



---

**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA  
PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS  
PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO DE LA AV. SAENZ  
PEÑA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA 10, DISTRITO  
DE CALLERIA, PROVINCIA CORONEL PORTILLO,  
REGIÓN UCAYALI – AGOSTO 2017.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA CIVIL**

**AUTOR:**

**BACH. MARIANELLA PEREZ RIOS**

**ASESOR:**

**ING. LUIS RAMIREZ PALOMINO**

**PUCALLPA – PERÚ  
2017**

**JURADO EVALUADOR**

ING. SOTELO URBANO JOHANA  
PRESIDENTE

ING. OROPEZA ASCARZA, FRANCISCO ELÍ  
SECRETARIO

ING. VELIZ RIVERA JUAN  
MIEMBRO

## **DEDICATORIA**

A mis padres: Por haberme dado la vida y por su apoyo permanente e incondicional, en todo momento de mi vida

## **AGRADECIMIENTO**

A mis asesores: Por las horas de tolerancia, esfuerzo, perseverancia y contribución en mi formación profesional.

A mis compañeros de estudio: Por brindarme su confianza, compañía y apoyo en diversos instantes de mi vida universitaria.

## DECLARACIÓN JURADA

Yo, Marianella Pérez Ríos, estudiante de la facultad de ingeniería civil de la Universidad Católica Los Ángeles, con la tesis titulada “DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO DE LA AV. SAENZ PEÑA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA 10, DISTRITO DE CALLERIA, PROVINCIA CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI – AGOSTO 2017”

Declaro bajo juramento que:

- La tesis es de mi autoría
- He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- La tesis no ha sido autoplagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad.

## Resumen

Las condiciones de las vías en la amazonia han hecho que se realicen diversos trabajos de investigación orientados a determinar su nivel de operación. Este estudio tuvo como finalidad última determinar las patologías presentes en 10 cuadras de la avenida Sáenz Peña de la ciudad de Pucallpa y determinar el índice de condiciones en que se encuentra el pavimento, como aporte a mejorar, si el caso lo ameritaba, las condiciones de la vía, que a su vez deterioran a los vehículos que transitan por esa zona.

Para alcanzar el objetivo antes mencionado se utilizó el método descrito en la norma ASTM D 5340. Esta metodología tiene el propósito de determinar la condición de pavimentos a través de inspecciones visuales en superficies pavimentadas con asfaltos, incluyendo capas porosas de alto grado de fricción (*Porous Friction Courses*), y con hormigón, simple o reforzado, de cemento Pórtland con juntas, usando el Índice de Condición de Pavimentos (PCI) como método de cuantificación normalizado.

De acuerdo con los resultados y análisis de diferencias de medias para Tukey y Duncan se determinó que las patologías que más influyen en el PCI en la avenida Sáenz Peña son Pulimiento de agregado, Grieta de esquina, Parcheo grande. Con un nivel de significancia del 95%. Así, mismo tomando como prueba un valor medio de PCI = 50 se rechazó la hipótesis nula debido a que  $\alpha = 0.000$ . La hipótesis nula planteaba que las patologías encontradas generan en el pavimento en estudio un PCI menor a 50.

El análisis de varianza refleja que si existe influencia de las patologías en el valor PCI del pavimento

Por último, de acuerdo con los resultados analizados por cada muestra, el PCI Promedio resulto igual a 74, considerándose en condición del pavimento de muy bueno.

## Abstract

The conditions of the roads in the Amazon have led to several researches works aimed at determining their level of operation. The purpose of this study was to determine the pathologies present in 10 blocks of Sáenz Peña Avenue in the city of Pucallpa and determine the index of conditions in which the pavement is located, as a contribution to improve, if the case merited, the conditions of the road, which in turn deteriorate the vehicles that pass through that area.

To achieve the objective, the method described in ASTM D 5340 was used. This methodology has the purpose of determining the condition of pavements through visual inspections on paved surfaces with asphalts, including porous layers of high friction degree (Porous Friction Courses), and with concrete, simple or reinforced, Portland cement with joints, using the Pavement Condition Index (PCI) as a standardized quantification method.

According to the results and analysis of differences of means for Tukey and Duncan, it was determined that the pathologies that most influence the PCI in the Sáenz Peña avenue are aggregate polish, corner crack, large patching. With a level of significance of 95%. Thus, even taking as test a mean value of  $PCI = 50$ , the null hypothesis was rejected because  $\alpha = 0.000$ . The null hypothesis suggested that the pathologies found generate a PCI less than 50 in the pavement under study.

The analysis of variance reflects that if there is influence of the pathologies in the PCI value of the pavement

Finally, according to the results analyzed for each sample, the Average PCI was equal to 74, considering the pavement condition to be very good.

## Contenido

|   |      |
|---|------|
| Resumen.....  | vi   |
| Abstract.....   | vii  |
| Contenido.....  | viii |
| Índice de tablas.....   | ix   |
| Índice de cuadros.....  | ix   |
| I Introducción.....   | 1    |
| II: Revisión de la Literatura.....                                  | 2    |
| III: Hipótesis.....   | 11   |
| IV. Metodología.....  | 12   |
| 4.1 Diseño de la investigación.....                                 | 12   |
| 4.2 Población y muestra.....  | 12   |
| 4.3 Definición y operacionalización de variables e indicadores..... | 15   |
| 4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....            | 15   |
| 4.5 Plan de análisis.....   | 15   |
| 4.6 Matriz de consistencia.....                                     | 18   |
| 4.7 Principios éticos.....  | 19   |
| V: Resultados.....  | 20   |
| 5.1 Resultados de la investigación.....                             | 20   |
| 5.2 Análisis de los resultados.....                                 | 26   |
| VI: Conclusiones.....   | 29   |
| Referencias Bibliográficas.....                                     | 30   |
| Anexos.....   | 32   |

## Índice de gráficos, tablas y cuadros.

### Índice de Tabla

|   |    |
|---|----|
| Tabla N° 1 Definición y operacionalización de variables e indicadores ..... | 15 |
|---|----|

### Índice de Cuadros

|  |    |
|--|----|
| Cuadro N° 01 Determinación de unidades muestrales para análisis de PCI ..... | 14 |
| Cuadro N° 02 Valor reducido y Valor deducido Corregido M1 .....              | 22 |
| Cuadro N° 03 Valor reducido y Valor deducido Corregido M2 .....              | 22 |
| Cuadro N° 04 Valor reducido y Valor deducido Corregido M3 .....              | 22 |
| Cuadro N° 05 Valor reducido y Valor deducido Corregido M4 .....              | 22 |
| Cuadro N° 06 Valor reducido y Valor deducido Corregido M5 .....              | 22 |
| Cuadro N° 07 Valor reducido y Valor deducido Corregido M6 .....              | 22 |
| Cuadro N° 08 Valor reducido y Valor deducido Corregido M7 .....              | 22 |
| Cuadro N° 09 Valor reducido y Valor deducido Corregido M8 .....              | 22 |
| Cuadro N° 10 Valor reducido y Valor deducido Corregido M9 .....              | 22 |
| Cuadro N° 11 Valor reducido y Valor deducido Corregido M10 .....             | 22 |
| Cuadro N° 12 Determinación de índice de condición de pavimento .....         | 23 |
| Cuadro N° 13 Análisis de varianza .....                                      | 26 |
| Cuadro N° 14 Prueba de diferencia de medias .....                            | 27 |
| Cuadro N° 15 Prueba de Hipótesis .....                                       | 28 |

## **I. Introducción.**

El presente estudio muestra resultados de las condiciones del pavimento de la avenida Sáenz Peña de la ciudad de Pucallpa a lo largo de las 10 primeras cuadras, ha sido concebido por la preocupación que se tenía por la problemática de las vías en mal estado de la ciudad, ya que, al no tenerse datos ni estudios de este, no se podía determinar su condición actual y por lo tanto se veía limitada la posibilidad de darle solución a su problemática.

El estudio se realizó utilizando métodos ya establecidos, básicamente el ASTM D5340, y otras investigaciones que pudieron ser aplicadas en adecuadas condiciones para la realización de la investigación, realizando un análisis tipo monitoreo minucioso de las patologías que tiene la vía, dando como resultado valores que se ajustan a la realidad.

Con el presente estudio se pretende solucionar el problema del mal estado de las vías, proporcionando información valiosa para la determinación de los problemas que sufre la vía, para así poder proponer y diseñar métodos de reparación o cambio.

## II. Revisión de literatura.

### Antecedentes.

Robles Raúl 2015, realizó su tesis basada en un estudio descriptivo de determinación mediante cálculo, del índice de condición del pavimento PCI, en los distritos de Barranco, Surco y Lima. Donde se analizaron el tipo de daños, la severidad y cantidad o densidad del pavimento en la Av. Pedro de Osma de la cuadra N°1 a la cuadra N°8 en el distrito de Barranco y la Av. Prolongación de La Castellana de la cuadra N°10 a la cuadra N°11 en el distrito de Surco.

En esta investigación se utilizó como herramienta de análisis, el método descrito en la Norma ASTM D6433-07, concluyendo que, la sección se califica como un pavimento en mal estado y es probable que no tenga vida residual

Ruiz C. 2010. en su tesis Análisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos, realizó un diagnóstico detallado de las vías más críticas en Ecuador, específicamente en la carretera Chone-Canuto-Calceña Junín-Pimpiguasí, y evidenció deterioros severos en su estructura, lo que justificó elaborar diseños y ensayos en el laboratorio, para verificar si las características de los materiales utilizados en esta vía son eran adecuados.

En sus resultados reporta que el número de paños / severidad fisuramiento en la carretera Chone-Canuto-Calceña Junín-Pimpiguasí para el carril Izquierdo tipo A = 2596, tipo B = 415, tipo C = 73; y en el carril derecho tipo A = 2042, tipo B = 375, tipo C = 66

Toirac J. 2004. Realizó una investigación denominada Patología de pavimentos en Obras de concreto rígido. E investigó la influencia practica de las principales causas que originan el agrietamiento, relacionando las medidas preventivas y correctivas del lugar, el autor concluye que la aparición de una fisura visible no significa necesariamente que algo ande mal, sin embargo, es importante conocer la causa que la produce, para de esta forma poderla reparar, y para conocer la causa de una fisura y saber si es peligrosa o no, debemos analizar su progresión.

Nunca debe repararse una fisura sin estar seguro de que la causa que la produjo no volverá a actuar después ya sea por la desaparición del agente o por haberse adoptado las medidas de lugar para que no perjudique de nuevo

Estrada Bryan 2016 investigó las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural y condición operacional de la superficie de la pista en la avenida Tupac Amaru, distrito de Manantay, provincia de coronel portillo, Ucayali y determinó que los paños del pavimento rígido en estudio presentan patologías, siendo los más recurrentes pulimentos de agregados, daño de sello de junta, grietas en esquina, Punzonamiento y descascaramiento de junta, obteniendo un PCI promedio de 39.21 que nos indica que la condición operacional del pavimento es malo

Sáenz B. 2014, en su investigación Evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método del *pavement condition index* (pci), en las pistas del barrio Yanachaca, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región Ancash, tuvo como objetivo conocer el estado de deterioro de las pistas de las calles del Barrio Yanachaca, Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas, Región Ancash, que consta de cinco (5) calles evaluadas a través del método índice de condición de pavimento (PCI) de la norma ASTM D 5340, de acuerdo con el cálculo para las principales calles del Barrio Yanacancha, se tuvo un resultado PCI = 65.60, BUENO, el cual incide que las pistas deben ser solo mantenidas.

Quiñones J. 2014. realizo una investigación denominado, Patologías del concreto para obtener el índice estructural del pavimento y la condición de la superficie cuyo objetivo fue determinar y evaluar las patologías del concreto para obtener el índice estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de veredas del casco urbano de la localidad de puerto Maldonado, utilizando el método del PCI para determinar el índice de condición estructural del pavimento de las veredas de ochocientos veinte paños, concluyendo que tienen un pavimento en estado bueno, con un PCI ponderado a 45.42 y las fallas encontradas fueron de tipo funcional, que provocan un tránsito inseguro e incómodo al peatón.

Rodríguez Y. 2016. En su tesis denominada evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método del *pavement condition index* (PCI), en las

pistas del barrio el triunfo, distrito de Carhuaz, provincia de Carhuaz, región Ancash, diciembre 2015, analizó el estado de deterioro de las pistas del barrio El Triunfo en el distrito de Carhuaz, provincia de Carhuaz, Región Ancash, que consta de 5 calles evaluadas a través del método Índice de Condición de Pavimento (PCI) de la norma ASTM D 5340, en esta investigación se ha calculado los VR (Valor de Reducción individual) y los VRT (Valor de Reducción Total) empleando ábacos y finalmente determinando el PCI de cada una de las calles y su clasificación correspondiente. Los cálculos arrojaron como resultado un PCI promedio = 45.20, REGULAR

Espinoza T. 2010 Analizó el estado de deterioro de las en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba, departamento de Piura a través del método Índice de Condición de Pavimento (PCI) de la norma ASTM D 5340, en esta investigación se ha calculado los VR (Valor de Reducción individual) y los VRT (Valor de Reducción Total) empleando ábacos y finalmente determinando el PCI de cada una de las calles y su clasificación correspondiente. Los resultados mostraron que el Índice Promedio de Condición del Pavimento, del Distrito de la Provincia de Huancabamba es de 50% correspondiendo a un nivel de regular o estado regular, además que el nivel de incidencia de las patologías de los pavimentos hidráulicos del cercado son grietas lineales 40.65% pulimento de agregados 29.00% grietas de esquina 22.77% escala 7.11%

Tananta D. en su tesis: Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de las pistas del jirón Huáscar, distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, abril – 2016. utilizó el método del PCI para evaluar las cinco (5) cuadras, con un total de 254 losas y un área de 6985 m<sup>2</sup> obteniendo como resultados para la muestra 01 un PCI 73.00 de condición Muy bueno, muestras 06 y 07 con PCI de 58.00 y 08 un PCI 68.00 de condición Bueno, las muestras 02, 04, 05 y 09 de condición Malo y las muestras 03 con PCI de 16.00 y 10 con PCI 19.00 de condición Muy malo. Concluyendo que el jirón Huáscar presenta una condición Regular con PCI promedio de 42.00; el 40.00% representa una condición Muy buena, 33.00% condición Bueno, 17.00% condición Malo y 10.00% de condición Muy malo. El mayor PCI es 73.00 y le corresponde a muestra 01 la menor le corresponde a muestra 03 con un PCI de 16.00.

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

### Pavimentos

Estructura simple o compuesta que tiene una superficie regularmente alisada destinada a la circulación de personas, animales y/o vehículos. Su estructura es una combinación de cimienta, firme y revestimiento, colocada sobre un terreno de fundación resistente a las cargas, a los agentes climatológicos y a los efectos abrasivos del tránsito.

Tipos de pavimentos:

- a. Pavimentos Asfálticos (PA)
- b. Pavimentos de Concreto Hidráulico (PCH)
- c. Pavimentos Compuestos (Mixtos)
- d. Pavimentos de avanzada tecnológica: a carga plena (firme emul. Total); a resistencia profunda (firme + firme emul.)
- e. Pavimentos Adoquinados Intertrabados
- f. Otros que van a depender del material, de sus características estructurales y el proceso de construcción (rodillados, líticos, de ladrillo, emponados, de planchas metálicas y mixtos)

### Patología de los pavimentos rígidos

La patología es el estudio de las enfermedades o deterioros, como procesos o estados anormales de causas conocidas o desconocidas de los pavimentos que hacen deficiente su operación.

### Tipos de pavimento rígido

Los pavimentos rígidos se clasifican según el empleo o no de varillas de acero y según la utilización o no de juntas transversales de contracción (Catálogo de Deterioros de Pavimentos Rígidos 2002). Las juntas longitudinales son comunes a todos los casos, pues su necesidad es sobre todo constructiva. Así tenemos el pavimento de hormigón simple con juntas, el pavimento de hormigón armado con juntas, el pavimento de hormigón armado continuamente y el pavimento de hormigón armado estructuralmente. De los

últimos tres, solamente en el armado estructuralmente el acero cumple una función de absorción de esfuerzos de tracción; en los otros dos el acero solamente cumple una función de control de la fisuración.

(Godoy Alvaro 2010).

#### Tipos de Fallas

Las fallas en los pavimentos pueden ser de orden funcional o estructural. Las fallas funcionales afectan a la comodidad en la circulación, las estructurales ponen en riesgo la integridad de la estructura, lo que a su vez repercute negativamente en la situación funcional. (Godoy Alvaro 2010).

#### Tipos de deterioros en Pavimentos

##### Fisuración Transversal

Fisuras con orientación predominante perpendicular al eje del pavimento, tiene como causas posibles: Fisuración temprana por aserrado tardío. Fisuración por fatiga: espesor de calzada insuficiente y/o separación de juntas excesivas para las solicitaciones impuestas (cargas de tránsito y medio ambientales). Perdida de soporte por erosión. Reflexión de fisuras de capas inferiores o de losas adyacentes.

##### Fisuración Longitudinal

Fisuras con orientación predominante paralela al eje del pavimento. Tiene como causas posibles: Fisuración temprana por aserrado tardío. Fisuración por fatiga: espesor de calzada insuficiente y/o separación de juntas excesiva. Reflexión de fisuras de capas inferiores o de losas adyacentes. Asentamientos diferenciales.

##### Roturas de esquina.

Fisura que intersecta una junta transversal con una junta longitudinal o borde de calzada orientada en general a 45° del eje del pavimento, tiene como causas posibles: Pobre transferencia de carga. Losas con ángulos agudos. Perdida de soporte por erosión.

##### Erosión por bombeo.

Movimiento del agua (con material de suspensión) ubicado debajo de la losa o su eyección hacia la superficie como resultado de la presión generada por la acción de cargas, tiene como causas (deben coexistir los siguientes factores): Material fino capaz

de entrar en suspensión (arenas finas y limos). Disponibilidad de agua en las capas inferiores del pavimento. Deflexiones excesivas en los bordes y esquinas.

Levantamiento de losas

Movimiento localizado hacia arriba de la superficie del pavimento en zona de juntas o fisuras, por lo general acompañado de una defragmentación, tiene como causas posibles: Entrada de materiales incomprensibles en la zona de junta. expansiones térmicas excesivas. Inadecuado diseño de juntas en intersecciones y contra estructuras fijas. expansiones por reacción álcali – sílice.

Desportillamientos de juntas.

Defragmentación localizada en los labios de las juntas o fisuras, tiene como causas posibles: entrada de materiales incomprensibles en las juntas o fisuras, concreto debilitado por falta de compactación, de durabilidad o por aserrado prematuro o por retiro de moldes en juntas de construcción, impactos excesivos al momento de retirar la formaleta.

Reacción álcali agregado.

En general el patrón de fisuración es en forma de mapa con fisuras predominantemente orientadas en dirección paralela a los bordes libres del pavimento, tiene como causas: Empleo de agregados potencialmente reactivos sin la adopción de medidas preventivas.

Fisuras por retracción o tipo malla.

Fisuras limitadas solo a la superficie del pavimento. Frecuentemente, las grietas de mayores dimensiones se orientan en sentido longitudinal y se encuentran interconectadas por grietas más finas distribuidas en forma aleatoria, tiene como posibles causas: Curado inadecuado del concreto. Exceso de amasado superficial y/o adición de agua durante el alisado de la superficie. Malla de refuerzo muy cerca de la superficie. Acción del clima o de productos químicos.

Losas Subdivididas

Movimiento localizado hacia arriba de la superficie del pavimento en zona de juntas o fisuras, por lo general acompañado de una defragmentación. Tiene como causas posibles: Entrada de materiales incomprensibles en la zona de junta. Expansiones térmicas

excesivas. Inadecuado diseño de juntas en intersecciones y contra estructuras fijas.  
Expansiones por reacción álcali – sílice.

Deficiencia de material de sello.

Condiciones que posibilitan que material no compresible se acumule en las juntas, no permitiendo el movimiento de la losa y provocando posible desportillamiento, levantamientos o fracturas, tiene como posibles causas: Remoción o pérdida del material de sello, Extrusión del material de sello (se sale), Endurecimiento por oxidación del material de sello, Pérdida de adherencia con los bordes de la losa.

Fisuras en Bloque

Fracturamiento que subdividen generalmente una porción de la losa en planos o bloques pequeños de área inferior a 1 metro cuadrado, tiene como posibles causas: Repetición de cargas pesadas (Fatiga de concreto), equivocado diseño estructural, condiciones de soporte deficientes causadas por la repetición de cargas pesadas (fatiga de concreto), el equivocado diseño estructural y las condiciones de soporte deficiente.

Fisuras Inducidas

Se incluyen bajo esta denominación un conjunto de fisuras de forma errática cuyo desarrollo en el pavimento es indicado por factores relativos a una inadecuada distribución de juntas o inapropiada inserción de estructuras u otros elementos dentro de las losas, tiene como causas: Cuando el arreglo de juntas en un carril no es respetado en el carril contiguo, es muy probable que induzcan o reflejen en éste, fisuras que den continuidad a las juntas existentes. Esta situación se presenta también con frecuencia cuando se ejecutan parchados y el diseño de sus bordes o juntas, sus dimensionamientos o inclusive distancias mínimas o juntas existentes, no son respetadas; eventualmente este fisuramiento puede continuar subdividiendo los planos resultantes identificándose este caso particularmente como "Fisuras en Bloques" Fisuras alrededor de estructuras pueden inducirse cuando no se proveen elementos de aislamiento que eviten restricción en el movimiento de las losas.

Dislocamiento.

Es una falla provocada por el tránsito en la que una losa del pavimento a un lado de una junta presenta un desnivel con respecto a una losa vecina; también puede manifestarse en correspondencia con fisuras, tiene como posibles causas: Es el resultado en parte del

ascenso a través de la junta o grieta del material suelto proveniente de la capa inferior de la losa (en sentido de la circulación del tránsito) como también por depresión del extremo de la losa posterior, al disminuir el soporte de la fundación. Son manifestaciones del fenómeno de bombeo, cambios de volumen que sufren los suelos bajo la losa de concreto y de una deficiente transferencia de carga entre juntas.

#### Hundimiento

Depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada del mismo; puede estar acompañado de un fisuramiento significativo, debido al asentamiento del pavimento, tiene como posibles causas: Asentamiento o consolidación de la subrasante. Zonas contiguas a estructuras de drenaje o retención. Deficiente compactación inicial. Asentamientos diferenciales. Deficiencias durante el proceso de construcción de las losas.

#### Descascaramiento y fisuras capilares.

Descascaramiento es la rotura de la superficie de la losa hasta una profundidad del orden de 5 a 15 mm, por desprendimiento de pequeños trozos de concreto. Por fisuras capilares se refiere a una malla o red de fisuras superficiales muy finas, que se extiende solo a la superficie del concreto. Las mismas que tienden a intersectarse en ángulos de 120°. Tiene como posibles causas: Exceso de acabado del concreto fresco. Exudación de mortero y agua debilitando el concreto frente a la retracción. Armaduras de acero muy próximas a la superficie.

#### Pulimiento de la superficie

Superficie de rodamiento excesivamente lisa por efecto del pulimiento de los agregados que la componen, tiene como posibles causas: Exposición de placas de concreto a tránsito Prematuro, calidad pobre del concreto, agregados de naturaleza degradable.

#### Peladuras.

Progresiva desintegración de la superficie del pavimento por pérdida de material fino desprendido de matriz arena cemento del concreto, provocando una superficie de rodamiento rugosa y eventualmente pequeñas cavidades, tiene como posibles causas: Efecto abrasivo del tránsito sobre concretos de calidad pobre, ya sea por el empleo de dosificaciones inadecuadas (bajo contenido de cemento, exceso de agua, agregados de

inapropiada granulometría), deficiencias durante su ejecución (segregación de la mezcla, insuficiente densificación, curado defectuoso, etc.).

Baches.

Descomposición o desintegración la losa de concreto y su remoción en una cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares, tiene como posibles causas: Fundaciones y capas inferiores inestables. Espesores del pavimento estructuralmente insuficientes. Defectos constructivos. Retención de agua en zonas fisuradas. Acción abrasiva del tránsito provocando fisuras en bloque que posteriormente originan los baches. (Argos)

Severidad de Daños.

L: (Low: Bajo): Se perciben las vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones) pero no es necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo, pero creando poca incomodidad.

M: (Medium: Medio): Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad.

H: (High: Alto): Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; o 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.

### **III. Hipótesis.**

**H<sub>0</sub>:** Las patologías presentes en el pavimento de la av. Sáenz Peña desde la cuadra 1 hasta la 10, distrito de Calleria, provincia Coronel Portillo, región Ucayali influyen en su PCI promedio y a su vez es menor a 50.

**H<sub>a</sub>:** Las patologías presentes en el pavimento de la av. Sáenz Peña desde la cuadra 1 hasta la 10, distrito de Calleria, provincia Coronel Portillo, región Ucayali influyen en su PCI promedio y a su vez es mayor a 50.

## IV. Metodología

### 4.1 Diseño de la investigación.

El diseño se diagrama de la siguiente manera:

$$\begin{array}{rcl} RG_1 & - & 0_1 \\ RG_2 & - & 0_2 \\ RG_3 & - & 0_3 \\ & & \cdot \\ & & \cdot \\ & & \cdot \\ RG_{476} & - & 0_{476} \end{array}$$

Este diseño incorpora la administración de pruebas a los grupos que componen el estudio. Las muestras se asignan al azar a los grupos, después a estos se les aplica simultáneamente el análisis; debido a la inexistencia de una variable independiente no se aprecian tratamientos experimentales ya que el estudio es descriptivo causal.

### 4.2 Población y muestra.

La población la representa toda la Avenida Saenz Peña Ubicada en la Provincia de Coronel Portillo

Muestra

Para determinar la muestra se utilizó la ecuación.

$$\eta: \frac{e}{\left( \binom{4}{4} * N - 1 \right) + S^2} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

e = error aceptable en estimación del PCI en la sección

s = desviación estándar del PCI de una unidad de muestra a otra dentro de la sección

10 pav. Flexibles, 15 para pav. Rígidos

N = Número de unidades de muestra en la sección

la cual produce un estimado del PCI  $\pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

Una vez que se ha determinado el número de unidades de muestra a ser inspeccionadas, calcular o determinar el intervalo de espaciamiento entre las unidades utilizando un muestreo sistemático y aleatorio. Las muestras estarán distribuidas de manera uniforme en toda la extensión de la sección a partir de la primera muestra seleccionada al azar. El intervalo de espaciamiento ( $i$ ) entre las unidades a ser inspeccionadas se calcula a través de la siguiente fórmula, redondeando el resultado al número entero inmediato inferior.

$$i = \frac{N}{n} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

$N$  = número total de unidades de muestra en la sección.

$n$  = número total de unidades de muestra a ser analizadas.

La primera muestra en ser analizada es seleccionada al azar del grupo de muestra 1 hasta  $i$ . Las demás unidades de muestra de una sección que se encuentren ubicadas a incrementos  $i$  de espaciamiento también deben ser inspeccionadas.

De acuerdo con el muestreo se obtuvo una muestra representativa de 10 unidades muestrales con una cantidad total de 476 paños.

**Cuadro N° 01 determinación de unidades muestrales para análisis de PCI en pavimentos**

|                                 |    | Vía          | Principal        |           |                     |
|---------------------------------|----|--------------|------------------|-----------|---------------------|
| del                             | al | Longitud (m) | ancho de calzada | Area (m2) | Unidades de muestra |
|                                 |    |              | 12               | 72        | 2                   |
| Unidades de muestra             |    | UM           | 17136            | 476       |                     |
| N° minimo de muestras a evaluar |    | Min          | 1296             | 36        |                     |
| Intervalo de espaciamento       |    | I            | 476              | 13        |                     |
| Unidades de muestra inicial     |    | UMI          | 1296             | 36        |                     |

| Muestras a evaluar                                    | UM N°        | Cantidad   | UND   |
|---|--------------|------------|-------|
| <b>Descripción</b>                                    |              |            |       |
| Jr. 07 de junio hasta jr. Prolongacion Ucayali        | <b>UM-1</b>  | <b>36</b>  | Paños |
| Jr. Prolongacion ucayali hasta jr. Andres Razuri      | <b>UM-2</b>  | <b>36</b>  | Paños |
| Jr. Andres razuri hasta jr. Tarapaca                  | <b>UM-3</b>  | <b>36</b>  | Paños |
| Jr. Tarapaca hasta ca. Piura                          | <b>UM-4</b>  | <b>36</b>  | Paños |
| Jr. Piura hasta jr. Atahualpa                         | <b>UM-5</b>  | <b>44</b>  | Paños |
| Jr. Atahualpa hasta jr. Inmaculada                    | <b>UM-6</b>  | <b>40</b>  | Paños |
| Jr. Inmaculada hasta ca. Paita                        | <b>UM-7</b>  | <b>70</b>  | Paños |
| Ca. Paita hasta ca. Junin                             | <b>UM-8</b>  | <b>66</b>  | Paños |
| Ca. Junin hasta jr. Francisco Pizarro                 | <b>UM-9</b>  | <b>50</b>  | Paños |
| Jr. Francisco pizarro hasta jr. Jr. Francisco de Orel | <b>UM-10</b> | <b>62</b>  | Paños |
| <b>Total</b>  |              | <b>476</b> | Paños |

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

A continuación, se muestra el tratamiento que se le dará a la variable de estudio y como se operacionalizará de acuerdo con sus dimensiones.

**Tabla N° 1 Definición y operacionalización de variables e indicadores**

| <b>VARIABLE</b>   | <b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>  | <b>DIMENSIONES</b>                 | <b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>  | <b>INDICADORES</b>                        |
|---|---|------------------------------------|--|---|
| Patologías del pavimento de la av. Saenz Peña desde la cuadra 1 hasta la 10 | Determinación de las patologías del pavimento presentes en las áreas de estudio, y evaluación de las condiciones en las que se encuentra mediante el método PCI | Patologías codificadas en 19 casos | Calculo de VOD<br>Calculo de VDC<br>Calculo de q<br>Calculo de PCI mediante el método ASTM D 5340<br><br>Grado de afectación | PCI= 0 - 100<br><br>Low<br>Medium<br>High |

### 4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizará el método de la observación apoyada de formatos y la guía ASTM D 5340.

Para la evaluación de la condición se utilizará, Wincha para medir las longitudes y las áreas de los daños. Regla, una cinta métrica para establecer las profundidades de los huellamientos o depresiones, y odómetro

### 4.5 Plan de análisis.

El análisis se hizo de acuerdo con lo siguiente:

#### **Evaluación de la Condición**

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

Equipo.

- Odómetro para medir las longitudes y las áreas de los daños.
- Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los huellamientos o depresiones.
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

Procedimiento.

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

El equipo de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la plataforma inspeccionada y para el personal en la plataforma.

Cálculo del PCI para pavimentos

Calculo de valores reducidos VR

Para cada combinación particular de tipos de fallas y grados de severidad, sumar el número de losas en las cual se presentan.

Dividir el número de losas entre el número total de losas en la unidad de muestra y luego multiplicarlo por 100 para obtener el porcentaje de la densidad de cada combinación de falla y grado de severidad.

Determine los valores reducidos (VR) para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva de “Valor Deducido de Daño” apropiada entre las que se adjuntan a este documento.

Calculo de PCI

Si solo uno o ninguno de los VR es mayor a 5, la suma de los VRs es utilizada en lugar del máximo VRC para la determinación del PCI. De no ser así utilizar el siguiente procedimiento para determinar el máximo VRC.

Determinar m, el máximo número de fallas permitidas de acuerdo con:

$$m = 1 + \left(\frac{9}{95}\right) * (100 - VAR) \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAR = Valor individual mas alto de VR

Si el número de VRs es menor al valor de m, ingresar todos los VRs en la tabla. Si el número de VRs es mayor a m utilizar los m valores más altos solamente.

Sumar todos los valores de VRs de la fila y colocar ese valor en la columna de “total”, luego poner en la columna “q” el número de valores de VRs que son mayores a 5.

Determinar el VRC con la curva de corrección correcta, para pavimentos de concreto, con los valores de “Total” y “q”

Copiar los VRs a la siguiente línea, cambiando el menor valor de VR mayor que 5 a 5.

Luego repetir lo anterior hasta que se cumpla “q” = 1.

El máximo VRC es el valor más alto de la columna VRC.

El cálculo de PCI se determina con:

$$PCI = (100 - VRC) \quad (\text{Ec. 4})$$

#### 4.6 Matriz de consistencia

**TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: " DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO DE LA AV. SAENZ PEÑA DESDE LA CUADRA 1 HASTA LA 10, DISTRITO DE CALLERIA, PROVINCIA CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI – AGOSTO 2017"**

| FORMULACIÓN DEL PROBLEMA   | OBJETIVOS  | HIPOTESIS   | VARIABLES   | INDICADORES  |
|--|--|---|---|--|
| <p><b>Formulación del problema principal</b><br/>¿Cuál es el valor de PCI pavimento de la av. Sáenz Peña desde la cuadra 1 hasta la 10, distrito de Calleria, provincia Coronel Portillo</p> | <p><b>Objetivo general.</b><br/>Determinar y evaluar el valor de índice de condición de pavimento PCI pavimento de la av. Sáenz Peña desde la cuadra 1 hasta la 10, distrito de Calleria, provincia Coronel Portillo</p> | <p><b>Ho:</b> Las patologías presentes en el pavimento de la av. Sáenz Peña desde la cuadra 1 hasta la 10, distrito de Calleria, provincia Coronel Portillo, región Ucayali influyen en su PCI promedio y a su vez es menor a 50.</p> <p><b>Ha:</b> Las patologías presentes en el pavimento de la av. Sáenz Peña desde la cuadra 1 hasta la 10, distrito de Calleria, provincia Coronel Portillo, región Ucayali influyen en su PCI promedio y a su vez es mayor a 50.</p> | <p><b>Variable de estudio.</b><br/><b>Variable independiente.</b><br/>Patologías del pavimento de la av. Sáenz Peña desde la cuadra 1 hasta la 10</p> <p><b>Variable dependiente.</b><br/>Condición del pavimento</p> | <p>Severidad<br/>Low<br/>Medium<br/>High</p> <p>PCI= 0 - 100</p> |

#### **4.7 Principios éticos.**

La investigación debe ir con el avance de la ciencia y la tecnología; y el mejoramiento del proceso investigativo es la principal tarea que tenemos los que hacemos investigación para desarrollar nuestros conocimientos y así aportar a la optimización de procesos, para esto se debe realizar investigación de tal manera que no exista duplicidad ni copia o plagio de otros trabajos que son de autoría de otras personas por lo que este estudio se cataloga como inaudito y propio guardando los principios éticos de la investigación

## **V. Resultados**

### **5.1 Resultados**

#### Descripción de las muestras

##### Muestra UM-1.

Este tramo se encuentra entre los jirones 07 de junio hasta jr. Prolongación Ucayali, haciendo un total de 36 paños, se caracteriza por la densidad respecto al daño sufrido por pulimento de agregados es el 100%, desconchamiento 100%, losa dividida 5.56 %, y parcheo pequeño 2.78% (ver anexo 2.1)

##### Muestra UM-2.

Este tramo se encuentra entre los jirones Jr. Prolongacion Ucayali hasta jr. Andrés Razuri, haciendo un total de 36 paños, se caracteriza por la densidad respecto al daño sufrido por pulimento de agregados es el 100%, grieta lineal 77.78%, losa dividida 5.56 %, y parcheo pequeño 2.78% (ver anexo 2.2)

##### Muestra UM-3.

Este tramo se encuentra entre los Jr. Andrés Razuri hasta jr. Tarapacá, haciendo un total de 36 paños, se caracteriza por la densidad respecto al daño sufrido por pulimento de agregados es el 100%, grieta lineal 100%, losa dividida 5.56 %, y parcheo pequeño 5.56% (ver anexo 2.3).

##### Muestra UM-4.

Este tramo se encuentra entre los, Jr. Tarapacá hasta calle. Piura haciendo un total de 36 paños, se caracteriza por la densidad respecto al daño sufrido por pulimento de agregados es el 100%, grieta de esquina 5.56%, y grieta lineal 2.78% (ver anexo 2.4).

##### Muestra UM- 5.

Este tramo se encuentra entre los, Jr. Piura hasta jr. Atahualpa haciendo un total de 44 paños, se caracteriza por la densidad respecto al daño sufrido por pulimento de agregados es el 97.3%, Sello de junta 2.27% (ver anexo 2.5).

##### Muestra UM- 6.

Este tramo se encuentra entre los Jr. Atahualpa hasta jr. Inmaculada haciendo un total de 40 paños, se caracteriza por la densidad respecto al daño sufrido por pulimento de

agregados es el 99.91%, grieta lineal 2.27%, grieta de esquina 4.55%, y parche grande 2.27% (ver anexo 2.6).

Muestra UM- 7.

Este tramo se encuentra entre los Jr. Inmaculada hasta calle Paita haciendo un total de 70 paños, se caracteriza por la densidad respecto al daño sufrido por pulimento de agregados es el 100%, Sello de junta 11.43% (ver anexo 2.7).

Muestra UM- 8.

Este tramo se encuentra entre las calles. Paita hasta la calle. Junín haciendo un total de 33 paños, se caracteriza por la densidad respecto al daño sufrido por pulimento de agregados es el 100%, grieta lineal 16.67%, y grieta de esquina 3.03% (ver anexo 2.8).

Muestra UM- 9.

Este tramo se encuentra entre la calle Junín hasta jr. Francisco Pizarro, haciendo un total de 50 paños, se caracteriza por la densidad respecto al daño sufrido por pulimento de agregados es el 100%, grieta lineal 16% (ver anexo 2.9).

Muestra UM- 10.

Este tramo se encuentra entre, los Jr. Francisco Pizarro hasta jr. Jr. Francisco de Orellana haciendo un total de 62 paños, se caracteriza por la densidad respecto al daño sufrido por pulimento de agregados es el 100%, grieta lineal 8.06% y grieta de esquina 1.61% (ver anexo 2.10).

## Valor reducido y Valor deducido Corregido

### Cuadro N° 2

**UM-1**

CALCULO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

| N° | VALOR DE REDUCCIÓN |     |  |  | m     | TOTAL | q | VDC   |
|----|--------------------|-----|--|--|-------|-------|---|-------|
| 1  | 24.1               | 9.7 |  |  | 8.191 | 41.99 | 2 | 32.4  |
| 2  | 24.1               | 5   |  |  | 8.191 | 37.29 | 1 | 37.29 |
|    |                    |     |  |  |       | 79.28 |   |       |

PCI= 62.71

### Cuadro N° 7

**UM-6**

CALCULO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

| N° | VALOR DE REDUCCIÓN |  |  |  | m     | TOTAL | q | VDC   |
|----|--------------------|--|--|--|-------|-------|---|-------|
| 1  | 9.7                |  |  |  | 9.555 | 19.25 | 1 | 19.25 |
| 2  |                    |  |  |  |       |       |   | 19.25 |
|    |                    |  |  |  |       | 19.25 |   |       |

PCI= 80.75

### Cuadro N° 3

**UM-2**

CALCULO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

| N° | VALOR DE REDUCCIÓN |     |  |  | m     | TOTAL | q | VDC   |
|----|--------------------|-----|--|--|-------|-------|---|-------|
| 1  | 22.18              | 9.7 |  |  | 8.372 | 40.25 | 2 | 31    |
| 2  | 22.18              | 5   |  |  | 8.372 | 35.55 | 1 | 35.55 |
|    |                    |     |  |  |       | 75.8  |   |       |

PCI= 64.45

### Cuadro N° 8

**UM-7**

CALCULO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

| N° | VALOR DE REDUCCIÓN |      |  |  | m     | TOTAL | q | VDC  |
|----|--------------------|------|--|--|-------|-------|---|------|
| 1  | 9.7                | 7.61 |  |  | 9.555 | 26.86 | 2 | 21.3 |
| 2  | 9.7                | 5    |  |  | 9.555 | 24.25 | 1 | 24.3 |
|    |                    |      |  |  |       | 51.12 |   |      |

PCI= 75.7

### Cuadro N° 4

**UM-3**

CALCULO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

| N° | VALOR DE REDUCCIÓN |     |  |  | m     | TOTAL | q | VDC   |
|----|--------------------|-----|--|--|-------|-------|---|-------|
| 1  | 24.1               | 9.7 |  |  | 8.191 | 41.99 | 2 | 32.4  |
| 2  | 24.1               | 5   |  |  | 8.191 | 37.29 | 1 | 37.29 |
|    |                    |     |  |  |       | 79.28 |   |       |

PCI= 62.71

### Cuadro N° 9

**UM-8**

CALCULO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

| N° | VALOR DE REDUCCIÓN |     |  |  | m     | TOTAL | q | VDC   |
|----|--------------------|-----|--|--|-------|-------|---|-------|
| 1  | 9.83               | 9.7 |  |  | 9.542 | 29.07 | 2 | 24    |
| 2  | 9.83               | 5   |  |  | 9.542 | 24.37 | 1 | 24.37 |
|    |                    |     |  |  |       | 53.44 |   |       |

PCI= 75.63

### Cuadro N° 5

**UM-4**

CALCULO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

| N° | VALOR DE REDUCCIÓN |  |  |  | m     | TOTAL | q | VDC   |
|----|--------------------|--|--|--|-------|-------|---|-------|
| 1  | 9.7                |  |  |  | 9.555 | 19.25 | 1 | 19.25 |
| 2  |                    |  |  |  |       |       |   | 19.25 |
|    |                    |  |  |  |       | 19.25 |   |       |

PCI= 80.75

### Cuadro N° 10

**UM-9**

CALCULO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

| N° | VALOR DE REDUCCIÓN |     |  |  | m     | TOTAL | q | VDC   |
|----|--------------------|-----|--|--|-------|-------|---|-------|
| 1  | 10.14              | 9.7 |  |  | 9.513 | 29.35 | 2 | 24.5  |
| 2  | 10.14              | 5   |  |  | 9.513 | 24.65 | 1 | 24.65 |
|    |                    |     |  |  |       | 54.01 |   |       |

PCI= 75.35

### Cuadro N° 6

**UM-5**

CALCULO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

| N° | VALOR DE REDUCCIÓN |  |  |  | m     | TOTAL | q | VDC   |
|----|--------------------|--|--|--|-------|-------|---|-------|
| 1  |                    |  |  |  | 10.31 | 10.31 | 1 | 10.34 |
| 2  |                    |  |  |  |       |       |   | 10.34 |
|    |                    |  |  |  |       | 10.31 |   |       |

PCI= 89.66

### Cuadro N° 11

**UM-10**

CALCULO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO

| N° | VALOR DE REDUCCIÓN |  |  |  | m     | TOTAL | q | VDC   |
|----|--------------------|--|--|--|-------|-------|---|-------|
| 1  | 9.7                |  |  |  | 9.555 | 19.25 | 1 | 19.25 |
| 2  |                    |  |  |  |       |       |   | 19.25 |
|    |                    |  |  |  |       | 19.25 |   |       |

PCI= 80.75

### Cuadro N° 12 Determinación de índice de condición de pavimento

#### RESUMEN - DETERMINACION DEL INDICE DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) ASTM D - 5340

Región Ucayali  
 Provincia Coronel Portillo  
 Vía Avenida Saenz Peña

| Progresiva/cuadra/id |      | Area  | Tipo de deterioro registrado |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | VDT. | VDC. | PCI. | Condición del pavimento |      |      |    |       |   |
|----------------------|------|-------|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|------|------|-------------------------|------|------|----|-------|---|
| Muestra              | UM-1 | 36    | Sever                        | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |      |      |      |                         | 37   | 38   | 39 |       |   |
| del                  | al   | Paños |                              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |                         |      |      |    |       |   |
|                      |      |       | L                            |    |    | 2  |    |    |    |    | 36 |    | 1  | 36 |    |    |    |    |    |      |      |      |                         | 79.3 | 37.3 | 63 | Bueno |  |
|                      |      |       | M                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |                         |      |      |    |       |   |
|                      |      |       | H                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |                         |      |      |    |       |   |

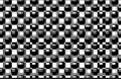
| Progresiva/cuadra/id |      | Area  | Tipo de deterioro registrado |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | VDT. | VDC. | PCI. | Condición del pavimento |      |      |    |       |
|----------------------|------|-------|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|------|------|-------------------------|------|------|----|-------|
| Muestra              | UM-2 | 36    | Sever                        | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |      |      |      |                         | 37   | 38   | 39 |       |
| del                  | al   | Paños |                              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |                         |      |      |    |       |
|                      |      |       | L                            |    |    | 2  |    |    |    |    | 28 |    |    | 36 |    |    |    |    |    |      |      |      |                         | 75.8 | 35.6 | 64 | Bueno |
|                      |      |       | M                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |                         |      |      |    |       |
|                      |      |       | H                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |                         |      |      |    |       |

| Progresiva/cuadra/id |      | Area  | Tipo de deterioro registrado |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | VDT. | VDC. | PCI. | Condición del pavimento |      |      |    |       |
|----------------------|------|-------|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|------|------|-------------------------|------|------|----|-------|
| Muestra              | UM-3 | 36    | Sever                        | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |      |      |      |                         | 37   | 38   | 39 |       |
| del                  | al   | Paños |                              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |                         |      |      |    |       |
|                      |      |       | L                            |    |    | 2  |    |    |    |    | 36 |    | 2  | 36 |    |    |    |    |    |      |      |      |                         | 79.3 | 37.3 | 63 | Bueno |
|                      |      |       | M                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |                         |      |      |    |       |
|                      |      |       | H                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |                         |      |      |    |       |

| Progresiva/cuadra/id |      | Area  | Tipo de deterioro registrado |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | VDT. | VDC. | PCI. | Condición del pavimento |      |      |    |           |
|----------------------|------|-------|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|------|------|-------------------------|------|------|----|-----------|
| Muestra              | UM-4 | 36    | Sever                        | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |      |      |      |                         | 37   | 38   | 39 |           |
| del                  | al   | Paños |                              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |                         |      |      |    |           |
|                      |      |       | L                            |    |    | 2  |    |    |    |    | 28 |    |    | 36 |    |    |    |    |    |      |      |      |                         | 19.3 | 19.3 | 81 | Muy Bueno |
|                      |      |       | M                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |                         |      |      |    |           |
|                      |      |       | H                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |                         |      |      |    |           |

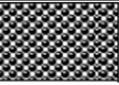
| Progresiva/cuadra/id |         | Area     | Tipo de deterioro registrado |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | VDT. | VDC. | PCI. | Condición del pavimento |  |      |      |    |          |   |
|----------------------|---------|----------|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|------|------|-------------------------|--|------|------|----|----------|---|
| Muestra del          | UM-5 al | 44 Paños | Severí                       | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |      |      |      |                         |  | 37   | 38   | 39 |          |   |
|                      |         |          | L                            |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    | 43 |    |    |    |    |      |      |      |                         |  | 10.3 | 10.3 | 90 | Exelente |  |
|                      |         |          | M                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |                         |  |      |      |    |          |   |
|                      |         |          | H                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |                         |  |      |      |    |          |   |

| Progresiva/cuadra/id |         | Area     | Tipo de deterioro registrado |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | VDT. | VDC. | PCI. | Condición del pavimento |  |      |      |    |           |  |
|----------------------|---------|----------|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|------|------|-------------------------|--|------|------|----|-----------|--|
| Muestra del          | UM-6 al | 42 Paños | Severí                       | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |      |      |      |                         |  | 37   | 38   | 39 |           |  |
|                      |         |          | L                            |    | 2  |    |    |    |    |    |    | 1  | 1  |    | 40 |    |    |    |    |      |      |      |                         |  | 19.3 | 19.3 | 81 | Muy Bueno |  |
|                      |         |          | M                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |                         |  |      |      |    |           |  |
|                      |         |          | H                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |                         |  |      |      |    |           |  |

| Progresiva/cuadra/id |         | Area     | Tipo de deterioro registrado |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | VDT. | VDC. | PCI. | Condición del pavimento |  |      |      |    |       |  |
|----------------------|---------|----------|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|------|------|-------------------------|--|------|------|----|-------|--|
| Muestra del          | UM-7 al | 70 Paños | Severí                       | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |      |      |      |                         |  | 37   | 38   | 39 |       |  |
|                      |         |          | L                            |    |    |    |    |    | 8  |    |    |    |    | 1  | 70 |    |    |    |    |      |      |      |                         |  | 51.1 | 37.3 | 63 | Bueno |  |
|                      |         |          | M                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |                         |  |      |      |    |       |  |
|                      |         |          | H                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |                         |  |      |      |    |       |  |

| Progresiva/cuadra/id |         | Area     | Tipo de deterioro registrado |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | VDT. | VDC. | PCI. | Condición del pavimento |  |      |      |    |           |  |
|----------------------|---------|----------|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|------|------|-------------------------|--|------|------|----|-----------|--|
| Muestra del          | UM-8 al | 66 Paños | Severí                       | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |      |      |      |                         |  | 37   | 38   | 39 |           |  |
|                      |         |          | L                            |    | 2  |    |    |    |    |    |    | 11 |    |    | 66 |    |    |    |    |      |      |      |                         |  | 53.4 | 24.3 | 76 | Muy Bueno |  |
|                      |         |          | M                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |                         |  |      |      |    |           |  |
|                      |         |          | H                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |                         |  |      |      |    |           |  |

| Progresiva/cuadra/id |         | Area     | Tipo de deterioro registrado |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | VDT. | VDC. | PCI. | Condición del pavimento |  |      |      |    |           |  |
|----------------------|---------|----------|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|------|------|-------------------------|--|------|------|----|-----------|--|
| Muestra del          | UM-9 al | 50 Paños | Severí                       | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |      |      |      |                         |  | 37   | 38   | 39 |           |  |
|                      |         |          | L                            |    |    |    |    |    |    |    |    | 8  |    |    | 50 |    |    |    |    |      |      |      |                         |  | 54.0 | 24.4 | 76 | Muy Bueno |  |
|                      |         |          | M                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |                         |  |      |      |    |           |  |
|                      |         |          | H                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |                         |  |      |      |    |           |  |

| Progresiva/cuadra/id |          | Area     | Tipo de detriero registrado |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | VDT. | VDC. | PCI. | Condición del pavimento |      |    |  |
|----------------------|----------|----------|-----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|------|------|-------------------------|------|----|--|
| Muestra del          | UM-10 al | 62 Paños | Severí                      | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |      |      |      |                         | 37   | 38 | 39   |
|                      |          |          | L<br>M<br>H                 | 1  |    |    |    |    |    | 5  |    |    | 62 |    |    |    |    |    |    |      |      |      | 19.3                    | 19.3 | 81 | Exelente  |

**Condición del pavimento**

|  |           |                  |  |
|--|-----------|------------------|--|
| <b>INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO PROMEDIO - PCI Prom:</b> | <b>74</b> | <b>Muy Bueno</b> |  |
|--|-----------|------------------|--|

## 5.2 Análisis de resultados.

### Cuadro N° 13 Análisis de varianza

#### ANOVA de un factor

PCI

|              | Suma de cuadrados | gl  | Media cuadrática | F      | Sig. |
|--------------|-------------------|-----|------------------|--------|------|
| Inter-grupos | 7202.280          | 6   | 1200.380         | 17.494 | .000 |
| Intra-grupos | 44532.560         | 649 | 68.617           |        |      |
| Total        | 51734.840         | 655 |                  |        |      |

El análisis de varianza revela que si hay influencia de las patologías encontradas en el PCI de la avenida Sáenz Peña debido a que se muestra una significancia de  $0.00 < 0.05$

## Diferencia de medias

**Cuadro N°14 Prueba de diferencia de medias**

| PCI                         |                         |                 |                              |         |         |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------------|---------|---------|
|                             | Patologías del concreto | N               | Subconjunto para alfa = 0.05 |         |         |
|                             | Rigido                  |                 | 1                            | 2       | 3       |
| HSD de Tukey <sup>a,b</sup> | Parqueo pequeño         | 5               | 63.0000                      |         |         |
|                             | Losa dividida           | 8               | 63.5000                      |         |         |
|                             | Grieta lineal           | 154             | 65.6688                      | 65.6688 |         |
|                             | Sello de junta          | 9               | 66.0000                      | 66.0000 |         |
|                             | Pulimiento de agregado  | 472             | 72.6208                      | 72.6208 | 72.6208 |
|                             | Grieta de esquina       | 6               |                              | 79.3333 | 79.3333 |
|                             | Parqueo grande          | 2               |                              |         | 81.0000 |
|                             | Sig.                    |                 | .377                         | .054    | .552    |
|                             | Duncan <sup>a,b</sup>   | Parqueo pequeño | 5                            | 63.0000 |         |
| Losa dividida               |                         | 8               | 63.5000                      |         |         |
| Grieta lineal               |                         | 154             | 65.6688                      |         |         |
| Sello de junta              |                         | 9               | 66.0000                      |         |         |
| Pulimiento de agregado      |                         | 472             | 72.6208                      | 72.6208 |         |
| Grieta de esquina           |                         | 6               |                              | 79.3333 |         |
| Parqueo grande              |                         | 2               |                              | 81.0000 |         |
| Sig.                        |                         |                 | .066                         | .090    |         |

En el cuadro, se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos, donde según Tukey, el Pulimiento de agregado, Grieta de esquina, y Parqueo grande, forman un sub grupo (3) el cual muestra que estas patologías son las que más influyen en el PCI de la Avenida Sáenz Peña. Duncan, comparte la afirmación que se muestra en el análisis para Tukey, pero con menor incidencia formando solo para las patologías citadas un subconjunto de 2 con una confiabilidad del 95 % Esto demuestra que si existe efecto de las patologías en el PCI, pero no altera en demasía la condición del pavimento

## Contrastación de Hipótesis

### Cuadro N° 15 Prueba de hipótesis

|                                   | Prueba para una muestra |     |                     |                         |  |         |
|-----------------------------------|-------------------------|-----|---------------------|-------------------------|--|---------|
|                                   | Valor de prueba = 50    |     |                     |                         |  |         |
|                                   | t                       | gl  | Sig.<br>(bilateral) | Diferencia de<br>medias | 95% Intervalo de confianza<br>para la diferencia |         |
| Inferior                          |                         |     |                     |                         | Superior   |         |
| Patologías del concreto<br>Rígido | -296.400                | 655 | .000                | -19.948                 | -20.08   | -19.82  |
| PCI                               | 59.945                  | 655 | .000                | 20.80030                | 20.1190  | 21.4817 |

Como se puede apreciar  $\alpha = 0.00 < 0.05$ , por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y aceptamos que las patologías encontradas a lo largo de todas las muestras tomadas de la avenida Saenz Peña no tiene efecto significativo en el índice de condición del pavimento tomando como valor de prueba un PCI = 50

## VI. Conclusiones

Los resultados permiten visualizar de una manera clara la influencia que tiene las patologías que se encuentran en la vía con el PCI del mismo por lo que concluye lo siguiente:

- Se llegó a determinar el PCI promedio siendo este igual a 74, que representa una condición de pavimento de muy bueno.
- Existe influencia de las patologías en el PCI en la avenida Sáenz Peña de los cuales los más resaltantes son: Pulimiento de agregado, Grieta de esquina, y Parcheo grande. Pero a su vez esta no condiciona su operabilidad ya que la avenida sigue en condición de muy bueno
- Se acepta la hipótesis de investigación o hipótesis alterna que plantea que el PCI para la avenida Sáenz Peña es mayor a 50. Puesto que el valor de alfa resultante fue menor que 0.05.
- De acuerdo con análisis de diferencias de medias para Tukey y Duncan las patologías que más influyen en el PCI en la avenida Sáenz Peña son Pulimiento de agregado, Grieta de esquina, Parcheo grande; seguido de Grieta lineal, Sello de junta, y con mucha menos influencia que las anteriores, Parcheo pequeño, y losa dividida

## Referencias bibliográficas:

Robles R. Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI) Barranco - Surco – Lima [Tesis para la obtención del título de Ingeniero Civil]. Lima Perú. Universidad Ricardo Palma Lima 2016.

Ruiz C. Análisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos. [Tesis para la obtención del título de Ingeniero Civil]. Sangolquí, Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército; 2011. [seriada en línea] 2010 [citado junio 10] disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3033/1/T-ESPE-030924.pdf>

Toirac J. Patología de Pavimentos en Obras de Concreto Rígido. Redalyc [Serie en Internet].2004 Ene [citado 22 Set 2006]; 29(2): 45. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87029104>

Estrada B. Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del Pavimento y Condición Operacional de la superficie de la pista en la avenida Tupac Amaru, distrito de Manantay, provincia de coronel portillo, departamento de Ucayali, abril 2016” [Tesis para optar el título de ingeniero civil]. Nuevo Chimbote. Uladech, 2016

Saenz B. Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del Pavimento y Condición Operacional en las principales pistas de la urbanización Casuarinas Primera Etapa - distrito de Nuevo Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash, Julio 2014” [Tesis para optar el título de ingeniero civil]. Nuevo Chimbote. Uladech, 2014.

Quiñones J. Patologías del concreto para obtener el índice estructural del pavimento y la condición de la superficie. Revista IN CRESCENDO - Ingeniería, Vol 1 - No 1, 2014, pp. 11-24

Rodríguez Y. Evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método del pavement condition index (PCI), en las pistas del barrio el triunfo, distrito de

Carhuaz, provincia de Carhuaz, región Ancash, diciembre 2015. [Tesis para optar el título de ingeniero civil]. Huaraz. Uladech, 2016.

Espinoza T. Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos rígidos de la provincia de Huancabamba, departamento de Piura. [Tesis para optar el título de ingeniero civil]. Piura. Uladech, 2010.

Tananta D. Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de las pistas del jirón Huáscar, distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, abril – 2016. [Tesis para optar el título de ingeniero civil]. Ucayali. Uladech, 2016.

Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica, Catálogo de Deterioros de Pavimentos Rígidos, Colección de Documentos, Volumen N°12, 2002.

Godoy A. Ramírez R. Patología de pavimentos rígidos de la ciudad de asunción. Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Asunción - Campus Universitario San Lorenzo 2010.

Argos. Tipos de deterioro en pavimentos de concreto (sf)

## Anexos

### Anexo 1 Análisis de comparaciones múltiples para patologías más representativas en la avenida Sáenz Peña

#### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: PCI

|                 | (I)Patologías del<br>concreto Rígido | (J)Patologías del<br>concreto Rígido | Diferencia<br>de medias<br>(I-J) | Error<br>típ. | Sig.  | Intervalo de confianza<br>95% |                    |
|-----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---------------|-------|-------------------------------|--------------------|
|                 |                                      |                                      |                                  |               |       | Límite<br>inferior            | Límite<br>superior |
| DHS de<br>Tukey |                                      | Losa dividida                        | 15.8333*                         | 4.4736<br>3   | .008  | 2.6021                        | 29.0646            |
|                 |                                      | Sello de junta                       | 13.3333*                         | 4.3658<br>1   | .038  | .4209                         | 26.2457            |
|                 |                                      | Grieta lineal                        | 13.6645*                         | 3.4469<br>9   | .002  | 3.4696                        | 23.8594            |
|                 |                                      | Parqueo grande                       | -1.6667                          | 6.7634<br>9   | 1.000 | -21.6705                      | 18.3371            |
|                 |                                      | Parqueo pequeño                      | 16.3333*                         | 5.0159<br>4   | .020  | 1.4981                        | 31.1685            |
|                 | Grieta de esquina                    | Pulimiento de<br>agregado            | 6.7126                           | 3.4031<br>7   | .433  | -3.3527                       | 16.7778            |
|                 |                                      | Grieta de esquina                    | -15.8333*                        | 4.4736<br>3   | .008  | -29.0646                      | -2.6021            |
|                 |                                      | Sello de junta                       | -2.5000                          | 4.0250<br>8   | .996  | -14.4046                      | 9.4046             |
|                 |                                      | Grieta lineal                        | -2.1688                          | 3.0037<br>8   | .991  | -11.0529                      | 6.7152             |
|                 |                                      | Parqueo grande                       | -17.5000                         | 6.5487<br>2   | .107  | -36.8686                      | 1.8686             |
|                 | Losa dividida                        | Parqueo pequeño                      | .5000                            | 4.7223<br>5   | 1.000 | -13.4669                      | 14.4669            |
|                 |                                      | Pulimiento de<br>agregado            | -9.1208*                         | 2.9533<br>9   | .034  | -17.8558                      | -.3858             |
|                 |                                      | Grieta de esquina                    | -13.3333*                        | 4.3658<br>1   | .038  | -26.2457                      | -.4209             |
|                 |                                      | Sello de junta                       |                                  |               |       |                               |                    |
|                 |                                      | Losa dividida                        | 2.5000                           | 4.0250<br>8   | .996  | -9.4046                       | 14.4046            |

|                 |                           |           |             |       |          |         |
|-----------------|---------------------------|-----------|-------------|-------|----------|---------|
|                 | Grieta lineal             | .3312     | 2.8407<br>2 | 1.000 | -8.0706  | 8.7329  |
|                 | Parcheo grande            | -15.0000  | 6.4755<br>5 | .238  | -34.1522 | 4.1522  |
|                 | Parcheo pequeño           | 3.0000    | 4.6203<br>4 | .995  | -10.6652 | 16.6652 |
|                 | Pulimiento de<br>agregado | -6.6208   | 2.7873<br>8 | .211  | -14.8648 | 1.6232  |
|                 | Grieta de esquina         | -13.6645* | 3.4469<br>9 | .002  | -23.8594 | -3.4696 |
|                 | Losa dividida             | 2.1688    | 3.0037<br>8 | .991  | -6.7152  | 11.0529 |
|                 | Sello de junta            | -.3312    | 2.8407<br>2 | 1.000 | -8.7329  | 8.0706  |
| Grieta lineal   | Parcheo grande            | -15.3312  | 5.8952<br>7 | .127  | -32.7671 | 2.1048  |
|                 | Parcheo pequeño           | 2.6688    | 3.7641<br>7 | .992  | -8.4641  | 13.8018 |
|                 | Pulimiento de<br>agregado | -6.9519*  | .76873      | .000  | -9.2255  | -4.6783 |
|                 | Grieta de esquina         | 1.6667    | 6.7634<br>9 | 1.000 | -18.3371 | 21.6705 |
|                 | Losa dividida             | 17.5000   | 6.5487<br>2 | .107  | -1.8686  | 36.8686 |
|                 | Sello de junta            | 15.0000   | 6.4755<br>5 | .238  | -4.1522  | 34.1522 |
| Parcheo grande  | Grieta lineal             | 15.3312   | 5.8952<br>7 | .127  | -2.1048  | 32.7671 |
|                 | Parcheo pequeño           | 18.0000   | 6.9305<br>1 | .128  | -2.4978  | 38.4978 |
|                 | Pulimiento de<br>agregado | 8.3792    | 5.8697<br>5 | .787  | -8.9812  | 25.7397 |
|                 | Grieta de esquina         | -16.3333* | 5.0159<br>4 | .020  | -31.1685 | -1.4981 |
|                 | Losa dividida             | -.5000    | 4.7223<br>5 | 1.000 | -14.4669 | 13.4669 |
| Parcheo pequeño | Sello de junta            | -3.0000   | 4.6203<br>4 | .995  | -16.6652 | 10.6652 |
|                 | Grieta lineal             | -2.6688   | 3.7641<br>7 | .992  | -13.8018 | 8.4641  |

|                           |                           |          |             |      |          |         |
|---------------------------|---------------------------|----------|-------------|------|----------|---------|
|                           | Parcheo grande            | -18.0000 | 6.9305<br>1 | .128 | -38.4978 | 2.4978  |
|                           | Pulimiento de<br>agregado | -9.6208  | 3.7240<br>9 | .133 | -20.6352 | 1.3936  |
|                           | Grieta de esquina         | -6.7126  | 3.4031<br>7 | .433 | -16.7778 | 3.3527  |
|                           | Losa dividida             | 9.1208*  | 2.9533<br>9 | .034 | .3858    | 17.8558 |
| Pulimiento de<br>agregado | Sello de junta            | 6.6208   | 2.7873<br>8 | .211 | -1.6232  | 14.8648 |
|                           | Grieta lineal             | 6.9519*  | .76873      | .000 | 4.6783   | 9.2255  |
|                           | Parcheo grande            | -8.3792  | 5.8697<br>5 | .787 | -25.7397 | 8.9812  |
|                           | Parcheo pequeño           | 9.6208   | 3.7240<br>9 | .133 | -1.3936  | 20.6352 |

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 68.617.

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

## Anexo 2



### UNIVERSIDAD CATOLICA "LOS ANGELES" DE CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICION PARA UNIDAD DE MUESTRA

#### METODO PCI

|           |                             |          |          |           |                  |
|-----------|-----------------------------|----------|----------|-----------|------------------|
| Av.       | Saenz Peña                  |          |          | Nº PAÑOS  | 36               |
| CUADRA    | 1                           | DISTRITO | CALLERIA | PROVINCIA | CORONEL PORTILLO |
| EVALUADOR | BACH. MARIANELLA PEREZ RIOS |          |          |           |                  |

|              |         |
|--------------|---------|
| DIMENSIONES  | 6m x 6m |
| DEPARTAMENTO | UCAYALI |

|                                    |                              |  |
|------------------------------------|------------------------------|--|
| <b>21. Blow Up / Buckling</b>      | <b>28. Grieta Lineal</b>     | <b>35. Cruce de Via ferrea</b>         |
| <b>22. Grieta de Esquina</b>       | <b>29. Parcheo (Grande)</b>  | <b>36. Desconchamiento</b>             |
| <b>23. Losa Divida</b>             | <b>30. Parcheo (Pequeño)</b> | <b>37. Retracción</b>                  |
| <b>24. Grieta de Durabilidad D</b> | <b>31. Pulimento de Agr</b>  | <b>38. Descascaramiento de Esquina</b> |
| <b>25. Escala</b>                  | <b>32. Popouts</b>           | <b>39. descascaramiento de Junta</b>   |
| <b>26. Sello de Junta</b>          | <b>33. Bonbeo</b>            |  |
| <b>27. Desnivel Carril / Berma</b> | <b>34. Punzonamiento</b>     |  |

| A          | B | C | D         |
|------------|---|---|-----------|
| 28L,23L,31 |   |   | <b>1</b>  |
| 28L,31     |   |   | <b>2</b>  |
| 28L,30L,31 |   |   | <b>3</b>  |
| 28L,31     |   |   | <b>4</b>  |
| 28L,31     |   |   | <b>5</b>  |
| 28L,31     |   |   | <b>6</b>  |
| 28L,31     |   |   | <b>7</b>  |
| 28L,31     |   |   | <b>8</b>  |
| 28L,31     |   |   | <b>9</b>  |
| 28L,31     |   |   | <b>10</b> |
| 28L,31     |   |   | <b>11</b> |
| 28L,31     |   |   | <b>12</b> |
| 28L,31     |   |   | <b>13</b> |
| 28L,31     |   |   | <b>14</b> |
| 28L,31     |   |   | <b>15</b> |
| 28L,31     |   |   | <b>16</b> |
| 28L,31     |   |   | <b>17</b> |
| 28L,31     |   |   | <b>18</b> |
|            |   |   | <b>19</b> |
|            |   |   | <b>20</b> |
|            |   |   | <b>21</b> |
|            |   |   | <b>22</b> |
|            |   |   | <b>23</b> |
|            |   |   | <b>24</b> |
|            |   |   | <b>25</b> |
|            |   |   | <b>26</b> |
|            |   |   | <b>27</b> |
|            |   |   | <b>28</b> |

| Nº | TIPO DE DAÑO | N/S | SEVERIDAD | Nº PAÑO | DENSIDAD (%) | V.R  |
|----|--------------|-----|-----------|---------|--------------|------|
| 1  | 28           |     | L         | 36      | 100.00       | 24.1 |
| 2  | 23           |     | L         | 2       | 5.56         | 0    |
| 3  | 30           |     | L         | 1       | 2.78         | 0    |
| 4  | 31           |     | L         | 36      | 100.00       | 9.7  |
| 5  |              |     |           |         | 0.00         |      |
| 6  |              |     |           |         | 0.00         |      |
| 7  |              |     |           |         | 0.00         |      |
| 8  |              |     |           |         | 0.00         |      |
| 9  |              |     |           |         | 0.00         |      |
| 10 |              |     |           |         | 0.00         |      |
| 11 |              |     |           |         | 0.00         |      |
| 12 |              |     |           |         | 0.00         |      |
| 13 |              |     |           |         | 0.00         |      |
| 14 |              |     |           |         | 0.00         |      |
| 15 |              |     |           |         | 0.00         |      |
| 16 |              |     |           |         | 0.00         |      |
| 17 |              |     |           |         | 0.00         |      |
| 18 |              |     |           |         | 0.00         |      |
| 19 |              |     |           |         | 0.00         |      |
| 20 |              |     |           |         | 0.00         |      |











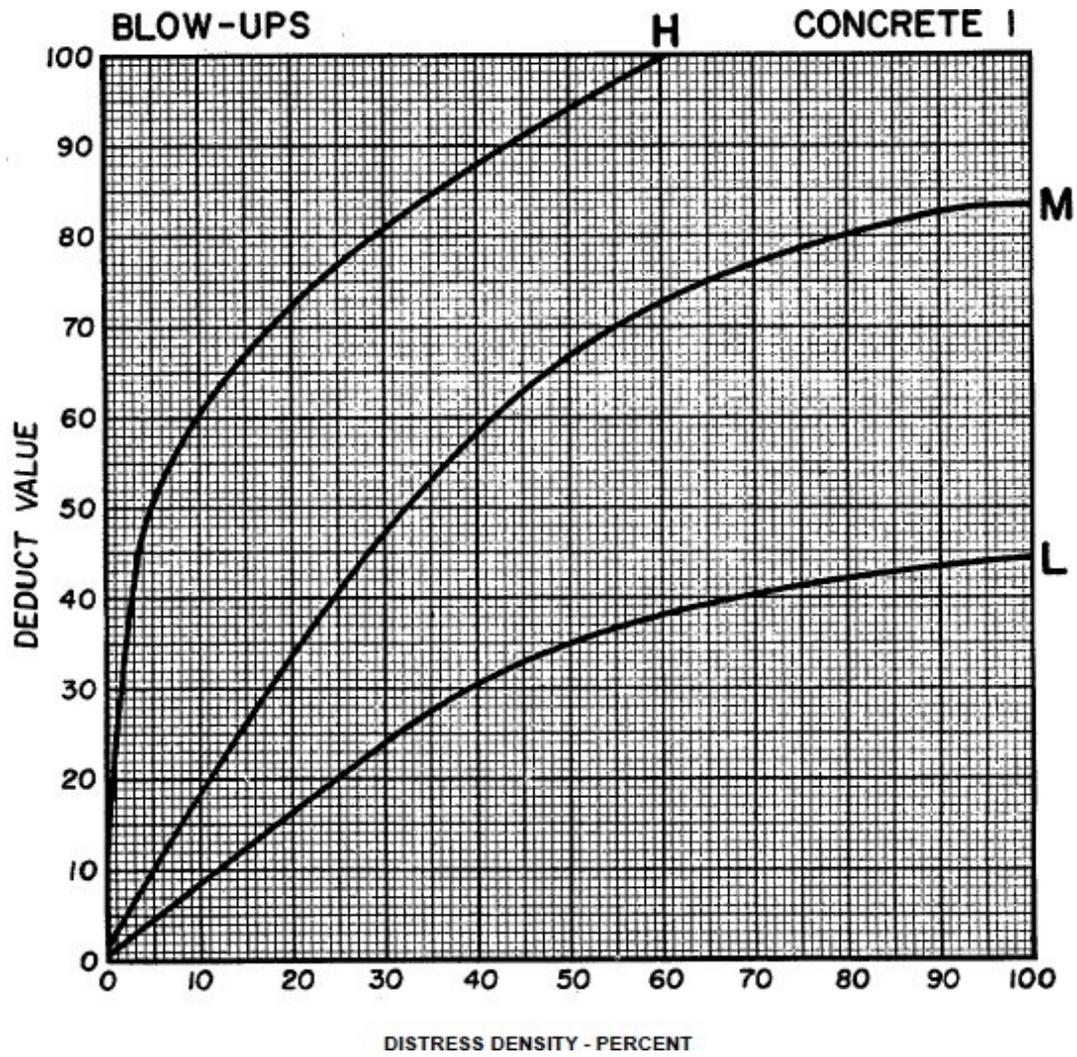


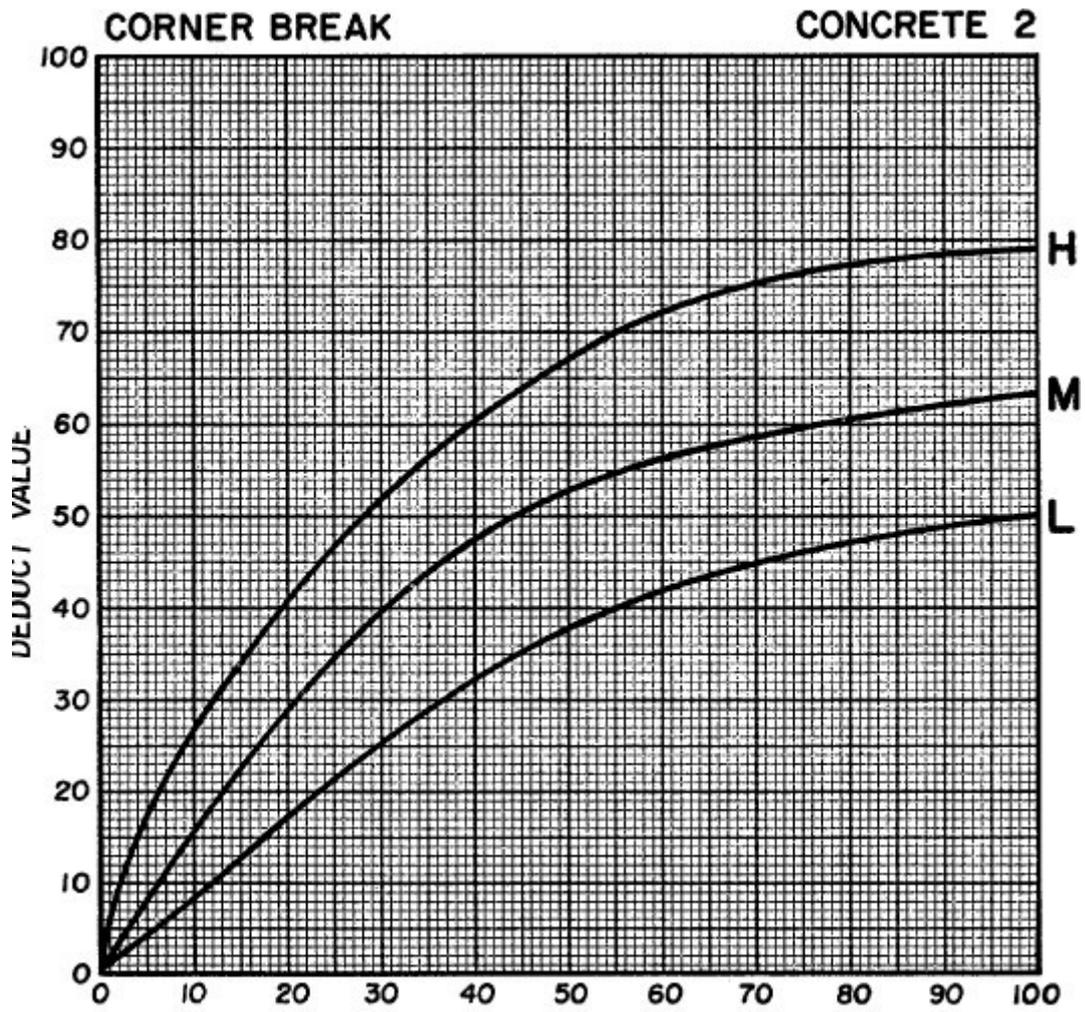


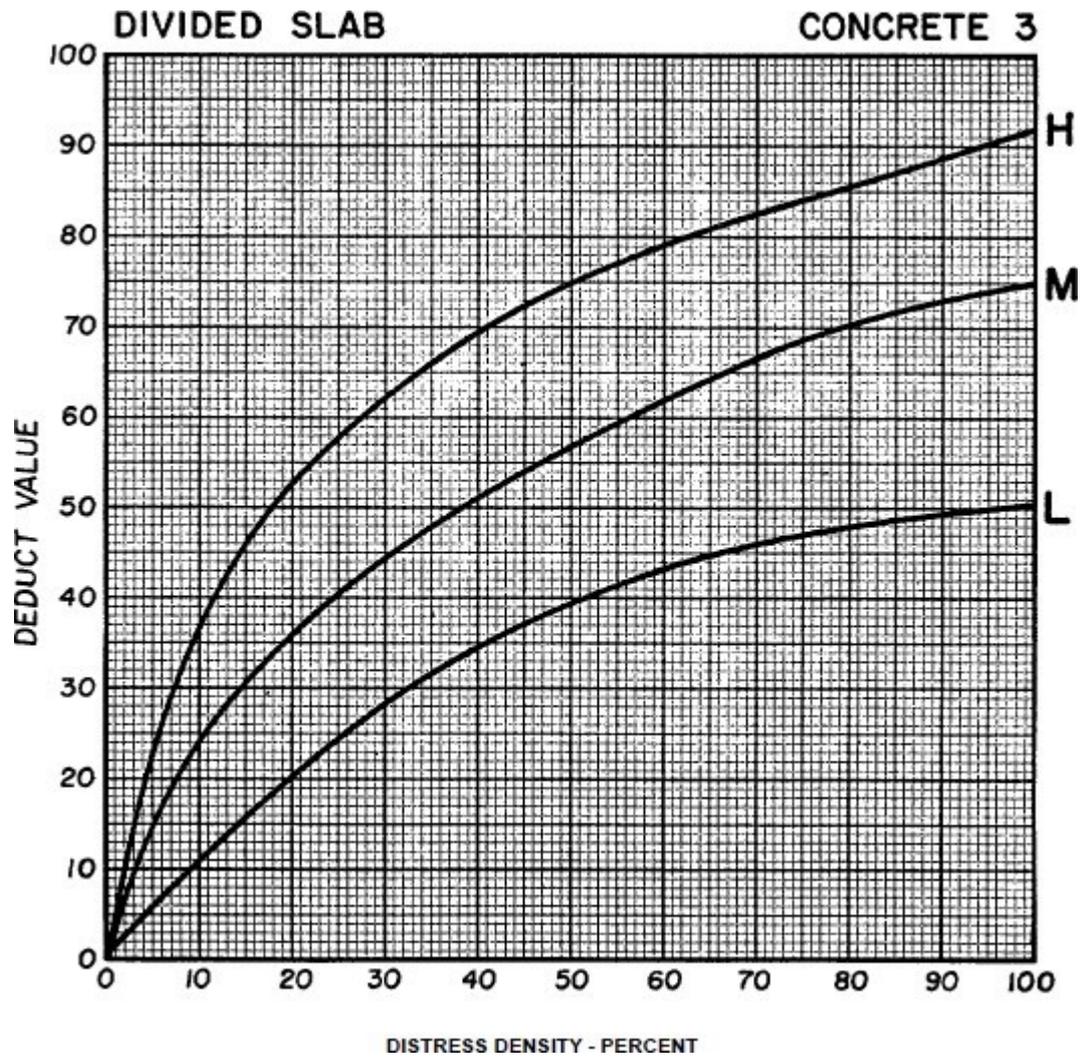


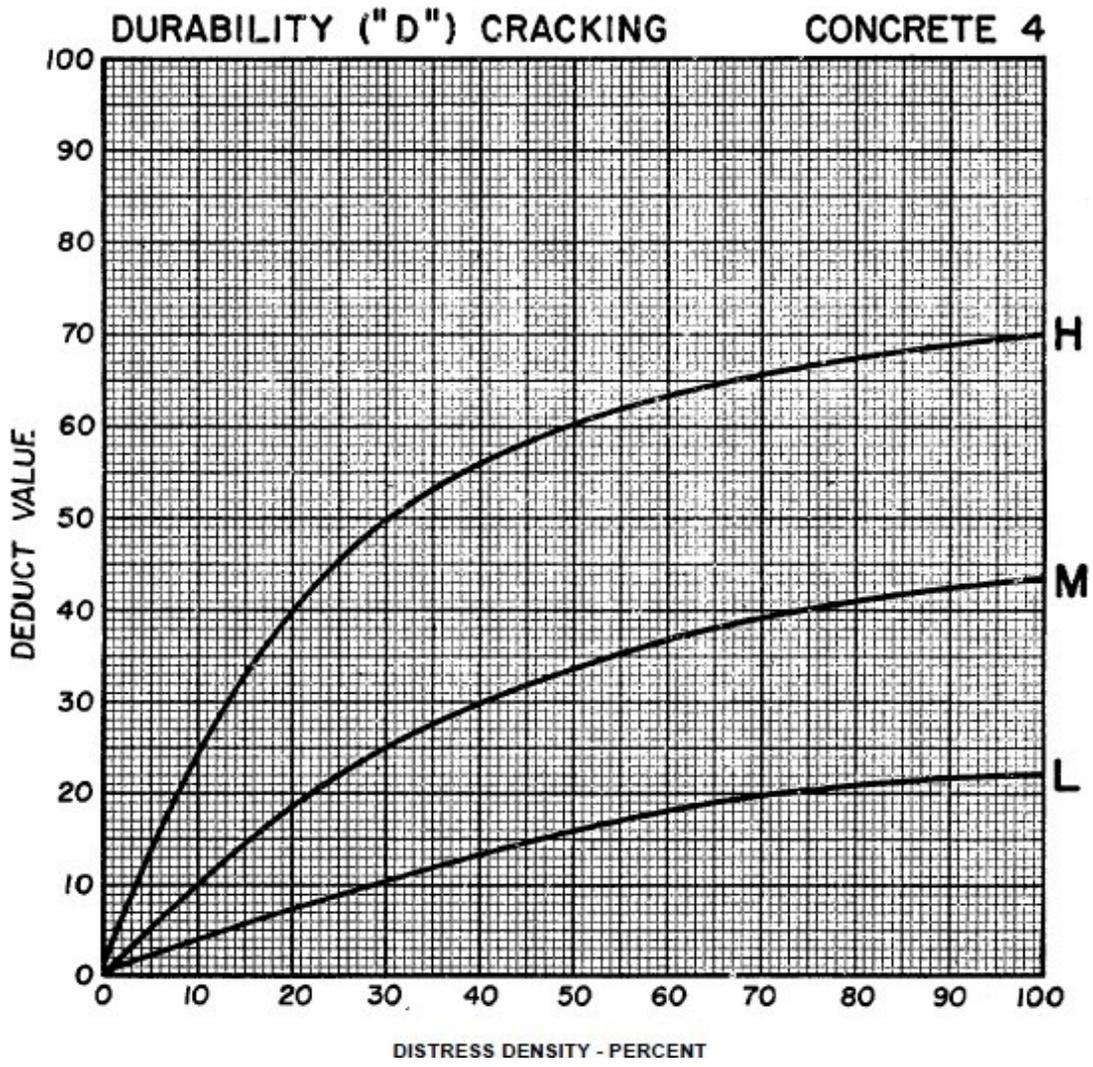


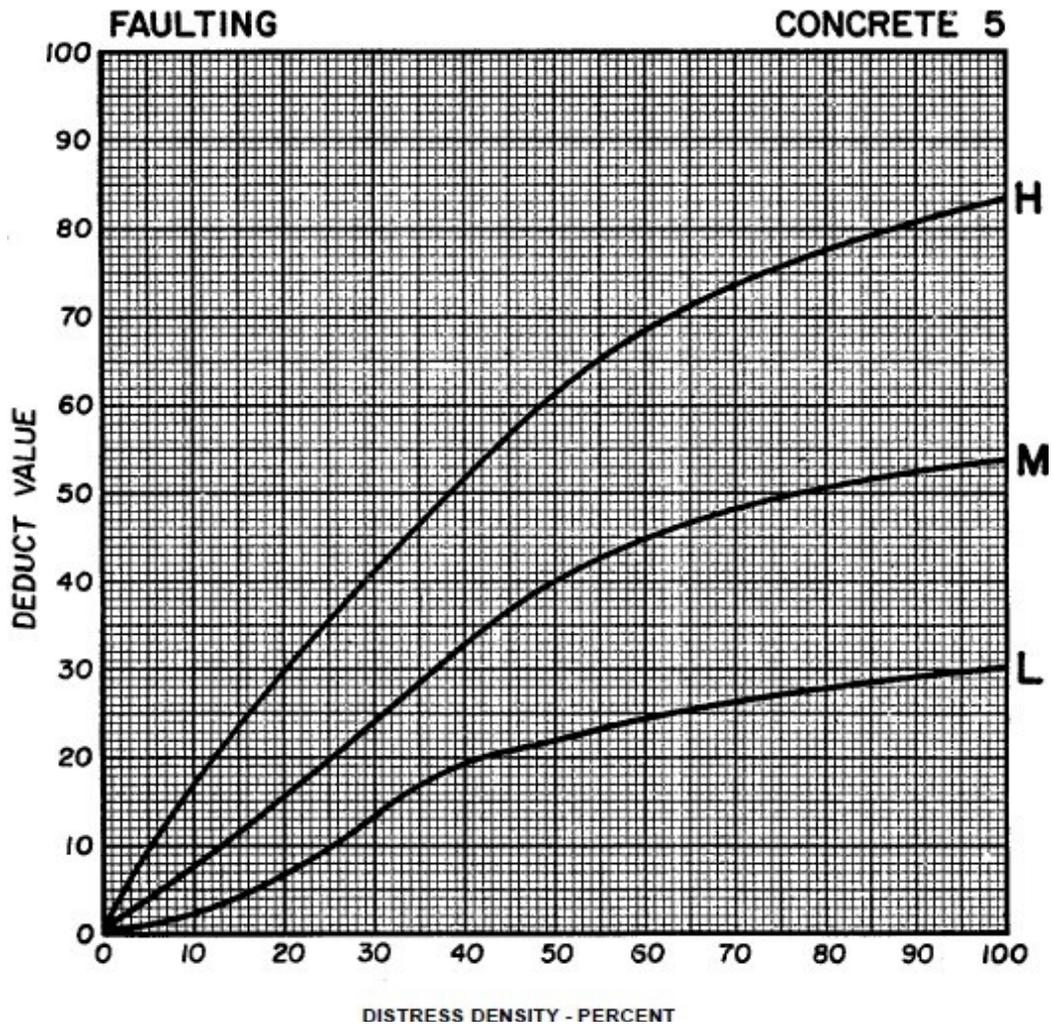
Anexo 3 Gráficos para valores reducidos











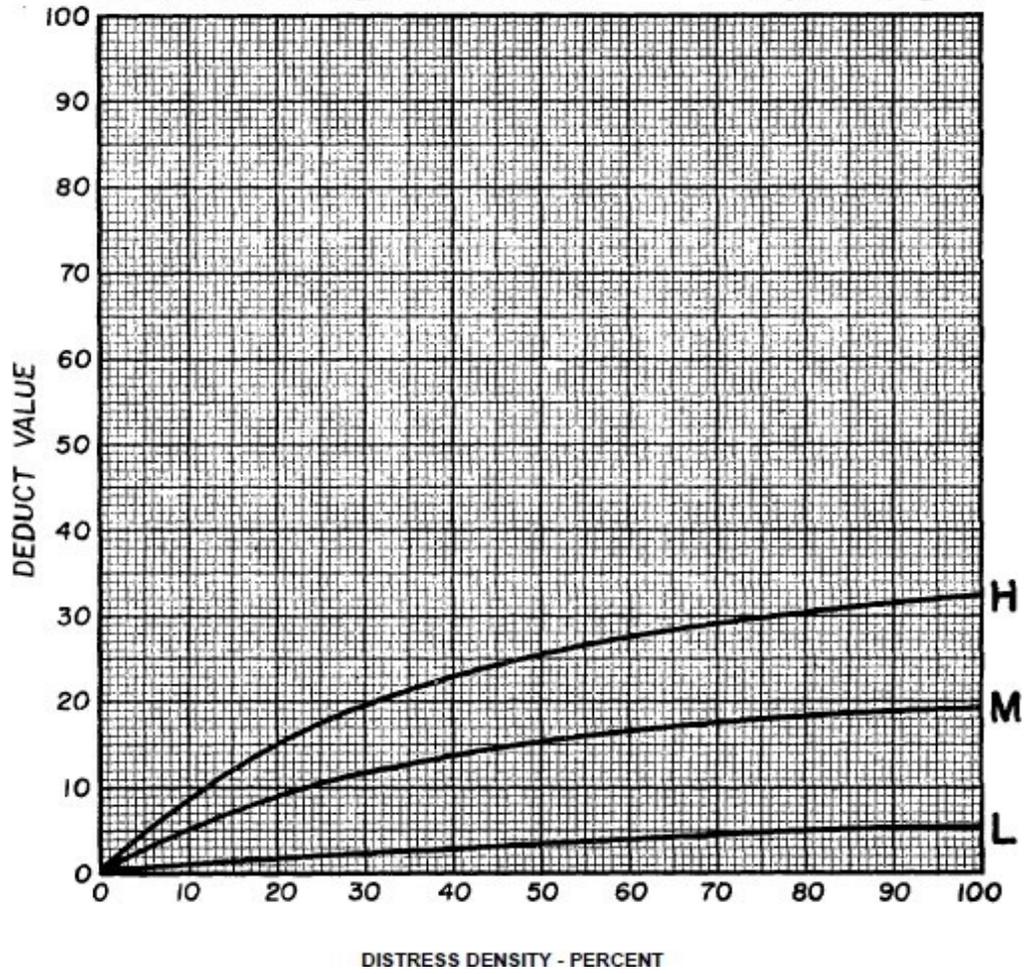
The deduct values for the three levels of severity are:

|        |          |
|--------|----------|
| LOW    | 2 points |
| MEDIUM | 4 points |
| HIGH   | 8 points |

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

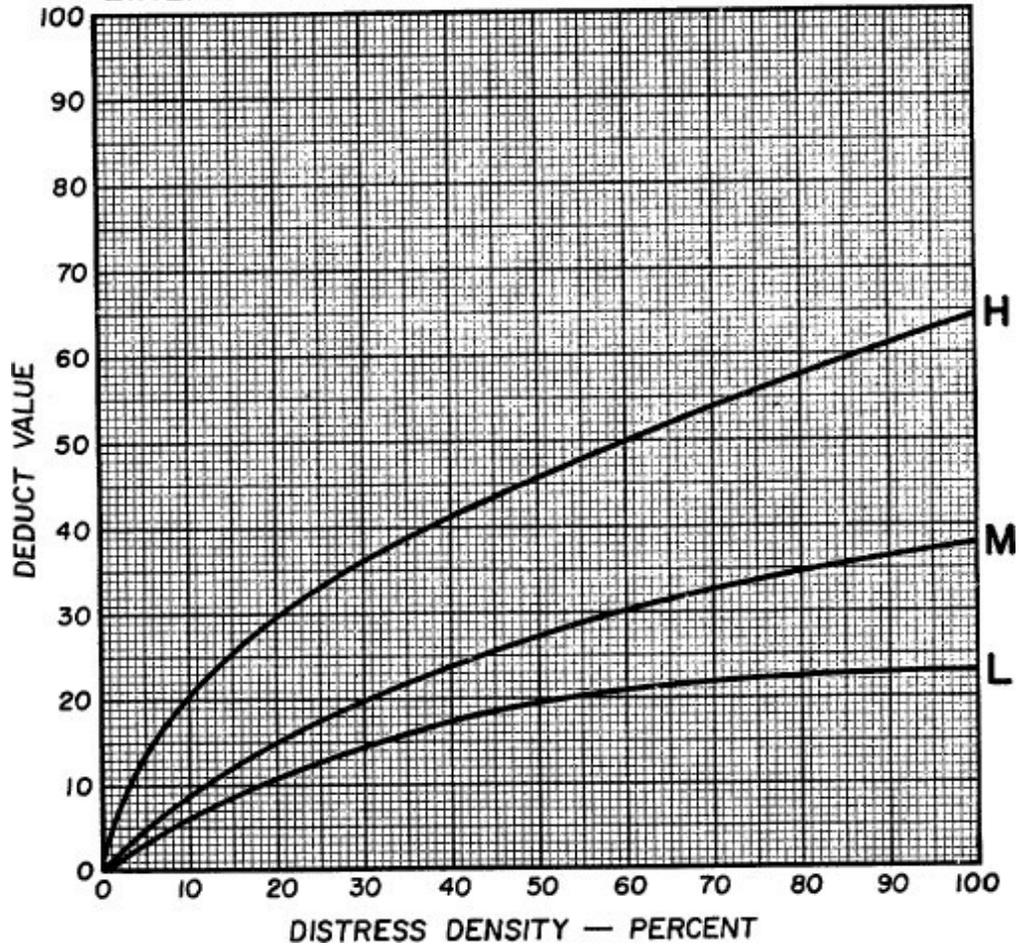
LANE/SHOULDER DROP OFF

CONCRETE 7

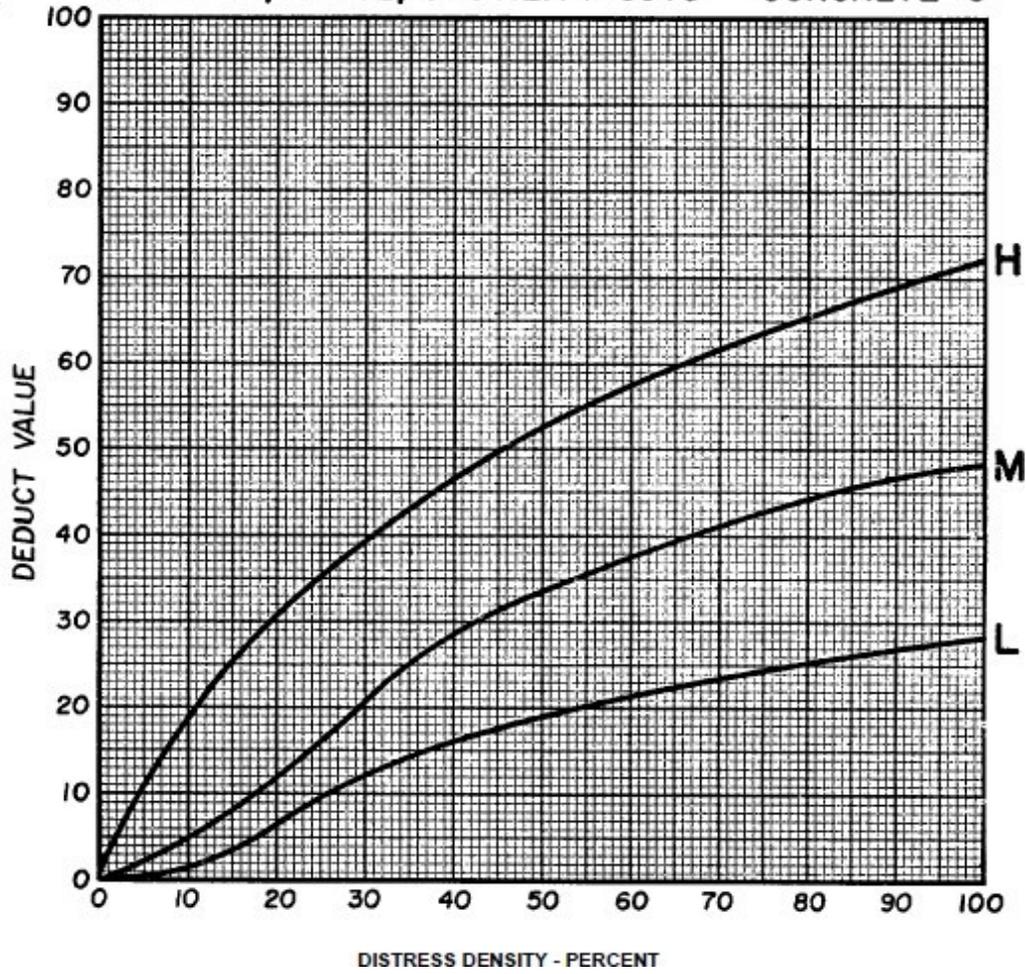


LINEAR CRACKING

CONCRETE 8

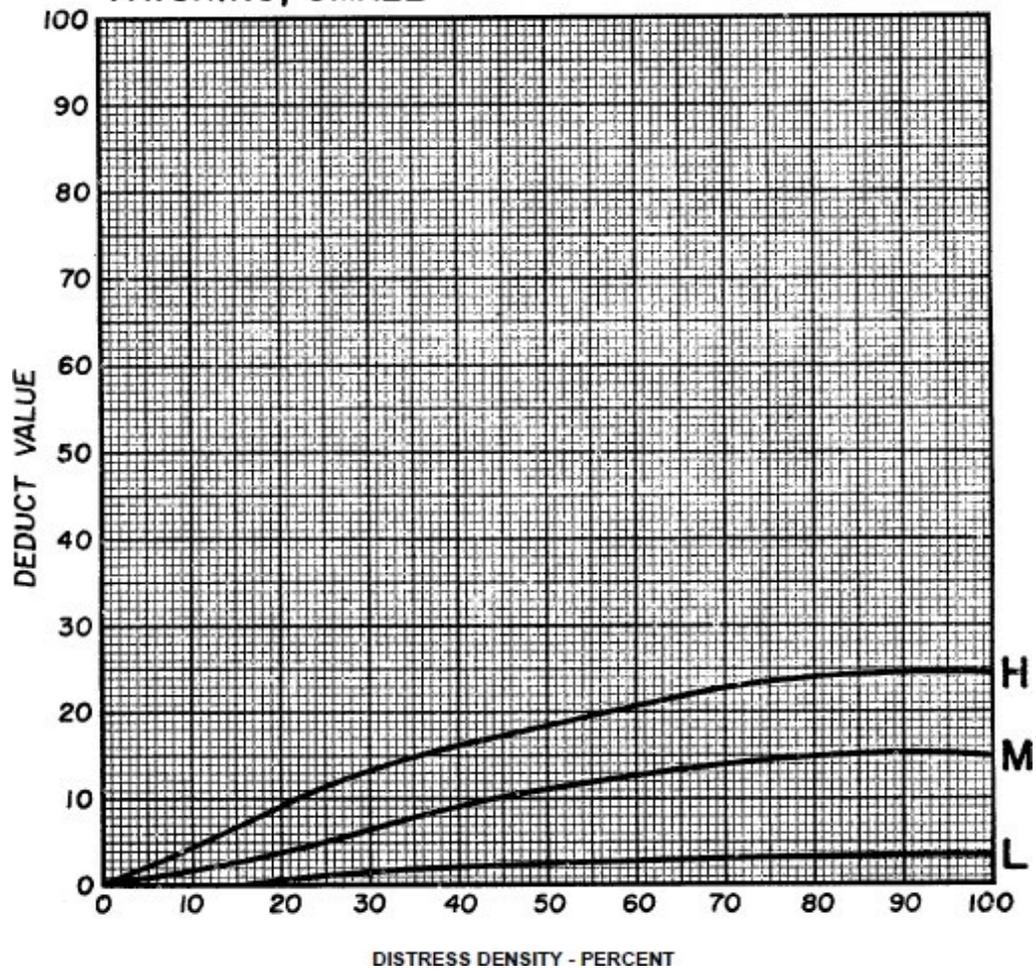


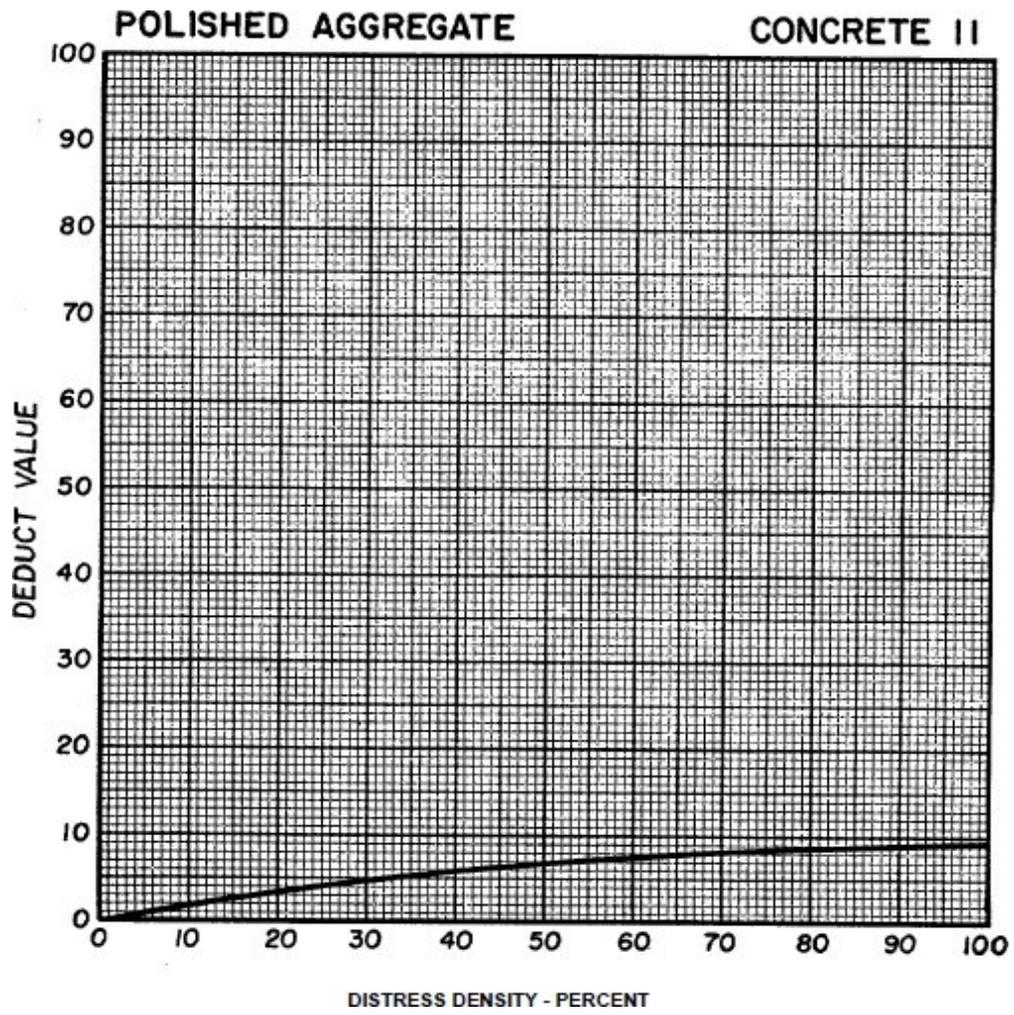
PATCHING, LARGE, & UTILITY CUTS CONCRETE 9

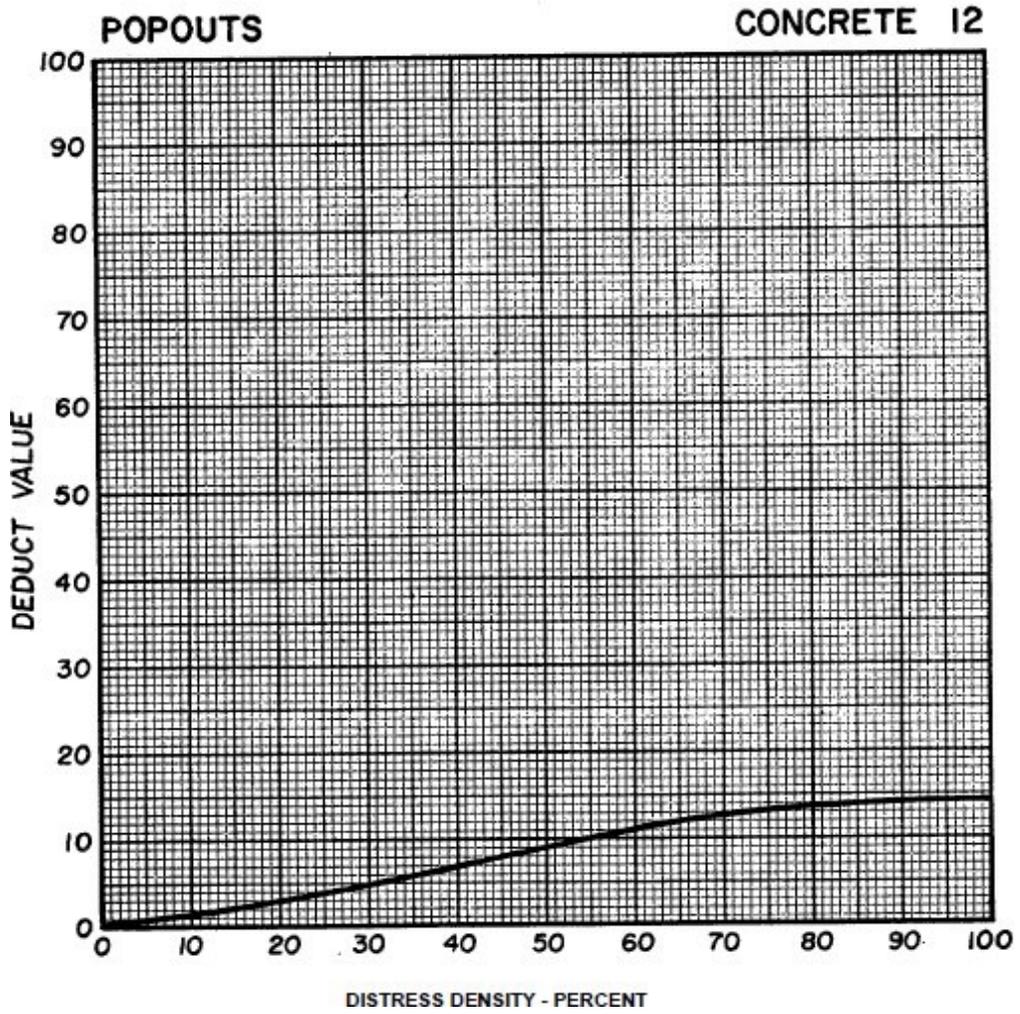


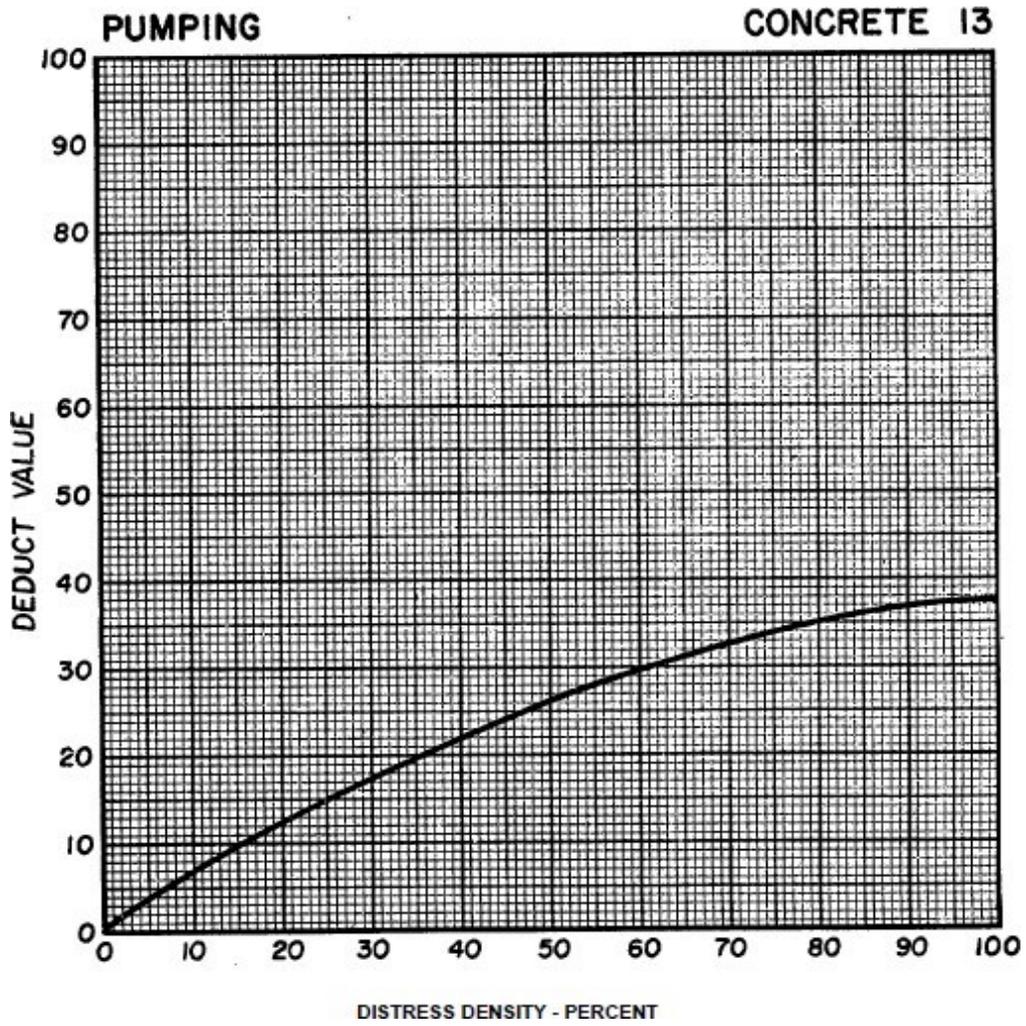
PATCHING, SMALL

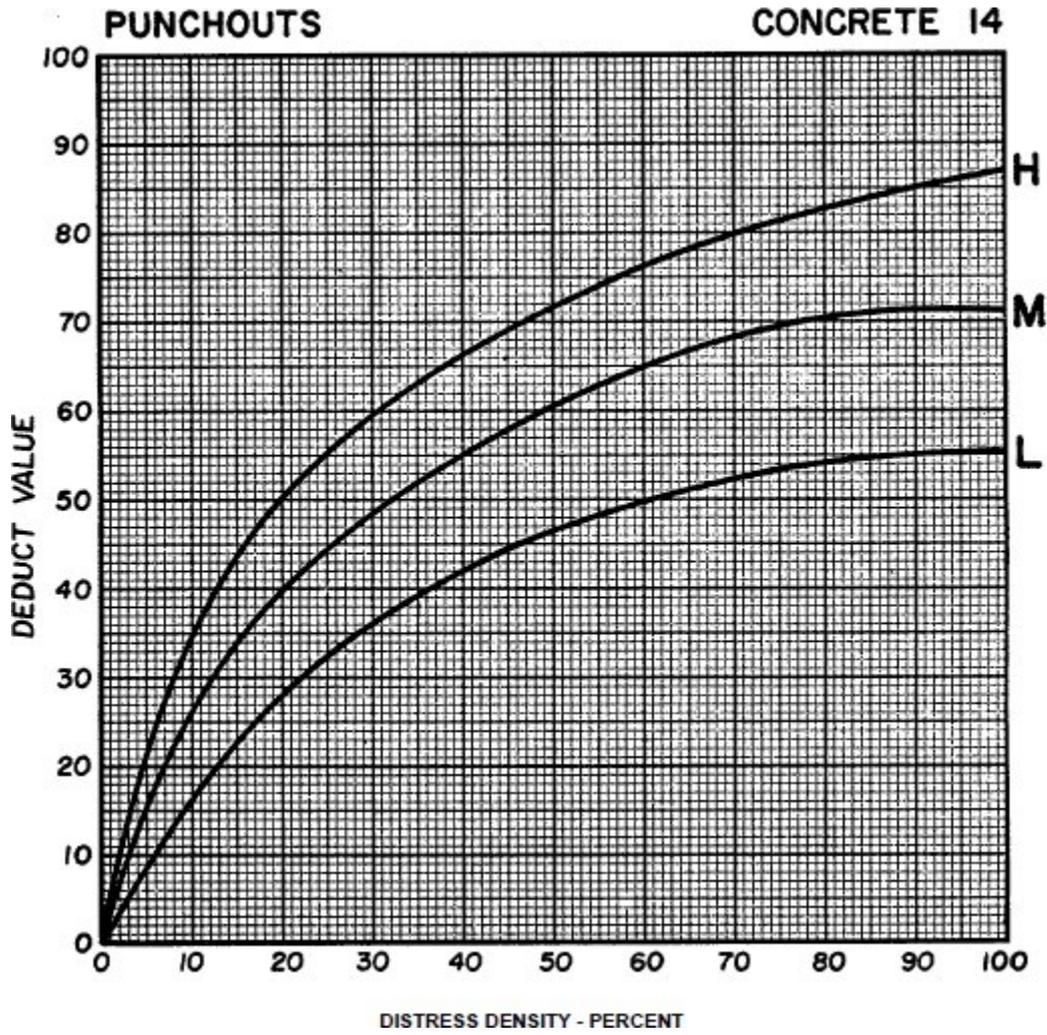
CONCRETE 10





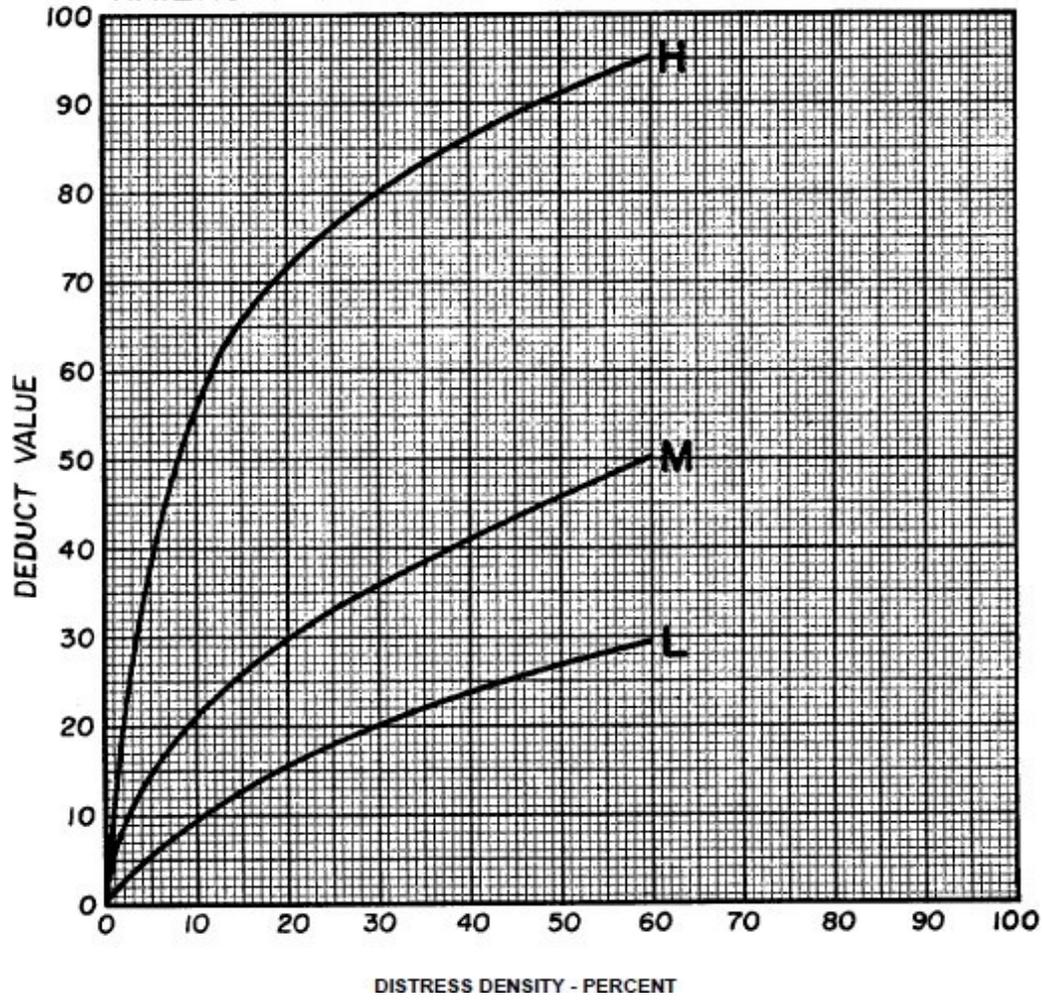






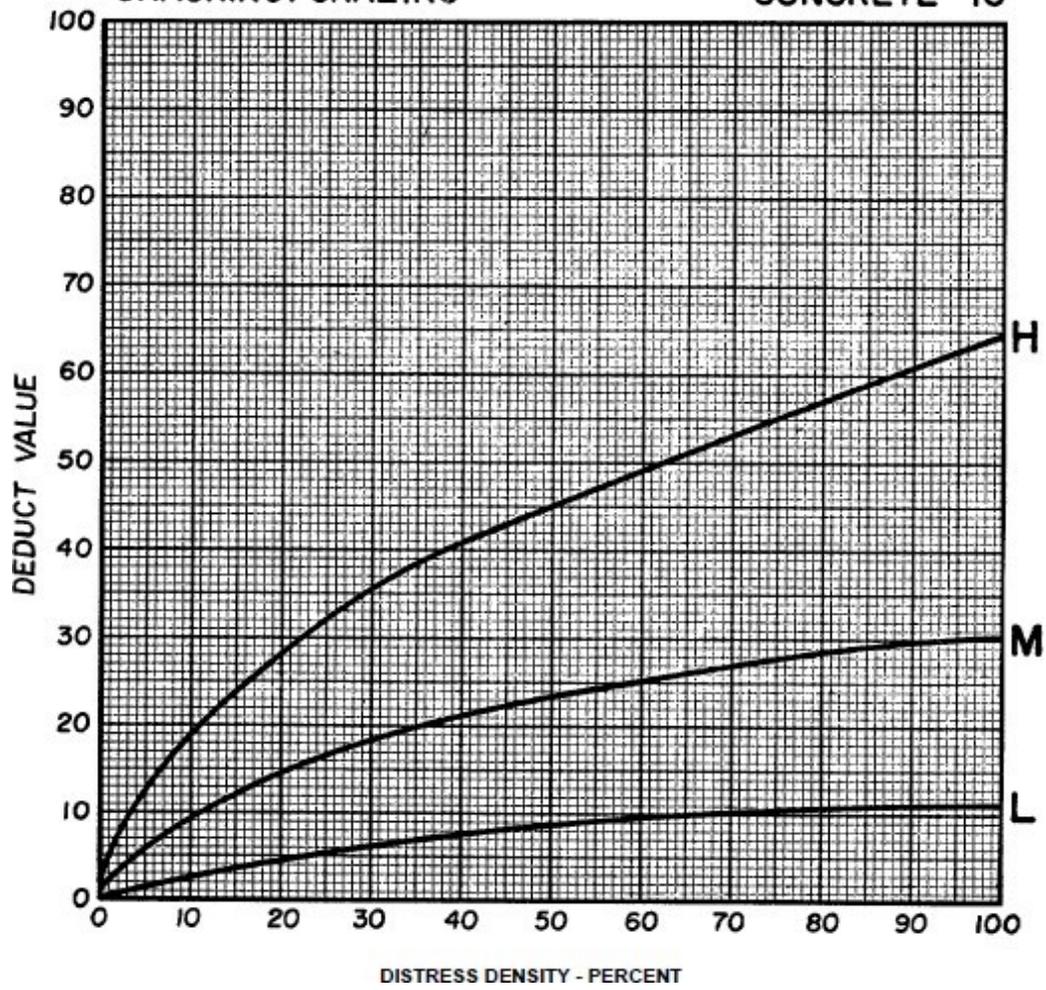
RAILROAD CROSSING

CONCRETE 15



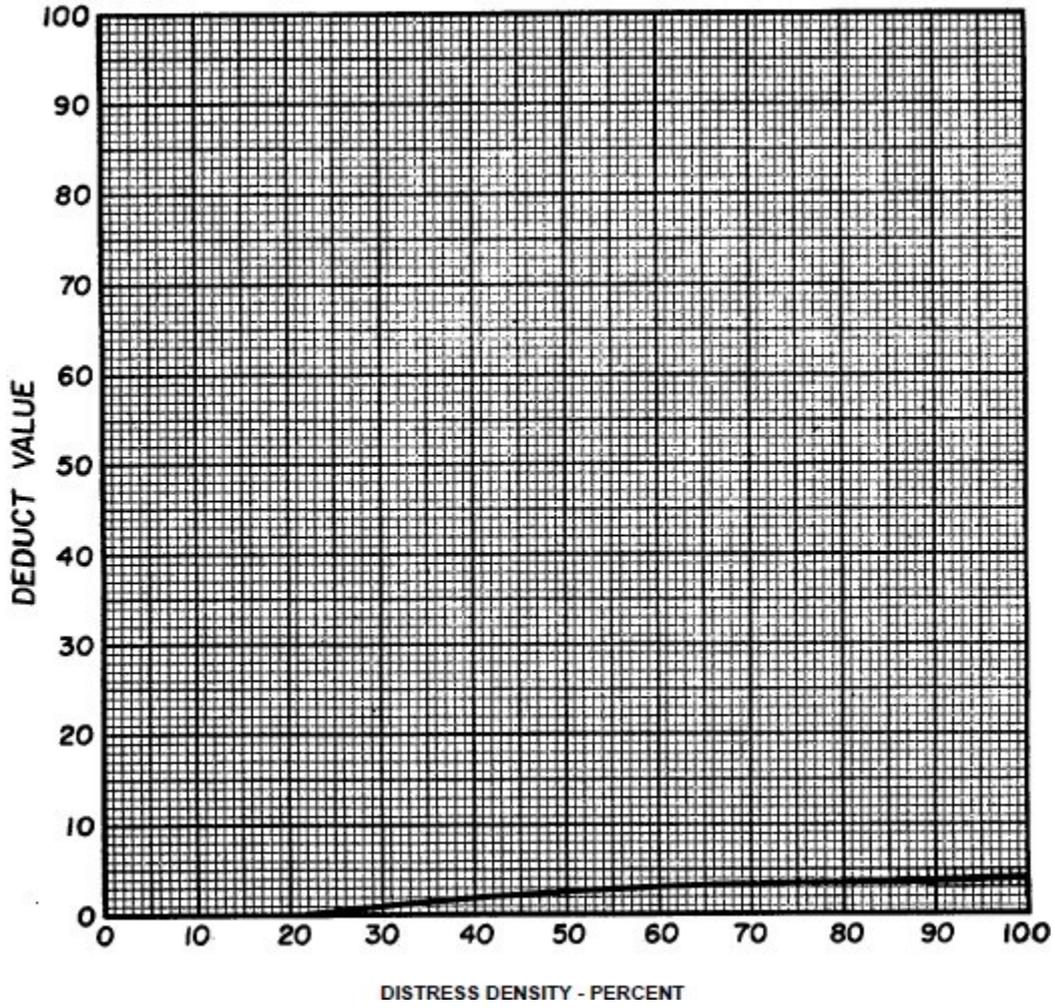
SCALING / MAP  
CRACKING / CRAZING

CONCRETE 16



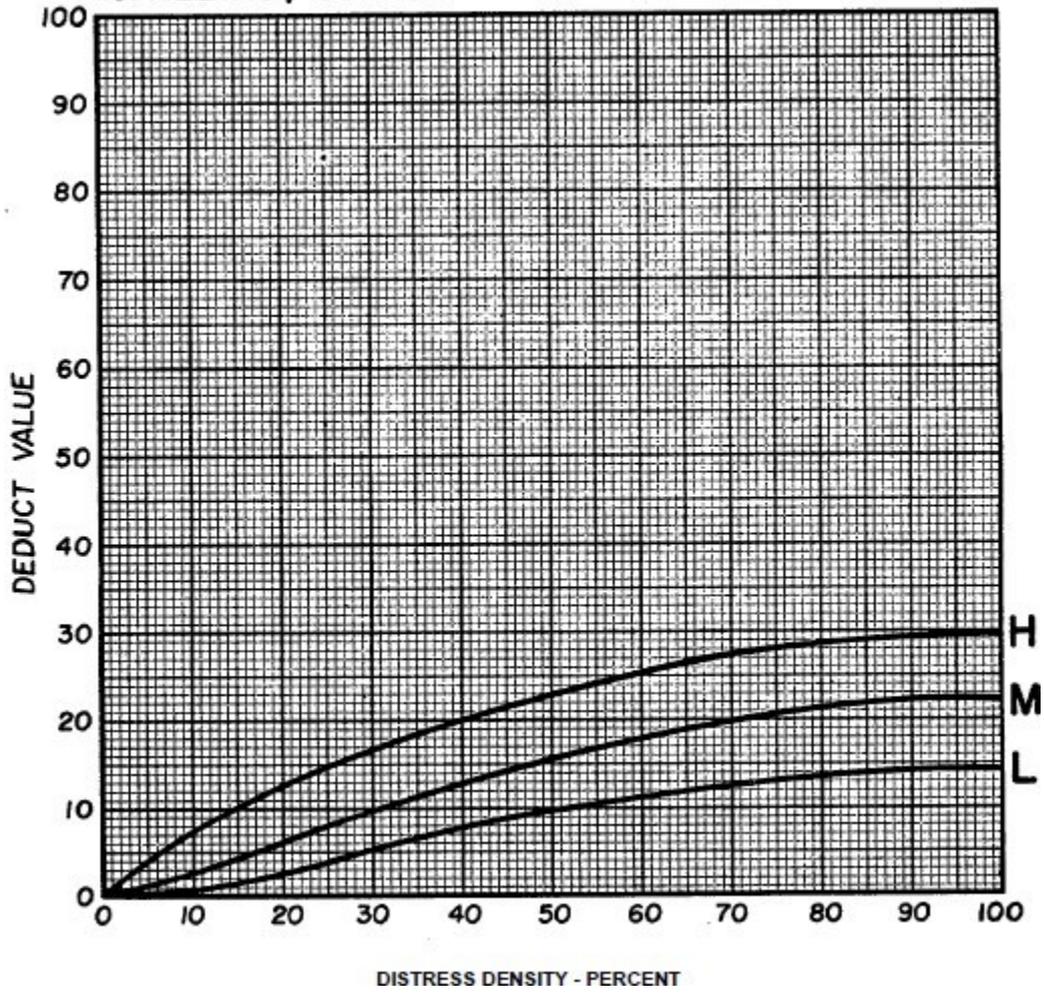
SHRINKAGE CRACKS

CONCRETE 17



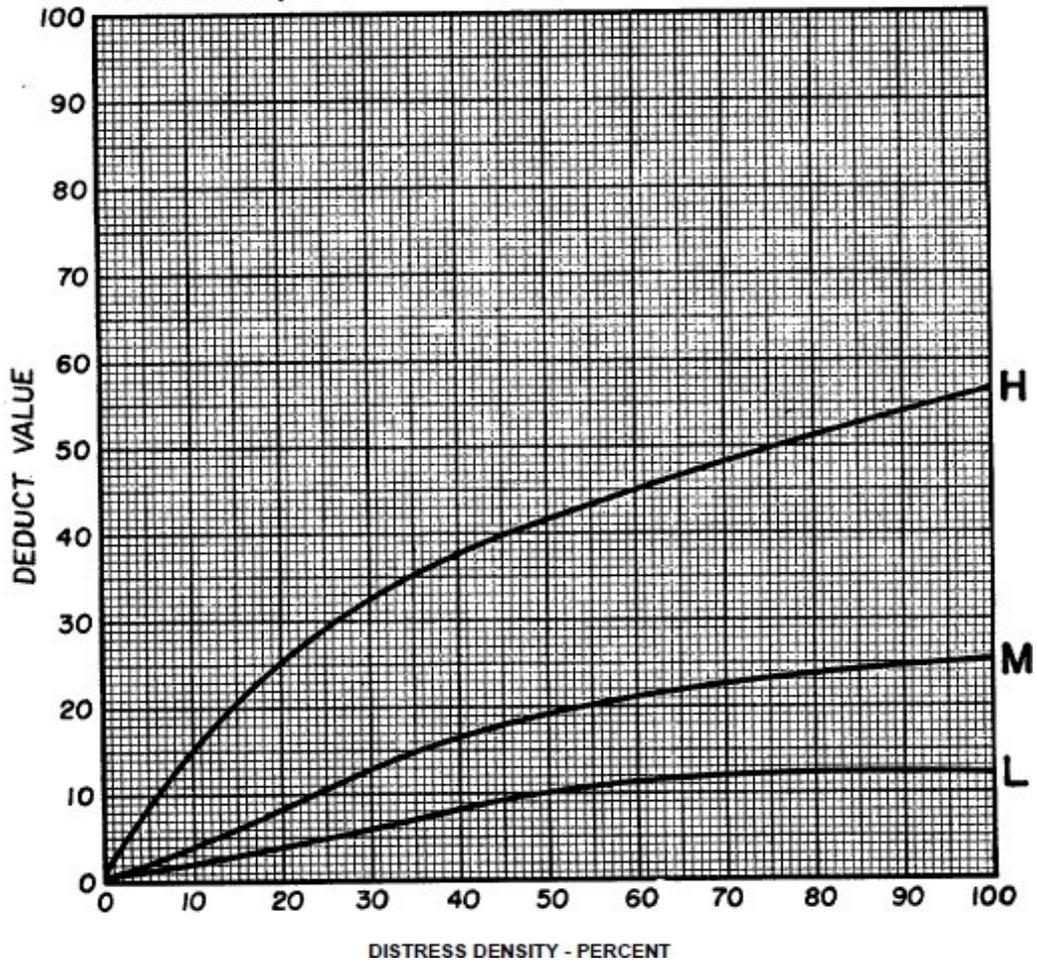
SPALLING, CORNER

CONCRETE 18



SPALLING, JOINT

CONCRETE 19



# CONCRETE

