. [Pierre A. Larousse, 1905]

CAPITULO II

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

En la búsqueda de los orígenes y causas que han motivado los desperfectos existentes y consecuencias, se ha considerado necesario realizar una evaluación de condición superficial, no con el propósito de determinar en esta primera parte, el “índice del estado” de dicho pavimento (I.E.P), sino con el fin de “Tipificar” los desperfectos observados y asociarlos con las causas que las han provocado, determinando la deficiencia de origen.

En términos generales, en el pavimento del Tipo Rígido existente, se observan fallas catalogadas como Estructurales.

Así mismo, en el plano de localización de fallas en planta (mapeo de desperfectos), se han dibujado los tipos básicos de fallas observadas, las cuales consisten en: Fracturamientos.

En el presente informe, se han denominado Fisuras, a los fracturamientos de un ancho inferior a 3mm, y grietas a los de mayor dimensión (Nivel de Severidad).

Dentro del tipo de fallas clasificadas como fisuramiento, se ha de mencionar en primera instancia, que su clasificación, en función de sus características y Niveles de Severidad, responden al Procedimiento empleado por el Cuerpo de Ingenieros de USA (Paver), además de las contribuciones del ASTM D 6433-03, que veremos en este trabajo.

Previo al comentario específico de los Deterioros existentes, es importante mencionar, que la mayoría de los paños de la losa de mortero hidráulico acusan fisuramientos por retracción (maya), de nivel de severidad superficial (capilares), las mismas que corresponden indudablemente a deficiencias en el procedimiento de curado (Proceso constructivo).

El tipo de deterioro más difundido en los paños del Pavimento, son fracturamientos de tipo longitudinal y transversal.

El ancho que poseen en todos los casos, corresponde a un nivel de severidad bajo (inferior a 3mm).Estos deterioros de manifiesta proliferación, si bien acusan severidad baja, es posible que en algunos paneles estén afectando todo el espesor de la losa y se exhiben activos ante procesos alternados de humedecimiento y secado.

Respecto a su motivación, dichos desperfectos pueden obedecer a:

- Deficiencias generadas por el mal comportamiento de los elementos de protección de borde de la losa (pasa juntas).
- Deformaciones de infracapas situadas por debajo de la losa.

- Retracción Térmica (alabeos).
- Restricciones impuestas al movimiento de la losa por fricción con elementos subyacentes, e incluso mal comportamiento del terreno de fundación.

Deterioros considerables, por la manifestación conjugada de las deficiencias primarias mencionadas anteriormente, con otras de diverso origen, pero de mayor significancia, son las calificadas como fragmentación múltiple, que siendo fisuras se catalogan como de alto nivel de severidad. Estas afectan a determinados paneles de la losa del pavimento en estudio. Se pone en evidencia de esta manera de que la causa de la falla en evolución, genere a largo plazo el desmembramiento de la losa en trozos, concluyendo en su desintegración total.

Asimismo, la práctica sanciona de que la fuente de deficiencia es profunda, identificándose con la falta de estabilidad del cimiento de pavimento, es decir a la insuficiencia de capacidad de soporte por parte del terreno de cimentación.

2. ANTECEDENTES

El Proyecto **"Mejoramiento del Jirón Pablo Rosell (Av. Augusto Freyre / Calle Iquitos), Distrito Iquitos, Provincia Maynas – Región Loreto"**, se ubica en la ciudad de Iquitos. La población de la zona del área de influencia del proyecto, carecen de una adecuada infraestructura vial. Todo esto conlleva significativos costos desde el punto de vista social y económico que generan situaciones de mala calidad de vida y una restricción adicional para alcanzar niveles superiores de bienestar y expansión económica.

La provisión de adecuados sistemas de infraestructura vial constituye bienes que permiten elevar significativamente la calidad de vida de las familias. Entre los múltiples beneficios evidentes se pueden destacar: el ahorro económico y de tiempo, la mayor transitabilidad de entrada y salida a la mencionada área urbana, influencia indirecta en la productividad de los trabajadores, eliminación de molestias de los desechos y residuos sólidos generados por la familia, etc.

Existiendo la necesidad de solucionar los problemas que presenta la población por las constantes inundaciones que ocurre en la zona donde se ejecutara el proyecto y dotar de un adecuado sistema de desagüe y agua potable; así como mejorar el ornato Público de la Zona y contar con vías alternas, la **MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE MAYNAS** ha dispuesto la elaboración del Expediente Técnico para el Mejoramiento del Jirón Pablo Rosell en el tramo comprendido entre la Av. Freyre y la Calle Iquitos.

3. MARCO TEÓRICO

PAVIMENTO.-

Un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o sub-base. L a losa, debido a su rigidez y alto modulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de las cargas de rueda, dando como resultados tensiones muy bajas en la subrasante. [Hass, R. Hudson, W. R and Zaniewski. Moderm Pavement Management. 1993, ob,cit. p.24].

a) Sub-rasante.-

La sub-rasante es el soporte natural, preparado y compactado, en el cual se puede construir un pavimento. La función de la sub-rasante es dar apoyo razonablemente uniforme, sin cambios bruscos en el valor soporte, es decir, mucho más importante es que la sub-rasante brinde un apoyo estable a que tenga alta capacidad de soporte.

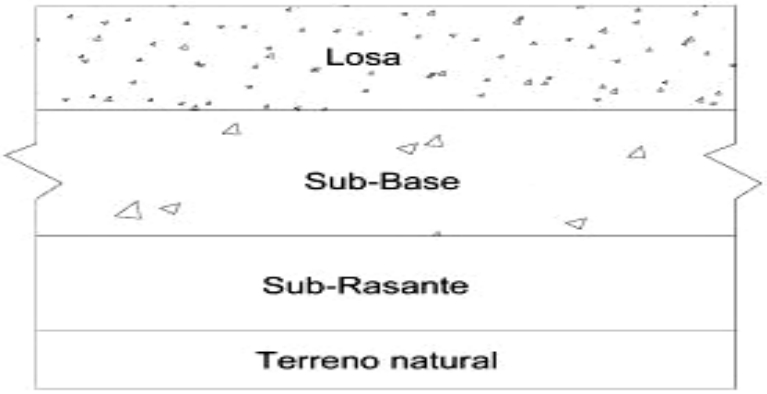
b) Sub-base.-

La capa sub-base es la porción de la estructura del pavimento rígido que se encuentra entre la subrasante y la losa rígida Consiste de una o más capas compactas de material granular o estabilizado; la función principal de la sub-base es prevenir el bombeo de los suelos de granos finos.

c) Losa.-

La losa es concreto de cemento portland. El factor mínimo de cemento debe determinarse en base a ensayos de laboratorio y por experiencia previas de resistencia y durabilidad.

Se deberá usar concreto con aire incorporado donde sea necesario proporcionar resistencia al deterioro superficial debido al hielo-deshielo, a las sales o para mejor trabajabilidad de la mezcla. [Hass, R. Hudson, W. R and Zaniewski. Moderm Pavement Management. 1993, ob,cit. p.24]



Sección de Pavimentos Rígidos

TIPOS DE PAVIMENTO DE CONCRETO**.-**

Los diversos tipos de pavimentos de concreto pueden ser clasificados, en orden de menos a mayor costo inicial, de la siguiente manera.

- Pavimento de concreto simple.
  - ❖ Con pasadores.
  - ❖ Sin pasadores.
- Pavimento de concreto reforzado con juntas.
- Pavimento de concreto con refuerzo continúo.

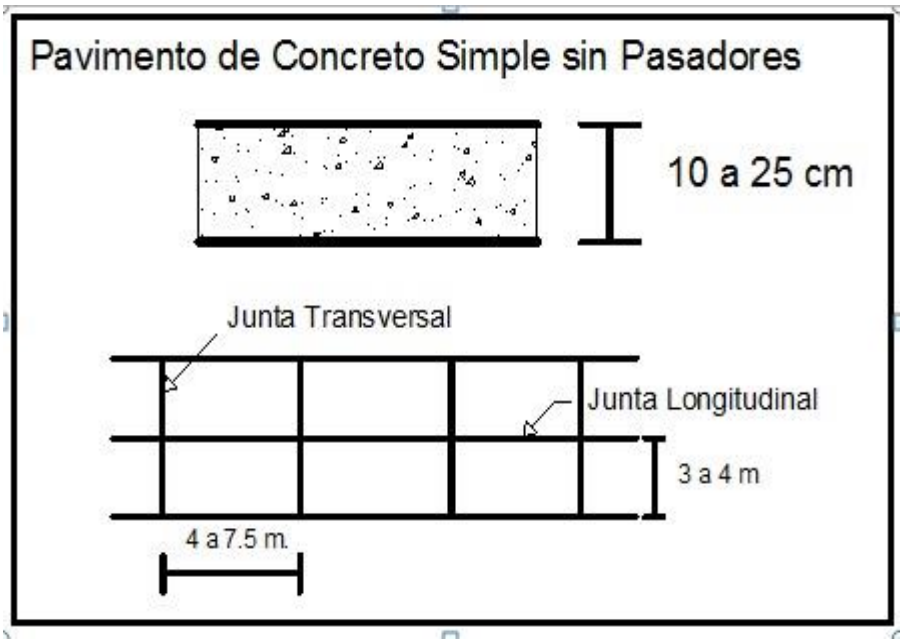
A) PAVIMENTO DE CONCRETO SIMPLE**.-**

a1) Sin Pasadores.-

Son pavimentos que no presentan refuerzo de acero ni elementos para transferencia de cargas. Para que esta transferencia sea efectiva, es necesario que se use un espaciamiento corto entre juntas.

Están constituidos por losas de dimensiones relativamente pequeñas, en general de 6m de largo y 3.5m de ancho.

Los espesores varían de acuerdo al uso previsto. Por ejemplo para calles de urbanizaciones residenciales, estos varían entre 10 y 15 cm, en las denominadas colectoras entre 15 y 17 cm. En carreteras se obtienen espesores de 16 cm. En aeropistas y autopistas 20 cm a más.



a2) Con Pasadores.-

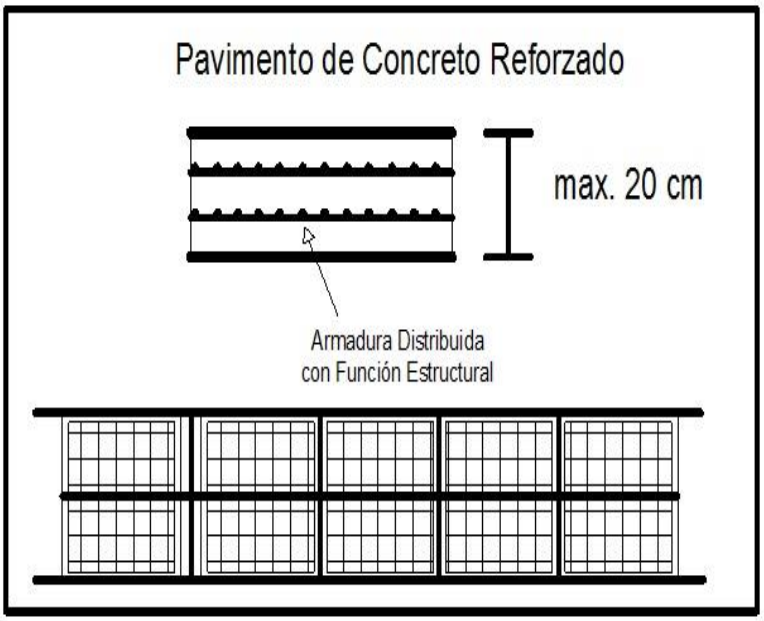
Los pasadores son pequeñas barras de acero liso, que se colocan en la sección transversal del pavimento, en las juntas de contracción. Su función estructural es transmitir las cargas de una losa a otra, mejorando así las condiciones de deformación en las juntas.

De esta manera, se evitan los dislocamientos verticales diferenciales (escalonamientos).

B) PAVIMENTO DE CONCRETO REFORZADO CON JUNTAS.-

Los pavimentos reforzados con juntas contienen además del refuerzo, pasadores para la transferencia de carga en las juntas de contracción. Este refuerzo puede ser en forma de mallas de barra de acero o acero electro-soldado.

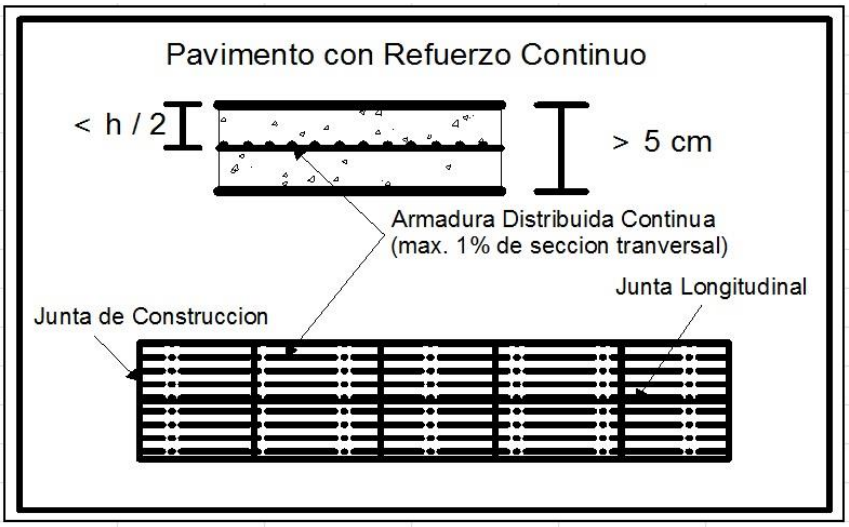
El objetivo de la armadura es mantener las grietas que pueden llegar a formarse bien unidas, con el fin de permitir una buena transferencia de cargas y de esta manera conseguir que el pavimento se comporte como una unidad estructural. [Hass, R. Hudson, W. R and Zaniewski. Moderm Pavement Management. 1993]



C) PAVIMENTO DE CONCRETO CON REFUERZO CONTINUO.-

A diferencia de los pavimentos de concreto con juntas, estos se construyen sin juntas de contracción, debido a que el refuerzo asume todas las deformaciones, específicamente las de temperatura.

El refuerzo principal es el acero longitudinal, el cual se coloca a lo largo de toda la longitud del pavimento. El refuerzo transversal puede no ser requerido para este tipo de pavimentos.



JUNTAS DE PAVIMENTO.-

La función principal de las juntas consiste en mantener las tensiones de la losa provocadas por la contracción y expansión del pavimento dentro de los valores admisibles del concreto; o disipar tensiones debidas a agrietamientos inducidos debajo de las mimas losas.

Son muy importantes para garantizar la duración de la estructura, siendo una de las pautas para calificar la bondad de un pavimento. Por otro lado deben ser rellenadas con materiales apropiados, utilizando técnicas constructivas específicas.

a) Juntas Longitudinales

Pueden considerarse como juntas charnela que divide el pavimento en vías de 3.00, 3.30 o 3.60 m. Se emplean pasadores para mantener las losas juntas, ya que los excesos de expansión y contracción alternativos tienden a producir la separación o abertura de la junta permitiendo el paso del agua y suciedad de la superficie del camino.

b) Juntas de Dilatación transversales.

A intervalos convenientes se construyen juntas transversales usualmente de aproximadamente 18 mm de anchura para permitir la expansión térmica y la debida a la absorción de humedad.

Es necesario rellenar las juntas con un material adecuado para hacerla impermeable y se han empleado con éxito materiales de relleno de juntas prefabricados, como fieltro, corcho o fibra de madera impregnados con materiales bituminosos, así como caucho.

c) Juntas de Contracción.

Su objetivo es inducir de forma ordenada la ubicación del agrietamiento del pavimento causada por la contracción (retracción) por secado y/o por temperatura del concreto. Se emplea para reducir tensión causada por la curvatura y el alabeo de losas. Los pasadores se pueden usar en las juntas de contracción para la transferencia de cargas, bajo ciertas condiciones. [Shahin M. Y. and Kohn S. D. Pavement Management for Roads and Parquing Lots. 1981]

LOSAS DE CONCRETO ARMADO.

No se considera económicamente práctico proveer a las losas del pavimento de una verdadera armadura de acero. Sin embargo, cuando se emplea mayor separación de las juntas de contracción, y en los casos en que existen condiciones desfavorables de humedad y acción de las heladas que pueden afectar la estabilidad del terreno, frecuentemente es aconsejable armar la losa con malla de alambre soldado, emparrillados formales de redondos, no para evitar que se produzcan las grietas sino para impedir que se abran. La experiencia determinará fundamentalmente si debe emplearse o no este tipo de armadura.

La sección transversal de acero por metro de longitud de la losa puede determinarse de la misma forma. Normalmente se emplean para las armaduras barras de 6 mm y 9 mm redondas o cuadradas.

Las barras deben preferiblemente soldarse en sus intersecciones. La separación del alambre longitudinal en la malla de alambre soldado es usualmente de 15 cm y la de los alambres transversales de 15 o 30 cm dependiendo de las dimensiones de la losa. [Shahin M. Y. and Kohn S. D. Pavement Management for Roads and Parquing Lots. 1981]

CONSERVACION DE PAVIMENTOS RIGIDOS.

El relleno y sellado de juntas y grietas para evitar la penetración del agua superficial a través del pavimento constituye el procedimiento fundamental de conservación de los pavimentos rígidos. Antes de sellar la junta o grieta debe eliminarse de ella todo el material suelto que pueda contener. La limpieza se realiza usualmente con aire comprimido suministrado por compresores portátiles.

El material de relleno normalmente asfalto oxidado de baja susceptibilidad a los cambios de temperatura se aplica mediante recipientes de vertido a mano.

También se emplean para este fin mezclas preparadas de goma en polvo y asfalto.

Se debe usar aditivos sellantes elastoméricos de poliuretano, que son mayormente utilizados en la tecnología actual.

Las zonas descascarilladas y erosionadas deben limpiarse perfectamente de todo material suelto tratándolas con un asfalto líquido como el RC-3 o con un alquitrán ligero. [Montejo, F. Alonso. "Ingeniería de Pavimentos: Evaluación y nuevas tecnologías". 2006].

4. JUSTIFICACIÓN

El siguiente trabajo de investigación se ha destinado con inclinación a los diseños de pavimentos rígidos que con el pasar de los años vienen mostrando una serie de deterioros en sus diferentes losas y formas físicas, ya sea por el paso de los años, por la variedad de clima que muestra nuestra región, o simplemente por un deficiente proceso constructivo.

Es por ello que nos hemos visto en la tarea de poder asumir y aportar con nuestros conocimientos y estudios, al desarrollo de un análisis estricto del pavimento rígido en nuestra ciudad de Iquitos, ubicada específicamente en la calle Pablo Rosell, en la región Loreto cuyo Departamento por su conformación y punto estratégico está desarrollando y planteando hoy por hoy diferentes situaciones que lo hace un punto atractivo para la ciudad.

Por lo que creemos que los diferentes diseños de pavimentos no están cumpliendo con su funcionamiento al 100 %. Por los diferentes estados que se han venido presentando en nuestros pavimentos ya sea por deterioros del tiempo o por los bajos rendimientos de diseños empleados en la ejecución de la pavimentación.

Este trabajo busca ofrecer a futuros estudiantes de ingeniería, un material que les permita conocer, identificar y analizar las diferentes fallas y desperfectos presentes en un diseño de Pavimentos Rígidos, así como los métodos de reparación y corrección empleados.

CAPITULO III

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA.-

En estos últimos años nuestra ciudad de Iquitos, ha sufrido diferentes tipos de cambios. Los pavimentos de las distintas calles de nuestra ciudad se hacen tan fáciles de notar por un transeúnte o conductor, que no duda en manifestar su crítica, incomodidad o hasta ser víctima de todas las fallas, roturas, agrietamientos, rajaduras, y todos los deterioros que presentan nuestros pavimentos en la actualidad. Ya sea por el pasar de los años, o por la variedad de clima que presenta esta región o por alguna empresa constructora que en vez de mejorar la ciudad solo piensa en ganar dinero y no utilizan los principios y los conocimientos de una buena ingeniería para una construcción.

No cabe duda que las calles de Iquitos es una de las ciudades donde se presenta el mayor índice de agrietamientos en sus calles principales, haciéndose notar las deficiencias en los diferentes diseños de pavimentos rígidos empleados en nuestra ciudad, ya que por alguna razón están dejando de cumplir con sus respectiva funcionabilidad, resistencia y durabilidad.

Por tanto, es necesario e imprescindible, conocer el estado de los diferentes pavimentos que se vienen realizando en dicha ciudad. Ya que el 90% de calles actualmente son de pavimento rígido, por lo que como ejemplo hemos elegido el pavimento de la **Calle Pablo Rosell**, para analizarlos y poder dar a conocer que a través de un estudio todas las deficiencias y desperfectos que presenta, así como las mejoras y rehabilitaciones correspondientes.

3.2 FORMULACION DEL PROBLEMA.-

3.2.1 PROBLEMA GENERAL:

¿De qué manera podemos reconocer los tipos de fallas y desperfectos existentes en los pavimentos rígidos de las calles de Iquitos, para poder darle el tratamiento correcto?

3.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS:

¿Qué tipo de análisis visual podemos utilizar para conocer el estado de un pavimento rígido en la ciudad de Iquitos?

¿Cuáles son las estrategias y procesos que podemos utilizar para mejorar, refaccionar y rehabilitar las diferentes fallas existentes de un pavimento rígido?

CAPITULO IV

OBJETIVOS

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar un método de análisis visual que permita reconocer con exactitud los tipos de fallas existentes en los pavimentos rígidos de nuestra ciudad, de tal manera que se pueda dar el correcto mantenimiento para su posible solución.

Este método nos permitirá adoptar un mejor criterio a la hora de enfrentarnos a estos fenómenos que cada día más persiste en los pavimentos rígidos de la ciudad de Iquitos. Así mismo nos dará una mejor percepción para visualizar futuros daños durante el proceso constructivo en dichas obras.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los tipos fisuras y agrietamientos desde sus orígenes y las causas que produjo su manifiesto sobre la superficie del pavimento del Jirón Pablo Rosell cuadra 08 y 09.

- Determinar a través del método del PCI en qué estado de funcionabilidad se encuentra el pavimento rígido de la calle antes mencionada.

- Identificado el fundamento y el mecanismo de ocurrencia del fenómeno, se ha de establecer en qué forma puede comprometer el comportamiento futuro del pavimento antes mencionado.

- De acuerdo a la ubicación de los agentes responsables del mal comportamiento del pavimento, se han de proporcionar las pautas que deberán tenerse en cuenta para el mejoramiento, refuerzo o reconstrucción del mismo.

CAPITULO V

EVALUACION GENERAL DEL PAVIMENTO

5. EVALUACION GENERAL DEL PAVIMENTO

5.1 FACTORES QUE USUALMENTE GENERAN DESPERFECTOS

La “Descripción vs Discusión” de las fallas en pavimentos, no conduce a la identificación plena de los orígenes y causas que las han motivado, mediante un diagnóstico simple.

Para lograr dicho cometido es indispensable efectuar una serie de análisis que cubran cada una de las posibles fuentes de deficiencia, las mismas que en formas aisladas o concatenadas, hayan producido determinados desperfectos.

Las principales causas del deterioro de un pavimento rígido, son motivadas por:

- Deficiencia de la losa
- Deficiencias de juntas
- Comportamiento inadecuado de todo el paquete estructural, incluyendo el terreno de cimentación

De otro lado, se sabe que los desperfectos o fallas de un pavimento por lo general son debidos a los diversos orígenes siguientes:

- Falla por fatiga
- Falla por Defectos Constructivos
- Falla por insuficiencia estructural

A su vez las causas últimas que motivan cualquier tipo de falla en su pavimento, siempre se relacionan con el efecto del tránsito, las características Físico Mecánicas de las capas de materiales que integran la estructura del pavimento, o la naturaleza del terreno de apoyo o subrasante. [Montejo, F. Alonso. "Ingeniería de Pavimentos: fundamentos, estudios básicos y diseño". 2006].

5.2 LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Está considerada desde la subrasante hasta la superficie de rodadura

Si cotejamos el contenido de las Recomendaciones del Estudio de Suelos elaborado como fundamento para efectuar el diseño de pavimento de la vía en cuestión, con las Especificaciones Técnicas del expediente destacaremos la siguiente discrepancia:

El estudio de suelos recomienda en los tramos donde el terreno de fundación es arcilloso CL(A-6) con un valor de soporte pobre (CBR ≤6%), adicionar al pavimento una capa de material anticontaminante A-3 de 0.20 m de espesor, con la finalidad de absorber los cambios de volumen del suelo y

prevenir el bombeo de los finos hacia las capas estructurales. En cambio en el expediente técnico dice en la partida N°03.01.02 “Sobre Excavación debajo de la Subrasante” se debe eliminar el material que tenga materia orgánica y basura, y en la partida Nº 03.03.01 “Relleno de Sobre Excavación debajo de la Subrasante con material de Préstamo” que debe colocarse material de relleno A-3 en las zonas donde hay sobre excavación. Esto contradice lo normado debido a que todo material que se reemplace debe tener casi las mismas características del suelo adyacente, o subyacente para lograr que sea razonablemente homogéneo y, en el expediente Técnico menciona sólo las zonas de sobreexcavación.

Además el Expediente Técnico en la Partida Nº03.02.01 “Conformación a nivel de Subrasante” menciona el uso de Motoniveladora y Rodillo Pata de Cabra Vibratorio Autopropulsado con una potencia entre 70 y 100 HP y un peso entre 9 y 13 Tn, y sabemos que en el desarrollo de la obra nunca se ha usado ese rodillo. [Expediente Técnico: “Mejoramiento del Jirón Pablo Rosell (Av. Augusto Freyre/Ca. Iquitos) – Distrito de Iquitos, Provincia de Maynas – Loreto”. 2012].

5.3 DEL TERRENO DE CIMENTACION

Del estudio de suelos realizado con fines de cimentación, se puede concluir que los rellenos existentes en la zona de estudio, han debido ser eliminados por completo y reemplazarlos por material seleccionado del tipo A-3 o A-2-4 con un CBR mayor al 15% al 95% de la MDS, y no solamente en la sobre excavación, que de paso se está atentando contra la normatividad existente al usar un material completamente diferente al adyacente, provocando de esta manera que la subrasante no tenga un valor de soporte razonablemente uniforme.

Además se debe tener presente que el módulo de fineza de acuerdo al estudio de suelos es de 1.34 y sabemos que su rango debe estar comprendido entre 2.3 y 3.1

Si bien lo anteriormente señalado no ofrece un testimonio fehaciente del real tratamiento que ha sido objeto el terreno de apoyo en dicha vía, son reveladores las siguientes hipótesis:

- Cuando se ha efectuado la remoción por excavación y sustitución en los espesores indicados, estos pueden haber resultado insuficientes: suelos de mal comportamiento no detectados.
- Haber empleado en dichas acciones materiales inadecuados o de apropiada calidad pero deficientemente colocados.

De otro lado, no puede descartarse la posibilidad de que el terreno natural de naturaleza francamente arcillosa, o que los materiales de reemplazo ejecutados bajo la técnica de “Rellenos Controlados” respondan a un

desmejoramiento por la incorporación de flujos de agua incontrolados, posteriores a la etapa de proceso constructivo.

Al respecto téngase en cuenta que el estado de consistencia característica fundamental en el comportamiento mecánico de los suelos arcillosos, no es una propiedad intrínseca, la cual más bien es circunstancial, dependiendo de su contenido de humedad. Es decir se reblandecen ante la incorporación de agua (Saturación), mermando considerablemente su resistencia al esfuerzo cortante, e incrementándose su capacidad de deformación. [Expediente Técnico: "Mejoramiento del Jirón Pablo Rosell (Av. Augusto Freyre/Ca. Iquitos) – Distrito de Iquitos, Provincia de Maynas – Loreto". 2012].

5.4 DEL MORTERO HIDRAULICO

La superficie de rodadura del Pavimento de la Calle Pablo Rosell, corresponde a una Losa de Mortero Hidráulico de 0.20 m de espesor, con paneles de 3.5m por 3.5m de dimensión.

Teniendo en cuenta el comportamiento limitativo del material empleado en la preparación del mortero hidráulico, frente a la acción del tránsito actuante, condiciones de exposición ambientales (agentes meteorológicos), y fundamentalmente por sus cambios volumétricos, es necesario analizar los componentes del mismo y su comportamiento del conjunto, dosificación y manejo constructivo, en la búsqueda de los orígenes y trascendencia de los desperfectos manifiestos

5.4.1 Materiales

Del cemento:

a) En el certificado de Calidad del Cemento Portland Tipo I (PM) empleado en la elaboración del Mortero Hidráulico que se presenta se observa los ensayos de Composición Química, así como también las propiedades Físicas (Expansión Autoclave , Calor de Hidratación, Resistencia a la Compresión entre otras cosas).

Sin embargo en el Diseño de Mezcla que es parte del Expediente Técnico, se ha usado cemento Tipo I, y no el Puzolánico que han empleado en la ejecución de la Obra.

b) En lo que respecta al Cemento Puzolánico usado en obra de acuerdo al Informe de Calidad el porcentaje de adición de Puzolana es del 20.01%. Las puzolanas contribuyen en general a aumentar los requerimientos de agua de la mezcla por su fineza, en consecuencia tienden a incrementar la contracción, lo cual es un peligro en clima cálido como el nuestro por las tensiones de tracción que generan y el mortero a

temprana edad, antes de endurecerse, no tiene la suficiente resistencia, presentándose fisuras por contracción plástica.

c) De acuerdo a todo lo anteriormente expresado se evidencia que la calidad y tipo de cemento empleado no corresponde a las características de un aglomerante adecuado, pues generan contracciones intrínsecas excesivas, y por lo tanto ocasionan cambios volumétricos considerables motivados por el calor de hidratación. [Expediente Técnico: "Mejoramiento del Jirón Pablo Rosell (Av. Augusto Freyre/Ca. Iquitos) – Distrito de Iquitos, Provincia de Maynas – Loreto". 2012].

De los Agregados:

a) Es un hecho evidente que la Losa de Superficie de rodadura al no contener Agregado Grueso(grava o piedras)de aceptable dureza, máxima dimensión, perfil, textura y graduación adecuada, que normalmente en las proporciones adecuadas incorporadas, reducen el efecto de contracción en el concreto, son mayormente vulnerables al incremento del efecto de contracción por secado.

b) Una contribución adicional al efecto adverso mencionado, lo proporciona las características de la arena empleada en razón de su reducido módulo de fineza ,en nuestro caso 1.34, y el mínimo debe ser 2.3 de acuerdo a lo normado.

c) Las características de los agregados son importantes en cuanto a sus consecuencias en la retracción del concreto, si se considera que la piedra y la arena con la pasta de cemento constituyen una estructura mixta.

d) Los agregados en el concreto restringen la retracción inherente de la pasta de cemento, por lo que la capacidad de deformación de los mismos y su adherencia con la pasta de cemento son las propiedades físicas que tienen importancia fundamental en la contracción del concreto. Lamentablemente en nuestro medio al no contar con piedra la resistencia a la contracción disminuye inmensamente y si no se le da un tratamiento adecuado al procedimiento constructivo la fisuración por contracción plástica es inminente. [Expediente Técnico: "Mejoramiento del Jirón Pablo Rosell (Av. Augusto Freyre/Ca. Iquitos) – Distrito de Iquitos, Provincia de Maynas – Loreto". 2012].

De la Dosificación y Proceso constructivo:

a) En contraposición a los requerimientos de resistencia, el factor cemento, empleado en el Diseño de Mezclas (en ausencia del agregado grueso) también contribuye significativamente en la retracción por

secado, al igual que la relación agua cemento requerido por trabajabilidad.

b) También influyen en forma determinante en la capacidad de contracción del Mortero empleado, las condiciones climáticas preponderantes (temperatura) del agregado y agua empleada durante la producción y colocación del mismo.

Ello gravita considerablemente en los posteriores procesos de cambios volumétricos (contracción diferencial) y los esfuerzos generados por alabeo

c) Por último, la presencia de fisuras capilares (cuarteaduras) motivadas por cambios volumétricos en estado plástico, se han generado por deficiencias en el inicio de la etapa de curado. [Expediente Técnico: "Mejoramiento del Jirón Pablo Rosell (Av. Augusto Freyre/Ca. Iquitos) – Distrito de Iquitos, Provincia de Maynas – Loreto". 2012].

De la trascendencia:

El estado actual del conocimiento, para el caso del concreto establece que la acción simultánea de cada una de las causales que contribuyen a la contracción por secado, son de efecto multiplicador.

Considerando que el Mortero Hidráulico del presente caso responda a consideraciones de comportamiento más desfavorables es evidente que el efecto de contracción trasciende en orden magnitudes más significativas. [Expediente Técnico: "Mejoramiento del Jirón Pablo Rosell (Av. Augusto Freyre/Ca. Iquitos) – Distrito de Iquitos, Provincia de Maynas – Loreto". 2012].

5.5 SUMARIO DE FACTORES CONCURRENTES

Del reconocimiento efectuado, se ha observado que un número considerable de paños de la losa de la obra en mención no acusan desperfectos por fracturamientos (fisuras).

5.5.1 Considerando de un lado que dicho pavimento está sometido a consideraciones climatológicas severas, que en adición al tránsito actuante generan considerables esfuerzos de flexo tracción, por efecto de gradientes térmicas de retorno diario, motivadas por la pequeña relación Volumen Área Superficial de dichas losas. Teniendo en cuenta de otro lado, la magnitud de los cambios volumétricos, producidos por la acción conjunta de los factores mencionados, es evidente que los esfuerzos resultantes han sido aceptables, para que puedan ser asimilados por dichos elementos de mortero simple.

5.5.2 De lo tratado anteriormente se deduce que si bien la losa de superficie de mortero hidráulico, posee un alto potencial de cambios volumétricos (en sus manifestaciones diversas de contracción y variaciones de efectos térmicos), de cuya consecuencia se pueden traducir en fisuramientos, los desperfectos manifiestos por si solos no obedecen a dicho origen, debiendo responder los mismos a otras causas desencadenantes.

5.5.3 Estas últimas en razón de la naturaleza de los componentes de la estructura del pavimento y de los factores de fricción que generan, deben atribuirse al efecto de arrastre de las infracapas que restringen los inevitables movimientos de dicha losa.

5.5.4 La Evidencia proporcionada por la investigación del subsuelo, y al amparo de las diversas consideraciones, y en correlación con determinados tipos de desperfectos, también concurren en asignar como origen al mal comportamiento del terreno de cimiento. Atribuyendo su causa, a la incapacidad del Pavimento rígido para asimilar deformaciones por lo que se intuye también en razón de la tipicidad de los desperfectos existentes, que su motivación responda a la sobreposición de ambos orígenes y causas. [Expediente Técnico: "Mejoramiento del Jirón Pablo Rosell (Av. Augusto Freyre/Ca. Iquitos) – Distrito de Iquitos, Provincia de Maynas – Loreto". 2012].

5.6 ORIGENES Y CAUSAS

5.6.1 En primer término, las principales causas responsables de los desperfectos existentes obedecen a las restricciones del movimiento generado por los cambios volumétricos de la losa de superficie y motivados por los siguientes componentes del pavimento, subyacentes a ella e identificados como el solado de mortero, la rigidez del mortero asfáltico usado en las juntas, la capa de mejoramiento de la subrasante y los pasadores o dowells.

El impedimento o efecto de arrastre motivado por el solado de mortero, se ha evidenciado a través de las acciones de extracción de testigos diamantinos que se realizó en la calle Nauta en el Distrito de Punchana, en el año 2,004, donde se observó el monolitismo logrado, de acción gravitante y su característica de fisuración ante el efecto restrictivo.

Asimismo, no se observa la necesaria presencia de una capa aislante, entre la losa y el solado.

Se presume que la capa de mejoramiento también ha desarrollado un efecto contribuyente en dicha restricción por su naturaleza arcillosa.

Si bien se desconocen las constantes físicas del tipo de suelo empleado, la clasificación AASHTO, la sitúa en un rango muy amplio en términos de plasticidad, hecho que le otorga un valor de fricción muy significativo.

El mecanismo de falla, consecuencia del impedimento por el efecto de arrastre, se explica simplemente por la generación de esfuerzos de flexo tracción por parte de dicha restricción, frente a los disponibles del mortero hidráulico, generando fisuramientos. Así mismo las deficiencias causantes del nefasto efecto, evidentemente obedecen a criterios de proyecto.

También como causal actuante principal y/o contribuyente no demostrada pero evidenciada por el elemental principio de causa efecto, y notablemente tipificada, y que propician al mismo mecanismo de falla responde al mal posicionamiento de los elementos de protección de borde (pasajuntas) motivadas por su mal alineamiento geométrico, o por la omisión del lubricante indispensable empleado con dicho propósito.

Además en la partida Nº 04.13 del Expediente Técnico mencionan en las juntas de contracción el uso de pasadores de fierro corrugado de Ø 3/4", cuando deberían usar fierro liso.

La partida Nº 04.09 relleno de juntas de dilatación y aislamiento con mortero asfáltico (Pen 40-50) del Expediente Técnico es muy rígido lo que ocasiona una restricción adicional.

5.6.2 En segundo término, los deterioros observados en la losa de superficie calificados como "Fracturación múltiple" responden a una etapa de desperfectos más avanzados. Éstas en razón de su tipicidad y concentración en sectores localizados, son claros indicios de otra fuente de deficiencia adicional cuyos orígenes se sitúan en el mal comportamiento del Terreno de Cimentación.

Dichas consecuencias generan mayores efectos destructivos.

Al respecto debemos tener en cuenta que si bien un pavimento transfiere a las infracapas y cimiento, reducidas presiones de contacto, para su buen comportamiento, también demanda:

- Una superficie de apoyo razonablemente uniforme
- Determinada capacidad de soporte, que tal como se deduce de lo antes dicho, mediante claros testimonios, es inadecuada, al menos en determinados sectores.

Como causas, mencionaremos que las observaciones de comportamiento, revelan que en los diseños de análisis de Flexo Tracción (Módulo de resistencia) una reducida capacidad de respuesta

de las infracapas, generan un consumo de la capacidad estructural considerable, por parte de las losa de superficie.

La práctica también sanciona que un mal comportamiento por parte del terreno de cimentación, en razón de su compresibilidad (asentamientos diferenciales) generan fracturamientos en las losas, cuyo mecanismo de falla de por si complejos, ocurren con rapidez, es decir a muy corto plazo.

Por último, es evidente que sus orígenes y causas obedezcan a deficiencias asignables a criterios de Proyecto y Proceso Constructivo. [Expediente Técnico: "Mejoramiento del Jirón Pablo Rosell (Av. Augusto Freyre/Ca. Iquitos) – Distrito de Iquitos, Provincia de Maynas – Loreto". 2012].

5.7 EVOLUCION Y MEDIDAS CORRECTIVAS

Por razones obvias, dado el carácter cualitativo de los escrutinios realizados, limitados en razón de la complejidad de acción de los factores concurrentes, y su interrelación, no se puede determinar con precisión, en qué etapa de evolución se encuentran los mecanismos de falla.

5.7.1 Sin embargo, dada la naturaleza de los desperfectos generales por los orígenes y causales, puede establecerse, que los mismos han de permanecer relativamente estacionarios.

Si bien dichos desperfectos en esencia se han generado por liberación de esfuerzos creando juntas irregulares, es debido al nivel de severidad (menor de 3mm) de dichas fisuras, que no pueden ser objeto de ninguna acción de tratamiento. Ello también conduce a que a mediano o largo plazo, evolucionen como Fallas Funcionales por acción del despostillamiento y disgregación, incrementando su nivel de severidad; en cuyo caso podrían ser objeto de acciones de Mantenimiento por Sellado (empleando material elastométrico) al igual que las juntas regulares.

5.7.2 Los desperfectos motivados por las condiciones inusitadas del Terreno de Fundación, dada su fuente de origen, imposibilitan tomar medida alguna que tienda a controlar o restringir sus manifestaciones.

La evolución de dichos desperfectos, progresivos e incontrolables, han de generar a determinado plazo el desmembramiento de los paños de losa, balanceos con escalonamientos de los trozos de losas resultantes (Fallas funcionales), concluyendo en el colapso del pavimento.

CAPITULO VI

METODO DEL PCI

6. METODO DEL PCI

6.1 EVALUACION DE CONDICION DE PAVIMENTO

La presente investigación utilizará el método normado por la ASTM D 6433-03 también conocido como Pavement Condition Index (Índice de Condición de Pavimento) o por las siglas PCI. Este índice sirve para representar las degradaciones superficiales que se presentan en los pavimentos rígidos y flexibles; 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 a los dos tipos de pavimentos más utilizados en nuestra zona que son los pavimentos asfalticos y los pavimentos de concreto. [ASTM D 6433, "Standart Practice for Roads and Parking Lots PavementCondition Index Surveys"].

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 nuestra ciudad de modo que esta pueda generar un modelo adecuado para el mantenimiento y rehabilitación de los pavimentos en nuestra ciudad.

6.2 INDICE DE CONDICION DE 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.

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

Tabla 1. Rangos de clasificación del PCI

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de una encuesta visual de la condición de pavimento en el cual se establecen su tipo, severidad y cantidad que presenta cada daño. [ASTM D 6433, "Standart Practice for Roads and Parking Lots PavementCondition Index Surveys"].

6.3 PROCEDIMIENTO DE EVALUACION DE LA CONDICION 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 piel de cocodrilo, exudación, agrietamiento en bloque, abultamientos, entre otros, cada uno de ellos se describe en el Apéndice C (Manual de Daños de la Evaluación de la Condición de Pavimentos).

- 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. [8]. 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 aras de la comodidad o la seguridad. Los abultamientos 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 aras de la comodidad y la seguridad; los abultamientos 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 aras de la comodidad y la seguridad; los abultamientos 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. [Tesis: "Evaluación Superficial de algunas calles de la Ciudad de Loja". 2009].

El último factor que se debe considerar para calificar un pavimento es:

- LA EXTENSION:, 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 hormigón, la calificación de la extensión estará representada por el número de veces que se repita dicha falla en una losa o varias losas.

  De acuerdo al tipo de pavimento al cual se esté realizando la evaluación, se contará con el formato adecuado en el cual se registra en los datos de campo. Los formatos de evaluación se los puede encontrar en el Anexo A, figura A.1 y A.2; para pavimento asfáltico y de concreto respectivamente. [Tesis: "Evaluación Superficial de algunas calles de la Ciudad de Loja". 2009].

6.4 DIVISION 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 de acuerdo al tipo de pavimento que cuenta la vía a evaluar se tiene:

- PAVIMENTO DE HORMIGON: con losas de cemento Portland 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. [Tesis: "Evaluación Superficial de algunas calles de la Ciudad de Loja". 2009].

6.5 DETERMINACION DE UNIDADES DE MUESTREO PARA LA EVALUACION

En la evaluación del Índice de Condición Presente (PCI) de pavimentos de acuerdo al tamaño de la muestra y con el fin de optimizar el método, se puede tener la evaluación de un proyecto y la evaluación de una red.

6.5.1 EVALUACION DE UN PROYECTO: En la cual se deberán inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible el número mínimo de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación N° 1, la cual se produce un estimado del PCI ± 5 del

promedio verdadero con una confiabilidad del 95%. [Tesis: “Evaluación Superficial de algunas calles de la Ciudad de Loja”. 2009].

6.5.2 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE UNIDADES A SER INSPECCIONADAS: El primer paso en el muestreo de la evaluación de un proyecto, es la determinación del número mínimo de unidades de muestreo (*n*) que deberá ser encuestado para obtener un cálculo aproximado del PCI de la sección. Este número mínimo, es determinado por medio de la siguiente ecuación:

$$n = (N \times \sigma 2) / e2/4 \times (N - 1) + \sigma 2 \ldots\ldots \quad (1)$$

Dónde:

- n - Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.
- N - Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.
- e - Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = ± 5%)
- σ - Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico y de 15 para pavimentos de concreto, estos valores son basados en datos de campo obtenidos de muchas encuestas; sin embargo, si la experiencia local es diferente el promedio de la desviación estándar reflejará la condición local; esta deberá ser usada para la inspección inicial. En inspecciones subsecuentes, se usará la desviación estándar real de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deberán evaluarse. Cuando el número mínimo de unidades a ser evaluadas es menor que cinco ($n < 5$), se recomienda evaluar todas las unidades.

6.6 COMO LLEVAR A CABO LA ENCUESTA DE CONDICION

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 como se describe las secciones anteriores.

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

Debe seguirse estrictamente la definición de los daños descritos en el Anexo C (Manual de Daños de la Evaluación de la Condición de un Pavimento) esto con el fin de obtener un PCI confiable. [Tesis: "Evaluación Superficial de algunas calles de la Ciudad de Loja". 2009].

6.6.1 ASPECTOS A TOMAR EN CUENTA:

a) EQUIPO:

Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.

Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la severidad.

b) 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.

6.7 CALCULO DEL PCI DE LAS UNIDADES DE MUESTREO

Luego de culminar la inspección de campo, la información recogida se utiliza 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 y el cálculo para cada tipo de pavimento es similar. A continuación se describe el cálculo del PCI para cada tipo de pavimentos. [Tesis: "Evaluación Superficial de algunas calles de la Ciudad de Loja". 2009].

6.7.1 CÁLCULO DEL PCI PARA PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO DE CEMENTO PÓRTLAND

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

1. A. Contabilice el número de losas en las cuales se presenta cada combinación del tipo de daño y nivel de severidad de acuerdo al ítem 1.2.

1. B. Divida el número de losas contabilizadas en el paso anterior, entre el número de losas de la unidad y exprese el resultado en porcentaje. Esta es la *"Densidad"* por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.

1. C. Determine los *"valores deducidos"* para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva *"valor deducido para pavimentos de concreto"*; las cuales están en el anexo B. [Tesis: "Evaluación Superficial de algunas calles de la Ciudad de Loja". 2009].

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

2. 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" (VRC), obtenido en el Paso 4; de lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b y 2.c.

2. B. Liste los valores deducidos individuales en orden descendente.

2. C. Determine el "Número Máximo de Valores Deducidos" (m), utilizando la siguiente ecuación, para carreteras pavimentadas:

$$mi = 1.00 + 9/98\ (100.00 - \mathrm{VRC}i)$$

Dónde:

mi - Número máximo admisible de "valores deducidos, incluyendo la fracción para la unidad de muestreo *i. (mi≤10).*

VRCi - El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo *i.*

2. 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 (VRC):

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

3. A. Determine el número de valores deducidos (*q*) mayores que 2. En el ejemplo de la figura 8, q= 2.

3. B. Determine del *"valor deducido total"* sumando todos los valores deducidos individuales.

3. C. Determine el VRC con el *q* y el *"valor deducido total"* en la curva de corrección, de acuerdo al tipo de pavimento.

3. D. Reduzca a 2 el menor de los valores deducidos individuales, que sea mayor a 2 y repita las etapas 3.a hasta 3.c. Este proceso se repite hasta que se cumpla la condición que "q" sea igual a 1.

3. E. El "máximo VRC" es el mayor valor de los VRC obtenidos en el proceso de iteración indicado

PASO 4**:** Calcule el PCI, restando el "máximo VRC" de 100.

$$PCI = 100 - \text{máx.VRC}$$

Dónde: PCI - Índice de condición presente

máx. VRC- Máximo valor corregido deducido

6.8 APLICACIÓN DEL INDICE DE CONDICION PRESENTE

El PCI permite conocer el estado de la superficie de un pavimento de modo que se ha aplicado al presente estudio con el fin de obtener información necesaria para hacer la evaluación respectiva. A continuación se describirá el procedimiento empleado.

6.8.1 EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL JIRÓN PABLO ROSELL.

- DATOS GENERALES:

UBICACIÓN:

El área del Estudio se encuentra ubicada en la Región Loreto, Provincia de Maynas, Distrito Capital de Iquitos y está ubicada en el distrito de Iquitos, en el Jirón Pablo Rosell en el tramo comprendido entre la Av. Augusto Freyre y la Calle Iquitos.

DESCRIPCIÓN DE LA SECCIÓN

La Calle tiene un ancho de 15.80m, dividida en dos carriles de 3.60m de ancho. Las losas en estudio son de 3.6mx3.6m

GEOMETRÍA

Tiene una longitud de 660.57 metros, de las cuales se va a analizar dos cuadras donde se ha presentado el problema de la fisuración.

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

La capa de rodadura es de Mortero Hidráulico con un espesor de 0.20m, la cual se encuentra sobre un solado de 0.10m, y bajo esta capa una de mejoramiento de 0.30m con A-2-4:0.20m y A-3 :0.10m respectivamente

MEDIO AMBIENTE Y DRENAJE

Alrededor de la vía se encuentra un área verde y su cuneta respectiva.

Para el drenaje superficial cuenta con sumideros laterales.

- DIVISIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTRA

Como indica la norma ASTM D 6433, si las losas no exceden de 7.60 metros de largo el rango de losas para evaluar será de 20 ± 8 losas.

- SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA INSPECCIÓN

En vista de que no se cuenta con una gran extensión, se ha considerado evaluar todas las losas indicadas en el plano adjunto.

- INSPECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTRA Y CÁLCULO DEL PCI

Con el Manual de Daños, realizado el croquis y realizada la selección de las unidades de muestra a ser inspeccionadas que en este caso se examinaran todas las unidades de muestra, se procedió a recorrer por cada losa, registrando si sobre esta se encuentran algún tipo de deterioro que coincida con los descritos en el manual de daños, además se registró su severidad y cantidad.

- CÁLCULO DEL PCI PARA LA TODA LA SECCIÓN DEL PAVIMENTO

Como todas las unidades de muestra han sido inspeccionadas, el valor del PCI será igual al promedio de los datos obtenidos de cada unidad de muestra inspeccionada.

CAPITULO VII

RESULTADOS Y DISCUSIONES

1. TRAMO 1 - CUADRA 08

PAVIMENTO DE CONCRETO

HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

DISTRITO DE IQUITO — CALLE : JR. PABLO ROSELL — MUESTRA : TRAMO 1

DISTRITO : IQUITOS — ROVINCIA : MAYNAS — DEPARTAMENTO : LORETO — NUMERO DE PAÑOS : 20

TIPO DE USO : VEHICULAR — FECHA : SETIEMBRE 2016

EVALU. Bach. PIERO PAOLO VÁSQUEZ D'AZEVEDO — TIEMPO DE CONSTRUCCION : 3 Años

Bach. JOY PETER PRADO ESCUDERO

Nº	TIPO DE DAÑO	Nº	TIPO DE DAÑO	Nº	TIPO DE DAÑO
1	Blow Up / Buckling	8	Grieta Lineal	15	Cruce de Via Ferrea
2	Grieta de Esquina	9	Parcheo (Grande)	16	Desconchamiento
3	Losa Dividida	10	Parcheo (Pequeño)	17	Retraccion
4	Grieta de Durabilidad "D"	11	Pulimento de Agregados	18	Descascaramiento de Esquina
5	Escala	12	Popouts	19	Descascaramiento de Junta
6	Sello de Junta	13	Bombeo		
7	Desnivel Carril / Berma	14	Punzonamiento		

NIVELES DE SEVERIDAD

1 = SEVERIDAD BAJO

2 = SEVERIDAD MEDIA

3 = SEVERIDAD ALTA

Nº	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION (VR)	(VR) Orden Descendente
8	Grieta Lineal	2	Media	6	30.00%	19.79	19.79
8	Grieta Lineal	1	Baja	1	5.00%	2.47	14.96
19	Descascaramiento de Junta	2	Media	1	5.00%	1.88	7.27
16	Desconchamiento	1	Baja	7	35.00%	7.27	2.47
2	Grieta de Esquina	2	Media	2	10.00%	14.96	1.88
17	Retraccion	1	Baja	5	25.00%	1.11	1.11

DIAGRAMA DE BLOQUES

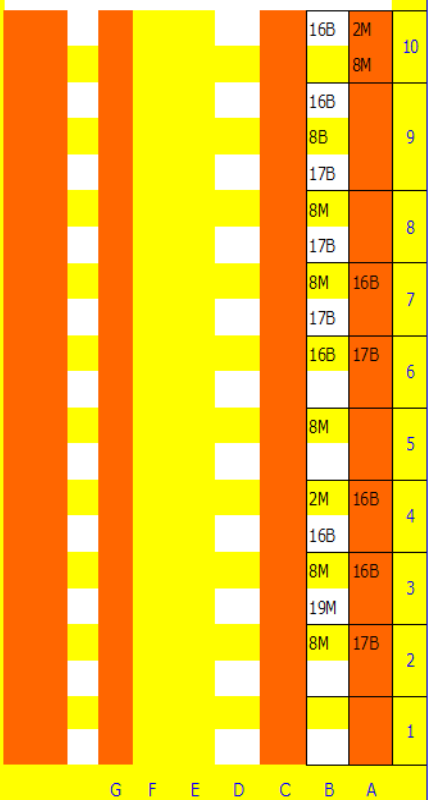


GRAFICO 1. HOJA DE INSPECCION TRAMO 1

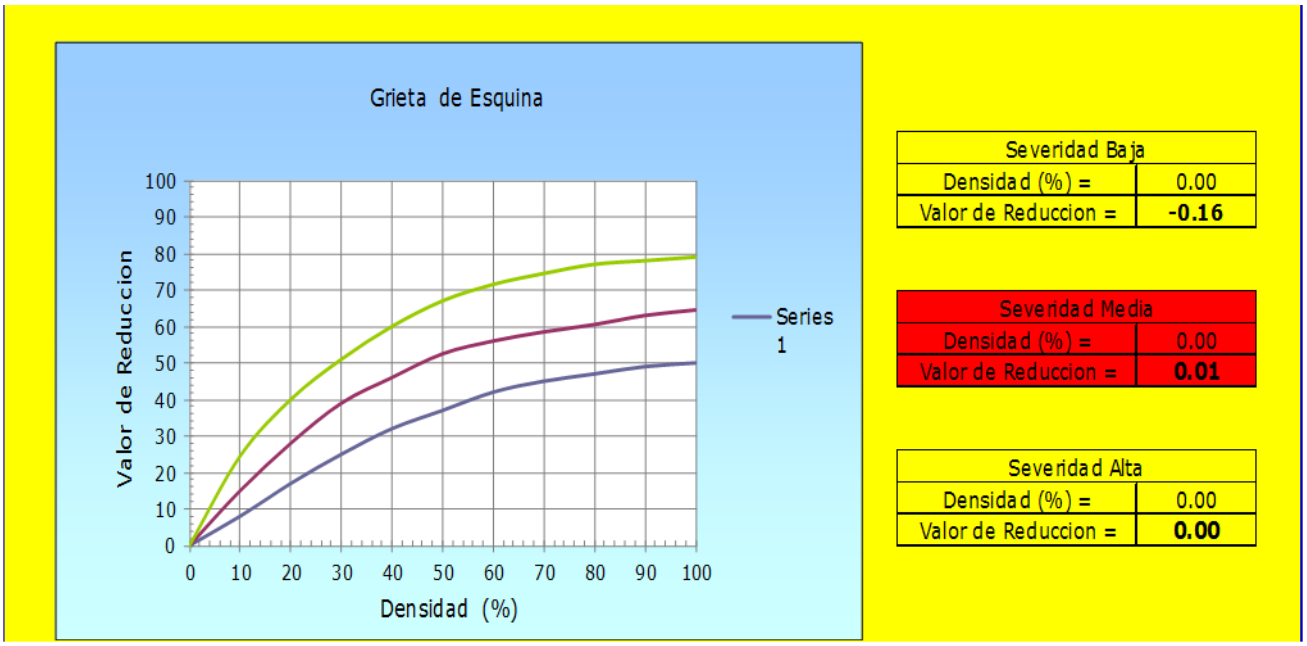


GRAFICO 2. GRIETA DE ESQUINA TRAMO 1 (SEVERIDAD MEDIA)

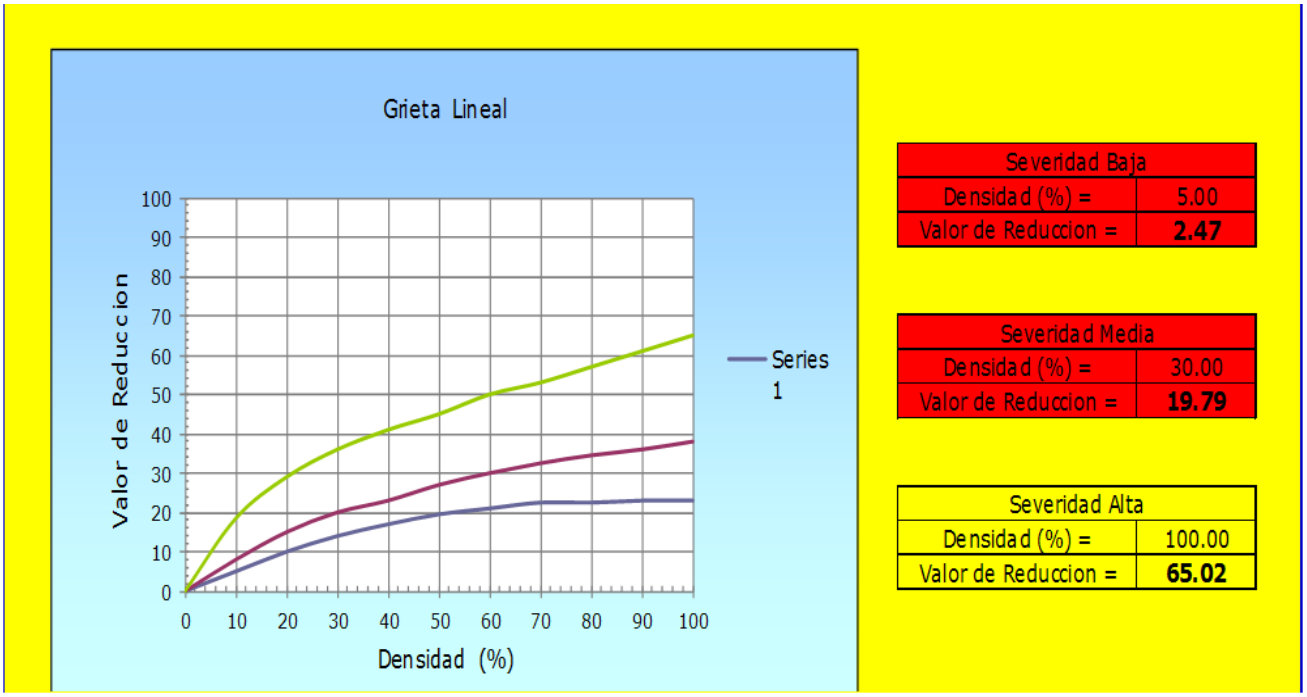
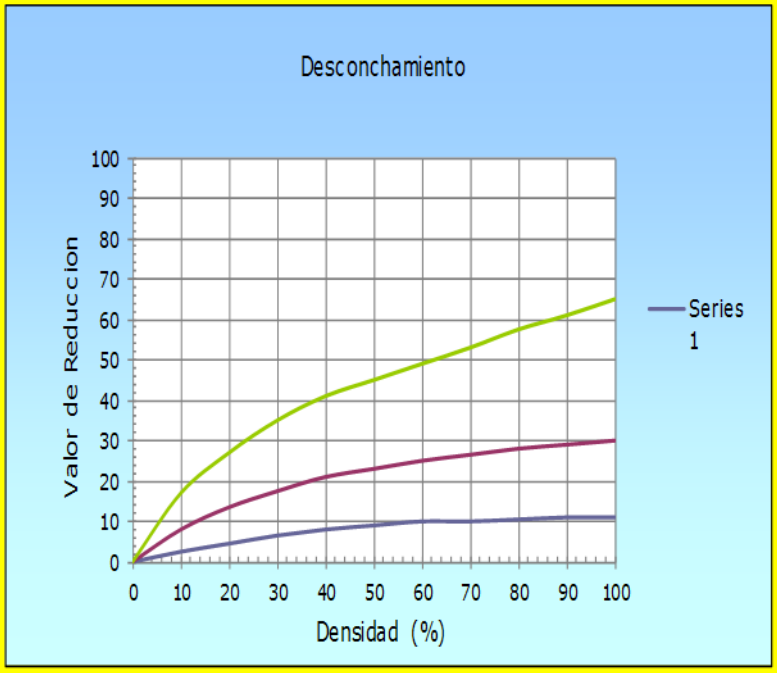


GRAFICO 3. GRIETA LINEAL TRAMO 1 (SEVERIDAD BAJA, MEDIA)

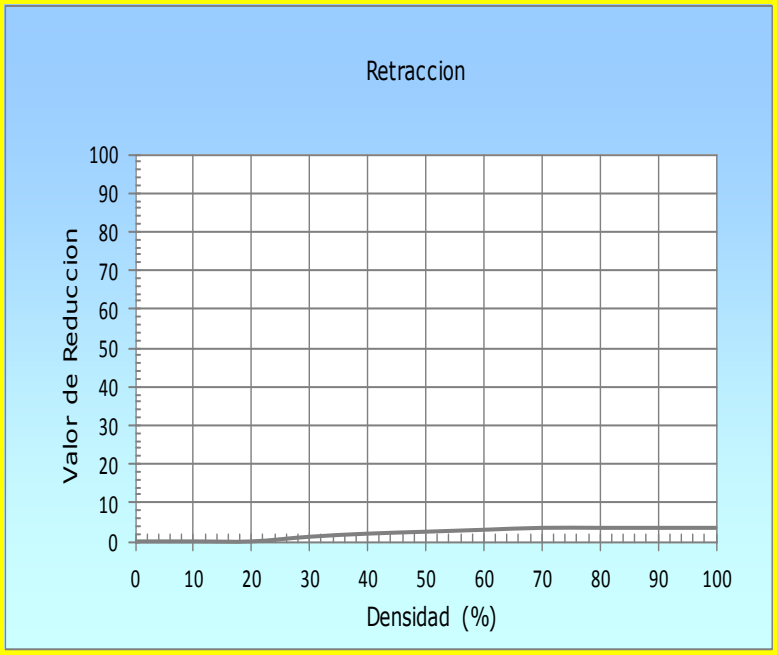


Severidad Baja	
Densidad (%) =	35.00
Valor de Reduccion =	**7.27**

Severidad Media	
Densidad (%) =	5.00
Valor de Reduccion =	**4.35**

Severidad Alta	
Densidad (%) =	80.00
Valor de Reduccion =	**57.10**

GRAFICO 4. DESCONCHAMIENTO TRAMO 1 (SEVERIDAD BAJA)



Densidad (%) =	25.00
Valor de Reduccion =	**1.11**

GRAFICO 5. RETRACCION TRAMO 1 (SEVERIDAD BAJA)

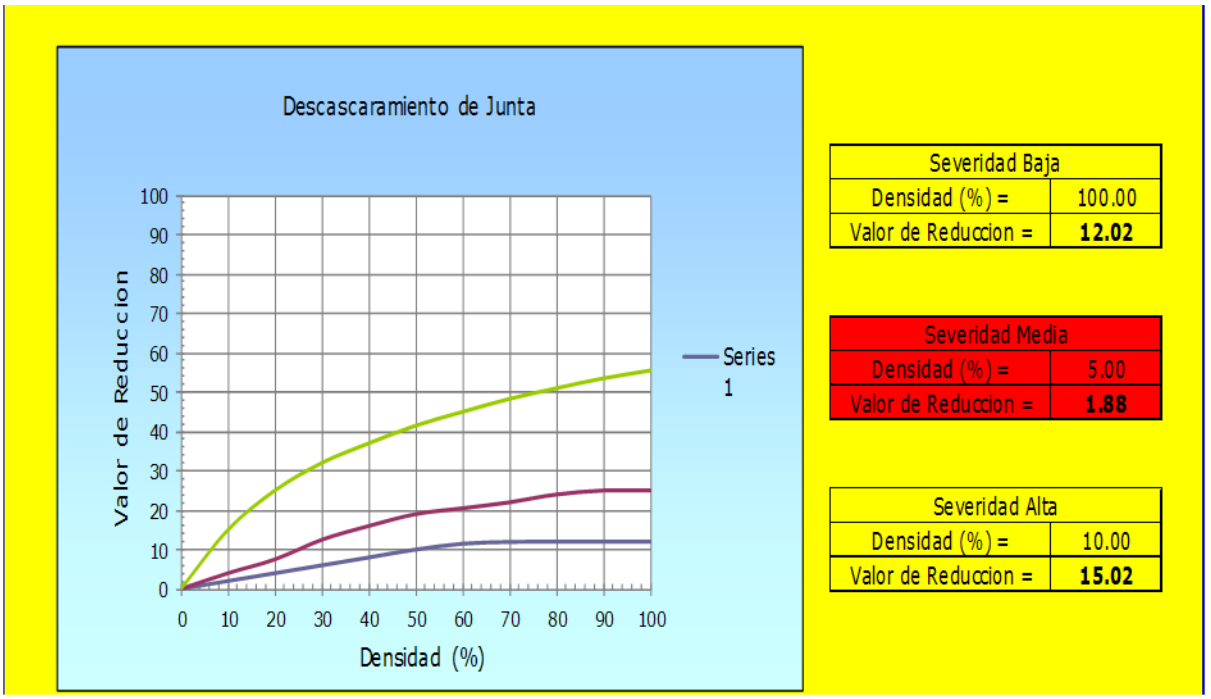


GRAFICO 6. DESCONCHAMIENTO DE JUNTA TRAMO 1 (SEVERIDAD MEDIA)

CALCULO DEL VRC

ZONA : Iquitos

CALLE : Jr. Pablo Rosell
Cuadra 08

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

m = 1 + (9/98) * (100 – VAR)

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

m = **8.37**

#	VALOR DE REDUCCION																			TOTAL	q	VRC
1	19.79	14.96	7.27	2.47	1.88	0.41														46.78	4	26.24
2	19.79	14.96	7.27	2.00	1.88	0.41														46.31	3	29.35
3	19.79	14.96	2.00	2.00	1.88	0.41														41.04	2	32.15
4	19.79	2.00	2.00	2.00	1.88	0.41														28.08	1	28.08
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificacion
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Máximo VRC = **32.15**

PCI = 100 – Máximo VRC

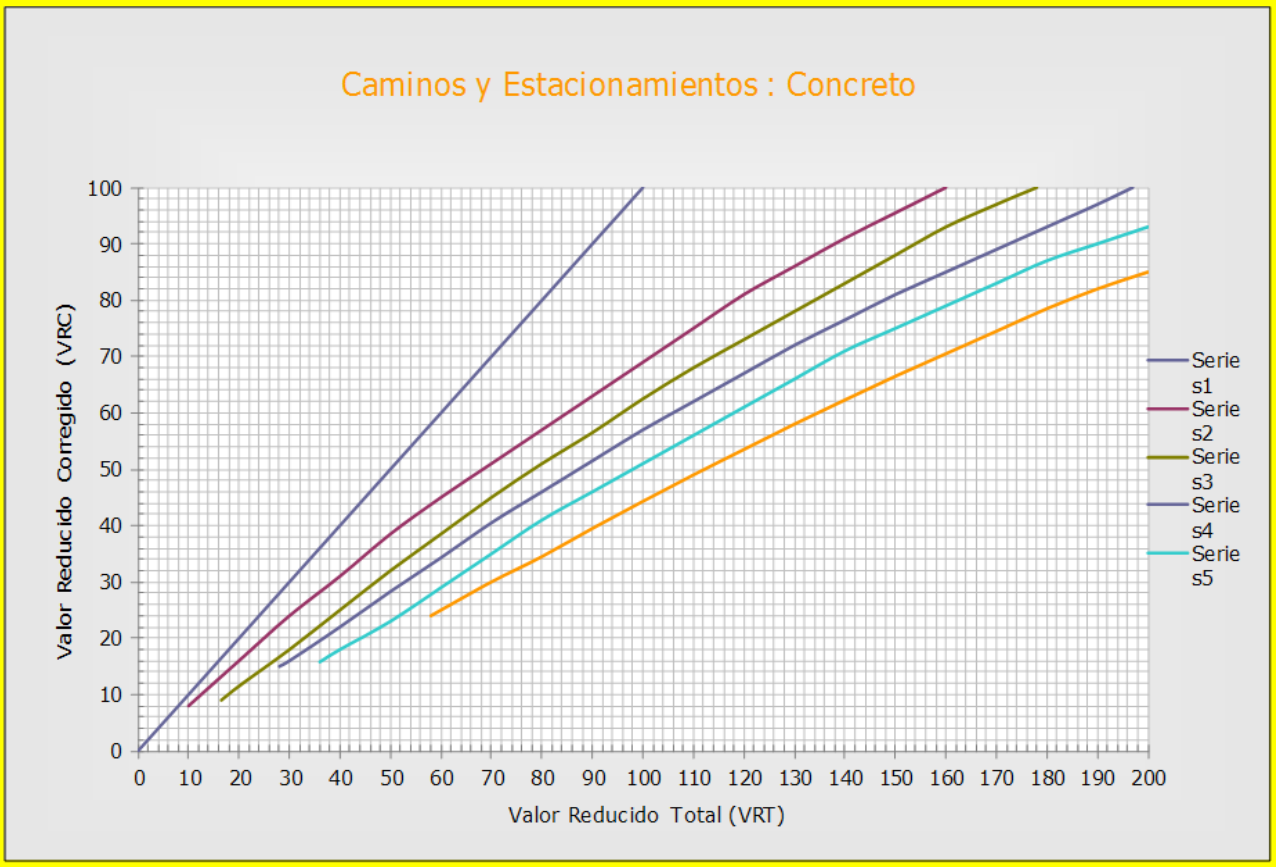
PCI = 100 – 32.15

PCI = **67.85**

Clasificación = BUENO

GRAFICO 7. CALCULO DEL VCR TRAMO 1

VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO



q=1	
VRT =	28.08
VRC =	**28.08**

q=2	
VRT =	41.04
VRC =	**32.15**

q=3	
VRT =	46.31
VRC =	**29.35**

q=4	
VRT =	46.78
VRC =	**26.24**

q=6	
VRT =	
VRC =	

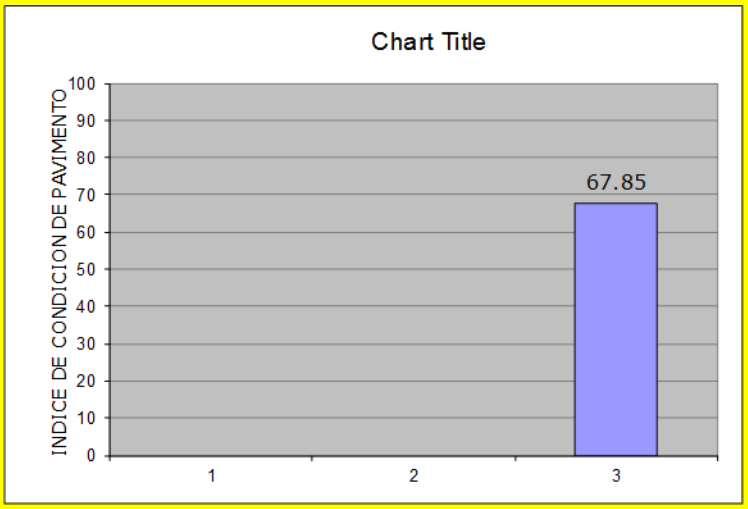
q=9	
VRT =	
VRC =	

GRAFICO 8. VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS TRAMO 1

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)	67.85

#	TIPO DE DAÑO	ACUMULADO	REAL
1	Grieta Lineal	30.00%	27.27
2	Grieta Lineal	5.00%	4.55
3	Descascaramiento de Junta	5.00%	4.55
4	Desconchamiento	35.00%	31.82
5	Grieta de Esquina	10.00%	9.09
6	Retraccion	25.00%	22.73
7	0	0.00%	0.00
8	0	0.00%	0.00
9			
10			
		110.00%	100.00%

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificacion
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado



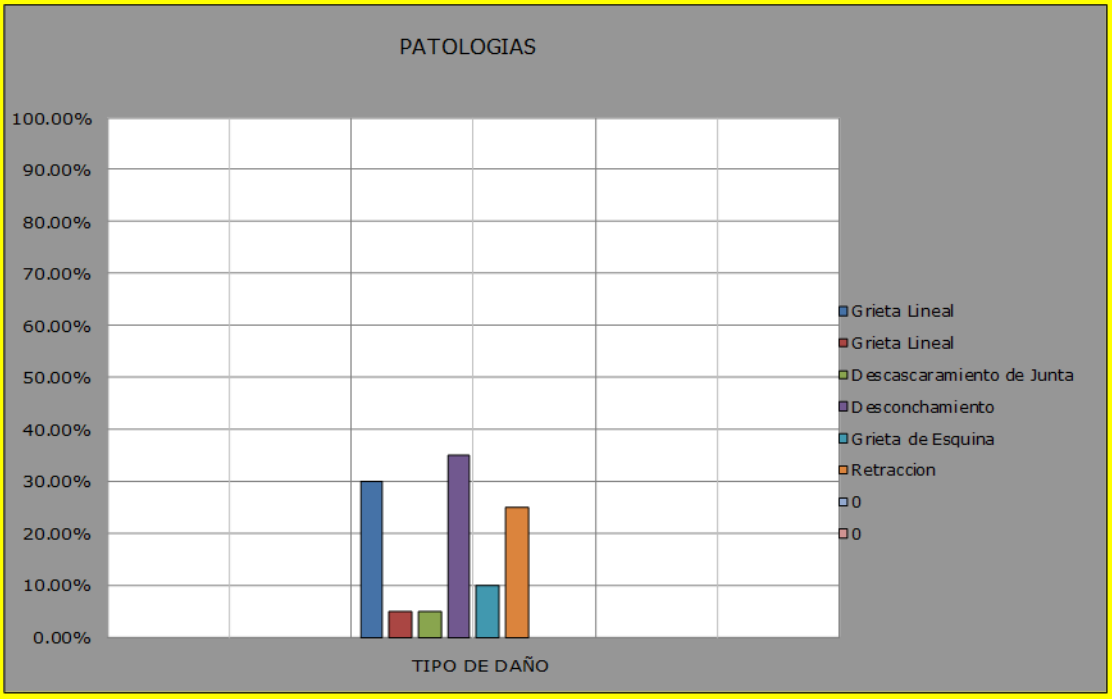
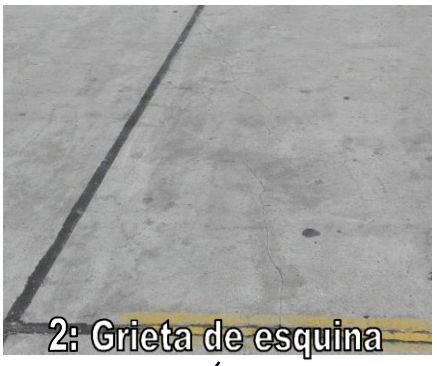
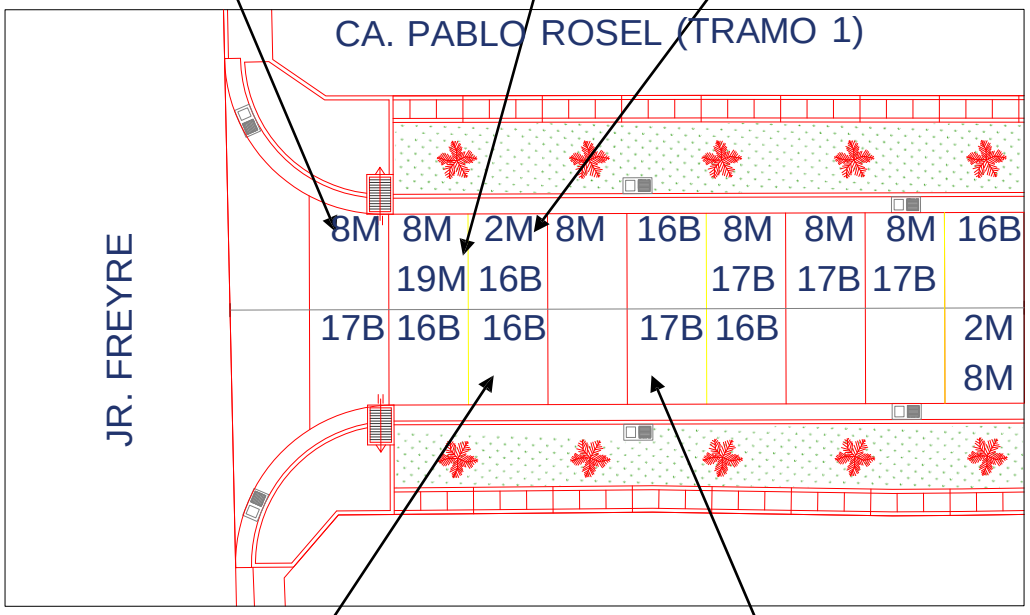


GRAFICO 9. INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO TRAMO 1


8: Grieta Lineal


19: Descascaramiento de junta


2: Grieta de esquina


CA. PABLO ROSEL (TRAMO 1)
JR. FREYRE
8M
8M
19M
2M
16B
16B
8M
16B
8M
17B
8M
17B
8M
17B
16B
17B
16B
16B
17B
16B
2M
8M


16: Desconchaminento


17: Grietas de retraccion

2. TRAMO 2 - CUADRA 08

PAVIMENTO DE CONCRETO

HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

DISTRITO DE IQUITO — CALLE : JR. PABLO ROSELL — MUESTRA : TRAMO 2

DISTRITO : IQUITOS — ROVINCIA : MAYNAS — DEPARTAMENTO : LORETO — NUMERO DE PAÑOS : 20

TIPO DE USO : VEHICULAR — FECHA : SETIEMBRE 2016

EVALU Bach. PIERO PAOLO VÁSQUEZ D'AZEVEDO — TIEMPO DE CONSTRUCCION : 3 Años

Bach. JOY PETER PRADO ESCUDERO

N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO
1	Blow Up / Buckling	8	Grieta Lineal	15	Cruce de Via Ferrea
2	Grieta de Esquina	9	Parcheo (Grande)	16	Desconchamiento
3	Losa Dividida	10	Parcheo (Pequeño)	17	Retraccion
4	Grieta de Durabilidad "D"	11	Pulimento de Agregados	18	Descascaramiento de Esquina
5	Escala	12	Popouts	19	Descascaramiento de Junta
6	Sello de Junta	13	Bombeo		
7	Desnivel Carril / Berma	14	Punzonamiento		

NIVELES DE SEVERIDAD

1 = SEVERIDAD BAJO

2 = SEVERIDAD MEDIA

3 = SEVERIDAD ALTA

N°	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION (VR)	(VR) Orden Descendente
2	Grieta de Esquina	2	Media	2	10.00%	14.96	24.5
2	Grieta de Esquina	3	Alta	2	10.00%	24.5	14.96
8	Grieta Lineal	2	Media	1	5.00%	4.13	8.65
8	Grieta Lineal	1	Baja	2	10.00%	5.05	5.05
5	Escala	1	Baja	1	5.00%	0.63	4.13
16	Desconchamiento	1	Baja	9	45.00%	8.65	1.93
17	Retraccion	1	Baja	8	40.00%	1.93	0.63

DIAGRAMA DE BLOQUES

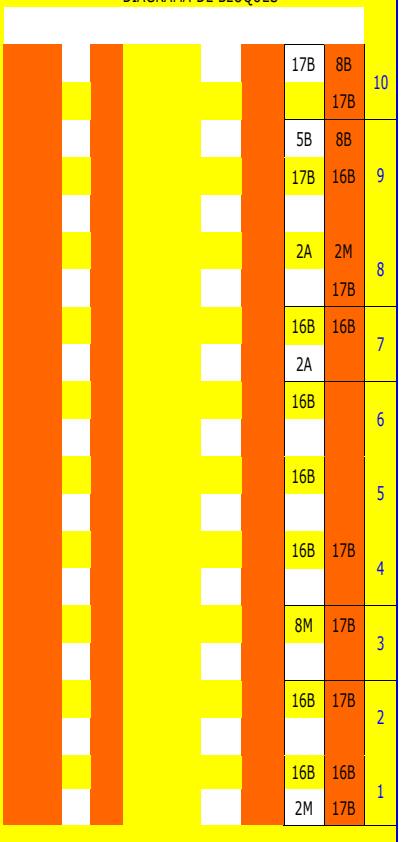


GRAFICO 10. HOJA DE INSPECCION TRAMO 2

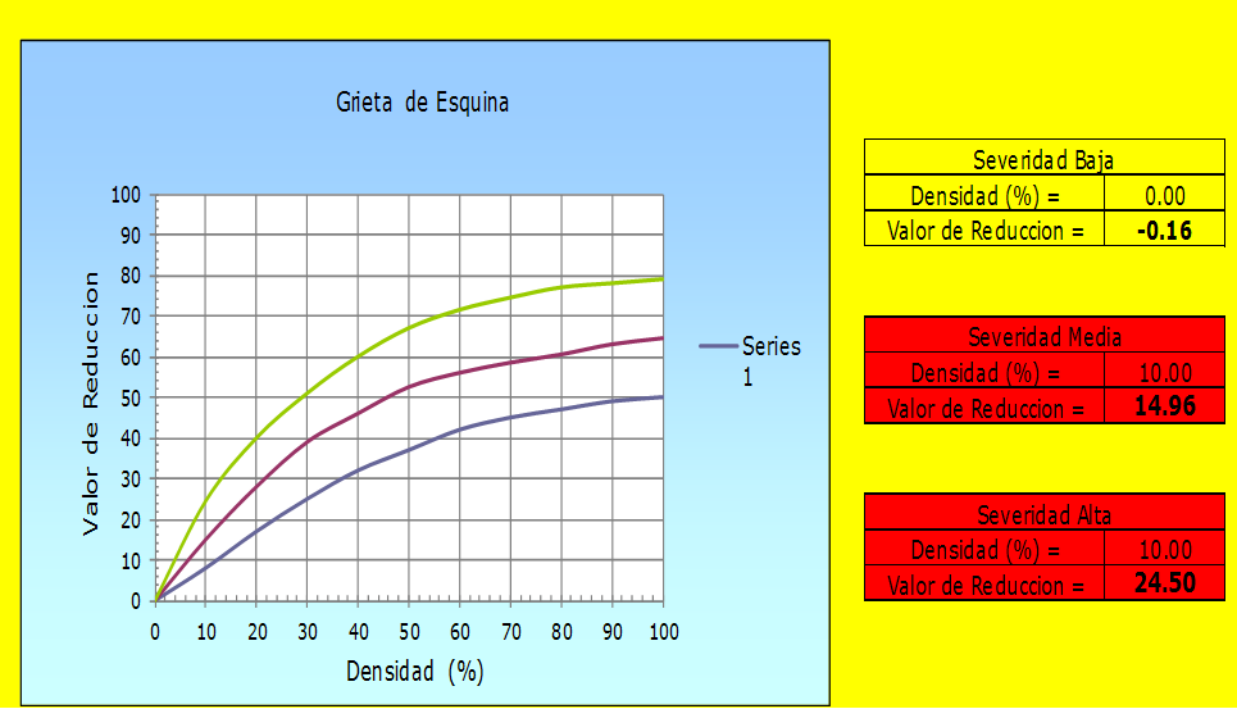


GRAFICO 11. GRIETA DE ESQUINA TRAMO 2 (SEVERIDAD MEDIA, ALTA)

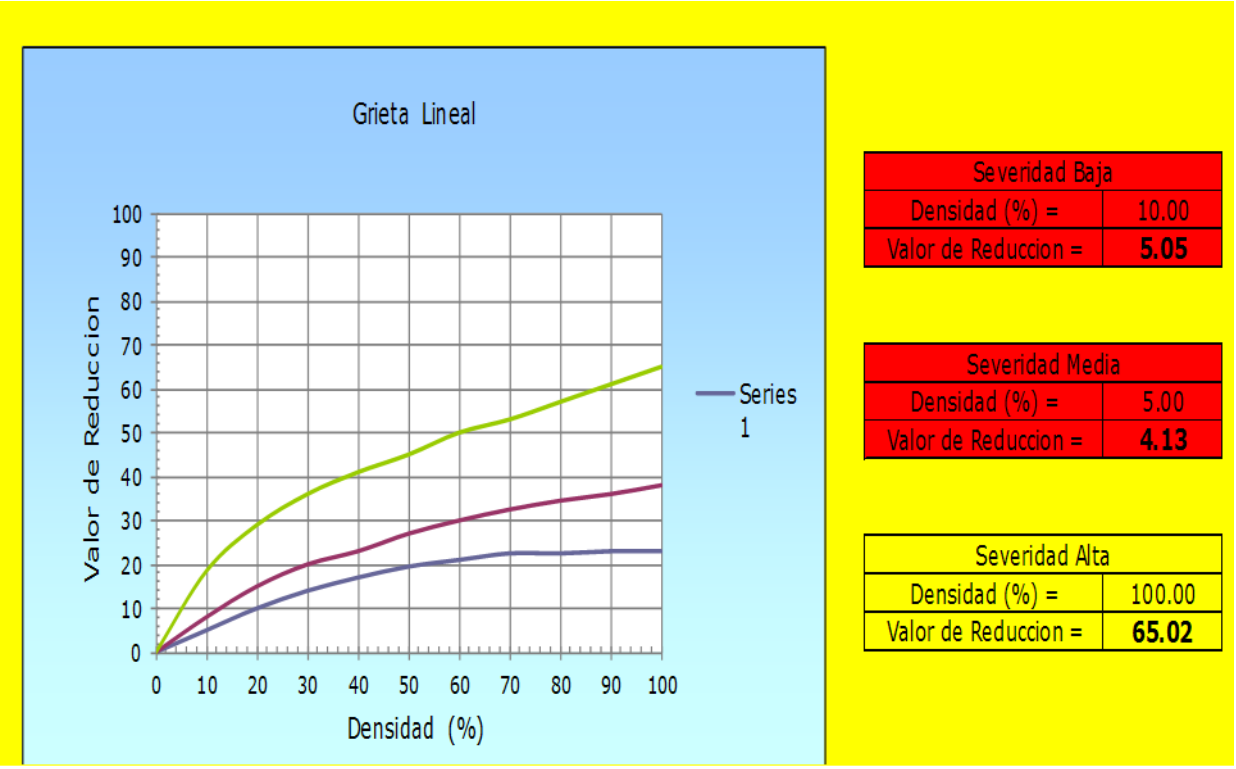


GRAFICO 12. GRIETA LINEAL TRAMO 2 (SEVERIDAD BAJA, MEDIA)

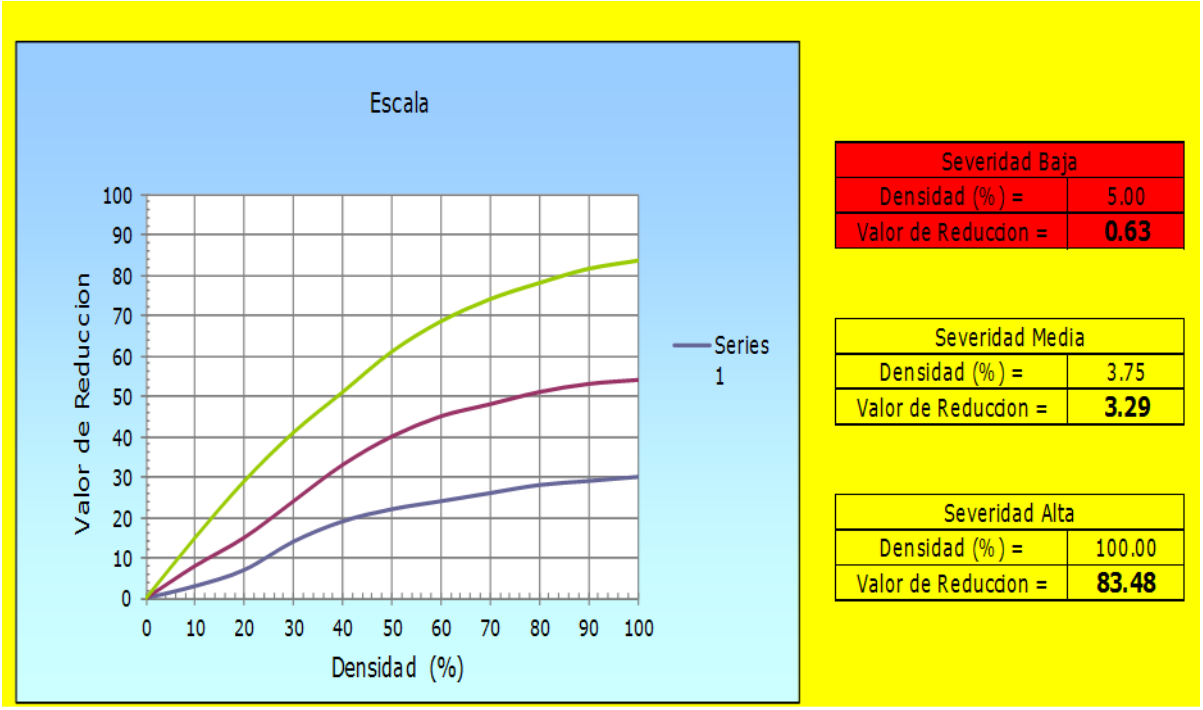


GRAFICO 13. ESCALA TRAMO 2 (SEVERIDAD BAJA)

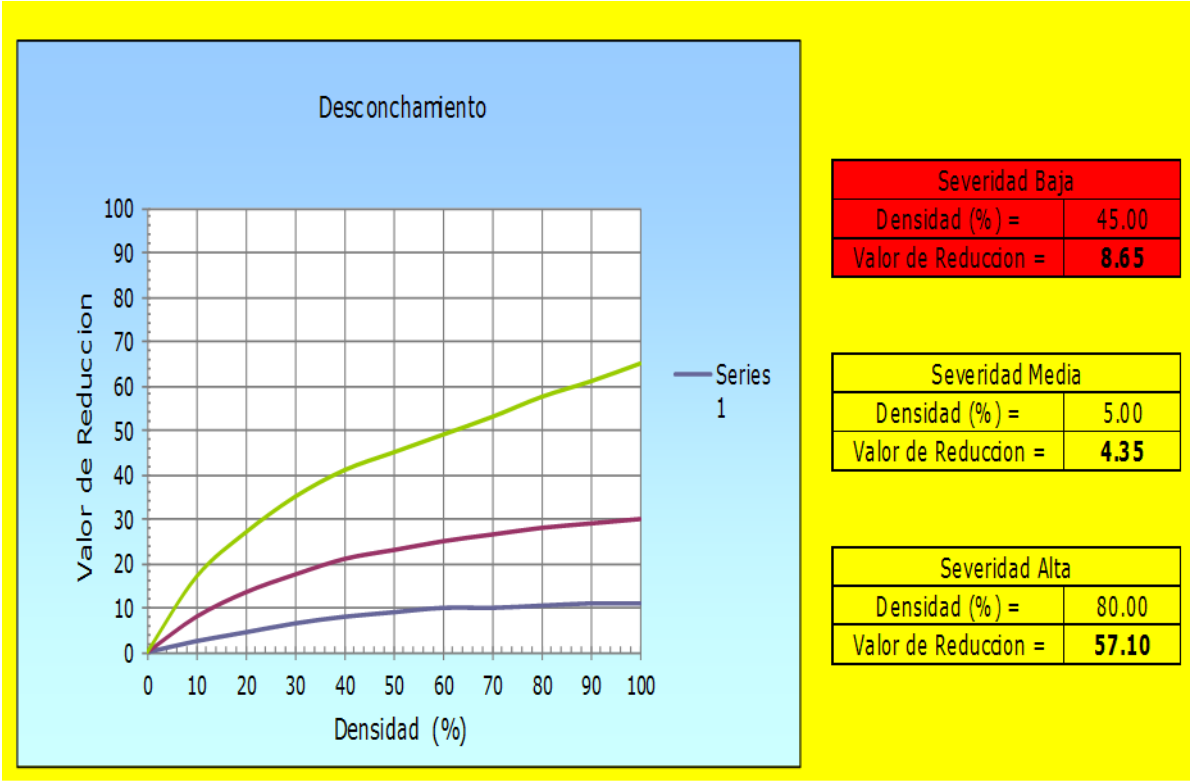


GRAFICO 14. DESCONCHAMIENTO TRAMO 2 (SEVERIDAD BAJA)

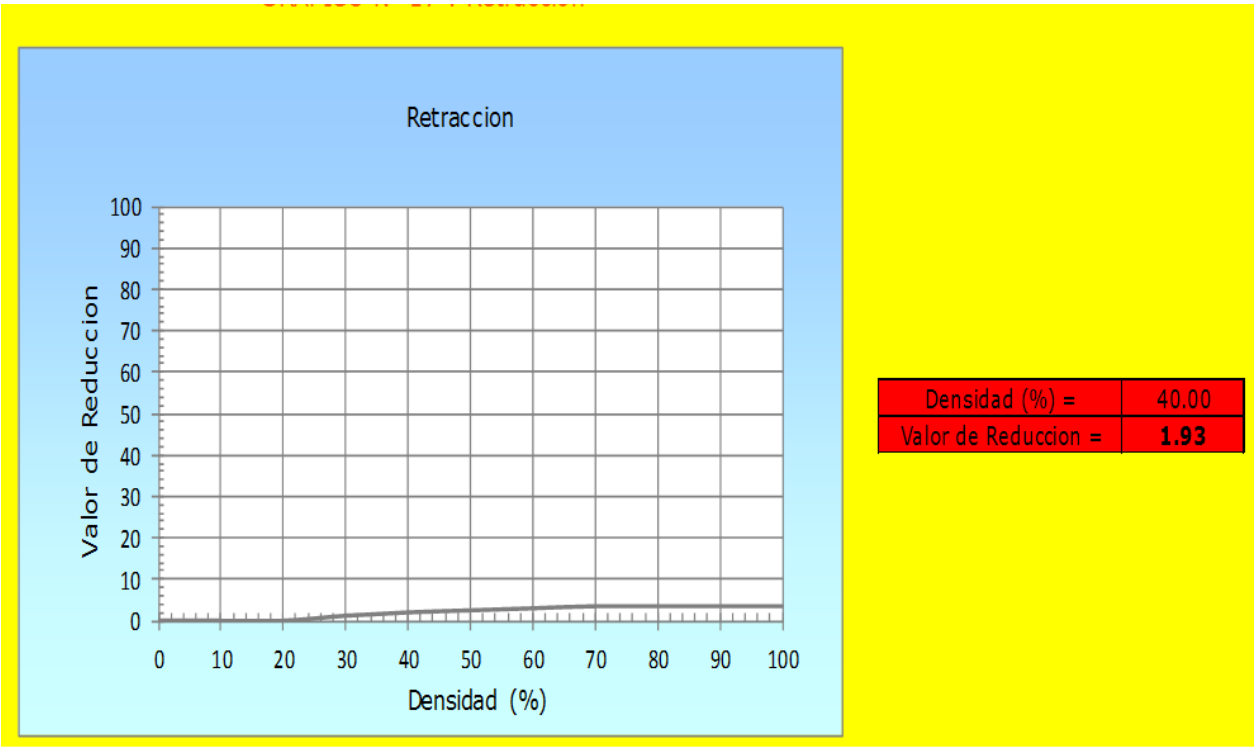


GRAFICO 15. RETRACCION TRAMO 2 (SEVERIDAD BAJA)

CALCULO DEL VRC

ZONA : Iquitos

CALLE : Jr. Pablo Rosell
Cuadra 08

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

m = 1 + (9/98) * (100 – VAR)

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

m = **7.93**

#	VALOR DE REDUCCION																			TOTAL	q	VRC
1	24.50	14.96	8.65	5.05	4.13	1.93	0.59													59.81	5	28.32
2	24.50	14.96	8.65	5.05	2.00	1.93	0.59													57.68	4	32.97
3	24.50	14.96	8.65	2.00	2.00	1.93	0.59													54.63	3	34.97
4	24.50	14.96	2.00	2.00	2.00	1.93	0.59													47.98	2	36.99
5	24.50	2.00	2.00	2.00	2.00	1.93	0.59													35.02	1	35.02
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificacior
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Máximo VRC = **36.99**

PCI = 100 – Máximo VRC

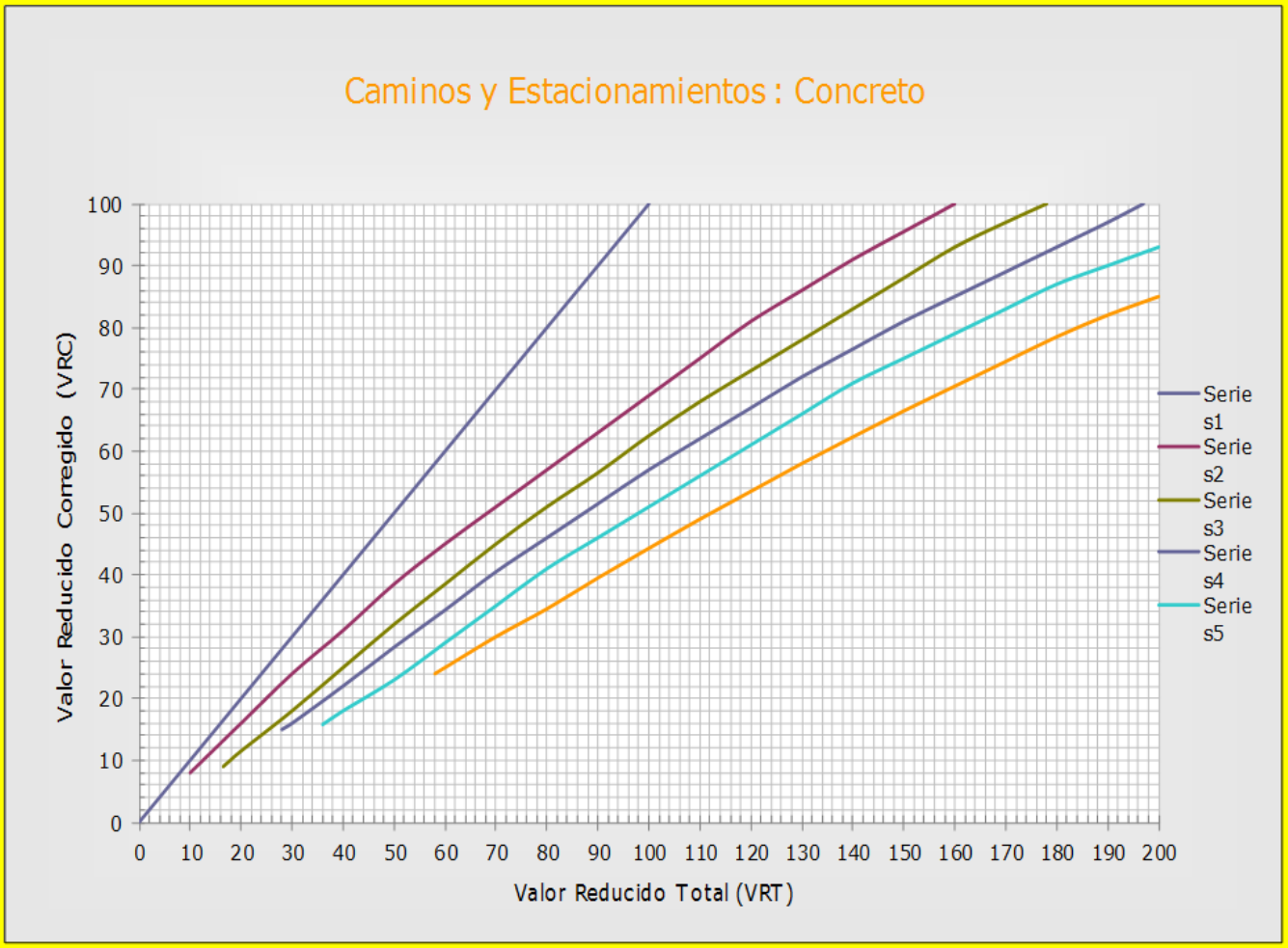
PCI = 100 – 36.99

PCI = **63.01**

Clasificación = BUENO

GRAFICO 16. CALCULO DEL VCR TRAMO 2

VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRAULICO



q=1	
VRT =	35.02
VRC =	**35.02**

q=2	
VRT =	47.98
VRC =	**36.99**

q=3	
VRT =	54.63
VRC =	**34.97**

q=4	
VRT =	57.68
VRC =	**32.97**

q=5	
VRT =	59.81
VRC =	**28.32**

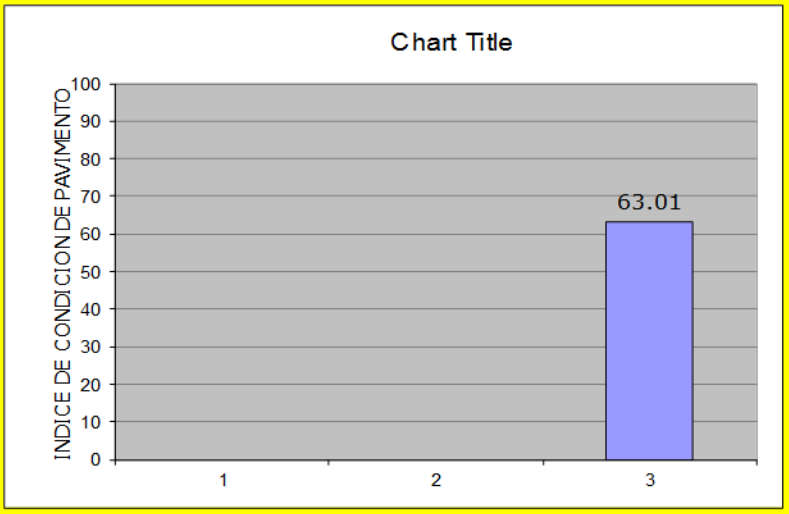
q=9	
VRT =	
VRC =	

GRAFICO 17. VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS TRAMO 2

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)	63.01

#	TIPO DE DAÑO	ACUMULADO	REAL
1	Grieta de Esquina	10.00%	8.00
2	Grieta de Esquina	10.00%	8.00
3	Grieta Lineal	5.00%	4.00
4	Grieta Lineal	10.00%	8.00
5	Escala	5.00%	4.00
6	Desconchamiento	45.00%	36.00
7	Retraccion	40.00%	32.00
8	0	0.00%	0.00
9			
10			
		125.00%	100.00%

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificacion
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado



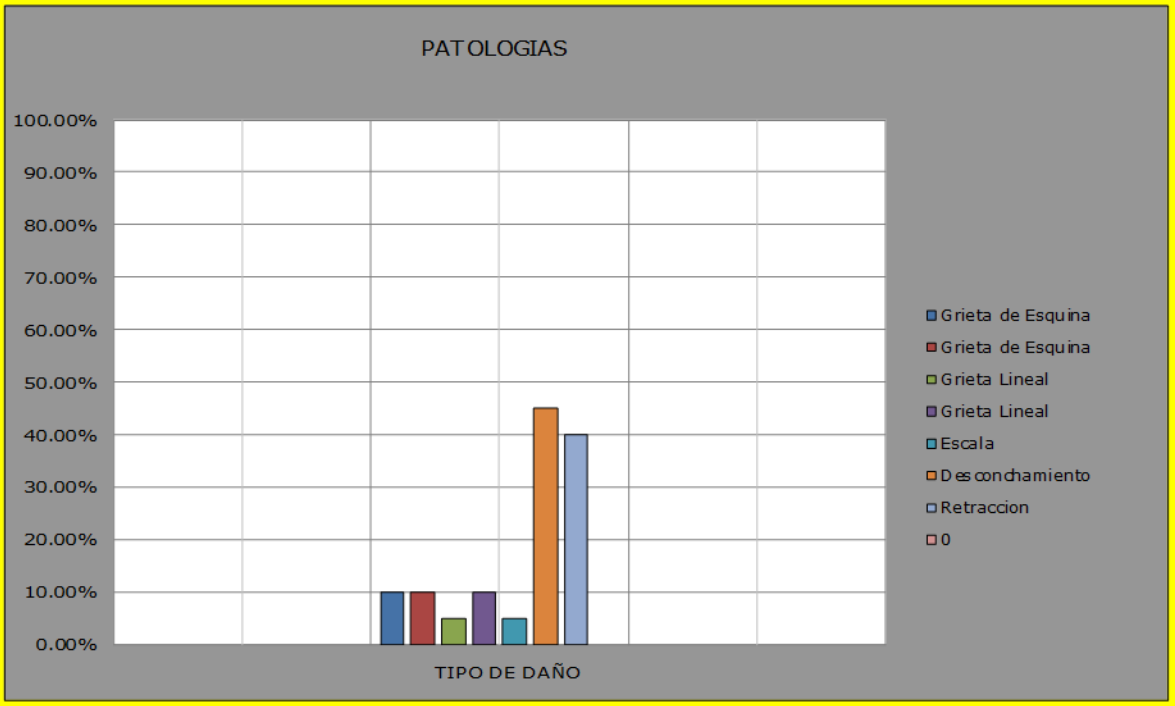
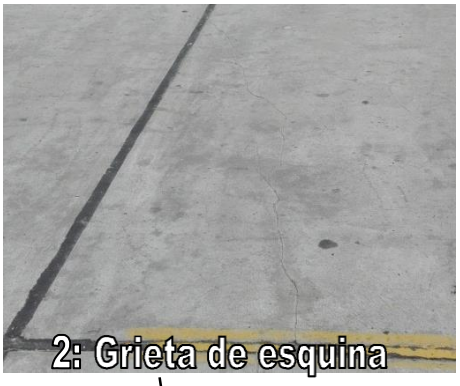
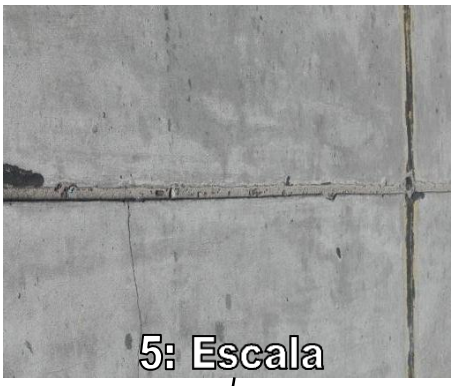
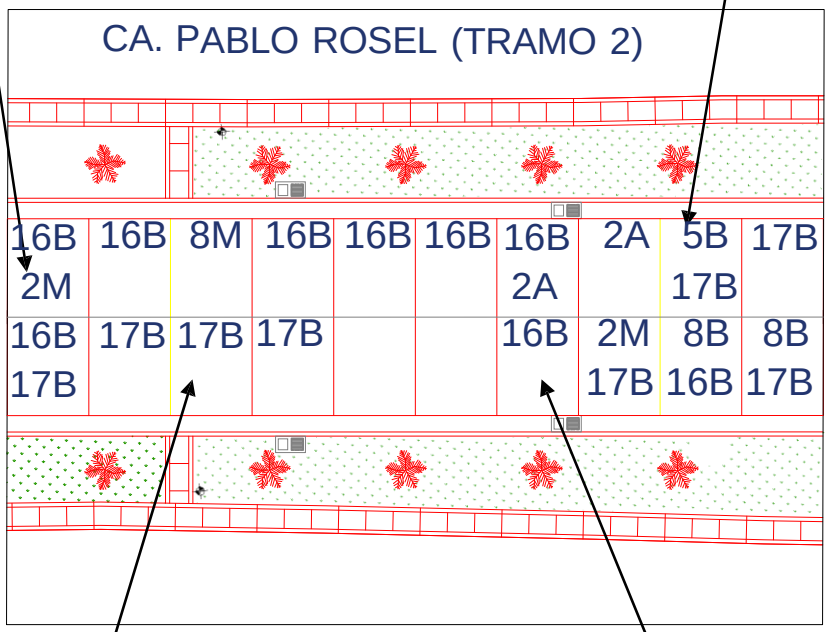


GRAFICO 18. INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO TRAMO 2


2: Grieta de esquina


5: Escala


CA. PABLO ROSEL (TRAMO 2)
16B 2M
16B
8M
16B
16B
16B
16B 2A
2A
5B 17B
17B
16B 17B
17B
17B
17B
16B
2M 17B
8B 16B
8B 17B


17: Grietas de retraccion


16: Desconchaminento

3. TRAMO 3 CUADRA 08

PAVIMENTO DE CONCRETO

HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

DISTRITO DE IQUITO — CALLE : JR. PABLO ROSELL — MUESTRA : TRAMO 3

DISTRITO : IQUITOS — PROVINCIA : MAYNAS — DEPARTAMENTO : LORETO — NUMERO DE PAÑOS : 26

TIPO DE USO : VEHICULAR — FECHA : SETIEMBRE 2016

EVALU Bach. PIERO PAOLO VÁSQUEZ D'AZEVEDO — TIEMPO DE CONSTRUCCION : 3 Años

Bach. JOY PETER PRADO ESCUDERO

Nº	TIPO DE DAÑO	Nº	TIPO DE DAÑO	Nº	TIPO DE DAÑO
1	Blow Up / Buckling	8	Grieta Lineal	15	Cruce de Via Ferrea
2	Grieta de Esquina	9	Parcheo (Grande)	16	Desconchamiento
3	Losa Dividida	10	Parcheo (Pequeño)	17	Retraccion
4	Grieta de Durabilidad "D"	11	Pulimento de Agregados	18	Descascaramiento de Esquina
5	Escala	12	Popouts	19	Descascaramiento de Junta
6	Sello de Junta	13	Bombeo		
7	Desnivel Carril / Berma	14	Punzonamiento		

NIVELES DE SEVERIDAD

1 = SEVERIDAD BAJO

2 = SEVERIDAD MEDIA

3 = SEVERIDAD ALTA

Nº	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION (VR)	(VR) Orden Descendente
8	Grieta Lineal	2	Media	5	19.23%	14.42	14.42
5	Escala	2	Media	1	3.85%	3.29	8.33
16	Desconchamiento	1	Baja	11	42.31%	8.33	3.29
17	Retraccion	1	Baja	6	23.08%	0.99	1.1
18	Descascaramiento de Esquina	2	Media	1	3.85%	1.1	0.99

DIAGRAMA DE BLOQUES

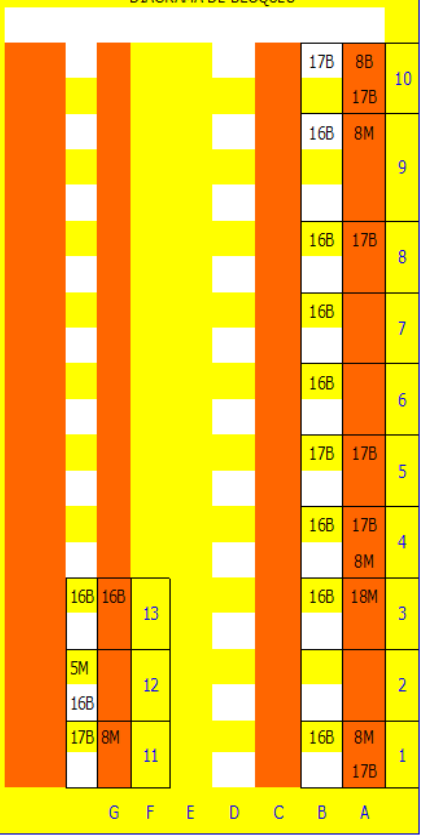


GRAFICO 19. HOJA DE INSPECCION TRAMO 3

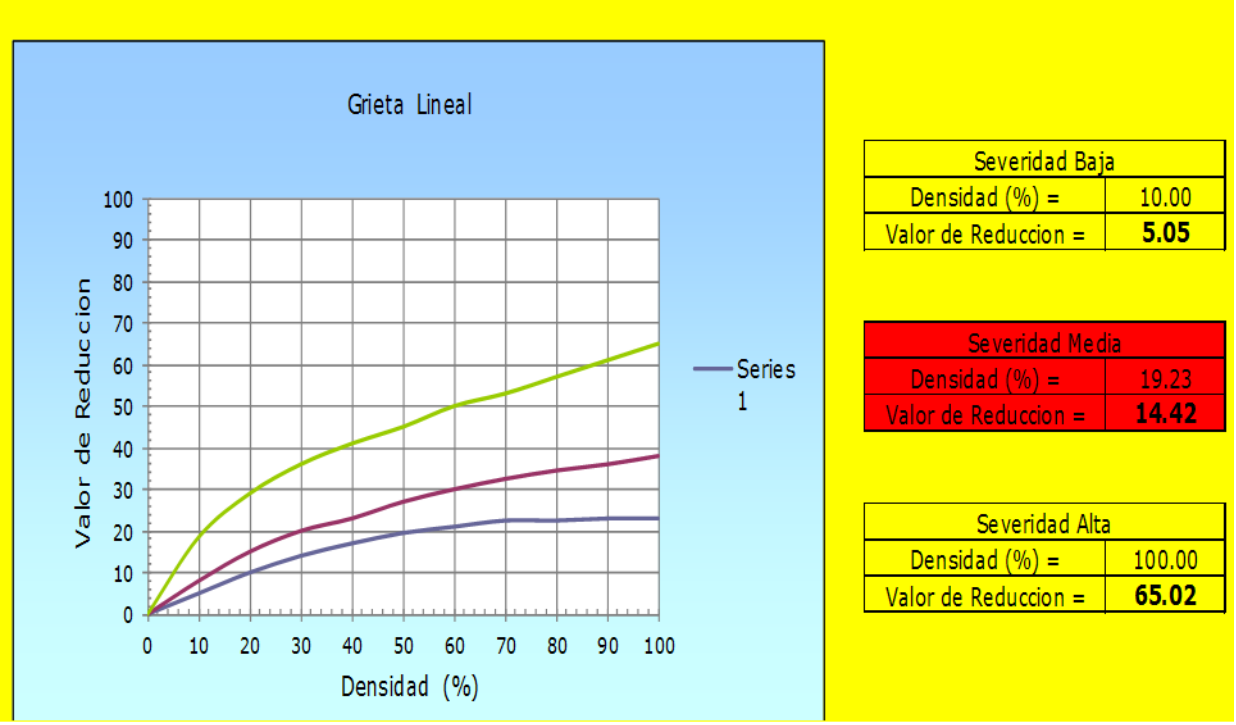


GRAFICO 20. GRIETA LINEAL TRAMO 3 (SEVERIDAD MEDIA)

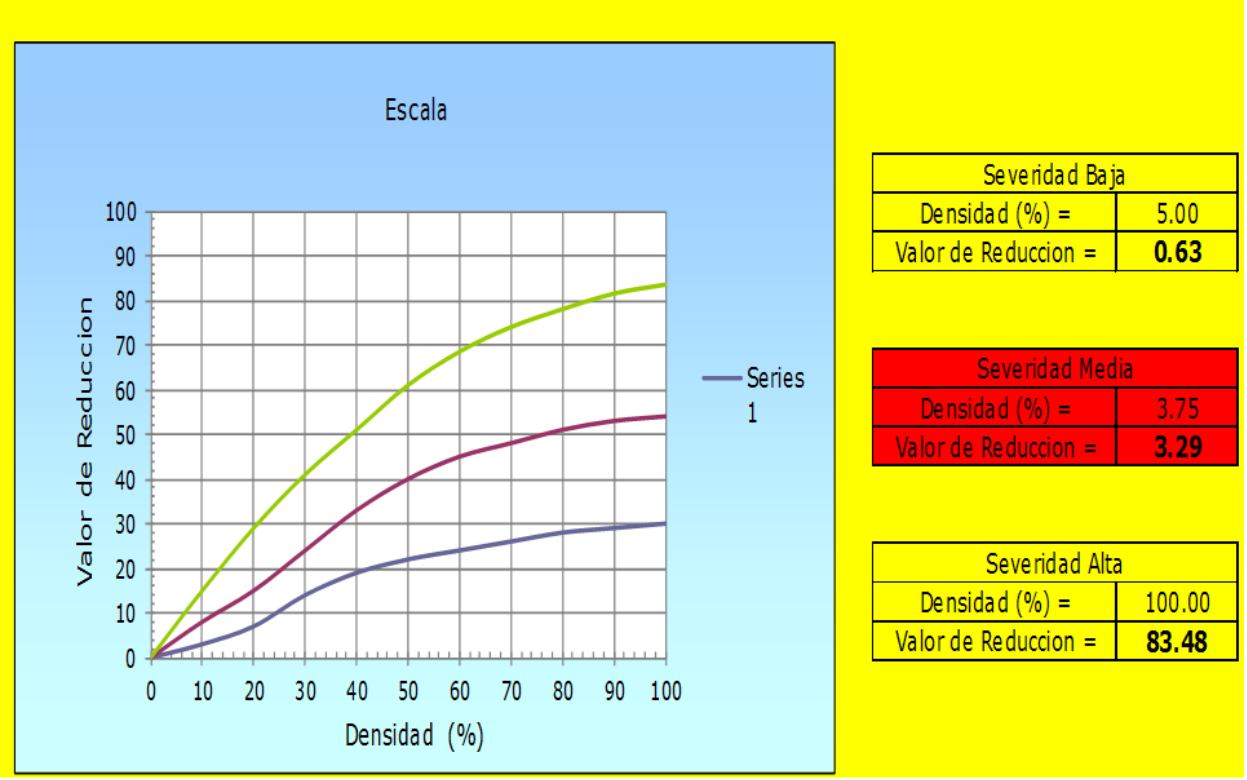
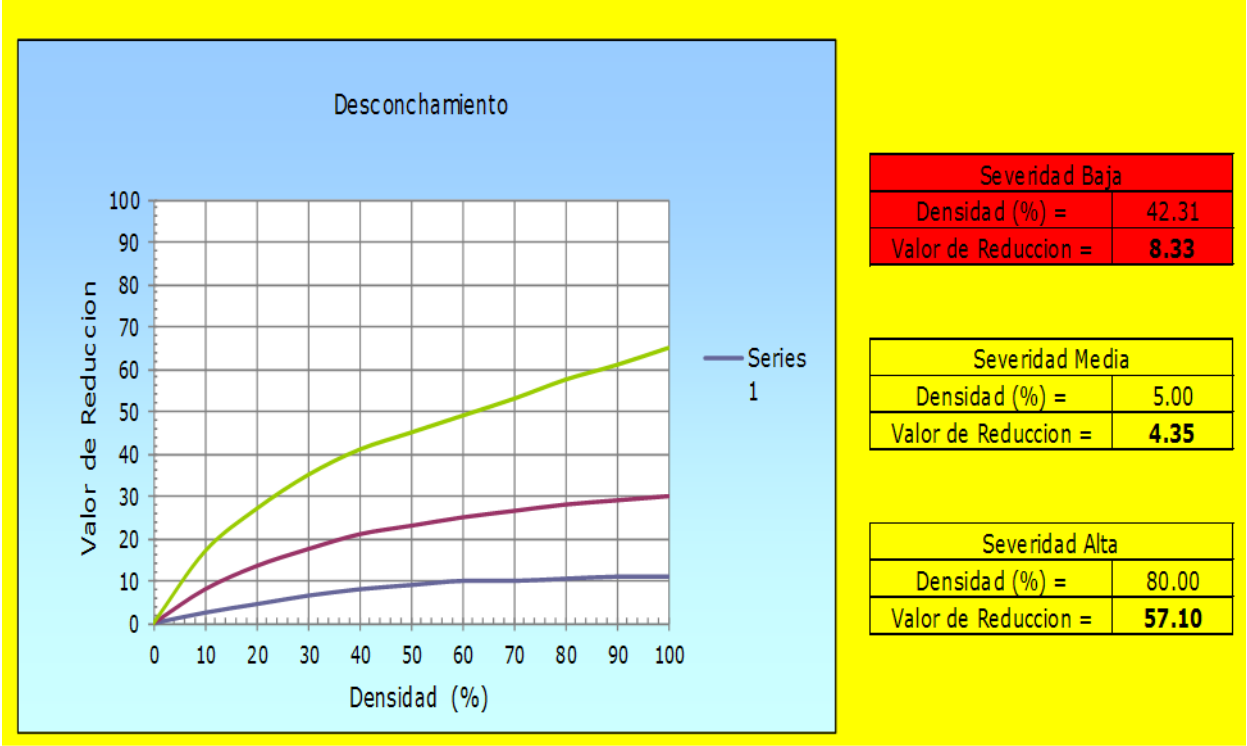


GRAFICO 21. ESCALA TRAMO 3 (SEVERIDAD MEDIA)

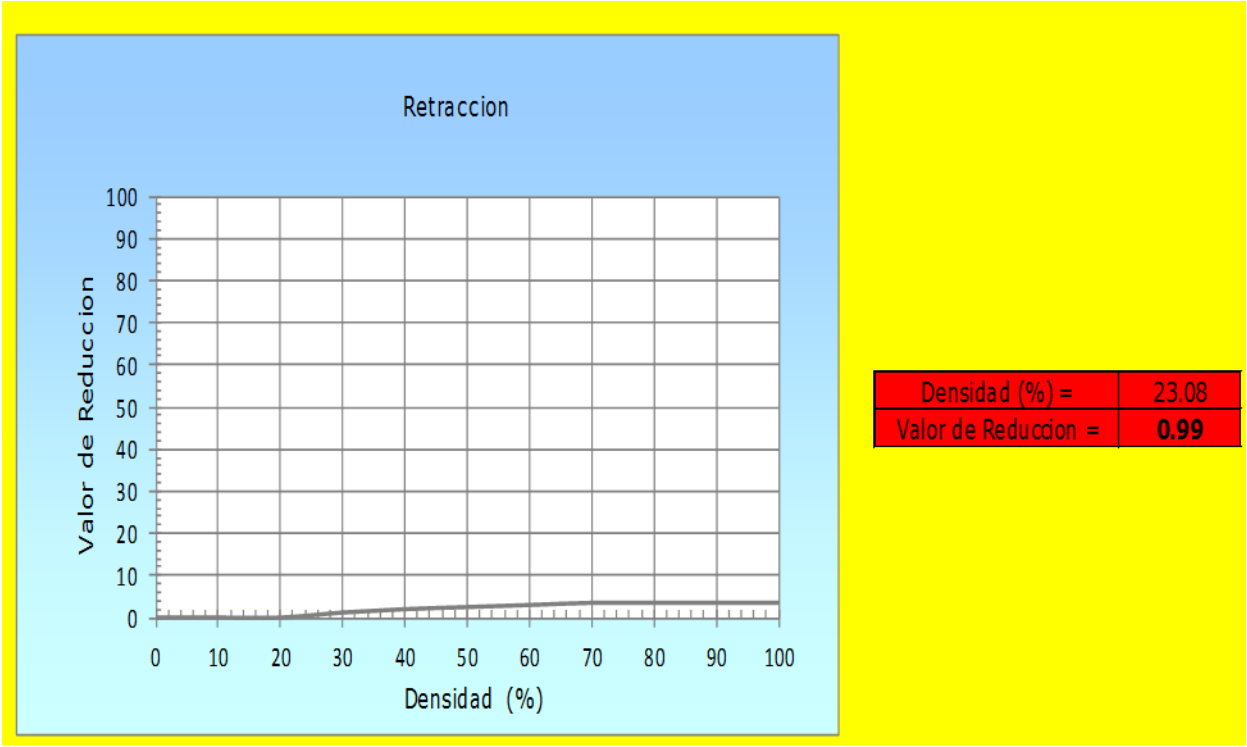


Severidad Baja	
Densidad (%) =	42.31
Valor de Reduccion =	**8.33**

Severidad Media	
Densidad (%) =	5.00
Valor de Reduccion =	**4.35**

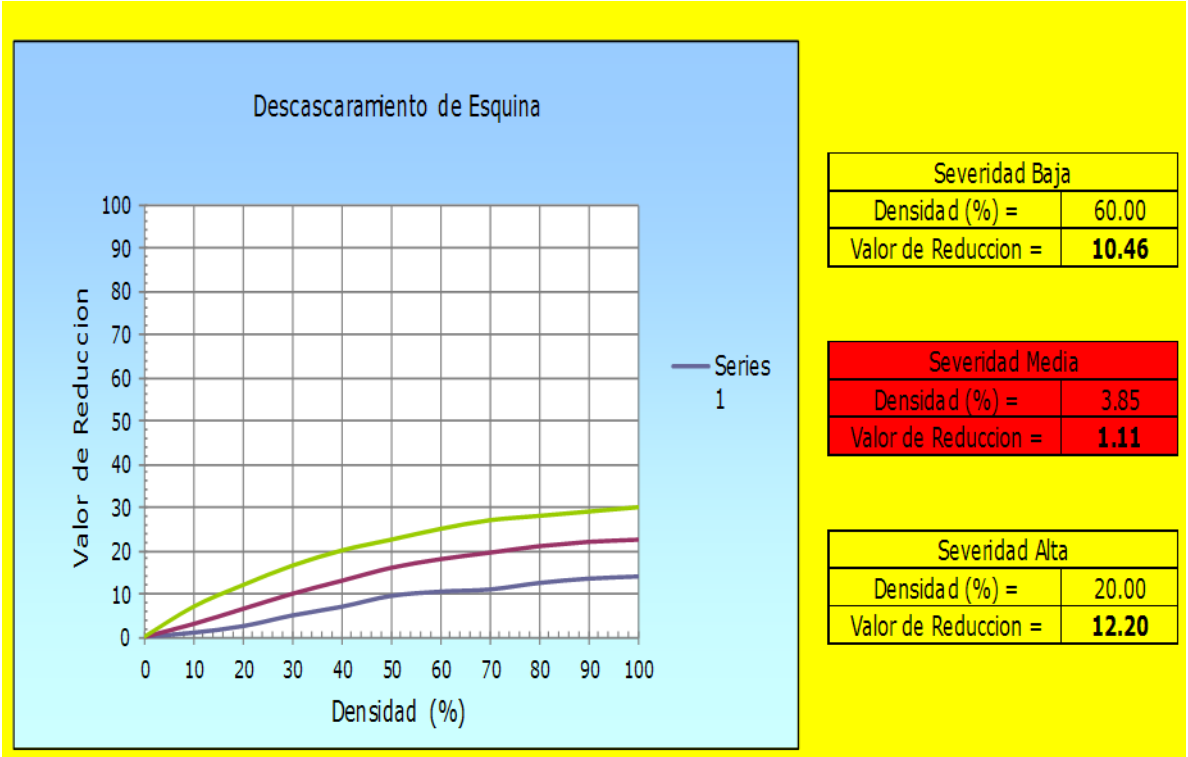
Severidad Alta	
Densidad (%) =	80.00
Valor de Reduccion =	**57.10**

GRAFICO 22. DESCONCHAMIENTO TRAMO 3 (SEVERIDAD BAJA)



Densidad (%) =	23.08
Valor de Reduccion =	**0.99**

GRAFICO 23. RETRACCION TRAMO 3 (SEVERIDAD BAJA)



Severidad Baja	
Densidad (%) =	60.00
Valor de Reduccion =	**10.46**

Severidad Media	
Densidad (%) =	3.85
Valor de Reduccion =	**1.11**

Severidad Alta	
Densidad (%) =	20.00
Valor de Reduccion =	**12.20**

GRAFICO 24. DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA TRAMO 3 (SEVERIDAD MEDIA)

CALCULO DEL VRC

ZONA : Iquitos

CALLE : Jr. Pablo Rosell
Cuadra 08

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

m = 1 + (9/98) * (100 – VAR)

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

m = **8.86**

#	VALOR DE REDUCCION																			TOTAL	q	VRC
1	14.42	8.33	3.29	1.10	0.85															27.99	3	16.76
2	14.42	8.33	2.00	1.10	0.85															26.70	2	21.28
3	14.42	2.00	2.00	1.10	0.85															20.37	1	20.37
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificacion
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Máximo VRC = **21.28**

PCI = 100 – Máximo VRC

PCI = 100 – 21.28

PCI **78.72**

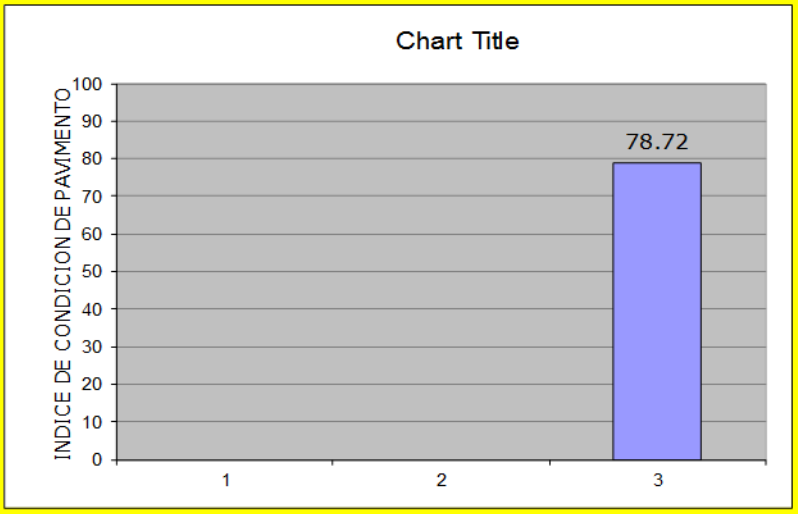
Clasificación = MUY BUENO

GRAFICO 25. CALCULO DEL VCR TRAMO 3

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)	78.72

#	TIPO DE DAÑO	ACUMULADO	REAL
1	Grieta Lineal	19.23%	20.83
2	Escala	3.85%	4.17
3	Desconchamiento	42.31%	45.83
4	Retraccion	23.08%	25.00
5	Descascaramiento de Esquina	3.85%	4.17
6	0	0.00%	0.00
7	0	0.00%	0.00
8	0	0.00%	0.00
9			
10			
		92.31%	100.00%

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificacion
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado



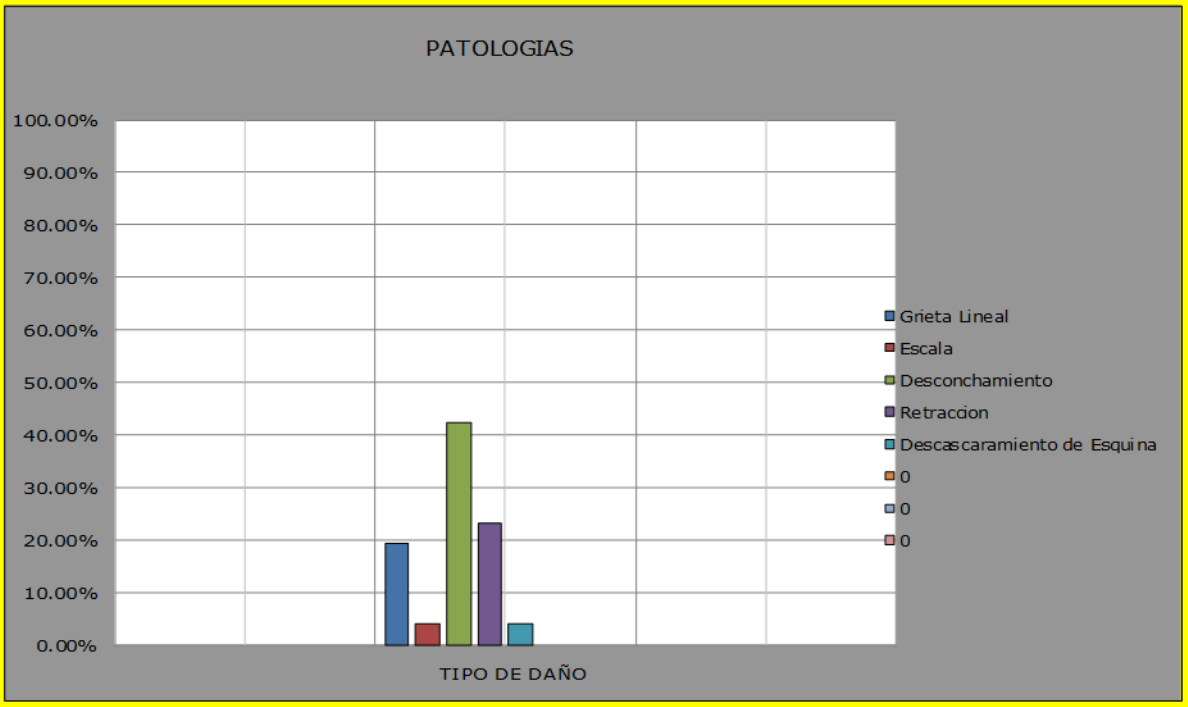
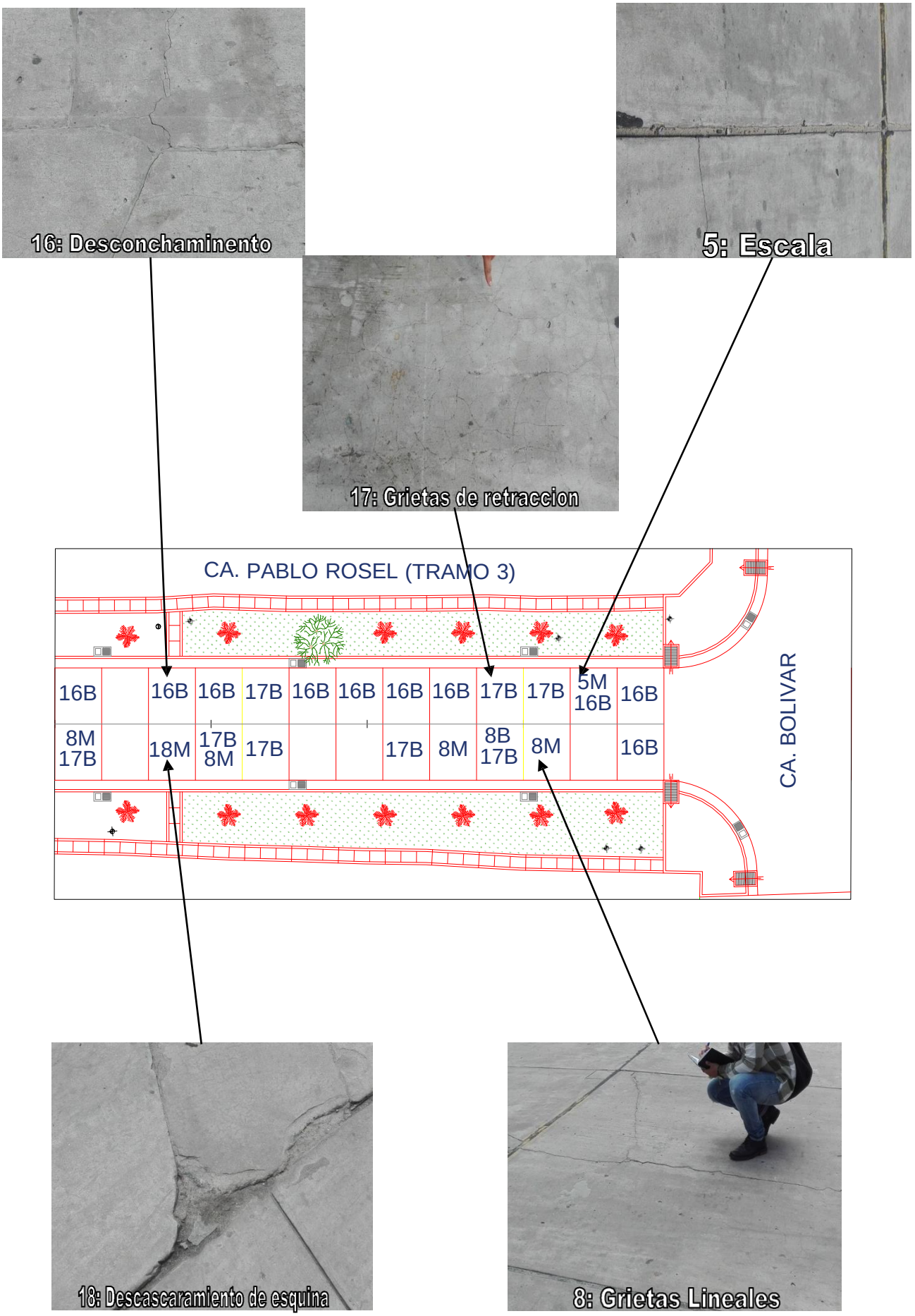
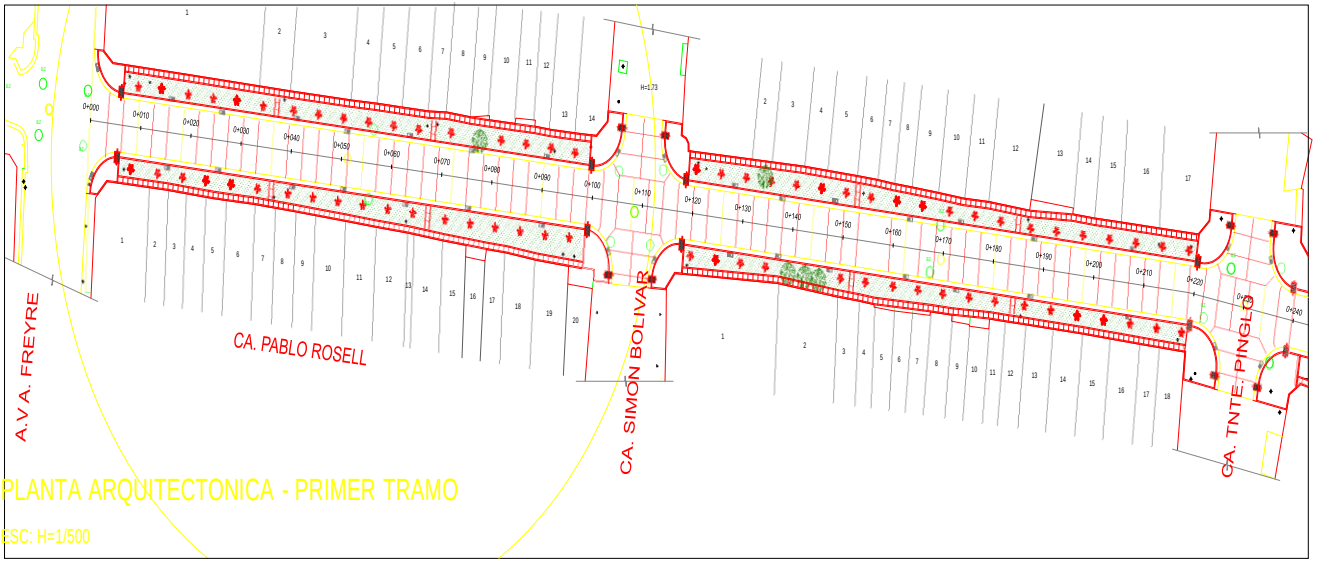


GRAFICO 26. INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO TRAMO 3


16: Desconchaminento
5: Escala
17: Grietas de retraccion
CA. PABLO ROSEL (TRAMO 3)
16B
16B
16B
17B
16B
16B
16B
16B
17B
17B
5M
16B
16B
8M
17B
18M
17B
8M
17B
17B
8M
8B
17B
8M
16B
CA. BOLIVAR
18: Descascaramiento de esquina
8: Grietas Lineales

TRAMO	ABSCISA		Nº DE LOSAS	PCI
	Inicial	Final		
1	**0+000**	**0+034**	20	67.85
2	**0+034**	**0+064**	20	63.01
3	**0+064**	**0+103**	26	78.72
			PCI prom	**69.86**

Tabla 2. Promedio PCI



¿POR QUÉ LAS FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA NO COMPROMETEN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO SI SE TRATAN A TIEMPO?

Porque no penetran demasiado

En el pavimento en estudio de un espesor de 0.20m con un f´c = 210 K/m2, de acuerdo al diseño de Mezclas se tiene 276.30 lt de agua /m3 de mortero

Consideremos además una situación crítica:

Velocidad del viento: 24Km/h, Humedad relativa: 50%.

El resto es normal en nuestro medio,

Temperatura ambiente: 30ºC

Temperatura de colocación del mortero: 38ºC

Con los datos anteriores de temperaturas y velocidad del viento se ingresa a la fig. 2.1.5 del Manual de Concreto en clima cálido Reportado por el Comité ACI 305 y se obtiene una tasa de evaporación de 2.5lt/m2/h

Haciendo un cálculo simple determinamos que para un espesor de 0.20m se necesitan 55.26 lt de agua

De modo que:

a) Condición inicial (e = 0.20m)

Agua de mezcla total: 55.26 lt

Agua evaporada : 0

Profundidad seca : 0

a) Condición luego de una hora

(Concreto aun plástico)

Agua evaporada . 2.5 lt

Profundidad seca : 0.90 cm. ≈ 1.00cm

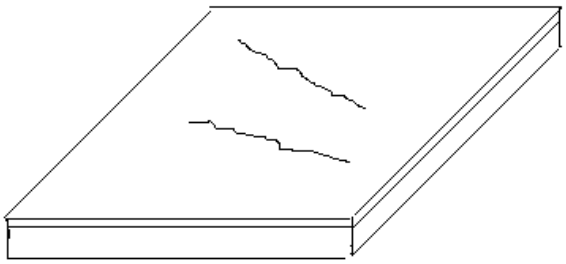
b) Condición luego de 3 horas

(Concreto endurecido)

Agua evaporada : 7.5 lt

Profundidad seca : 2.70 cm ≈ 3.00cm

ESQUEMA ILUSTRATIVO



1 m3 ---276.30lt

0.20m3--------x

x = 55.26 lt

55.26 lt ---20cm

2.5 lt--------x

x = 0.90 ≈1.00cm

ESQUEMA ILUSTRTIVO DE LOS PAÑOS A REPARAR Y A DEMOLER

PRIMER TRAMO (20 paños)

36B	22M 28M	10
36B,28B 37B		9
28M 37B		8
28M 37B	36B	7
36B	37B	6
28M		5
22M 36B	36B	4
28M 26M	36B	3
28M	37B	2
		1

LEYENDA

REPARAR
DEMOLER

Tabla 3. Esquema de paños (tramo 1)

SEGUNDO TRAMO (20 paños)

37B	28B 37B	10
Escalonamiento 25B,37B	28B 36B	9
22A	22M 37B	8
36B 22A	36B	7
36B		6
36B		5
36B	37B	4
28M	37B	3
36B	37B	2
36B 22M	36B 37B	1

LEYENDA

REPARAR

Tabla 4. Esquema de paños (tramo 2)

TERCER TRAMO (26 paños)

LEYENDA

REPARAR

36B	36B	13
Escalonamiento 25M,36B		12
37B	28M	11
36B	28M	10
36B	28M	9
36B	37B	8
36B		7
36B		6
37B	37B	5
36B	37B 28M	4
36B	38M Desconchamiento	3
Reparar juntas	Reparar juntas	2
36B	28M 37B	1

Tabla 5. Esquema de paños (tramo 3)

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

- Después de hacer la inspección ocular, se pudo constatar que se había fisurado en la cuadra 08 del Jirón Pablo Rosell, los siguientes paños: En el Primer Tramo: de 20 paños, habían 15 fisurados; En el Segundo Tramo: de 20 paños, habían fisurados 18 paños; En el Tercer Tramo: de 26 paños, habían fisurados 21 paños.

  En la cuadra 09 del Jirón Pablo Rosell, que tiene 74 paños, sólo presentan fisuras longitudinales 10 paños.

  El ancho de las fisuras estaban comprendidas entre 2mm y 4mm,en la mayoría de los casos, para tal efecto se usó una tarjeta de comparación que tiene líneas claramente marcadas, cada una de ellas de un ancho definido conforme se pone de manifiesto en el panel fotográfico adjunto.

- De lo observado se puede apreciar hasta cuatro tipos de fisuración.

  *Fisuras longitudinales: atribuibles al movimiento vertical, por expansión o asentamiento del suelo base. Es probable que el suelo se haya compactado en estado de sequedad extrema lo que ocasionaría posteriormente hundimiento o expansión cuando finalmente absorban agua. Se debe reparar la fisura usando un elastómero a base de poliuretano.

  *Fisuras por contracción plástica y retracción por secado: este tipo de fisuras se presentan antes que el mortero haya alcanzado la suficiente resistencia a las tensiones de tracción. Son cortas y poco profundas, al azar, pero a veces paralelas. Se deben reparar usando un elastómero.

  *Fisuras por carbonatación: forman un patrón similar al alambrado o malla de gallinero. Este es el resultado de una reacción química entre el cemento y el dióxido de carbono en el aire. El resquebrajamiento podría también ser causado por excesivo planchado, el cual tiene una tendencia a drenar el agua y afinar la superficie resultando un mortero débil sometido a altas tensiones por encogimiento. Este tipo de fisuras también pueden ser causadas por reacciones entre ciertos agregados químicamente reactivos y cementos con alto álcalis. Estas fisuras son inofensivas

  *Fisuras en forma de esquinas rotas: se atribuyen usualmente al rizado de la losa la cual deja las esquinas más altas que cualquier otra porción. Cuando es sometido a carga la losa sin apoyo es presionada y tarde o temprano podría romperse. Se recomienda reparar el pavimento para tal

efecto se debe cortar y levantar la zona averiada que comprende la totalidad del espesor de la losa y sustituirla por un pavimento nuevo.

- Las fisuras por contracción plástica no afectan la estructura del pavimento debido a que son superficiales como paso a demostrar más adelante, sin embargo debido al movimiento que experimentan las losas como consecuencia de las variaciones de temperatura y de humedad se pueden ir agrandando y consecuentemente profundizándose con el paso de vehículos a través del tiempo .

  Por esta razón es que deben sellarse esas fisuras, sin embargo en muchos casos afectan la estética del pavimento. Surge una pregunta inevitable, sobre todo a los Ingenieros Supervisores

  ¿Sacrificamos la estética o comprometemos la estructura del pavimento?

  La respuesta a esta pregunta depende del buen criterio y sentido del Ingeniero. Clarence W. Dunham (Ing. Civil de la Universidad de Yale) hablando de éstas aptitudes decía: " Éstas cualidades se desarrollan y merecen confianza después de años de estudio y experiencia; sin embargo , el estudio y la experiencia solos no garantizan la aptitud práctica si no están a la altura conveniente".

8.2. RECOMENDACIONES

- Las fisuras deben repararse lo más pronto posible, porque de no hacerlo puede ingresar agua por esas grietas y llegar hasta la subrasante, donde al alterar el contenido de humedad se presentarían cambios volumétricos afectando a la losa de mortero de cemento hidráulico. En consecuencia se debe tomar acciones de inmediato

  Antes de decidir el uso de un epóxico o un poliuretano (elastómero) para sellar las fisuras se tiene que determinar si la fisura está dormida o en movimiento.

  Para tal efecto se debe colocar una masilla de yeso durante 12 horas sobre las fisuras y observar si se fisura esta masilla, de ser así entonces está en movimiento, por lo tanto se tiene que optar por un sellador elástico base poliuretano. Por experiencia personal las fisuras en esta zona de Selva están en movimiento.

  De ordinario este método se usa cuando se trata de fisuras pequeñas por contracción plástica, y que tienen una longitud reducida comparada con la dimensión de la losa o el paño

- En el caso de las fisuras longitudinales o transversales, que abarcan toda o casi toda la dimensión del paño, se debe cortar a ambos lados de la fisura a una distancia de 0.20cm aproximadamente siguiendo todo el trayecto de la fisura. Hay que quitar la totalidad del espesor del pavimento.

  Durante el acabado se deben colocar bruñas a ambos lados de la porción del pavimento que ha sido reemplazado.

- En el caso de las fisuras en esquina se debe cortar en forma rectangular teniendo como límites la junta transversal y longitudinal. Para que el concreto nuevo pegue adecuadamente con el antiguo se recomienda usar un adhesivo de consistencia líquida.

- En cuanto al uso del poliuretano, después de instalarse con el equipo adecuado se debe agrandar la fisura con un disco de 4mm de espesor generando un canal de 4 a 5mm de profundidad como máximo siguiendo la huella de la fisura, luego con aire a presión se saca el polvo acumulado

  Se debe colocar una cinta de papel adhesiva a ambos lados de la fisura a reparar con el propósito de no manchar el pavimento .Luego se inyecta un sellador elastomérico de poliuretano a lo largo de toda la ranura con una pistola convencional de calafateo.

  De acuerdo a las especificaciones del fabricante, las fisuras a reparar deben permanecer en reposo durante 48 horas antes de permitir el tránsito vehicular.

CAPITULO IX

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1.- PARANESE, William C. “TECNOLOGÍA DEL CONCRETO Y SERVICIOS DE LA ASOCIACIÓN DE CEMENTO PÓRTLAND”.

2.- PASQUEL CARBAJAL, Enrique. “TOPICOS DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO”.

3.- CÉSPEDES BATO, José. “LOS PAVIMENTOS EN LAS VÍAS TERRESTRES, CALLES, CARRETERAS Y AEROPISTAS”.

4.- PAZINI FIGUEIREDO, E. “FIFTH ACI/CANMET INTERNATIONAL CONFERENCE ON HIGH-PERFORMANCE CONCRETE STRUCTURES AND MATERIAL”.

5.- HASS R. Hudson, W. R AND Zaniewski, J. “MODERM PAVEMENT MANAGEMENT". Forida, 1993.

6.- PIERRE-ATHANASE Larousse. “ENCICLOPEDIA LAROUSSE” Mexico. 2007.

7.- SHAHIN M. Y. y KOHN S. D. "PAVEMENT MANAGEMENT FOR ROADS AND PARQUING LOTS". Technical Report M-294. U. S. Army Construction Engineering Laboratory. 1981.

8.- MONTEJO, F. Alonso. "INGENIERÍA DE PAVIMENTOS: FUNDAMENTOS, ESTUDIOS BÁSICOS Y DISEÑO". 3° edición. Bogotá. 2006.

9.- EXPEDIENTE TÉCNICO: “MEJORAMIENTO DEL JIRÓN PABLO ROSELL (AV. AUGUSTO FREYRE/CA. IQUITOS) – Distrito de Iquitos, Provincia de Maynas – Loreto”. 2012.

10.- ASTM D 6433, "STANDART PRACTICE FOR ROADS AND PARKING LOTS PAVEMENT CONDITION INDEX SURVEYS"

CAPITULO X

ANEXOS

ANEXO I: MAUAL DE DAÑOS PARA LA EVALUACION DE PAVIMENTOS CON SUPERFICIES DE CONCRETO

1 BLOW UP – BUCKLING

Los blowups o buckles ocurren en tiempo cálido, usualmente en una grieta o junta transversal que no es lo suficientemente amplia para permitir la expansión de la losa. Por lo general, el ancho insuficiente se debe a la infiltración de los materiales incompresibles en el espacio de la junta. Cuando la expansión no puede disipar suficiente presión, ocurrirá un movimiento hacia arriba de los bordes de la losa (Bluckling) o fragmentación en la vecindad de la junta. También pueden ocurrir en los sumideros y en los bordes de las zanjas realizadas para la instalación de servicios públicos.

7.1.1. Niveles de severidad

B = Causa una calidad de transito de baja severidad

M= Causa una calidad de transito de severidad media.

A = Causa una calidad de transito de alta severidad.

7.1.2. Medida

En una grieta blowup se cuenta como presente en una losa. Sin embargo, si ocurre en una junta y afecta a dos losas se cuenta en ambas. Cuando la severidad del blowup deja el pavimento inutilizable, este debe repararse de inmediato.

7.1.3. Opciones de reparación

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

M = Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

A = Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

Blow up - Bluckling

2. 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 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 recepción de carga combinada con la perdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina.

7.2.1. 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.

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

7.2.2. Medida

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

1. Sólo tiene una grieta de esquina.

2. contiene más de una grieta de severidad particular.

3. contiene dos o más grietas de severidades diferentes.

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

7.2.3. Opciones de reparación

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

C = Sellado de grietas. Parcheo profundo.

A = Parcheo profundo.

Grieta de esquina

3. LOSA DIVIDIDA

La losa es dividida por grietas en cuatro o más pedazos debido a sobrecarga o a soporte inadecuado. Si todos los pedazos están contenidos en una grieta de esquina, el daño se clasifica como una grieta de esquina severa.

7.3.1. Niveles de severidad

En el siguiente cuadro, se anotan los niveles de severidad para losas divididas.

Severidad de la mayoría de grietas	Nro. De pedazos en la losa agrietada		
	4 a 5	6 a 8	8 a mas
B	B	B	M
M	M	M	A
A	M	M	A

Tabla 6. Niveles de severidad

7.3.2. Medida

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

7.3.3. Opciones de reparación

B = No se hace nada. Sellado de gritas de ancho mayor de 3mm.

M = Reemplazo de Losa.

A = Reemplazo de losa.

Losa dividida

4. GRIETA DE DURABILIDAD “D”.

Las gritas de durabilidad “D” son causadas por la expansión de los agregados grandes debido al proceso de congelamiento y descongelamiento, el cual, con el tiempo, fractura gradualmente el concreto. Usualmente, este daño aparece como un patrón de grietas paralelas y cercanas a una junta o a una grieta lineal. Dado que el concreto se satura cerca de las juntas y las grietas, es común encontrar un depósito de color oscuro en las inmediaciones de las grietas “D”. Este tipo de daño puede llevar a la destrucción eventual de la totalidad de la losa.

7.4.1. Niveles de severidad

B	Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unas pocas piezas pueden haberse desprendido.
M	Existe una de las siguientes condiciones: 1. Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse con facilidad. 2. Las grietas “D” cubren más del 15% del área. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unos pocos pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.
A	Las grietas “D” cubren más del 15% del área y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

Tabla 7. Descripción de Niveles de severidad

7.4.2. Medida

Cuando el daño se realiza y se califica en una severidad, se cuenta como una losa. Si más de un nivel de severidad, la losa se cuenta como poseedora del nivel de daño más alto. Por ejemplo, grietas “D” de baja y media severidad están en la misma losa, la losa se registra como de severidad media únicamente.

7.4.3. Opciones de reparación

B = No se hace nada

M = parcheo profundo. Reconstrucción de juntas.

A = Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas. Reemplazo de losa.

5. ESCALA

Escala es la diferencia de nivel a través de la junta. Algunas causas comunes que la originan son:

1. Asentamiento debido una fundación blanca.

2. Bombeo o erosión del material debajo de la losa.

3. Alabeo de los bordes de la losa debido a cambios de temperatura o humedad.

7.5.1. Niveles de severidad

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

Niveles de severidad	Diferencia de elevación
B	3 a 10 mm
M	10 a 19 mm
A	Mayor que 19 mm

Tabla 8. Diferencia de niveles de severidad

7.5.2. Medida

La escala a través de una junta se cuenta como una losa. Se cuentan únicamente las losas afectadas. Las escalas a través de una grieta no se cuentan como daño pero se consideran para definir la severidad de las grietas.

7.5.3. Opciones de reparación

B = No se hace nada. Fresado.

M = Fresado.

A = Fresado.

Escala

6. DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA

Es cualquier condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permita la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de material incompresible impide que la roca se expanda y pueda 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. Perdida de adherencia de los bordes de la losa.
6. Falta o ausencia del sellante en la junta.

7.6.1. Niveles de severidad

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

M = Esta 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 = Esta en condición generalmente buena en toda la sección, con uno más de los daños mencionados arriba, los cuales ocurren en un grado severo. El sellante requiere reemplazo inmediato.

7.6.2. Medida

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

7.6.3. Opciones de reparación

B = No se hace nada.

M = Resellado de juntas.

A = Resellado de juntas.

Daño de sello de la junta

7. DESNIVEL CARRIL/ BERMA

El desnivel carril/berma es la diferencia entre el asentamiento o erosión de la berma y el borde del pavimento. La diferencia de desniveles puede constituirse como una amenaza para la seguridad. También puede ser causada por el incremento de la infiltración de agua.

7.7.1. Nivel de severidad

B = La diferencia entre el borde de pavimento y la berma es de 25.0 mm a 51.0 mm.

M = La diferencia de niveles es de 51.0 mm a 102.0 mm.

A = La diferencia de niveles es mayor que 102.0 mm.

7.7.2. Medida

El desnivel carril/berma se calcula promediando los desniveles máximo y mínimo a lo largo de la losa. Cada losa que exhiba el daño se mide separadamente y se registra como una losa con el nivel de severidad apropiado.

7.7.3. Opciones de reparación

B, M, A: Renivelacion y llenado de bermas para coincidir con el nivel de carril.

8. GRIETAS LINEALES (GRIETAS LONGITUDINALES, TRANSVERSALES Y DIAGONALES)

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 contabiliza como grietas de retracción.

7.8.1. Niveles de severidad

Losas sin esfuerzo

B –	Grietas no selladas (incluye llenante inadecuado) con ancho menor que 12.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.
M-	Existe una de las siguiente condiciones: 1. Grieta no sellada con ancho entre 12.0 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.

Tabla 9. Niveles de severidad en losas sin esfuerzo

Losas con esfuerzo

B –	Grietas no selladas con ancho entre 3.0 mm y 25.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.
M-	Existe una de las siguiente condiciones:

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

Tabla 9. Niveles de severidad en losas con esfuerzo

7.8.2. Medida

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

7.8.3. 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.

Grietas lineales

9. PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIO PUBLICO

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

7.9.1. 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.

7.9.2. Medida

Si una losa tiene uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se cuenta como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad. Si la causa del parche es más severa, únicamente el daño original se cuenta.

7.9.3. Opciones de reparación

B = No se hace nada.

M = Sellado de grietas. Reemplazo de parches.

A = Reemplazo de parche.

Parche grande y acometidas de servicios públicos

10. PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 M)

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

7.10.1. Niveles des severidad

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

M = El parche esta moderadamente deteriorado. El material del parche puede ser retirado con considerable esfuerzo.

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

7.10.2. Medida

Si una losa presenta uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se registra como una losa que tiene ese daño. Si una losa tiene más de un nivel de severidad, se registra como una losa con el mayor nivel de daño. Si la causa del parche es más severa, únicamente se contabiliza el daño original.

7.10.3. Opciones de Reparación

B = No se hace nada.

M = No se hace nada. Reemplazo del parche.

A = Reemplazo del parche.

Parche pequeño

11. PULIMIENTO DE AGREGADOS

Este daño se causa por aplicaciones repetidas de cargas de tránsito. Cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas. Cuando la porción de agregado que se extiende sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo. El pulimiento 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.

7.11.1. Niveles de severidad

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

7.11.2. Medida

Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa.

7.11.3. Opciones de reparación

B, M y A: Ranurado de la superficie. Sobrecarpeta.

12. POPOUTS

Un popout es un pequeño pedazo de pavimento que se desprende de la superficie del mismo. Puede deberse a partículas blandas o fragmentos de madera rotos y desgastados por el tránsito. Varían en tamaño con diámetros entre 25.0 mm y 102.0 mm y en espesor de 13.0 mm a 51.0 mm.

7.12.1. Niveles de severidad

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el popout debe ser extenso antes que se registre como un daño. La densidad promedio debe exceder aproximadamente tres por metro cuadrado en toda el área de la losa.

7.12.2. Medida

Debe medirse la densidad del daño. Si existe alguna duda de que el promedio es mayor que tres popout por metro cuadrado, deben revisarse al menos tres áreas de un metro cuadrado elegidas al azar. Cuando el promedio es mayor que dicha densidad, debe contabilizarse losa.

7.12.3. Opciones de reparación

B, M y A: No se hace nada.

Popouts

13. BOMBEO

El bombeo es la expulsión del material de la fundación de la losa a través de las juntas y grietas. Esto se origina por la deflexión de la losa debida a la cargas. Cuando una carga pasa sobre la junta entre las losas, el agua es primero forzada bajo losa delantera y luego hacia atrás bajo la losa trasera. Esta acción erosiona y eventualmente remueve las partículas de suelo lo cual generan una pérdida progresiva del soporte del pavimento. El bombeo puede identificarse por manchas en la superficie y la evidencia de material de base o subrasante en el pavimento cerca de las juntas o grietas. El bombeo cerca de las juntas es causado por un sellante pobre de la junta he indica la perdida de soporte. Eventualmente, la repetición de cargas producirá grietas. El bombeo también puede ocurrir a lo largo del borde de la losa causando perdida de soporte.

7.13.1. Niveles de severidad

No se definen grados de severidad. Es suficiente indicar la existencia.

7.13.2. Medida

El bombeo de una junta entre dos losas se contabiliza como dos losas. Sin embargo, si las juntas restantes alrededor de la losa tienen bombeo, se agrega una losa por junta adicional con bombeo.

7.13.3. Opciones de reparación

B, M y A: sellado de juntas y grietas. Restauración de la transferencia de cargas.

14. PUNZONAMIENTO

Este daño es un área localizada de la losa que está rota en pedazos. Puede tomar muchas formas y figuras diferentes pero, usualmente, está definido por una grieta y un junta o dos grietas muy próximas, usualmente con 1.52 m entre sí. Este daño se origina por la repetición de cargas pesadas, el espesor inadecuado de la losa, la perdida de soporte de la fundación o una deficiencia localizada de construcción del concreto (por ejemplo, hormigueros).

7.14.1. Niveles de severidad

Severidad de la mayoría de grietas	Numero de pedazos		
	2 a 3	4 a 5	Más de 5
B	B	B	M
M	B	M	A
A	M	A	A

Tabla 10. Niveles de severidad por punzonamientos

7.14.2. Medida

Si la losa tiene uno o más punzonamientos, se contabiliza como si tuviera uno en el mayor nivel de severidad que se presente.

7.14.3. Opciones de reparación

B = No se hace nada. Sellado de grietas.

M = Parcheo profundo.

A = Parcheo profundo.

Punzonamiento

15. CRUCE DE VIA FERREA

El daño de cruce de vía férrea se caracteriza por depresiones o abultamientos alrededor de los rieles.

7.15.1. Niveles de severidad

B = El cruce de vía férrea produce calidad de transito de baja severidad.

M = El cruce de la vía férrea produce calidad de transito de severidad media.

A = El cruce de la vía férrea produce calidad de transito de alta severidad.

7.15.2. Medida

Se registra el número de losas atravesadas por los rieles de la vía férrea. Cualquier gran abultamiento producido por los rieles debe contarse como parte del cruce.

7.15.3. Opciones de reparación

B = No se hace nada.

M = Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

A = Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

16. DESCONCHAMIENTO, MAPAS DE GRIETAS, CRAQUELADO

El mapa de grietas 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 rodadura 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.

7.16.1. Niveles de severidad

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

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

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

7.16.2. Medida

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

7.16.3. Opciones de reparación

B = No se hace nada.

M = No se hace nada. Reemplazo de losa.

A = Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa. Sobrecarpeta.

Desconchamiento

17. GRIETAS DE RETRACCION

Son grietas capilares usualmente de unos pocos pies de longitud y no se extienden a lo largo de toda la losa. Se forman durante el fraguado y curado del concreto y generalmente no se extienden a través del espesor de la losa.

7.17.1. Niveles de severidad

No se definen niveles de severidad. Basta con indicar que están presentes.

7.17.2. Medida

Si una o más grietas de retracción existen en una losa en particular, se cuenta como una losa con grietas de retracción.

7.17.3. Opciones de reparación

B, M y A: No se hace nada.

Grietas de retracción

18. 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.

7.18.1. Niveles de severidad

En el cuadro siguiente se listan los niveles se 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.

Profundidad del descascaramiento	Dimensiones de los lados del descascaramiento	
	127x127 mm a 305x305 mm	Mayor que 305x305 mm
Menor que 25 mm	B	B
25 a 51 mm	B	M
Mayor a 51	M	A

Tabla 11. Niveles de severidad por descascaramiento

7.18.2. Medida

Si una losa hay una o más grietas con descascaramiento con el mismo nivel de severidad, la losa se registra como una losa con descascaramiento de esquina. Si ocurre más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad.

7.18.3. Opciones de reparación

B = No se hace nada.

M = Parcheo parcial.

A = Parcheo parcial.

Descascaramiento de esquina

19. DESCASCARAMIENTO DE JUNTA

Es la rotura de los bordes de la losa en los 0.60 m de la junta. Generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa si no que intercepta la junta en ángulo. Se origina por:

1. Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles.

2. Concreto débil en la junta por exceso de manipulación.

7.19.1. Niveles de severidad

En el cuadro siguiente se ilustran los niveles de severidad para descascaramiento de junta. Una junta desgastada, en la cual el concreto ha sido desgastado a lo largo de toda la junta se califica como de baja severidad.

Fragmentos de descascaramiento	Ancho del descascaramiento	Longitud del descascaramiento	
		< 0.6 m	>0.6 m
Duros. No puede removerse fácilmente (puede faltar algunos pocos fragmentos).	< 102 mm	B	B
	>102 mm	B	B
Sueltos. Puede removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría o todos los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial, menos 25 mm.	< 102 mm	B	M
	>102 mm	B	M
Desaparecidos. La mayoría o todos los fragmentos han sido removidos.	< 102 mm	B	M
	>102 mm	M	A

Tabla 12. Niveles de severidad por descascaramiento de junta

7.19.2. Medida

Si el descascaramiento se presenta a lo largo del borde de una losa, esta se cuenta como una losa con descascaramiento de junta. Si esta sobre más de un borde de la misma losa, el borde que tenga la mayor severidad se cuenta y se registra como una losa. El descascaramiento de junta también puede ocurrir a lo largo de los bordes de dos losas adyacentes. Si este es el caso, cada losa se contabiliza con descascaramiento de junta.

Descascaramiento de junta

ANEXO II: MANUAL DE USO PARA CÁLCULO DEL PCI PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO

1. Colocar los datos de la inspección, de todos ellos el dato más importante es el número de paños.

PAVIMENTO DE CONCRETO EN VEREDAS
HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

ZONA : AA.HH. Alto Peru
CALLE : Jr. Ica
MUESTRA : VEREDA
DISTRITO : Chimbote
PROVINCIA : Santa
DEPARTAMENTO : Ancash
NUMERO DE PAÑOS : 20
TIPO DE USO : Peatonal
FECHA : Julio 2013
EVALUADOR : Bach. Tantas Acuña Edder
TIEMPO DE CONSTRUCCION : 8 Años

N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO
1	Blow Up / Buckling	8	Grieta Lineal	15	Cruce de Via Ferrea
2	Grieta de Esquina	9	Parcheo (Grande)	16	Desconchamiento
3	Losa Dividida	10	Parcheo (Pequeño)	17	Retraccion
4	Grieta de Durabilidad "D"	11	Pulimento de Agregados	18	Descascaramiento de Esquina
5	Escala	12	Popouts	19	Descascaramiento de Junta
6	Sello de Junta	13	Bombeo		
7	Desnivel Carril / Berma	14	Punzonamiento		

NIVELES DE SEVERIDAD
1 = SEVERIDAD BAJO
2 = SEVERIDAD MEDIA
3 = SEVERIDAD ALTA

Imagen 1. Hoja de inspección

2. Colocar los tipos de daños y niveles de severidad que se encontraron en la inspección, solo es necesario colocar los códigos de cada daño y nivel de severidad en las columnas n° y n/s, respectivamente, mostrados en la hoja de cálculo.

N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO	N°	TIPO DE DAÑO
1	Blow Up / Buckling	8	Grieta Lineal	15	Cruce de Via Ferrea
2	Grieta de Esquina	9	Parcheo (Grande)	16	Desconchamiento
3	Losa Dividida	10	Parcheo (Pequeño)	17	Retraccion
4	Grieta de Durabilidad "D"	11	Pulimento de Agregados	18	Descascaramiento de Esquina
5	Escala	12	Popouts	19	Descascaramiento de Junta
6	Sello de Junta	13	Bombeo		
7	Desnivel Carril / Berma	14	Punzonamiento		

NIVELES DE SEVERIDAD
1 = SEVERIDAD BAJO
2 = SEVERIDAD MEDIA
3 = SEVERIDAD ALTA

Imagen 2. Tipos de daños

N°	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION (VR)	(VR) Orden Descendente
6	Sello de Junta	3	Alta	20	100.00%	12	32
2	Grieta de Esquina	1	Baja	2	10.00%	8	12
2	Grieta de Esquina	2	Media	1	5.00%	9	11
8	Grieta Lineal	1	Baja	3	15.00%	11	10
8	Grieta Lineal	2	Media	5	25.00%	32	9
18	Descascaramiento de Esquina	1	Baja	3	15.00%	6	8
19	Descascaramiento de Junta	1	Baja	2	10.00%	3	6
3	Losa Dividida	1	Baja	1	5.00%	10	3

Imagen 3. Cantidad de cada tipo de daños

3. Una vez colocado los daños y sus niveles de severidades, se coloca el número de paños afectados por dicha patología en la columna: número de losas.

Nº	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION (VR)	(VR) Orden Descendente
6	Sello de Junta	3	Alta	20	100.00%	12	32
2	Grieta de Esquina	1	Baja	2	10.00%	8	12
2	Grieta de Esquina	2	Media	1	5.00%	9	11
8	Grieta Lineal	1	Baja	3	15.00%	11	10
8	Grieta Lineal	2	Media	5	25.00%	32	9
18	Descascaramiento de Esquina	1	Baja	3	15.00%	6	8
19	Descascaramiento de Junta	1	Baja	2	10.00%	3	6
3	Losa Dividida	1	Baja	1	5.00%	10	3

Imagen 4. Cantidad de losas dañadas

4. La columna densidad, está formulada por los valores (número de losas / número de paños) x100; por lo tanto no es necesario colocar ningún valor.

5. La columna valor de reducción (VR), se obtiene de unos gráficos ubicados en la pestaña curvas pav. concreto. Por ejemplo para la patología grieta lineal con un nivel de severidad medio, encontramos el grafico con tres cuadros con niveles de severidad bajo, medio y alto; en este caso nos ubicamos en el cuadro de severidad media y colocamos el valor de su densidad y así obtenemos el valor del VR para dicha patología. este valor es colocado de manera manual en la columna de valor de reducción VR para dicha patología, así sucesivamente se obtiene los vr para cada patología.

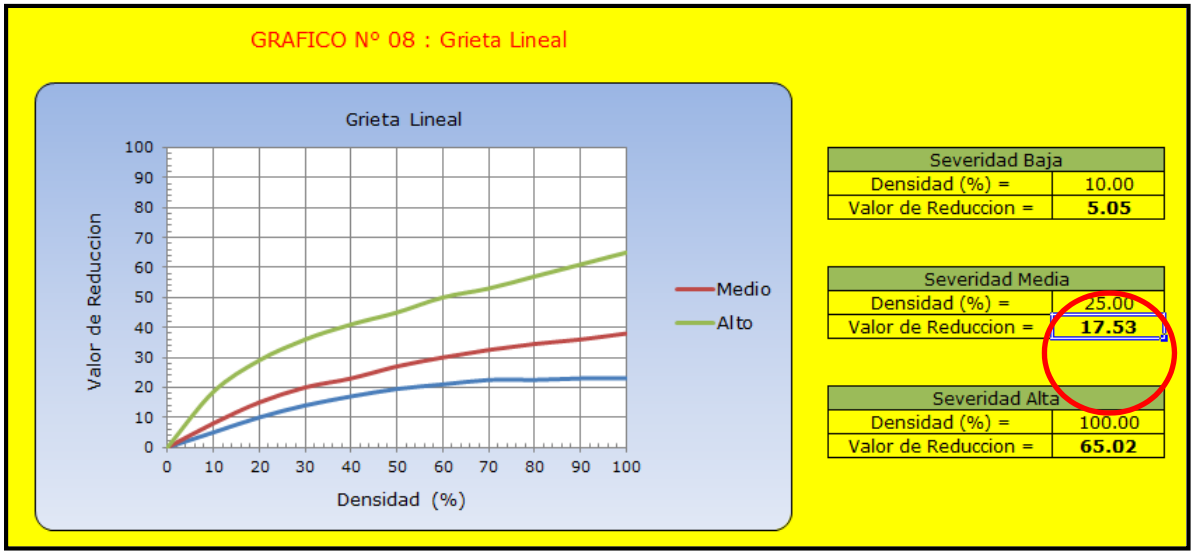


Imagen 5. Severidad y valor de reducción

Nº	TIPO DE DAÑO	N/S	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION (VR)	(VR) Orden Descendente
6	Sello de Junta	3	Alta	20	100.00%	12	17.53
2	Grieta de Esquina	1	Baja	2	10.00%	8	12
2	Grieta de Esquina	2	Media	1	5.00%	9	11
8	Grieta Lineal	1	Baja	3	15.00%	11	10
8	Grieta Lineal	2	Media	5	25.00%	17.53	9
18	Descascaramiento de Esquina	1	Baja	3	15.00%	6	8
19	Descascaramiento de Junta	1	Baja	2	10.00%	3	6
3	Losa Dividida	1	Baja	1	5.00%	10	3

Imagen 6. Calculo del VR

6. La columna VR orden descendente, es solamente el ordenamiento de mayor a menor de todos los VR.

7. En la pestaña cálculo del VRC se obtiene el valor M por defecto, de esta pestaña solo hay que colocar de manera manual el valor del VRC, este se obtiene del grafico ubicado en la pestaña curvas VD. Por ejemplo para un q=6 y total (VRT) de 74.97 se obtiene 37.81, así sucesivamente se obtiene todos los VRC.

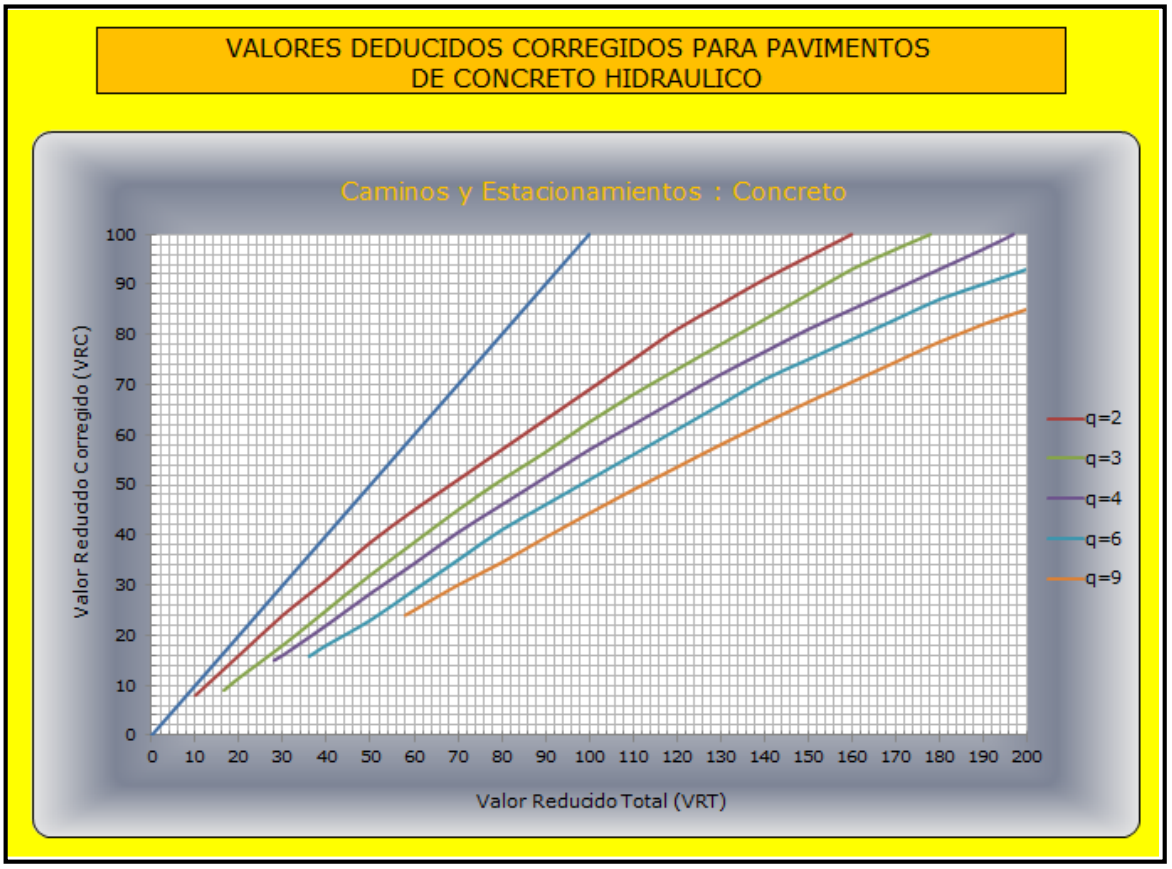


Imagen 6. Valores deducidos corregidos

q=1	
VRT =	63.33
VRC =	**63.33**

q=2	
VRT =	70.33
VRC =	**51.20**

q=3	
VRT =	76.33
VRC =	**48.82**

q=4	
VRT =	81.33
VRC =	**46.82**

q=6	
VRT =	74.97
VRC =	**37.81**

q=9	
VRT =	89.30
VRC =	**39.12**

Imagen 7. Calculo del VRC

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

m = 1 + (9/95) * (100 – VAR)

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

m = **8.81**

#	VALOR DE REDUCCION								TOTAL	q	VRC
1	17.53	12.00	11.00	10.00	9.00	8.00	6.00	2.44	75.97	7	35.68
2	17.53	12.00	11.00	10.00	9.00	8.00	5.00	2.44	74.97	6	37.81
3	17.53	12.00	11.00	10.00	9.00	5.00	5.00	2.44	71.97	5	49.04
4	17.53	12.00	11.00	10.00	5.00	5.00	5.00	2.44	67.97	4	46.82
5	17.53	12.00	11.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.44	62.97	3	48.82
6	17.53	12.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.44	56.97	2	51.20
7	17.53	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.44	49.97	1	63.33
8	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.44			
9	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.44			
10	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.44			
11	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.44			
12	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.44			
13	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.44			

Imagen 8. Determinación del (m)

8. Por último se obtiene el pci de acuerdo a los rangos de clasificación del PCI.

RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI		
Rango		Clasificacion
85	100	Excelente
70	85	Muy Bueno
55	70	Bueno
40	55	Regular
25	40	Malo
10	25	Muy Malo
0	10	Fallado

Máximo VRC = **63.33**

PCI = 100 – Máximo VRC

PCI = 100 – 63.33

PCI = **36.67**

Clasificación = MALO

Imagen 9. Rango de clasificación PCI

ANEXO III:

Imagen 10. Reconociendo los tipos de fisuras en el pavimento de concreto (Jr. Pablo Rosell cuadra 09)

Imagen 11. Fisura que se extiende en los dos paños adyacentes (Jr. Pablo Rosell cuadra 08)

Imagen 12. Reconociendo fisura longitudinal paralela a junta de articulación (Jr. Pablo Rosell cuadra 08)

Imagen 13. Reconociendo fisura y parcheo (Jr. Pablo Rosell cuadra 08)