



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI en la  
Avenida Manco Cápac, Huaraz 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

**AUTOR:**

Vargas Roncal, Robson Erickson (ORCID: 0000-0003-4962-9507)

**ASESOR:**

Msc. Depaz Celi, Kiko Félix (ORCID: 0000-0001-7086-1031)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**Huaraz – Perú**

**2022**

## **Dedicatoria**

A mis padres Miguel e Irma, a mis hermanos Edwards, Charyl, Lelis y Diego y a mi novia Angélica, gracias por estar siempre a lado mío por su incansable e incondicional apoyo

## **Agradecimientos**

Eternamente agradecido con Dios por ser el guía inequívoco de nuestros pasos.

Al Ingeniero Kiko Félix Depaz Celi por ser el guía de esta investigación, por su constante apoyo pertinente y sus excelentes sugerencias

Y a todas esas personas que de alguna u otra manera colaboraron con el crecimiento de esta investigación

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de contenido .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen .....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	14
3.1.Tipo y diseño de investigación .....	14
3.2.Variables y operacionalización.....	15
3.3.Población, muestra y muestreo.....	15
3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	15
3.5.Procedimientos .....	16
3.6.Método de análisis de datos .....	16
3.7.Aspectos éticos.....	17
IV. RESULTADOS.....	18
V. DISCUSIÓN .....	65
VI. CONCLUSIONES .....	67
VII. RECOMENDACIONES.....	69
REFERENCIAS.....	70
ANEXOS.....	77

## Índice de tablas

Tabla 1, Rango del PCI con su respectivo clasificación .....	10
Tabla 2, Formato para la toma de datos in situ. ....	11
Tabla 3, Opciones de reparación según la severidad de acuerdo al manual del PCI .....	12
Tabla 4, Formato para la determinación del PCI tramo 01  .....	17
Tabla 5, Formato para la determinación del PCI tramo 02 .....	19
Tabla 6, Formato para la determinación del PCI tramo 03 .....	23
Tabla 7, Formato para la determinación del PCI tramo 04 .....	27
Tabla 8, Formato para la determinación del PCI tramo 05 .....	31
Tabla 9, Formato para la determinación del PCI tramo 06 .....	36
Tabla 10, Formato para la determinación del PCI tramo 07 .....	41
Tabla 11, Formato para la determinación del PCI tramo 08. ....	46
Tabla 12, Formato para la determinación del PCI tramo 09. ....	50
Tabla 13, Formato para la determinación del PCI tramo 10. ....	55
Tabla 14, Promedio Ponderado del PCI.....	62
Tabla 15, propuesta de procedimientos de los trabajos de recuperación, rehabilitación.	63

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1, Partes del pavimento flexible .....	8
Figura 2, Partes del pavimento semirrígido. ....	9
Figura 3, Partes del pavimento rígido.....	9
Figura 4, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 26 .....	18
Figura 5, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 29 .....	18
Figura 6, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 30 .....	19
Figura 7, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 30 .....	19
Figura 8, interpolación de los totales valores deducidos vs curva "q". .....	20
Figura 9, Incidencia de Fallas tramo 01. ....	21
Figura 10, curva de pavimento de concreto para el tipo de falla 29 .....	20
Figura 11, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 30 .....	20
Figura 12, interpolación de los totales valores deducidos vs curva "q". .....	21
Figura 13, Incidencias de fallas tramo 02.....	22
Figura 14, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 26 .....	24
Figura 15, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 29 .....	24
Figura 16, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 31 .....	25
Figura 17, interpolación de los totales valores deducidos vs curva "q". .....	25
Figura 18, Incidencia de fallas tramo 03.....	26
Figura 19, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 29 .....	28
Figura 20, incidencia de fallas tramo 04.....	30
Figura 21, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 28 .....	32
Figura 22, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 29 .....	32
Figura 23, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 30 .....	33
Figura 24, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 30 .....	33
Figura 25, interpolación de los totales valores deducidos vs curva q.....	34
Figura 26, Incidencia de fallas tramo 05.....	35
Figura 27, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 26 .....	37
Figura 28, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 28 .....	37
Figura 29, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 29 .....	38
Figura 30, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 30 .....	38
Figura 31, interpolación de los totales valores deducidos vs curva q.....	39
Figura 32, Incidencia de fallas tramo 06.....	40

Figura 33, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 29 .....	42
Figura 34, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 31 .....	42
Figura 35, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 33 .....	43
Figura 36, interpolación de los totales valores deducidos vs curva q.....	43
Figura 37, Incidencia de fallas tramo 07.....	45
Figura 38, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 29.....	47
Figura 39, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 31 .....	47
Figura 40, interpolación de los totales valores deducidos vs curva q.....	48
Figura 41, Incidencia de fallas tramo 08.....	49
Figura 42, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 28.....	51
Figura 43, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 29.....	51
Figura 44, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 31 .....	52
Figura 45, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 33.....	52
Figura 46, interpolación de los totales valores deducidos vs curva q.....	53
Figura 47, Incidencia de fallas tramo 09.....	54
Figura 48, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 22 .....	56
Figura 49, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 26 .....	56
Figura 50, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 29 .....	57
Figura 51, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 31 .....	57
Figura 52, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 32 .....	58
Figura 53, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 37 .....	58
Figura 54, interpolación de los totales valores deducidos vs curva q.....	59
Figura 55, Incidencia de fallas tramo 10.....	60
Figura 56, total de incidencias encontradas en los evaluación de los 10 tramos .	61

## Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el pavimento rígido aplicando el método PCI en la avenida Manco Cápac. Esta investigación de tipo aplicada no experimental de corte transversal, esta investigación se desarrolló en la avenida Manco Cápac, ubicado en el distrito de independencia, provincia de Huaraz, región Ancash. Esta avenida está dividida en 10 tramos en donde se evaluaron 490 losas de concreto, donde se encontraron 949 fallas del cual se determinaron las incidencias de cada patología encontrada tales como, Parcheo Grande con 49.5%, Pulimientos de Agregados con 33.8%, Daño del Sello de Juntas con 5.8%, Grietas de Retracción con un 4.3%, Grietas Lineales con 2.7%, Parcheo Pequeño con 1.4%, Popouts con un 0.8%, Bombeo con un 0.8%, Grieta de Esquina con 0.4% y Descascaramiento de Esquina con 0.3%. Se determinó la clasificación de la Avenida es de "BUENO" según el promedio ponderado del PCI de 66.29. para finalizar se determinó los tratamientos propuestos que corresponde a cada patología encontrada, tales como Sellado de Grietas, Resellado de Juntas, Ranurado de la Superficie y Parcheo Parcial.

Palabra clave: pavimento rígido, PCI, patologías del concreto.



## **Abstract**

The objective of this research work is to evaluate rigid pavement by applying the PCI method on Manco Cápac Avenue. This cross-sectional non-experimental applied research, se desarrolló en la avenida Manco Cápac, It was developed on Manco Cápac Avenue, located in the Independencia district, Huaraz province, Ancash región. This avenue is divided into 10 sections where 490 concrete slabs were evaluated, where 949 failures were found, from which the incidences of each pathology found were determined, such as, Large Patching at 49.5%, Aggregate Polishing at 33.8%, Joint Seal Damage at 5.8%, Shrinkage Cracking at 4.3%, Linear Cracking at 2.7%, Small Patching at 1.4%, Popouts at 0.8%, Pumping at 0.8%, Corner Crack 0.4% and Corner Peeling 0.3%. The classification of the Avenue was determined to be "GOOD" according to the weighted average of the PCI of 66.29. Finally, the proposed treatments corresponding to each pathology found were determined, such as Crack Sealing, Joint Resealing, Surface Grooving and Partial Patchin.

Keywords: pavement rigid, PCI, concrete pathologies

## I. INTRODUCCIÓN

La base para el desarrollo de una nación radica primordialmente en la buena calidad de sus vías de comunicación como la red vial de transporte, como consecuencia esto aumentara con creces la economía y con la activación de nuevos mercados, el turismo, la educación, el trabajo, la alimentación, la salud y el intercambio cultural entre países, regiones, ciudades y localidades, por estas razones es de vital importancia el buen estado de la red vial. Al comprender las fallas que se originan por patologías, procesos constructivo o situaciones que puedan dañar a la vía tanto superficialmente como estructuralmente estaremos más cerca a como intervenir en el proceso de reparar a los elementos dañados por las fallas según lo requiera a lo largo de la duración de la red vial. Desde la culminación de un proyecto de construcción de un pavimento sea rígido, flexible o semirrígido se diseña con un determinado periodo de diseño, a lo largo de este periodo de tiempo el pavimento se tiene que dar una serie de mantenimientos como la rehabilitación o reconstrucción según sea el caso y la gravedad del daño, pero esto no es limitante para que en menos tiempo de lo previsto pueda sufrir de desgastes o daños anticipados sobre la superficie y/o en la estructura del pavimento, las posibles causas que suelen dañar al pavimento rígido suelen ser por distintos factores que influyen directamente tales como: Movimientos sísmicos, por nuestra ubicación geográfica que somos parte del conjunto de países que pertenecen y son parte del cinturón de fuego del pacifico, caracterizados por los constantes sismos a que somos sometidos, estos movimientos sismos suelen dañar la estructura del pavimento según sea la magnitud del evento sísmico. Otro de los factores que suelen dañar al pavimento rígido es el intemperismo, la humedad y las precipitaciones. En nuestra investigación, La avenida Manco Cápac pertenece al distrito de Independencia de la provincia de Huaraz, Región Ancash, a una altura de 3052 m.s.n.m. correspondiente a la región natural Quechua con el clima templado de montaña tropical con características durante el día soleado con baja presencia de humedad y por las noches frías con presencia de heladas, con temperaturas promedio anuales que van desde los 11 °C a 17 °C y con promedios máximas que superan los 21°C, la intensidad de las precipitaciones son mayores a 500mm. y menores a 1000mm, durante la temporada de lluvias que comprende de

diciembre a marzo y siendo la temporada seca denominada como “verano andino” comprende desde abril hasta noviembre, según nuestras características climatológicas estos pavimentos son sometidos a cambios bruscos de temperatura en una constante de frío/calor/frío que producen grietas por donde se cuele el agua de las precipitaciones dañando la superficie de los pavimentos. La avenida Manco Cápac, es una vía muy importante de descongestionamiento para la ciudad de Huaraz, esta avenida es muy concurrida de doble dirección, está compuesta en su totalidad por pavimento rígido y parte de esta avenida se encuentra deteriorada. Es por eso que existe una gran necesidad de conocer el grado de deterioro del pavimento como también la necesidad de conocer las patologías que afectan al pavimento, todo esto para proyectar un plan estratégico de mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción según lo requiera el pavimento rígido en la avenida Manco Cápac en el distrito de Independencia de la provincia de Huaraz. Para poder determinar el estado situacional del pavimento rígido se empleará la metodología PCI (índice de condición del pavimento), aplicado al pavimento rígido según la necesidad también para nuestra investigación se formuló el siguiente **problema general, ¿se podrá evaluar el pavimento rígido aplicando el método PCI en la Avenida Manco Cápac?**, y de la misma manera los siguientes problemas específicos, ¿con la aplicación del método PCI se podrá determinar las patologías que afectan el pavimento rígido de la avenida Manco Cápac?, ¿con la aplicación del método PCI se podrá determinar la severidad del daño causado por las patologías en el pavimento rígido? y ¿con la aplicación del método PCI se podrá determinar los procedimientos de los trabajos de recuperación, rehabilitación y reconstrucción según sea la necesidad del pavimento de la avenida Manco Cápac?, **la justificación de la investigación** se sustenta en la necesidad de evaluar el pavimento rígido de la Avenida Manco Cápac, en el distrito de Independencia, provincia de Huaraz con la finalidad de conocer el estado actual del pavimento rígido mediante el empleo del método PCI (pavement condition index), de acuerdo con los resultados de la aplicación del método PCI se identificarán las clases de patologías que presenta el pavimento de la Av. Manco Cápac, así como también el rango de daños, la seriedad y la consistencia que sufre el pavimento rígido de la Av. Manco Cápac, con estos resultados y según el PCI se determinará la posible

solución a dichas patologías como puede ser la rehabilitación, mejoramiento o reconstrucción del pavimento afectado.

Esta investigación tiene por objetivo general la de Evaluar el pavimento rígido aplicando el método PCI en la avenida Manco Cápac en la ciudad de Huaraz 2022, como objetivos específicos tendremos la de determinar las patologías que afectan al pavimento rígido de la avenida Manco Cápac, también la de determinar la severidad del daño causado por las patologías en el pavimento rígido de la avenida Manco Cápac y por último objetivo específico tendremos la de determinar los procedimientos de los trabajos de recuperación, rehabilitación y reconstrucción, según sea la necesidad del pavimento de la avenida Manco Cápac en la ciudad de Huaraz 2022, de esta investigación se desprende como hipótesis que, con la aplicación del método PCI se podrá evaluar el pavimento rígido de la Av. Manco Cápac en la ciudad de Huaraz 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes internacionales**, disponemos de las siguientes referencias a los trabajos de investigación revisados sobre la evaluación del pavimento por el método PCI, se tiene a **(Rodríguez, 2019, p. 72)** en su investigación concluyo que, después de aplicar el método PAVER se logró clasificar el estado situacional, las clases de falla de los pavimentos flexibles en la provincia de Santa Elena. Con este método se determinó que las fallas con mayor grado de rigurosidad del pavimento flexible de la Av. Leopoldo Carrera Calvo son: Piel de cocodrilo, bacheos y zanjas reparadas, grietas de borde, grietas de deslizamiento, desnivel calzada hombrillo y grietas longitudinales y transversales, también se concluye que tiene un PCI de 50, que según la norma de ASTM 6433 – 33 se clasifica como “Regular”, según el estudio se encontró que, la avenida como tal no fue diseñada para la actual carga de tráfico pues tampoco el tipo de vehículos que circula en la actualidad, por el tipo de patologías encontradas que son producidas por las cargas repetitivas de tránsito, al encontrar que, la capa de rodadura de 5 cm es totalmente inferior a los recomendado de 7.5 cm. Mientras tanto **(González, Ruiz y Guerrero, 2019, p. 71)** llegaron a la conclusión después de emplear la metodología de evaluación PCI según sus siglas en inglés (Índice de Condición del Pavimento), obtuvieron una clasificación de “REGULAR”, también determinaron que el pavimento no muestra ninguna señal de agotamiento en la capacidad estructural, también durante la inspección visual realizada al pavimento encontraron diversos tipos de deterioros, los cuales se detallaron por su patrón, porción y seriedad. Los tipos de deterioros con más incidencia son las grietas longitudinales y transversales, así como también el agrietamiento en bloques, el parcheo, y por último el desprendimiento de agregados, los cuales son unos 66% de los tipos de daños encontrado, llegando a la conclusión que de todas las unidades de las muestras tienen una clasificación de “EXCELENTE”. A **nivel nacional** tenemos a **(Cisneros, 2017, p. 159)** en su investigación no experimental determino que el estado actual del pavimento estudiado en un total de 690 paños los cuales representan un total de 8712 m<sup>2</sup>, del 100% de pavimento rígido analizado, del pavimento rígido evaluado se descubre que un 77.86% es afectado por distintos tipos de patologías. Después de estudiar las 12 unidades de muestreo, los pavimentos se clasificaron como un estado

situacional de “BUENO” según la clasificación del PCI con un 56.08% de ponderado. Se determinó que el 34,32% del total presenta una clasificación de “REGULAR”, el siguiente 39.08% una clasificación de “BUENO”, también unos 22.14% una clasificación como “MUY BUENO” y por último el 4.46% una clasificación de “MALO”. Se pudo identificar las patologías más recurrentes como sello de junta, también pulimento de agregados, de igual manera se identificó grietas de esquina, también se visualizó losas divididas y por último grieta lineal. **(Tacza y Rodriguez, 2018, p. 93)**, en su investigación descriptiva, llegaron a la conclusión que después de aplicar el Método PCI (Pavement Condition Index), pudieron determinar la situación del pavimento en estudio, de los cuales determinaron 8 clases de fallas tales como, con un 20% grietas piel de cocodrilo, seguidamente con un 18% grietas longitudinales/transversales, después con un 17% de Huecos, seguidamente con un 14% de ahuellamiento, también con un 14% de desplazamiento, también con un 9% de desprendimiento de agregados, con un 7% de depresión y por ultimo con un 2% agrietamiento en Bloque. También determinaron que se agrava las fallas de manera significativa las fallas de mantenimiento en las vías. Determinaron 18 unidades de muestra de acuerdo al PCI y determinaron el porcentaje del estado situacional de las vías en función a la clarificación según el PCI, como 17% del total como “EXCELENTE”, después con un 22% del total como “MUY BUENO”, con un 11% del total como “REGULAR”, seguido de un 11% del total como “MALO” y por último con un 17% del total como “MUY MALO”. También determinaron que el pavimento se encuentra en Zona Optima para la rehabilitación que de acuerdo con la curva de deterioro y al valor encontrado del PCI que es equivalente a 57, esta comparación sitúa a la vía en la zona B. Las intervenciones propuestas son correspondientes a mantenimientos de tipo menor las que se clasifican en bacheo profundo, bacheo superficial, sellado superficial y sellado de grietas. Seguimos con el siguiente estudio de **(De la Cruz y Oriundo, 2021, p. 42)**, en su investigación descriptiva tiene como conclusiones que realizó, en la recolección de datos de los pavimentos rígidos seleccionados para la muestra, se logró identificar los tipos de patologías y las clasificaron según la cantidad de incidencia, se pudo visualizar “sello de juntas” en un 97.65% de densidad, un 88.80% de “pullimineto”, con un 2.75% de “grietas lineales”, un 2.12% de “escala”, un 1.04% de “parcheo grande”, un 0.61% de “grieta de esquina”, con

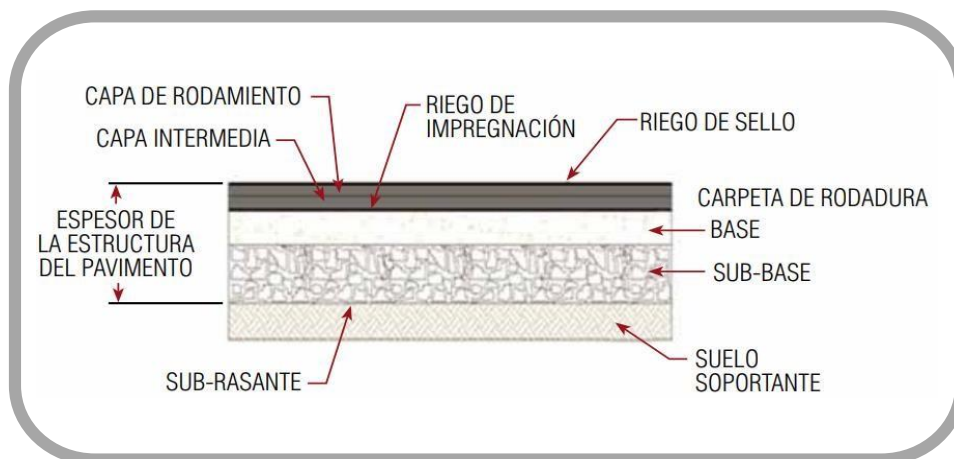
un 0.21% de “parcheo pequeño” y un 0.14% de “losa dividida”. Después de evaluar las extensiones de las patologías y el grado de afectación de los pavimentos rígidos evaluados se determinó un índice de 78.51 del que se desprende una calificación de “MUY BUENO”. Por otro lado a **nivel local** tenemos a **(Torres, 2018, p. 82)** en su investigación descriptiva llegó a las siguientes conclusiones, se logró determinar las patologías como “parches grandes” en un 25.25% del total, seguido de “grietas lineales” en un 23.24% del total, también “losa dividida” en un 15.89% del total, también “grietas de esquinas” 12.71% del total, “parches pequeños” en un 8.36% del total, “pulimiento de agregados” en un 6.86% del total y también se encontraron “descascamiento de juntas” en un 0.67% del total; no se apreciaron patologías importantes en un 7.02% del total, en el estudio se halló el valor de reducción corregido con un índice de 68 para el pavimento rígido, donde el índice del pavimento rígido según el método PCI es de 52 esto corresponde a un pavimento que presenta un estado “REGULAR”. **(Espinoza y Liñam, 2018, p. 109)**, en su investigación no experimental descriptivo llegaron a las siguientes conclusiones de los resultados encontrados, de las cuales 301 de losas estudiadas presentan patologías como “sello de juntas” en un 7.88% del total, también se encontraron que 36 losas presentan la patología de “losa dividida” esto representa un 6.22% del total, de las siguientes 25 losas presentan la patología de “grietas lineales” las cuales representan el 6.22% del total, también 19 losas presentan la patología de “grieta de esquina” esto representan 4.73% del total, también se encontró que 11 losas presentan la patología de “parcheo grande” el cual representa en 2.74% del total, también 7 losas presentan la patología de “punzonamiento” esto representa el 1.74% del total, también se encontraron que 2 losas presentan la patología de “descascamiento de esquina” esto representa el 0.50% del total, y 1 losa presenta la patología de “descascamiento de junta” que representa el 0.25% del total. Se determinó los siguientes clasificaciones de acuerdo a las muestras obtenidas según el índice de PCI obtenidos en el estudio del pavimento, en la muestra n° 01 se encontró un índice de 46 y una clasificación como “REGULAR”, en la muestra n° 02 se determinó un índice de 34 y una clasificación como “MALO”, en la muestra n° 03 se determinó un índice de 40 y una clasificación como “REGULAR”, en la muestra 4cd se determinó un índice de 76 y una clasificación como “BUENO”, en la muestra 4ci se determinó un índice de 34 y

una clasificación como “MALO”, en la muestra 5cd se determinó un índice de 62 y una clasificación como “MALO”, en la muestra 5ci se determinó un índice de 34 y una clasificación como “MALO”, en la muestra 6 se determinó un índice de 20 y una clasificación como “MALO”, en la muestra 7 se determinó un índice de 75 y una clasificación como “BUENO”, en la muestra n° 08 se determinó un índice de 69 y una clasificación como “BUENO”, en la muestra n° 09 se determinó un índice de 40 y una clasificación como “REGULAR”, en la muestra n° 10 se determinó un índice de 50 y una clasificación como “REGULAR”, en la muestra n° 11 se determinó un índice de 60 y una clasificación como “BUENO”. También tenemos a **(Maldonado y Veramendi, 2021, p. 67)**, en su investigación de tipo aplicada, tiene las siguientes conclusiones, según la metodología del PCI, la avenida en estudio tiene un PCI= 57, para el manual del PCI se le clasifica como “BUENO”, por otro lado, la evaluación del pavimento rígido de la avenida en estudio, el deterioro se debe a las siguientes causas, como la falta de mantenimiento oportuno, el deficiente proceso constructivo, los factores climáticos y las deficientes drenajes pluviales, se llegó a la conclusión que las patologías de mayor incidencia son las siguientes tales como “Daños de esquina”, seguido de “terreno de concreto dividida”, también el “parcheo pequeño”, también “Mal mantenimiento de Berma”, también “grieta lineal”, “Descascaramiento la parte superior” y por último “Descascaramiento de juntas” así mismo tenemos como base teórica que el **pavimento**, se encuentra compuesto por el conjunto de muchas capas colocados uno sobre otra horizontalmente, son diseñadas y construidas técnicamente con idóneos materiales y adecuadamente compactados para que puedan soportar adecuadamente las reiteradas fuerzas del tránsito a lo largo del todo periodo para el cual es diseñado el pavimento (Montejo, 2012, p. 1). También tenemos la definición del pavimento, es una estructura construida encima de la subrasante, por las siguientes funciones, la de soportar, repartir las fuerzas causadas por los vehículos, también la de aumentar la calidad y la de mejorar la seguridad para el tránsito (MTC, 2018, p.17). Frecuentemente el pavimento está dividido por la **Capa de rodadura**, que viene ser la parte expuesta a la superficie generalmente es de material bituminoso que forma parte del pavimento flexible o de una mezcla de concreto que es parte del pavimento rígido o está conformado por adoquines con el servicio para el tránsito. **Base**, esta capa que se encuentra ubicado por debajo de la capa de rodadura el cual mantiene,



distribuye y transmite todas las fuerzas originadas por el tránsito, es de material que permite el drenaje granulado de un CBR mayor a 80% o tendrá que recibir un tratamiento a base de asfalto, cal o cemento. **Subbase**, viene ser la capa hecho con material especificado y con el adecuado espesor de diseño, el cual sostiene a la base y a la carpeta, también es empleado como capa que permite el drenaje y controlador de la capilaridad del agua (MEF, 2015, p.13). La clasificación del tipo de pavimentos según el material empleado tales como el pavimentos flexibles, pavimentos rígidos y pavimentos semirrígidos. Donde **El pavimento flexible**, donde el material empleado para este tipo de estructura está conformado por capas granuladas, subbase y base, y la carpeta está constituida por una capa de rodadura de materiales bituminosos tales como aglomerantes, agregados y si lo requiriese, aditivos. También pertenece a las capas de rodadura asfáltica a los que están hechos con los siguientes materiales como los morteros asfálticos, tratamiento especial bicapa, micro pavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente.

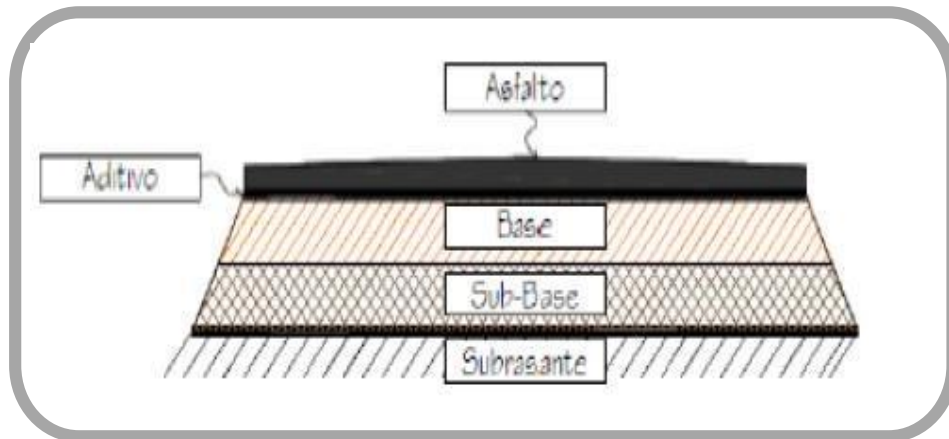
*Figura 1, Partes del pavimento flexible*



*Fuente: MEF (2015)*

El pavimento semirrígido, es una estructura de este pavimento está compuesto a base de asfalto, con la totalidad de espesor bituminoso (la carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con asfalto), por otro lado, también es de consideración que los pavimentos semirrígidos estén compuestos por carpetas asfálticas sobre la base tratada con cemento o sobre base tratada con cal según el (MEF, 2015, p.14).

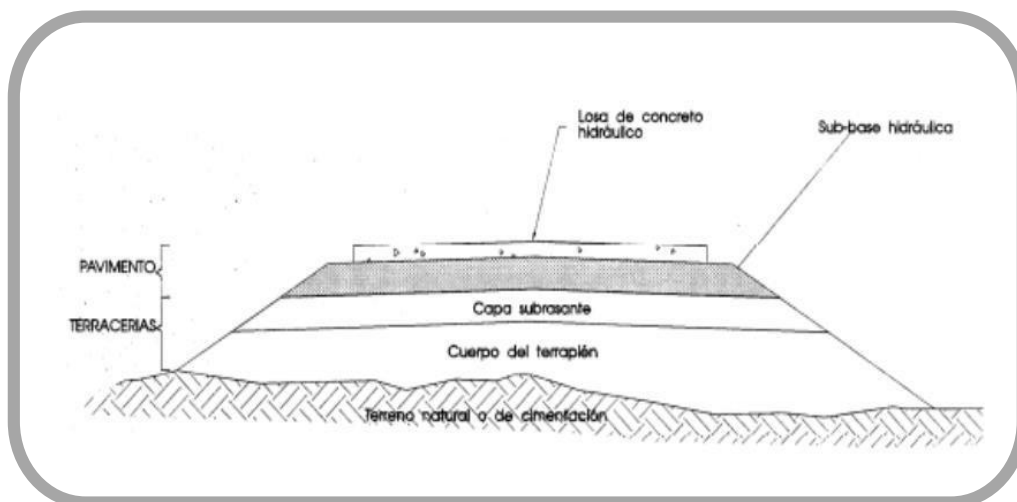
Figura 2, Partes del pavimento semirrígido.



Fuente, Armijos (2009).

El pavimento rígido, este pavimento está compuesto estructuralmente de una capa de sub-base granular, también esta capa suele estar constituida por una base granular o debe ser estabilizada con cemento o asfalto o cal, la otra capa es de rodadura hecha de losa de concreto, de cemento hidráulico, agregados y si en el caso se requiera el empleo de aditivos (MEF, 2015, p.14).

Figura 3, Partes del pavimento rígido.



Fuente: Zelada (2019).

La forma propuesta para este estudio es la Evaluación de los pavimentos con el método PCI (Pavement Condition Index), que se establece como la más completa de las metodologías con la capacidad de evaluar y calificar de forma objetiva los pavimentos rígidos y pavimentos flexibles, dentro de las herramientas de gestión vial. Esta metodología es de fácil aplicación y no requiere de instrumentos especializados, se muestran la totalidad de las fallas incluyendo el planteamiento del PCI, para posteriormente realizar las evaluaciones de las patologías que no deben ser tomadas por el motivo de su origen o distintos a las condiciones de la localidad. El valor del índice del PCI tiene un valor que va del rango del 0 a 100, el valor más próximo al 0 es un pavimento de un muy mal estado de conservación y los valores más próximos al 100 corresponde a pavimentos en buen estado de conservación. En el cuadro se muestran los índices del PCI con su descripción cualitativa. (Vásquez, 2002, p.2)

*Tabla 1, Rango del PCI con su respectivo clasificación*

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
<i>Fuente: Vásquez, 2002</i>	

Los procedimientos de evaluación de la condición del pavimento rígido, como primera etapa corresponden a las labores de campo, por medio de la observación, se determina los daños, teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en el formato adecuados para tal fin, la siguiente tabla N° 2 nos muestra el formato de toma de datos.

Tabla 2, Formato para la toma de datos in situ.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO	
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS	
INSPECCIONADA POR			FECHA		
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño
21	Blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía férrea
23	Losa dividida.	29	Parqueo (grande).	36	Desconchamiento
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parqueo (pequeño)	37	Retracción
25	Escala.	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
26	Sello de junta.	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
		33	Bombeo		
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA
					o o o o o
					10
					o o o o o
					9
					o o o o o
					8
					o o o o o
					o o o o o
					1 2 3 4

Fuente, Vásquez 2002

De los trabajos de recuperación, rehabilitación y reconstrucción de los pavimentos, el pavimento es una estructura que cumple distintas funciones de los cuales las más importantes son como la de brindar desplazamientos seguros, cómodos y económicos a todos los usuarios que hagan uso de las vías; sin embargo, los pavimentos son realizados con periodos de diseños, en este tiempo los pavimentos van a sufrir desgastes progresivamente según la edad, en este tiempo se presentaran conjuntos de fallas en el pavimento que degradaran la calidad de los servicios que ofrece la estructura, aumentando los costos de mantenimiento a las entidades responsables de las vías de la ciudad que corresponde. (Corros, Urbaz y Corredor, 2009, p. 1), también según (Jugo, 2005, p. 2), se deben de tener en cuenta diferentes conceptos para analizar el comportamiento del pavimento, en tal sentido siempre tener en cuenta que la estructura sufrirá con el pasar del tiempo. Las formas de los daños varían de acuerdo a la relación de varios factores como, por ejemplo, la estructura, el volumen de tráfico y el tipo de carga a que son sometidos y la continuidad de los mantenimientos brindados por los entes encargados del pavimento, y según el manual del PCI nos muestra las opciones de

intervención como los mantenimientos, reparaciones y reconstrucciones según sea la gravedad o severidad de la falla como se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 3, Opciones de reparación según la severidad de acuerdo al manual del PCI

Daños del pavimento rígido		Opciones de reparación según la severidad del daño según el manual del PCI		
		Bajo	Moderado	Alto
21	blowup - Buckling	Ninguna actividad o Parcheo profundo o parcial.	Parcheo profundo y/o Reemplazo de la losa.	
22	Grieta de esquina	Ninguna actividad o Sellado de grietas de más de 3mm	Sellado de grietas o Parcheo profundo.	Parcheo profundo
23	Losa Dividida	Ninguna actividad o Sellado de grietas de ancho mayor de 3mm	Reemplazo de la losa.	
24	Grieta de Durabilidad "D"	Ninguna actividad	Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas	Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas. Reemplazo de la losa
25	Escala	Ninguna actividad o Fresado.	Fresado	
26	Daño del sello de la junta	Ninguna actividad	Resellado de juntas	
27	Desnivel Carril / Berma	Renivelación y relleno de bermas para emparejar con el nivel del carril		
28	Grietas Lineales (Grietas longitudinales, transversales y diagonales)	Ninguna actividad o Sellado de grietas más anchas que 3.0mm.	Sellado de grietas	Sellado de grietas. Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.
29	Parche Grande (Mayor de 0.45m <sup>2</sup> ) y acometidas de servicio público	Ninguna actividad	Sellado de grietas. Reemplazo del parche.	Reemplazo del parche

30	Parche Pequeño (menor de 0.45m2)	Ninguna actividad	Ninguna actividad o Reemplazo del parche.	Reemplazo del parche
31	Pulimento de agregados.	Ranurado de la superficie. Sobrecarpeta.		
32	Popouts	Ninguna actividad		
33	BOMBEO	Sellado de juntas y grietas. Restauración de la transferencia de cargas		
34	PunzonamientoNo se hace nada. Sellado de grietas.	Ninguna actividad	Parcheo profundo	
35	Cruce de vía férrea	Ninguna actividad.	Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.	
36	Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado	Ninguna actividad	Ninguna actividad o Reemplazo de la losa.	Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa. Sobrecarpeta.
37	Gritas de retracción.	Ninguna actividad		
38	Descascaramiento de esquina.	Ninguna actividad	Parcheo parcial.	
39	Descascaramiento de junta	Ninguna actividad	Parcheo parcial:	Parcheo parcial. Reconstrucción de la junta.

Fuente, Vásquez 2002

### III. METODOLOGÍA

Para Ander E. (1985), la metodología se define como una ciencia de los métodos para el desarrollo del conocimiento científico de las realidades y para el cambio de la misma. Empezó a lograr importancia desde los inicios de la edad moderna, cuando Bacon, Galileo y luego Descartes, plantearon la cuestión “del mejor camino para llegar a un conocimiento efectivo, y, a la vez, riguroso de la naturaleza”.

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación.

El estudio de esta investigación tiene un **enfoque cuantitativo**, para Hernández et al 2014, p. 4, se utilizará la recopilación de datos para demostrar la hipótesis, estos datos tendrán una medición numérica acompañado de un análisis estadístico, con la finalidad de acentuar patrones de comportamientos y demostrar teorías. **El tipo de investigación** es de **tipo aplicada**, para Álvarez, A, 2020, p. 3, cuando la investigación se orienta a lograr un nuevo conocimiento con la finalidad de dar soluciones a los problemas prácticos. Con respecto al **diseño de la investigación**, es **no experimental de corte transversal**, para Hernández et al 2014, p. 152, estos estudios son realizados sin manipular las variables y en los que sólo son observados y analizados en su ambiente natural como interactúa con los fenómenos que puedan afectar su naturaleza. Este estudio también es de corte transversal porque son datos que se recopilan para ese único momento.

Por lo tanto, investigación tiene un diseño de no experimental y de corte transversal.



Dónde:

M: Muestra

O: Observación

### 3.2. Variables y operacionalización

#### **Variable independiente (X):**

V1: "Evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI".

#### **Definición conceptual**

La evaluación del pavimento, tiene como finalidad el reconocimiento de aquellas imperfecciones que se relacionan principalmente con la calidad de la superficie y el estado general de las condiciones del pavimento, el estudio de la totalidad de los factores que alteran perjudicialmente a las principales funciones como el servicio, seguridad y costos del usuario. (Thenoux, 1995, p. 57).

#### **Definición operacional**

La evaluación del pavimento rígido se realizará con la aplicación de la metodología PCI, por este método se va a identificar, a verificar y a indicar las patologías que afectan al pavimento rígido existente en estudio de la Avenida Manco Cápac, Huaraz 2022.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población**, está constituido por las 10 cuadras de la Avenida Manco Cápac del distrito de Independencia provincia de Huaraz, región Ancash.

**Muestra**, para poder aplicar el método PCI se dividió la avenida Manco Cápac en 10 tramos según las 10 cuadras que compone la avenida.

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

#### Trabajo de campo:

Se debe explicar los instrumentos que serán utilizados para la recopilación de información importante in situ, asimismo se deben indicar los formatos usados para el análisis; para proyectos de ingeniería, se debe facilitar el formato empleados. (Borja, 2016, p. 33).

#### **Las técnicas son:**



- ✓ Inspección visual, el cual nos permitirá identificar y contabilizar los deterioros, desgaste y fallas en el pavimento rígido de la Avenida Manco Cápac, Huaraz 2022.

**las herramientas son:**

- ✓ Manual de daños del método PCI.
- ✓ Plano de la avenida Manco Cápac de estudio.
- ✓ Wincha, cinta métrica de 5m.
- ✓ Libreta de campo.
- ✓ Ficha de campo de recolección de datos. (anexo B1)
- ✓ Cámara fotográfica, Lápiz y lapiceros.

Trabajo de Gabinete:

- ✓ Software empleados: MS Word, MS Excel, Autocad 2018.

### **3.5. Procedimientos**

Trabajo en campo:

Como primera etapa se hizo el recorrido de la avenida Manco Cápac, reconociendo y midiendo las patologías encontradas en las losas de concreto en el pavimento rígido de cada cuadra, determinando el nivel de gravedad con la ayuda del manual del PCI, para que el total de la información sea llenado en la libreta de campo para después analizarlas.

Trabajo en Gabinete:

Con la información obtenida in situ, se procedió a cuantificar las incidencias de cada patología en el formato. Después se procedió a calcular el índice de cada cuadra o tramo de la avenida como se indica en el manual del PCI. Una vez calculado el PCI y obteniendo las patologías y su severidad se propone las acciones a tomar para el mantenimiento de la vía.

### **3.6. Método de análisis de datos**

En esta investigación el método a emplear para la evaluación del pavimento rígido de la avenida Manco Cápac – Huaraz, es de acuerdo al manual de la Metodología PCI.

### **3.7. Aspectos éticos**

En esta investigación se han tomado todas las medidas necesarias para el cauteloso cuidado del manejo de la información encontrada in situ y también como el procesamiento de datos en los trabajos de cálculos en gabinete, correspondiente a principios de veracidad, confiabilidad y ser lo más confiable posible de acuerdo a la observada in situ.

#### **IV. RESULTADOS**

Descripción:

En este capítulo de resultados desarrollaremos los procesos para determinar nuestros objetivos específicos obtenidos con la aplicación del método PCI y proceder con las propuestas de intervención con la finalidad de mejorar las prestaciones del pavimento rígido que brinda en la avenida Manco Cápac.

En acorde con los objetivos específicos trazados, los resultados se determinaron obedeciendo una ordenada secuencia, como primer objetivo específico se hallaron y se analizaron las incidencias de las fallas y también se determinó la severidad por medio del empleo de tablas y gráficos. Para la determinación del segundo objetivo específico se realizó un resumen de todos los PCI obtenidos en los 10 tramos y sometiéndolos a un promedio ponderado para lograr determinar el PCI ponderado y clasificarlo según el manual del PCI de la avenida Manco Cápac. Para la determinación del tercer objetivo específico se propondrá las alternativas de intervención a las fallas del pavimento rígido de la avenida Manco Cápac según la severidad de las fallas, se presentará una tabla con las fallas y su respectiva propuesta de intervención.

## Resultados del Tramo 01, Avenida Manco Cápac sección entre la avenida Centenario y jirón Francisco de Zela.

Tabla 4, Formato para la determinación del PCI tramo 01|

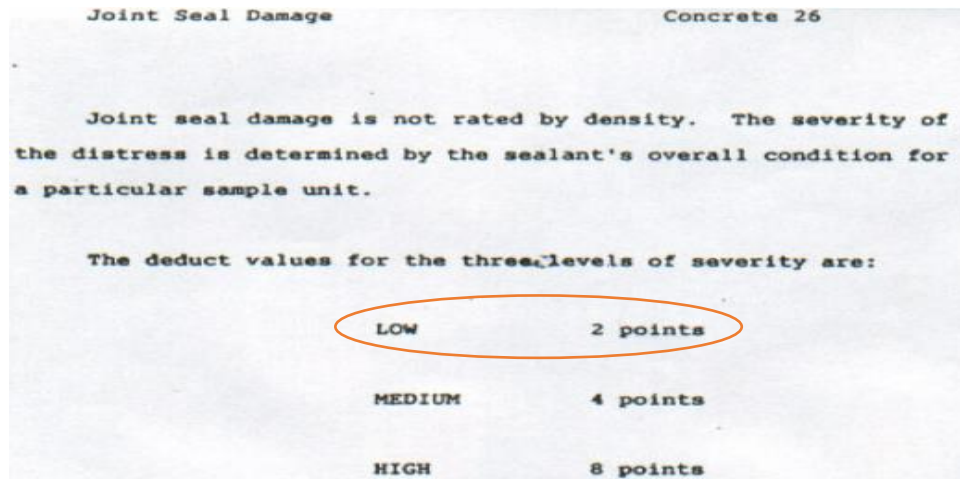
FORMATO PARA LA EVALUACION DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO									
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO									
Nombre de la vía en estudio		Inicio - Tramo		Tramo		Ubicación			
Avenida Manco Capac		Av. Centenario		Tramo 01		Independencia - Huaraz			
Evaluador:		Fin - Tramo		N° de losas		Fecha			
Vargas Roncal Robson Erickson		Jr. Francisco de Zela		50		22/02/2022			
TIPOS DE FALLAS									
21. BLOWUP - BUCKLING				30. PARCHEO PEQUEÑO					
22. GRIETA DE ESQUINA				31. PULIMENTOS DE AGREGADOS					
23. LOSA DIVIDIDA				32. POPOUTS					
24. GRIETA DE DURABILIDAD "D"				33. BOMBEO					
25. ESCALA				34. PUNZONAMIENTO					
26. DAÑO DEL SELLO DE JUNTA				35. CRUCE DE VÍA FÉRREA					
27. DESNIVEL CARRIL/BERMA				36. DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS CRAQUELADO					
28. GRIETAS LINEALES (grietas longitudinales, transversales y diagonales)				37. GRIETA DE RETRACCIÓN					
29. PARCHEO GRANDE				38. DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA					
				39. DESCASCARAMIENTO DE JUNTAS					
TIPO DE FALLA					SEVERIDAD		NÚMERO MÁXIMO DE VD		
26	L	24	48.00	2.00	Baja	L	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$		
29	L	50	100.00	28.00	Media	M			
30	L	13	26.00	2.00	Alta	H			
31	M	25	50.00	7.50					
31	L	20	40.00	7.00					
<b>TOTAL VALOR DEDUCIDO</b>				46.50				HDV <sub>i</sub>	28.00
								<b>m<sub>i</sub></b>	<b>7.61</b>
DETERMINACIÓN DEL PCI - ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO									
N°	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	q	CDV	Número de deducidos >2(q):	
1	28	7.5	7		42.5	3	28	MAX CDV	32
2	28	7.5	2		37.5	2	27	PCI=100-MAX CDV	68
3	28	2	2		32	1	32	CLASIFICACIÓN:	<b>BUENO</b>
				<b>MAXIMO CDV</b>		<b>32</b>			

Fuente, Elaboración propia.

Para determinar el valor deducido para cada falla en el tramo 01 se utilizará los abanicos propuestos en el manual del PCI.

## 26. Daño del sello de juntas.

Figura 4, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 26

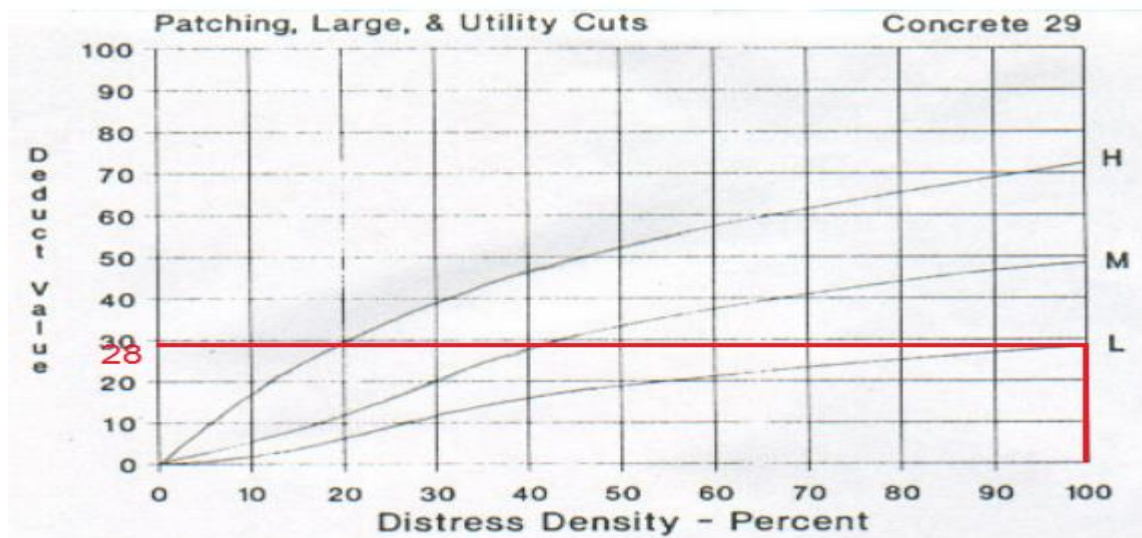


Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 26 daño del sello de juntas de severidad baja (low) es de 2 puntos.

## 29. Parcheo grande.

Figura 5, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 29

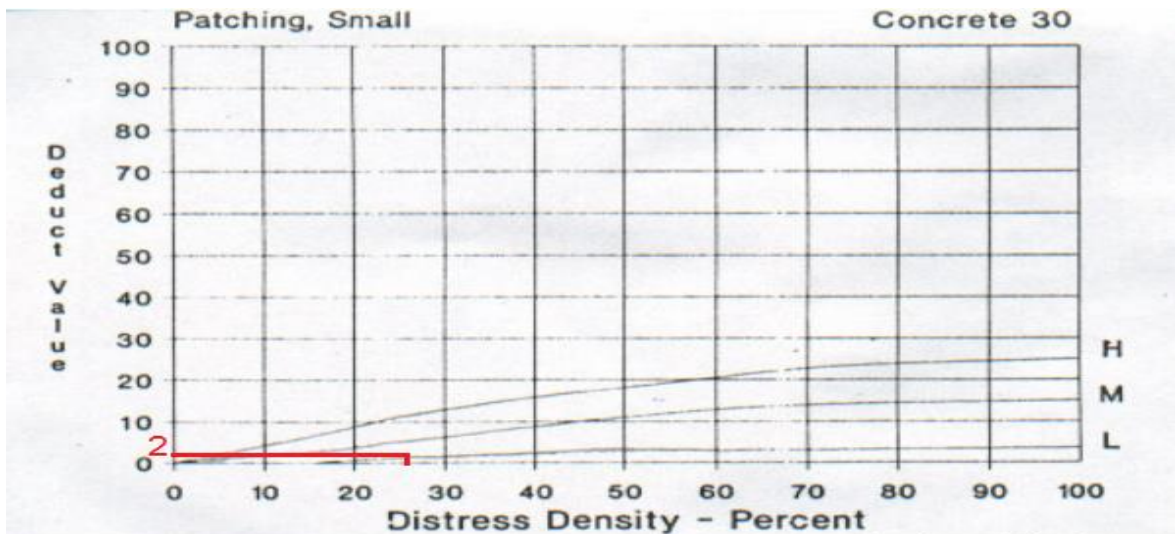


Fuente, Vásquez 2002

El valor deducido para la falla 29 parcheo grande de severidad baja (low) es de 28 puntos.

### 30. Parcheo pequeño.

Figura 6, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 30

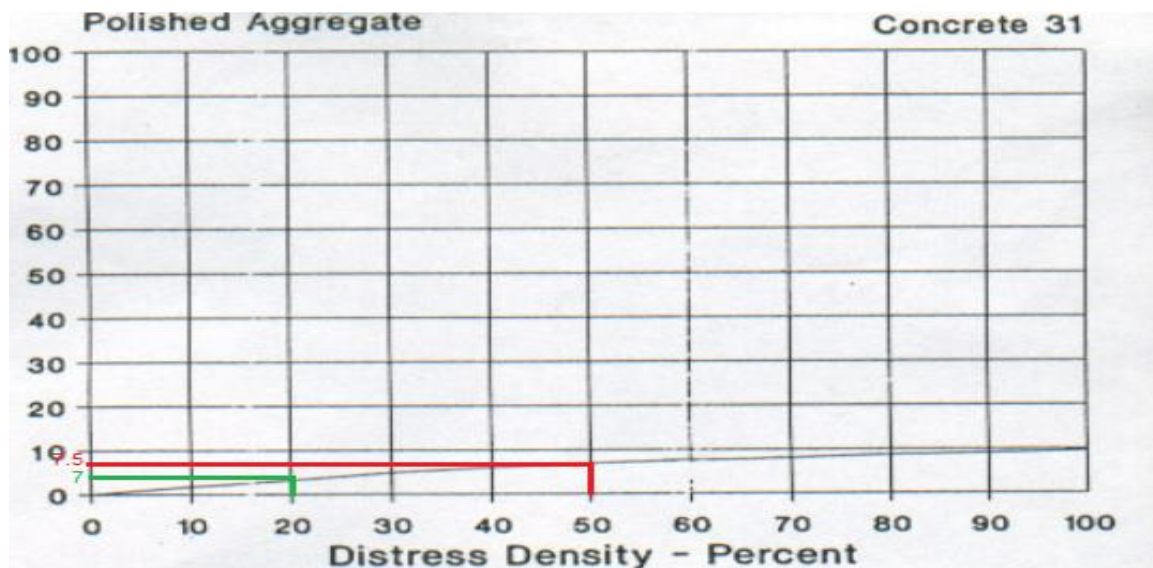


Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 30 parcheo pequeño de severidad baja (low) es de 2 puntos.

### 31. Pulimiento de agregados.

Figura 7, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 30



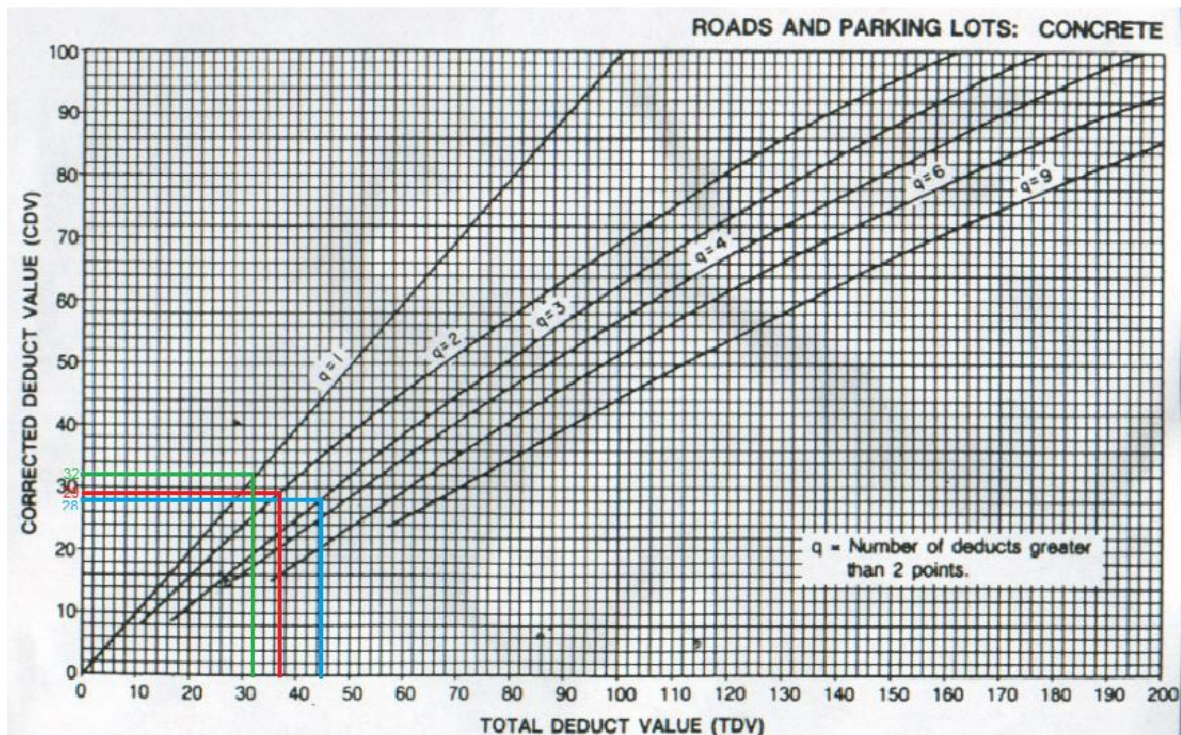
Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 31 pulimiento de agregados de severidad baja (low) es de 7 puntos y para la severidad media es de 7.5.



Para determinar el valor corregido deducido utilizaremos la curva de corrección y los valores deducidos mayores que 2, según el manual del PCI.

Figura 8, interpolación de los totales valores deducidos vs curva "q".



Fuente, Vásquez 2002.

De la interpolación entre los totales valores deducidos con la curva "q" se tomará en cuenta el mayor valor resultante, para el tramo 01 el valor máximo de los CDV es igual a 32.

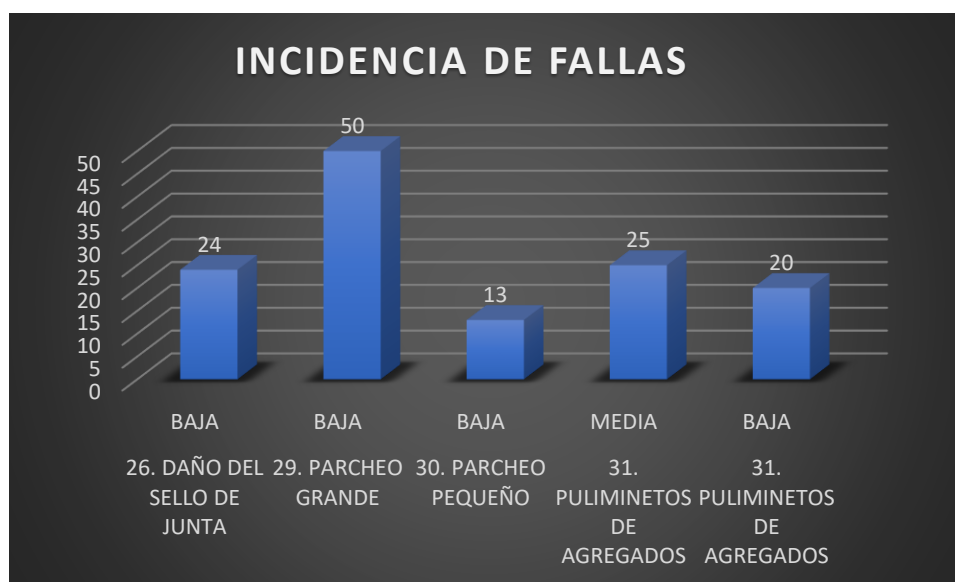
Para determinar el PCI, se aplicará la siguiente fórmula:

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

Para el tramo 01 el PCI será igual a 68.

La totalidad de las losas fueron analizadas del tramo N° 01 de la avenida Manco Cápac, en la sección entre la avenida Centenario y el jirón Francisco de Zela, donde las fallas con mayor incidencia es la de Parcheo grande con una severidad baja (L) con 50 losas afectadas, seguido de Pulimiento de Agregados de severidad baja (L) con 25 losas afectadas, después con la falla de Daño del Sello de Junta de una severidad baja (L), seguido de Pulimientos de Agregados pero esta vez con una severidad media (M) con 20 losas afectadas, seguido de Parcheo Pequeño con una severidad baja (L) con 13 losas afectadas.

Figura 9, Incidencia de Fallas tramo 01.



Fuente, Elaboración propia.

También se determinó el PCI para el Tramo 01, con un Máximo valor deducido corregido de 32 se obtiene un PCI de 68, clasificando a este pavimento como "BUENO".



## Resultados del Tramo 02, Avenida Manco Cápac sección entre el jirón Francisco de Zela y jirón Mariano Melgar

Tabla 5, Formato para la determinación del PCI tramo 02

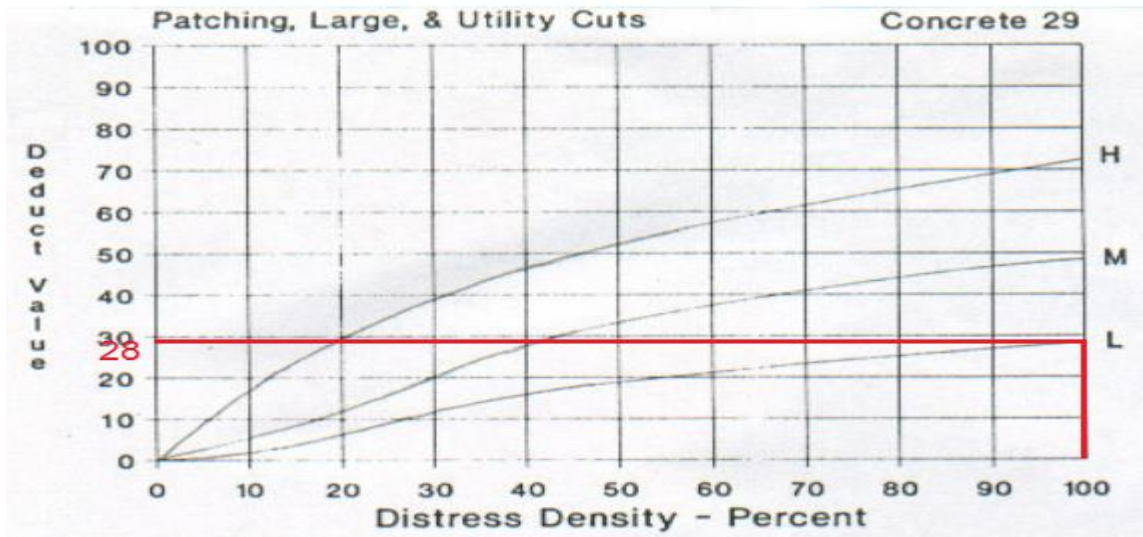
FORMATO PARA LA EVALUACION DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO										
Nombre de la vía en estudio		Inicio - Tramo		Tramo		Ubicación				
Avenida Manco Capac		Jr. Francisco de Zela		Tramo 2		Independencia - Huaraz				
Evaluador:		Fin - Tramo		N° de losas		Fecha				
Vargas Roncal Robson Erickson		Jr. Mariano Melgar		48		22/02/2022				
TIPOS DE FALLAS										
21. BLOWUP - BUCKLING				30. PARCHEO PEQUEÑO						
22. GRIETA DE ESQUINA				31. PULIMINETOS DE AGREGADOS						
23. LOSA DIVIDIDA				32. POPOUTS						
24. GRIETA DE DURABILIDAD "D"				33. BOMBEO						
25. ESCALA				34. PUNZONAMIENTO						
26. DAÑO DEL SELLO DE JUNTA				35. CRUCE DE VÍA FÉRREA						
27. DESNIVEL CARRIL/BERMA				36. DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS CRAQUELADO						
28. GRIETAS LINEALES (grietas longitudinales, transversales y diagonales)				37. GRIETA DE RETRACCIÓN						
29. PARCHEO GRANDE				38. DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA						
				39. DESCASCARAMIENTO DE JUNTAS						
CLASIFICACIÓN DEL PCI										
EXCELENTE	100 - 85									
MUY BUENO	85 - 70									
BUENO	70 - 55									
REGULAR	55 - 40									
POBRE	40 - 25									
MUY POBRE	25 - 10									
COLAPSADO	10 - 0									
Tipo de Falla	Severidad	Cantidad	Densidad %	Valor deducido (q)	Nivel de Severidad		Número Máximo de VD			
29	L	48	100.00	28.00	Baja	L	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$			
31	M	30	62.50	8.00	Media	M				
31	L	24	50.00	7.50	Alta	H				
<b>TOTAL VALOR DEDUCIDO</b>				43.50			HDVi	28.00		
							mi	7.61		
DETERMINACIÓN DEL PCI - INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO										
N°	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	q	CDV	Número de deducidos >2(q):		
1	28	8	7.5		43.5	3	28	3		
2	28	8	2		38	2	30	MAX CDV		
3	28	2	2		32	1	31	PCI=100-MAX CDV		
					<b>MAXIMO CDV</b>		31	<b>CLASIFICACIÓN:</b>		
								<b>BUENO</b>		

Fuente, Elaboración propia

Para determinar el valor deducido para cada falla en el tramo 02 se utilizará los abanicos propuestos en el manual del PCI.

### 29. Parcheo grande.

Figura 10, curva de pavimento de concreto para el tipo de falla 29

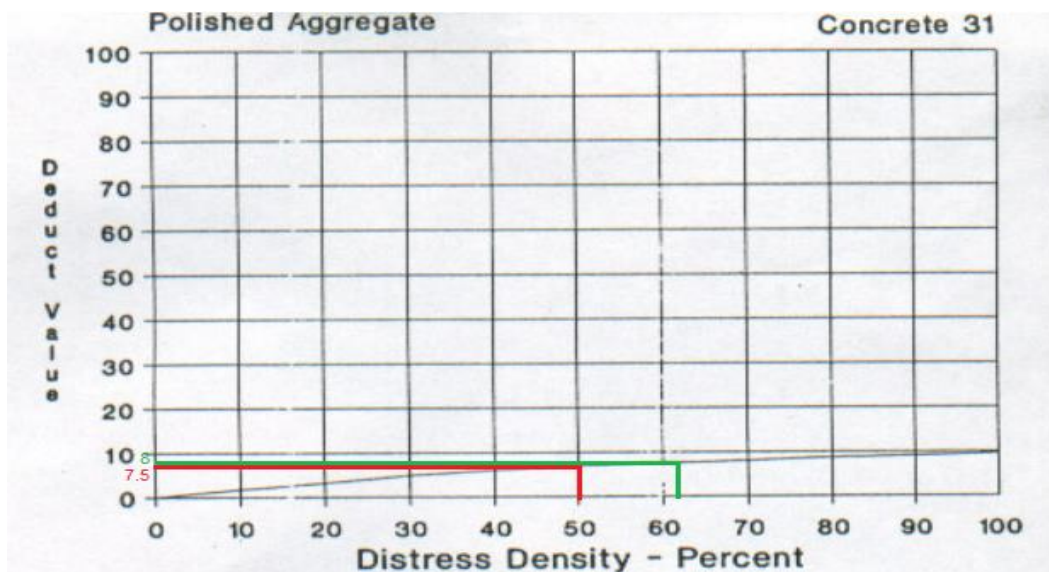


Fuente, Vásquez 2002

El valor deducido para la falla 29 parcheo grande de severidad baja (low) es de 28 puntos.

### 31. Pulimiento de agregados.

Figura 11, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 30

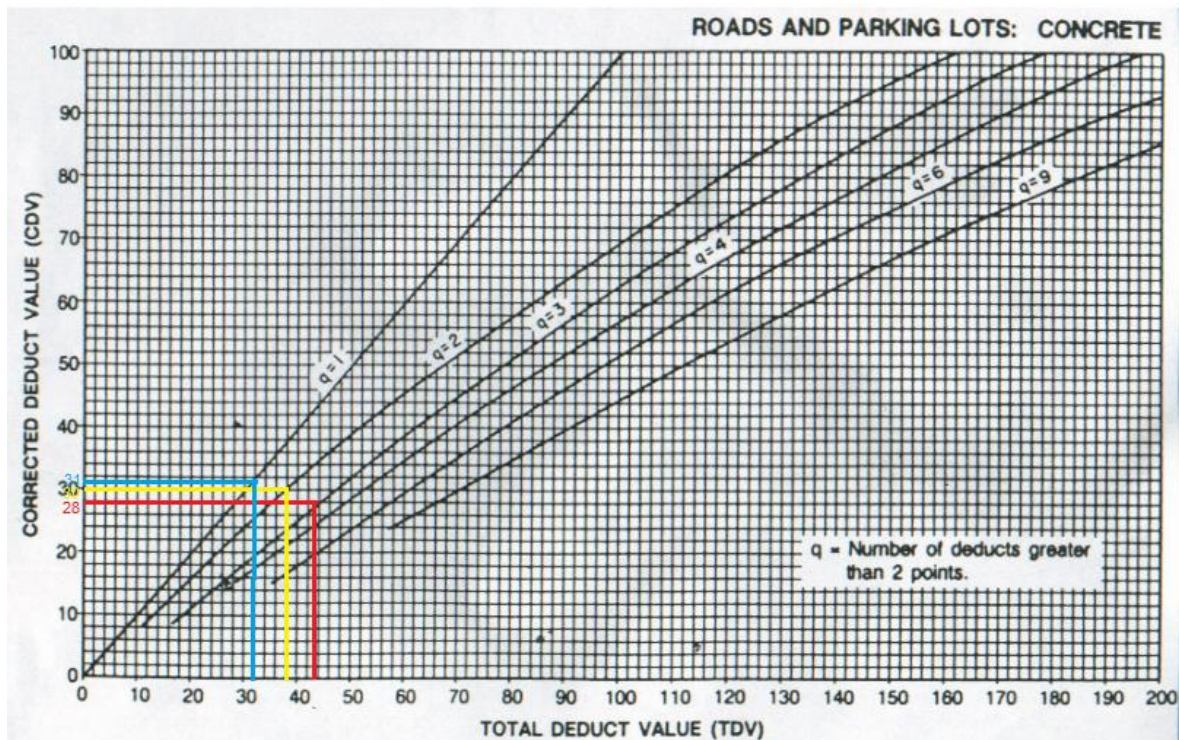


Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 31 pulimiento de agregados de severidad baja (low) es de 7.5 puntos y para la severidad media es de 8.

Para determinar el valor corregido deducido utilizaremos la curva de corrección y los valores deducidos mayores que 2, según el manual del PCI.

Figura 12, interpolación de los totales valores deducidos vs curva "q".



Fuente, Vásquez 2002.

De la interpolación entre los totales valores deducidos con la curva "q" se tomará en cuenta el mayor valor resultante, para el tramo 02 el valor máximo de los CDV es igual a 31.

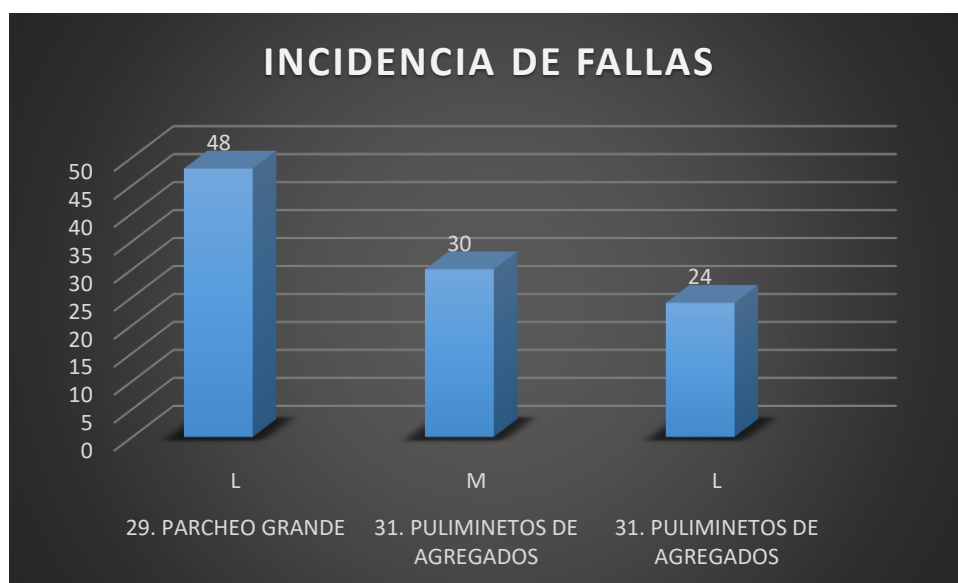
Para determinar el PCI, se aplicará la siguiente fórmula:

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

Para el tramo 02 el PCI será igual a 69.

La totalidad de las losas fueron analizadas del tramo N° 02 de la avenida Manco Cápac, en la sección entre el jirón Francisco de Zela y jirón Mariano Melgar, donde las fallas con mayor incidencia es la de Parcheo grande con una severidad baja (L) con 48 losas afectadas, seguido de Pulimiento de Agregados de severidad baja (L) con 30 losas afectadas, seguido de Pulimientos de Agregados, pero esta vez con una severidad media (M) con 24 losas afectadas.

*Figura 13, Incidencias de fallas tramo 02.*



*Fuente, elaboración propia.*

También se determinó el PCI para el Tramo 02, con un Máximo valor deducido corregido de 31 y se obtiene un PCI de 69, clasificando a este pavimento como “BUENO”

## Resultados del Tramo 03, Avenida Manco Cápac sección entre el jirón Mariano Melgar y Prolongación Augusto B. Leguía

Tabla 6, Formato para la determinación del PCI tramo 03

FORMATO PARA LA EVALUACION DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO										
Nombre de la vía en estudio		Inicio - Tramo		Tramo		Ubicación				
Avenida Manco Capac		Jr. Mariano Melgar		Tramo 3		Independencia - Huaraz				
Evaluador:		Fin - Tramo		N° de losas		Fecha				
Vargas Roncal Robson Erickson		Prolongacion Augusto B. Leguia		36		22/02/2022				
TIPOS DE FALLAS										
21. BLOWUP - BUCKLING				30. PARCHEO PEQUEÑO						
22. GRIETA DE ESQUINA				31. PULMINETOS DE AGREGADOS						
23. LOSA DIVIDIDA				32. POPOUTS						
24. GRIETA DE DURABILIDAD "D"				33. BOMBEO						
25. ESCALA				34. PUNZONAMIENTO						
26. DAÑO DEL SELLO DE JUNTA				35. CRUCE DE VÍA FÉRREA						
27. DESNIVEL CARRIL/BERMA				36. DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS CRAQUELADO						
28. GRIETAS LINEALES (grietas longitudinales, transversales y diagonales)				37. GRIETA DE RETRACCIÓN						
29. PARCHEO GRANDE				38. DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA						
				39. DESCASCARAMIENTO DE JUNTAS						
CLASIFICACIÓN DEL PCI										
EXCELENTE	100 - 85									
MUY BUENO	85 - 70									
BUENO	70 - 55									
REGULAR	55 - 40									
POBRE	40 - 25									
MUY POBRE	25 - 10									
COLAPSADO	10 - 0									
Tipo de Falla	Severidad	Cantidad	Densidad %	Valor deducido (q)		Nivel de Severidad		Número Máximo de VD		
29	L	36	100.00	28.00		Baja	L	$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDVi)$		
31	M	10	27.78	4.00		Media	M			
31	L	18	50.00	8.00		Alta	H			
26	M	17	47.22	4.00						
<b>TOTAL VALOR DEDUCIDO</b>				44.00				HDVi	28.00	
								mi	7.61	
DETERMINACIÓN DEL PCI - ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO										
N°	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	q	CDV	Número de deducidos >2(q):	
1	28	8	4	4	4	44	4	25	4	4
2	28	8	4	2	2	42	3	27	35	35
3	28	8	2	2	2	40	2	32	65	65
4	28	2	2	2	2	34	1	35		
<b>MAXIMO CDV</b>								<b>35</b>	<b>CLASIFICACIÓN:</b>	<b>BUENO</b>

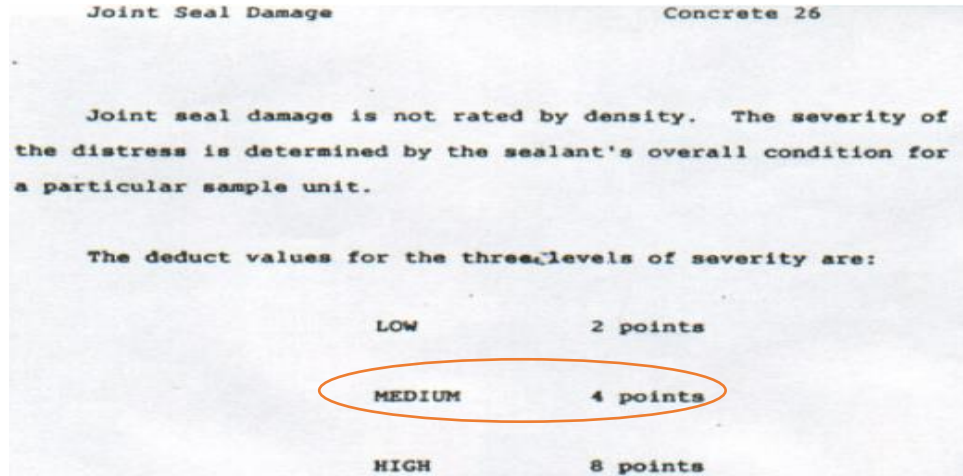
Fuente, Elaboración propia.



Para determinar el valor deducido para cada falla en el tramo 03 se utilizará los abanicos propuestos en el manual del PCI.

## 26. Daño del sello de juntas.

Figura 14, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 26

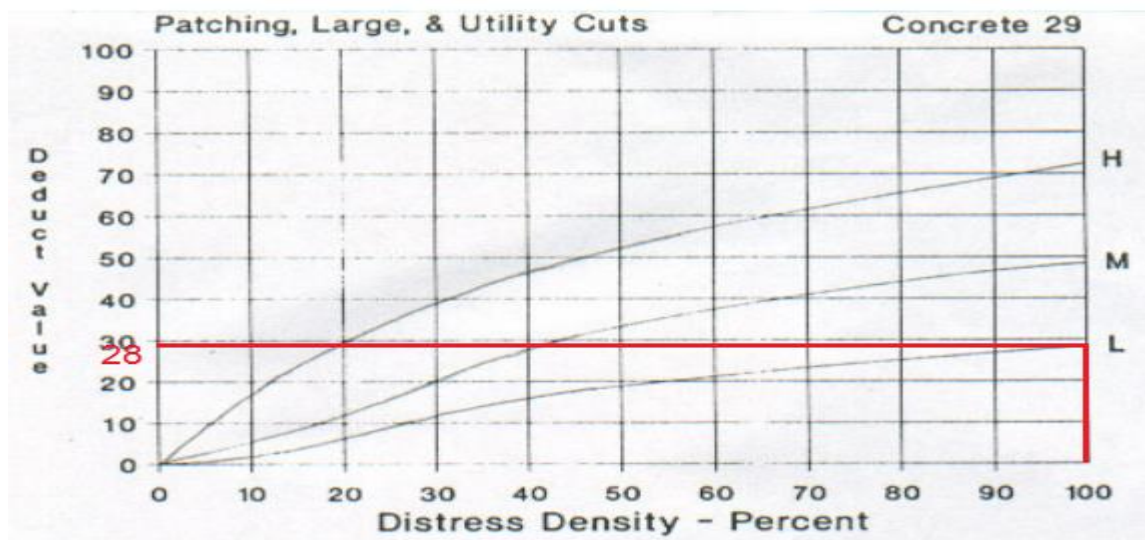


Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 26 daño del sello de juntas de severidad media es de 4 puntos.

## 29. Parcheo grande.

Figura 15. curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 29

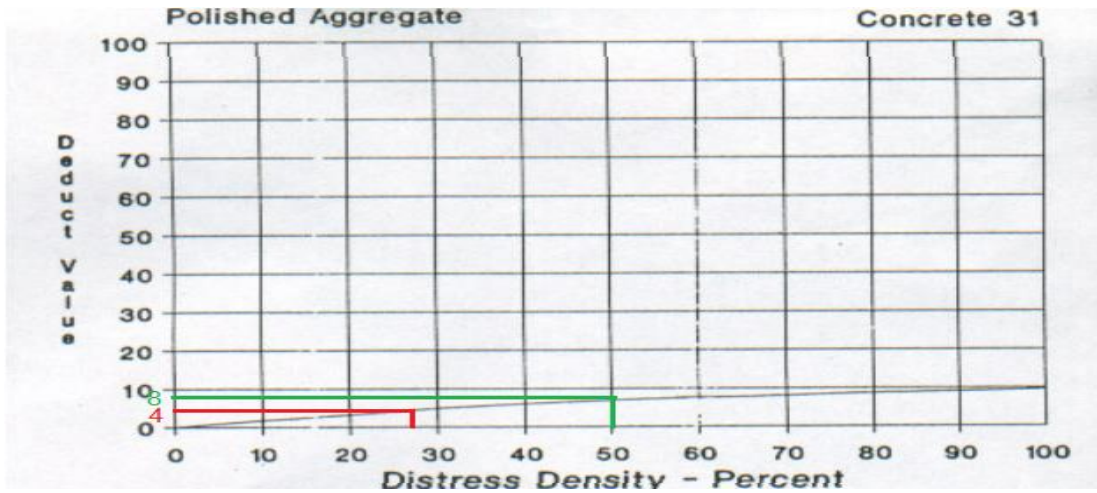


Fuente, Vásquez 2002

El valor deducido para la falla 29 parcheo grande de severidad baja (low) es de 28 puntos.

### 31. Pulimiento de agregados.

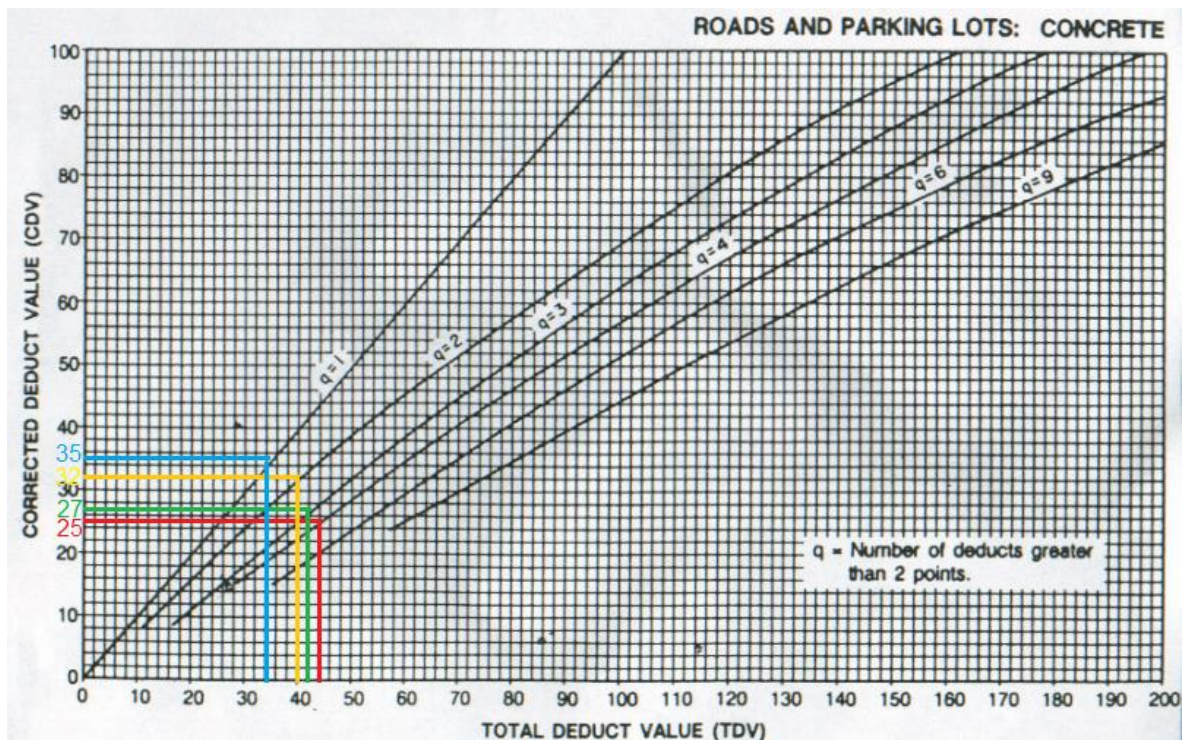
Figura 16, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 31



Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 31 pulimiento de agregados de severidad baja (low) es de 8 puntos y para la severidad media es de 4.

Figura 17, interpolación de los totales valores deducidos vs curva "q".



Fuente, Vásquez 2002.

Para determinar el valor corregido deducido utilizaremos la curva de corrección y los valores deducidos mayores que 2, según el manual del PCI.

De la interpolación entre los totales valores deducidos con la curva “q” se tomará en cuenta el mayor valor resultante, para el tramo 03 el valor máximo de los CDV es igual a 35.

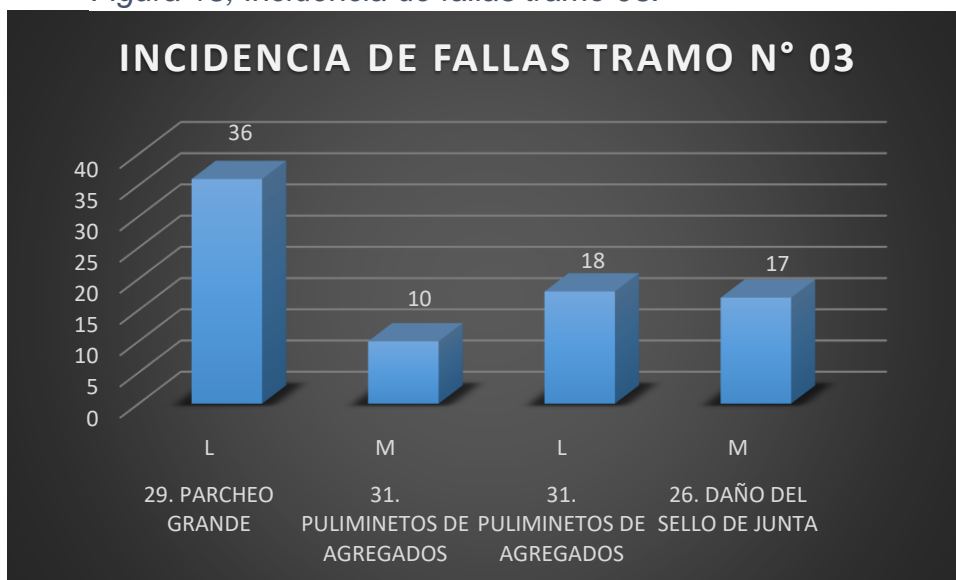
Para determinar el PCI, se aplicará la siguiente fórmula:

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

Para el tramo 03 el PCI será igual a 65.

La totalidad de las losas fueron analizadas del tramo N° 03 de la avenida Manco Cápac, en la sección entre el jirón Mariano Melgar y prolongación Augusto B. Leguía, donde las fallas con mayor incidencia es la de Parcheo grande con una severidad baja (L) con 36 losas afectadas, seguido de Pulimiento de Agregados de severidad baja (L) con 18 losas afectadas, seguido de Pulimientos de Agregados, pero esta vez con una severidad media (M) con 10 losas afectadas y seguido de Daño del Sello de Junta con una severidad media (M) con un total de 17 losas afectadas

Figura 18, Incidencia de fallas tramo 03.



Fuente, Elaboración propia.

También se determinó el PCI para el Tramo N° 03, con un Máximo valor deducido corregido de 35 y se obtiene un PCI de 65, clasificando a este pavimento como “BUENO”



**Resultados del Tramo 04, Avenida Manco Cápac sección entre la Prolongación Augusto B. Leguía y Av. Augusto B. Leguía.**

Tabla 7, Formato para la determinación del PCI tramo 04

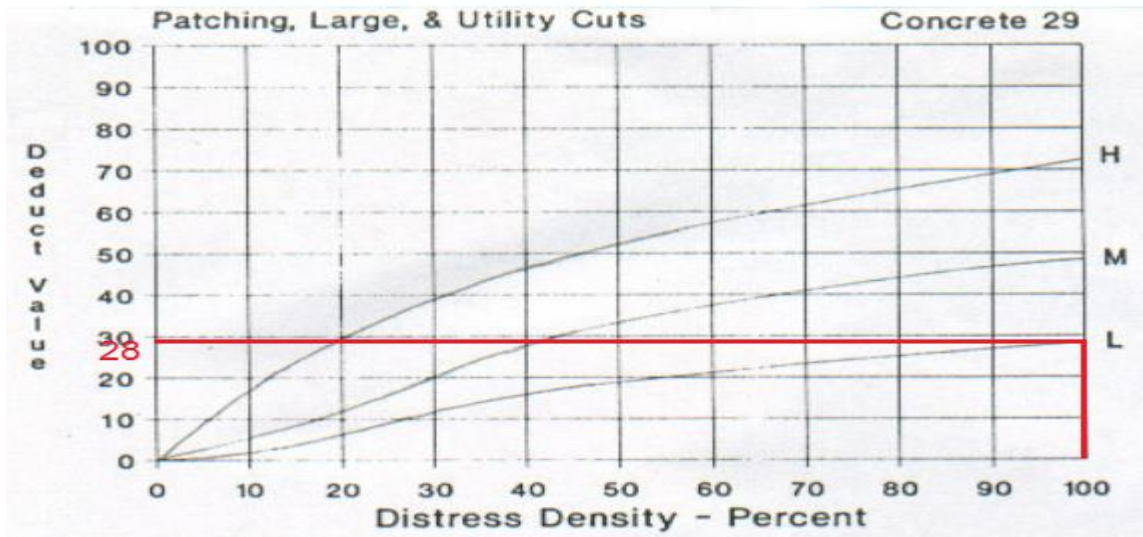
FORMATO PARA LA EVALUACION DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO										
Nombre de la vía en estudio		Inicio - Tramo		Tramo		Ubicación				
Avenida Manco Capac		Prolongacion Augusto B. Leguia		Tramo 4		Independencia - Huaraz				
Evaluador:		Fin - Tramo		N° de losas		Fecha				
Vargas Roncal Robson Erickson		Av. Augusto B. Leguia		44		22/02/2022				
TIPOS DE FALLAS										
21. BLOWUP - BUCKLING				30. PARCHEO PEQUEÑO						
22. GRIETA DE ESQUINA				31. PULIMENTOS DE AGREGADOS						
23. LOSA DIVIDIDA				32. POPOUTS						
24. GRIETA DE DURABILIDAD "D"				33. BOMBEO						
25. ESCALA				34. PUNZONAMIENTO						
26. DAÑO DEL SELLO DE JUNTA				35. CRUCE DE VÍA FÉRREA						
27. DESNIVEL CARRIL/BERMA				36. DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS CRAQUELADO						
28. GRIETAS LINEALES (grietas longitudinales, transversales y diagonales)				37. GRIETA DE RETRACCIÓN						
29. PARCHEO GRANDE				38. DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA						
				39. DESCASCARAMIENTO DE JUNTAS						
CLASIFICACIÓN DEL PCI										
EXCELENTE	100 - 85									
MUY BUENO	85 - 70									
BUENO	70 - 55									
REGULAR	55 - 40									
POBRE	40 - 25									
MUY POBRE	25 - 10									
COLAPSADO	10 - 0									
Tipo de Falla	Severidad	Cantidad	Densidad %	Valor deducido (q)		Nivel de Severidad		Número Máximo de VD		
29	L	44	100.00	28.00		Baja	L	$mi = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDVi)$		
31	L	26	59.09	8.00		Media	M			
31	M	5	11.36	3.00		Alta	H			
38	H	3	6.82	5.00						
<b>TOTAL VALOR DEDUCIDO</b>				44.00				HDVi	28.00	
								mi	7.61	
DETERMINACIÓN DEL PCI - ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO										
N°	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	q	CDV	Número de deducidos >2(q):	
1	28	8	5	3		44	4	26	4	
2	28	8	5	2		43	3	27	MAX CDV	
3	28	8	2	2		40	2	32	PCI=100-MAX CDV	
4	28	2	2	2		34	1	33	CLASIFICACIÓN:	
								MAXIMO CDV	33	
									BUENO	

Fuente, Elaboración propia

Para determinar el valor deducido para cada falla en el tramo 04 se utilizará los abanicos propuestos en el manual del PCI.

## 29. Parcheo grande.

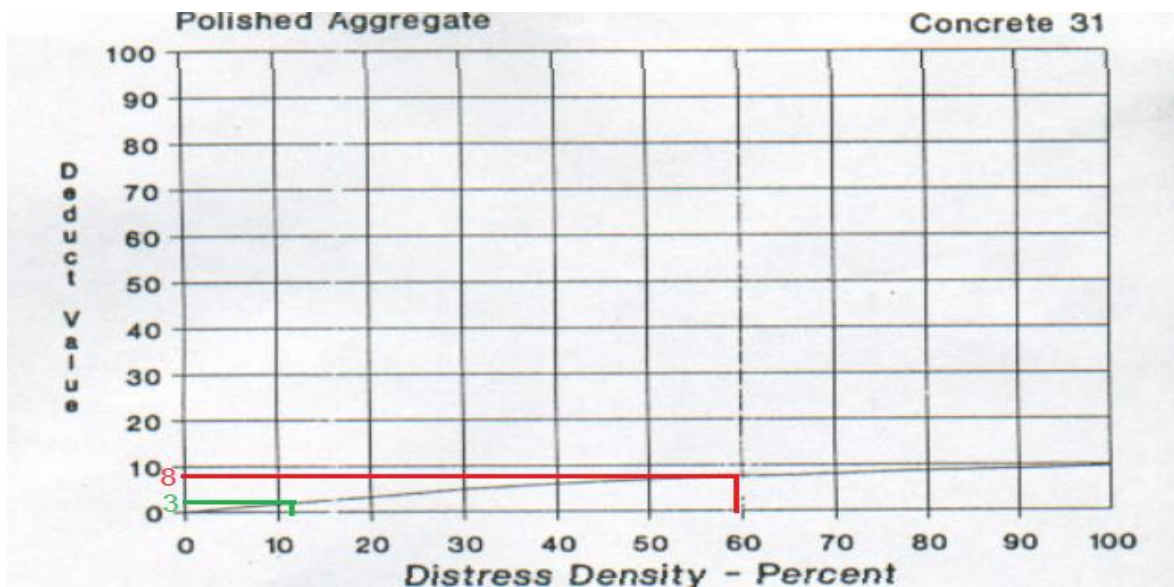
Figura 19. curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 29



Fuente, Vásquez 2002

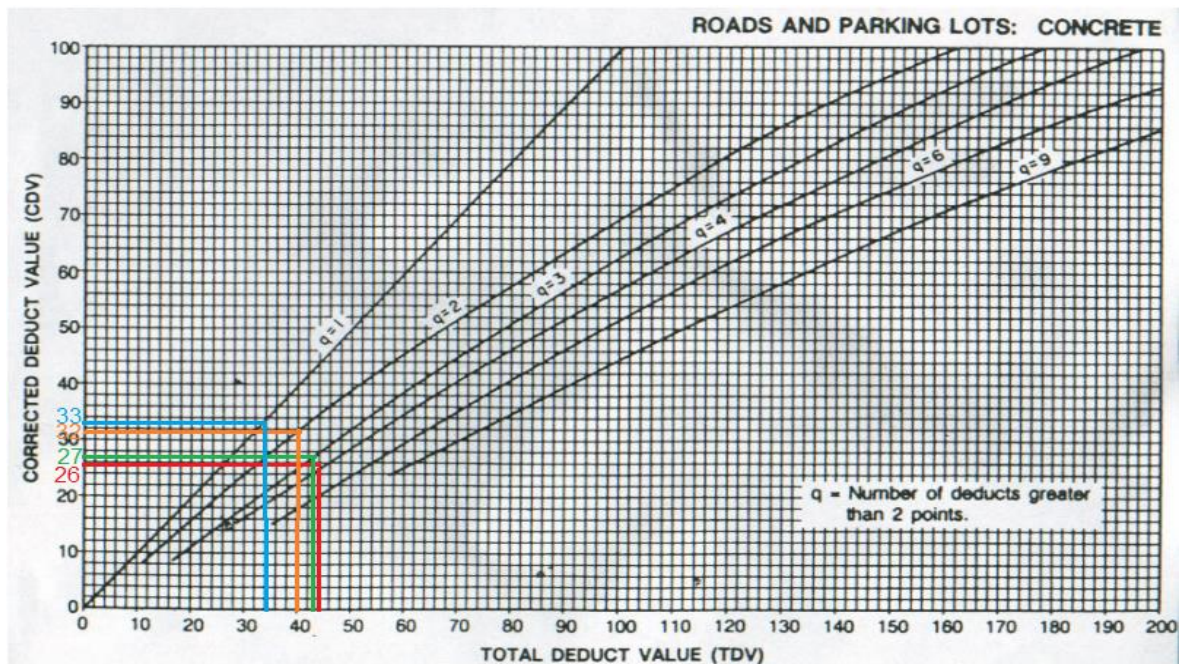
El valor deducido para la falla 29 parcheo grande de severidad baja (low) es de 28 puntos.

## 31. Pulimiento de agregados.



Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 31 pulimiento de agregados de severidad baja (low) es de 8 puntos y para la severidad media es de 3.



Fuente, Vásquez 2002.

Para determinar el valor corregido deducido utilizaremos la curva de corrección y los valores deducidos mayores que 2, según el manual del PCI.

De la interpolación entre los totales valores deducidos con la curva “q” se tomará en cuenta el mayor valor resultante, para el tramo 04 el valor máximo de los CDV es igual a 33.

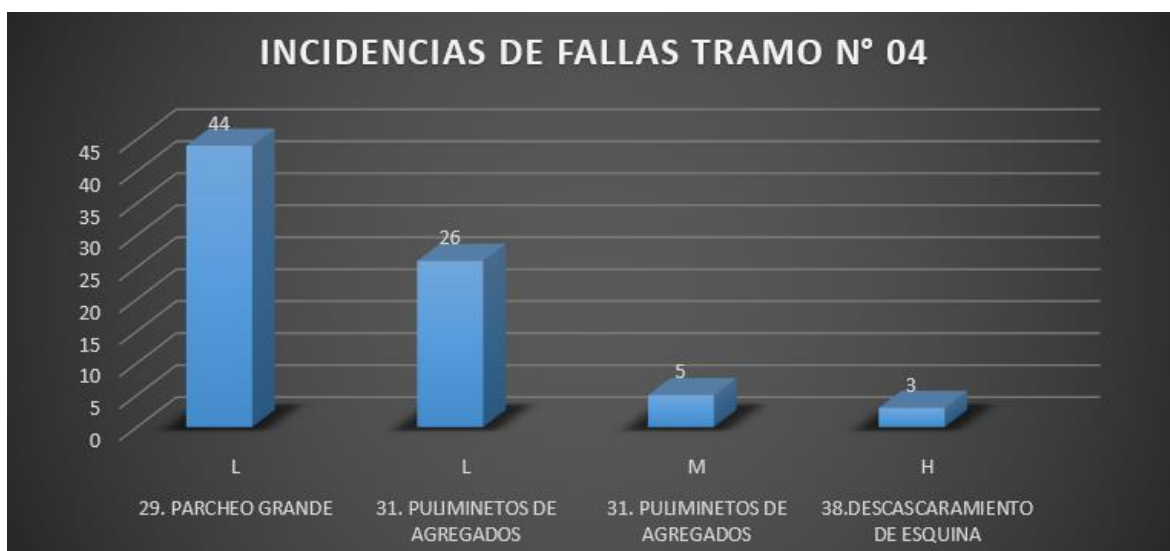
Para determinar el PCI, se aplicará la siguiente fórmula:

$$PCI = 100 - \text{Máximo CDV.}$$

Para el tramo 04 el PCI será igual a 67.

La totalidad de las losas fueron analizadas del tramo N° 04 de la avenida Manco Cápac, en la sección entre la prolongación Augusto B. Leguía y Avenida Augusto B. Leguía donde las fallas con mayor incidencia es la de Parcheo grande con una severidad baja (L) con 44 losas afectadas, seguido de Pulimiento de Agregados de severidad baja (L) con 26 losas afectadas, seguido de Pulimientos de Agregados, pero esta vez con una severidad media (M) con 5 losas afectadas y seguido de Descascaramiento de Esquina con una severidad alta (H) con un total de 3 losas afectadas

*Figura 20, incidencia de fallas tramo 04.*



*Fuente, Elaboración propia*

También se determinó el PCI para el Tramo N° 04, con un Máximo valor deducido corregido de 33 y se obtiene un PCI de 67, clasificando a este pavimento como “BUENO”

**Resultados del Tramo 05, Avenida Manco Cápac sección entre la Av. Augusto B. Leguía y la Calle San Pedro.**

Tabla 8, Formato para la determinación del PCI tramo 05

FORMATO PARA LA EVALUACION DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO											
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO											
Nombre de la vía en estudio		Inicio - Tramo		Tramo		Ubicación					
Avenida Manco Capac		Av. Augusto B. Leguía		Tramo 5		Independencia - Huaraz					
Evaluador:		Fin - Tramo		N° de losas		Fecha					
Vargas Roncal Robson Erickson		Calle San Pedro		76		22/02/2022					
TIPOS DE FALLAS											
21. BLOWUP - BUCKLING				30. PARCHEO PEQUEÑO							
22. GRIETA DE ESQUINA				31. PULMINETOS DE AGREGADOS							
23. LOSA DIVIDIDA				32. POPOUTS							
24. GRIETA DE DURABILIDAD "D"				33. BOMBEO							
25. ESCALA				34. PUNZONAMIENTO							
26. DAÑO DEL SELLO DE JUNTA				35. CRUCE DE VÍA FÉRREA							
27. DESNIVEL CARRIL/BERMA				36. DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS CRAQUELADO							
28. GRIETAS LINEALES (grietas longitudinales, transversales y diagonales)				37. GRIETA DE RETRACCIÓN							
29. PARCHEO GRANDE				38. DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA							
				39. DESCASCARAMIENTO DE JUNTAS							
CLASIFICACIÓN DEL PCI											
EXCELENTE	100 - 85										
MUY BUENO	85 - 70										
BUENO	70 - 55										
REGULAR	55 - 40										
POBRE	40 - 25										
MUY POBRE	25 - 10										
COLAPSADO	10 - 0										
Tipo de Falla	Severidad	Cantidad	Densidad %	Valor deducido (q)	Nivel de Severidad		Número Máximo de VD				
28	L	8	10.53	5.50	Baja	L	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDVi)$				
29	L	76	100.00	28.00	Media	M					
31	L	44	57.89	8.00	Alta	H					
31	M	18	23.68	4.50							
37	L	20	26.32	1.50							
<b>TOTAL VALOR DEDUCIDO</b>				47.50			HDVi	28.00			
							m <sub>i</sub>	7.61			
DETERMINACIÓN DEL PCI - ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO											
N°	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	q	CDV	Número de deducidos >2(q):		
1	28	8	5.5	4.5		46	4	26	4		
2	28	8	5.5	2		43.5	3	27.5	MAX CDV		
3	28	8	2	2		40	2	32	PCI=100-MAX CDV		
4	28	2	2	2		34	1	34	CLASIFICACIÓN:		
						<b>MAXIMO CDV</b>				<b>BUENO</b>	

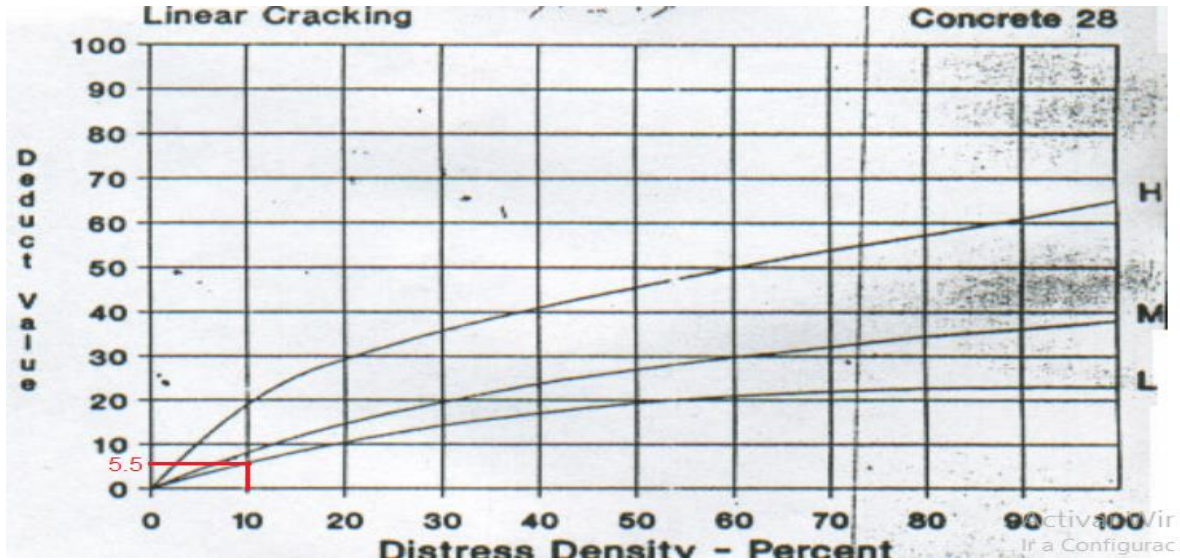
Fuente, Elaboración Propia.



Para determinar el valor deducido para cada falla en el tramo 05 se utilizará los abanicos propuestos en el manual del PCI.

## 28. Daño del sello de juntas.

Figura 21, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 28

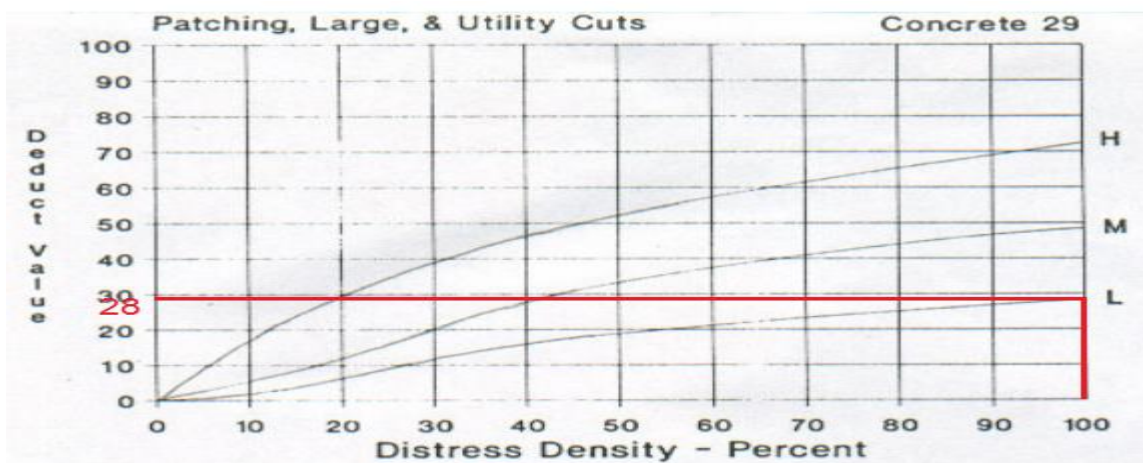


Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 28 daño del sello de juntas de severidad baja (low) es de 5.5 puntos.

## 29. Parcheo grande.

Figura 22, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 29

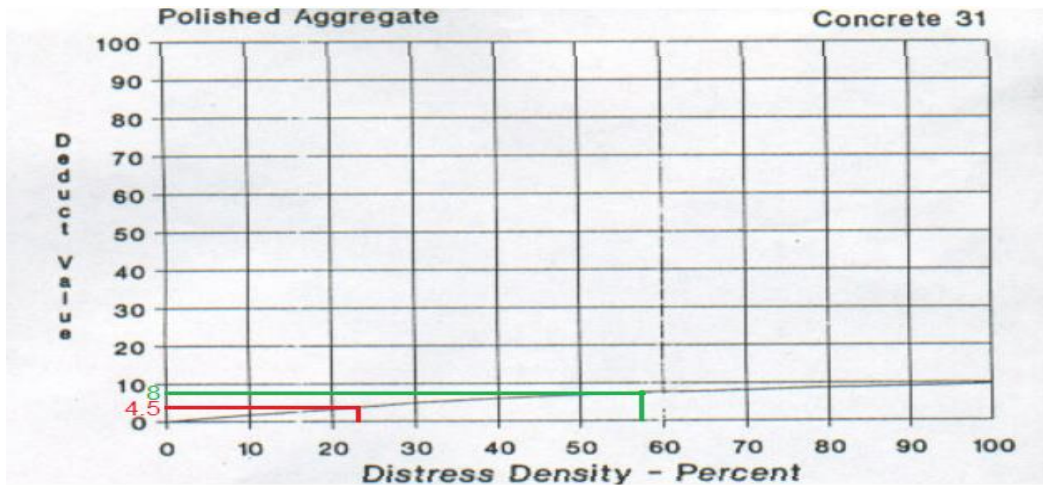


Fuente, Vásquez 2002

El valor deducido para la falla 29 parcheo grande de severidad baja (low) es de 28 puntos.

### 31. Pulimiento de agregados.

Figura 23, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 30

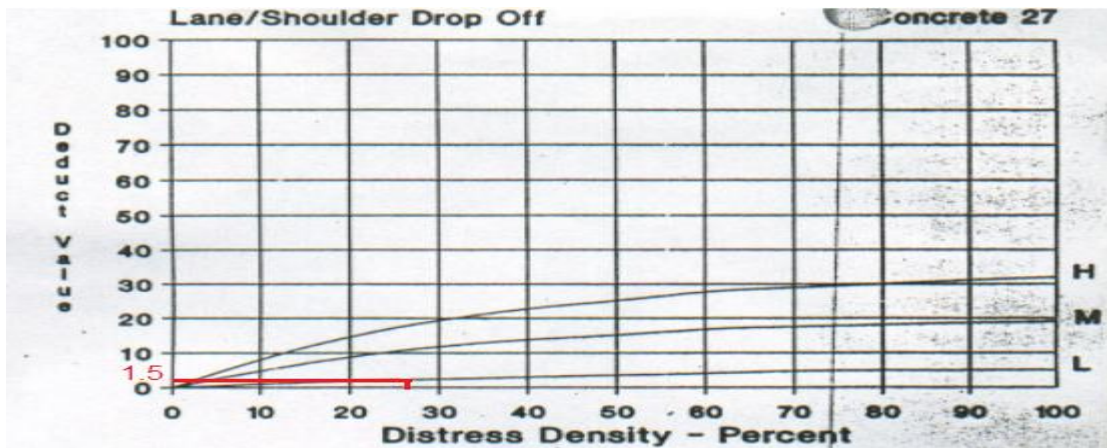


Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 31 pulimiento de agregados de severidad baja (low) es de 8 puntos y para la severidad media (medium) es de 4.5.

### 37. Desnivel carril/berma.

Figura 24, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 30

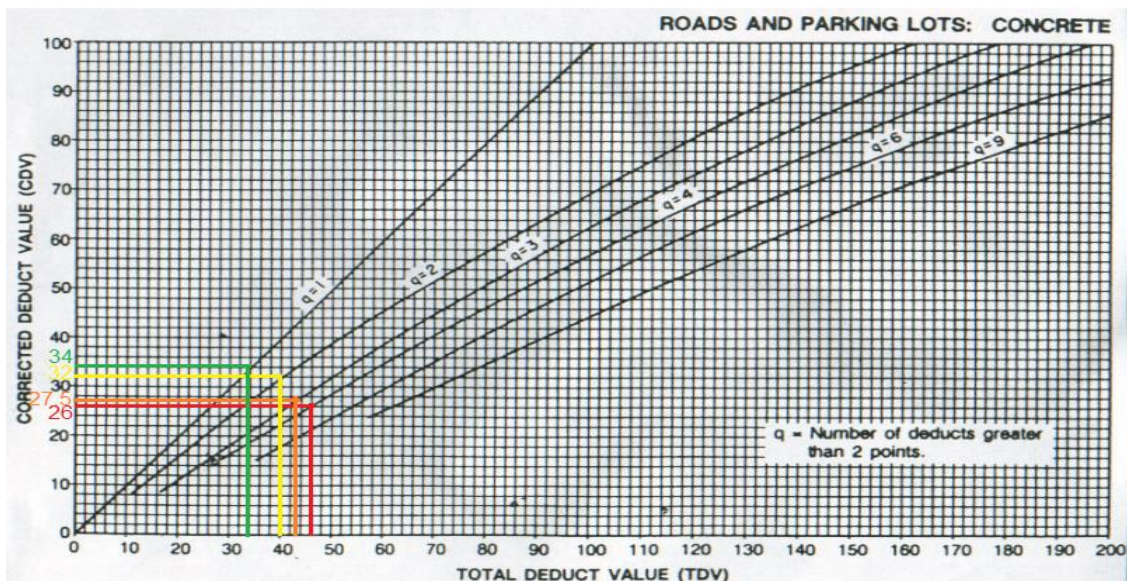


Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 37 desnivel carril/berma de severidad baja (low) es de 1.5 puntos.

Para determinar el valor corregido deducido utilizaremos la curva de corrección y los valores deducidos mayores que 2, según el manual del PCI.

Figura 25, interpolación de los totales valores deducidos vs curva q.



Fuente, Vásquez 2002.

De la interpolación entre los totales valores deducidos con la curva "q" se tomará en cuenta el mayor valor resultante, para el tramo 05 el valor máximo de los CDV es igual a 34.

Para determinar el PCI, se aplicará la siguiente fórmula:

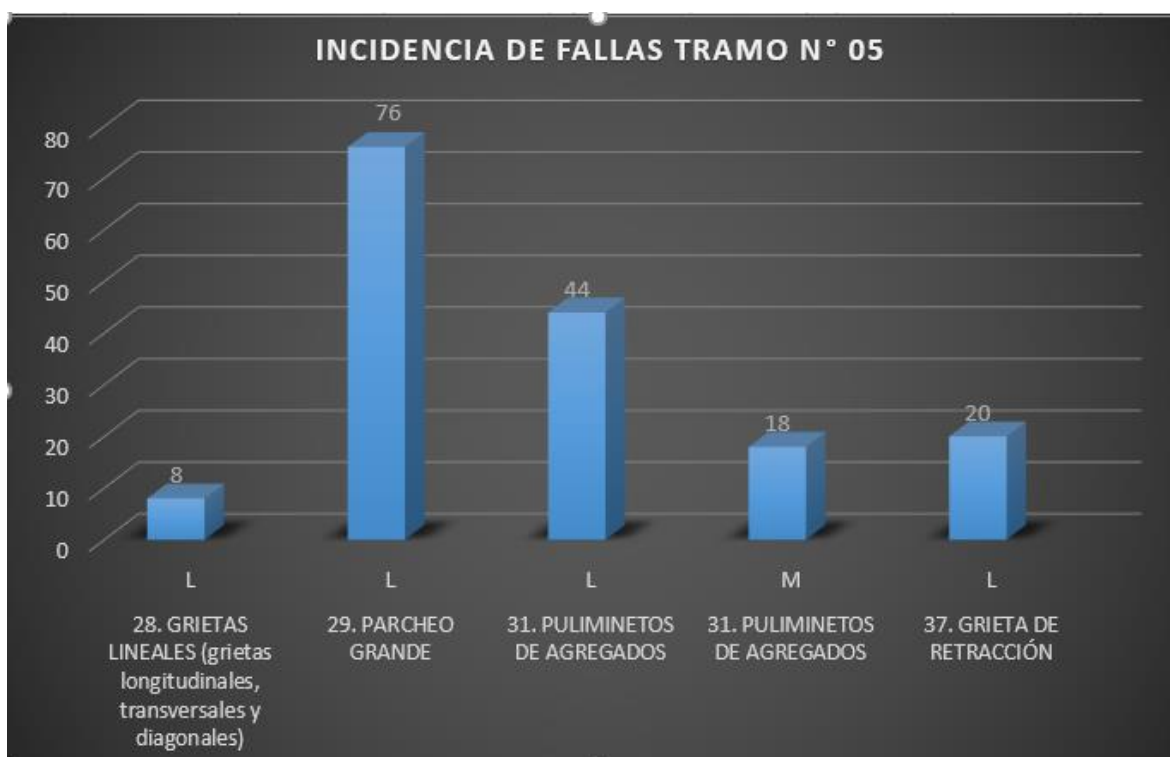
$$\text{PCI} = 100 - \text{Máximo CDV}.$$

Para el tramo 05 el PCI será igual a 66.



La totalidad de las losas fueron analizadas del tramo N° 05 de la avenida Manco Cápac, en la sección entre la Avenida Augusto B. Leguía y la Calle San Pedro, donde las fallas con mayor incidencia es la de Parcheo grande con una severidad baja (L) con 76 losas afectadas, seguido de Pulimiento de Agregados de severidad baja (L) con 44 losas afectadas, seguido de Pulimientos de Agregados, pero esta vez con una severidad media (M) con 18 losas afectadas, seguido de Grietas de Retracción con una severidad alta (H) con un total de 20 losas afectadas y con Grietas Lineales (grietas longitudinales, transversales y diagonales) con una severidad baja (L) y con 8 losas afectadas.

Figura 26, Incidencia de fallas tramo 05



Fuente, Elaboración propia.

También se determinó el PCI para el Tramo N° 05, con un Máximo valor deducido corregido de 34 y se obtiene un PCI de 66, clasificando a este pavimento como "BUENO".

## Resultados del Tramo 06, Avenida Manco Cápac sección entre la Calle San Pedro y Calle Los Jacintos.

Tabla 9, Formato para la determinación del PCI tramo 06

FORMATO PARA LA EVALUACION DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO										
<b>Nombre de la vía en estudio</b>		<b>Inicio - Tramo</b>		<b>Tramo</b>		<b>Ubicación</b>				
Avenida Manco Capac		Calle San Pedro		Tramo 6		Independencia - Huaraz				
<b>Evaluador:</b>		<b>Fin - Tramo</b>		<b>N° de losas</b>		<b>Fecha</b>				
Vargas Roncal Robson Erickson		Calle Los Jacintos		56		22/02/2022				
TIPOS DE FALLAS										
21. BLOWUP - BUCKLING				30. PARCHEO PEQUEÑO						
22. GRIETA DE ESQUINA				31. PULIMINETOS DE AGREGADOS						
23. LOSA DIVIDIDA				32. POPOUTS						
24. GRIETA DE DURABILIDAD "D"				33. BOMBEO						
25. ESCALA				34. PUNZONAMIENTO						
26. DAÑO DEL SELLO DE JUNTA				35. CRUCE DE VÍA FÉRREA						
27. DESNIVEL CARRIL/BERMA				36. DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS CRAQUELADO						
28. GRIETAS LINEALES (grietas longitudinales, transversales y diagonales)				37. GRIETA DE RETRACCIÓN						
29. PARCHEO GRANDE				38. DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA						
				39. DESCASCARAMIENTO DE JUNTAS						
CLASIFICACIÓN DEL PCI										
EXCELENTE	100 - 85									
MUY BUENO	85 - 70									
BUENO	70 - 55									
REGULAR	55 - 40									
POBRE	40 - 25									
MUY POBRE	25 - 10									
COLAPSADO	10 - 0									
Tipo de Falla	Severidad	Cantidad	Densidad %	Valor deducido (q)		Nivel de Severidad		Número Máximo de VD		
26	M	6	10.71	4.00		Baja	L	$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDVi)$		
28	H	4	7.14	15.00		Media	M			
29	L	56	100.00	28.00		Alta	H			
31	M	4	7.14	3.00						
31	L	9	16.07	4.00						
<b>TOTAL VALOR DEDUCIDO</b>				54.00				HDVi	28.00	
								mi	7.61	
DETERMINACIÓN DEL PCI - ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO										
N°	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	q	CDV	Número de deducidos >2(q):	
1	28	15	4	4	3	54	5	26	5	
2	28	15	4	4	2	53	4	30		
3	28	15	4	2	2	51	3	33		
4	28	15	2	2	2	49	2	38		
5	28	2	2	2	2	36	1	35		
<b>MAXIMO CDV</b>								38		
<b>PCI=100-MAX CDV</b>									62	
<b>CLASIFICACIÓN:</b>									<b>BUENO</b>	

Fuente, Elaboración Propia.

Para determinar el valor deducido para cada falla en el tramo 06 se utilizará los abanicos propuestos en el manual del PCI.

## 26. Daño de sello de junta

Figura 27, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 26

Joint Seal Damage Concrete 26

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.

The deduct values for the three levels of severity are:

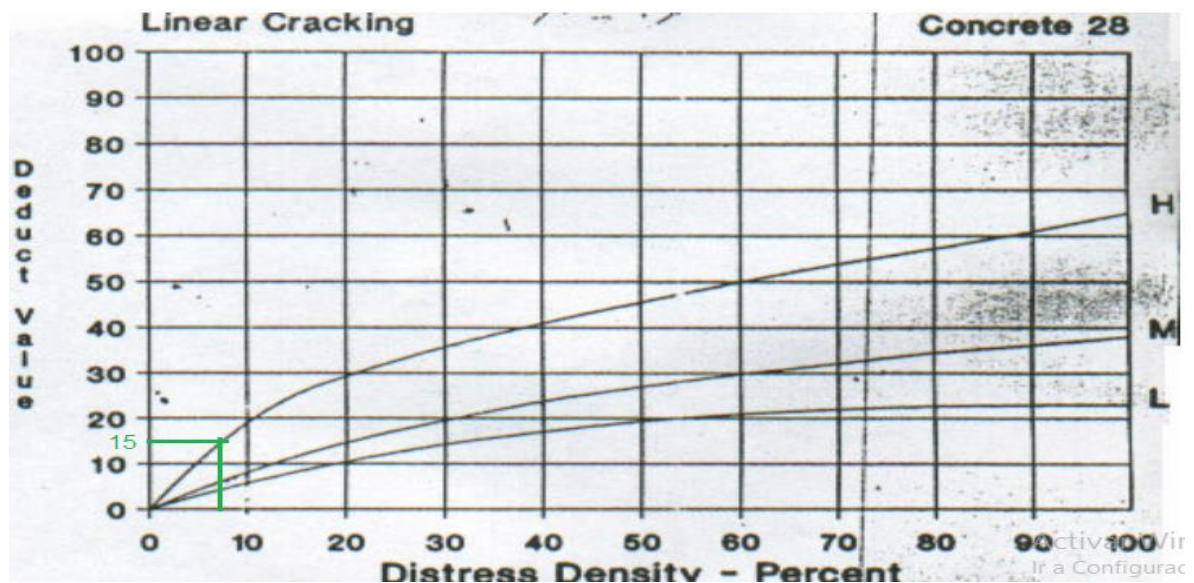
LOW	2 points
MEDIUM	4 points
HIGH	8 points

Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 26 daño del sello de juntas de severidad media (medium) es de 4 puntos.

## 28. Daño del sello de juntas.

Figura 28, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 28

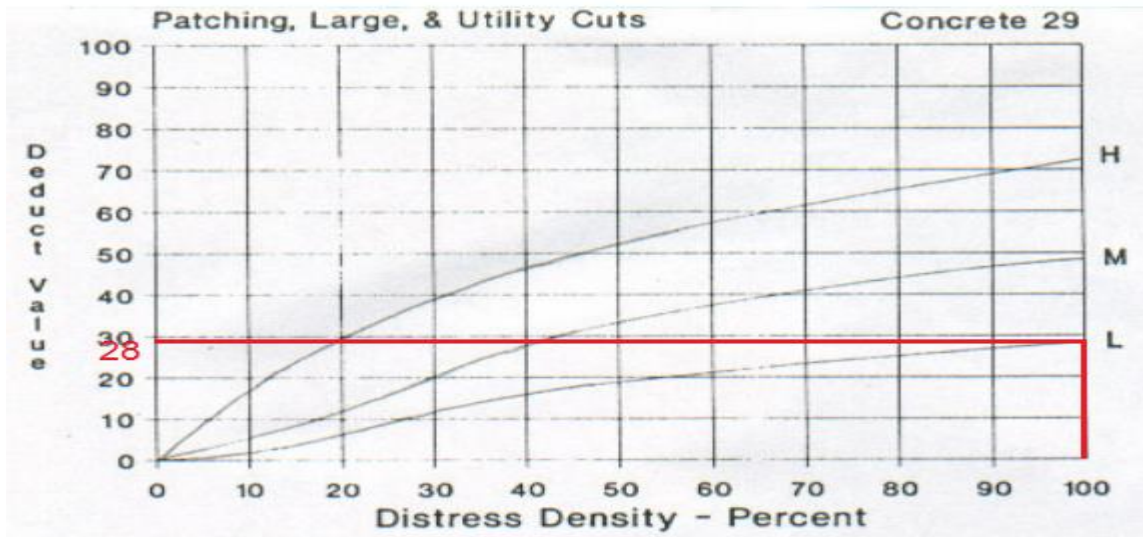


Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 28 daño del sello de juntas de severidad alta (high) es de 15 puntos.

### 29. Parcheo grande.

Figura 29. curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 29

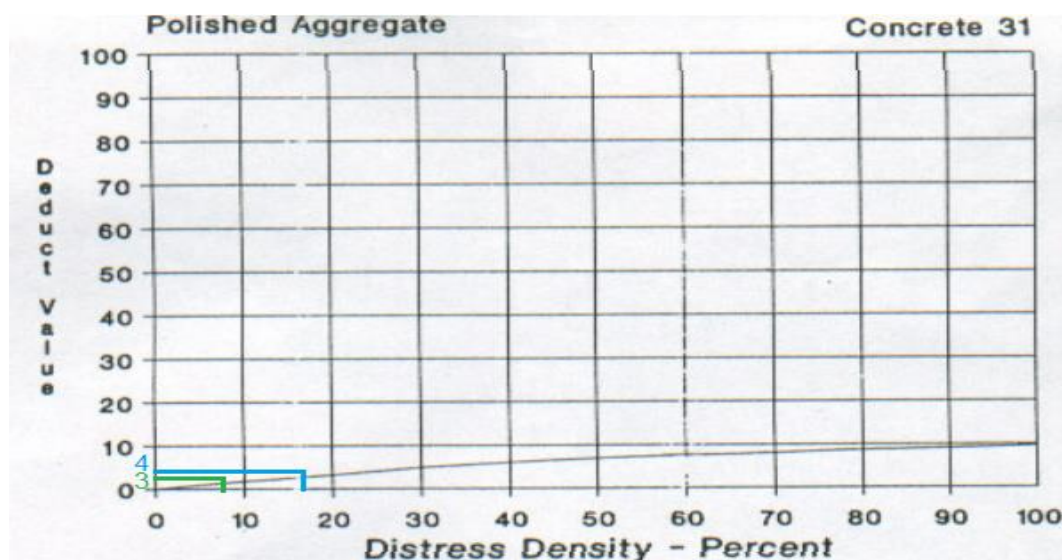


Fuente, Vásquez 2002

El valor deducido para la falla 29 parcheo grande de severidad baja (low) es de 28 puntos.

### 31. Pulimiento de agregados.

Figura 30, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 30



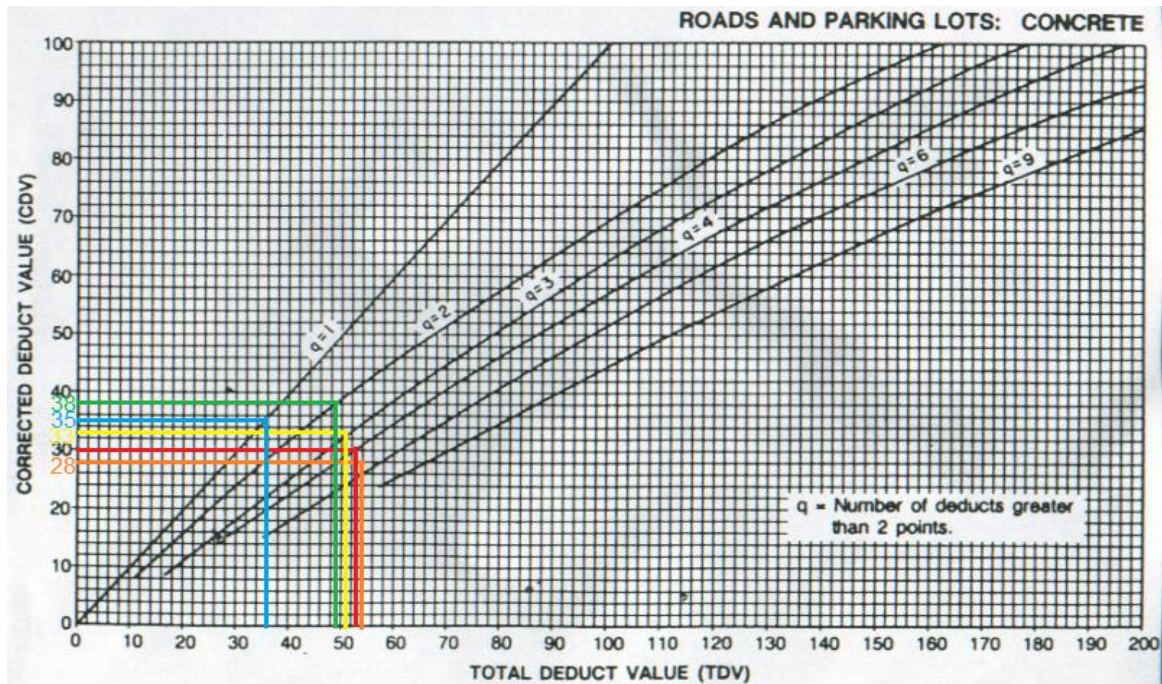
Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 31 pulimiento de agregados de severidad baja (low) es de 4 puntos y para la severidad media (medium) es de 3.



Para determinar el valor corregido deducido utilizaremos la curva de corrección y los valores deducidos mayores que 2, según el manual del PCI.

Figura 31, interpolación de los totales valores deducidos vs curva q.



Fuente, Vásquez 2002.

De la interpolación entre los totales valores deducidos con la curva "q" se tomará en cuenta el mayor valor resultante, para el tramo 06 el valor máximo de los CDV es igual a 38.

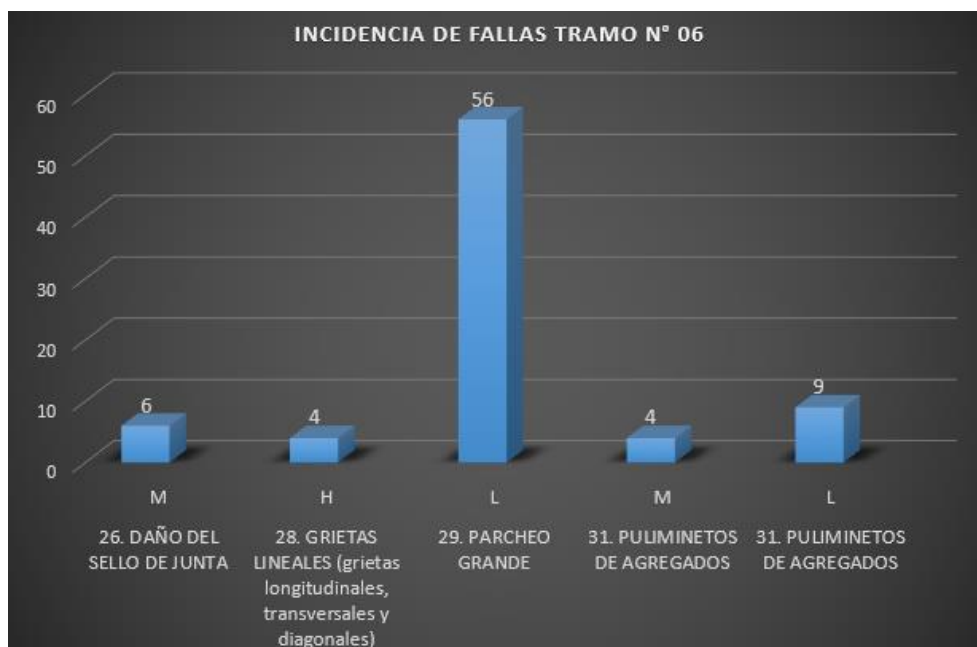
Para determinar el PCI, se aplicará la siguiente fórmula:

$$PCI = 100 - \text{Máximo CDV.}$$

Para el tramo 06 el PCI será igual a 62.

La totalidad de las losas fueron analizadas del tramo N° 06 de la avenida Manco Cápac, en la sección entre la Calle San Pedro y Calle los Jacintos, donde las fallas con mayor incidencia es la de Parcheo grande con una severidad baja (L) con 56 losas afectadas, seguido de Pulimiento de Agregados de severidad baja (L) con 9 losas afectadas, seguido de Pulimientos de Agregados, pero esta vez con una severidad media (M) con 4 losas afectadas, seguido de Daño del Sello de Junta con una severidad media (M) con un total de 6 losas afectadas y con Grietas Lineales (grietas longitudinales, transversales y diagonales) con una severidad alta (L) y con 4 losas afectadas.

Figura 32, Incidencia de fallas tramo 06



Fuente, Elaboración propia

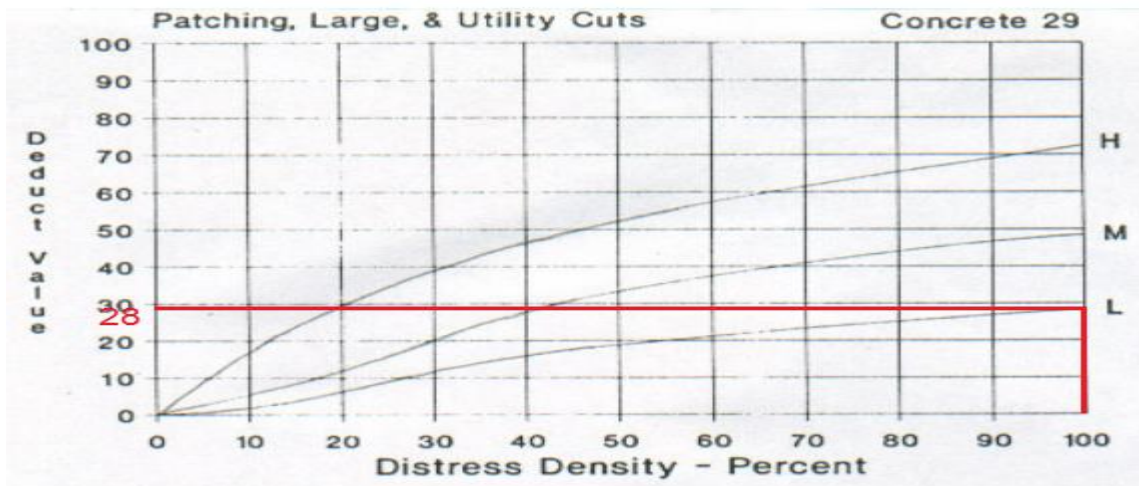
También se determinó el PCI para el Tramo N° 06, con un Máximo valor deducido corregido de 38 y se obtiene un PCI de 62, clasificando a este pavimento como "BUENO".



Para determinar el valor deducido para cada falla en el tramo 07 se utilizará los abanicos propuestos en el manual del PCI.

## 29. Parcheo grande.

Figura 33. curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 29

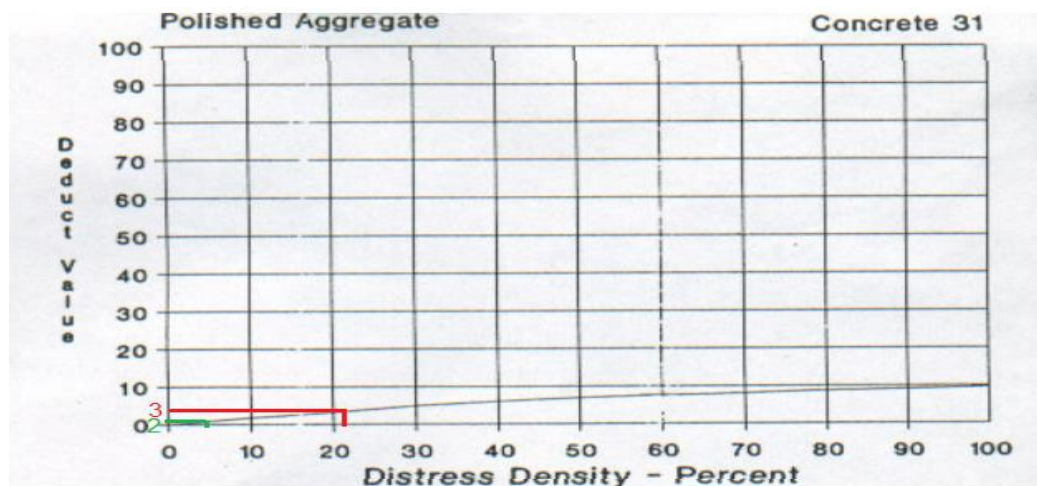


Fuente, Vásquez 2002

El valor deducido para la falla 29 parcheo grande de severidad media (mediun) es de 28 puntos.

## 31. Pulimiento de agregados.

Figura 34, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 31



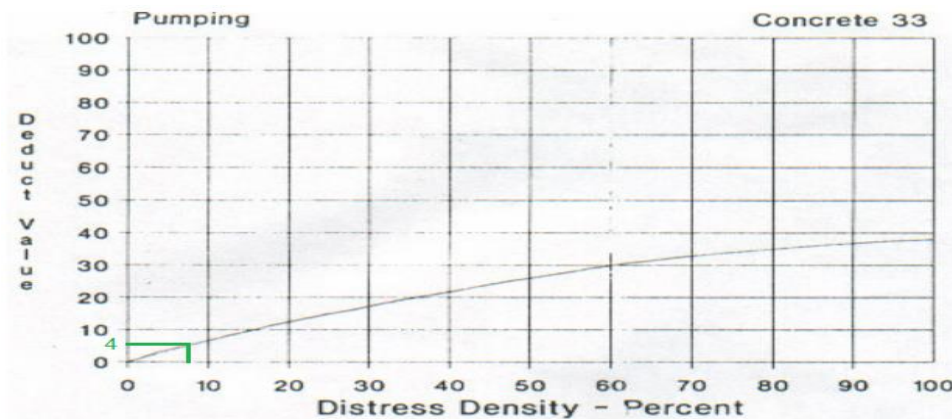
Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 31 pulimiento de agregados de severidad media (mediun) es de 2 puntos y de severidad baja (low) 3 puntos.



### 33. Popouts

Figura 35, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 33

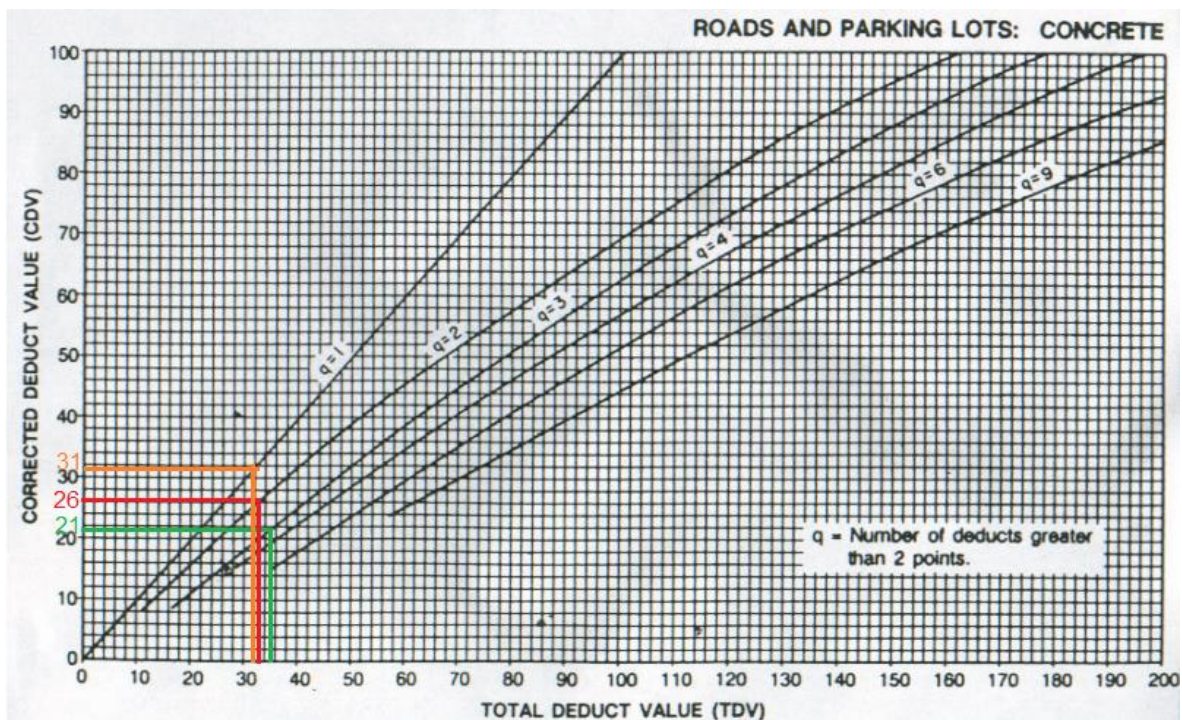


Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 33 Popouts de severidad media (mediun) es de 4 puntos.

Para determinar el valor corregido deducido utilizaremos la curva de corrección y los valores deducidos mayores que 2, según el manual del PCI.

Figura 36, interpolación de los totales valores deducidos vs curva q.



Fuente, Vásquez 2002.

De la interpolación entre los totales valores deducidos con la curva “q” se tomará en cuenta el mayor valor resultante, para el tramo 07 el valor máximo de los CDV es igual a 31.

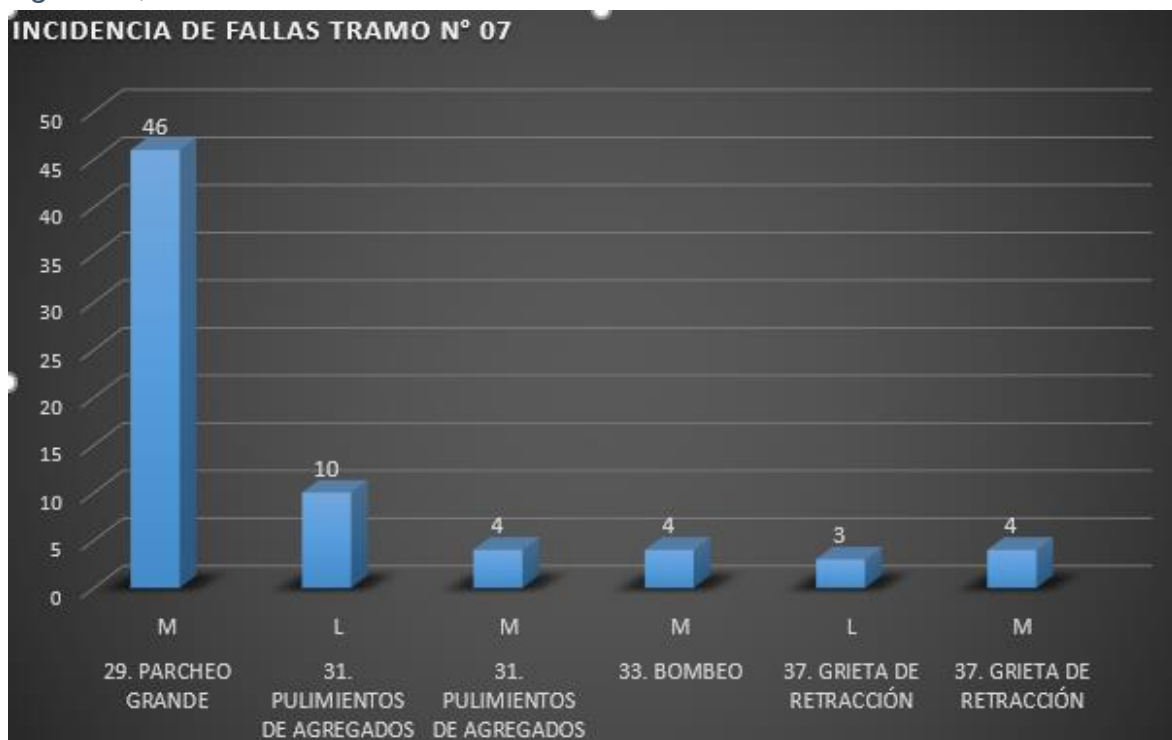
Para determinar el PCI, se aplicará la siguiente fórmula:

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

Para el tramo 07 el PCI será igual a 69.

La totalidad de las losas fueron analizadas del tramo N° 07 de la avenida Manco Cápac, en la sección entre la Calle los Jacintos y avenida Gran Chavín, donde las fallas con mayor incidencia es la de Parcheo grande con una severidad baja (L) con 56 losas afectadas, seguido de Pulimiento de Agregados de severidad baja (L) con 9 losas afectadas, seguido de Pulimientos de Agregados, pero esta vez con una severidad media (M) con 4 losas afectadas, seguido de Daño del Sello de Junta con una severidad media (L) con un total de 6 losas afectadas y con Grietas Lineales (grietas longitudinales, transversales y diagonales) con una severidad alta (L) y con 4 losas afectadas.

Figura 37, Incidencia de fallas tramo 07



Fuente, Elaboración propia

También se determinó el PCI para el Tramo N° 07, con un Máximo valor deducido corregido de 31 y se obtiene un PCI de 69, clasificando a este pavimento como "BUENO".

## Resultados del Tramo 08, Avenida Manco Cápac sección entre la Av. Gran Chavin y Calle Los Claveles.

Tabla 11, Formato para la determinación del PCI tramo 08.

FORMATO PARA LA EVALUACION DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO				
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO				
Nombre de la vía en estudio	Inicio - Tramo	Tramo	Ubicación	
Avenida Manco Capac	Av. Gran Chavin	Tramo 8	Independencia - Huaraz	
Evaludador:	Fin - Tramo	N° de losas	Fecha	
Vargas Roncal Robson Erickson	Calle Los Claveles	46	22/02/2022	

TIPOS DE FALLAS	
21. BLOWUP - BUCKLING	30. PARCHEO PEQUEÑO
22. GRIETA DE ESQUINA	31. PULIMIENTOS DE AGREGADOS
23. LOSA DIVIDIDA	32. POPOUTS
24. GRIETA DE DURABILIDAD "D"	33. BOMBEO
25. ESCALA	34. PUNZONAMIENTO
26. DAÑO DEL SELLO DE JUNTA	35. CRUCE DE VÍA FÉRREA
27. DESNIVEL CARRIL/BERMA	36. DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS CRAQUELADO
28. GRIETAS LINEALES (grietas longitudinales, transversales y diagonales)	37. GRIETA DE RETRACCIÓN
29. PARCHEO GRANDE	38. DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA
	39. DESCASCARAMIENTO DE JUNTAS

CLASIFICACIÓN DEL PCI		
EXCELENTE	100 - 85	
MUY BUENO	85 - 70	
BUENO	70 - 55	
REGULAR	55 - 40	
POBRE	40 - 25	
MUY POBRE	25 - 10	
COLAPSADO	10 - 0	

Tipo de Falla	Severidad	Cantidad	Densidad %	Valor deducido (q)	Nivel de Severidad		Número Máximo de VD	
29	L	46	100.00	28.00	Baja	L	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDVi)$	
31	L	15	32.61	5.00	Media	M		
31	M	4	8.70	3.00	Alta	H		
<b>TOTAL VALOR DEDUCIDO</b>				36.00			HDVi	28.00
							m <sub>i</sub>	7.61

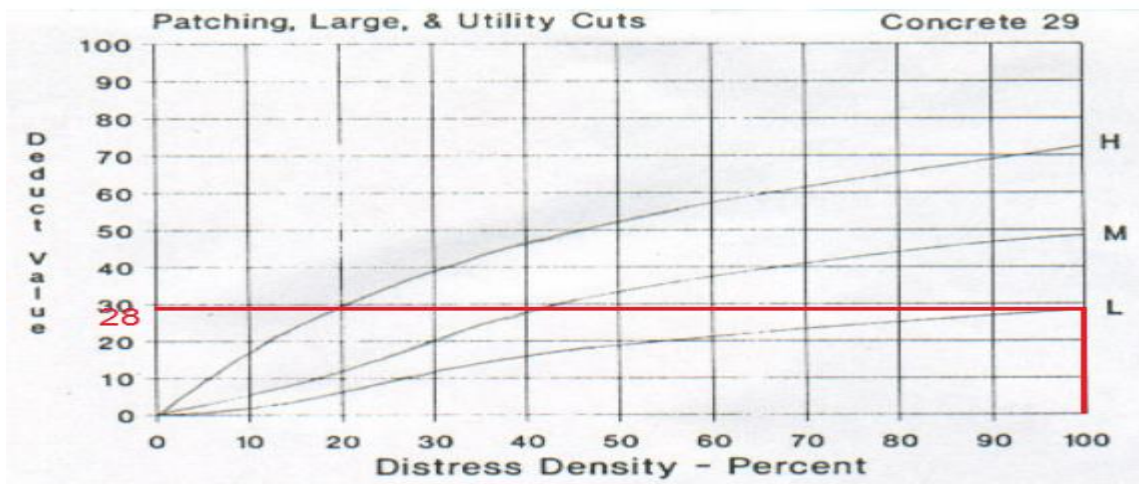
DETERMINACIÓN DEL PCI - ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO									
N°	VALORES DEDUCIDOS					TOTAL	q	CDV	
1	28	5	3			36	3	22	Número de deducidos >2(q):
2	28	5	2			35	2	28	MAX CDV
3	28	2	2			32	1	31	PCI=100-MAX CDV
									CLASIFICACIÓN:
						MAXIMO CDV		31	BUENO

Fuente, Elaboración propio.

Para determinar el valor deducido para cada falla en el tramo 08 se utilizará los abanicos propuestos en el manual del PCI.

## 29. Parcheo grande.

Figura 38. curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 29

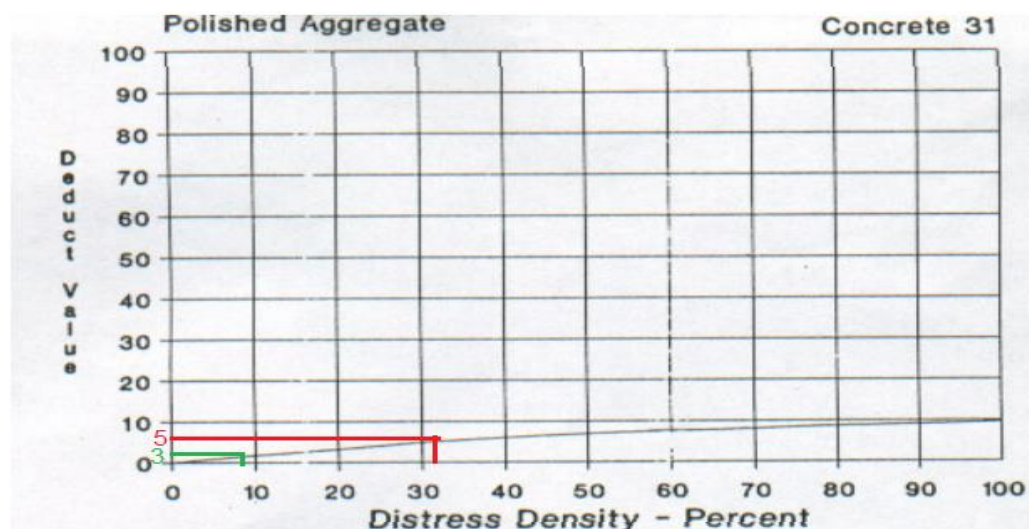


Fuente, Vásquez 2002

El valor deducido para la falla 29 parcheo grande de severidad media (mediun) es de 28 puntos.

## 31. Pulimiento de agregados.

Figura 39, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 31



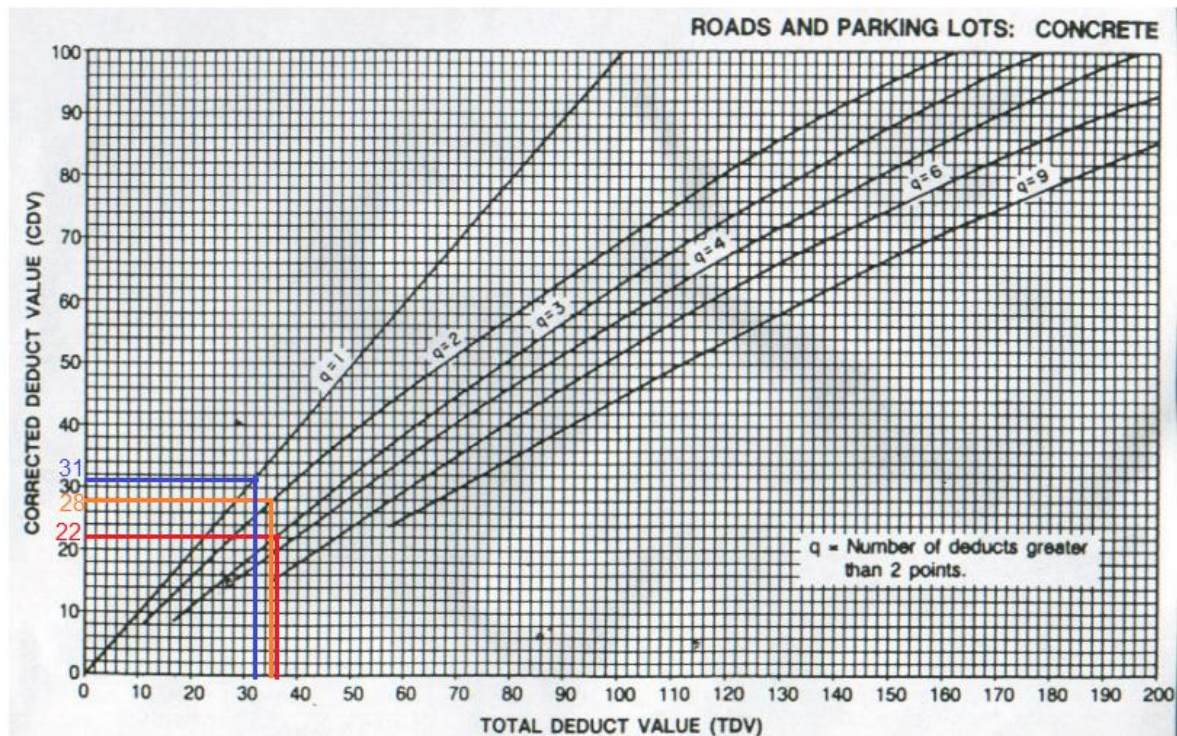
Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 31 pulimiento de agregados de severidad media (mediun) es de 3 puntos y de severidad baja (low) 5 puntos.



Para determinar el valor corregido deducido utilizaremos la curva de corrección y los valores deducidos mayores que 2, según el manual del PCI.

Figura 40, interpolación de los totales valores deducidos vs curva q.



Fuente, Vásquez 2002.

De la interpolación entre los totales valores deducidos con la curva "q" se tomará en cuenta el mayor valor resultante, para el tramo 08 el valor máximo de los CDV es igual a 31.

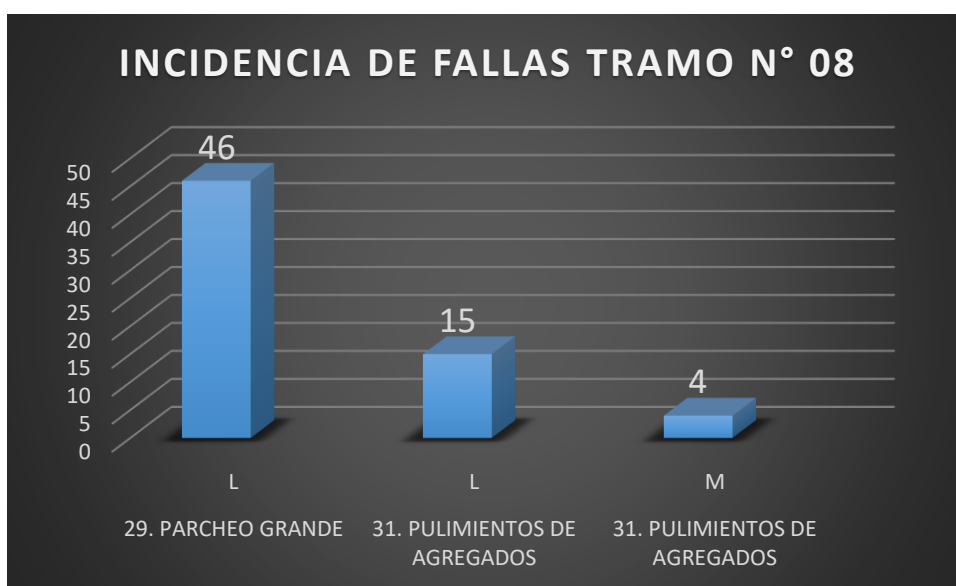
Para determinar el PCI, se aplicará la siguiente fórmula:

$$PCI = 100 - \text{Máximo CDV.}$$

Para el tramo 08 el PCI será igual a 69.

La totalidad de las losas fueron analizadas del tramo N° 08 de la avenida Manco Cápac, en la sección entre la Calle los Jacintos y Calle Los Claveles, donde las fallas con mayor incidencia es la de Parcheo grande con una severidad baja (L) con 46 losas afectadas, seguido de Pulimiento de Agregados de severidad baja (L) con 15 losas afectadas y seguido de Pulimientos de Agregados, pero esta vez con una severidad media (M) con 4 losas afectadas.

Figura 41, Incidencia de fallas tramo 08



Fuente, Elaboración propia.

También se determinó el PCI para el Tramo N° 08, con un Máximo valor deducido corregido de 31 y se obtiene un PCI de 69, clasificando a este pavimento como "BUENO".

## Resultados del Tramo 09, Avenida Manco Cápac sección entre la Calle Los Claveles y Av. Confraternidad Internacional Este.

Tabla 12, Formato para la determinación del PCI tramo 09.

FORMATO PARA LA EVALUACION DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO										
Nombre de la vía en estudio		Inicio - Tramo		Tramo		Ubicación				
Avenida Manco Capac		Calle Los Claveles		Tramo 9		Independencia - Huaraz				
Evaluador:		Fin - Tramo		N° de losas		Fecha				
Vargas Roncal Robson Erickson		Av. Confraternidad Internacional Este		64		22/02/2022				
TIPOS DE FALLAS										
21. BLOWUP - BUCKLING				30. PARCHEO PEQUEÑO						
22. GRIETA DE ESQUINA				31. PULMINETOS DE AGREGADOS						
23. LOSA DIVIDIDA				32. POPOUTS						
24. GRIETA DE DURABILIDAD "D"				33. BOMBEO						
25. ESCALA				34. PUNZONAMIENTO						
26. DAÑO DEL SELLO DE JUNTA				35. CRUCE DE VÍA FÉRREA						
27. DESNIVEL CARRIL/BERMA				36. DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS CRAQUELADO						
28. GRIETAS LINEALES (grietas longitudinales, transversales y diagonales)				37. GRIETA DE RETRACCIÓN						
29. PARCHEO GRANDE				38. DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA						
				39. DESCASCARAMIENTO DE JUNTAS						
CLASIFICACIÓN DEL PCI										
EXCELENTE	100 - 85									
MUY BUENO	85 - 70									
BUENO	70 - 55									
REGULAR	55 - 40									
POBRE	40 - 25									
MUY POBRE	25 - 10									
COLAPSADO	10 - 0									
Tipo de Falla	Severidad	Cantidad	Densidad %	Valor deducido (q)		Nivel de Severidad		Número Máximo de VD		
29	L	64	100.00	28.00		Baja	L	$mi = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDVi)$		
31	L	15	23.44	3.00		Media	M			
31	M	16	25.00	4.00		Alta	H			
28	L	4	6.25	5.00						
28	M	6	9.38	8.00						
33	M	4	6.25	5.00				HDVi	28.00	
<b>TOTAL VALOR DEDUCIDO</b>				53.00				mi	<b>7.61</b>	
DETERMINACIÓN DEL PCI - ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO										
N°	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV	
1	28	8	5	5	4	3	53	6	26	
2	28	8	5	5	4	2	52	5	28	
3	28	8	5	5	2	2	50	4	28.5	
4	28	8	5	2	2	2	47	3	30	
5	28	8	2	2	2	2	44	2	35	
6	28	2	2	2	2	2	38	1	38	
							<b>MAXIMO CDV</b>		<b>38</b>	
Número de deducidos >2(q):										6
MAX CDV										38
PCI=100-MAX CDV										62
CLASIFICACIÓN:										<b>BUENO</b>

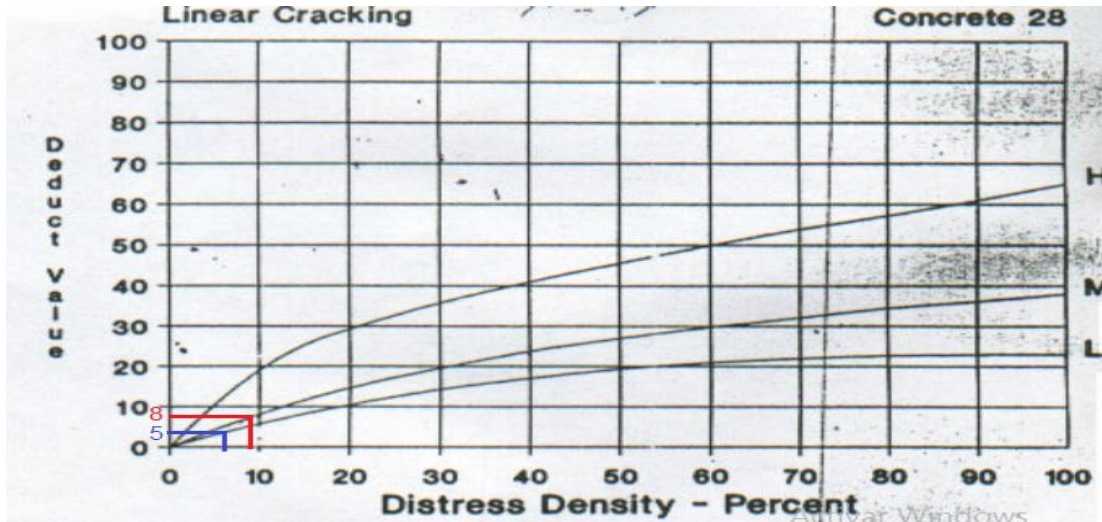
Fuente, Elaboración propio.



Para determinar el valor deducido para cada falla en el tramo 09 se utilizará los abanicos propuestos en el manual del PCI.

## 28. Grietas lineales.

Figura 42, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 28

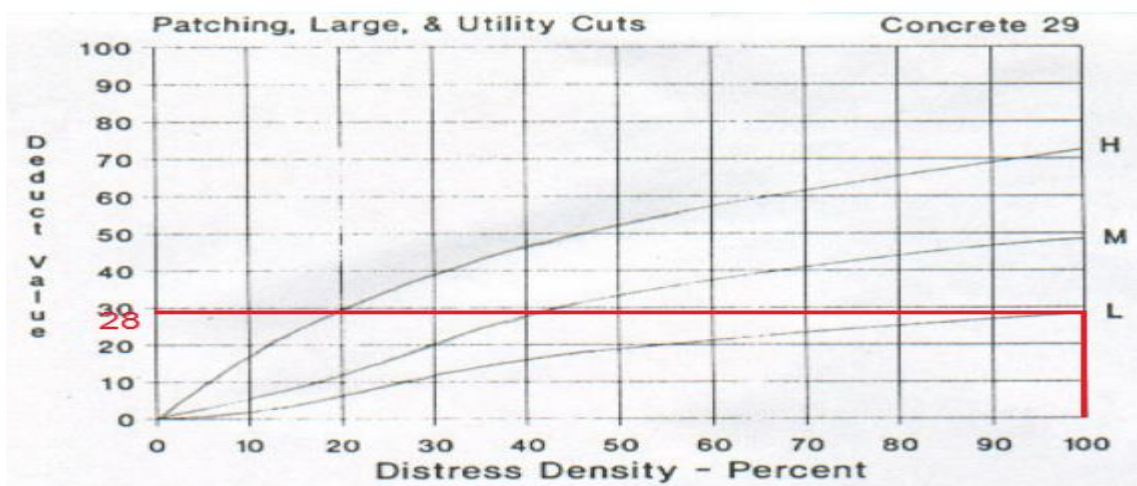


Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 28 grieta lineales de severidad media (mediun) es de 8 puntos y de severidad baja(low) es de 5 puntos.

## 29. Parcheo grande.

Figura 43, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 29

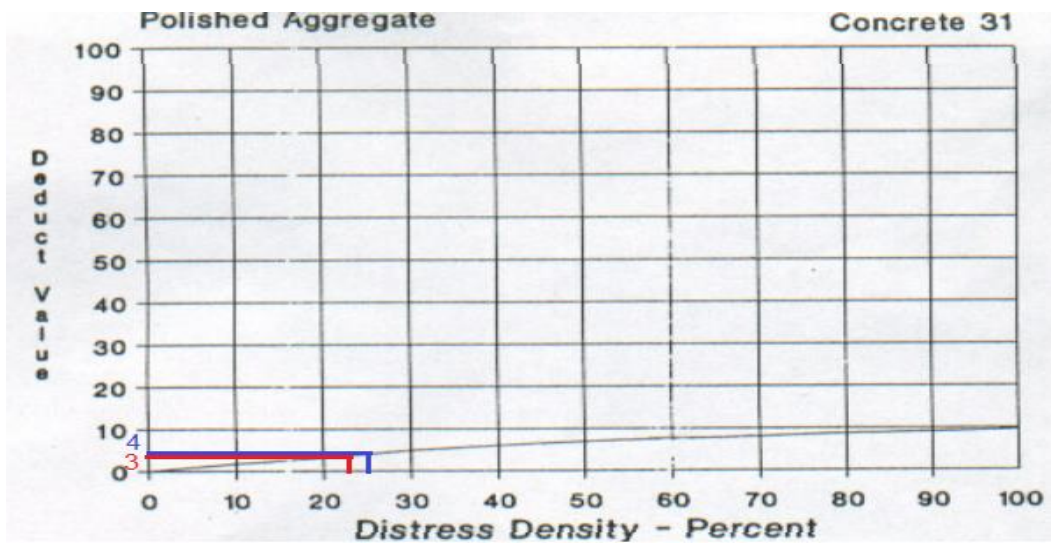


Fuente, Vásquez 2002

El valor deducido para la falla 29 parcheo grande de severidad media (mediun) es de 28 puntos.

### 31. Pulimiento de agregados.

Figura 44, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 31

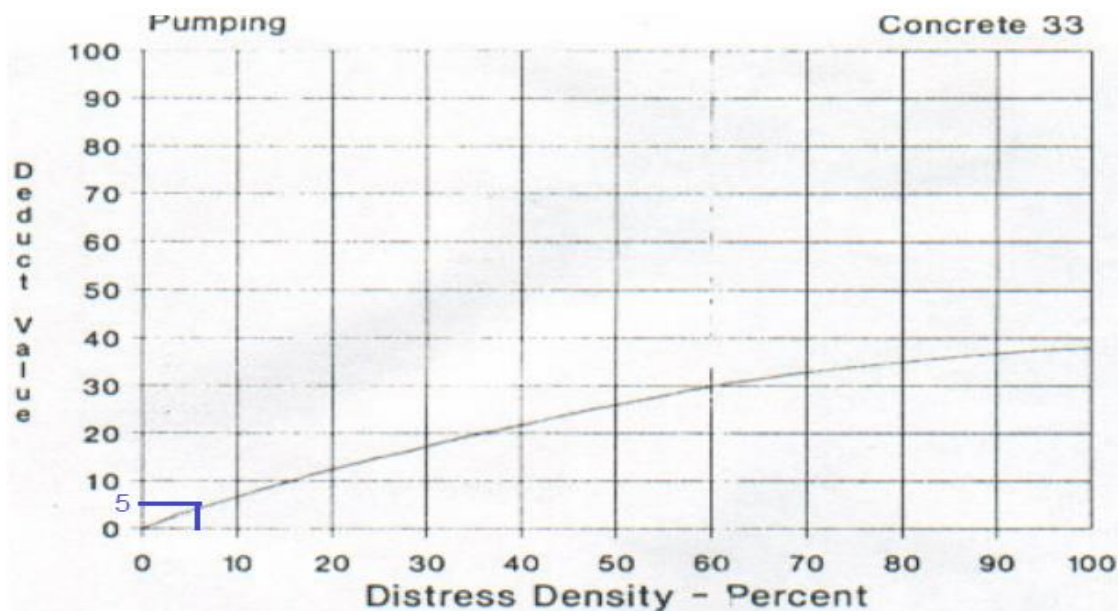


Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 31 pulimiento de agregados de severidad media (mediun) es de 4 puntos y de severidad baja 3 puntos.

### 33. Poputs.

Figura 45, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 33

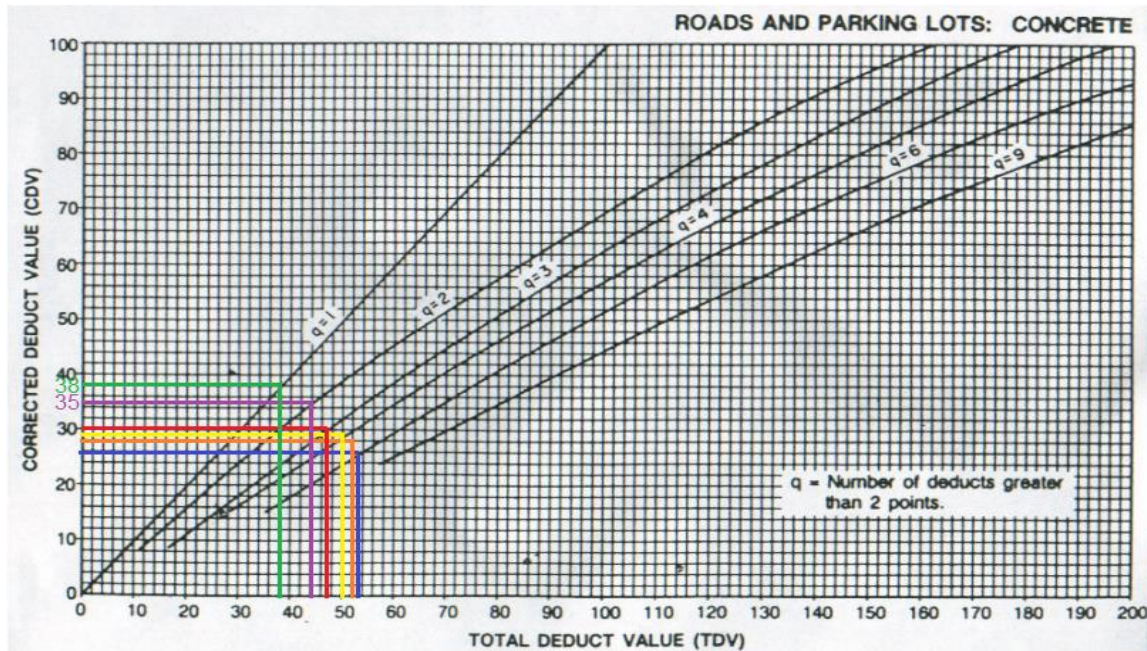


Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 33 Popouts de severidad media (mediun) es de 5 puntos.

Para determinar el valor corregido deducido utilizaremos la curva de corrección y los valores deducidos mayores que 2, según el manual del PCI.

Figura 46, interpolación de los totales valores deducidos vs curva q.



Fuente, Vásquez 2002.

De la interpolación entre los totales valores deducidos con la curva “q” se tomará en cuenta el mayor valor resultante, para el tramo 09 el valor máximo de los CDV es igual a 38.

Para determinar el PCI, se aplicará la siguiente fórmula:

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

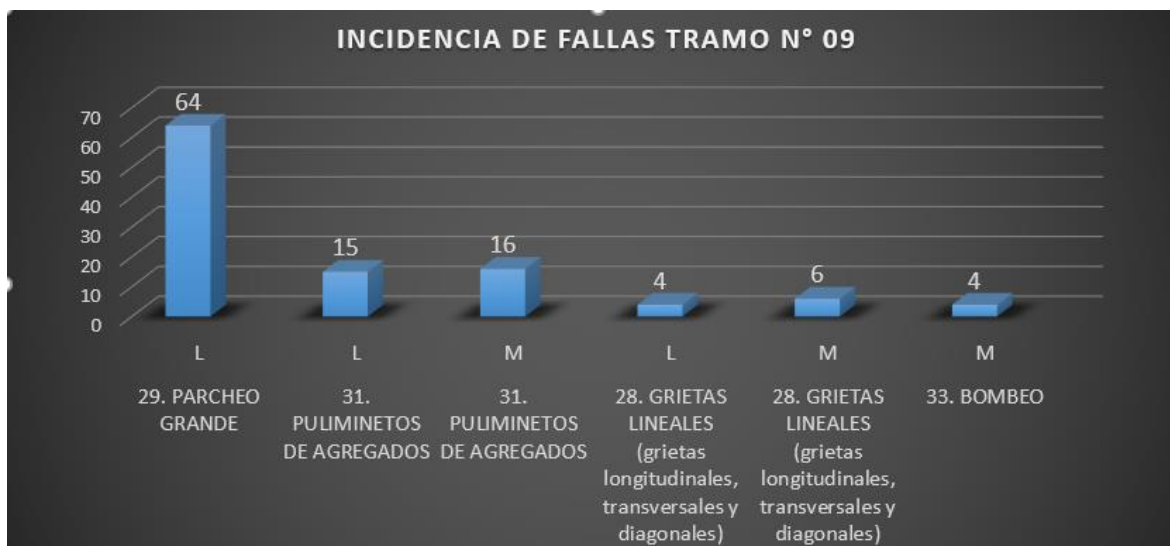
Para el tramo 09 el PCI será igual a 62.

La totalidad de las losas fueron analizadas del tramo N° 07 de la avenida Manco Cápac, en la sección entre la Calle los Claveles y avenida Confraternidad Internacional Este, donde las fallas con mayor incidencia es la de Parcheo grande con una severidad baja (L) con 64 losas afectadas, seguido de Pulimiento de Agregados de severidad baja (L) con 15 losas afectadas, seguido de Pulimientos de Agregados, pero esta vez con una severidad media (M) con 16 losas afectadas, después de Grietas Lineales (grietas longitudinales, transversales y diagonales) con una severidad alta (M) con 6 losas afectadas, también de Grietas Lineales (grietas



longitudinales, transversales y diagonales) con una severidad alta (L) con 4 losas afectadas y Bombeo con una severidad (m) con 4 losas afectadas

Figura 47, Incidencia de fallas tramo 09



Fuente, elaboración propia.

También se determinó el PCI para el Tramo N° 09, con un Máximo valor deducido corregido de 38 y se obtiene un PCI de 62, clasificando a este pavimento como "BUENO".

## Resultados del Tramo 10, Avenida Manco Cápac sección entre la Av. Confraternidad Internacional Este y Av. Progreso.

Tabla 13, Formato para la determinación del PCI tramo 10.

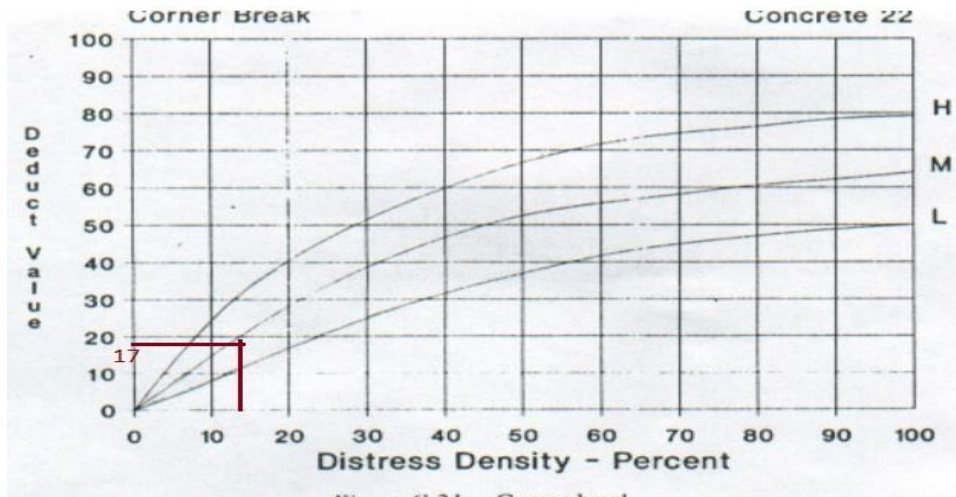
FORMATO PARA LA EVALUACION DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO												
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO												
Nombre de la vía en estudio		Inicio - Tramo		Tramo		Ubicación						
Avenida Manco Capac		Av. Confraternidad Internacional Este		Tramo 10		Independencia - Huaraz						
Evaluador:		Fin - Tramo		N° de losas		Fecha						
Vargas Roncal Robson Erickson		Av. Progreso		24		22/02/2022						
TIPOS DE FALLAS												
21. BLOWUP - BUCKLING				30. PARCHEO PEQUEÑO								
22. GRIETA DE ESQUINA				31. PULMINETOS DE AGREGADOS								
23. LOSA DIVIDIDA				32. POPOUTS								
24. GRIETA DE DURABILIDAD "D"				33. BOMBEO								
25. ESCALA				34. PUNZONAMIENTO								
26. DAÑO DEL SELLO DE JUNTA				35. CRUCE DE VÍA FÉRREA								
27. DESNIVEL CARRIL/BERMA				36. DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS CRAQUELADO								
28. GRIETAS LINEALES (grietas longitudinales, transversales y diagonales)				37. GRIETA DE RETRACCIÓN								
29. PARCHEO GRANDE				38. DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA								
				39. DESCASCARAMIENTO DE JUNTAS								
CLASIFICACIÓN DEL PCI												
EXCELENTE	100 - 85											
MUY BUENO	85 - 70											
BUENO	70 - 55											
REGULAR	55 - 40											
POBRE	40 - 25											
MUY POBRE	25 - 10											
COLAPSADO	10 - 0											
Tipo de Falla	Severidad	Cantidad	Densidad %	Valor deducido (q)		Nivel de Severidad		Número Máximo de VD				
22	M	4	16.67	17.00		Baja	L	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				
26	M	5	20.83	4.00		Media	M					
26	H	3	12.50	8.00		Alta	H					
29	M	4	16.67	10.00								
31	M	24	100.00	10.00								
32	M	8	33.33	6.00								
37	M	14	58.33	3.00				HDV <sub>i</sub>	17.00			
<b>TOTAL VALOR DEDUCIDO</b>				<b>58.00</b>				<b>m<sub>i</sub></b>	<b>8.62</b>			
DETERMINACIÓN DEL PCI - ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO												
N°	VALORES DEDUCIDOS							TOTAL	q	CDV	Número de deducidos >2(q):	
1	17	10	10	8	6	4	3	58	7	26	7	
2	17	10	10	8	6	4	2	57	6	28	30	
3	17	10	10	8	6	2	2	55	5	30		
4	17	10	10	8	2	2	2	51	4	30		
5	17	10	10	2	2	2	2	45	3	28		
6	17	10	2	2	2	2	2	37	2	28		
7	17	2	2	2	2	2	2	29	1	28		
								<b>MAXIMO CDV</b>	<b>30</b>		<b>CLASIFICACIÓN:</b>	<b>BUENO</b>

Fuente, Elaboración propio.

Para determinar el valor deducido para cada falla en el tramo 10 se utilizará los abanicos propuestos en el manual del PCI.

## 22. GRIETA DE ESQUINA.

Figura 48, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 22



Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 22 grieta de esquina de severidad media (mediun) es de 17 puntos.

## 26. Daño del sello de juntas.

Figura 49, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 26

Joint Seal Damage Concrete 26

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.

The deduct values for the three levels of severity are:

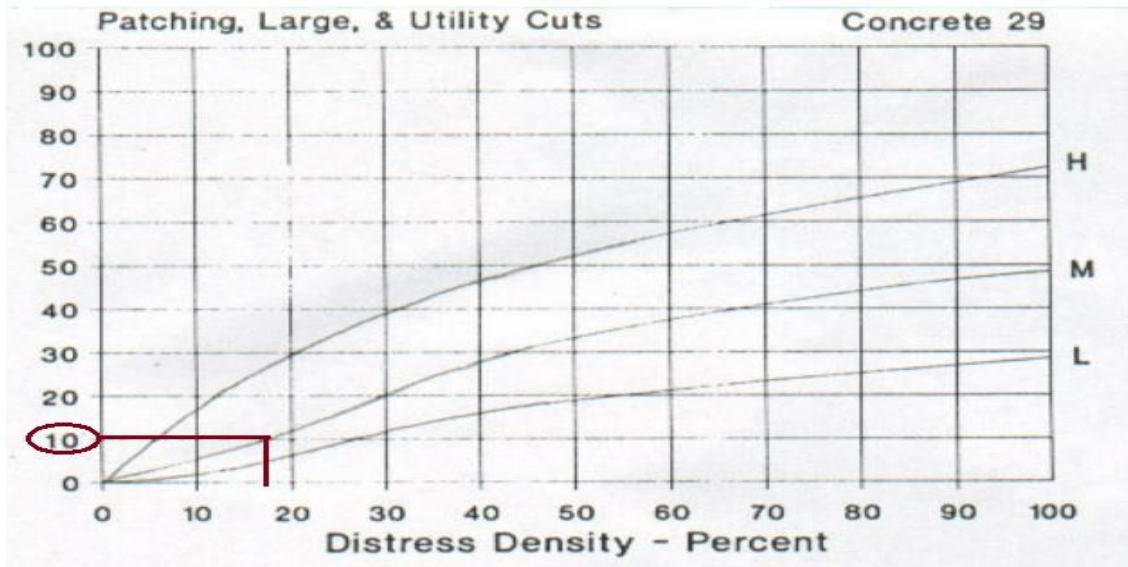
LOW	2 points
MEDIUM	4 points
HIGH	8 points

Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 26 daño del sello de juntas de severidad media (mediun) es de 4 puntos y de severidad alta (high) es de 8 puntos.

## 29. Parcheo grande.

Figura 50, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 29

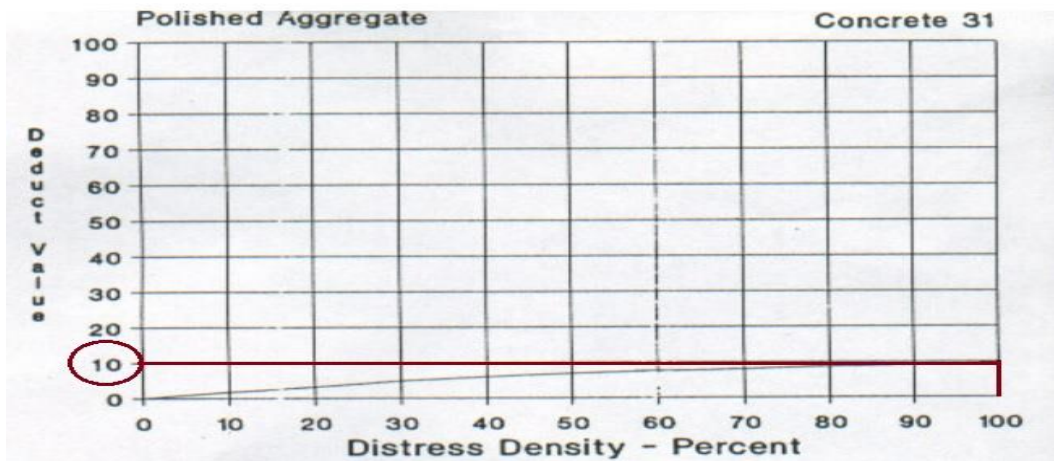


Fuente, Vásquez 2002

El valor deducido para la falla 29 parcheo grande de severidad media (mediun) es de 10 puntos.

## 31. Pulimiento de agregados.

Figura 51, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 31



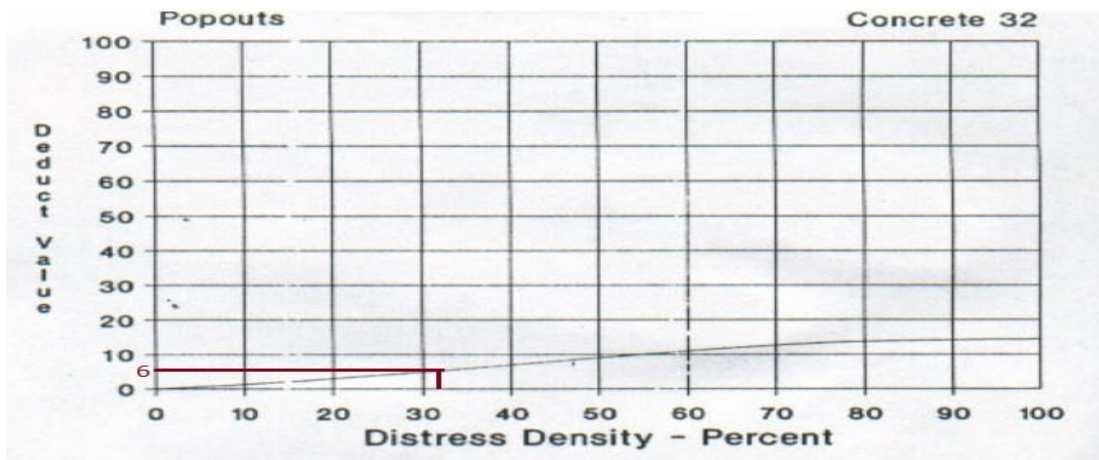
Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 31 pulimiento de agregados de severidad media (mediun) es de 10 puntos.



### 32. Popouts.

Figura 52, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 32

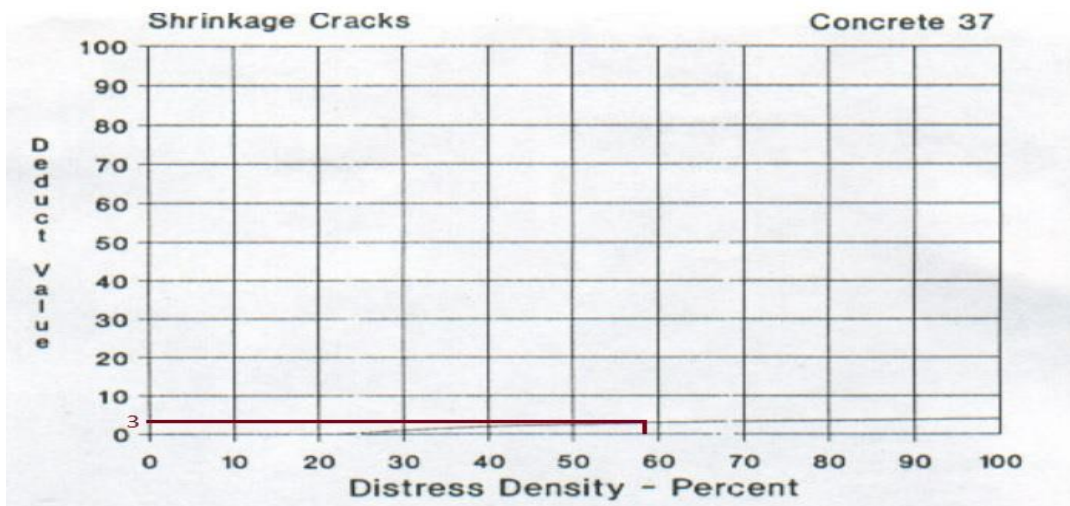


Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 32 popouts de severidad media (mediun) es de 6 puntos.

### 37. Grieta de retracción.

Figura 53, curva para pavimento de concreto para el tipo de falla 37

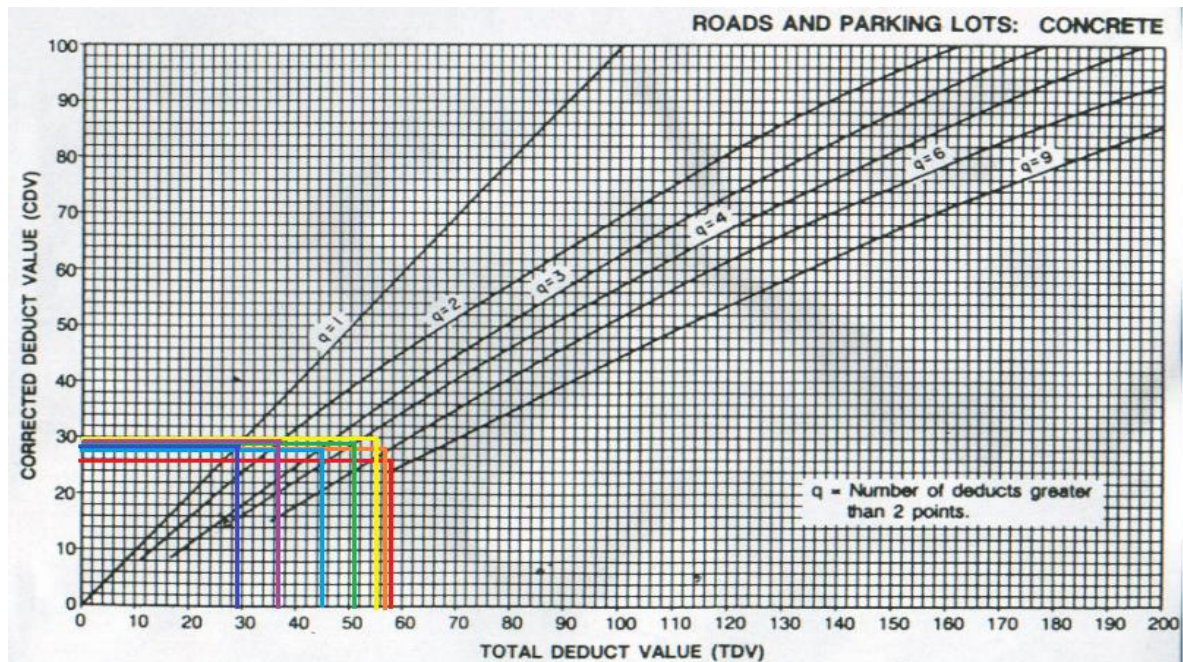


Fuente, Vásquez 2002.

El valor deducido para la falla 37 grieta de retracción de severidad media (mediun) es de 3 puntos.

Para determinar el valor corregido deducido utilizaremos la curva de corrección y los valores deducidos mayores que 2, según el manual del PCI.

Figura 54, interpolación de los totales valores deducidos vs curva q.



Fuente, Vásquez 2002.

De la interpolación entre los totales valores deducidos con la curva "q" se tomará en cuenta el mayor valor resultante, para el tramo 10 el valor máximo de los CDV es igual a 30.

Para determinar el PCI, se aplicará la siguiente fórmula:

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

Para el tramo 10 el PCI será igual a 70.

la totalidad de las losas fueron analizadas del tramo N° 10 de la avenida Manco Cápac, en la sección entre la avenida Confraternidad Internacional Este y la avenida Progreso, donde las fallas con mayor incidencia es la de Pulimiento de Agregados de severidad baja (M) con 24 losas afectadas, después de Grietas de Retracción, con una severidad alta (M) con 14 losas afectadas, también de Popouts con una severidad alta (M) con 8 losas afectadas, también con Daño del Sello de Junta con una severidad media (M) con 5 losas afectadas, seguido de Daño del Sello de Juntas con una severidad alta (H) con 3 losas afectadas, también de Grieta de Esquina con una severidad media (M) con 4 losas afectadas y también de Parcheo Grande con una severidad media (M) con 4 losas afectadas.

Figura 55, Incidencia de fallas tramo 10



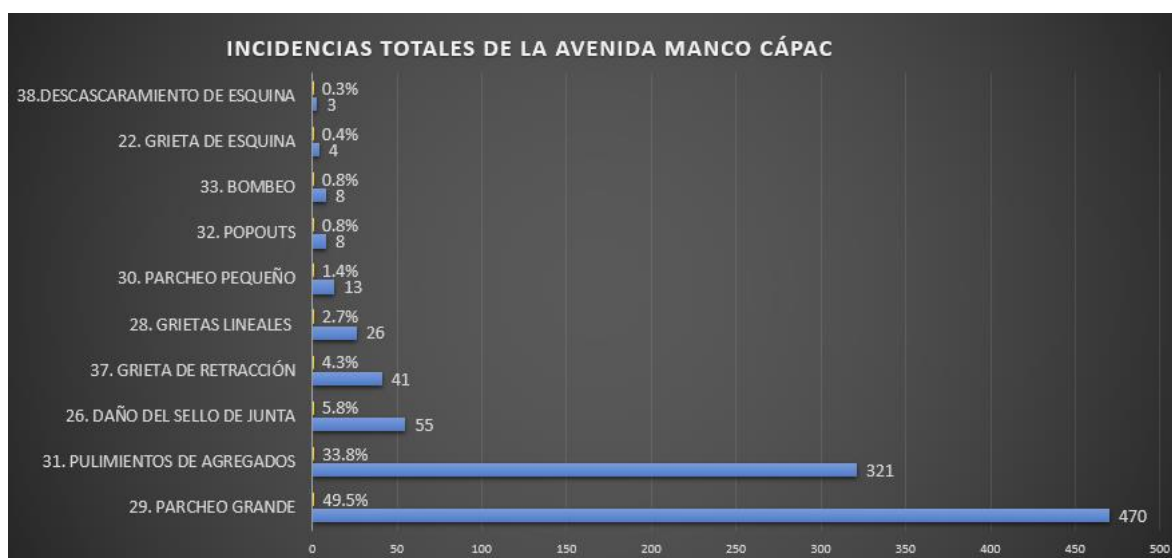
Fuente, Elaboración propia.

También se determinó el PCI para el Tramo N° 10, con un Máximo valor deducido corregido de 30 y se obtiene un PCI de 70, clasificando a este pavimento como "BUENO".

**IV.1.** para responder nuestro primer objetivo específico, **determinar las patologías que afectan al pavimento rígido de la avenida Manco Cápac**, según la metodología del PCI, nos define 19 clases de fallas para la evaluación del

pavimento rígido de los cuales se determinaron según la observación y medición directa en el trabajo de campo. En la evaluación de la avenida manco Cápac se terminó las incidencias totales encontradas en la avenida Manco Cápac de las cuales son, Parcheo Grande con un 49.5% del total, seguido de Pulimientos de Agregados con un 33.8%, seguido de Daño del Sello de Juntas con un 5.8%, seguido de Grietas de Retracción con un 4.3%, seguido de Grietas Lineales con un 2.7%, seguido de Parcheo Pequeño con un 1.4%, seguido de Popouts con un 0.8%, seguido de Bombeo con un 0.8%, seguido de Grieta de Esquina con un 0.4% y de Descascaramiento de Esquina con un 0.3% del total de las fallas.

Figura 56, total de incidencias encontradas en los evaluación de los 10 tramos



Fuente, elaboración propia.

## Determinación del promedio ponderado del PCI.

Tabla 14, Promedio Ponderado del PCI.

MUESTRA	MAX CDV	CANT. DE LOSAS	CLASIFICACIÓN
tramo 01	32	50	BUENO
tramo 02	31	48	BUENO
tramo 03	35	36	BUENO
tramo 04	33	44	BUENO
tramo 05	34	76	BUENO
tramo 06	38	56	BUENO
tramo 07	31	46	BUENO
tramo 08	31	46	BUENO
tramo 09	38	64	BUENO
tramo 10	30	24	BUENO
	<b>Cant total de losas</b>	490	
	<b>Promedio Ponderado</b>	33.71	
	<b>PCI Ponderado</b>	66.29	BUENO

Fuente, Elaboración Propio.

IV.2. para responder nuestro segundo objetivo específico, **determinar la severidad del daño causado por las patologías en el pavimento rígido de la avenida Manco Cápac**, una vez determinado las clasificaciones en las tablas de evaluación de cada tramo se procedió a determinar un PCI ponderado que nos permita una clasificación general como se muestra en la tabla N° 13, en donde se observa el PCI ponderado igual a 66.29, y según el manual del PCI clasifica al pavimento rígido de la avenida Manco Cápac como “BUENO”.



**IV.3.** Para responder nuestro tercer objetivo específico, **determinar los procedimientos de los trabajos de recuperación, rehabilitación y reconstrucción**, se tendrá en cuenta la propuesta dada por el manual del PCI y teniendo en cuentas las patologías encontradas como se presenta en la figura 56 del “total de incidencias de las fallas encontradas en el pavimento rígido de la avenida Manco Cápac”,

*Tabla 15, propuesta de procedimientos de los trabajos de recuperación, rehabilitación.*

Daños del pavimento rígido		Opciones de reparación según la severidad del daño según el manual del PCI		
		Bajo	Moderado	Alto
22	Grieta de esquina	No se hace nada. Sellado de grietas de más de 3mm	Sellado de grietas. Parcheo profundo.	Parcheo profundo
26	Daño del sello de la junta	No se hace nada	Resellado de juntas	Resellado de juntas
28	Grietas Lineales (Grietas longitudinales, transversales y diagonales)	No se hace nada. Sellado de grietas más anchas que 3.0mm.	Sellado de grietas	Sellado de grietas. Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.
29	Parche Grande (Mayor de 0.45m <sup>2</sup> ) y acometidas de servicio público	No se hace nada.	Sellado de grietas. Reemplazo del parche.	Reemplazo del parche
30	Parche Pequeño (menor de 0.45m <sup>2</sup> )	No se hace nada	No se hace nada. Reemplazo del parche.	Reemplazo del parche
31	Pulimento de agregados.	Ranurado de la superficie. Sobrecarpeta.		
32	Popouts	No se hace nada		
33	BOMBEO	Sellado de juntas y grietas. Restauración de la transferencia de cargas		
37	Gritas de retracción.	No se hace nada.		
38	Descascaramiento de esquina.	No se hace nada	Parcheo parcial.	Parcheo parcial.

*Fuente, elaboración propia.*



De que se desprende que para las fallas de Grieta de Esquina de un daño Medio se procederá con la siguiente acción, como es el sellado de grietas, para la siguiente falla de Sello de Juntas de un daño MEDIO y daño ALTO, la acción que corresponde es la del Resellado de Juntas, para las siguiente falla de Grietas Lineales de un daño MEDIO y ALTO, le corresponde la siguiente acción como el Sellado de Grietas, para las siguiente falla de Pulimiento de Agregados de un daño MEDIO le corresponde la siguiente acciones como el Ranurado de la superficie, para las siguiente falla de Bombeo de un daño MEDIO le corresponde la siguiente acción como es el sellado de juntas y grietas, para las siguiente falla de Descascaramiento de Esquina de un daño MEDIO le corresponde la siguiente acción del Parcheo Parcial.

## V. DISCUSIÓN

1. En esta evaluación de la avenida Manco Cápac con la metodología PCI, se estudiaron 490 losas de concreto de las en 10 unidades de muestra, según la metodología aplicada se determinó que las fallas más recurrentes son, Parcheo Grande con 49.5%, pulimientos de agregados con 33.8%, Daño de Sello de Juntas con 5.8%, Grietas de Retracción con 4.3%, Grietas Lineales con 2.7%, Parcheo Pequeño con 1.4%, Popouts con 0.8%, Bombeo con 0.8%, Grieta de Esquina con 0.4% y de Descascaramiento de Esquina con 0.3% cada uno con diferentes niveles de severidad. En contrastante con Cisneros (2017, p. 159) en Ayacucho, donde las fallas más recurrentes son Sello de Junta, Pulimiento de Agregados, Grieta de Esquina, Losa Dividida y Grieta lineal, en nuestro estudio se observa que la falla de Parcheo Grande es más recurrente por los trabajos de instalaciones del servicio de gas en este sentido estaríamos con más semejanzas entre estudios. En contrastes con Espinoza y Liñan (2018, p. 109), estudio realizado en Huaraz donde las fallas más recurrentes son de 74.88 % de Sello de Juntas, 8.96% de Losa Dividida, 6.22% de Daño de Grietas Lineales, 4.73% Grieta de Esquina, 2.74% Parcheo grande, 1.74% de Punzonamiento, 0.50% Descascaramiento de Esquina y el 0.25% Descascaramiento de Junta, con este estudio no se encuentra semejanzas pudiendo ser la diferencia en el tiempo de construcción de las mismas.
2. En esta evaluación de la avenida Manco Cápac con la metodología PCI, se estudiaron 490 losas de concreto de las en 10 unidades de muestra, según la metodología aplicada se determinó que el promedio ponderado del PCI resultó con un valor de 66.29, este valor clasifica al pavimento rígido como "BUENO" donde el 100% de las muestras se clasificaron como "bueno". Este resultado coincide con Cisneros (2017, p. 159) donde se estudiaron 12 unidades de muestreo resultando que el ponderado es igual a 56.08 donde el pavimento se clasifica como "BUENO". En comparación con el estudio de Maldonado y Veramendi (2021, p. 67), determinaron el estado de la vía con

un PCI de 57 que se clasifica como “BUENO”, en donde se asemeja con los resultados

3. En contraste con la investigación de Rodríguez y Tacza (2018, p. 93), se coincide en las consideraciones de las siguientes alternativas de intervención que corresponden a mantenimientos de tipo menor, las cuales son, Intervención de sellado superficial, intervención de bacheo profundo, sellado de grietas.

## VI. CONCLUSIONES

1. Al evaluar la avenida Manco Cápac con la metodología PCI (pavement condition index) y acorde a nuestro primer objetivo se logró determinar las patologías que afectan a un total de 490 losas de concreto y se encontró 949 fallas, de las cuales las patologías que afectan la calidad del pavimento son: Parcheo Grande con un 49.5% del total, seguido de Pulimientos de Agregados con un 33.8%, seguido de Daño del Sello de Juntas con un 5.8%, seguido de Grietas de Retracción con un 4.3%, seguido de Grietas Lineales con un 2.7%, seguido de Parcheo Pequeño con un 1.4%, seguido de Popouts con un 0.8%, seguido de Bombeo con un 0.8%, seguido de Grieta de Esquina con un 0.4% y de Descascaramiento de Esquina con un 0.3% del total de las fallas.
2. De acuerdo con la evaluación de la avenida Manco Cápac aplicando el método PCI (pavement condition index) y acorde a nuestro segundo objetivo específico, se logró determinar la severidad de los daños causados por las distintas patologías al pavimento rígido de la avenida en estudio. Según la metodología aplicada se determinó que el promedio ponderado del PCI resultó con un valor de 66.29, este valor clasifica al pavimento rígido como "BUENO".
3. De la evaluación de la avenida Manco Cápac aplicando la metodología PCI (pavement condition index) y acuerdo a nuestro tercer objetivo específico se determinó que los tratamientos que corresponde a cada patología, para las fallas de Grieta de Esquina de un daño Medio se procederá con la siguiente acción, como es el sellado de grietas, para la siguiente falla de Sello de Juntas de un daño MEDIO y daño ALTO, la acción que corresponde es la del Resellado de Juntas, para las siguiente falla de Grietas Lineales de un daño MEDIO y ALTO, le corresponde la siguiente acción como el Sellado de Grietas, para las siguiente falla de Pulimiento de Agregados de un daño MEDIO le corresponde la siguiente acciones como el Ranurado de la superficie, para las siguiente falla de Bombeo de un daño MEDIO le corresponde la siguiente acción como es el sellado de juntas y grietas, para

las siguiente falla de Descascaramiento de Esquina de un daño MEDIO le corresponde la siguiente acción del Parcheo Parcial.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la municipalidad distrital de independencia, a la municipalidad provincial de Huaraz, que así como a lo largo de la avenida Manco Cápac desde la avenida Centenario y la avenida Confraternidad Internacional Este, se muestra que la falla de Parcheo Grande en ambas direcciones por el motivo de las instalaciones del servicio domiciliarias de gas es toda la ciudad, estos Parcheos no presenta un estudio de compresión de concreto que se halla puesto de conocimiento público por la empresa ejecutora del proyecto, se recomienda que se realice los estudios correspondientes para determinar si el concreto del parcheo cumple con la resistencia a la compresión mínima requerida del pavimento rígido.
2. En el estudio se ha determinado que la clasificación del pavimento rígido según el empleo de la metodología del PCI es de BUENO, se recomienda a la municipalidad distrital de independencia realizar más estudios en las distintas calles, jirones y avenidas para determinar el estado del pavimento rígido y flexible cual fuera el caso.
3. Se recomienda a las autoridades de las municipalidades que presten atención a las fallas encontradas en esta investigación y tomar las acciones correspondientes sugeridas con la finalidad que se haga los mantenimientos correspondientes. Por otro lado, también se recomienda tomar medidas preventivas como el sellado de juntas y el sellado de fisuras.



## REFERENCIAS

1. RODRIGUEZ, Alfredo. Evaluación de pavimentos flexibles por el método Paver en la avenida J. Leopoldo Carrera Calvo del Cantón La Libertad. Tesis (ingeniero civil). La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2019. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5036>
2. GONZÁLEZ, Hilda, RUIZ, Pilar, GUERRERO, Denisse. Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el índice de condición del pavimento (PCI). Ciencia en su PC [en línea], 2019, 1 (1), 5872. [fecha de consulta: 18 de noviembre 2021]. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181358738015>  
ISSN: 1027-2887
3. CISNEROS, Dino. Identificación y evaluación de fallas del concreto para obtener el índice de condición en los pavimentos rígidos en las calles del distrito de Jesús Nazareno, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho, octubre -2017. Tesis (ingeniero civil). Ayacucho: Universidad Católica Los Ángeles Chimbote, 2017. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/4635>
4. RODRIGUEZ, Braulio, TACZA, Erica. Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado. Tesis (ingeniero civil). Lima: Universidad de Ciencias Aplicadas, 2018. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624556>
5. DE LA CRUZ, José, ORIUNDO, Felipe. Evaluación superficial del pavimento rígido aplicando el método pavement condition index (PCI), en calles del distrito Jesús Nazareno – Huamanga – Ayacucho. Tesis (ingeniero civil). Ayacucho: Universidad Cesar Vallejo, 2021. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/58010>

6. TORRES, Lucy. Evaluación Superficial del pavimento rígido aplicando el método pavement condition index (PCI), en las calles del distrito de Yanama – Yungay, región Ancash. Tesis (ingeniero civil). Ancash: Universidad Cesar Vallejo, 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/33675>
7. ESPINOZA, Dario, LIÑAM, Macedonio. Evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI en el Jirón Augusto B. Leguía, Distrito Independencia, Huaraz, 2018. Tesis (ingeniero civil). Ancash: Universidad Cesar Vallejo, 2018. Disponible en:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/26697>
8. MALDONADO, Ketty, VERAMENDI, Carlos. Evaluación y Diagnóstico Del Pavimento Rígido Mediante la Metodología Del PCI en Av. La Florida en San Marcos – Huari – Ancash. Tesis (ingeniero civil). Ancash: Universidad Cesar Vallejo, 2021. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/64137>
9. MONTEJO, Alfonso. Ingeniería de pavimentos en carreteras, 2.<sup>a</sup> ed. Stella Valbuena de Fierro: Universidad Católica de Colombia, 2002. 378 pp. ISBN: 958-96036-2-9
10. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (Perú), Glosario de términos de uso frecuente en proyecto vial. Lima 2018. 23 pp.
11. Ministerio de Economía y Finanzas (Perú), Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras. Lima 2015. 108 pp.
12. ARMIJOS, Christian. Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja. Tesis (ingeniería civil). Loja: Universidad Técnica Particular de Loja, 2009. Disponible en:  
<http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/1484/3/Tesis.pdf>

13. ZELADA, Alberto. Diseño de 1km. de pavimento, carretera Juliaca – Puno (Km 44+000 – Km 45+000). Tesis (ingeniero civil). Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú, 2019. Disponible en:  
[https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13836/ZELADA\\_ROJAS\\_LUIS\\_DISE%c3%91O\\_PAVIMENTO\\_JULIACA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13836/ZELADA_ROJAS_LUIS_DISE%c3%91O_PAVIMENTO_JULIACA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
14. VÁSQUEZ, Luis. Pavement condition index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. [en línea]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia – ingepav, 2002. 33pp. [Fecha de consulta 22 de noviembre del 2020]. Disponible en:  
<https://sinavarro.files.wordpress.com/2008/08/manualpci1.pdf>
15. GORDILLO, Natty. Metodología, método y propuestas metodológicas en Trabajo Social. Revista Tendencia & Retos [en línea]. octubre 2007, n.º 12. [Fecha de consulta: 22 de noviembre de 2021]. Disponible en:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4929312>  
ISSN 0122-9729
16. KULESHOV, Alexander. Comparative analysis of pavement reconstruction methods. Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, [en línea]. Mayo 2018. [Fecha de consulta 23 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://aej.spbgasu.ru/index.php/AE/article/view/157/97>  
ISSN: 2500-0055
17. ALVAREZ, Aldo. Clasificación de las investigaciones. Universidad de Lima [en línea]. 2020. [Fecha de consulta: 22 de noviembre de 2021]. Disponible en:  
<https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10818/Nota%20Acad%C3%A9mica%20%20%2818.04.2021%29%20-%20Clasificaci%C3%B3n%20de%20Investigaciones.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

18. THENOUX, G. Leonardo. Evaluación técnica del pavimento y comparación de métodos de diseño de capas de refuerzo asfáltico. Revista Ingeniería de Construcción [en línea]. Julio-diciembre 1995, n.º 14. [Fecha de consulta: 22 de noviembre de 2021]. Disponible en:  
<https://repositorio.uc.cl/handle/11534/10204>  
ISSN: 0716-2952
19. BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo, 2016. 233 pp.
20. MTC. Manual de Carreteras: "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos". Sección Suelos y Pavimentos, 2013. 261 pp.
21. MTC. Manual de Carreteras aprobada por la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2013. 1243 pp.
22. QUIÑONEZ Lucero, Juan Manuel. Patologías del concreto para obtener el índice estructural del pavimento y la condición de la superficie. [En línea]. Puerto Maldonado. Revista In Crescendo – Ingeniería. [Fecha de consulta: 22 de noviembre del 2021]. Vol 1 -N 1, 2014, pp.
23. Corros Maylin, Urbaez Ernesto, Corredor Gustavo. Maestría en Vías Terrestres Modulo III Diseño de Pavimentos I, Evaluación de Pavimentos. Managua, 2010. 248 pp.
24. Manual de mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentos Flexibles, 2005. 34 pp.
25. AASTHO. Guía para diseño de estructuras de pavimentos. Comité ejecutivo. [en línea] Estado Unidos 1992. [Fecha de consulta: 22 de noviembre de 2021]. Disponible en:  
<https://hugoalcantara.files.wordpress.com/2014/02/disec3b1o-aashto93.pdf>

26. ALZATE, Sair. Sistema de clasificación de severidad de daños en pavimentos flexibles para determinar posibles intervenciones. Tesis (Ingeniero Civil). Envigado: Universidad EIA, 2019. Disponible en: [https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/2344/AlzateSair\\_2019\\_SistemaClasificaci%F3nDa%F1os.pdf;jsessionid=C6F01B639A227493B441F0520BBACD9A?sequence=1](https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/2344/AlzateSair_2019_SistemaClasificaci%F3nDa%F1os.pdf;jsessionid=C6F01B639A227493B441F0520BBACD9A?sequence=1)
27. STM D 6433. Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos. [en línea] Estado Unidos 2003. 66p. [Fecha de consulta: 22 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/pontificia-universidad-catolica-del-peru/teoria-general-del-lenguaje/409330160-manual-pci-astm-d-6433-pdf/11594152>
28. FAREED, Karim, KHALED, Haleem, ALI. Saleh. The Road Pavement Condition Index (PCI) Evaluation and Maintenance: A Case Study of Yemen. [en línea]. Agosto 2016. [Fecha de consulta: 22 de noviembre de 2021]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/310815822\\_The\\_Road\\_Pavement\\_Condition\\_Index\\_PCI\\_Evaluation\\_and\\_Maintenance\\_A\\_Case\\_Study\\_of\\_Yemen](https://www.researchgate.net/publication/310815822_The_Road_Pavement_Condition_Index_PCI_Evaluation_and_Maintenance_A_Case_Study_of_Yemen)
29. GARCÉS, Diana. Evaluación vial y plan de rehabilitación y mantenimiento de la vía Azogues – Cojitambo – Deleg. – La Raya. Tesis (Maestría en ingeniería en vialidad y transporte). Cuenca: Universidad de Cuenca, 2017. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28556>
30. HASS, Ralph, HUDSON, Ronald y ZANIEWSKI, John. Modern Pavement Management. 1a ed. Malabar, Fla.: Krieger Pub. Co. 1993. 583 pp. ISBN: 0894645889 9780894645884
31. KULESHOV, Alexander. Comparative analysis of pavement reconstruction methods. Saint Petersburg State University of Architecture and Civil

Engineering, [en línea]. Mayo 2018. [Fecha de consulta: 22 de noviembre de 2021]. Disponible en: <http://aej.spbgasu.ru/index.php/AE/article/view/157/97>  
ISSN: 2500-0055

32. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú) Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima 2010. 439 pp.
33. NIÑO, Victor. Metodología de la investigación. [en línea]. Colombia: Ediciones de la U, 2013 [Fecha de consulta: 22 de noviembre de 2021]. Disponible en:  
<http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/3243/1/METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION%20DISENO%20Y%20EJECUCION.pdf>  
ISBN: 978-958-8675
34. ALTAMIRANO Kauffmann, Luis. Deterioro de pavimentos rígidos metodología de medición, posibles causas de deterioro y reparaciones. Lima 2007.
35. CHAUCA Rupey, Jeanet. Análisis y evaluación del estado actual de los pavimentos de las pistas de concreto rígido del jirón manuela Gonzales de torrico del barrio de pedregal bajo del distrito de huaraz, provincia de huaraz departamento de Ancash. Ancash 2013.
36. CONSEJO de directores de carreteras. Catálogo de deterioros de pavimentos rígidos. Iberia 2000.
37. CORONADO, Jorge. Catálogo centroamericano de daños en pavimento viales. En manual centro americano de mantenimiento de carreteras. Consejo sectorial de ministerios de transporte de Centroamérica (COMITRAN), Secretaría de integración económica centroamericana (SIECA), Guatemala 2000.



38. DÍAZ Gantú, Ronal. Evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método del pavement condition index (PCI), en las calles del barrio de palmira alto, distrito de independencia, provincia de Huaraz, región Ancash. Chimbote 2015.
39. ESTUDIOS para la rehabilitación de puentes y carreteras del eje vial Piura - Guayaquil (22 puentes y 60 km de vías). Perú y Ecuador 2005.
40. FUENTES Ramos, Freddy. Determinación y evaluación de las patologías del concreto, para obtener el índice de integridad estructural y condición operacional de la superficie del pavimento rígido en el AA.HH. ciudad blanca zona "c" distrito de Paucarpata, provincia de Arequipa, región Arequipa. Arequipa 2015

## **ANEXOS**



## ANEXO C: FOTOGRAFÍAS DE LOCALIZACIÓN

### ANEXO C1: FOTOGRAFÍA AÉREA DE LA CIUDAD DE HUARAZ CON LA UBICACIÓN DE LA AVENIDA MANCO CÁPAC



FUENTE, GOOGLE EARTH



## ANEXO C2: FOTOGRAFÍA DE UBICACIÓN DE LA AVENIDA MANCO CÁPAC



FUENTE, GOOGLE EARTH

# ANEXO C3: DISTRIBUCIÓN DE LA AVENIDA EN TRAMOS DE ESTUDIO



FUENTE, ELAVORACIÓN PROPIA



**ANEXO D**

**ANEXO D1, MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN**

Variables	Def. conceptual	Def. Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable independiente Evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI	La evaluación del pavimento, tiene como finalidad el reconocimiento de aquellas imperfecciones que se relacionan principalmente con la calidad de la superficie y el estado general de las condiciones del pavimento, el estudio de la totalidad de los factores que alteran perjudicialmente a las principales funciones como el servicio, seguridad y costos del usuario. (Thenoux, 1995, p. 57).	La evaluación del pavimento rígido se realizará con la aplicación de la metodología PCI, por este método se va a identificar, a verificar y a indicar las patologías que afectan al pavimento rígido existente en estudio de la Avenida Manco Cápac, Huaraz 2022	Fallas y Patologías del concreto rígido	Levantamiento de losas o (Blowup-buckling)	nominal
				Grieta esquinada	
Losa dividida					
Grieta de durabilidad "D"					
Escala					
Daño de sello de junta					
Desnivel carril sobre berma					
Grietas lineales					
Parche grande					
Parche pequeño					
Pulimento de agregados					
Popouts					
bombeo					
punzonamiento					
Cruce de vía ferrea					
Desconchamiento o descascaramiento	ordinal				
Grietas de retracción					
Descascaramiento de esquinas					
Descascaramiento en la junta					
excelente					
muy bueno					
bueno					
regular					
malo					
muy malo					
fallado					
Indice de condicion del pavimento (PCI)					

FUENTE, ELABORACIÓN PROPIA

## ANEXO D2, MATRIZ DE CONCISTENCIA

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Diseño
<p>¿Cuál es la evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI en la Av. Manco Cápac, Huaraz 2022?</p>	<p><b>Objetivo General:</b>                      Evaluar el pavimento rígido aplicando el método PCI en la avenida Manco Cápac en la ciudad de Huaraz.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. determinar las patologías que afectan al pavimento rígido de la avenida Manco Cápac.</li> <li>2. determinar la severidad del daño causado por las patologías en el pavimento rígido de la avenida Manco Cápac.</li> <li>3. Determinar los procedimientos de los trabajos de recuperación, rehabilitación y reconstrucción según sea la necesidad del pavimento de la avenida Manco Cápac.</li> </ol>	<p><b>Con la aplicación del método PCI se podrá evaluar el pavimento rígido de la Av. Manco Cápac, Huaraz 2022.</b></p>	<p>el esquema es el siguiente:  <b>M-----&gt;O</b></p> <p>donde:</p> <p><b>M:</b> Representa la muestra, a la avenida Manco Cápac</p> <p><b>O:</b> Representa los datos informativos obtenidos in situ</p>

FUENTE, ELABORACIÓN PROPIA

## **ANEXO E**

### **ANEXO E1: DEFINICIONES DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO**

#### **21. Blowup – Buckling.**

Descripción: Los blowups o buckling 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 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 (Buckling) o fragmentación en la vecindad de la junta. También pueden ocurrir en las zanjas realizadas para la instalación de servicios públicos.

#### **Niveles de Severidad**

L: Causa una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Causa una calidad de tránsito de severidad media.

H: Causa una calidad de tránsito de alta severidad.

#### **Medida.**

En una grieta, un 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.

#### **Opciones de Reparación.**

L: No se hace nada. Parcheo profundo o parcial.

M: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

H: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

#### **22. Grieta de esquina.**

Descripción: Una grieta de esquina es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina. Por ejemplo, una losa con dimensiones de 3.70 m por 6.10 m presenta una grieta a 1.50 m en un lado y a 3.70 m en el otro lado, esta grieta no se considera grieta de esquina sino grieta diagonal; sin embargo, una grieta que intercepta un lado a 1.20 m y el otro lado a 2.40 m si es una grieta de

esquina. Una grieta de esquina se diferencia de un descascaramiento de esquina en que aquella se extiende verticalmente a través de todo el espesor de la losa, mientras que el otro intercepta la junta en un ángulo. Generalmente, la repetición de cargas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina.

### **Niveles de Severidad**

L: La grieta está definida por una grieta de baja severidad y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna. M: Se define por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media (M).

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

### **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 una severidad particular.
3. Contiene dos o más grietas de severidades diferentes.

Para dos o más grietas se registrará 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.

### **Opciones de reparación**

L: No se hace nada. Sellado de grietas de más de 3mm.

M: Sellado de grietas. Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo.

### **23. Losa Dividida**

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

## Niveles de severidad

En la tabla se anotan los niveles de severidad para losas divididas.

Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos en la losa agrietada		
	4 a 5	6 a 8	8 a más
L	L	L	L
M	M	M	M
H	H	H	H

*Fuente, Vasquez 2002*

### Medida.

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

### Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor de 3mm.

M: Reemplazo de la losa.

H: Reemplazo de la losa.

## 24. Grieta de Durabilidad "D"

Descripción: Las grietas 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.

### Niveles de severidad

L: 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.

H: Las grietas “D” cubren más del 15% del área y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

### **Medida**

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

### **Opciones de reparación**

L: No se hace nada.

M: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas.

H: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas. Reemplazo de la losa.

## **25. Escala.**

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

1. Asentamiento debido una fundación blanda.
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.

### **Niveles de Severidad**

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

Nivel de severidad	Diferencia en elevación
L	3 a 10 mm
M	10 a 19 mm
H	mayor que 19 mm

*Fuente, Vásquez 2002*



## **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.

## **Opciones de reparación**

L: No se hace nada. Fresado.

M: Fresado.

H: Fresado.

## **26. Daño del sello de la junta.**

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

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

## **Niveles de Severidad**

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

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

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

### **Medida**

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

### **Opciones de reparación**

L: No se hace nada.

M: Resellado de juntas.

H: Resellado de juntas.

### **27. Desnivel Carril / Berma.**

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

### **Nivel de severidad**

L: La diferencia entre el borde del 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.

H: La diferencia de niveles es mayor que 102.0 mm.

### **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.

### **Opciones de reparación**

L, M, H: Renivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel del carril.

## **28. Grietas Lineales (Grietas longitudinales, transversales y diagonales).**

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

### **Niveles de severidad para losas sin refuerzo.**

L: 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 siguientes condiciones:

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

H: Existe una de las siguientes condiciones:

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

### **Medida**

Una vez se ha establecido la severidad, 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 en "losas" de aproximadamente igual longitud y que tienen juntas imaginarias, las cuales se asumen están en perfecta condición.

### **Opciones de reparación**

L: No se hace nada. Sellado de grietas más anchas que 3.0mm.

M: Sellado de grietas.

H: Sellado de grietas. Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

### **29. Parche Grande (Mayor de 0.45m<sup>2</sup>) y acometidas de servicio público.**

Descripción: Un parche es un área donde el pavimento original ha 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. Los niveles de severidad de una excavación de servicios son los mismos que para el parche regular.

#### **Niveles de severidad**

L: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.

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

H: El parche está muy dañado. El estado de deterioro exige reemplazo.

#### **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.

#### **Opciones para Reparación**

L: No se hace nada.

M: Sellado de grietas. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche.

### **30. Parche Pequeño (menor de 0.45m<sup>2</sup>).**

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

### **Niveles de Severidad**

L: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.

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

H: El parche está muy deteriorado. La extensión del daño exige reemplazo.

### **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 sola 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.

### **Opciones para Reparación**

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche.

### **31. Pulimento de agregados.**

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

### **Niveles de Severidad**

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

## **Medida**

Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa.

## **Opciones de reparación**

L, M y H: Ranurado de la superficie. Sobrecarpeta.

## **32. Popouts.**

Descripción: 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 51.0mm.

## **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.

## **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 la losa.

## **Opciones de reparación**

L, M y H: No se hace nada.

## **33. BOMBEO.**

Descripción: El bombeo es la expulsión de material de la fundación de la losa a través de las juntas o grietas. Esto se origina por la deflexión de la losa debida a las 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 e indica la pérdida de soporte. Eventualmente, la repetición de cargas producirá grietas. El bombeo también puede ocurrir a lo largo del borde de la losa causando pérdida de soporte.

### Niveles de Severidad

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

### 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.

### Opciones de reparación

L, M y H: Sellado de juntas y grietas. Restauración de la transferencia de cargas.

## 34. Punzonamiento

Descripción: 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 una 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 pérdida de soporte de la fundación o una deficiencia localizada de construcción del concreto (por ejemplo, hormigueros)

### Niveles de Severidad

Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos		
	2 a 3	4 a 5	más de 5
L	L	L	M
M	L	M	H
H	M	H	H

*Fuente, Vásquez 2002*

## **Medida**

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

### **Opciones de reparación.**

L: No se hace nada. Sellado de grietas.

M: Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo.

## **35. Cruce de vía férrea.**

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

### **Niveles de severidad**

L: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.

M: El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.

H: El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de alta severidad.

## **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.

### **Opciones de reparación**

L: No se hace nada.

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

H: Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

## **36. Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado**

Descripción: El mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto. Las grietas tienden a interceptarse en ángulos de 120 grados. Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la

losa a una profundidad aproximada de 6.0 mm a 13.0 mm. El descamado también puede ser causado por incorrecta construcción y por agregados de mala calidad.

### **Niveles de Severidad**

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

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

H: La losa esta descamada en más del 15% de su área.

### **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.

### **Opciones para Reparación**

L: No se hace nada.

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

H: Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa. Sobrecarpeta.

### **37. Gritas de retracción.**

Descripción: 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.

### **Niveles de Severidad**

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

### **Medida**

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

### **Opciones de reparación**

L, M y H: No se hace nada.

### 38. Descascaramiento de esquina.

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

#### Niveles de severidad

En la tabla se listan los niveles de severidad para el descascaramiento de esquina. El descascaramiento de esquina con un área menor que 6452 mm<sup>2</sup> desde la grieta hasta la esquina en ambos lados no deberá contarse.

Profundidad del descascaramiento	Dimensiones de los lados del descascaramiento	
	127.0 x 127.0mm a 305.0x305.0mm	Mayor que 305.0x305.0mm
Menor de 25.0mm	L	L
>25.0mm a 51.0mm	L	M
mayor de 51.0mm	M	H

*Fuente, Vásquez 2002*

#### Medida

Si en 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.

#### Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial.

### 39. Descascaramiento de junta

Descripción: 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.

#### Niveles de Severidad

En la tabla 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.

Fragmento del descascaramiento	Ancho del descascaramiento	Longitud del descascaramiento	
		<0.6m	>0.6m
Duros. No puede removerse fácilmente (pueden faltar algunos pocos fragmentos).	<102mm	L	L
	>102mm	L	L
Sueltos. Pueden removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría o todos los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial, menos de 25.0mm.	<102mm	L	M
	>102mm	L	M
Desaparecidos. La mayoría, o todos los fragmentos han sido removidos	<102mm	L	M
	>102mm	M	H

Fuente, Vásquez 2002

#### 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 está 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.

## **Opciones para reparación**

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial. Reconstrucción de la junta.

## ANEXO F: PANEL FOTOGRÁFICO.



Fotografía 01, inicio de la avenida Manco Cápac, intersección con la avenida Centenario.



Fotografía 02, se puede apreciar la patología de pulimiento de agregados de un daño moderado.





Fotografía 03, se puede apreciar que la falla de descascaramiento de Esquina de una severidad alta.



Fotografía 04, se puede apreciar el Parcheo Grande producido por la instalación del servicio de gas domiciliaria, esto es en la totalidad de la Avenida Manco Cápac.





Fotografía 05, se puede apreciar la falla de Grietas lineales de una severidad alta.



fotografía 06, se puede apreciar la falla de Grieta de Esquina de una intensidad alta.





Fotografía 07, se aprecia la falla de Descascaramiento de Juntas de una severidad alta y la falla de Parcheo Grande de una intensidad moderado y la falla de Daño de Sello de Junta de una intensidad moderado.



Fotografía 08, se aprecia las fallas de Daño de Sello de Junta con una intensidad moderado y se aprecia que el pavimento está afectado por la falla de Pulimiento de Agregados de una severidad alta.





Fotografía 09, se puede apreciar la falla de Parcheo Pequeño de una intensidad alta.



fotografía 10, se aprecia la falla de Grieta de Retracción de una intensidad alta