



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Evaluación del Pavimento Flexible Aplicando el Método PCI para su mejor alternativa de solución del Tramo Cajaruro – Alenya, Provincia Utcubamba, Amazonas 2021.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Delgado Delgado, Yon Max (ORCID: 0000-0003-4850-1640)
Hidalgo Herrera, Erik Yilberth (ORCID: 0000-0002-3297-8834)

ASESORA:

Mg. Valdiviezo Castillo, Krissia Del Fátima (ORCID: 0000-0002-0717-6370)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

PIURA — PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios, por avernos permitirme llegar a este momento tan especial en nuestras vidas. Por los triunfos y los momentos difíciles que nos han enseñado a valorarlo cada día más, A nuestros padres por ser las personas que nos ha acompañado durante toda nuestra carrera profesional y trayecto de vida, y a todos nuestros familiares en general que han velado por nosotros durante este arduo camino para convertirme en profesionales. A nuestros papás quienes con sus consejos ha sabido guiarnos para culminar nuestra carrera profesional. A nuestros amigos, que gracias a su apoyo al equipo que formamos logramos llegar hasta el final del camino y que, hasta el momento, seguimos siendo amigos.

AGRADECIMIENTO

Gracias a la Universidad Cesar Vallejo, por habernos permitido formarnos en ella, gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, gracias a todos ustedes, fueron ustedes los responsables de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se vería reflejado en la culminación de nuestro paso por la universidad. Gracias a Dios, que fue nuestro principal apoyo y motivación para cada día continuar sin tirar la toalla.

Este es un momento muy especial para nosotros que esperamos, perdurará en el tiempo, no solo en la mente de las personas a quienes agradecemos, sino también a quienes invirtieron su tiempo para revisar nuestro proyecto de investigación; a ellos asimismo les agradezco con todo nuestro corazón.

Índice de contenidos

I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO.	11
2.1. Antecedentes de la Investigación	11
2.2. Teorías relacionadas de la Investigación	13
2.2.1. Tipos de Pavimentos	14
2.2.2. Método del Índice de Condición del Pavimento (PCI)	16
2.2.3. Tipos de Fallas en los pavimentos	17
2.2.4. Procedimiento de Evaluación del Pavimento	30
2.2.5. Mantenimiento en Pavimentos	33
III. METODOLOGÍA	34
3.1. Tipo y diseño de investigación	34
3.2. Variables y operacionalización	35
3.3. Población, muestra y muestreo	37
3.3.1. Población:	37
3.3.2. Muestra:	37
3.3.3. Muestreo	37
3.3.4. Unidad de análisis:	38
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
3.5. Procedimientos	39
3.6. Método de análisis de datos	39
3.7. Aspectos éticos	39
IV. RESULTADOS	39
V. DISCUSIÓN	51
VI. CONCLUSIONES	53
VII. RECOMENDACIONES	54
VIII. REFERENCIAS	55
IX. ANEXOS	59
Anexo 01: TABLAS DE VALORES DEDUCIDOS.	59
Anexo 02: VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE LA FICHA DE REGISTRO DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS.	99
Anexo 03: PANEL FOTOGRAFICO.....	114

Índice de tablas

Tabla 1: RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI.	16
Tabla 2: Niveles de severidad para huecos.	26
Tabla 3: LONGITUDES DE UNIDADES DE MUESTREO ASFÁLTICAS.	31
Tabla 4: Operacionalización de variables	36
Tabla 5: Técnicas e instrumentos de colección de datos.	38
Tabla 6: Fallas encontradas en el pavimento del tramo Cajaruro-Alenya.	43
Tabla 7: Cantidad de fallas encontradas en el tramo Cajaruro-Alenya.	44
Tabla 8: Índice de condición del pavimento flexible del tramo Cajaruro-Alenya	46
Tabla 9: Propuesta de acción para el pavimento flexible del tramo Cajaruro-Alenya.	47
Tabla 10: Repetición de fallas y su propuesta de solución para cada falla.	48
Tabla 11: RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL TRAMO CAJARURO – ALENYA. ..	50
Tabla 12: Valor deducido para piel de cocodrilo.	59
Tabla 13: Valor deducido para exudación.	61
Tabla 14: Valor deducido para agrietamiento en bloque.	63
Tabla 15: Valor deducido para abultamiento y hundimiento	65
Tabla 16: Valor deducido para corrugación	67
Tabla 17: Valor deducido para depresión.	69
Tabla 18: Valor deducido para grieta de borde.	71
Tabla 19: Valor deducido para grieta de reflexión de junta.	73
Tabla 20: Valor deducido para desnivel de carril - berma	75
Tabla 21: Valor deducido para grieta longitudinal y transversal.	77
Tabla 22: Valor deducido para parcheo.	79
Tabla 23: Valor deducido para Pulimento de agregados.	81
Tabla 24: Valor deducido para huecos o baches.	83
Tabla 25: Valor deducido para cruce de vía férrea.	85
Tabla 26: Valor deducido para ahuellamiento.	87
Tabla 27: Valor deducido para desplazamiento.	89
Tabla 28: valor deducido para grieta parabólica o por deslizamiento.	91
Tabla 29 : Valor deducido para hinchamiento.	93
Tabla 30: Valor deducido para desprendimiento de agregados.	95
Tabla 31: Valor deducido corregido.	97
Tabla 32: Unidad de Muestreo: UM – A 16.	99
Tabla 33: Unidad de Muestreo: UM – B 32.	100
Tabla 34: Unidad de Muestreo: UM – C 48.	101
Tabla 35: Unidad de Muestreo: UM – D 64.	102
Tabla 36: Unidad de Muestreo: UM – E 80.	103
Tabla 37: Unidad de Muestreo: UM – F 96.	104
Tabla 38: Unidad de Muestreo: UM – G 112.	105
Tabla 39: Unidad de Muestreo: UM – H 128.	106
Tabla 40: Unidad de Muestreo: UM – I 144.	107
Tabla 41: Unidad de Muestreo: UM – J 160.	108
Tabla 42: Unidad de Muestreo: UM – K 176.	109
Tabla 43: Unidad de Muestreo: UM – L 192.	110
Tabla 44: Unidad de Muestreo: UM – M 208.	111
Tabla 45: Unidad de Muestreo: UM – N 224.	112
Tabla 46: Unidad de Muestreo: UM – Ñ 238.	113

Índice de figuras

Figura 1: Sección Transversal del Pavimento Flexible.	14
Figura 2: Sección Transversal del Pavimento Flexible	14
Figura 3: Sección Transversal del Pavimento Rígido.	15
Figura 4 Esquema del comportamiento del Pavimento Flexible y Rígido ante cargas.....	15
Figura 5: Escala de clasificación estándar del PCI	30
Figura 6: Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.	31
Figura 7: Esquema de las unidades de muestreo de todo el tramo Cajaruro – Alenya. ...	42
Figura 8: Curva de valor deducido para piel de cocodrilo.....	60
Figura 9: Curva de valor de deducido para exudación.	62
Figura 10: Curva de valor deducido para Agrietamiento en bloque.....	64
Figura 11: Curva de valor deducido para abultamiento y hundimiento	66
Figura 12: Curva de valor deducido para corrugación.....	68
Figura 13: Curva de valor deducido para depresión.	70
Figura 14: Curva de valor deducido para grieta de borde.....	72
Figura 15: Curva de valor deducido para grieta de reflexión de junta.	74
Figura 16: Curva de valor deducido para desnivel de carril – berma.....	76
Figura 17: Curva de valor deducido para grieta longitudinal y transversal.....	78
Figura 18: Curva de valor deducido para parcheo.	80
Figura 19: Curva de valor deducido para Pulimento de agregados.....	82
Figura 20: Curva de valor deducido para huecos o baches.....	84
Figura 21: Curva de valor deducido para cruce de vía férrea.	86
Figura 22: Curva de valor deducido para ahuellamiento.....	88
Figura 23: Curva de valor deducido para desplazamiento.....	90
Figura 24: Curva de valor deducido para grieta parabólica o por deslizamiento.....	92
Figura 25: Curva de valor deducido para hinchamiento.	94
Figura 26: Curva de valor deducido para desprendimiento de agregados.....	96
Figura 27: Curva de valor deducido corregido.	98

RESUMEN

En esta Evaluación del Pavimento Flexible Aplicando el Método PCI para su mejor alternativa de solución del Tramo Cajaruro – Alenya, tuvo como objetivo general Realizar la Evaluación del Pavimento Flexible Aplicando el Método PCI para su mejor alternativa de solución del Tramo Cajaruro – Alenya. Esta investigación fue de tipo aplicativo, su diseño fue no experimental – transversal, su nivel fue descriptivo con enfoque cuantitativo. Su población fue conformada por toda el área de pavimento flexible del tramo Cajaruro (Km 0+000) hasta Alenya (Km 8+100), Distrito Cajaruro, Provincia Utcubamba, Departamento Amazonas; que comprende en su totalidad un kilometraje de 8.1 Km. así mismo, se utilizó la Técnica de la observación y el Instrumento Ficha de observación y registro del PCI, obteniendo como resultado de las 19 fallas que están establecidas por el método PCI de acuerdo a su manual, de las cuales encontramos 6 tipos de fallas que son: piel de cocodrilo con 14% (severidad baja), abultamientos y hundimientos con 14% (severidad baja, media y alta), parcheo con 3% (severidad media), huecos con 57% (severidad baja, media y alta), ahuellamiento con 6% (severidad media y alta) y desprendimientos de agregados con 6% (severidad baja y alta); y estas fallas nos arrojó un PCI de 31, lo cual corresponde a un estado MALO. En conclusión, el pavimento flexible del tramo Cajaruro – Alenya tuvo un estado malo, lo cual se consideró dos propuestas de solución, la primera es una Rehabilitación con Refuerzo estructural al pavimento flexible para subsanar la carpeta asfáltica que se encuentra en un estado malo; lo cual consiste en quitar la carpeta asfáltica en fea condición para cambiarlo por una nueva carpeta asfáltica de 4” igual a la que tiene para que tenga la misma condición de resistir las cargas inicialmente de los vehículos. La segunda, consiste en un tratamiento exclusivo para cada tipo de fallas identificadas en el tramo Cajaruro – Alenya.

Palabras clave: Falla, Severidad, Pavimento Flexible, Índice de Condición de Pavimento (PCI).

ABSTRACT

In this Evaluation of the Flexible Pavement Applying the PCI Method for the best alternative solution for the Cajaruro - Alenya Section, the general objective was to carry out the Evaluation of the Flexible Pavement Applying the PCI Method for the best alternative solution for the Cajaruro - Alenya Section. This research was of an applicative type, its design was non-experimental - cross, its level was descriptive with a quantitative approach. Its population was made up of the entire flexible pavement area from the Cajaruro section (Km 0 + 000) to Alenya (Km 8 + 100), Cajaruro District, Utcubamba Province, Amazonas Department; which includes in its entirety a mileage of 8.1 km. Likewise, the Observation Technique and the PCI Observation and Record Sheet Instrument were used, obtaining as a result of the 19 faults that are established by the PCI method according to its manual, of which we found 6 types of flaws that are: crocodile skin with 14% (low severity), bumps and subsidence with 14% (low, medium and high severity), patching with 3% (medium severity), holes with 57% (low, medium and high severity), rutting with 6% (medium and high severity) and detachment of aggregates with 6% (low and high severity); and these failures gave us a PCI of 31, which corresponds to a BAD state. In conclusion, the flexible pavement of the Cajaruro - Alenya section had a bad state, which was considered as two solution proposals, the first is a rehabilitation with structural reinforcement to the flexible pavement to correct the asphalt layer that is in a bad state; which consists of removing the asphalt mat in ugly condition to change it for a new 4" asphalt mat the same as the one it has so that it has the same condition of resisting the loads before the vehicles. The second consists of an exclusive treatment for each type of fault identified in the Cajaruro - Alenya section.

Keywords: Failure, Severity, Flexible Pavement, Pavement Condition Index (PCI).

I. INTRODUCCIÓN

Las carreteras, autopistas y puentes en el mundo son los más esenciales para el progreso y desarrollo de cada país, sin embargo, un mal diseño geométrico de las vías, abandono luego de entregar las vías por no estar en un mantenimiento continuo para llegar a su vida útil, en ocasiones causa accidentes de gran magnitud.

Miranda, 2010, en su tesis "Fallas en los pavimentos flexibles y rígidos" de la Universidad Austral de Chile, (Valdivia - Chile). Da a conocer que los pavimentos flexibles en Latino América, se observan diferentes fallas en sus vías de los diferentes países latinos por las constantes lluvias que se presenta en este continente del mundo y lo cual están lluvias aumenta a salir fallas en nuestras vías afectando el estado del pavimento presentándose estas principales fallas como: fisuras, depresiones ahuellamientos, piel de cocodrilo y desprendimientos de agregados, entre otros más que se encuentran. También nos recomienda realizar un estudio de suelos para el diseño de vías geométricas en esta región del mundo, para poder asentar nuestras vías en materiales estables y duros y realizar una buena compactación y mejor sus características del suelo.

En el Perú, la infraestructura vial causa un impacto positivo, donde genera desarrollo y articulación entre departamentos, provincias y/o distritos, conectando lugares lejanos; pero las malas condiciones de las rutas dificultan el transporte vehicular.

Campos Requejo Ricardo (2018 Pg.15) en su tesis para optar el grado de Ingeniero Civil, da a conocer que en nuestro país el caso más grave de fallas en que se encuentran en sus calles es la ciudad de Lima, su estado actual del pavimento flexibles y rígidos se mira de primera impresión fallas como baches, fisuras, agrietamiento, entre otras fallas del manual del PCI; estas fallas que se encuentran en su recorrido de sus calles de esta ciudad y sus principales vías que conectan sus distritos de la capital peruana; estas fallas originan tráfico congestionado por que los baches dificulta el avance de los vehículos. También una causa del congestionamiento y que genera fallas en los pavimentos es el aumento de la población, por ende se va a querer mayor demanda de vehículos para movilizarse a diferentes puntos de la ciudad y genera sobre tráfico en vías y los pavimentos no fueron diseñados para este estudio tráfico y otra causa también que se observa es la falta de mantenimiento o rehabilitación de parte de nuestras municipalidad para tenerlo en buen estado los pavimentos y así lograr una mayor año de vida útil de los pavimentos.

Campos Requejo Ricardo (2018 Pg.16) da a conocer que actualmente, en el departamento de Amazonas los pavimentos presentan un mal estado, y diferentes fallas a lo largo de sus vías. Por esto es muy importante mantener a los pavimentos en buenas condiciones, para que mantenga su resistencia de cargas vehiculares para lo que fue diseñado y así los conductores o todos los usuarios que utilizan estas vías tengan seguridad al momento de transitar por ellas ya que el pavimento va a dar mayor vida útil.

Como sabemos por investigaciones ya realizadas los pavimentos en general se van a generar fallas en su vida útil, esto se origina por las fuertes cargas vehiculares y el pavimento no resiste porque no fue diseñada para soportar esas cargas; también el medio ambiente ya que el pavimento está expuesto a agentes patógenos que dañan el pavimento actual, también las lluvias que generan baches, otro agente del medio ambiente también es los cambios de temperatura que dilatan al pavimento y generan fisuras. Debido a esta situación es necesario la evaluación del pavimento flexible del tramo Cajaruro – Alenya.

La problemática que se presentó en este tramo, es evidenciada en el pavimento flexible que tiene este tramo Cajaruro – Alenya, donde estamos realizando esta evaluación superficial del pavimento existente, que se dan por distintas causas como el mal diseño de nuestros pavimentos flexibles, un mal diseño en drenaje debido que en la zona de Cajaruro llueve con mucha frecuencia durante todo el año y/o errores constructivos como la falta de estudios de mecánica de suelos para tener mejoras y estabilidad de los suelos donde vamos a proyectar nuestras carreteras vecinales.

Teniendo este problema en nuestro tramo de estudio, vamos a realizar la evaluación superficial, para lograr tener un diagnóstico donde se presentan mayor cantidad y mayor severidad de fallas presentadas a lo largo de esta vía Cajaruro – Alenya; para luego ver que podemos implementar, como un mantenimiento o una rehabilitación, esto se va a concluir de acuerdo al porcentaje de severidad que obtengas al realizar la evaluación. Al no realizar esta evaluación para dar la solución se va dar un riesgo en esta vía, como los posibles accidentes debido a las fallas presentadas.

El problema general fue ¿Diagnosticar el Pavimento Flexible Aplicando el Método PCI para su mejor alternativa de solución del Tramo Cajaruro – Alenya, Provincia Utcubamba, ¿Amazonas 2021? y como problemas específicos se encontraron: ¿Cuáles son los diferentes tipos de fallas superficiales que presenta el pavimento flexible en el tramo Cajaruro – Alenya?, ¿Cuál es el índice de condición del pavimento flexible a nivel superficial según las fallas detectadas en el tramo Cajaruro - Alenya?, ¿Cuál es el tipo de propuesta para mejorar el asfalto flexible aplicando el método PCI en el tramo Cajaruro – Alenya?.

La presente investigación es importante porque permitió conocer las condiciones del pavimento flexible del tramo en estudio, donde se describen los tipos de fallas de acuerdo a su grado de severidad. Además, facilitó proponer el tipo de mejora del asfalto según lo identificado en la investigación; en cada área afectada por una patología, para lo cual, le corresponde una rehabilitación o un mantenimiento correctivo rutinario.

En el ámbito social, va a mejorar la transitabilidad del tramo en estudio, mejorando la calidad de vida de los pobladores con una circulación rápida en el traslado a su destino y sobre todo brindará seguridad al momento de circular por la vía, ofreciendo confort y seguridad; también facilitando el acceso a sus terrenos de cultivo para poder transportar sus productos cosechados, y así optimizar tiempo y costos.

En el ámbito práctico nos ayuda para investigaciones futuras, ya que esta investigación puede ser aplicada por profesionales de la rama de ingeniería civil, que desean conocer acerca de este estudio y saber cómo poder realizar un mantenimiento correcto al pavimento y mantenerlo en buenas condiciones; capacitando al personal que va a laborar en los mantenimientos de vías y brindarles los equipos necesarios, para que puedan realizar un mantenimiento o rehabilitación adecuada a lugar donde de esta reparando el pavimento; por esto es muy importante realizar la evaluación del pavimento antes de mantener para saber que solución se va a dar en la vía donde se realiza la evaluación.

En lo metodológico el método PCI, nos permite evaluar la condición actual del pavimento y proponer futuras soluciones en el área donde presenta las fallas de acuerdo a su densidad de daño que se mide respecto a la tabla de falla que nos presenta el método.

El objetivo general fue Realizar la Evaluación del Pavimento Flexible Aplicando el Método PCI para su mejor alternativa de solución del Tramo Cajaruro – Alenya, Provincia Utcubamba, Amazonas 2021. Y como objetivos específicos se establecieron: Identificar las fallas que se encuentran en el pavimento flexible a lo largo del trayecto Cajaruro – Alenya; Determinar el índice de condición del pavimento flexible a nivel superficial según las fallas detectadas en el tramo Cajaruro – Alenya; Determinar la propuesta para mejorar el pavimento flexible aplicando el método PCI en el tramo Cajaruro – Alenya.

Nuestra hipótesis general fue que Aplicando el método PCI, se puede conseguir implementar adecuadas alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible y darle de manera oportuna una solución adecuada al tramo Cajaruro – Alenya 2021. Y como hipótesis específicas se establecieron: Las fallas presentes en el pavimento flexible del tramo Cajaruro – Alenya son huecos, abultamiento y ahuellamientos; La condición del pavimento flexible del tramo Cajaruro – Alenya se encuentra con índice de severidad alto; La propuesta de solución para las fallas del tramo Cajaruro – Alenya es un mantenimiento de rehabilitación.

II. MARCO TEÓRICO.

2.1. Antecedentes de la Investigación

Seguidamente, daremos a conocer algunas investigaciones realizadas internacionalmente con la variable de estudio:

Miranda, Ricardo J (2010 P.08 y 75) en su tesis de investigación “fallas presentadas en pavimento flexible e hidráulico”. Para obtener su título de ingeniero civil, nos va a mencionar como objetivo en esta investigación, cuáles son las fallas que se generan en el pavimento flexible e hidráulicos y dar a conocer el resultado para su futura conservación. Y como conclusión da a conocer que es muy fundamental realizar la inspección de pavimentos dar una rehabilitación adecuada y brindar una vía conservada a la población.

(Sánchez Ramón, 2010, P.08) en su investigación, Deterioro de los pavimentos flexibles y rígidos, nos da como objetivo cuales son las causas que originan las fallas más frecuentes en los pavimentos y concluyo que en su investigación las fallas más frecuentes es el ahuellamiento, debido a mal diseño y no realizaron el

estudio de tráfico.

(Salvador Dolinas 2010, P.16) en su investigación, Evaluación superficial de las avenidas de la ciudad de Loja, Ecuador; nos da como objetivo ver la situación actual del pavimento con el método PCI mediante la observación visual en la superficie de rodadura; concluyendo que las calles de Loja se encuentran en mal estado y necesitan mantenimiento rutinario y evaluación con el método PCI mensualmente para poder dar la vida útil para lo que fue diseñado.

Seguidamente, daremos a conocer algunas investigaciones realizadas a nivel nacional acerca del estudio: **ROBLES, Raúl (2015 P.122)** en su estudio “evaluación la condición del pavimento con el método (PCI) Barranco, Surco, Lima”; tiene como objetivo ver la condición del pavimento mediante el PCI midiendo las fallas, y como conclusión nos da su nivel de severidad de la zona de estudio de acuerdo a las diferentes fallas encontradas.

LEGUÍA, Paola y PACHECO, Hans (2016 P. 171) en su investigación inspección del pavimento flexible aplicando el método PCI, en las principales vías como la de Huacho, Huara, Lima. Nos dice en su objetivo que es inspeccionar el pavimento flexible teniendo en cuenta el método PCI, para ver la situación actual del pavimento. En su conclusión nos dice que la evaluación realizada al pavimento flexible tiene como resultado un PCI de 52.84 y establece que se encuentra en buena condición.

Rodríguez (2009), en su tesis que tiene como nombre “Cálculo del Índice de Condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla, Piura”; en lo cual tiene como objetivo evaluar la condición del pavimento flexible de la avenida en estudio, en lo cual se evaluaron un metraje de 200 metros de la avenida Castilla, para cuantificar y ver el nivel de severidad de cada falla encontrada a lo largo de esta avenida. Este estudio se concluye con el método de evaluación PCI, esta Avenida de Castilla tiene un PCI de 49, entonces de acuerdo a la tabla de condición del pavimento del método, este pavimento de dicha avenida se encuentra en una condición regular; y también nos menciona su recomendación para subsanar estas fallas, que es la reparación de las fallas focalizadas.

Por último, damos a conocer una investigación realizada en el ámbito regional acerca del tema de estudio: **Tapia Leonor (2015, P.12)** nos dice en su tesis que lleva como nombre “Diseño de pavimento de concreto hidráulico, drenaje pluvial, veredas, con el propósito de fortalecer la calidad de vida de los usuarios de la localidad de Colcamar provincia Luya, región Amazonas”; que tiene como objetivo evaluación de las condiciones del lugar como se encuentra el pavimento, ver cómo influye el tránsito de la zona y determinar los factores climáticos que afectan al pavimento. Como su conclusión nos dije que las constantes lluvias de la zona si tiene un efecto en la vida útil del pavimento por la digresión de material del pavimento flexible.

2.2. Teorías relacionadas de la Investigación

(MEF, 2015), define al pavimento como estructura conformada por capas en su subrasante, que tiene como función resistir y transferir las cargas producidas por los vehículos que circulan por el pavimento y así poder mejorar las carreteras y dar mejor calidad de tránsito a la población. El pavimento flexible está compuesto por la base, subbase y la carpeta asfáltica.

Miranda (2010, p. 9) nos dice que los pavimentos se clasifican en pavimento flexible y pavimento rígido; el pavimento flexible se caracteriza por utilizar una carpeta asfáltica en una de sus capas y tiene tensiones más grandes a comparación que la del rígido por las cargas que se aplican a la subrasante y así este pavimento flexible va a tener menos rigidez en su superficie de rodadura. En cambio, el pavimento rígido se caracteriza por tener mayor resistencia por que distribuye las cargas a toda la estructura.

Montejo (2002) (p.1). dice que el pavimento está compuesto por capas de materiales compuesto como la grava, compactados de manera progresiva y puestos relativamente de forma horizontal. Estas capas son las encargadas de resistir y soportar las cargas de los vehículos y así transmitir a cada capa inferior hasta transmitirlo al suelo

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2013 p. 23) dice que el pavimento es la unión de niveles superpuestos que sirven para soportar las cargas provenientes de los vehículos, hacia el suelo; y así tener mayor seguridad al transitar por estas vías pavimentadas

El (MTC, 2013 p. 24) nos especifica el pavimento con asfalto tiene mayor flexibilidad, llamado capa de rodadura la cual recibe las cargas de tráfico la cual lo transmite a la base para soportar y transmitir las cargas a subbase y luego al suelo.

El Pavimento tiene las siguientes funciones:

- Dar al usuario mayor seguridad y calidad al momento de transitar por la vía.
- El traslado de las unidades vehiculares en cualquier condición de clima que se encuentre.
- Menor el tiempo de viaje de una ciudad a otra y así disminuir los gastos al reducir el tiempo para llegar a tu destino.
- Reducir los gastos de mantenimiento y operaciones de la vía.
- Dar mejores condiciones de tráfico para los vehículos y así reducir las fallas mecánicas de dichos vehículos.

2.2.1. Tipos de Pavimentos

A) Pavimentos Flexibles

(THE ASPHALT INSTITUTE, 2000), dice que el pavimento flexible está compuesto por asfalto, que es un material bituminoso de color negro y tiene una consistencia sólida y también semisólida que está constituido por mezclas de hidrocarburos que son betunes; que se obtiene de la naturaleza del proceso de refinación del petróleo. Entonces el asfalto es derivado del petróleo y viene hacer un material bituminoso que se va a utilizar para las carpetas asfálticas del pavimento flexible.

Para la aplicación del asfalto en pavimentos, el asfalto tiene que encontrarse de forma líquida para poder mezclarlo con la grava para realizar las carpetas asfálticas. El mezclado se realiza de las siguientes formas:

- Mezclado en caliente.
- Mezclado en frío.
- Emulsificación de asfalto mezclado con agua
- Mezclado con otros derivados del petróleo.

En conclusión, el pavimento flexible, es el pavimento que al recibir cargas se deforman y luego pueden volver a su estado normal por la flexibilidad que tiene el asfalto, y así transmiten las cargas vehiculos al suelo a través de sus capas; está conformado por carpeta asfáltica, base, subbase, subrasante, como se va a mostrar en su sección transversal.

Figura 1: Sección Transversal del Pavimento Flexible.

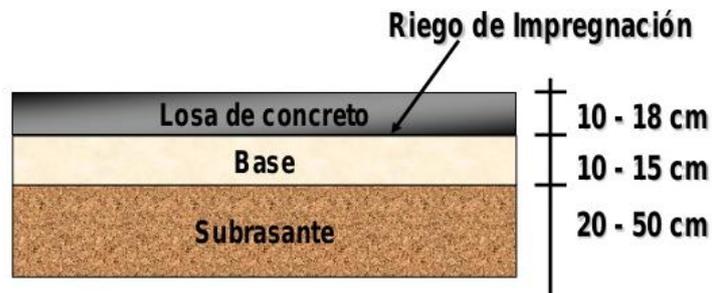


Fuente: 1 Cámara de comercio del cemento, 2014.

B) Pavimentos Rígidos

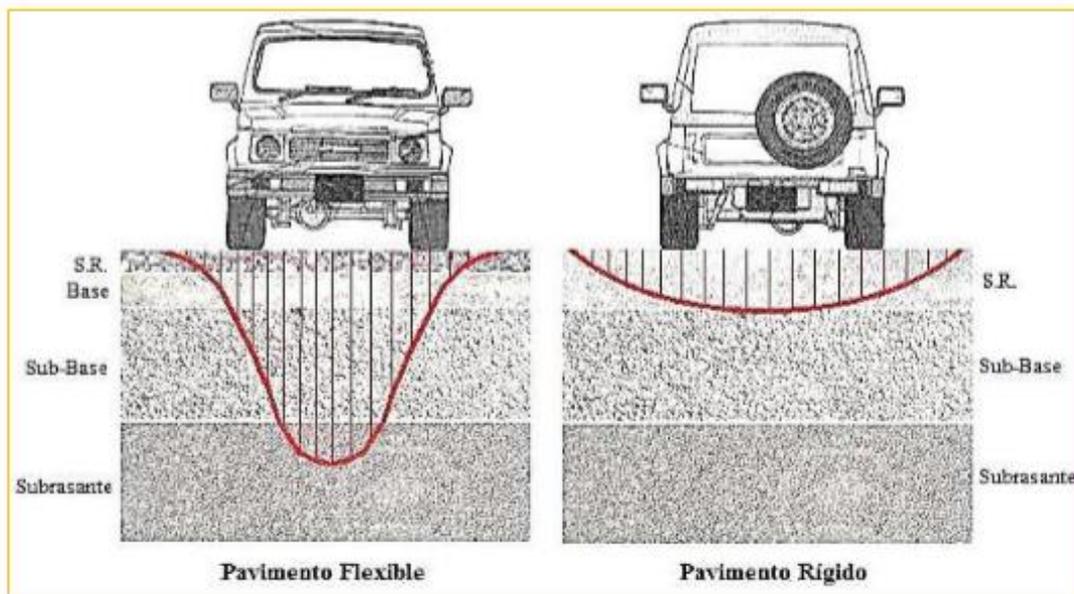
Los Pavimentos rígidos son aquellos que utilizan el hormigón como material para realizar este pavimento; está conformado por una losa de concreto, base, subrasante, también puede ser toda la estructura de concreto. En este tipo de pavimento rígido se caracteriza por recibir las cargas vehiculares y transmitir directamente al suelo. En este pavimento es la losa de concreto la cual soporta los esfuerzos producidos por las cargas de tráfico que pasan por el pavimento.

Figura 2: Sección Transversal del Pavimento Rígido.



Fuente: 2 Cámara de comercio del cemento, 2014.

Figura 3: Esquema del comportamiento del Pavimento Flexible y Rígido ante cargas.



Fuente: 3 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN, 2014.

A) Pavimentos Semirrígidos

Los pavimentos semirrígidos o también llamados pavimentos compuestos son aquellos pavimentos que combinan los dos tipos de pavimentos anteriores, es decir, está compuesto por pavimentos flexibles que tienen una carpeta asfáltica y material granular, más los pavimentos rígidos que tienen una losa de concreto y base granular.

Estos pavimentos semirrígidos, está conformado de una capa de concreto o tratada con cemento y luego una capa de asfáltica en la superficie de rodadura.

2.2.2. Método del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

De acuerdo Pérez y Merino (2018), nos dicen que el método PCI, es un método muy sencillo de poder realizarlo por que emplea herramientas muy sencillas de poder encontrar a la mano en diferentes lugares; y tiene una categoría de calificación que va desde (0) para un pavimento fallado, hasta (100) para un pavimento excelente.

Porta (2016, p. 20), nos dice que una técnica muy fácil de implementar y se realiza en tres etapas: 1. Reconocimiento del área de estudio, 2. Cuantificar las fallas encontradas, 3. Ver su índice de severidad de cada una de ellas.

Meléndez (2014, p. 36), nos da a decir que en el método PCI, el índice de severidad va a representar el daño en porcentaje como se encuentra el pavimento que se evalúa, al encontrar mayor cantidad de fallas, va hacer mayor índice de severidad; y mayor gasto para su rehabilitación o mantenimiento. Al ser la condición actual del pavimento muy elevado se va a tener en cuenta que ni nivel de reparación también va hacer con mayor actuación de las fallas.

En la actualidad hay tres tipos de niveles que podemos encontrar para identificar el índice de severidad del pavimento, que se pueden percibir con los sacudidos de los vehículos, saltos en los vehículos producto de las fallas que hay en el pavimento por donde se transita.

Según el Manual (PCI – Pavement Condition Index), este método tiene como finalidad encontrar el valor en porcentaje que va desde cero hasta cien; cero es un pavimento fallado y cien es un pavimento excelente.

Tabla 1: RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI.

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Fuente: 4 Manual PCI, 2002.

Al momento de realizar la evaluación del pavimento actual, se debe, también evaluar la calidad del tráfico vehicular, para poder saber el índice de severidad de acuerdo a las fallas que se encuentran en el pavimento a evaluar. Seguidamente, le vamos mencionar los tres tipos de niveles que nos facilitan a encontrar el grado de severidad del tránsito dependiendo de cada falla.

Low: Bajo (L). Es cuando en los vehículos se siente vibraciones, que pueden ser ocasionadas por las corrugaciones, hundimientos y abultamientos; pero no es necesario que el vehículo menor su velocidad, porque causa una pequeña vibración y crea mínima incomodidad.

Medium: Medio (M). Es cuando en los vehículos se siente vibraciones significativas que pueden ser ocasionadas por los hundimientos o abultamientos; pero ya es necesario reducir la velocidad del vehículo, porque causan vibraciones significativas y ya crea incomodidad.

High: Alto (H). Es cuando en los vehículos se siente las vibraciones muy elevadas, que son ocasionadas por hundimientos o abultamientos de gran magnitud; y es obligatorio reducir la velocidad de forma considerable, porque causan vibraciones muy severas y altas, creando una incomodidad muy alta y hasta peligroso para producirse accidentes y daños al vehículo.

Para poder determinar la condición del tránsito, se debe recorrer la vía en un vehículo donde se está evaluando el pavimento a una velocidad establecida de acuerdo a las señales de tránsito de dicha vía.

2.2.3. Tipos de Fallas en los pavimentos

Según el Manual PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), (2002), indica las principales fallas en los pavimentos:

1. PIEL DE COCODRILO.

a. **Definición:** son grietas formadas por la fatiga del pavimento en forma de piel de cocodrilo. Estas grietas están conectadas en diferente dirección y la causa principal de su aparición en el pavimento es por la fatiga en la superficie de rodadura de pavimento flexible (asfalto), producto de las que recibe las cargas del tráfico vehicular que transita por el pavimento asfáltico. Este agrietamiento en forma de piel de cocodrilo se da en el fondo de la carpeta asfáltica, es ahí donde se produce la fatiga y por ende ahí se van a producir las deformaciones, debido a que ahí las tensiones son de mayor magnitud por las cargas vehiculares. Las grietas en forma de cocodrilo se generan en el fondo de la carpeta asfáltica y luego avanzan a la superficie de rodadura de la carpeta asfáltica como una serie de grietas de manera transversal y longitudinal; al repartirse las cargas vehiculares van a formar un patrón de grietas que se van a aparecer mucho en forma de piel de cocodrilo.

Principalmente las grietas en forma de piel de cocodrilo, aparecen en zonas donde el pavimento flexible está en contacto permanente a las cargas del tráfico vehicular.

Las grietas de forma de piel de cocodrilo, son grietas que generan un daño estructural muy importante a los pavimentos y siempre va al costado de una falla común como es el ahuellamiento.

b. Índice de severidad

- **Bajo (L):** Vienen hacer las grietas pequeñas muy finas que se ven de manera longitudinal y transversales interconectadas. Estas grietas no se encuentran descascaradas y no se encuentra roto la carpeta asfáltica.
- **Medio (M):** Estas grietas piel de cocodrilo de severidad media, están mínimamente descascaradas.
- **Alto (H):** Estas grietas vienen a estar bien marcadas y descascaradas en el pavimento, y se pueden mover algunos fragmentos por el tráfico vehicular.

c. Unidad de Medición

Las grietas piel de cocodrilo, su unidad de medida es en metros cuadrados (m²). Se realiza a medir la zona afectada o la falla encontrada en el pavimento, y prosigue a poner el índice de severidad a la falla encontrada; si existieran dos o tres índices de severidad se coloca en la ficha el índice de severidad mayor.

d. Medidas de Solución

- **Bajo (L):** Se puede realizar un sello superficial sobre la carpeta asfáltica.
- **Medio (M):** Se realiza un Parcheo parcial o una reconstrucción en toda la profundidad de la carpeta asfáltica.
- **Alto (H):** Se realiza un parcheo parcial o una reconstrucción en toda la profundidad de la carpeta asfáltica obligatoriamente.

2. EXUDACIÓN.

a. Definición: La exudación es cuando se ve en el pavimento asfáltico una película de material bituminoso empleado en la carpeta asfáltica y se ha formado en la superficie de rodadura, esto quiere decir que el pavimento donde hay exudación se va a observar que brilla.

Esta falla de la exudación es causada por el exceso de material bituminoso en la realización de la carpeta asfáltica o también se puede dar cuando la mezcla asfáltica presenta vacíos con aire atracado; esto es ocasionado cuando se coloca la carpeta asfáltica en temperaturas elevadas del medio ambiente, es ahí cuando al enfiarse el material bituminoso se acumula en una zona del pavimento y se produce la exudación.

b. Índice de severidad.

- **Bajo (L):** En este índice la exudación está dada en un nivel muy mínimo y es observado en los primeros días del año, al terminarse la construcción de la pavimentación. En esta exudación el asfalto no llega a pegarse en los neumáticos de los vehículos que transitan.
- **Medio (M):** En este índice la exudación ya llega a pegarse en los neumáticos de caucho de los vehículos durante transcurso de las semanas de uso del pavimento asfáltico.

- **Alto (H):** En este índice la exudación ya está dado en un nivel muy elevado y de mucha cantidad, el asfalto se pega de manera muy excesiva en los neumáticos de los vehículos.

c. Unidad de Medición

La exudación se mide el metro cuadrado (m²), se mide la zona afectada o la falla encontrada en el pavimento

d. Medidas de Solución

- **Bajo (L):** En este índice se deja como se encuentra.
- **Medio (M):** Aquí se podemos aplicar arena o algunos agregados de manera fría.
- **Alto (H):** Aquí vamos a aplicar arena o agregado de manera caliente para su mejor adhesión

3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE.

- a. **Definición:** El agrietamiento en bloque, vienen hacer grietas conectadas que van a dividir el pavimento en pedazos, posiblemente rectangulares o cuadrados. Estos bloques divididos por las grietas pueden tomar diferentes formas y cualquier tamaño, y su causa principal de por cual se producen viene hacer nada más que las contracciones de la carpeta asfáltica, debido a los cambios bruscos de temperatura del medio ambiente que soporta el pavimento durante los días.

Cabe resaltar que el agrietamiento en bloque no es producido por las cargas del tránsito vehicular, es que a veces este tipo de falla aparece en lugares donde no hay mucho tránsito.

b. Índice de severidad.

- **Bajo (L):** En este índice de severidad, se encuentran bloques de severidad bajo como grietas de manera transversal y longitudinal.
- **Medio (M):** Aquí vienen a estar los bloques producidos por grietas de índice de severidad media.
- **Alto (H):** A qui están los bloques con un índice de severidad alto con grietas muy marcadas en los bordes de los bloques.

c. Unidad de Medición

El agrietamiento en bloque se mide en metros cuadrados (m²) de la zona afectada o falla encontrada en la vía.

d. Medidas de Solución

- **Bajo (L):** Para este índice de severidad se realiza a sellar las grietas con un riego de sello.
- **Medio (M):** Para ese índice de severidad se procede a Sellar las grietas o escarificado de forma caliente en la carpeta asfáltica.
- **Alto (H):** Para el índice de severidad alto se hace un sellado de las grietas, también se puede hacer un escarificado en caliente en toda la profundidad

de la carpeta asfáltica.

4. ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS.

a. **Definición:** Los abultamientos vienen hacer pequeños bultos que van hacia arriba en el pavimento flexible; y los hundimientos son hacia abajo del pavimento, que son causados principalmente por pavimentos que se encuentran muy inestables.

El abultamiento y los hundimientos en los pavimentos es causado por los siguientes factores:

- ✓ Levantamiento hacia arriba de la carpeta asfáltica.
- ✓ Producto de la congelación el pavimento asfáltico se expande produciendo bultos en el pavimento.
- ✓ Levantamiento o hinchazón debido a una grieta y pasa las cargas vehiculares, ahí generan bultos o hundimientos en el pavimento.
- ✓ El hundimiento en el pavimento asfáltico, son claramente hacia abajo, producidas por grandes cargas vehiculares formando ondulaciones hacia abajo del pavimento.

b. Índice de severidad

- **Bajo (L):** El hundimiento y los abultamientos, presentados en el pavimento originan una baja incomodidad en el tránsito vehicular.
- **Medio (M):** Los hundimientos y los hundimientos, presentados originan una incomodidad media en el tránsito vehicular
- **Alto (H):** Los hundimientos y los abultamientos, encontrado en el pavimento si generan una incomodidad muy alta en el tránsito de los vehículos.

c. Unidad de Medición

Los hundimientos y los hundimientos se miden en metros cuadrados (m²). Nota si el abultamiento es originado por una grieta también se considera como abultamiento.

d. Medidas de Solución

- **Bajo (L):** Aquí no se hace nada y se deja normalmente porque no influye en el tráfico vehicular.
- **Medio (M):** En este índice medio de severidad se debe realizar un reciclado en frío en el área afectada, o también se puede hacer un parcheo profundo o parcial en la carpeta asfáltica.
- **Alto (H):** En este índice de severidad alto obligatorio se debe hacer un reciclado en frío o un Parcheo profundo en la carpeta asfáltica.

5. CORRUGACIÓN.

a. **Definición:** las corrugaciones en el pavimento flexible son una serie de cimas y hundimientos que se ven regularmente.

Las cimas se encuentran perpendiculares a la dirección del tráfico vehicular; estas fallas son causadas por las cargas del tráfico vehicular y más una carpeta asfáltica inestable.

b. Índice de severidad

- **Bajo (L):** En este índice de severidad baja, las corrugaciones afectan al tráfico de manera baja o mínima.
- **Medio (M):** En este índice de severidad media, las corrugaciones afectan al tráfico de una manera mediana.
- **Alto (H):** En este índice de severidad alto, las corrugaciones afectan de manera muy significativa al tráfico.

c. Unidad de Medición

Las corrugaciones se van a medir en metros cuadrados (m²), en la zana que presenta este tipo de falla.

d. Medidas de Solución

- **Bajo (L):** En este índice de severidad bajo no se hace nada porque no afecta al tráfico.
- **Alto (H):** En este índice de severidad media se debe realizar la reconstrucción de la zona afectada por este tipo de falla.
- **Alto (H):** En este índice de severidad alto, se debe realizar la reconstrucción de la carpeta asfáltica.

6. DEPRESIÓN.

a. **Definición:** Las depresiones vienen hacer áreas ubicadas en la superficie de rodadura del pavimento; las depresiones que se siente suave pueden ser vistas luego de una lluvia, porque el agua se almacena en el pavimento formando un charco de agua en el pavimento flexible.

En temporada de verano las depresiones las podemos notar gracias a huellas que deja el agua almacenada en el pavimento. Este tipo de falla son producidas por asentamiento de la subrasante y una mala ejecución de proyectos viales; estas depresiones dan pasa a la rugosidad en el pavimento.

b. Índice de severidad.

A continuación, se va a dar la profundidad máx. en las depresiones:

- **Bajo (L):** Están de 13 - 25 mm.
- **Medio (M):** Están de 25 - 51 mm.
- **Alto (H):** Estás son más de 51 mm.

c. Unidad de Medición

Para las depresiones se deben medir en metros cuadrados (m²), en la zona que presente este tipo de falla.

d. Medidas de Solución

- **Bajo (L):** En este índice de severidad bajo no se hace nada porque no afecta al tráfico.
- **Medio (M):** En este índice de severidad medio, se realiza a hacer un parcheo superficial en la carpeta asfáltica.
- **Alto (H):** En este índice de severidad, se realiza hacer un parcheo superficial y de manera profunda en la carpeta asfáltica.

7. GRIETA DE BORDE.

a. **Definición:** Este tipo de grietas, se presentan principalmente en el borde exterior de la vía pavimentada con asfalto. Este tipo de fallas es producido por las cargas del tránsito vehicular y también por las condiciones climáticas que está expuesto los bordes del pavimento. Estas grietas de borde también se pueden observarse en los bordes desprendiéndose.

b. Índice de severidad.

- **Bajo (L):** En este índice de severidad se van a observar grietas de en un nivel bajo, sin a ver desprendimiento en los bordes del pavimento.
- **Medio (M):** En este índice de severidad se van a observar grietas en un nivel medio con algunos trozos de pavimento desprendiéndose.
- **Alto (H):** En este índice de severidad se van a observar grietas con trozos más grandes de pavimento que se van a desprender de los bordes del pavimento.

c. Unidad de Medición

Para las grietas de bordes, se van a medir con metros lineales (m).

d. Medidas de Solución

- **Bajo (L):** En este índice de severidad bajo no se hace nada porque no afecta al tráfico.
- **Medio (M):** En este índice de severidad, se ha a realizar un sellado de grietas o un parcheo parcial.
- **Alto (H):** En este índice de severidad, se ha a realizar un parcheo parcial o profundo en los bordes de la carpeta asfáltica.

8. GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA.

a. **Definición:** En este tipo de falla solo se presenta en un pavimento asfáltico que son asentado su carpeta asfáltica sobre una losa concreto. Este tipo de fallas son causados por la conmovición de la losa de concreto, debido a la humedad y alteración de la temperatura. Las cargas del tránsito vehicular pueden influir para que exista la presencia de este tipo de falla y el pavimento de encuentre agrietado en las juntas del pavimento asfáltico.

b. Índice de Severidad

- **Bajo (L):** Serian grietas sin lleno y grietas con relleno de ancho Menor a 10 mm.
- **Medio (M):** Serian grietas sin relleno de ancho 10 – 76 mm, grietas sin relleno de ancho hasta 76 mm y grietas con relleno de cualquier ancho
- **Alto (H):** Serian grietas sin relleno con ancho mayor a 76 mm y grietas de cualquier ancho que estén en las juntas severamente fracturadas,

c. Unidad de Medición

Para las grietas en las juntas de los pavimentos, se van a medir por metro lineales (m).

d. Medidas de Solución

- **Bajo (L):** En este índice de severidad, se va hacer un sellado para cualquier ancho mayor a 3 mm.
- **Medio (M):** En este índice de severidad, se va hacer un sellado de las grietas o un parcheo con una profundidad parcial.
- **Alto (H):** En este índice de severidad, se va hacer un parcheo profundo o una reconstrucción total de la junta,

9. DESNIVEL DE CARRIL / BERMA.

a. **Definición:** El desnivel en un carril o una berma, es la disparidad de alturas entre la orilla del pavimento y la berma. Este tipo de falla se produce por el desgaste de la berma, hundimiento de la berma o mala construcción de la carpeta asfáltica con la berma.

b. Índice de severidad.

- **Bajo (L):** Para este índice bajo, el desnivel debe estar 25 – 51 mm de la berma y el pavimento.
- **Medio (M):** Para este índice medio, el desnivel debe estar de 51 – 102 mm.
- **Alto (H):** Para este índice alto, el desnivel debe ser más que 102 mm.

c. Unidad de Medición

Para este tipo de falla se miden en metro lineales (m).

d. Medidas de Solución

- **Bajo (L):** Se hace una nueva nivelación de las bermas de acuerdo al pavimento del carril.
- **Medio (M):** Se hace una nueva nivelación de las bermas de acuerdo al pavimento del carril.
- **Alto (H):** Se hace una nueva nivelación de las bermas de acuerdo al pavimento del carril.

10. GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL.

a. **Definición:** Este tipo de grietas se dan por las siguientes causas:

- ❖ Cuando se realiza una junta en la vía con poco asfalto.
- ❖ También por el medio ambiente, ocasiona contracción del asfalto por los cambios bruscos de temperatura diaria.
- ❖ Estas grietas, también aparecen debajo de la base por falta de una falta de mejoramiento del suelo.

Estas grietas se muestran en el pavimento de forma transversal y longitudinal, estas cargar cabe resaltar que no son originadas por las cargas del tráfico vehicular.

b. Índice de Severidad

- **Bajo (L):** Para este índice bajo, son grietas menores a 10 mm de ancho.
- **Medio (M):** Para este índice medio, son grietas de 10 – 76 mm de ancho.
- **Alto (H):** Para este índice alto, son grietas mayores a 76 mm de ancho.

c. Unidad de Medición

Para este tipo de falla, grietas transversales y longitudinales, se mide en metros líneas (m).

d. Medidas de Solución

- **Bajo (L):** Para este índice bajo, se realiza un sellado de grietas.
- **Medio (M):** Para este índice medio, también se hace un sellado de grietas.
- **Alto (H):** Para este índice alto, se hace un sellado de grietas o un parcheo parcial.

11. PARCHEO Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS.

a. **Definición:** El parche es una zona que va han intentado reparar con otro material al pavimento existente; en pocas palabras la falla del parcheo, es originada por un parcheo ya realizado que se encuentra en mal estado y está muy rugoso.

b. Índice de Severidad.

- **Bajo (L):** Para este índice de severidad, es cuando se presenta un parcheo que se encuentra en condiciones buenas y no afecta al tráfico vehicular.
- **Medio (M):** Para este índice de severidad, es cuando se encuentra un parcheo en condiciones media la falla encontrada, y afecta de manera media la severidad del tráfico.
- **Alto (H):** Para este índice de severidad, es cuando se encuentra un parcheo muy severo, y afecta considerablemente al tráfico por ser una falla muy

severa.

c. Unidad de Medición

Para este tipo de fallas, el parcheo se va a medir en metros cuadrados (m²), la zona afectada para su futura intervención.

d. Medidas de Solución

- **Bajo (L):** Para este índice de severidad, no se hace nada porque no afecta al tránsito vehicular.
- **Medio (M):** Para este índice de severidad, se realiza la sustitución del parcheo por otro más mejor.
- **Alto (H):** Para este índice de severidad alto, se realiza obligatoriamente la sustitución del parche para mejorar la condición.

12. PULIMENTO DE AGREGADOS.

a. **Definición:** La pulimentación de los agregados, es una falla que es originada por las cargas repetidas del tráfico vehicular. Esta falla reduce el nivel de adherencia de la carpeta asfáltica con las llantas de los vehículos, esto es porque el asfalto es suave y ya no ayuda a reducir la velocidad de los vehículos y es peligroso porque puede producirse accidentes.

b. **Índice de severidad.**

- **Bajo (L):** Para este índice bajo de severidad, no afecta al tráfico y no es riesgoso.
- **Medio (M):** Para este índice medio de severidad, afecta al tráfico de forma mínima y puede ser riesgoso.
- **Alto (H):** Para este índice alto de severidad, afecta de manera muy alta al tráfico y es muy riesgoso porque puede generar accidentes.

c. Unidad de Medición

Para este tipo de falla, el pulimento de agregados se mide con metros cuadrados (m²), toda la zona afectada observada en el pavimento.

d. Medidas de Solución

- **Bajo (L):** Para este índice de severidad bajo, no se realiza nada porque no es muy riesgoso para el tráfico.
- **Medio (M):** Para este índice de severidad medio, se realiza un tratamiento superficial en la carpeta asfáltica.
- **Alto (H):** Para este índice de severidad alto, se realiza un tratamiento superficial en toda la profundidad de la carpeta asfáltica.

13. HUECOS.

a. **Definición:** La falla de los huecos, vienen hacer las depresiones pequeñas encontradas en el pavimento flexible; que en su mayoría de casos son menores a 90 cm. Esta falla del hueco se ven en el pavimento en forma de tazón y en sus bordes se van descascarando. El aumento de los huecos, se van a producir

cuando en la zona llueve y se va a acumular agua en los huecos y cada vez van a ser más grandes.

Cabe resaltar los huecos son fallas en su estructura del pavimento, también estos huecos se van cuando la falla tipo piel de cocodrilo es muy severo ahí se va a acumular agua y va a formar un hueco.

b. Índice de severidad

El nivel de severidad para los huecos es: para diámetros menores a 0.762 m, va con relación a la profundidad y el diámetro del hueco, como se muestra en la tabla 2; pero si sus diámetros de huecos son mayores a 0.762 m, obligatoriamente tiene que medirse el área en metro cuadrado y luego dividirse entre 0.47 m² para hallar la equivalencia de huecos.

Tabla 2: Niveles de severidad para huecos.

Profundidad máx. del hueco.	Diámetro medio (mm)		
	102 - 203 mm	203 - 457 mm	457 - 762 mm
12.7 - 25.4 mm	Bajo (L)	Bajo (L)	Medio (M)
> 25.4 - 50.8 mm	Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)
> 50.8 mm	Medio (M)	Medio (M)	Alto (H)

Fuente: 5 Manual PCI (2002).

c. Unidad de Medición

La falla de los huecos, su unidad de medición va hacer el numero (N°) de huecos que vamos a encontrar en nuestro tramo de evaluación.

d. Medidas de solución

- **Bajo (L):** Aquí se va a realizar un parcheo parcial en cada hueco.
- **Medio (M):** Aquí se va a realizar un parcheo parcial y profundo de la carpeta asfáltica, en cada hueco.
- **Alto (H):** Aquí se va a realizar un parcheo profundo en la carpeta asfáltica, en cada falla de hueco encontrado.

14. CRUCE DE VÍA FÉRREA.

a. **Definición:** Las fallas de cruce de vías férreas, vienen hacer depresiones y abultamientos, al costado de los rieles de la vía férrea, por donde se cruza una vía férrea y una vía pavimentada con pavimento asfáltico.

b. Índice de severidad

- **Bajo (L):** Para este índice severo bajo, es cuando en un cruce con una vía férrea afecta al tráfico vehicular de manera muy baja.
- **Medio (M):** Para este índice severo medio, es cuando en un cruce con una vía férrea afecta al tráfico vehicular de manera media.
- **Alto (H):** Para este índice severo alto, es cuando en un cruce con una vía férrea afecta al tráfico vehicular de manera muy alto y considerable.

c. Unidad de Medición

En esta falla generada en los cruces con vías férreas se van a medir en metros

cuadrados (m²).

d. Medidas de solución

- **Bajo (L):** Para este índice bajo de severidad, se deja todo igual porque no influye en el tráfico vehicular.
- **Medio (M):** Para este índice severo medio, se realiza un parcheo en la zona afectada o también se puede hacer una reconstrucción de la parte afectada.
- **Alto (H):** Para este índice severo alto, se realiza obligatoriamente una reconstrucción de la zona afectada.

15. AHUELLAMIENTO.

a. **Definición:** Esta falla del ahuellamiento es un hundimiento en la superficie de rodadura, que se producen por donde circular los neumáticos de los vehículos. Este ahuellamiento origina que en los costados de esta falla se va a levantar como capas pequeñas la carpeta asfáltica. El ahuellamiento se puede observar con mayor frecuencia cuando en la zona llueve, porque se va a acumular agua en todo el ahuellamiento. Esta falla de ahuellamiento es causada por las cargas del tráfico vehicular muy pesado; hasta puede afectar considerablemente a la estructura del pavimento.

b. Índice de severidad

- **Bajo (L):** Para este índice bajo de severidad, los ahuellamientos tienen una profundidad de 6 – 13 mm.
- **Medio (M):** Para este índice severo medio, los ahuellamientos tienen una profundidad de 13 – 25 mm.
- **Alto (H):** Para este índice severo alto, los ahuellamientos tienen una profundidad mayor a 25 mm.

c. Unidad de Medición

La falla de ahuellamiento, se debe medir en metro cuadrados (m²), en toda la zona patógena por ahuellamiento. La profundidad del ahuellamiento también se mide colocando una regla perpendicular en el pavimento y luego se mide con ayuda de una wincha.

d. Medidas de solución

- **Bajo (L):** Aquí en un índice severo bajo, se puede dejar igual o hacer un fresado del pavimento de la parte afectada.
- **Medio (M):** Aquí en un índice severo medio, se realiza un parcheo en la carpeta asfáltica.
- **Alto (H):** Aquí en un índice severo alto, se realiza un parcheo en toda la profundidad de la carpeta asfáltica.

16. DESPLAZAMIENTO.

a. **Definición:** Este tipo de falla es un corrimiento de forma longitudinal; las fallas por desplazamiento se originan debido a las cargas del tráfico vehicular que

pasa por una zona focalizada y se primero se forma unas ondas en el pavimento que dan inicio a un desplazamiento.

El desplazamiento en los pavimentos, también se producen debido a que el pavimento asfáltico está en contacto con un pavimento de losa de concreto.

b. Índice de severidad

- **Bajo (L):** En este índice de severidad bajo, el desplazamiento afecta al tránsito en un nivel bajo.
- **Medio (M):** En este índice severo medio, el desplazamiento afecta al tránsito en un nivel medio.
- **Alto (H):** En este índice severo muy alto, el desplazamiento afecta al tránsito en un nivel alto.

c. Unidad de Medición

Este tipo de falla de los desplazamientos se van a medir por metros cuadrados (m²), en la zona donde se localiza la falla.

d. Medidas de solución

- **Bajo (L):** Aquí podemos hacer un parcheo superficial.
- **Medio (M):** Aquí vamos hacer un parcheo parcial un poco más profundo.
- **Alto (H):** Aquí vamos hacer un parcho profundo en toda la carpeta asfáltica.

17. GRIETAS PARABÓLICAS.

a. **Definición:** Las fallas conocidas como grietas parabólicas, se producen cuando los vehículos hacen un frenado o en una curva de la vía se ejercen fuerzas en forma parabólica; esto se debe a los neumáticos aplican una fuerza al pavimento y generan la aparición de estas grietas.

Para que puedan a ver este tipo de grietas, es que el pavimento se encuentra en una resistencia baja y no resiste a la fuerza de rozamiento con los neumáticos.

b. Índice de severidad

- **Bajo (L):** Para saber que es un índice bajo de severidad, el ancho de la grieta debe ser menos a 10 mm.
- **Medio (M):** Para saber que es un índice medio de severidad, las grietas van a estar descaradas en trozos pequeños y su ancho de grietas debe estar de 10 – 38 mm.
- **Alto (H):** Para identificar que es un índice severo alto, las grietas están fracturadas en trozos que se pueden mover fácilmente y el ancho de estas grietas deben ser más de 38 mm.

c. Unidad de Medición

Este tipo de falla, grietas en forma parabólica se van a medir en metros cuadrados (m²), en toda su área afectada y se califica su índice de severidad.

d. Opciones de reparación

- **Bajo (L):** Para este índice se realiza un parcheo superficial en el asfalto.
- **Medio (M):** Para este índice se realiza un parcheo superficial en el asfalto.
- **Alto (H):** Para este índice se realiza un parcheo superficial en el asfalto.

18. HINCHAMIENTO.

a. **Definición:** La falla del hinchamiento es cuando el asfalto se expande hacia arriba, que siempre va de la mano con las fallas de las grietas. Esta falla es originada por suelos expansivos por esta el pavimento.

b. Índice de severidad

- **Bajo (L):** Para este índice bajo, los movimientos de los vehículos producidos por los bultos hacia arriba van hacer muy bajos.
- **Medio (M):** Para este índice medio, los movimientos de los vehículos producidos por los bultos hacia arriba van hacer moderadamente.
- **Alto (H):** Para este índice alto, los movimientos de los vehículos producidos por los bultos hacia arriba van hacer altos.

c. Unidad de Medición

Es tipo de falla, del hinchamiento se mide en metros cuadrados (m²) en la zona patógena.

d. Medidas de solución

- **Bajo (L):** Para este índice se deja igual como esta porque no afecta al tránsito.
- **Medio (M):** Para este índice se realiza una reconstrucción de la zona donde hay un hinchamiento.
- **Alto (H):** Para este índice obligatoriamente se debe realizar una reconstrucción.

19. METEORIZACIÓN / DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS.

a. **Definición:** La falla de meteorización y desprendimiento, es la perdida de las partículas en el pavimento asfaltico. Esta falla se produce principalmente porque el pavimento está en un nivel muy bajo de resistencia y su mezcla permite la salida de algunas partículas de la carpeta asfáltica; pero también en algunos casos se van por vehículos como los tractores oruga que circulan la vía y dejan a su paso un desprendimiento de agregados. Otra causa es que en el pavimento en algunos casos se derrama aceites u otras sustancias que afectan al pavimento y generan desprendimientos.

b. Índice de severidad

- **Bajo (L):** Aquí se van a ver pavimentos que recién se va a comenzar la perdida de agregados de manera baja.
- **Medio (M):** Aquí se van a observar pavimentos que van a desprenderse agregados de manera moderada y va a tener una superficie de rodadura más rugosa.

- **Alto (H):** Aquí se van a observar pavimentos que van a tener un desprendimiento de agregados muy alto y su superficie va tener huequitos muy pequeños y de mayor rugosidad.

c. Unidad de Medición

Esta falla, desprendimiento y meteorización de agregados se van a medir en metros cuadrados (m²) la zona afectada.

d. Medidas de solución

- **Bajo (L):** Para este índice bajo se hace un tratamiento en su superficie dañada.
- **Medio (M):** Para este índice se hace un sellante superficial en la zona donde presente desprendimiento.
- **Alto (H):** Para el índice alto se hace una reconstrucción de la zona afectada.

Figura 4: Escala de clasificación estándar del PCI

Escala PCI	Colores	Clasificación	Descripción
85 – 100		Excelente	Son los pavimentos nuevos o casi nuevos.
70 - 85		Muy bueno	Son sin deterioro para calificar en esta clasificación.
55 - 70		Bueno	Se comienza a mostrar signos de ahuellamiento y fisuras aleatorias.
40 – 55		Regular	Problemas para las altas velocidades de tránsito. aparecen los ahuellamientos, parches, agrietamiento etc.
25 - 40		Malo	Afectar la velocidad del tránsito, causadas por grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamientos; y afecta un 50% o más de la superficie.
10 - 25		Muy malo	El asfalto se encuentra en extremo deterioro, problemas de manejo. existen grandes baches y grietas profundas; afecta un 75% o más de la superficie.
0 – 10		Fallado	El asfalto se encuentra en extremo deterioro total.

Fuente: 6 Adaptado de Garcés, 2017.

2.2.4. Procedimiento de Evaluación del Pavimento

Para poder efectuar la evaluación del pavimento flexible con el método PCI, se sigue cuatro etapas; los cuales son las siguientes:

En la Primera etapa, realizamos el trabajo de campo, que va a consistir en identificar las fallas y calificando tipo de falla, índice de severidad y medida de las fallas. Los datos obtenidos en esta identificación de fallas se van a registrar en formatos del método PCI para posteriormente procesarlos.

A continuación, se va a mostrar el formato que utilizamos para la identificación de fallas:

Figura 5: Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO			ESQUEMA		
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO			
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)			
INSPECCIONADA POR		FECHA			
No.	Daño	No.	Daño		
1	Piel de cocodrilo.	11	Parqueo.		
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.		
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.		
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.		
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.		
6	Depresión.	16	Desplazamiento.		
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)		
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.		
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.		
10	Grietas long y transversal.				
Daño	Severidad	Cantidades parciales	Total	Densidad (%)	Valor deducido

Fuente: 7 Manual PCI, 2002.

En la Segunda Etapa, tenemos que seccionar la vía que estamos evaluando y dividir en unidades de muestreo; y la medida de las unidades de muestreo depende del ancho de calzada de la vía que se está evaluando.

Para vías con pavimento asfáltico y ancho menor a 7.30 m: El área de la unidad de muestreo se encuentra entre 230.0 ± 93.0 m². En la tabla 3 se muestra las longitudes de muestreo para pavimentos flexibles, de acuerdo al ancho de calzada.

Tabla 3: LONGITUDES DE UNIDADES DE MUESTREO ASFÁLTICAS.

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máx.)	31.5

Fuente: 8 Manual PCI (2002).

Si el ancho de calzada no se encuentra en la tabla anterior para encontrar la longitud de muestreo, se debe realizar una interpolación y calcular la longitud de muestreo, nunca tomar. Se recomienda realizar esquemas o cuadros donde se

muestre su tamaño y ubicación de las unidades de muestreo, del pavimento flexible que se está evaluando y así servirá para referencia futura. Y se aplica la ecuación (1) para encontrar el número total de muestra.

$$N = \frac{Lv(m) \times Av(m)}{Am(m^2)} \dots (1)$$

Dónde:

N: Número total de muestras.

Lv: Long. de vía.

Av: Ancho de calzada.

Am: Área de muestra.

En la Tercera Etapa, calculamos el mínimo de unidades de muestreo (n), esto quiere decir que vamos a reducir el número de muestras, para que la evaluación del pavimento flexible sea más rápida y menos costosa. Para lo cual se aplicamos la ecuación (2). Con una estimación ± 5 confiabilidad de 95% (ASTM, 2018).

$$n = \frac{N \times S^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + S^2} \dots (2)$$

Dónde:

n: Número mín. de unidades de muestreo para evaluar.

N: Número total de unidad de muestra en la sección del pavimento.

e: Error admisible de estimación del PCI de la sección (e = 5%).

S: Desviación estándar del PCI entre las unidades (10).

En la Cuarta Etapa, calculamos el intervalo de espaciamiento por cada muestra (i), la muestra debe ser igualmente separada a través de toda la sección seleccionada. El intervalo de separación se obtiene con la ecuación (3) (ASTM, 2018).

$$i = \frac{N}{n} \dots (3)$$

Dónde:

N: Número total de unidad de muestra.

n: Número mín. de unidades de muestreo para evaluar

i: Intervalo de separación se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 4.7 se redondea a 4).

Quinta Etapa, es la etapa final donde encontramos la estimación de las muestras de acuerdo la (ASTM):

Determinamos los valores deducidos (VD); de todas las fallas que anotamos en el formato de exploración de PCI, su zona afectada, puede estar metros cuadrados, longitud o unidad; cada área total de la falla se divide entre área total de una muestra y se multiplicado por 100, y ese resultado es la densidad de la falla en porcentaje; para encontrar el valor deducido de cada falla, hemos utilizado las tablas de valor deducido, (ver anexo 01).

Cálculo del número máximo admisible de VD; se contabilizan todos, los valores mayores de 2, para obtener el número total de valores deducidos, y se coge el valor deducido mayor (HVDi), la que vamos a utilizar para obtener el número máximo admisible (mi), en la siguiente ecuación:

$$mi = 1 + \left(\frac{9}{98}\right) x(100 - HDVi) \dots (4)$$

El Valor deducido corregido, VDC: Los valores mayores de 2, se registran de forma decadente, el primer valor se registra en todos los números máximos admisibles, los siguientes se rellanan con 2 correspondientemente; para obtener el VDC se emplea la interpolación, según la tabla 31 de valores corregidos, (ver anexo 01). Y se debe tomar el máximo VDC. El índice de condición del pavimento (PCI), se obtiene restando 100 menos el máximo VDC.

2.2.5. Mantenimiento en Pavimentos

2.2.5.1. Mantenimiento Rutinario

Ferreyra Pereyra (2012, p.13) dice que el mantenimiento rutinario es el conjunto de actividades que se realiza en un pavimento para su conservación, estas actividades se van hacer en todo el trayecto de la vía que se quiere conservar; y esas actividades se van a realizar diariamente con un personal capacitado.

Este tipo de mantenimiento de manera rutinaria, tiene como función principal mantener la vía en un buen estado para que pueda tener el tiempo de vida para lo que fue diseñado.

2.2.5.2. Mantenimiento Periódico

Este tipo de mantenimiento, también es un conjunto de actividades, pero aquí ya se van a realizar de manera periódico; principalmente se hace en vías que se encuentran en buen estado para tenerlo en buen estado, este tipo de mantenimiento se realiza cada cierto tiempo, el tiempo máximo es de un 1 año, esto quiere decir que el mantenimiento se va a realizar en cada año de acuerdo como se encuentre el estado de la vía.

2.2.5.3. Rehabilitación

Este tipo de mantenimiento, es el proceso de subsanar la carpeta asfáltica que se encuentra en un estado malo. La rehabilitación consiste en quitar la carpeta asfáltica en fea condición para cambiarlo por una nueva carpeta para que tenga la misma condición de resistir las cargas inicialmente de los vehículos.

2.2.5.4. Acción diferida

Este mantenimiento se realiza cuando el pavimento está deteriorado, y ya no se puede mejorar con un mantenimiento rutinario. La acción diferida puede mantener el pavimento en condiciones de uso hasta que la entidad encargada del mantenimiento de la vía recaude los fondos suficientes para que pueda hacer la rehabilitación de la vía.

2.2.5 .5. Reconstrucción

Humpiri Pineda (2015, p.81) define a la reconstrucción como el cambio completo de la carpeta asfáltica, es decir se va a demoler por completo el asfalto o una parte donde está en pésimas condiciones. La reconstrucción se hace cuando el pavimento está en un índice muy severo y esta fallado en su totalidad. Primero la demolición, luego remover el material a remplazar, para luego poner una carpeta asfáltica nueva.

Figura 6: Los rangos y categorías de acción del PCI.

ESCALA PCI	COLORES	CLASIFICACIÓN	CATEGORÍA DE ACCIÓN
85 – 100	Verde	Excelente	Mantenimiento preventivo
70 - 85	Verde claro	Muy bueno	Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico
55 - 70	Amarillo	Bueno	
40 – 55	Naranja	Regular	Mantenimiento correctivo
25 - 40	Rojo	Malo	Rehabilitacion – refuerzo estructural
10 - 25	Rojo oscuro	Muy malo	Rehabilitacion – reconstrucción
0 – 10	Gris	Fallado	

Fuente: 9 Adaptado de Garcés, 2017.

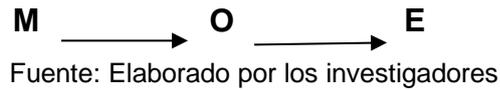
III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El Tipo de investigación es aplicativo, porque utiliza el manual del método PCI, para realizar la evaluación del pavimento flexible y solucionar la problemática presente, determinando la condición actual del pavimento flexible con las fallas presentes en el tramo de evaluación y proponer un mantenimiento idóneo. Una idea dada por Murillo (2008), expresada en el trabajo de Saavedra (2009) indica que:

El tipo de investigación aplicada, es una investigación empírica o práctica”, que se representa utilizando y aplicando el intelecto adquirido en otras investigaciones, posteriormente adquiriendo nuevos conocimientos para fortalecer la práctica de la investigación aplicada (p.160).

El diseño de la investigación fue no experimental, porque no se ha modificado la metodología del PCI utilizada, ya que la evaluación del pavimento flexible se ha realizado tal y como se ha encontrado las fallas en el tramo de evaluación. Hernández (2014) nos dice que, la investigación no experimental, son investigaciones que se hacen sin la modificación de las variables y en los que solo se evalúa observando las fallas en su ambiente tal y como se encuentra para analizarlos (p.152).



Dónde:

M: Muestra **O:** Observar **E:** Evaluar

Esta investigación es transversal, porque el instrumento se analizó y aplicó en un tiempo y lugar determinado, para Hernández (2014) un diseño transversal es:

Cuando los datos son recolectados en lugar y tiempo determinado y único, con el propósito de analizar los datos y ver el nivel de repercusión para luego interpretarlos y obtener los resultados. El objetivo del diseño transversal es buscar la repercusión de los niveles de la variable de la población donde se está realizando la investigación (p.152).

También esta investigación es descriptiva, porque se ha descrito los tipos de fallas encontradas en el pavimento flexible del tramo Cajaruro – Alenya; y al mismo tiempo se ha descrito su índice de severidad de cada falla encontrada de acuerdo al manual del método utilizado que es el PCI. Para Hernández (2014), Da a conocer que la investigación descriptiva explora propiedades para especificar sus características importantes de cualquier manifestación que se va a analizar y describe características de un sector o una población (p.92).

El enfoque de esta investigación fue cuantitativo, ya que se utilizó el manual del método PCI como instrumento guía, para su respectiva clasificación. Para Hernández (2014), Nos da a conocer dice que el enfoque cuantitativo, utiliza el registro de datos para posteriormente probar hipótesis con sustento en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin implementar normas de conducta para probar teorías (p.4).

3.2. Variables y operacionalización

a. Variable independiente

- **Metodología Índice de Condición del Pavimento (PCI)**

- Definición Conceptual:

Para Campos Diaz (2017) define que la aplicación del método PCI viene a representar la situación del pavimento en forma numérica cuyo rango esta 0 (fallado) a 100 (excelente).

- Definición Operacional:

El método utilizado define el estado del pavimento flexible de las carreteras, iniciando desde el reconocimiento de la vía a evaluar y el seccionamiento de las muestras, para seguidamente realizar la evaluación de fallas en el pavimento, observando visualmente las fallas en la superficie asfaltada. Así poder obtener de manera precisa el índice de deterioro de la superficie del pavimento, estableciéndose en un índice numérico que nos indicaría plantear una adecuada alternativa de solución.

b. Operacionalización de Variables

Tabla 4: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Método PCI (Índice de condición del pavimento)	Para Campos Diaz (2017) define que la aplicación del método PCI viene a representar la condición del pavimento en forma numérica cuyo rango esta 0 (fallado) a 100 (excelente).	El método utilizado define el estado del pavimento flexible de las carreteras, iniciando desde el reconocimiento de la vía a evaluar y el seccionamiento de las muestras, para seguidamente realizar la evaluación de fallas en el pavimento, observando visualmente las fallas en la superficie asfaltada. Así poder obtener de manera precisa el índice de deterioro de la superficie del pavimento, estableciéndose en un índice numérico que nos indicaría plantear una adecuada alternativa de solución.	Deterioro Físico.	1. Piel de Cocodrilo; 2 Exudación; 3 Agrietamiento en bloque; 4 Abultamientos y Hundimientos; 5 Corrugación; 6 depresión; 7 Grieta en borde; 8 Grieta de Reflexión en Junta; 9 Desnivel Carril/Berma; 10 Grietas Longitudinales y Transversales; 11 Parcheo; 12 Pulimiento de Agregados; 13 huecos/Baches; 14 Cruce de Vía Férrea; 15 Ahuellamientos; 16 Desplazamientos; 17 Grieta Parabólica; 18 Hinchamiento; 19 Desprendimiento de Agregados	Nominal
				H: Severidad Alta M: Severidad Media L: Severidad Baja	Ordinal
			Índice de condición del pavimento (PCI).	100 – 85 (Excelente) 85 – 70 (Muy Bueno) 70 – 55 (Bueno) 55 – 40 (Regular) 40 – 25 (Malo) 25 – 10 (Muy Malo) 10 – 0 (Fallado)	Ordinal

Fuente: 10 Elaborado por los investigadores.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población:

Hernández (2014, p. 174) dice que la población es un conjunto de sujetos u objetos donde se está desarrollando el estudio de investigación.

Para este estudio de investigación la población, está conformado por toda el área de pavimento flexible del tramo Cajaruro (Km 0+000) hasta Alenya (Km 8+100), Distrito Cajaruro, Provincia Utcubamba, Departamento Amazonas; que comprende en su totalidad un kilometraje de 8.1 Km.

3.3.2. Muestra:

Según Hernández (2014, p. 173) nos dice que la muestra es una parte relevante de la población donde se van a recoger datos del estudio de la investigación donde estamos realizando.

Para poder calcular la muestra de nuestro estudio vamos a tener en cuenta los siguientes datos:

- Longitud de vía (Lv) = 8 100 metros.
- Numero de vías = 1
- Ancho de calzada (Av) = 6.80 metros
- Longitud de muestra = 34 metros
- Área de muestra (Am) = 231.2 m².

$$N = \frac{Lv(m) \times Av(m)}{Am(m^2)}$$

$$N = \frac{8100m \times 6.8m}{231.2m^2}$$

$$N = 238 \text{ (Número total de muestras)}$$

3.3.3. Muestreo

Luego calculamos el número mínimo de unidades de muestreo (n), que vamos a reducir las muestras, para que la evaluación se ligera y más bajo el gasto. En lo cual tenemos los siguientes datos para poder calcular:

- N = 238
- s = 10
- e = 5 %

$$n = \frac{N \times S^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + S^2}$$

$$n = \frac{238 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (238 - 1) + 10^2}$$

$$n = 15.05 \longrightarrow n = 15 \text{ (Número de unidades a evaluar)}$$

3.3.4. Unidad de análisis:

La unidad de análisis de muestreo, vamos a obtener el intervalo de separación de las unidades de muestreo; que lo vamos a obtener con la siguiente información:

- N = 238
- n = 15

$$i = \frac{N}{n}$$

$$i = \frac{238}{15}$$

$$i = 15.87 \longrightarrow i = 15$$

3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos

✚ Técnica:

- Técnica de la Observación.

✚ Instrumento:

- Ficha de Observación y Registro según formato del manual del PCI.

Tabla 5: Técnica e instrumento de colección de datos.

Objetivos	Población	Muestra	Técnica	Instrumento
Identificar las fallas que se encuentran en el pavimento flexible a lo largo del trayecto Cajaruro – Alenya.	Tramo de Cajaruro (km 0 +000) hasta Alenya (km 8+100).	15 unidades de muestra.	Técnica de la observación.	Ficha de observación y registro.
Determinar el índice de condición del pavimento flexible a nivel superficial según las fallas detectadas en el tramo Cajaruro – Alenya.				
Determinar la propuesta para mejorar el pavimento flexible aplicando el método PCI en el tramo Cajaruro – Alenya.				

Fuente: 11 Elaborado por los investigadores.

3.5. Procedimientos

Para procesar los datos recolectados en nuestro estudio de investigación que lleva como nombre Evaluación del Pavimento Flexible Aplicando el Método PCI para su mejor alternativa de solución del Tramo Cajaruro – Alenya, Provincia Utcubamba, Amazonas 2021; hemos utilizado el formato de recolección de fallas y índice de severidad del método PCI, y luego utilizamos el programa Excel para procesar los datos, por ser una herramienta matemática que nos ayuda a procesar de manera confiable y nos brinda las curvas de los resultados.

Para finalmente proponer su alternativa de solución de acuerdo al resultado del procesamiento de datos.

3.6. Método de análisis de datos

El método para el análisis de datos fue registrar cada falla encontrada en un formato A4 del PCI, para luego pasarlo al programa Excel y procesarlos. Obteniendo los resultados de las fallas encontradas en el tramo Cajaruro – Alenya. De acuerdo a este resultado de cada falla se pasa a formar las curvas de valores, determinar la densidad que se muestra en porcentaje y el valor deducido. Finalmente hicimos un cuadro resumen en el Excel para utilizar el cuadro de acción del PCI y dar la solución correspondiente según su índice de severidad.

3.7. Aspectos éticos

Este estudio de investigación, se tiene muy claro que los datos que hemos recolectado en nuestro tramo donde estamos evaluando tienen confiabilidad, credibilidad y transferibilidad; por ser un estudio único realizado de la situación actual del pavimento flexible del tramo Cajaruro – Alenya. La información presentada en esta investigación es muy auténtica porque nosotros los investigadores tenemos principios éticos, así como la sinceridad y no realizar algún plagio en esta evaluación del pavimento de nuestro tramo de estudio.

IV. RESULTADOS

- Para los resultados del **PRIMER OBJETIVO ESPECIFICO**, que fue: Identificar las fallas que se encuentran en el pavimento flexible a lo largo del trayecto Cajaruro – Alenya. Se realizó lo siguiente:

Generalidades:

- Ubicación: Tramo Cajaruro (Km 0+000) hasta Alenya (Km 8+100), Distrito Cajaruro, Provincia Utcubamba, Departamento Amazonas.
- Unidades de Muestreo: 15 Muestras para realizar la evaluación.

Técnica: Técnica de la observación.

Instrumento: Ficha de observación y registro según manual del PCI.

Procedimiento: Calcular las unidades de muestreo para la evaluación del pavimento flexible:

a) Unidad de Muestra.

Para calcular las unidades de muestreo, hemos utilizado la tabla 3, de nominada longitudes de unidades de muestreo asfálticas; primero medimos el ancho de la calzada del tramo Cajaruro – Alenya que tiene una medida de 6.80 metros, al no estar en el rango de la tabla se realizó una interpolación para conseguir la longitud de la unidad de muestreo para la evaluación.

6.50 – 35.40

6.80 – X

7.30 – 31.50

$$\frac{7.30 - 6.50}{6.80 - 6.50} = \frac{31.50 - 35.40}{X - 35.40}$$

$$\frac{0.80}{0.30} = \frac{-3.90}{X - 35.40}$$

$$2.67 = \frac{-3.90}{X - 35.40}$$

$$2.67(X - 35.40) = -3.90$$

$$2.67X - 94.59 = -3.90$$

$$2.67X = -3.90 + 94.59$$

$$X = \frac{90.69}{2.67}$$

$$X = 33.97 \text{ m} \rightarrow \quad \mathbf{X = 34 \text{ metros de Longitud de Muestras.}}$$

Datos del tramo Cajaruro – Alenya:

Tramo a evaluar:	0+000 – 8+100.
Longitud de vía:	8100 m.
Ancho de calzada:	6.8 m.
Longitud de muestra:	34 m.
Área de muestra:	231.2 m ² .

b) Muestras Totales del Tramo Cajaruro – Alenya.

$$N = \frac{8100\text{m} \times 6.8\text{m}}{231.2\text{m}^2} \rightarrow \quad \mathbf{N = 238} \text{ (muestras totales)}$$

c) Unidades a Evaluar del Tramo Cajaruro – Alenya.

$$n = \frac{238 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (238-1) + 10^2} \rightarrow n = 15.05 \rightarrow \quad \mathbf{n = 15} \text{ (unidades a evaluar)}$$

d) Intervalo de Separación de cada Muestra a evaluar.

$$i = \frac{N}{n} \rightarrow i = \frac{238}{15} \rightarrow i = 15.87 \rightarrow i = 15 \text{ (N° de muestras de separación)}$$

$$i = 15 \times 34 \text{ m} \rightarrow i = 510 \text{ m} \text{ (El intervalo de separación es cada 510 metros)}$$

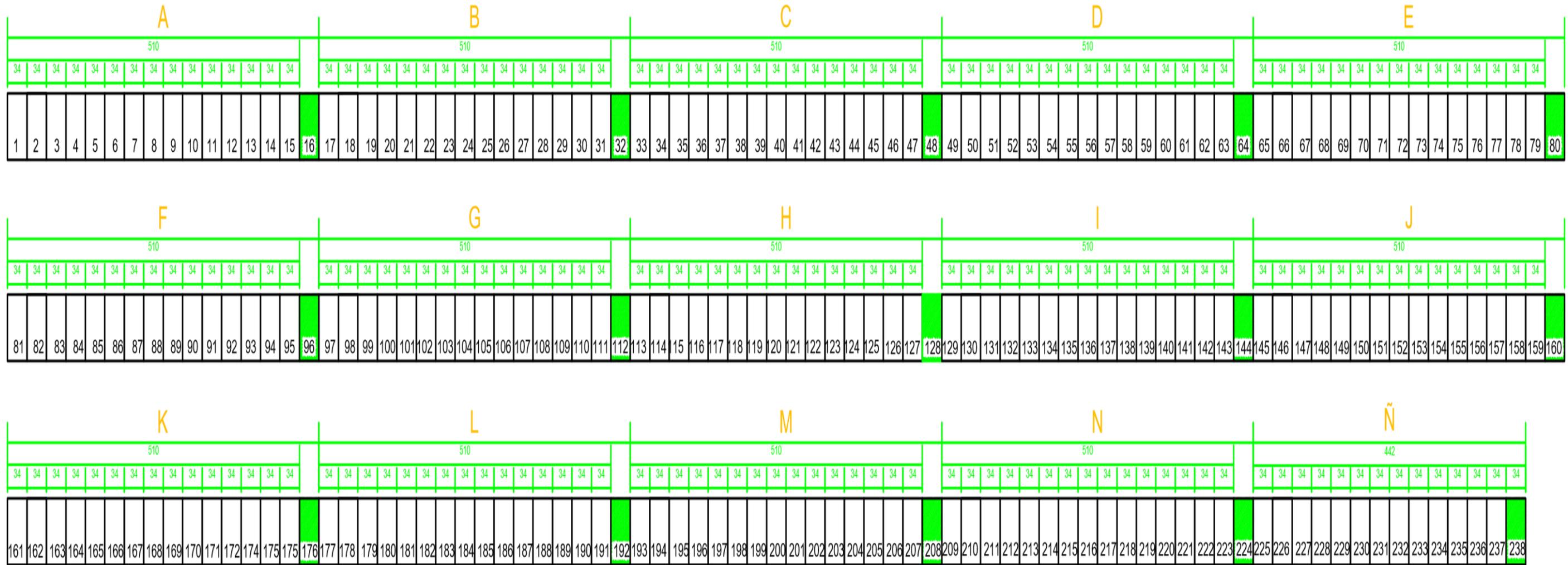
El tramo total de la vía Cajaruro – Alenya es de 8100 metros, de la cual se obtuvieron 238 muestras totales de 34 metros cada una, luego calculamos 15 unidades de muestras de 34 metros de longitud, multiplicando con el Ancho de la Calzada que es 6.8 metros, nos arrojó 231.2 m² de área evaluada; que están separadas con un intervalo de separación de 510 metros una de la otra.

Resumen de Datos del tramo Cajaruro – Alenya:

Tramo a evaluar:	0+000 – 8+100.
Longitud de vía:	8100 m.
Ancho de calzada:	6.8 m.
2 carriles:	3.4 m c/u.
Longitud de muestra:	34 m.
Área de muestra:	231.2 m ² .
N:	238 muestras totales.
n:	15 muestras a evaluar.
i:	510 m. de intervalo de separación de c/d muestra.

Para la unidad de la muestra se usó el siguiente criterio: $(i + M1)$, $(i + M2) \dots \infty$; lo cual significa que primero hemos ubicado el intervalo de separación, eso quiere decir que el intervalo de separación inicia en la progresiva 0+000 hasta la Muestra “A 16” que se encuentra en la progresiva 0+510; luego cada 510 metros se va a evaluar las muestras “B 32”, “C 48”, “D 64”, “E 80”, “F 96”, “G 112”, “H 128”, “I 144”, “J 160”, “K 176”, “L 192”, “M 208”, “N 224”, “Ñ 238”; así como se muestra en la figura 7, lo cual se observa las muestras evaluadas están igualmente separadas en todo el trayecto del tramo Cajaruro – Alenya.

Figura 7: Esquema de las unidades de muestreo de todo el tramo Cajaruro – Alenya.



Fuente: 12 Elaborado por los investigadores.

Tabla 6: Fallas encontradas en el pavimento del tramo Cajaruro - Alenya.

N°	TIPOS DE FALLAS	UND	SEVERIDAD		
			L	M	H
1	Piel de cocodrilo.	m2	5		
2	Exudación.	m2			
3	Agrietamiento en bloque.	m2			
4	Abultamientos y hundimientos.	m2	2	2	1
5	Corrugación.	m2			
6	Depresión.	m2			
7	Grietas de borde.	ml			
8	Grieta de reflexión de junta.	ml			
9	Desnivel carril - berma.	ml			
10	Grietas longitudinales y transversales.	ml			
11	Parcheo.	m2		1	
12	Pulimiento de agregados.	m2			
13	Huecos o baches.	N°	9	6	5
14	Cruce de vía férrea.	m2			
15	Ahuellamiento.	m2		1	1
16	Desplazamiento.	m2			
17	Grietas parabólicas.	m2			
18	Hinchamiento.	m2			
19	Desprendimiento de agregados.	m2	1		1

Fuente: 13 Elaborado por los investigadores.

Interpretación: De las 19 fallas que están establecidas por el método PCI de acuerdo a su manual, de las cuales encontramos 6 tipos de fallas en nuestro tramo Cajaruro – Alenya que hemos realizado la evaluación; las cuales son: piel de cocodrilo (severidad baja), abultamientos y hundimientos (severidad baja, media y alta), parcheo (severidad media), huecos (severidad baja, media y alta), ahuellamiento (severidad media y alta) y finalmente desprendimientos de agregados (severidad baja y alta).

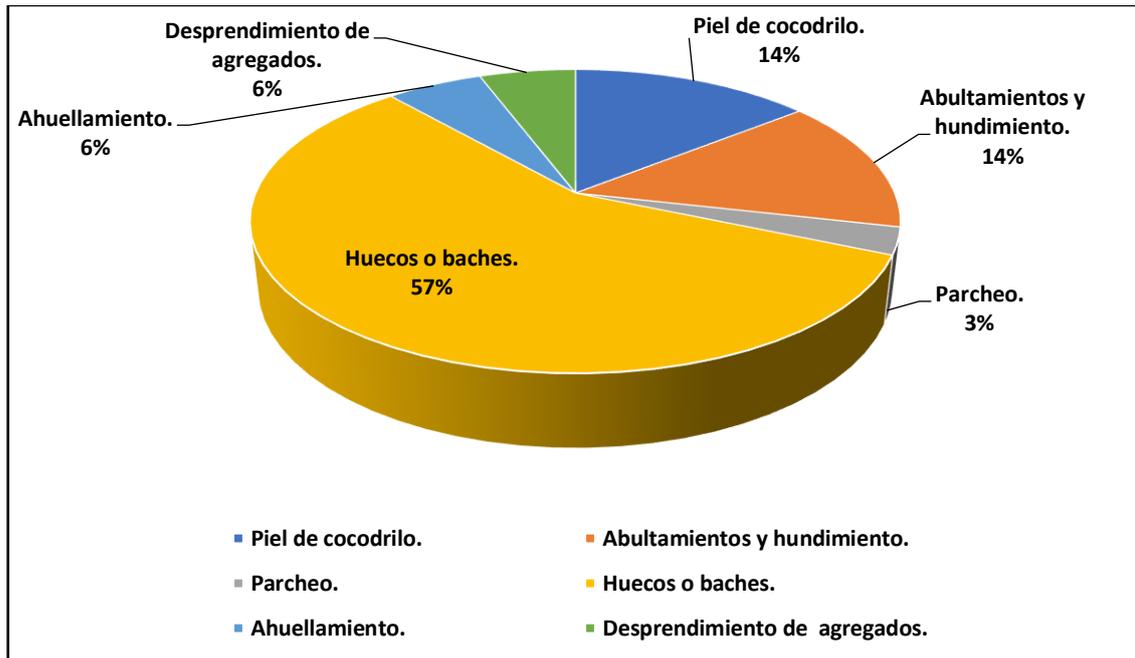
Tabla 7: Cantidad de fallas encontradas en el tramo Cajaruro-Alenya.

N°	TIPOS DE FALLAS	UND	CANTIDAD
1	Piel de cocodrilo.	m2	5
2	Exudación.	m2	0
3	Agrietamiento en bloque.	m2	0
4	Abultamientos y hundimiento.	m2	5
5	Corrugación.	m2	0
6	Depresión.	m2	0
7	Grietas de borde.	ml	0
8	Grieta de reflexión de junta.	ml	0
9	Desnivel carril - berma.	ml	0
10	Grietas longitudinales y transversales.	.ml	0
11	Parcheo.	m2	1
12	Pulimiento de agregados.	m2	0
13	Huecos o baches.	N°	20
14	Cruces de vías férreas.	M2	0
15	Ahuellamiento.	M2	2
16	Desplazamiento.	M2	0
17	Grietas parabólicas o por deslizamiento.	M2	0
18	Hinchamiento.	M2	0
19	Desprendimiento de agregados.	M2	2
TOTAL DE FALLAS			35

Fuente: 14 : Elaborado por los investigadores.

Interpretación: La cantidad de fallas encontradas en el tramo Cajaruro – Alenya son: Para Piel de Cocodrilo encontramos una cantidad de 5 fallas de este tipo, para Abultamiento y Hundimiento encontramos una cantidad de 5 fallas de este tipo, para Parcheo encontramos solo 1 falla de este tipo, para Huecos encontramos una cantidad de 20 fallas de este tipo, para Ahuellamiento encontramos solo 2 fallas en de este tipo y finalmente para Desprendimiento de Agregados también encontramos 2 fallas de este tipo. Siendo un total de 35 fallas de los 6 tipos de fallas encontradas en las unidades de muestra evaluadas del tramo Cajaruro – Alenya.

Figura 7: Densidad de las fallas del tramo Cajaruro-Alenya.



Fuente: 15: Elaborado por los investigadores.

Interpretación: De las 6 fallas encontradas en el tramo Cajaruro – Alenya, los Huecos son las que encontramos con mayor porcentaje con un 57 %, luego le sigue Piel de Cocodrilo y Abultamiento y Hundimiento con un 14 % cada una respectivamente, posterior se encuentra el Ahuellamiento y Desprendimiento de Agregados con un 6% ambas fallas; y finalmente está el Parcheo la que tiene menor porcentaje con un 3%.

- Para los resultados del **SEGUNDO OBJETIVO ESPECIFICO**, que fue: Determinar el índice de condición del pavimento flexible a nivel superficial según las fallas detectadas en el tramo Cajaruro – Alenya. Se obtuvo lo siguiente:

Tabla 8: Índice de condición del pavimento flexible del tramo Cajaruro-Alenya

N°	MUESTRA	PROGRESIVA		PCI MUESTRAS	CLASIFICACIÓN POR MUESTRA	PCI TOTAL	CLASIFICACIÓN TOTAL
		Inicial	Final				
1	A 16	0+510	0+544	24	Muy malo	31	MALO
2	B 32	1+054	1+088	13	Muy malo		
3	C 48	1+598	1+632	16	Muy malo		
4	D 64	2+142	2+176	40	Regular		
5	E 80	2+686	2+720	25	Malo		
6	F 96	3+230	3+264	17	Muy malo		
7	G 112	3+774	3+808	64	Bueno		
8	H 128	4+318	4+352	21	Muy malo		
9	I 144	4+862	4+896	31	Malo		
10	J 160	5+406	5+440	34	Malo		
11	K 176	5+950	5+984	30	Malo		
12	L 192	6+494	6+528	57	Bueno		
13	M 208	7+038	7+072	40	Regular		
14	N 224	7+582	7+616	25	Malo		
15	Ñ 238	8+066	8+100	32	Malo		

Fuente: 16: Elaborado por los investigadores.

Interpretación: Los resultados obtenidos para el objetivo Determinar el grado de severidad de las fallas detectadas a nivel superficial del pavimento flexible del tramo Cajaruro – Alenya, nos arrojó que en la muestra “A 16” nos dio un PCI de 24, que corresponde a un estado *Muy Malo*; en la muestra “B 32” nos dio un PCI de 13, que corresponde a un estado *Muy Malo*; en la muestra “C 48” nos dio un PCI de 16, que corresponde a un estado *Muy Malo*; en la muestra “D 64” nos dio un PCI de 40, que corresponde a un estado *Regular* ; en la muestra “E 80” nos dio un PCI de 25, que corresponde a un estado *Malo* ; en la muestra “F 96” nos dio un PCI de 17, que corresponde a un estado *Muy Malo* ; en la muestra “G 112” nos dio un PCI de 64, que le corresponde a un estado *Bueno*; en la muestra “H 128” nos dio un PCI de 21, que le corresponde a un estado *Muy Malo* ; en la muestra “I 144” nos dio un PCI de 31, que le corresponde a un estado *Malo* ; en la muestra “J 160” nos dio un PCI de 34, que le corresponde a un estado *Malo* ; en la muestra “K 176” nos dio un PCI de 30, que le

corresponde a un estado *Malo* ; en la muestra “L 192” no dio un PCI de 57, que le corresponde a un estado *Buena* ; en la muestra “M 208” nos dio un PCI de 40, que le corresponde a un estado *Regular* ; en la muestra “N 224” nos dio un PCI de 25, que le corresponde a un estado *Malo* ; en la muestra “Ñ 238” nos dio un PCI de 32, que le corresponde a un estado *Malo*. El promedio total del pavimento flexible del tramo Cajaruro – Alenya, es de 31, lo cual corresponde a un estado MALO.

- Para los resultados del **TERCER OBJETIVO ESPECIFICO**, Que fue: Determinar la propuesta para mejorar el pavimento flexible aplicando el método PCI en el tramo Cajaruro – Alenya. lo cual se consideró dos propuestas de solución, que son las siguientes:

1. *Se propone una Rehabilitación con refuerzo estructural de todas las fallas del tramo Cajaruro - Alenya, lo cual se realizó la siguiente tabla:*

Tabla 9: Propuesta de acción para el pavimento flexible del tramo Cajaruro-Alenya.

N°	MUESTRA	Progresivas		PCI	Clasificación	Propuesta de acción según PCI
		Inicial	Final			
1	A 16	0+510	0+544	24	Muy malo	Rehabilitación - Reconstrucción.
2	B 32	1+054	1+088	13	Muy malo	Rehabilitación - Reconstrucción.
3	C 48	1+598	1+632	16	Muy malo	Rehabilitación - Reconstrucción.
4	D 64	2+142	2+176	40	Regular	Mantenimiento Correctivo.
5	E 80	2+686	2+720	25	Malo	Rehabilitación – Refuerzo estructural.
6	F 96	3+230	3+264	17	Muy malo	Rehabilitación - Reconstrucción.
7	G 112	3+774	3+808	64	Buena	Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico.
8	H 128	4+318	4+352	21	Muy malo	Rehabilitación - Reconstrucción.
9	I 144	4+862	4+896	31	Malo	Rehabilitación – Refuerzo estructural.
10	J 160	5+406	5+440	34	Malo	Rehabilitación – Refuerzo estructural.
11	K 176	5+950	5+984	30	Malo	Rehabilitación – Refuerzo estructural.
12	L 192	6+494	6+528	57	Buena	Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico.
13	M 208	7+038	7+072	40	Regular	Mantenimiento Correctivo.
14	N 224	7+582	7+616	25	Malo	Rehabilitación – Refuerzo estructural.
15	Ñ 238	8+066	8+100	32	Malo	Rehabilitación – Refuerzo estructural.
TOTAL				31	MALO	Rehabilitación – Refuerzo estructural.

Fuente: 17: Elaborado por los investigadores.

Interpretación: El tramo evaluado Cajaruro – Alenya, arrojó un PCI de 31, lo cual

tiene una condición de pavimento flexible MALO; para ello se propone una Rehabilitación con Refuerzo estructural al pavimento flexible para subsanar la carpeta asfáltica que se encuentra en un estado malo; lo cual consiste en quitar la carpeta asfáltica en fea condición para cambiarlo por una nueva carpeta asfáltica de 4" igual a la que tiene para que tenga la misma condición de resistir las cargas inicialmente de los vehículos.

2. Se propone un tratamiento exclusivo para cada tipo de fallas identificadas en el tramo Cajaruro – Alenya, lo cual se realizó la siguiente tabla:

Tabla 10: Repetición de fallas y su propuesta de solución para cada falla.

N°	TIPOS DE FALLAS	UND	N° R.	REPETICIÓN (R) DE LAS FALLAS EN LAS MUESTRAS	ACCIÓN DE MANTENIMIENTO PARA CADA FALLA
1	Piel de cocodrilo.	m2	04	<ul style="list-style-type: none"> • UM - K 176 • UM - L 192 • UM - M 208 • UM - N 224 	L: Parcheo parcial.
4	Abultamientos y hundimientos.	m2	05	<ul style="list-style-type: none"> • UM - A 16 • UM - D 64 • UM - E 80 • UM - J 160 • UM - K 176 	L: Parcheo parcial. M: Parcheo profundo. H: Parcheo profundo.
11	Parcheo.	m2	01	<ul style="list-style-type: none"> • UM - K 176 	M: Sustitución del parche.
13	Huecos o Baches.	N°	12	<ul style="list-style-type: none"> • UM - A 16 • UM - B 32 • UM - C 48 • UM - D 64 • UM - F 96 • UM - G 112 • UM - H 128 • UM - J 160 • UM - K 176 • UM - M 208 • UM - N 224 • UM - Ñ 238 	L: Parcheo parcial. M: Parcheo profundo. H: Parcheo profundo.
15	Ahuellamiento	m2	02	<ul style="list-style-type: none"> • UM - I 144 • UM-M 208 	M: Parcheo parcial. H: Parcheo profundo.
19	Desprendimiento de agregados.	m2	02	<ul style="list-style-type: none"> • UM - A 16 • UM - D 64 	L: Sello superficial. H: Tratamiento superficial o una reconstrucción.

Fuente: 18: Elaborado por los investigadores.

Interpretación: Como podemos apreciar en la tabla la solución está dada para

cada tipo de fallas encontradas en el pavimento flexible evaluado:

- Para Piel de Cocodrilo, se debe realizar un parcheo parcial en la carpeta asfáltica afectada.
- Para Abultamientos y Hundimientos, se debe realizar un reciclado en frío en el área afectada, para luego hacer un parcheo parcial en severidad baja, y un parcheo profundo en severidad media y alta; en la carpeta asfáltica.
- Para Parqueo, se debe realizar la sustitución del parche por otro con mejor resistencia y así mejorar la condición del área afectada.
- Para Huecos, se debe realizar un parcheo parcial para severidad baja, y parcheo profundo en severidad media y alta, en cada hueco y toda la profundidad de la carpeta asfáltica dañada.
- Para Ahuellamiento, se debe realizar un parcheo en toda la profundidad de la carpeta asfáltica afectada.
- Para Desprendimiento de Agregados, se debe realizar un sello superficial para severidad baja, y un tratamiento superficial o reconstrucción de la zona afectada del pavimento flexible para severidad alta.

- Para el **OBJETIVO GENERAL**, que fue: Realizar la Evaluación del Pavimento Flexible Aplicando el Método PCI para su mejor alternativa de solución del Tramo Cajaruro – Alenya, Provincia Utcubamba, Amazonas 2021. Lo cual se obtuvo la siguiente tabla general:

Tabla 11: RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL TRAMO CAJARURO – ALENYA.

N°	MUESTRA	Progresivas		FALLA	Und.	Severidad			PCI	Clasificación	Propuesta de acción según PCI
		Inicial	Final			L	M	H			
1	A 16	0+510	0+544	4. Abultamientos y hundimiento.	m2				24	Muy malo	Rehabilitación - Reconstrucción.
				19.Desprendimiento de agregados.	m2						
				13.Huecos.	ml						
2	B 32	1+054	1+088	13.Huecos.	ml				13	Muy malo	Rehabilitación - Reconstrucción.
				13. Huecos.	ml						
				13.Huecos.	ml						
3	C 48	1+598	1+632	13.Huecos.	ml				16	Muy malo	Rehabilitación - Reconstrucción.
4	D 64	2+142	2+176	4.Abultamientos y hundimientos.	m2				40	Regular	Mantenimiento Correctivo.
				19.Desprendimiento de agregados.	m2						
				13.Huecos.	ml						
5	E 80	2+686	2+720	4.Abultamientos y hundimientos.	m2				25	Malo	Rehabilitación – Refuerzo estructural.
6	F 96	3+230	3+264	13.Huecos.	ml				17	Muy malo	Rehabilitación - Reconstrucción.
				13.Huecos.	ml						
				13Huecos.	ml						
7	G 112	3+774	3+808	13.Huecos.	ml				64	Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico.
8	H 128	4+318	4+352	13.Huecos.	ml				21	Muy malo	Rehabilitación - Reconstrucción.
9	I 144	4+862	4+896	15.Ahuellamiento.	m2				31	Malo	Rehabilitación – Refuerzo estructural.
10	J 160	5+406	5+440	4.Abultamientos y hundimientos.	m2				34	Malo	Rehabilitación – Refuerzo estructural.
				13.Huecos.	ml						
				13.Huecos.	ml						
11	K 176	5+950	5+984	4.Abultamientos y hundimientos.	m2				30	Malo	Rehabilitación – Refuerzo estructural.
				1.Piel de cocodrilo.	m2						
				13.Huecos.	ml						
12	L 192	6+494	6+528	1.Piel de cocodrilo.	m2				57	Bueno	Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico.
				1.Piel de cocodrilo.	m2						
13	M 208	7+038	7+072	15.Ahuellamiento.	m2				40	Regular	Mantenimiento Correctivo.
				1.Piel de cocodrilo.	m2						
				13.Huecos.	ml						
14	N 224	7+582	7+616	13.Huecos.	ml				25	Malo	Rehabilitación – Refuerzo estructural.
				13.Huecos.	ml						
				1.Piel de cocodrilo.	m2						
15	Ñ 238	8+066	8+100	13.Huecos.	ml				32	Malo	Rehabilitación – Refuerzo estructural.
				13.Huecos.	ml						
				13.Huecos.	ml						
ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL TRAMO CAJARURO – ALENYA (AMAZONAS):									31	MALO	Rehabilitación – Refuerzo estructural.

Fuente: 19 Elaborado por los investigadores.

Interpretación General: En la evaluación realizada del pavimento flexible del tramo Cajaruro – Alenya, se evaluó 15 unidades de muestreo, de las cuales se encontraron 6 tipos de fallas, que son las siguientes: Piel de cocodrilo (severidad baja), Abultamientos y hundimientos (severidad baja, media y alta), Parcheo (severidad media), Huecos (severidad baja, media y alta), Ahuellamiento (severidad media y alta) y Desprendimientos de agregados (severidad baja y alta); las cuales nos arrojaron un PCI total de 31 del pavimento flexible del tramo Cajaruro – Alenya, lo cual corresponde a un estado MALO, según la clasificación del método PCI. Entonces se debe realizar una Rehabilitación con Refuerzo estructural al pavimento flexible del tramo Cajaruro – Alenya, para subsanar la carpeta asfáltica que se encuentra en un estado malo; lo cual consiste en quitar la carpeta asfáltica en fea condición para cambiarlo por una nueva carpeta asfáltica de 4” igual a la que tiene para que tenga la misma condición de resistir las cargas inicialmente de los vehículos. También se propone un tratamiento exclusivo para cada tipo de fallas identificadas en el tramo Cajaruro – Alenya.

V. DISCUSIÓN

Para el primer objetivo, que fue: Identificar las fallas que se encuentran en el pavimento flexible a lo largo del trayecto Cajaruro – Alenya; de las 15 muestras evaluadas, se logró identificar que la falla más encontrada en el tramo Cajaruro – Alenya, son los Huecos con un porcentaje de 57%. Así mismo (Campos Requejo Ricardo, 2018) en su tesis “EVALUACIÓN SUPERFICIAL APLICANDO METODOLOGIA PCI DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA BAGUA-ALENYA, PROVINCIA BAGUA, AMAZONAS 2018”, donde da a conocer de sus 51 unidades de muestras analizadas, obtuvo que es el pulimento de agregados, es la falla más común con un porcentaje de 95.45%.

Realizando una comparación entre las dos investigaciones podemos señalar que las fallas encontradas en cada una de las investigaciones han sido originadas por las cargas de los vehículos, pésimo diseño de nuestros pavimentos flexibles, mal diseño de drenaje debido a que la zona llueve con mucha frecuencia durante todo el año y/o errores constructivos.

Para el segundo objetivo, que fue: Determinar el índice de condición del pavimento flexible a nivel superficial según las fallas detectadas en el tramo Cajaruro – Alenya; se concluyó que su índice de condición del pavimento flexible del tramo Cajaruro – Alenya, es de 31, lo cual corresponde a un pavimento flexible en un estado malo. Así mismo (Campos Requejo Ricardo, 2018) en su tesis “EVALUACIÓN SUPERFICIAL APLICANDO METODOLOGIA PCI DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA BAGUA- ALENYA, PROVINCIA BAGUA, AMAZONAS 2018”, concluyó que su sección evaluada tiene un PCI de 43.70, entonces el estado del pavimento flexible del tramo Bagua – Alenya es regular.

Realizando una comparación entre las dos investigaciones podemos señalar que en el año 2018 el tramo Bagua – Alenya se encontraba en un estado regular; y en la actualidad, año 2021, el tramo Cajaruro – Alenya se encuentra en un estado malo.

Para el tercer objetivo, que fue: Determinar la propuesta para mejorar el pavimento flexible aplicando el método PCI en el tramo Cajaruro – Alenya; se consideró dos propuestas de solución para mejorar el pavimento flexible del tramo Cajaruro – Alenya; que son las siguientes: La primera, consiste en una Rehabilitación con Refuerzo estructural al pavimento flexible para subsanar la carpeta asfáltica que se encuentra en un estado malo en todo el tramo Cajaruro - Alenya, haciendo el quitado de la carpeta asfáltica en mala condición para cambiarlo por una nueva carpeta asfáltica de 4” igual a la que tiene para que tenga la misma condición de resistir las cargas inicialmente de los vehículos. La segunda, consiste en un tratamiento exclusivo para cada tipo de fallas identificadas en el tramo Cajaruro – Alenya. Así mismo (Campos Requejo Ricardo, 2018) en su tesis “EVALUACIÓN SUPERFICIAL APLICANDO METODOLOGIA PCI DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA BAGUA- ALENYA, PROVINCIA BAGUA, AMAZONAS 2018”, considero la intervención según el método PCI, es una Rehabilitación o Acción Diferida, que se realizará en el tramo evaluado Bagua – Alenya.

Realizando una comparación entre las dos investigaciones podemos señalar que ambas investigaciones coinciden en dar la solución al pavimento flexible mediante una rehabilitación, utilizando material nuevo y no reutilizado para cambiar la carpeta asfáltica.

VI. CONCLUSIONES

- ✓ Se identificaron 6 tipos de fallas de las 19 fallas que nos proporciona el método del PCI, en el trayecto Cajaruro – Alenya, las cuales son: Piel de Cocodrilo con 14%, Abultamientos y hundimientos con 14%, Parcheo con 3%, Huecos con 57%, Ahuellamiento con 6% y Desprendimiento de agregados con 6%.
- ✓ Su índice de condición del pavimento flexible del tramo Cajaruro – Alenya, es de 31, lo cual corresponde a un pavimento flexible en un estado MALO.
- ✓ Se consideró dos propuestas de solución para mejorar el pavimento flexible del tramo Cajaruro – Alenya; que son las siguientes: *La PRIMERA*, consiste en una Rehabilitación con Refuerzo estructural al pavimento flexible para subsanar la carpeta asfáltica que se encuentra en un estado malo en todo el tramo Cajaruro - Alenya, haciendo el quitado de la carpeta asfáltica en mala condición para cambiarlo por una nueva carpeta asfáltica de 4” igual a la que tiene para que tenga la misma condición de resistir las cargas inicialmente de los vehículos. *La SEGUNDA*, consiste en un tratamiento exclusivo para cada tipo de fallas identificadas en el tramo Cajaruro – Alenya.
- ✓ Como conclusión general se obtuvo que en el pavimento flexible del tramo evaluado Cajaruro – Alenya se encontraron 6 tipos de fallas, que son: Piel de Cocodrilo con 14%, Abultamientos y hundimientos con 14%, Parcheo con 3%, Huecos con 57%, Ahuellamiento con 6% y Desprendimiento de agregados con 6%. El índice de condición del pavimento flexible promedio general del tramo Cajaruro – Alenya es de 31, lo cual corresponde a un estado MALO; lo cual se consideró dos propuestas de solución: La primera, consiste en una Rehabilitación con Refuerzo estructural al pavimento flexible para subsanar la carpeta asfáltica que se encuentra en un estado malo en todo el tramo Cajaruro - Alenya, quitando la carpeta asfáltica en mala condición para cambiarlo por una nueva carpeta asfáltica de 4” igual a la que tiene para que tenga la misma condición de resistir las cargas inicialmente de los vehículos. La segunda, consiste en un tratamiento exclusivo para cada tipo de fallas identificadas en el tramo Cajaruro – Alenya.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda a las autoridades competentes realizar un mantenimiento rutinario de nuestras vías, con la finalidad de conservar su vida útil para el cual fue diseñado el pavimento flexible.
- ✓ Sugerimos al Ministerio de Transportes y Comunicaciones realizar la evaluación a nivel superficial de nuestras vías al menos una vez al año, con la finalidad de ver como se encuentran nuestras vías, para luego analizar las fallas encontradas y poder subsanarlas antes que se deterioren con mayor severidad.
- ✓ Se sugiere a la Municipalidad Distrital de Cajaruro y a la Municipalidad Provincial de Bagua, elaborar en conjunto un plan de conservación vial de este tramo, mediante un monitoreo continuo de las fallas y de inmediato subsanar dicha falla, antes que las fallas sean de gran magnitud y su reparación perjudique el tránsito vehicular de la vía.
- ✓ Se recomienda a las empresas constructoras, realizar una mejor verificación los materiales y un adecuado proceso constructivo para la construcción de cada capa del pavimento flexible, ya que, de eso va a depender el tiempo de vida útil del pavimento flexible, y así brindar servicio tránsito vehicular sin generar disgusto en los transeúntes.

VIII.REFERENCIAS

Manual del PCI, PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI), PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS.

Lo encontramos en: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

AQUINO chaves, Omar Josué. Determinación y evaluación de las patologías en la capa de rodadura del pavimento flexible en la Av. Condorcanqui – Caraballo. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo, facultad de ingeniería. 2018.

Lo encontramos en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25141>

ASTON campos, cesar máximo. Análisis y evaluación de la condición superficial del pavimento para la conservación de la av. Túpac Amaru-san Agustín de cajas, Huancayo. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Lima, Perú: Universidad San Ignacio de Loyola, facultad de ingeniería. 2020.

Lo encontramos en: <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/10256>

ARIAS Alfaro Carolina. Diagnóstico de vías de la red vial pavimentada del cantón de Alajuela como parte de un sistema de gestión de pavimento. Tesis (magíster en ingeniería civil). Alajuela – Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, escuela de ingeniería en construcción. 2014.

Lo encontramos en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6185>

BARROS Lozano, Cristian Santiago Y GOMEZ Hernández, Alejandro. Análisis superficial y metodologías de pavimentos para el mantenimiento de vías terciarias del Municipio de Espinal – Tolima. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Girardot, Colombia: Universidad Piloto de Colombia Seccional del Alto Magdalena, facultad de ingeniería. 2017.

Lo encontramos en: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5683>

CAMPOS cruz, Magaly. Evaluación del pavimento flexible por el método del PCI, calle Dorado cuadra 1-10 del Distrito de José Leonardo Ortiz – Chiclayo. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Chiclayo, Perú: Universidad Cesar Vallejos, facultad de ingeniería. 2019.

Lo encontramos en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35372>

ESTEBAN Rojas, Wilson. Comparación de las metodologías VIZIR Y PCI Con fines de intervención en la carretera PE - 18A Tramo Km 15+100 - Km 25+306. 2016. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Huánuco, Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán 2016.

Lo encontramos en:

<https://1library.co/document/z3d1528y-comparacion-metodologias-vizir-pci-finesintervencion-carretera-tramo.html>

GARCÉS Velecela, Diana Patricia. Evaluación vial y plan de rehabilitación y manteniendo de la vía Azogues - Cojitambo – Deleg -La Raya. Tesis (magíster en ingeniería civil). Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca, facultad de ingeniería. 2017.

Lo encontramos en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/285>

GARCÍA Saavedra, Héctor Iván. Evaluación de las patologías de la superficie de rodadura del pavimento flexible de la Av. Andrés Razuri (cuadras 1 a la cuadra 5), del Distrito de Tambo Grande, Piura - 2015. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Piura, Perú: Universidad Católica Los Ángeles Chimbote, faculta de ingeniería. 2015.

Lo encontramos en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/260>

GONZÁLEZ Fernández, Hilda; RUIZ Caballero, Pilar and GUERRERO Valverde, Denisse. Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el Índice de Condición del Pavimento (PCI). 2019.

Lo encontramos en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181358738015>

GONZÁLEZ Morgado, Daniel Eduardo. Metodología para pavimentos flexibles de mediano y bajo tránsito. Tesis (título profesional de ingeniero constructor). Santiago, Chile: Universidad Andrés Bello, facultad de ingeniería. 2018.

Lo encontramos en: <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/7090>

GUZMÁN, Gonzalo y MOGROVEJO, Daniel. Gestión sostenible del pavimento flexible, rígido y articulado del centro urbano del Cantón Girón. 2017.

Lo encontramos en:

<https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1980>

HILIKUÍN Brañez, María Lucía. Evaluación del estado de conservación del pavimento, utilizando el método PCI, en la Av. Jorge Chávez del distrito de Pocillay en el año 2016. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Tacna, Perú: Universidad Privada de Tacna, facultad de ingeniería. 2016.

Lo encontramos en: <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/157>

LEGUÍA Loarte, Paola Beatriz y PACHECO Risco, Hans Fernando. Evaluación superficial del pavimento flexible por el método pavement condition index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colon y Miguel Grau (Huacho – Huaura – Lima). Tesis (título profesional de ingeniero civil). Lima Perú: Universidad San Martín de Porres, facultad de ingeniería y arquitectura. 2016..

Lo encontramos en:

<https://es.scribd.com/document/346965112/Evaluacion-Superficial-Del-PavimentoPor-El-Metodo-Pci-Lima-2016>

MEDINA Ramírez, José Ever. Evaluación del pavimento flexible mediante método del PCI para mejorar la transitabilidad en principales calles de urbanización la Primavera - Chiclayo. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Chiclayo, Perú: Universidad Cesar Vallejo, facultad de ingeniería. 2019.

Lo encontramos en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35377>

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIÓN (MTC). Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG. Perú, 2018.

Lo encontramos en:

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf

MUÑOZ, Greivin Picado. Desarrollo de curvas de deterioro para pavimento flexible y factor de incertidumbre. Artículo científico. [infraestructura vial]. julio 2016.

Lo encontramos en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/infraestructura/v18n31/2215-3705infraestructura-18-31-00030.pdf>

MUÑOZ Salazar, Luis Ángel. Evaluación superficial del pavimento flexible del tramo 3 de la carretera Interoceánica Norte Perú-Brasil aplicando el Método PCI. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Lima, Perú: Universidad Privada del Norte, facultad de ingeniería. 2018.

Lo encontramos en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14407>

OBLITAS Santa María, Juan Manuel. Propuesta de renovación del pavimento para la mejora de la transitabilidad vial en la avenida Cusco, Distrito mi Perú – Callao. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Lima – Perú: Universidad San Marín de Porres, facultad de ingeniería y arquitectura. 2018.

Lo encontramos en:

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USMP_f1496fc1f1c520ffb14a36caa4c0672

ORDINOLA Enríquez, Luis Enrique. Determinación del índice de integridad estructural y condición operacional superficial de las vías PE1N N y PI -103, aplicando la metodología PCI, Sullana Piura. Tesis (magíster en ingeniería civil). Piura - Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, escuela de posgrado. 2015.

Lo encontramos en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/2546>

PACHAY Parrales, Isaac Saúl. Evaluación de la condición del pavimento flexible vía de acceso a la parroquia la Unión (0+ 000-0+ 966) aplicando el método PCI. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Manabí, Ecuador: Universidad Estatal del Sur de Manabí, facultad de ciencias técnicas. 2017.

Lo encontramos en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/929>

PAUCAR Curo, Elvis Franklin. Evaluación de pavimento flexible y rígido aplicando las metodologías de inspección visual de zona y rutas en riesgo el índice de condición del pavimento para el mantenimiento vial, caso de la Av. Florida y Jr. Carabaya, Puno. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Puno – Perú: Universidad Nacional del Altiplano, facultad de ingeniería y arquitectura. 2019.

Lo encontramos en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12319>

PÉREZ león, José Feler y RAMIREZ Leyva, Jhonel Kenedy. Evaluación y determinación de las patologías del pavimento asfáltico en la av. Los tréboles – distrito de Chiclayo. provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Chiclayo, Perú: Universidad Señor de Sipán, facultad de ingeniería. 2018.

Lo encontramos en: <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/5534>

PINEDO Velis, Juan Carlos Dimas. Evaluación superficial de la avenida la cultura en el distrito de Wanchaq – Cusco, a través del método PCI. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo, facultad de ingeniería. 2017.

Lo encontramos en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/16655>

SALAZAR Tello, Angeló Alexis. Evaluación de las patologías del pavimento flexible aplicando el método PCI, para mejorar la transitabilidad de la carretera Pomalca – Tumbán. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Chiclayo, Perú: Universidad Cesar Vallejo, facultad de ingeniería. 2019.

Lo encontramos en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40648>

SIERRA Díaz, Cristian Camilo y RIVERAS Quintero, Andrés Felipe. Ampliación y comparación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la conservación y mantenimiento del tramo PR 00+00 – PR 01+020 de la vía al llano (dg 78 bis sur – calle 84 sur) en la Upz Yomasa. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Bogotá, D. C: Universidad Católica de Colombia, facultad de ingeniería. 2016.

Lo encontramos en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/13987>

TACZA Herrera, Érica Betsabe y RODRIGUEZ Páez, Braulio Omar. 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 (título profesional de ingeniero civil). Lima – Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, facultad de ingeniería. 2018.

Lo encontramos en:

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624556>

VERGARA Vicuña, Antony Luis. Evaluación del estado funcional y estructural del pavimento flexible mediante la metodología PCI tramo Quichuay km 0+000 al km 1+000 2014. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Huancayo – Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú, facultad de ingeniería civil. 2015.

Lo encontramos en:

http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/421/TCIV_29.pdf

ZEVALLLOS Gamarra, Rafael Ernesto. Identificar y evaluar de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca. Tesis (magíster en ingeniería civil). Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo, escuela de posgrado. 2018.

Lo encontramos en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/16979>

Vásquez, L. (2002). Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.

Lo encontramos en:

<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

IX. ANEXOS

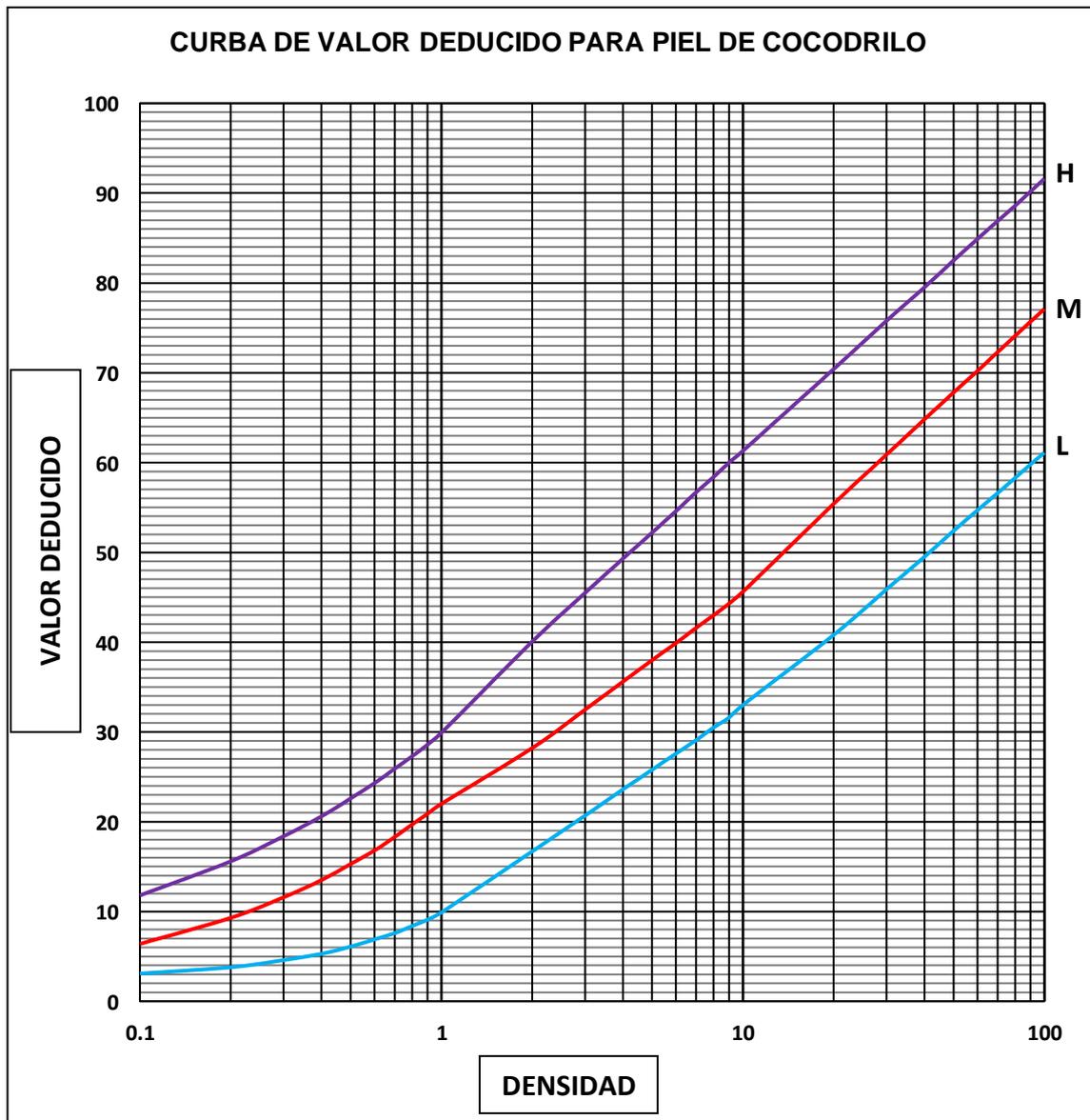
Anexo 01: TABLAS DE VALORES DEDUCIDOS.

Tabla 12: Valor deducido para piel de cocodrilo.

1. PIEL DE COCODRILO			
Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	3.10	6.40	11.80
0.20	3.80	9.30	15.60
0.30	4.60	11.60	18.40
0.40	5.30	13.50	20.60
0.50	6.10	15.30	22.60
0.60	6.90	16.80	24.30
0.70	7.60	18.30	25.90
0.80	8.40	19.70	27.30
0.90	9.10	20.90	28.60
1.00	9.90	22.00	29.90
2.00	16.70	28.20	40.05
3.00	20.70	32.50	45.50
4.00	23.60	35.60	49.30
5.00	25.80	38.00	52.20
6.00	27.60	39.90	54.60
7.00	29.10	41.60	56.70
8.00	30.50	43.00	58.40
9.00	31.60	44.30	60.00
10.00	33.00	45.60	61.30
20.00	40.80	55.40	70.40
30.00	45.90	60.90	75.80
40.00	49.50	64.80	79.50
50.00	52.40	67.80	82.50
60.00	54.70	70.20	84.90
70.00	56.60	72.30	86.90
80.00	58.30	74.10	88.60
90.00	59.80	75.70	90.20
100.00	61.10	77.10	91.60

Fuente: 20 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Figura 8: Curva de valor deducido para piel de cocodrilo.



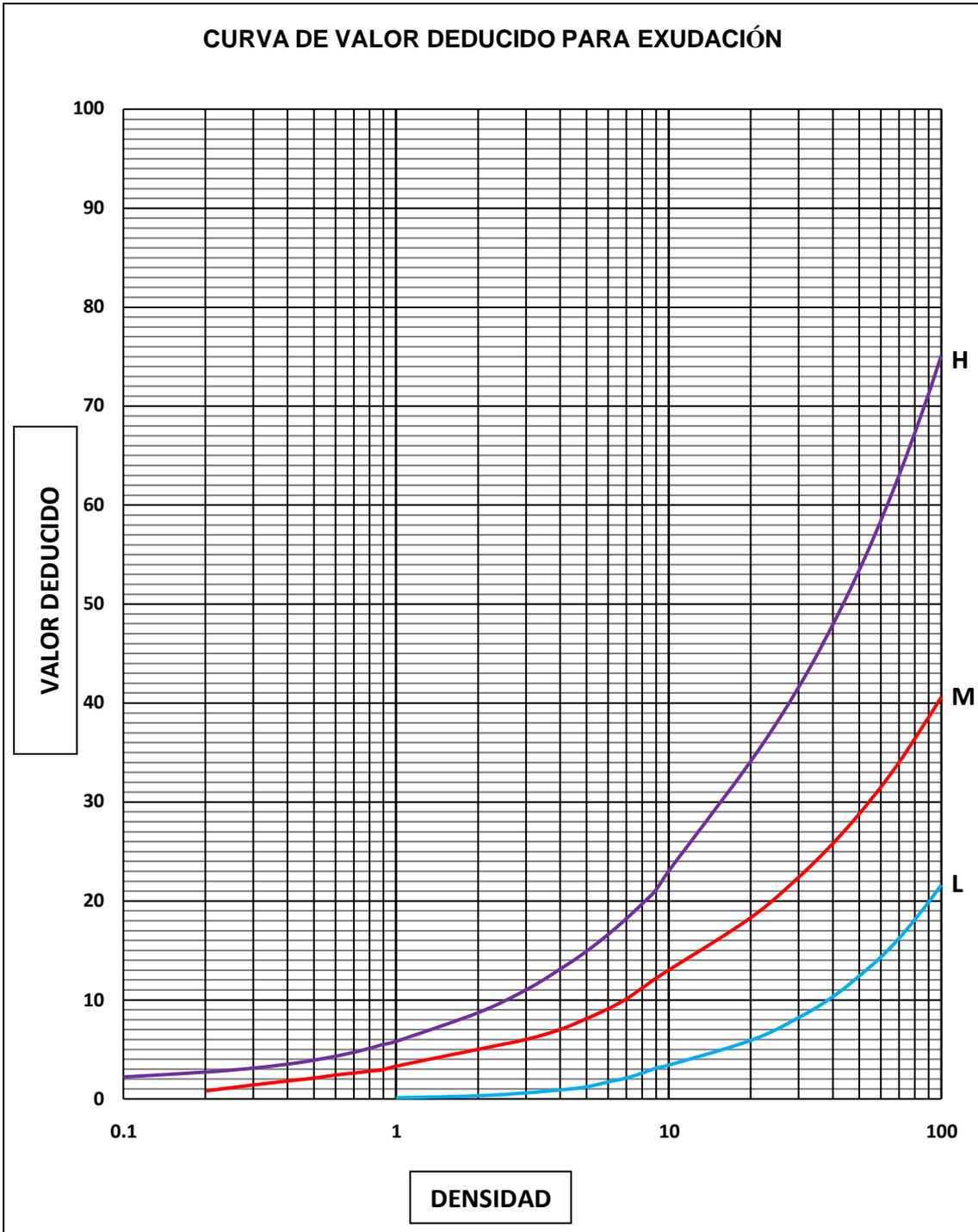
Fuente: 21 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Tabla 13: Valor deducido para exudación.

2. EXUDACIÓN			
Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10			2.20
0.20		0.80	2.70
0.30		1.40	3.10
0.40		1.80	3.50
0.50		2.10	3.90
0.60		2.40	4.30
0.70		2.60	4.70
0.80		2.80	5.10
0.90		2.95	5.50
1.00	0.10	3.30	5.80
2.00	0.30	5.00	8.70
3.00	0.60	6.00	11.00
4.00	0.90	7.00	13.10
5.00	1.20	8.10	14.90
6.00	1.70	9.10	16.60
7.00	2.10	10.10	18.20
8.00	2.60	11.20	19.70
9.00	3.10	12.20	21.10
10.00	3.40	13.00	23.00
20.00	5.90	18.30	34.10
30.00	8.20	22.40	41.60
40.00	10.30	25.80	47.90
50.00	12.40	28.80	53.40
60.00	14.30	31.50	58.40
70.00	16.20	34.00	63.00
80.00	18.10	36.40	67.30
90.00	19.90	38.60	71.30
100.00	21.60	40.60	75.10

Fuente: 22 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Figura 9: Curva de valor de deducido para exudación.



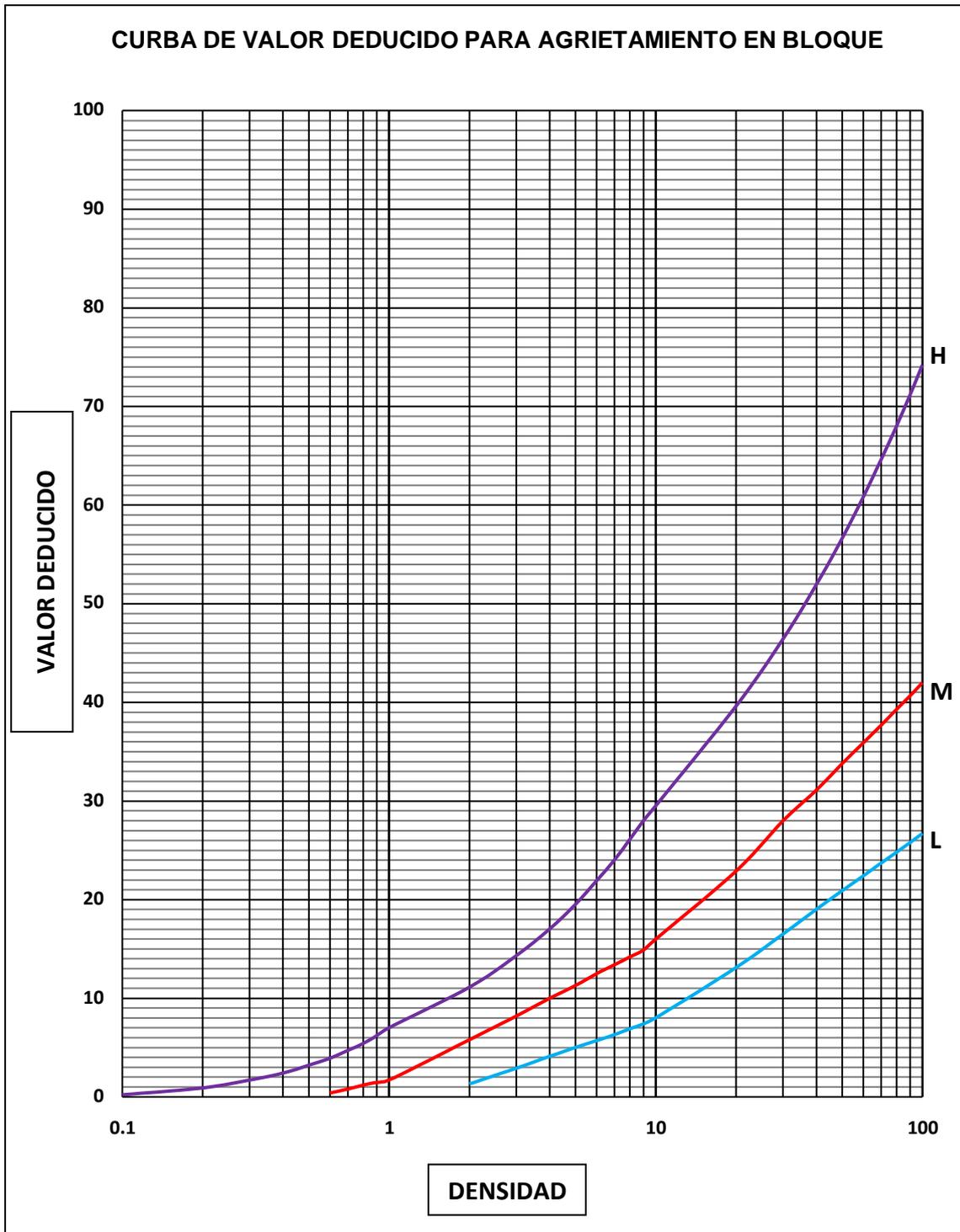
Fuente: 23 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Tabla 14: Valor deducido para agrietamiento en bloque.

3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE			
Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10			0.20
0.20			0.90
0.30			1.70
0.40			2.40
0.50			3.20
0.60		0.40	3.90
0.70		0.80	4.70
0.80		1.20	5.40
0.90		1.50	6.20
1.00		1.70	7.00
2.00	1.30	5.80	11.10
3.00	2.90	8.20	14.30
4.00	4.10	10.00	17.00
5.00	5.00	11.30	19.50
6.00	5.70	12.50	21.90
7.00	6.30	13.40	24.00
8.00	6.90	14.20	26.10
9.00	7.40	14.90	28.00
10.00	8.00	16.00	29.50
20.00	13.10	22.90	39.60
30.00	16.50	28.00	46.40
40.00	19.00	31.10	51.90
50.00	20.90	33.80	56.60
60.00	22.40	35.90	60.80
70.00	23.70	37.70	64.60
80.00	24.80	39.30	68.00
90.00	25.80	40.70	71.20
100.00	26.70	42.00	74.20

Fuente: 24 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Figura 10: Curva de valor deducido para Agrietamiento en bloque.



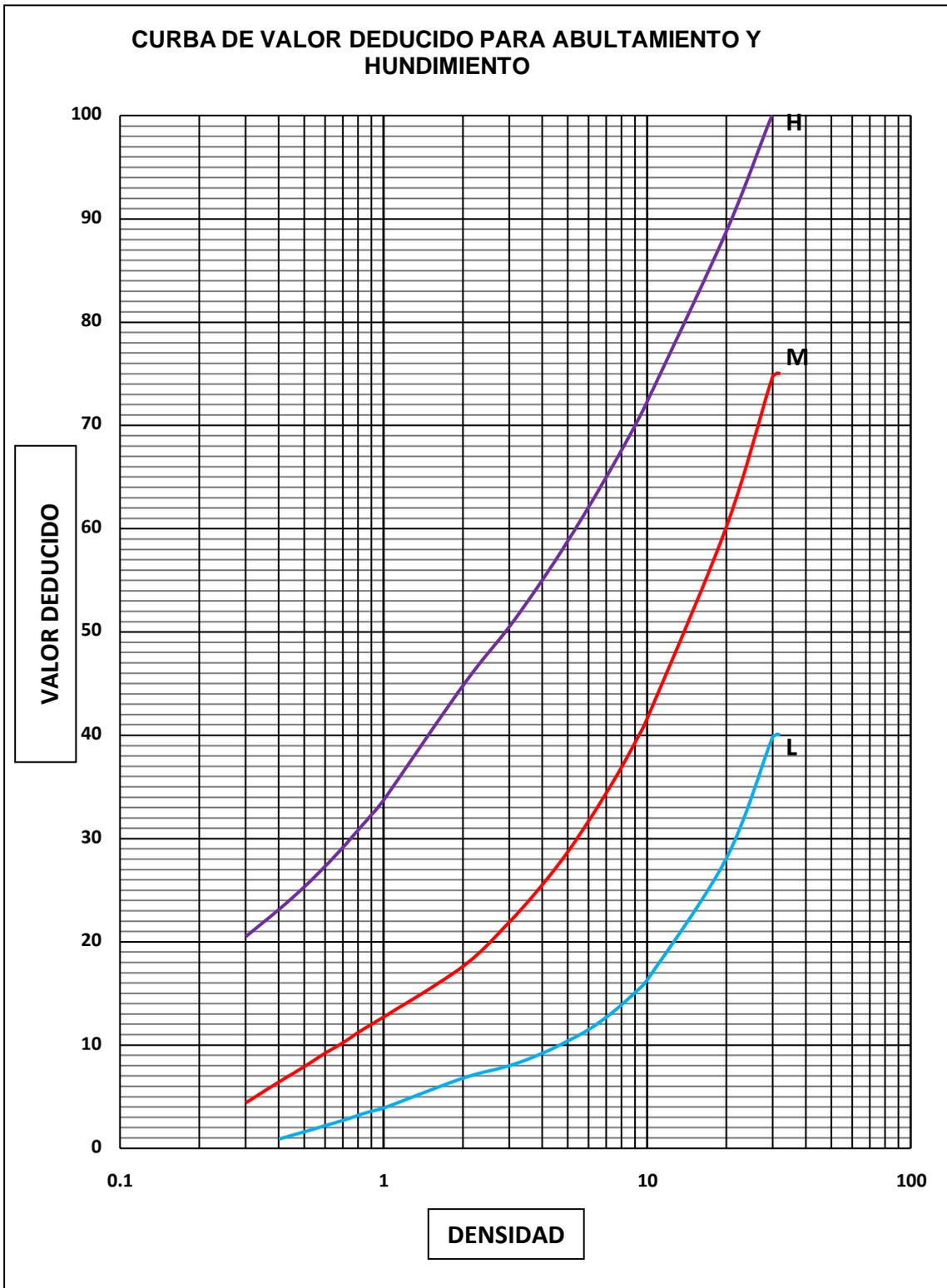
Fuente: 25 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Tabla 15: Valor deducido para abultamiento y hundimiento

4. ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO			
Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10			
0.20			
0.30		4.40	20.50
0.40	0.90	6.40	23.10
0.50	1.60	7.90	25.30
0.60	2.20	9.20	27.30
0.70	2.70	10.20	29.10
0.80	3.20	11.20	30.80
0.90	3.60	12.00	32.30
1.00	3.90	12.70	33.70
2.00	6.80	17.60	44.80
3.00	8.00	21.90	50.50
4.00	9.20	25.50	55.00
5.00	10.40	28.70	58.80
6.00	11.50	31.70	62.10
7.00	12.70	34.40	65.00
8.00	13.90	36.90	67.60
9.00	15.10	39.30	70.00
10.00	16.30	41.60	72.30
20.00	28.10	60.20	88.80
30.00	39.90	74.80	100.20
32.00	40.00	75.00	100.30
50.00			
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

Fuente: 26 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Figura 11: Curva de valor deducido para abultamiento y hundimiento



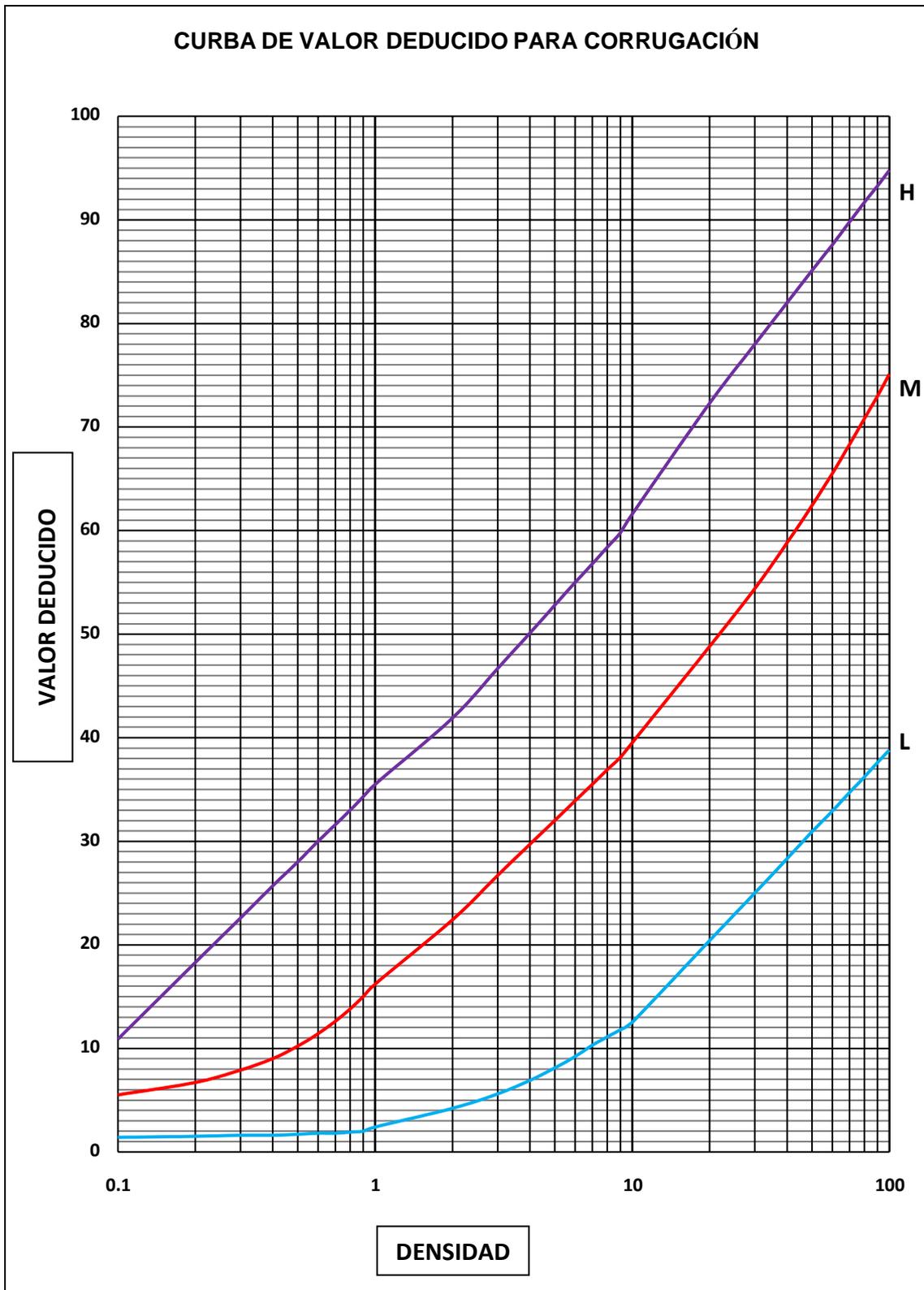
Fuente: 27 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Tabla 16: Valor deducido para corrugación

5. CORRUGACIÓN			
Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	1.40	5.50	10.90
0.20	1.50	6.70	18.30
0.30	1.60	7.90	22.60
0.40	1.60	9.00	25.70
0.50	1.70	10.20	28.00
0.60	1.80	11.40	30.00
0.70	1.80	12.60	31.60
0.80	1.90	13.80	33.00
0.90	2.00	15.00	34.30
1.00	2.40	16.20	35.50
2.00	4.20	22.40	41.90
3.00	5.60	26.70	46.70
4.00	6.90	29.70	50.10
5.00	8.10	32.00	52.80
6.00	9.20	33.90	55.00
7.00	10.30	35.50	56.80
8.00	11.10	36.90	58.40
9.00	11.80	38.10	59.80
10.00	12.50	39.50	61.60
20.00	20.40	48.80	72.30
30.00	25.00	54.40	78.00
40.00	28.30	58.80	82.00
50.00	30.90	62.40	85.10
60.00	32.90	65.50	87.60
70.00	34.70	68.30	89.80
80.00	36.20	70.80	91.70
90.00	37.60	73.00	93.30
100.00	38.80	75.10	94.80

Fuente: 28 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Figura 12: Curva de valor deducido para corrugación.



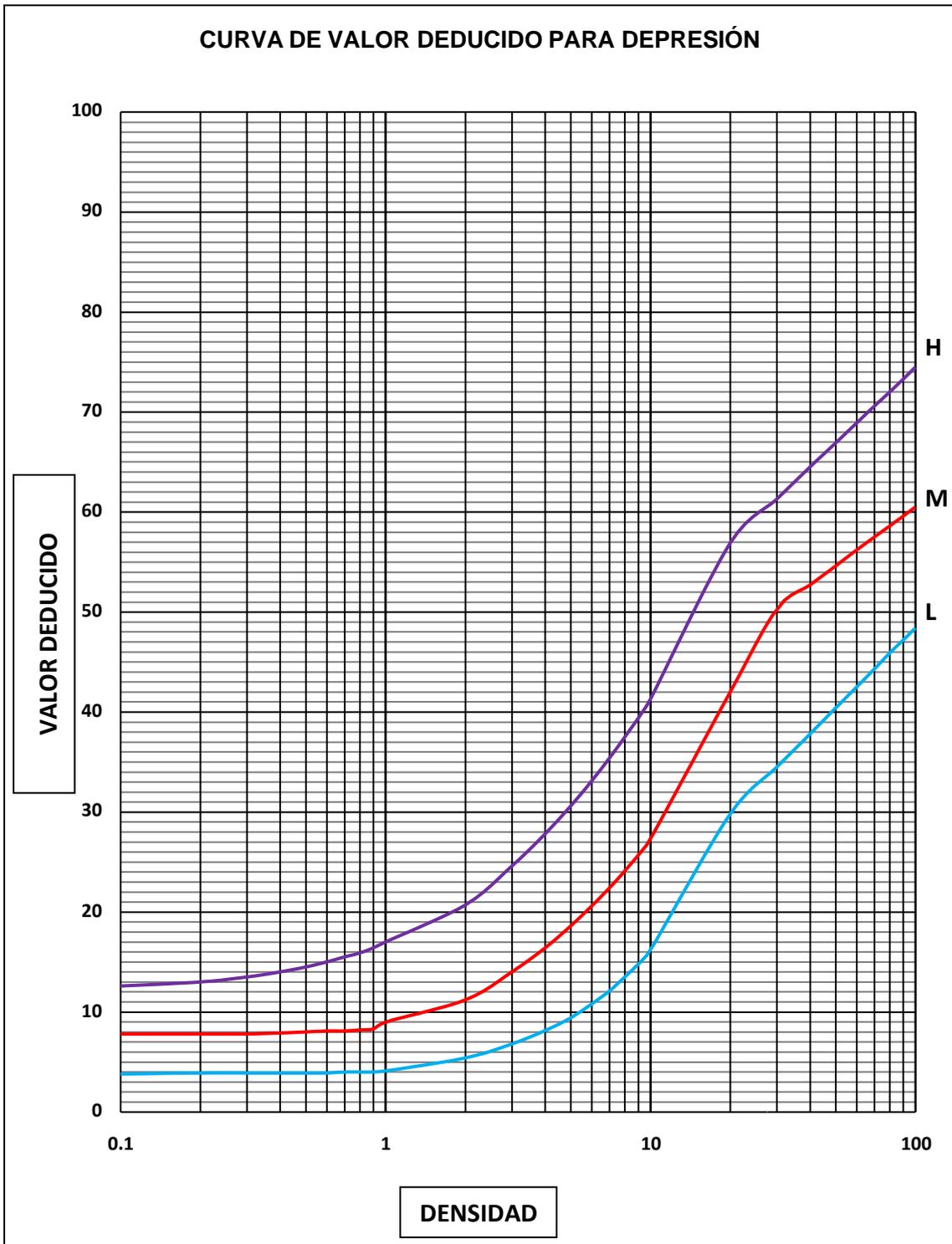
Fuente: 29 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Tabla 17: Valor deducido para depresión.

6. DEPRESIÓN			
Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	3.80	7.80	12.60
0.20	3.90	7.80	13.00
0.30	3.90	7.80	13.50
0.40	3.90	7.90	14.00
0.50	3.90	8.00	14.50
0.60	3.90	8.10	15.00
0.70	4.00	8.10	15.50
0.80	4.00	8.20	15.90
0.90	4.00	8.30	16.40
1.00	4.10	9.00	17.00
2.00	5.40	11.20	20.70
3.00	6.80	14.00	24.60
4.00	8.14	16.40	27.80
5.00	9.40	18.60	30.60
6.00	10.80	20.60	33.10
7.00	12.10	22.40	35.40
8.00	13.50	24.10	37.50
9.00	14.80	25.70	39.40
10.00	16.20	27.30	41.30
20.00	29.80	42.00	56.90
30.00	34.50	50.30	61.30
40.00	37.80	52.70	64.50
50.00	40.40	54.60	66.90
60.00	42.50	56.20	68.90
70.00	44.30	57.50	70.60
80.00	45.90	58.60	72.00
90.00	47.20	59.60	73.30
100.00	48.40	60.50	74.50

Fuente: 30 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Figura 13: Curva de valor deducido para depresión.



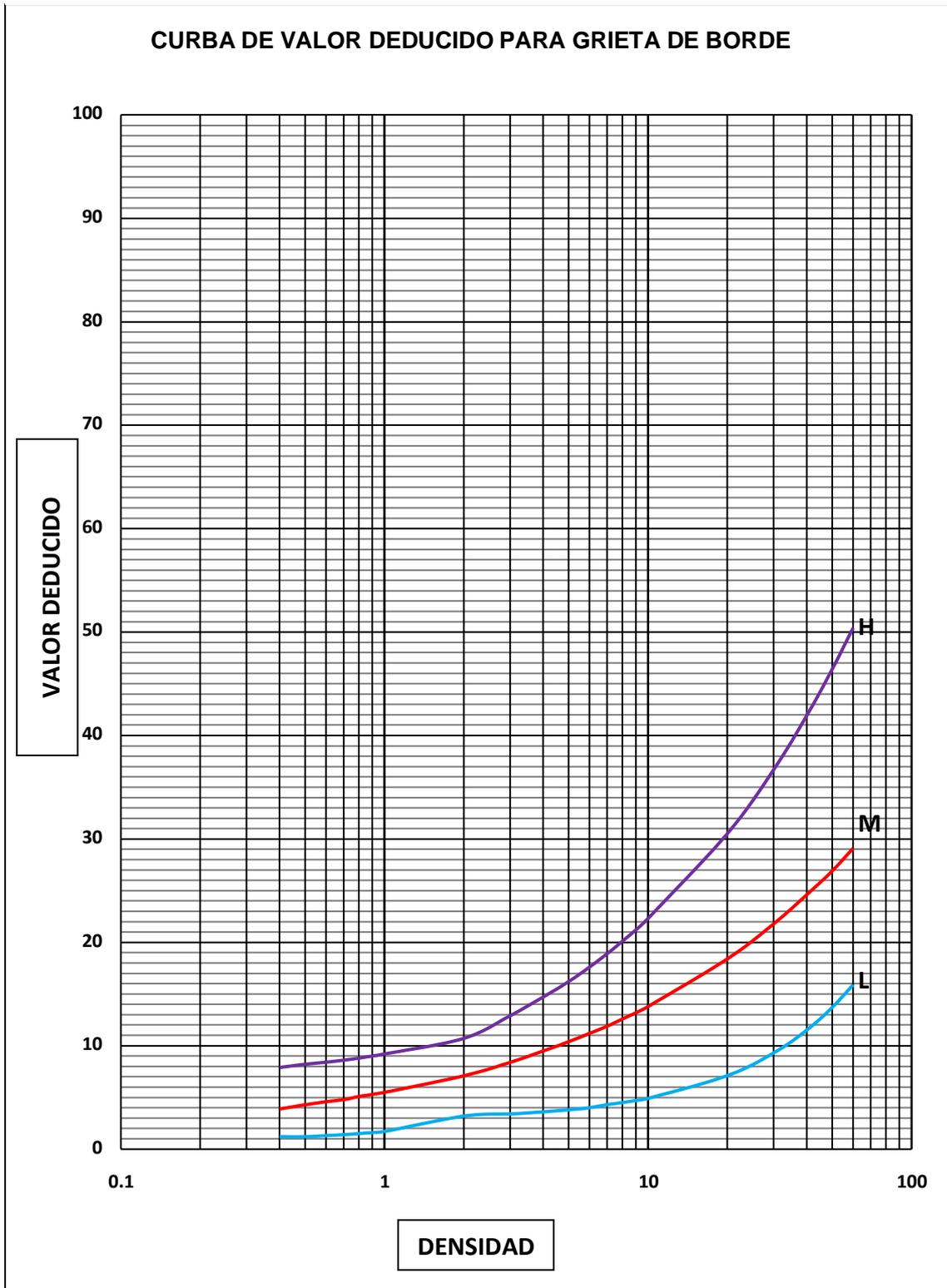
Fuente: 31 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Tabla 18: Valor deducido para grieta de borde.

7. GRIETA DE BORDE			
Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10			
0.20			
0.30			
0.40	1.20	3.90	7.90
0.50	1.20	4.30	8.20
0.60	1.30	4.60	8.40
0.70	1.40	4.80	8.60
0.80	1.50	5.10	8.80
0.90	1.60	5.30	9.00
1.00	1.70	5.50	9.20
2.00	3.20	7.10	10.70
3.00	3.40	8.40	12.90
4.00	3.60	9.50	14.70
5.00	3.80	10.40	16.20
6.00	4.00	11.20	17.60
7.00	4.30	11.90	18.90
8.00	4.50	12.60	20.10
9.00	4.70	13.20	21.20
10.00	4.90	13.80	22.30
20.00	7.10	18.40	30.50
30.00	9.30	21.80	36.70
40.00	11.50	24.60	41.90
50.00	13.70	26.90	46.40
60.00	15.90	29.10	50.40
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

Fuente: 32 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Figura 14: Curva de valor deducido para grieta de borde.



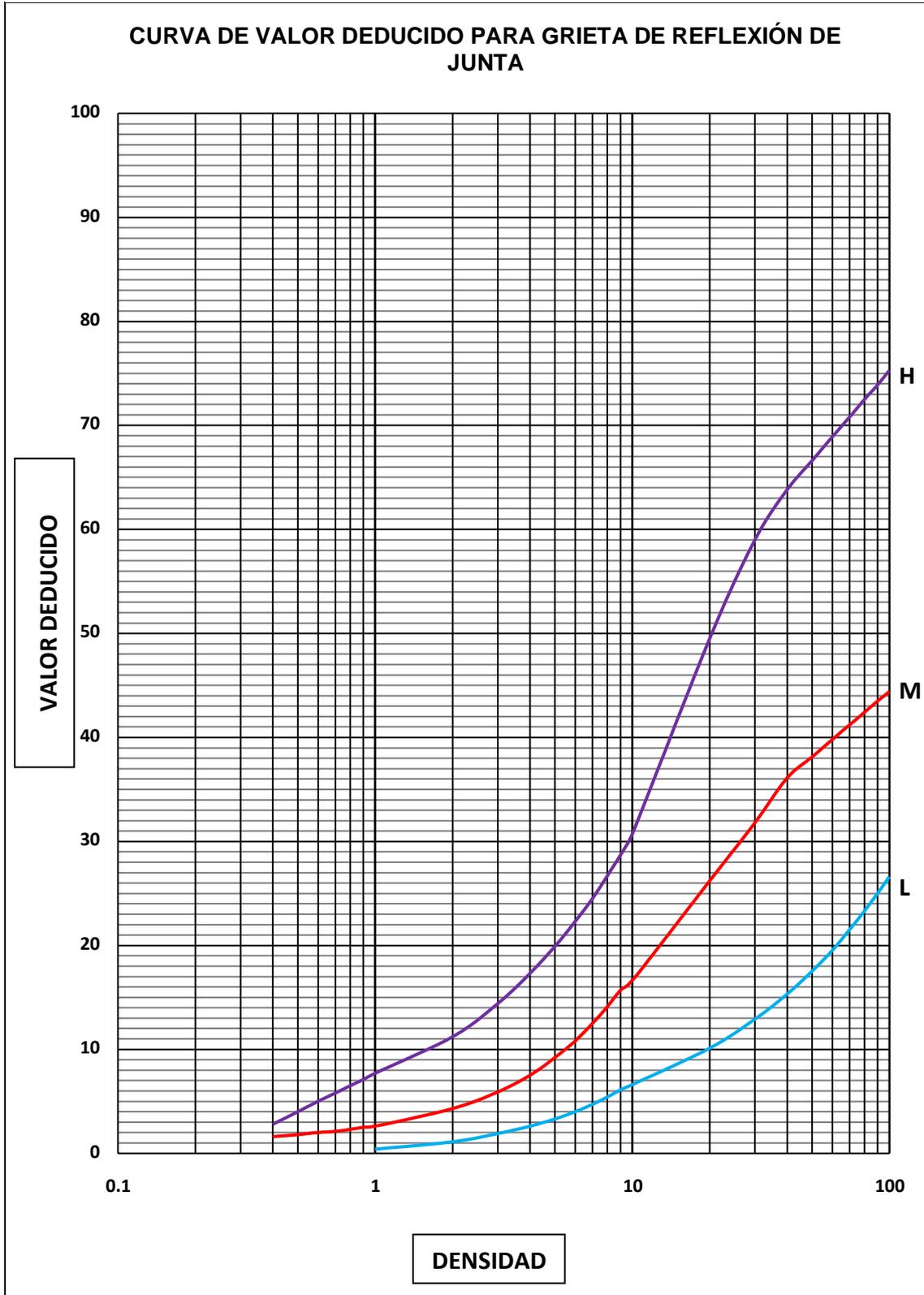
Fuente: 33 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Tabla 19: Valor deducido para grieta de reflexión de junta.

8. GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA			
Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10			
0.20			
0.30			
0.40		1.60	2.80
0.50		1.80	4.00
0.60		2.00	5.00
0.70		2.10	5.80
0.80		2.30	6.50
0.90		2.50	7.10
1.00	0.40	2.60	7.70
2.00	1.10	4.30	11.20
3.00	1.90	5.90	14.40
4.00	2.60	7.50	17.30
5.00	3.30	9.20	19.90
6.00	4.00	10.80	22.30
7.00	4.70	12.50	24.50
8.00	5.40	14.10	26.70
9.00	6.10	15.70	28.70
10.00	6.60	16.60	30.70
20.00	10.10	26.20	49.50
30.00	12.90	31.80	59.00
40.00	15.30	36.10	63.80
50.00	17.50	38.10	66.60
60.00	19.50	39.80	68.90
70.00	21.50	41.20	70.80
80.00	23.30	42.40	72.50
90.00	25.00	43.50	73.90
100.00	26.60	44.40	75.30

Fuente: 34 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Figura 15: Curva de valor deducido para grieta de reflexión de junta.



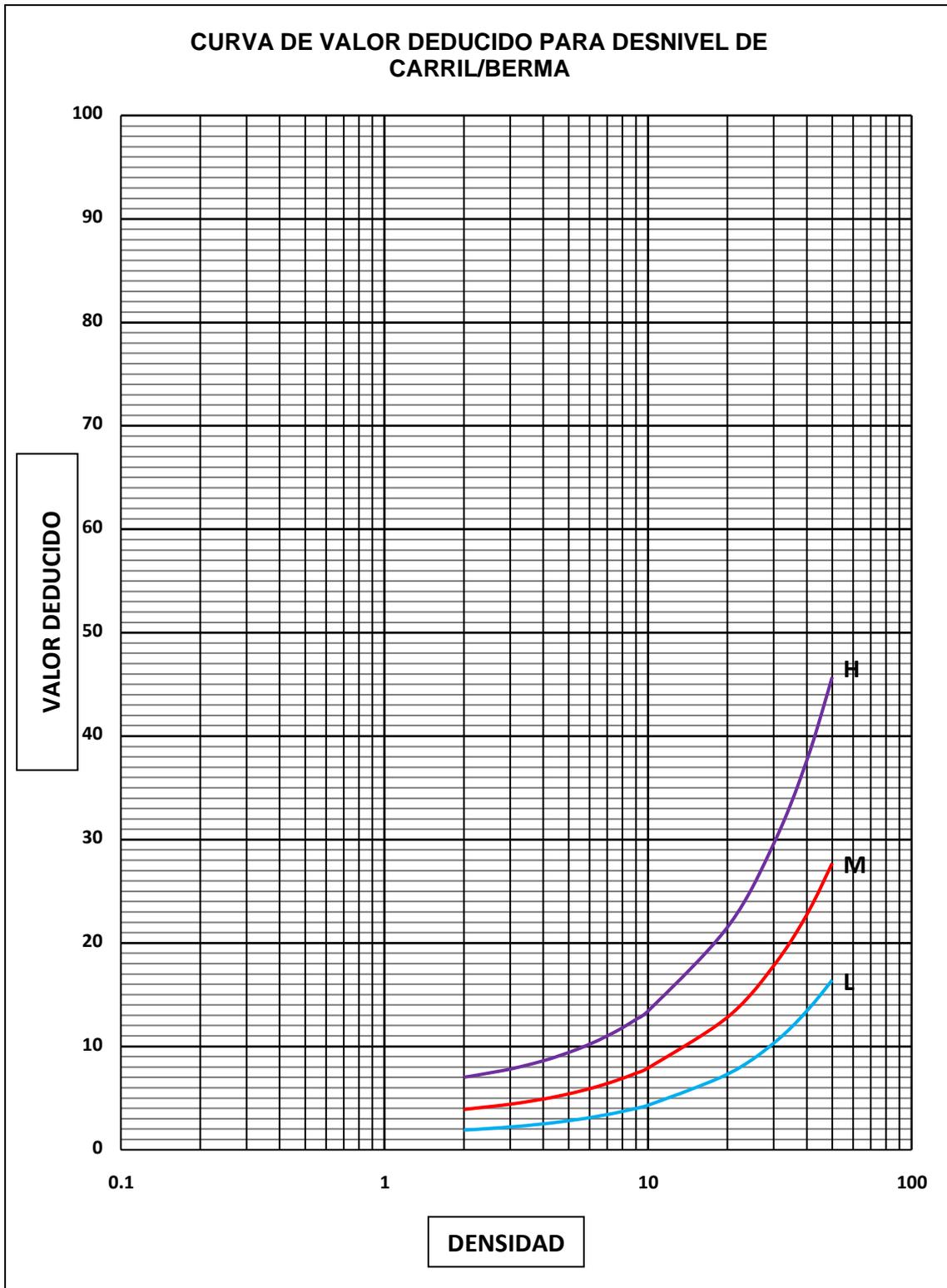
Fuente: 35 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Tabla 20: Valor deducido para desnivel de carril - berma

9. DESNIVEL DE CARRIL - BERMA			
Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
2.00	1.90	3.90	7.00
3.00	2.20	4.40	7.80
4.00	2.50	4.90	8.60
5.00	2.80	5.40	9.40
6.00	3.10	5.90	10.20
7.00	3.40	6.40	11.00
8.00	3.70	6.90	11.80
9.00	4.00	7.40	12.60
10.00	4.30	7.90	13.40
20.00	7.30	12.80	21.50
30.00	10.30	17.80	29.60
40.00	13.40	22.70	37.60
50.00	16.40	27.70	45.70
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

Fuente: 36 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Figura 16: Curva de valor deducido para desnivel de carril – berma.



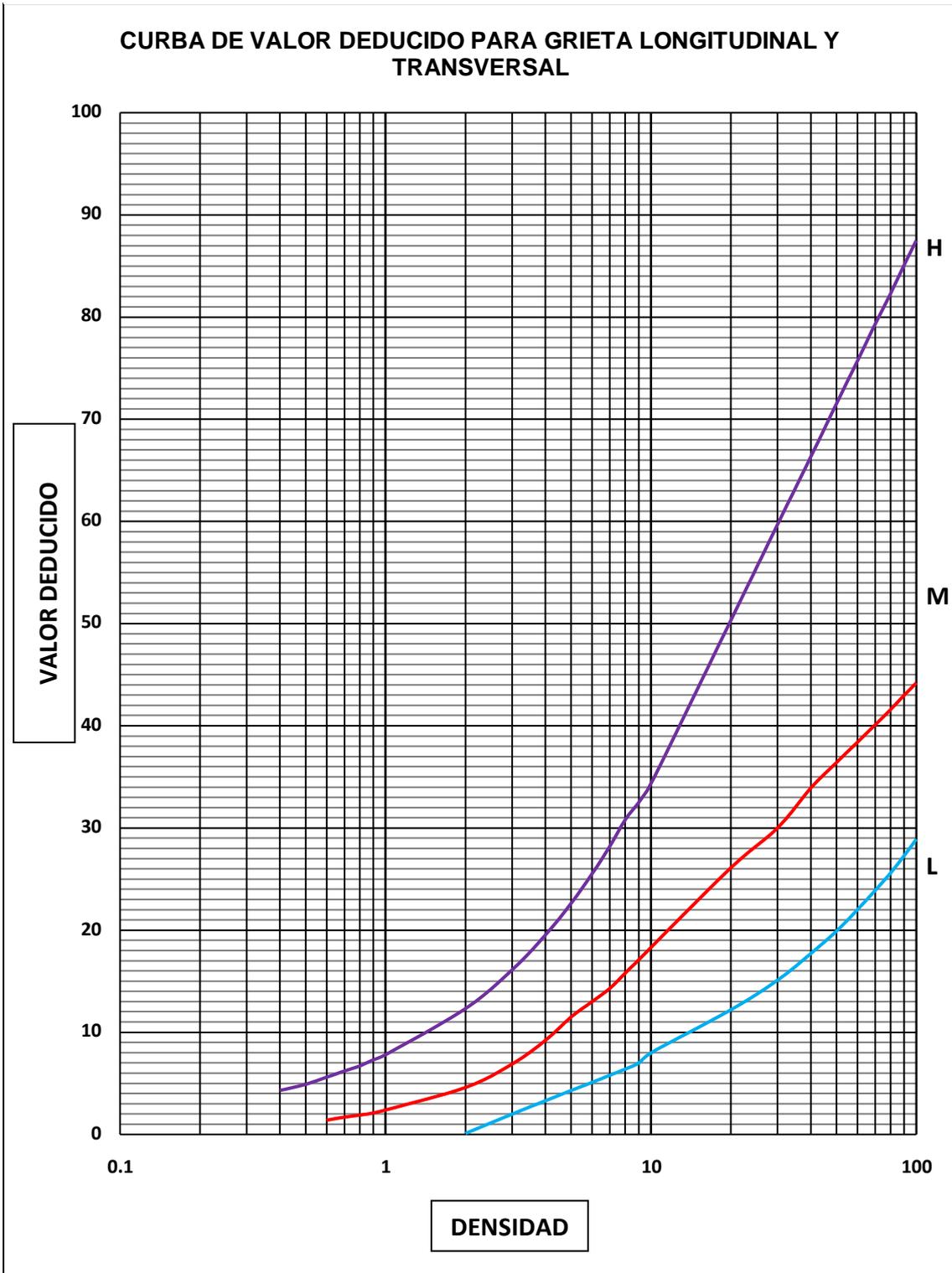
Fuente: 37 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Tabla 21: Valor deducido para grieta longitudinal y transversal.

10. GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL			
Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			4.30
0.50			4.90
0.60		1.40	5.60
0.70		1.70	6.20
0.80		1.90	6.70
0.90		2.10	7.30
1.00		2.40	7.80
2.00	0.10	4.60	12.30
3.00	2.00	6.90	16.10
4.00	3.30	9.20	19.50
5.00	4.30	11.50	22.60
6.00	5.10	13.00	25.50
7.00	5.80	14.30	28.20
8.00	6.40	15.80	30.80
9.00	7.00	17.10	32.50
10.00	8.00	18.30	34.30
20.00	12.20	26.10	50.30
30.00	15.10	30.00	59.70
40.00	17.70	33.90	66.30
50.00	19.90	36.40	71.50
60.00	22.00	38.40	75.70
70.00	23.90	40.10	79.31
80.00	25.60	41.60	82.30
90.00	27.30	43.00	85.10
100.00	28.90	44.20	87.50

Fuente: 38 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Figura 17: Curva de valor deducido para grieta longitudinal y transversal.



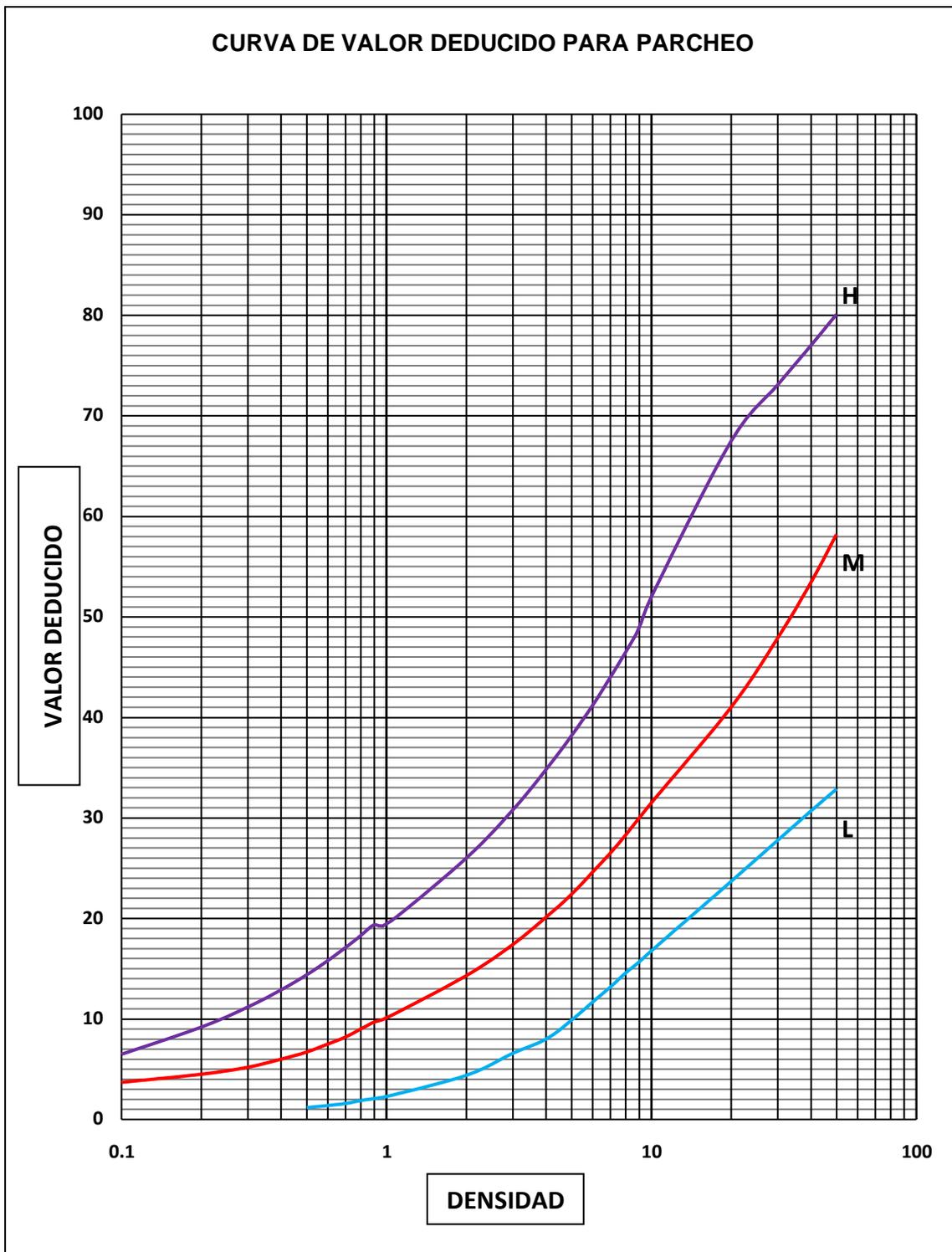
Fuente: 39 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Tabla 22: Valor deducido para parcheo.

11. PARCHEO			
Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10		3.70	6.50
0.20		4.50	9.20
0.30		5.20	11.20
0.40		6.00	12.90
0.50	1.20	6.70	14.40
0.60	1.40	7.50	15.80
0.70	1.60	8.20	17.10
0.80	1.90	9.00	18.30
0.90	2.10	9.70	19.40
1.00	2.30	10.10	19.40
2.00	4.40	14.30	26.00
3.00	6.60	17.40	30.80
4.00	8.00	20.10	34.80
5.00	9.90	22.40	38.20
6.00	11.70	24.60	41.20
7.00	13.20	26.50	44.00
8.00	14.60	28.30	46.50
9.00	15.70	30.00	48.91
10.00	16.80	31.50	52.00
20.00	23.70	41.00	67.50
30.00	27.80	47.90	73.10
40.00	30.70	53.40	77.00
50.00	32.90	58.20	80.10
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

Fuente: 40 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Figura 18: Curva de valor deducido para parcheo.



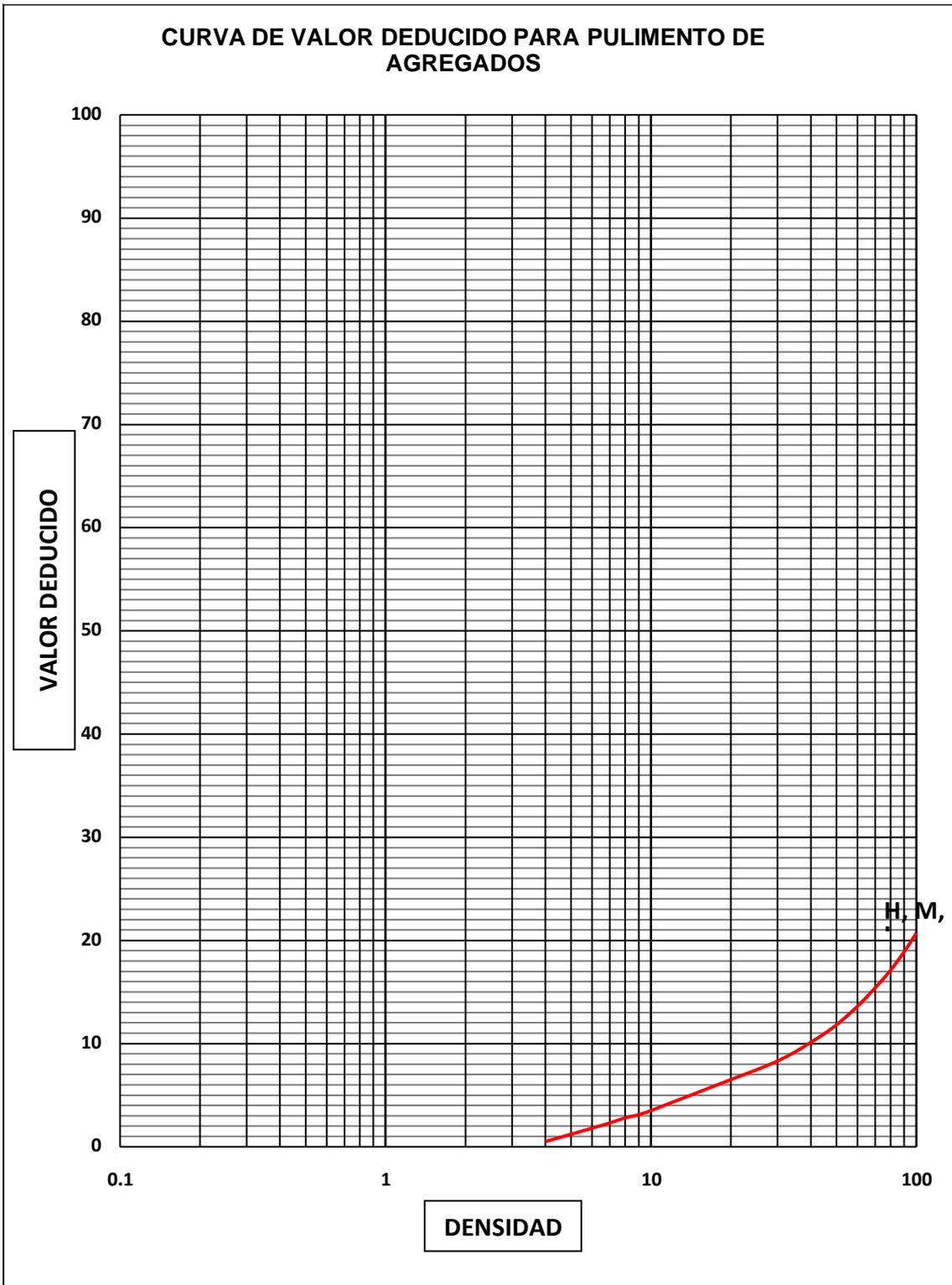
Fuente: 41 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Tabla 23: Valor deducido para Pulimento de agregados.

12. PULIMENTO DE AGREGADOS			
Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
2.00			
3.00			
4.00		0.50	
5.00		1.20	
6.00		1.80	
7.00		2.30	
8.00		2.80	
9.00		3.10	
10.00		3.50	
20.00		6.50	
30.00		8.30	
40.00		10.10	
50.00		11.80	
60.00		13.60	
70.00		15.40	
80.00		17.10	
90.00		18.90	
100.00		20.70	

Fuente: 42 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Figura 19: Curva de valor deducido para Pulimento de agregados.



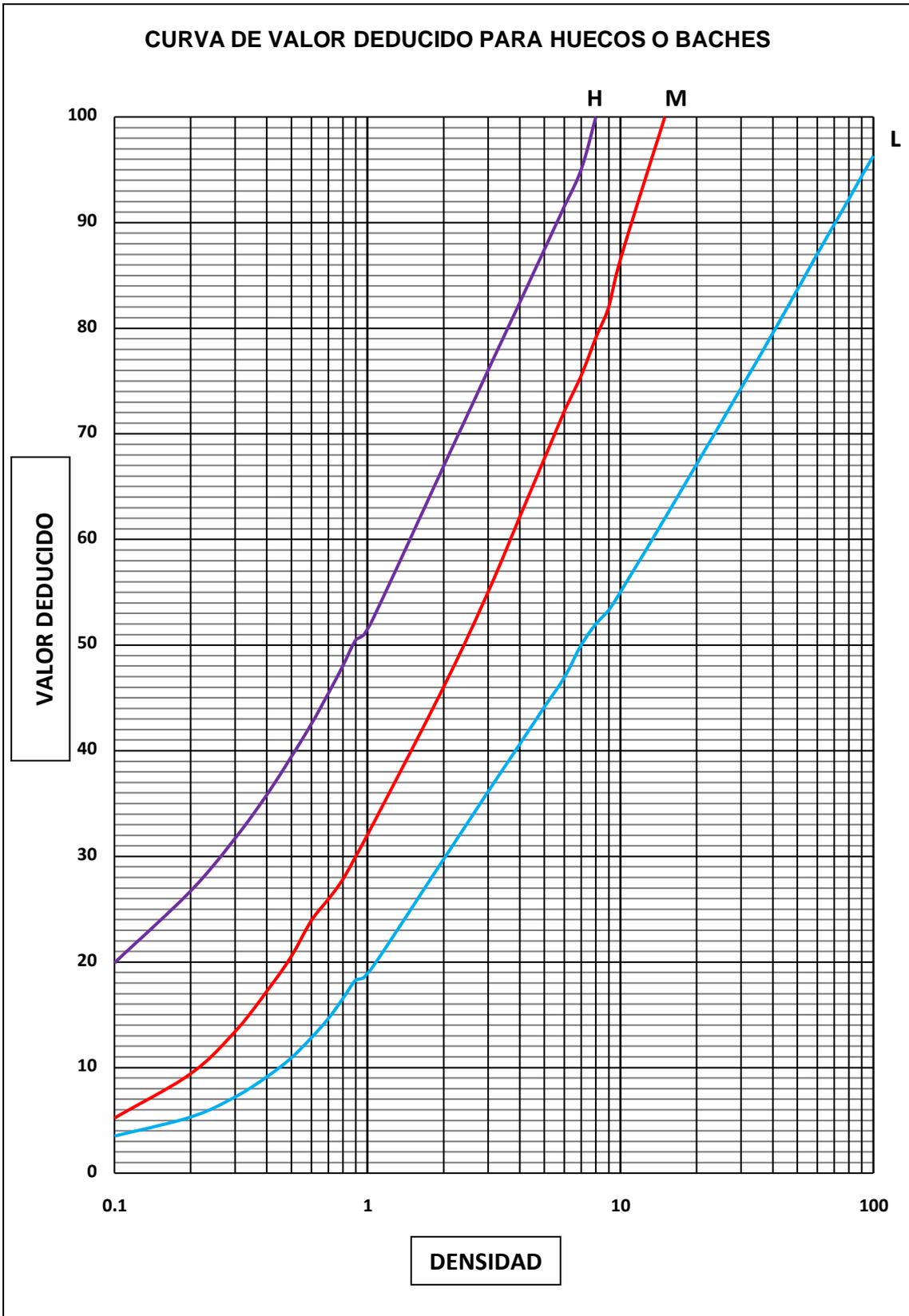
Fuente: 43 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Tabla 24: Valor deducido para huecos o baches.

13. HUECOS O BACHES			
Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	3.50	5.20	19.90
0.20	5.30	9.40	26.70
0.30	7.20	13.40	31.70
0.40	9.10	17.20	35.80
0.50	10.90	20.50	39.40
0.60	12.80	23.90	42.50
0.70	14.60	25.90	45.40
0.80	16.50	27.80	48.00
0.90	18.30	30.00	50.50
1.00	18.80	32.00	51.40
2.00	29.70	46.00	66.90
3.00	36.10	55.00	76.00
4.00	40.60	62.10	82.40
5.00	44.10	67.60	87.40
6.00	46.90	72.10	91.50
7.00	50.00	75.50	95.00
8.00	52.00	79.10	100.00
9.00	53.30	82.00	
10.00	55.00	86.50	
15.00	62.00	100.00	
30.00	74.30		
40.00	79.50		
50.00	83.60		
60.00	87.00		
70.00	89.80		
80.00	92.20		
90.00	94.40		
100.00	96.30		

Fuente: 44 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Figura 20: Curva de valor deducido para huecos o baches.



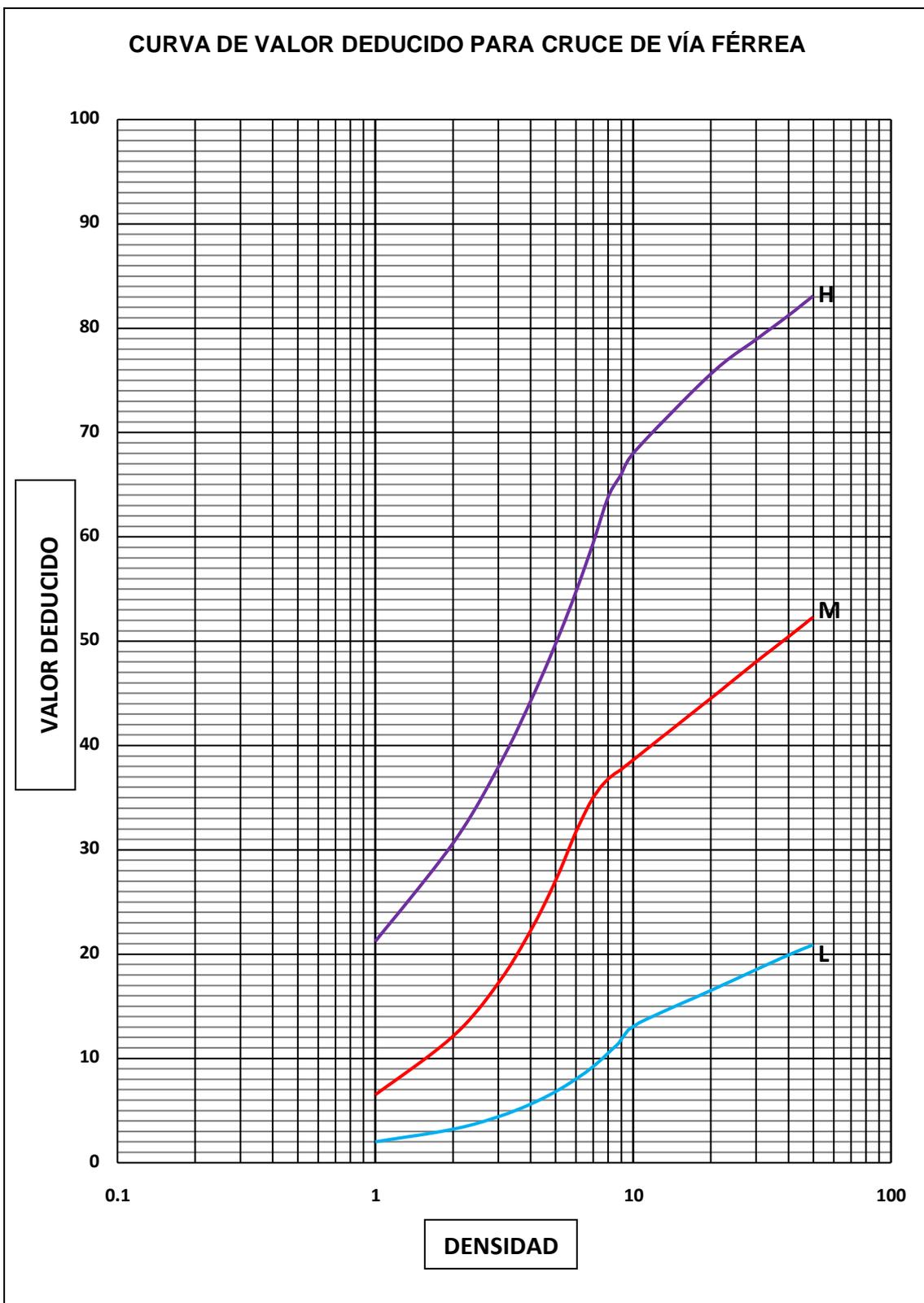
Fuente: 45 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Tabla 25: Valor deducido para cruce de vía férrea.

14. CRUCE DE VÍA FÉRREA			
Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00	2.00	6.50	21.20
2.00	3.20	12.10	30.60
3.00	4.40	17.20	37.90
4.00	5.60	22.20	44.20
5.00	6.80	27.00	49.70
6.00	8.00	31.70	54.70
7.00	9.20	35.00	59.40
8.00	10.50	36.80	63.80
9.00	11.70	37.70	66.00
10.00	13.10	38.60	68.00
20.00	16.50	44.50	75.60
30.00	18.50	48.00	78.91
40.00	19.90	50.40	81.20
50.00	20.90	52.30	83.10
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

Fuente: 46 Adaptado de la ASTM D 6433-18.

Figura 21: Curva de valor deducido para cruce de vía férrea.



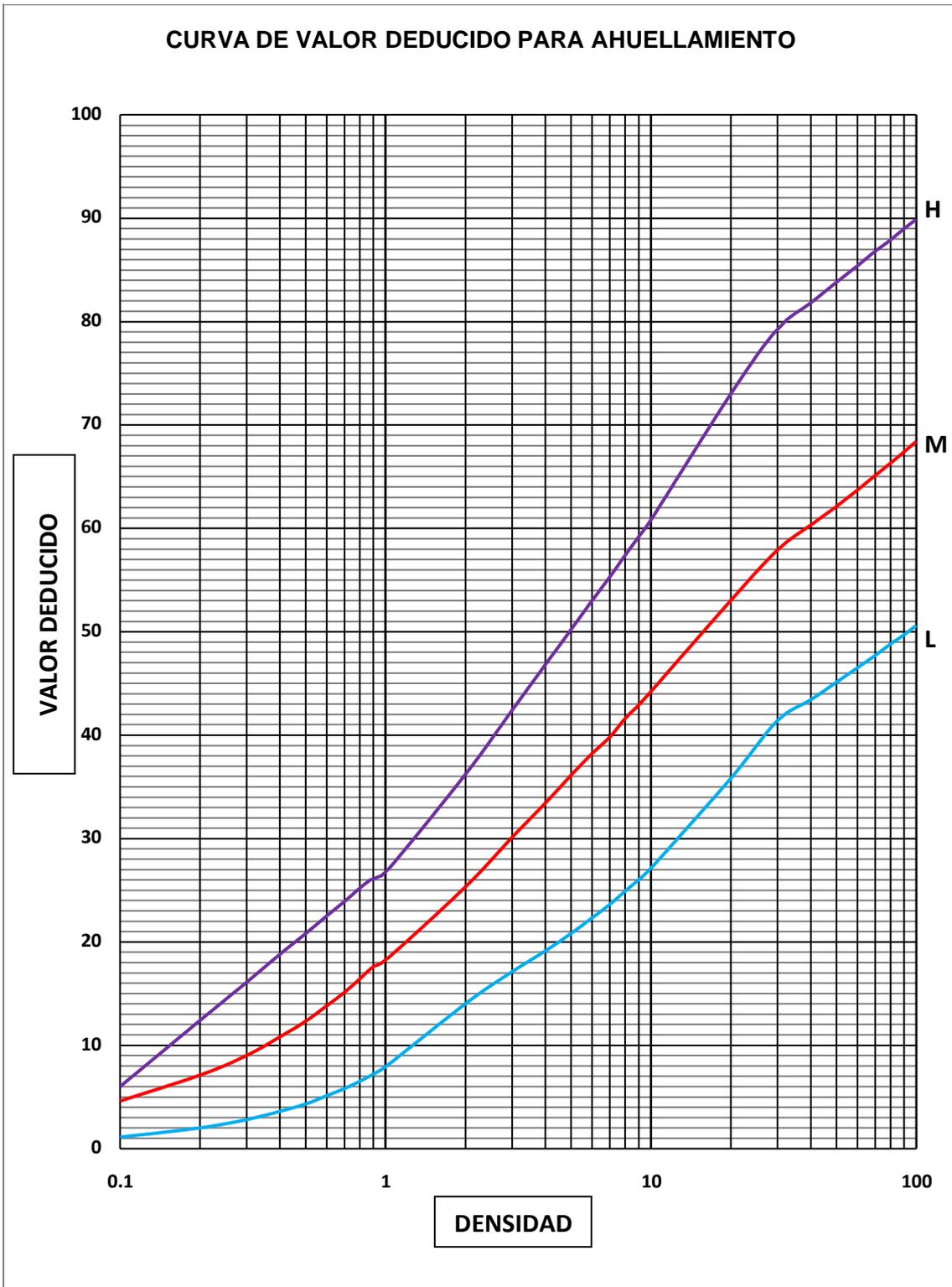
Fuente: 47 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Tabla 26: Valor deducido para ahuellamiento.

15. AHUELLAMIENTO			
Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	1.10	4.60	6.00
0.20	2.00	7.10	12.40
0.30	2.80	9.00	16.10
0.40	3.60	10.80	18.80
0.50	4.30	12.30	20.80
0.60	5.10	13.80	22.50
0.70	5.80	15.10	23.90
0.80	6.50	16.40	25.20
0.90	7.20	17.60	26.20
1.00	7.90	18.20	26.70
2.00	14.00	25.30	36.20
3.00	17.10	30.10	42.40
4.00	19.10	33.40	46.80
5.00	20.80	36.10	50.20
6.00	22.30	38.20	53.00
7.00	23.60	39.80	55.30
8.00	24.90	41.60	57.40
9.00	26.00	42.90	59.20
10.00	27.10	44.20	60.80
20.00	35.80	53.00	73.00
30.00	41.40	57.90	79.30
40.00	43.40	60.30	81.80
50.00	45.10	62.10	83.80
60.00	46.50	63.70	85.40
70.00	47.70	65.10	86.80
80.00	48.80	66.30	87.90
90.00	49.70	67.40	89.00
100.00	50.60	68.40	89.90

Fuente: 48 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Figura 22: Curva de valor deducido para ahuellamiento.



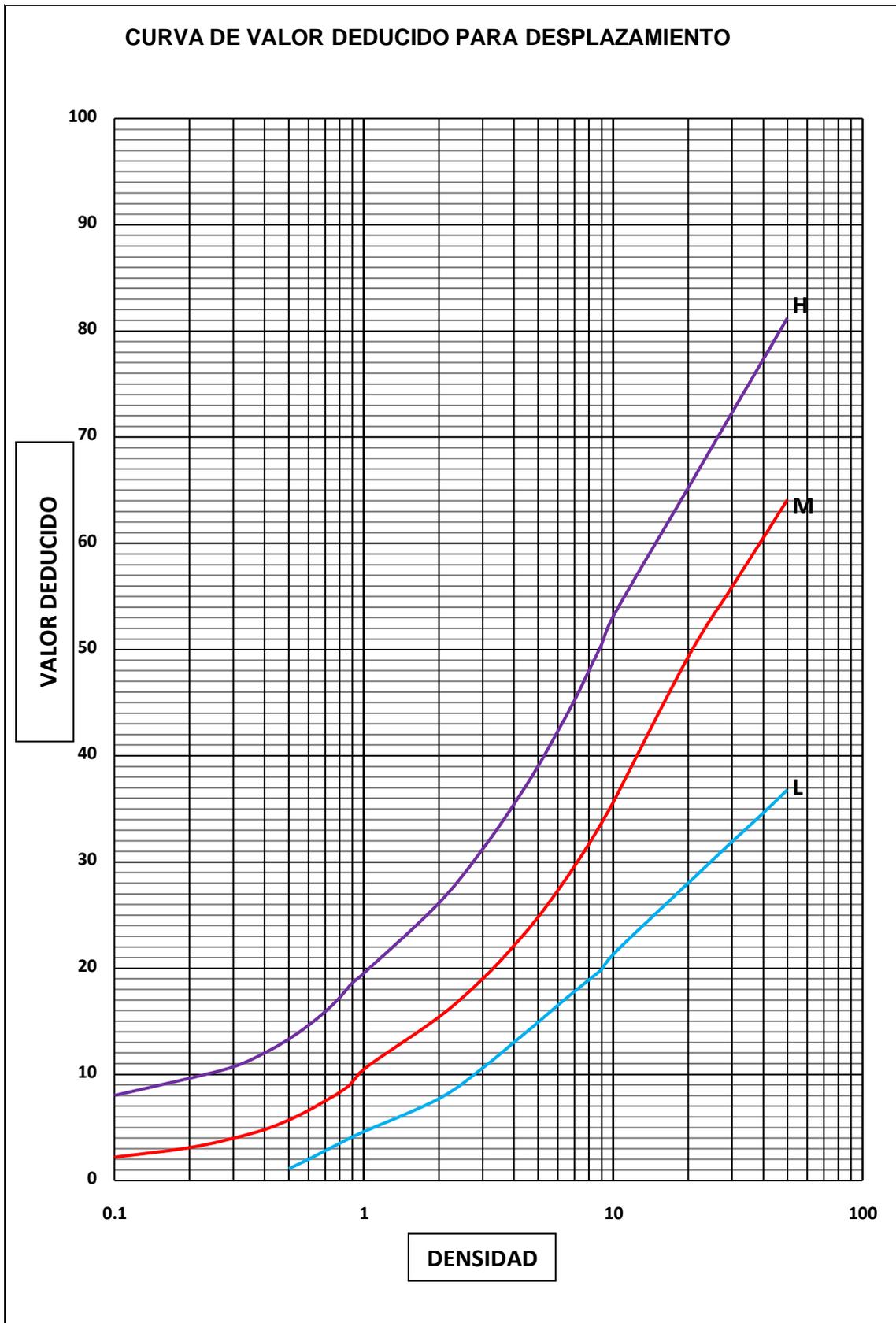
Fuente: 49 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Tabla 27: Valor deducido para desplazamiento.

16. DESPLAZAMIENTO			
Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10		2.20	8.00
0.20		3.10	9.63
0.30		4.00	10.70
0.40		4.80	12.00
0.50	1.10	5.70	13.30
0.60	2.00	6.60	14.60
0.70	2.80	7.50	15.90
0.80	3.50	8.30	17.20
0.90	4.10	9.20	18.60
1.00	4.60	10.50	19.50
2.00	7.70	15.40	26.10
3.00	10.60	19.00	31.20
4.00	13.00	22.10	35.40
5.00	14.90	24.80	39.00
6.00	16.50	27.30	42.30
7.00	17.80	29.60	45.20
8.00	18.90	31.70	48.00
9.00	19.90	33.70	50.50
10.00	21.30	35.60	53.10
20.00	28.00	49.30	65.20
30.00	31.90	55.90	72.30
40.00	34.60	60.50	77.30
50.00	36.80	64.10	81.20
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

Fuente: 50 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Figura 23: Curva de valor deducido para desplazamiento.



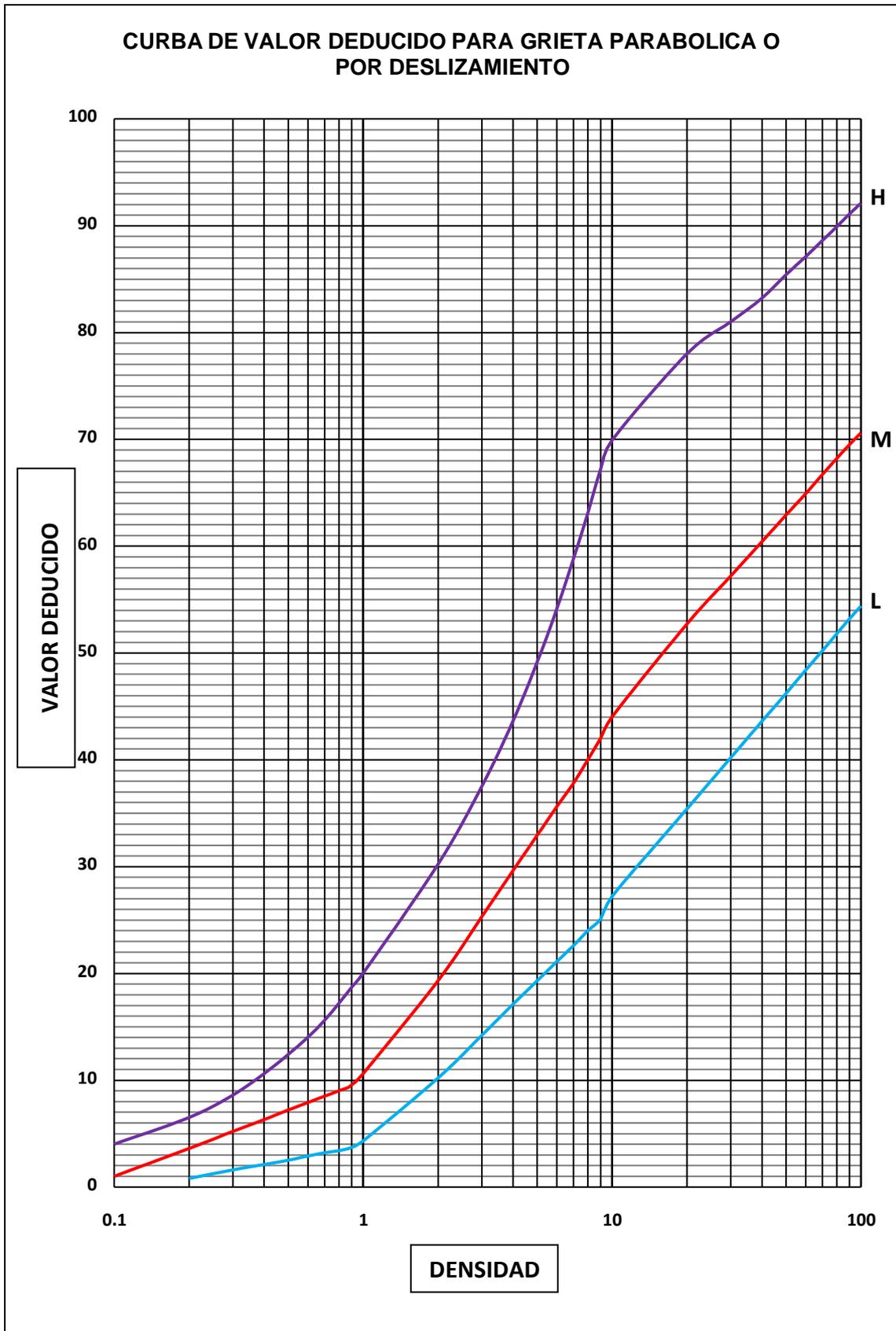
Fuente: 51 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Tabla 28: valor deducido para grieta parabólica o por deslizamiento.

17. GRIETA PARABOLICA O POR DESLIZAMIENTO			
Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10		1.00	4.00
0.20	0.80	3.60	6.50
0.30	1.60	5.20	8.60
0.40	2.10	6.30	10.60
0.50	2.50	7.20	12.40
0.60	2.90	7.90	14.00
0.70	3.20	8.50	15.60
0.80	3.40	9.00	17.20
0.90	3.70	9.50	18.70
1.00	4.30	10.60	20.00
2.00	10.20	19.30	30.20
3.00	14.20	25.30	37.50
4.00	17.10	29.60	43.60
5.00	19.30	32.90	49.10
6.00	21.10	35.60	54.10
7.00	22.60	37.80	58.80
8.00	24.00	40.00	63.10
9.00	25.10	42.00	67.20
10.00	27.20	44.00	69.90
20.00	35.40	52.70	78.00
30.00	40.20	57.20	81.00
40.00	43.60	60.40	83.20
50.00	46.20	62.90	85.40
60.00	48.40	64.90	87.10
70.00	50.20	66.70	88.60
80.00	51.80	68.20	89.90
90.00	53.20	69.50	91.10
100.00	54.40	70.60	92.10

Fuente: 52 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Figura 24: Curva de valor deducido para grieta parabólica o por deslizamiento.



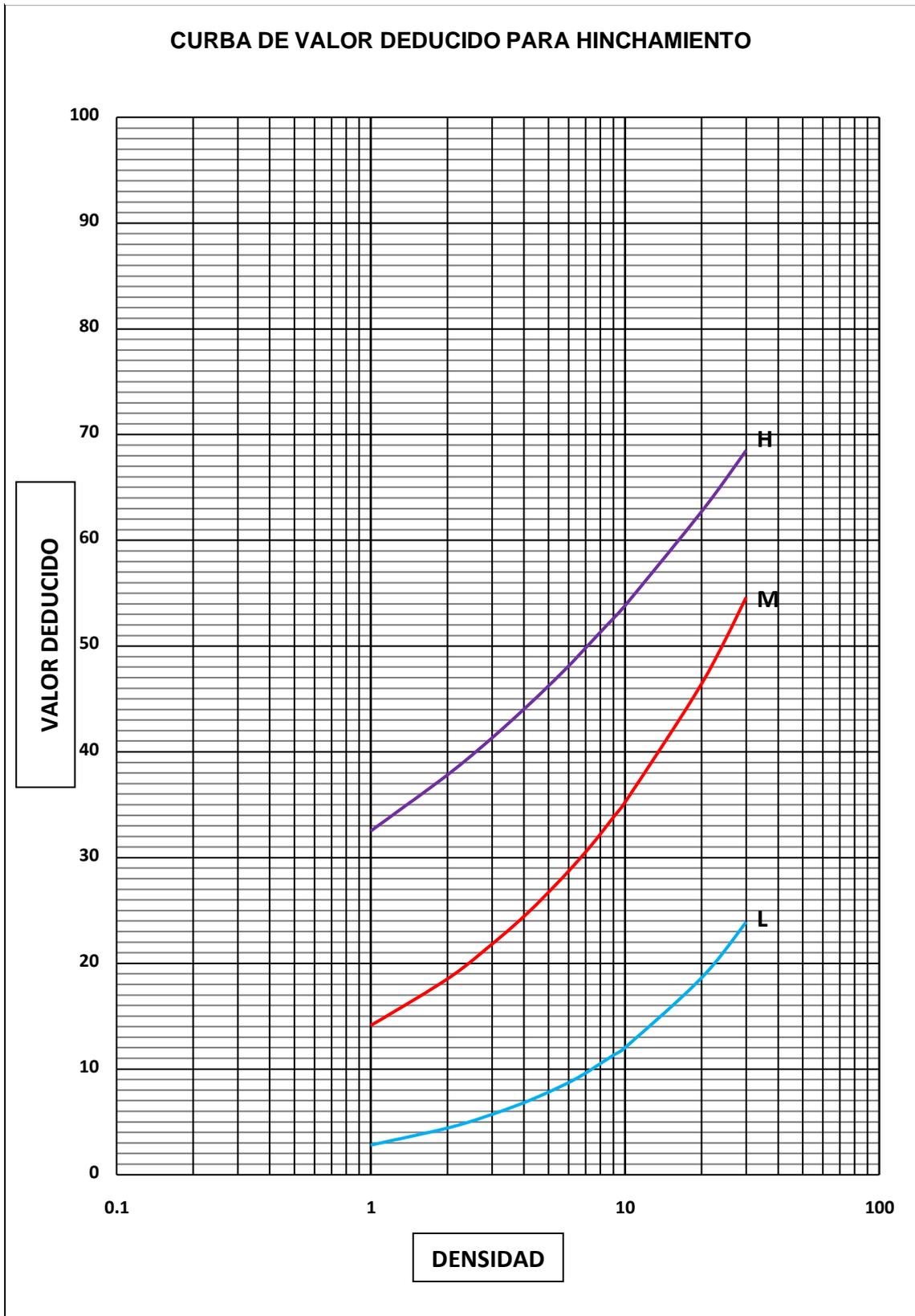
Fuente: 53 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Tabla 29 : Valor deducido para hinchamiento.

18. HINCHAMIENTO			
Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00	2.80	14.10	32.50
2.00	4.40	18.50	37.80
3.00	5.70	21.80	41.30
4.00	6.80	24.40	44.00
5.00	7.80	26.70	46.21
6.00	8.70	28.70	48.10
7.00	9.60	30.50	49.80
8.00	10.50	32.20	51.30
9.00	11.30	33.80	52.60
10.00	12.00	35.20	53.80
20.00	18.60	46.40	62.70
30.00	23.90	54.60	68.50
40.00			
50.00			
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

Fuente: 54 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Figura 25: Curva de valor deducido para hinchamiento.



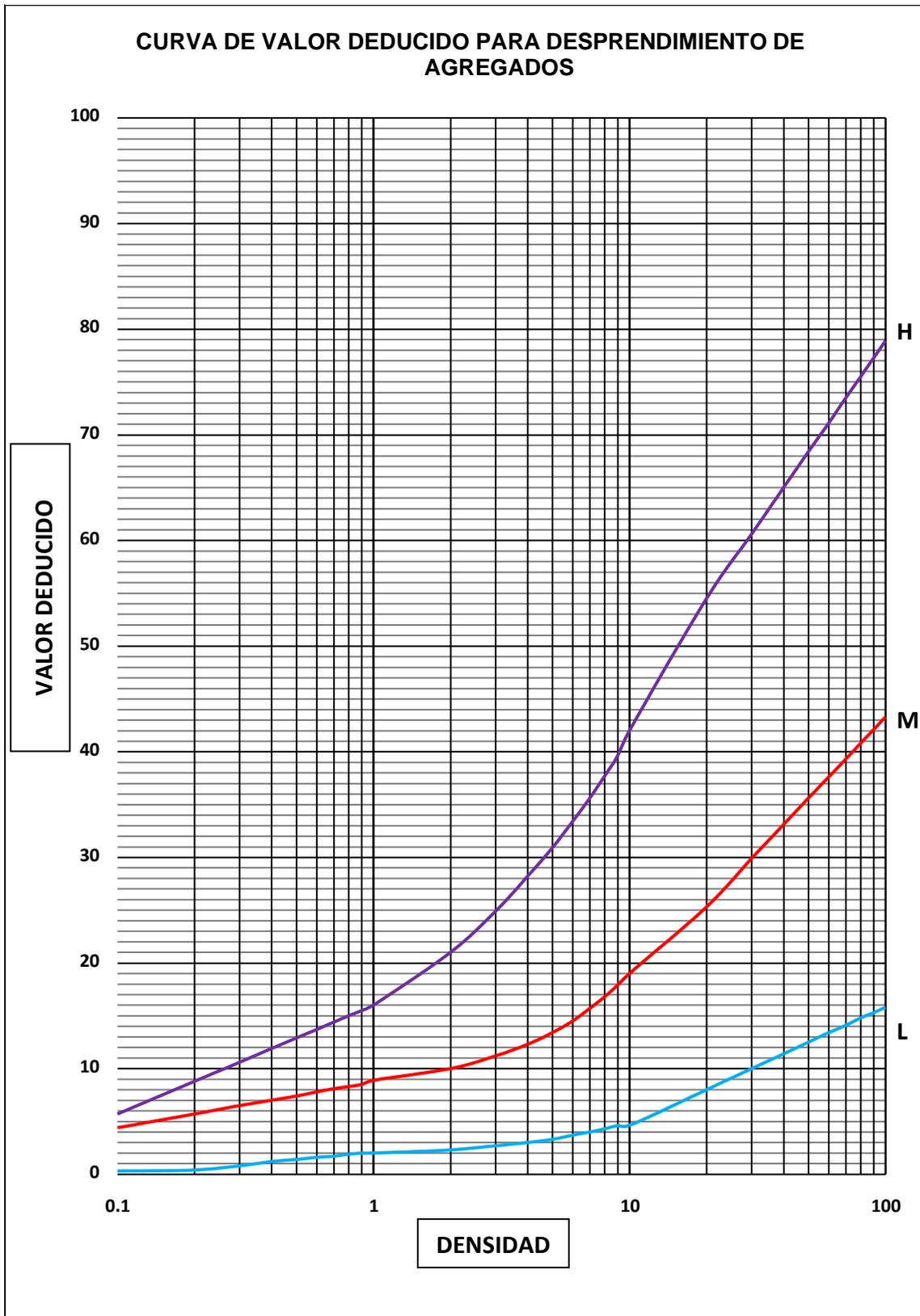
Fuente: 55 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Tabla 30: Valor deducido para desprendimiento de agregados.

19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS			
Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	0.30	4.40	5.70
0.20	0.40	5.70	8.80
0.30	0.80	6.50	10.60
0.40	1.20	7.00	11.90
0.50	1.40	7.40	12.90
0.60	1.60	7.80	13.70
0.70	1.70	8.10	14.40
0.80	1.90	8.30	15.00
0.90	2.00	8.50	15.50
1.00	2.00	8.90	16.00
2.00	2.30	10.00	21.00
3.00	2.70	11.20	24.90
4.00	3.00	12.30	28.20
5.00	3.30	13.40	30.90
6.00	3.70	14.50	33.40
7.00	4.00	15.70	35.60
8.00	4.30	16.80	37.70
9.00	4.60	17.90	39.60
10.00	4.60	19.00	42.00
20.00	8.00	25.30	54.50
30.00	10.00	29.90	60.60
40.00	11.40	33.10	65.00
50.00	12.50	35.60	68.40
60.00	13.40	37.60	71.10
70.00	14.10	39.30	73.50
80.00	14.80	40.80	75.50
90.00	15.30	42.10	77.30
100.00	15.80	43.30	78.90

Fuente: 56 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Figura 26: Curva de valor deducido para desprendimiento de agregados.



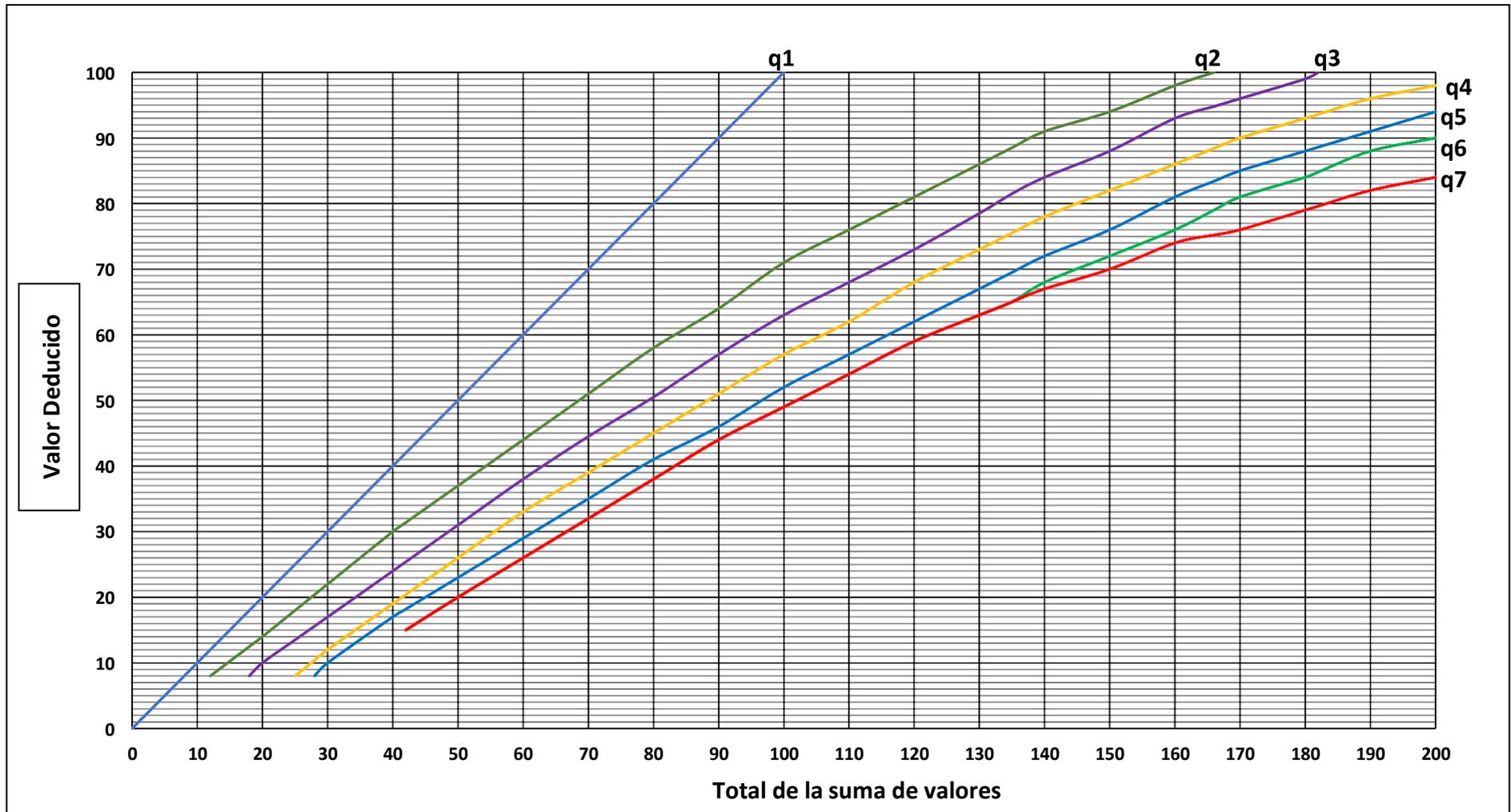
Fuente: 57 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Tabla 31: Valor deducido corregido.

TOTAL DE VALORES DEDUCIDOS	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO						
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7
0.00	0.00						
10.00	10.00						
12.00	12.00	8.00					
18.00	18.00	12.50	8.00				
20.00	20.00	14.00	10.00				
25.00	25.00	18.00	13.50	8.00			
28.00	28.00	20.40	15.60	10.40	8.00		
30.00	30.00	22.00	17.00	12.00	10.00		
40.00	40.00	30.00	24.00	19.00	17.00		
42.00	42.00	31.40	25.40	20.40	18.20	15.00	15.00
50.00	50.00	37.00	31.00	26.00	23.00	20.00	20.00
60.00	60.00	44.00	38.00	33.00	29.00	26.00	26.00
70.00	70.00	51.00	44.50	39.00	35.00	32.00	32.00
80.00	80.00	58.00	50.50	45.00	41.00	38.00	38.00
90.00	90.00	64.00	57.00	51.00	46.00	44.00	44.00
100.00	100.00	71.00	63.00	57.00	52.00	49.00	49.00
110.00		76.00	68.00	62.00	57.00	54.00	54.00
120.00		81.00	73.00	68.00	62.00	59.00	59.00
130.00		86.00	78.50	73.00	67.00	63.00	63.00
135.00		88.50	81.50	75.50	69.50	65.00	65.00
140.00		91.00	84.00	78.00	72.00	68.00	67.00
150.00		94.00	88.00	82.00	76.00	72.00	70.00
160.00		98.00	93.00	86.00	81.00	76.00	74.00
166.00		100.00	94.80	88.40	83.40	79.00	75.20
170.00			96.00	90.00	85.00	81.00	76.00
180.00			99.00	93.00	88.00	84.00	79.00
182.00			100.00	93.60	88.60	84.80	79.60
190.00				96.00	91.00	88.00	82.00
200.00				98.00	94.00	90.00	84.00

Fuente: 58 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Figura 27: Curva de valor deducido corregido.



Fuente: 59 Adaptado de la ASTM D6433-18.

Anexo 02: VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE LA FICHA DE REGISTRO DE RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS.

Tabla 32: Unidad de Muestreo: UM – A 16.

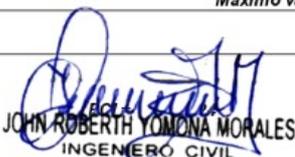
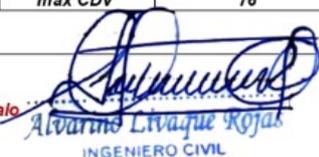
DELGADO - HIDALGO		EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE METODO (PAVEMENT CONDITION INDEX)									
HOJA DE INSPECCIÓN											
Proyecto:		Evaluación del Pavimento Flexible Aplicando el Método PCI para su mejor alternativa de solución del Tramo Cajaruro – Alenya, Provincia Utcubamba, Amazonas 2021.									
Nombre de la vía:	Tramo Cajaruro - Alenya.	Ancho de Calzada:	6.80 m			SEVERIDAD					
Unidad de muestra:	UM - A 16	Área de muestra:	231.20 m ²			Baja (L)					
Progresiva Inicial:	0 +510	Evaluadores :	Delgado Delgado Max y Hidalgo Herrera Erik			Media (M)					
Progresiva Final:	0 +544	Fecha de evaluación:	24/09/2021			Alta (H)					
Observaciones	N°	Tipo de Falla	Unidad	N°	Tipo de Falla	Unidad	Forma de la muestra				
Es un tramo muy transitado que une la Provincia de Utcubamba y la Provincia de Bagua en el Departamento de Amazonas.	1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parqueo	m ²	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="width: 80px; height: 80px; background-color: #cccccc; margin-right: 10px;"></div> <div style="text-align: left;"> <p>Lm = 34 mts</p> <p>B = 6.80 mts</p> </div> </div>				
	2	Exudacion	m ²	12	Pulimiento de agregados	m ²					
	3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos / Baches	N°					
	4	Abultamientos y hundimientos	m ²	14	Cruce de vía férrea	m ²					
	5	Corrugaciones	m ²	15	Ahuellamientos	m ²					
	6	Depresión	m ²	16	Desplazamientos	m ²					
	7	Grieta en borde	m	17	Grieta parabólica	m ²					
	8	Grieta de reflexión en junta	m	18	Hinchamiento	m ²					
	9	Desnivel carril/ berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m ²					
	10	Grietas longitudinales y transversales	m								
Tipos de Fallas Existentes en el Pavimento											
Falla	Severidad	Cantidades Parciales					Total	Densidad %	Valor deducido (DV)		
4	H	2.10 x	5.20				10.92	4.72	51.39		
19	H	6.80 x	7.50				51.00	22.06	55.85		
13	M	1.00 x					1.00	0.43	18.16		
Total valor deducido							TDV =		125.4		
Valor deducido más alto (HDV)									55.9		
Número admisible deducidos (m)		$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$						m =	5.05		
CALCULO DEL PCI											
n°	Valores deducidos (DV)								TDV	Número de valores deducidos (q)>2	Valor deducido corregido (CVD)
1	55.85	51.39	18.16					125.4	3	76	
2	55.85	51.39	2					109.2	2	76	
3	55.85	2	2					59.85	1	60	
Máximo valor deducido										max CDV	76
$PCI = 100 - max CDV$											
Rango de PCI = Muy malo											
 JOHN ROBERT YOMONA MORALES INGENIERO CIVIL REG. CIP 225407							 Alvarado Livaque Rojas INGENIERO CIVIL REG. CIP. 183755				

Tabla 33: Unidad de Muestreo: UM – B 32.

DELGADO - HIDALGO		EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE METODO (PAVEMENT CONDITION INDEX)						
		HOJA DE INSPECCIÓN						
Proyecto:		Evaluación del Pavimento Flexible Aplicando el Método PCI para su mejor alternativa de solución del Tramo Cajaruro – Alenya, Provincia Utcubamba, Amazonas 2021.						
Nombre de la vía:	Tramo Cajaruro - Alenya.	Ancho de Calzada:	6.80 m	SEVERIDAD				
Unidad de muestra:	UM - B 32	Área de muestra:	231.20 m ²	Baja (L)				
Progresiva Inicial:	0 +1054	Evaluadores :	Delgado Delgado Max y Hidalgo Herrera Erik	Media (M)				
Progresiva Final:	0 +1088	Fecha de evaluación:	24/09/2021	Alta (H)				
Observaciones	N°	Tipo de Falla	Unidad	N°	Tipo de Falla	Unidad	Forma de la muestra	
Es un tramo muy transitado que une la Provincia de Utcubamba y la Provincia de Bagua en el Departamento de Amazonas.	1	Piel de cocodrilo	m2	11	Parqueo	m2		
	2	Exudacion	m2	12	Pulimiento de agregados	m2		
	3	Agrietamiento en bloque	m2	13	Huecos / Baches	N°		
	4	Abultamientos y hundimientos	m2	14	Cruce de vía férrea	m2		
	5	Corrugaciones	m2	15	Ahuellamientos	m2		
	6	Depresión	m2	16	Desplazamientos	m2		
	7	Grieta en borde	m	17	Grieta parabólica	m2		
	8	Grieta de reflexión en junta	m	18	Hinchamiento	m2		
	9	Desnivel carril/ berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m2		
	10	Grietas longitudinales y transversales	m					
Tipos de Fallas Existentes en el Pavimento								
Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor deducido (DV)
13	L	11.00 x				11.00	4.76	43.25
13	H	2.00 x				2.00	0.87	49.75
13	L	3.30 x 3.40				23.87	10.33	55.46
Total valor deducido						TDV =	148.5	
Valor deducido más alto (HDV)								55.5
Número admisible deducidos (m)		$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$					m =	5.09
CALCULO DEL PCI								
n°	Valores deducidos (DV)				TDV	Número de valores deducidos (q)>2	Valor deducido corregido (CVD)	
1	55.46	49.75	43.25		148.5	3	87	
2	55.46	49.75	2		107.2	2	75	
3	55.46	2	2		59.46	1	59	
Máximo valor deducido						max CDV	87	
PCI = 100 - max CDV								
 JOHN ROBERT YOMONA MORALES INGENIERO CIVIL REG. CIP. 225407			Rango de PCI =			Muy malo		
 Alvarino Litvaque Rojas INGENIERO CIVIL REG. CIP. 183755								

Tabla 35: Unidad de Muestreo: UM – D 64.

DELGADO - HIDALGO		EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE METODO (PAVEMENT CONDITION INDEX)						
		HOJA DE INSPECCION						
Proyecto:		Evaluación del Pavimento Flexible Aplicando el Método PCI para su mejor alternativa de solución del Tramo Cajaruro – Alenya, Provincia Utcubamba, Amazonas 2021.						
Nombre de la vía:	Tramo Cajaruro - Alenya.	Ancho de Calzada:	6.80 m		SEVERIDAD			
Unidad de muestra:	UM - D 64	Área de muestra:	231.20 m ²		Baja (L)			
Progresiva Inicial:	0 +2142	Evaladores :	Delgado Delgado Max y Hidalgo Herrera Erik		Media (M)			
Progresiva Final:	0 +2176	Fecha de evaluación:	24/09/2021		Alta (H)			
Observaciones	N°	Tipo de Falla	Unidad	N°	Tipo de Falla	Unidad	Forma de la muestra	
Es un tramo muy transitado que une la Provincia de Utcubamba y la Provincia de Bagua en el Departamento de Amazonas.	1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parcheo	m ²		
	2	Exudacion	m ²	12	Pulimiento de agregados	m ²		
	3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos / Baches	N°		
	4	Abultamientos y hundimientos	m ²	14	Cruce de vía férrea	m ²		
	5	Corrugaciones	m ²	15	Ahuellamientos	m ²		
	6	Depresión	m ²	16	Desplazamientos	m ²		
	7	Grieta en borde	m	17	Grieta parabólica	m ²		
	8	Grieta de reflexión en junta	m	18	Hinchamiento	m ²		
	9	Desnivel carril/ berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m ²		
	10	Grietas longitudinales y transversales	m					
Tipos de Fallas Existentes en el Pavimento								
Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor deducido (DV)
4	L	3.40 x 9.00				30.60	13.24	20.12
19	L	4.10 x 9.10				37.31	16.14	5.75
13	H	1.15 x 1.20				2.94	1.27	55.59
Total valor deducido						TDV =	81.5	
Valor deducido más alto (HDV)							55.6	
Número admisible deducidos (m)						$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$	m = 5.08	
CALCULO DEL PCI								
n°	Valores deducidos (DV)				TDV	Número de valores deducidos (q)>2	Valor deducido corregido (CVD)	
1	55.59	20.12	5.75		81.46	3	51	
2	55.59	20.12	2		77.71	2	10	
3	55.59	2	2		59.59	1	60	
Máximo valor deducido						max CDV	60	
PCI = 100 - max CDV								
 JOHN ROBERT YOMONA MORALES INGENIERO CIVIL REG. CIP 225407			Rango de PCI =			Regular Alvarino Livaque Rojas INGENIERO CIVIL REG. CIP. 183755		

Tabla 36: Unidad de Muestreo: UM – E 80.

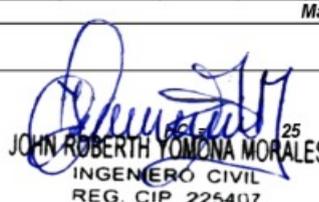
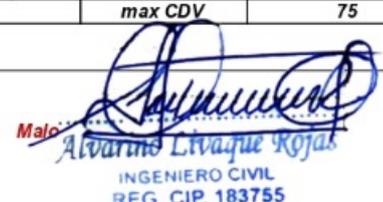
DELGADO - HIDALGO		EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE METODO (PAVEMENT CONDITION INDEX)						
		HOJA DE INSPECCION						
Proyecto:		Evaluación del Pavimento Flexible Aplicando el Método PCI para su mejor alternativa de solución del Tramo Cajaruro – Alenya, Provincia Utcubamba, Amazonas 2021.						
Nombre de la vía:	Tramo Cajaruro - Alenya.	Ancho de Calzada:	6.80 m			SEVERIDAD		
Unidad de muestra:	UM - E 80	Área de muestra:	231.20 m ²			Baja (L)		
Progresiva Inicial:	0 +2686	Evaluadores :	Delgado Delgado Max y Hidalgo Herrera Erik			Media (M)		
Progresiva Final:	0 +2720	Fecha de evaluación:	24/09/2021			Alta (H)		
Observaciones	N°	Tipo de Falla	Unidad	N°	Tipo de Falla	Unidad	Forma de la muestra	
Es un tramo muy transitado que une la Provincia de Utcubamba y la Provincia de Bagua en el Departamento de Amazonas.	1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parqueo	m ²	 <p>Lm = 34 mts B = 6.80 mts</p>	
	2	Exudacion	m ²	12	Pulimiento de agregados	m ²		
	3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos / Baches	N°		
	4	Abultamientos y hundimientos	m ²	14	Cruce de vía férrea	m ²		
	5	Corrugaciones	m ²	15	Ahuellamientos	m ²		
	6	Depresión	m ²	16	Desplazamientos	m ²		
	7	Grieta en borde	m	17	Grieta parabólica	m ²		
	8	Grieta de reflexión en junta	m	18	Hinchamiento	m ²		
	9	Desnivel carril/ berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m ²		
	10	Grietas longitudinales y transversales	m					
Tipos de Fallas Existentes en el Pavimento								
Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor deducido (DV)
4	M	4.50 x	16.20			72.90	31.53	74.9
Total valor deducido						TDV =		74.9
Valor deducido más alto (HDV)								74.9
Número admisible deducidos (m)						$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$	m =	3.31
CALCULO DEL PCI								
n°	Valores deducidos (DV)					TDV	Número de valores deducidos (q)>2	Valor deducido corregido (CVD)
1	74.9					74.9	1	75
Máximo valor deducido						max CDV		75
PCI = 100 - max CDV								
Rango de PCI =				Malo				
 JOHN ROBERTH YOMONA MORALES 25 INGENIERO CIVIL REG. CIP. 225407				 Alvarino Litvaque Rojas INGENIERO CIVIL REG. CIP. 183755				

Tabla 37: Unidad de Muestreo: UM – F 96.

DELGADO - HIDALGO		EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE METODO (PAVEMENT CONDITION INDEX)							
		HOJA DE INSPECCION							
Proyecto:		Evaluación del Pavimento Flexible Aplicando el Método PCI para su mejor alternativa de solución del Tramo Cajaruro – Alenya, Provincia Utcubamba, Amazonas 2021.							
Nombre de la vía:	Tramo Cajaruro - Alenya.	Ancho de Calzada:	6.80 m		SEVERIDAD				
Unidad de muestra:	UM - F 96	Área de muestra:	231.20 m ²		Baja (L)				
Progresiva Inicial:	0 +3230	Evaladores :	Delgado Delgado Max y Hidalgo Herrera Erik		Media (M)				
Progresiva Final:	0 +3264	Fecha de evaluación:	24/09/2021		Alta (H)				
Observaciones	N°	Tipo de Falla	Unidad	N°	Tipo de Falla	Unidad	Forma de la muestra		
Es un tramo muy transitado que une la Provincia de Utcubamba y la Provincia de Bagua en el Departamento de Amazonas.	1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parqueo	m ²			
	2	Exudacion	m ²	12	Pulimiento de agregados	m ²			
	3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos / Baches	N°			
	4	Abultamientos y hundimientos	m ²	14	Cruce de vía férrea	m ²			
	5	Corrugaciones	m ²	15	Ahuellamientos	m ²			
	6	Depresión	m ²	16	Desplazamientos	m ²			
	7	Grieta en borde	m	17	Grieta parabólica	m ²			
	8	Grieta de reflexión en junta	m	18	Hinchamiento	m ²			
	9	Desnivel carril/ berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m ²			
	10	Grietas longitudinales y transversales	m						
Tipos de Fallas Existentes en el Pavimento									
Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor deducido (DV)	
13	L	1.40 x	2.30			6.85	2.96	35.86	
13	L	1.50 x	3.60			11.49	4.97	44	
13	M	8.00 x				8.00	3.46	58.27	
Total valor deducido						TDV =		138.1	
Valor deducido más alto (HDV)								58.3	
Número admisible deducidos (m)						m = 1 + (9/98)(100 - HDV) ≤ 10	m =	4.83	
CALCULO DEL PCI									
n°	Valores deducidos (DV)				TDV	Número de valores deducidos (q) > 2	Valor deducido corregido (CVD)		
1	58.27	44	35.86		138.1	3	83		
2	58.27	44	2		104.3	2	73		
3	58.27	2	2		62.27	1	62		
Máximo valor deducido						max CDV	83		
PCI = 100 - max CDV									
 JOHN ROBERT YOMONA MORALES INGENIERO CIVIL REG. CIP. 225407				Rango de PCI = Muy malo				 Alvarado Linaque Rojas INGENIERO CIVIL REG. CIP. 183755	

Tabla 38: Unidad de Muestreo: UM – G 112.

DELGADO - HIDALGO			EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE METODO (PAVEMENT CONDITION INDEX)					
			HOJA DE INSPECCION					
Proyecto:		Evaluación del Pavimento Flexible Aplicando el Método PCI para su mejor alternativa de solución del Tramo Cajaruro – Alenya, Provincia Utcubamba, Amazonas 2021.						
Nombre de la vía:	Tramo Cajaruro - Alenya.	Ancho de Calzada:	6.80 m		SEVERIDAD			
Unidad de muestra:	UM - G 112	Área de muestra:	231.20 m ²		Baja (L)			
Progresiva Inicial:	0 +3774	Evaluadores :	Delgado Delgado Max y Hidalgo Herrera Erik		Media (M)			
Progresiva Final:	0 +3808	Fecha de evaluación:	24/09/2021		Alta (H)			
Observaciones	N°	Tipo de Falla	Unidad	N°	Tipo de Falla	Unidad	Forma de la muestra	
Es un tramo muy transitado que une la Provincia de Utcubamba y la Provincia de Bagua en el Departamento de Amazonas.	1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parqueo	m ²		
	2	Exudacion	m ²	12	Pulimiento de agregados	m ²		
	3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos / Baches	N°		
	4	Abultamientos y hundimientos	m ²	14	Cruce de vía férrea	m ²		
	5	Corrugaciones	m ²	15	Ahuellamientos	m ²		
	6	Depresión	m ²	16	Desplazamientos	m ²		
	7	Grieta en borde	m	17	Grieta parabólica	m ²		
	8	Grieta de reflexión en junta	m	18	Hinchamiento	m ²		
	9	Desnivel carril/ berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m ²		
	10	Grietas longitudinales y transversales	m					
Tipos de Fallas Existentes en el Pavimento								
Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor deducido (DV)
13	L	7.00 x				7.00	3.03	36.24
Total valor deducido						TDV =		36.2
Valor deducido más alto (HDV)								36.2
Número admisible deducidos (m)						m = 1 + (9/98)(100 - HDV) ≤ 10	m =	6.86
CALCULO DEL PCI								
n°	Valores deducidos (DV)				TDV	Número de valores deducidos (q)>2	Valor deducido corregido (CVD)	
1	36.24				36.24	1	36	
Máximo valor deducido						max CDV	36	
PCI = 100 - max CDV								
 JOHN ROBERTH YOMONA MORALES INGENIERO CIVIL REG. CIP. 225407		Rango de PCI =		Bueno		 Alvarino Litvaque Rojas INGENIERO CIVIL REG. CIP. 183755		

Tabla 39: Unidad de Muestreo: UM – H 128.

DELGADO - HIDALGO		EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE METODO (PAVEMENT CONDITION INDEX)						
		HOJA DE INSPECCION						
Proyecto:		Evaluación del Pavimento Flexible Aplicando el Método PCI para su mejor alternativa de solución del Tramo Cajaruro – Alenya, Provincia Utcubamba, Amazonas 2021.						
Nombre de la vía:	Tramo Cajaruro - Alenya.	Ancho de Calzada:	6.80 m			SEVERIDAD		
Unidad de muestra:	UM - H 128	Área de muestra:	231.20 m ²			Baja (L)		
Progresiva Inicial:	0+4318	Evalúadores :	Delgado Delgado Max y Hidalgo Herrera Erik			Medía (M)		
Progresiva Final:	0+4352	Fecha de evaluación:	24/09/2021			Alta (H)		
Observaciones	N°	Tipo de Falla	Unidad	N°	Tipo de Falla	Unidad	Forma de la muestra	
Es un tramo muy transitado que une la Provincia de Utcubamba y la Provincia de Bagua en el Departamento de Amazonas.	1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parqueo	m ²		
	2	Exudacion	m ²	12	Pulimiento de agregados	m ²		
	3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos / Baches	N°		
	4	Abultamientos y hundimientos	m ²	14	Cruce de vía férrea	m ²		
	5	Corrugaciones	m ²	15	Ahuellamientos	m ²		
	6	Depresión	m ²	16	Desplazamientos	m ²		
	7	Grieta en borde	m	17	Grieta parabólica	m ²		
	8	Grieta de reflexión en junta	m	18	Hinchamiento	m ²		
	9	Desnivel carril/ berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m ²		
	10	Grietas longitudinales y transversales	m					
Tipos de Fallas Existentes en el Pavimento								
Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor deducido (DV)
13	H	8.00 x				8.00	3.46	78.95
Total valor deducido						TDV =		79.0
Valor deducido más alto (HDV)								79.0
Número admisible deducidos (m)						$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$	m =	2.93
CALCULO DEL PCI								
n°	Valores deducidos (DV)					TDV	Número de valores deducidos (q) > 2	Valor deducido corregido (CVD)
1	78.95					78.95	1	79
Máximo valor deducido						max CDV		79
PCI = 100 - max CDV								
 JOHN ROBERTH YOMONA MORALES INGENIERO CIVIL REG. CIR. 225467				Rango de PCI = Muy malo Alvarado Linaque Rojas INGENIERO CIVIL REG. CIR. 183755				

Tabla 40: Unidad de Muestreo: UM – I 144.

DELGADO - HIDALGO		EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE METODO (PAVEMENT CONDITION INDEX)						
		HOJA DE INSPECCION						
Proyecto:		Evaluación del Pavimento Flexible Aplicando el Método PCI para su mejor alternativa de solución del Tramo Cajaruro – Alenya, Provincia Utcubamba, Amazonas 2021.						
Nombre de la vía:	Tramo Cajaruro - Alenya.	Ancho de Calzada:	6.80 m			SEVERIDAD		
Unidad de muestra:	UM - I 144	Área de muestra:	231.20 m ²			Baja (L)		
Progresiva Inicial:	0+4862	Evaluadores :	Delgado Delgado Max y Hidalgo Herrera Erik			Media (M)		
Progresiva Final:	0+4896	Fecha de evaluación:	24/09/2021			Alta (H)		
Observaciones	N°	Tipo de Falla	Unidad	N°	Tipo de Falla	Unidad	Forma de la muestra	
Es un tramo muy transitado que une la Provincia de Utcubamba y la Provincia de Bagua en el Departamento de Amazonas.	1	Piel de cocodrilo	m2	11	Parqueo	m2		
	2	Exudacion	m2	12	Pulimiento de agregados	m2		
	3	Agrietamiento en bloque	m2	13	Huecos / Baches	N°		
	4	Abultamientos y hundimientos	m2	14	Cruce de vía férrea	m2		
	5	Corrugaciones	m2	15	Ahuellamientos	m2		
	6	Depresión	m2	16	Desplazamientos	m2		
	7	Grieta en borde	m	17	Grieta parabólica	m2		
	8	Grieta de reflexión en junta	m	18	Hinchamiento	m2		
	9	Desnivel carril/ berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m2		
	10	Grietas longitudinales y transversales	m					
Tipos de Fallas Existentes en el Pavimento								
Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor deducido (DV)
15	H	5.80 x	6.80			39.44	17.06	69.39
Total valor deducido						TDV =	69.4	
Valor deducido más alto (HDV)							69.4	
Número admisible deducidos (m)						m = 1 + (9/98)(100 - HDV) ≤ 10	m =	3.81
CALCULO DEL PCI								
n°	Valores deducidos (DV)					TDV	Número de valores deducidos (q) > 2	Valor deducido corregido (CVD)
1	69.39					69.39	1	69
Máximo valor deducido						max CDV	69	
PCI = 100 - max CDV								
 JOHN ROBERT YOMONA MORALES INGENIERO CIVIL REG. CIP 225407		Rango de PCI = Malo		 Alvarino Litvaque Rojas INGENIERO CIVIL REG. CIP. 183755				

Tabla 41: Unidad de Muestreo: UM – J 160.

DELGADO - HIDALGO		EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE METODO (PAVEMENT CONDITION INDEX)						
		HOJA DE INSPECCION						
Proyecto:		Evaluación del Pavimento Flexible Aplicando el Método PCI para su mejor alternativa de solución del Tramo Cajaruro – Alenya, Provincia Utcubamba, Amazonas 2021.						
Nombre de la vía:	Tramo Cajaruro - Alenya.	Ancho de Calzada:	6.80 m			SEVERIDAD		
Unidad de muestra:	UM - J 160	Área de muestra:	231.20 m ²			Baja (L)		
Progresiva Inicial:	0+5406	Evaladores :	Delgado Delgado Max y Hidalgo Herrera Erik			Media (M)		
Progresiva Final:	0+5440	Fecha de evaluación:	24/09/2021			Alta (H)		
Observaciones	N°	Tipo de Falla	Unidad	N°	Tipo de Falla	Unidad	Forma de la muestra	
Es un tramo muy transitado que une la Provincia de Utcubamba y la Provincia de Bagua en el Departamento de Amazonas.	1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parqueo	m ²		
	2	Exudacion	m ²	12	Pulimiento de agregados	m ²		
	3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos / Baches	N°		
	4	Abultamientos y hundimientos	m ²	14	Cruce de vía férrea	m ²		
	5	Corrugaciones	m ²	15	Ahuellamientos	m ²		
	6	Depresión	m ²	16	Desplazamientos	m ²		
	7	Grieta en borde	m	17	Grieta parabólica	m ²		
	8	Grieta de reflexión en junta	m	18	Hinchamiento	m ²		
	9	Desnivel carril/ berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m ²		
	10	Grietas longitudinales y transversales	m					
Tipos de Fallas Existentes en el Pavimento								
Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor deducido (DV)
4	M	1.80 x	8.80			15.84	6.85	33.98
13	L	5.00 x				5.00	2.16	30.72
13	M	4.00 x				4.00	1.73	42
Total valor deducido						TDV =		106.7
Valor deducido más alto (HDV)								42.0
Número admisible deducidos (m)						m = 1 + (9/98)(100 - HDV) ≤ 10	m =	6.33
CALCULO DEL PCI								
n°	Valores deducidos (DV)				TDV	Número de valores deducidos (q) > 2	Valor deducido corregido (CVD)	
1	42	33.98	30.72		106.7	3	66	
2	42	33.98	2		77.98	2	57	
3	42	2	2		46	1	46	
Máximo valor deducido						max CDV	66	
PCI = 100 - max CDV								
Rango de PCI = Malo								
 JOHN ROBERT YOMINA MORALES INGENIERO CIVIL REG. CIP 225407		 Alvarino Livaque Rojas INGENIERO CIVIL REG. CIP. 183755						

Tabla 42: Unidad de Muestreo: UM – K 176.

DELGADO - HIDALGO		EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE METODO (PAVEMENT CONDITION INDEX)						
		HOJA DE INSPECCION						
Proyecto:		Evaluación del Pavimento Flexible Aplicando el Método PCI para su mejor alternativa de solución del Tramo Cajaruro – Alenya, Provincia Utcubamba, Amazonas 2021.						
Nombre de la vía:	Tramo Cajaruro - Alenya.	Ancho de Calzada:	6.80 m			SEVERIDAD		
Unidad de muestra:	UM - K 176	Área de muestra:	231.20 m ²			Baja (L)		
Progresiva Inicial:	0 +5950	Evaluadores :	Delgado Delgado Max y Hidalgo Herrera Erik			Media (M)		
Progresiva Final:	0 +5984	Fecha de evaluación:	24/09/2021			Alta (H)		
Observaciones	N°	Tipo de Falla	Unidad	N°	Tipo de Falla	Unidad	Forma de la muestra	
Es un tramo muy transitado que une la Provincia de Utcubamba y la Provincia de Bagua en el Departamento de Amazonas.	1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parqueo	m ²		
	2	Exudacion	m ²	12	Pulimiento de agregados	m ²		
	3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos / Baches	N°		
	4	Abultamientos y hundimientos	m ²	14	Cruce de vía férrea	m ²		
	5	Corrugaciones	m ²	15	Ahuellamientos	m ²		
	6	Depresión	m ²	16	Desplazamientos	m ²		
	7	Grieta en borde	m	17	Grieta parabólica	m ²		
	8	Grieta de reflexión en junta	m	18	Hinchamiento	m ²		
	9	Desnivel carril/ berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m ²		
	10	Grietas longitudinales y transversales	m					
Tipos de Fallas Existentes en el Pavimento								
Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor deducido (DV)
4	L	17.50 x	3.30			57.75	24.98	34
1	L	2.20 x	13.00			28.60	12.37	34.84
13	M	3.00 x				3.00	1.30	36.2
11	M	2.50 x	4.00			10.00	4.33	20.86
Total valor deducido						TDV =		125.9
Valor deducido más alto (HDV)								36.2
Número admisible deducidos (m)		$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$					m =	6.86
CALCULO DEL PCI								
n°	Valores deducidos (DV)				TDV	Número de valores deducidos (q)>2	Valor deducido corregido (CVD)	
1	36.2	34.84	34	20.86	125.9	4	70	
2	36.2	34.84	34	2	107	3	66	
3	36.2	34.84	2	2	75.04	2	55	
4	36.2	2	2	2	42.2	1	42	
Máximo valor deducido						max CDV	70	
PCI = 100 - max CDV								
 JOHN ROBERT YOMONA MORALES INGENIERO CIVIL REG. CIP 225407		Rango de PCI = Malo		 Alvaro Linaque Rojas INGENIERO CIVIL REG. CIP. 183755				

Tabla 43: Unidad de Muestreo: UM – L 192.

DELGADO - HIDALGO			EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE METODO (PAVEMENT CONDITION INDEX)					
			HOJA DE INSPECCION					
Proyecto:		Evaluación del Pavimento Flexible Aplicando el Método PCI para su mejor alternativa de solución del Tramo Cajaruro – Alenya, Provincia Utcubamba, Amazonas 2021.						
Nombre de la vía:	Tramo Cajaruro - Alenya.	Ancho de Calzada:	6.80 m		SEVERIDAD			
Unidad de muestra:	UM - L 192	Área de muestra:	231.20 m ²		Baja (L)			
Progresiva Inicial:	0 +6494	Evaluadores :	Delgado Delgado Max y Hidalgo Herrera Erik		Media (M)			
Progresiva Final:	0 +6528	Fecha de evaluación:	24/09/2021		Alta (H)			
Observaciones	N°	Tipo de Falla	Unidad	N°	Tipo de Falla	Unidad	Forma de la muestra	
Es un tramo muy transitado que une la Provincia de Utcubamba y la Provincia de Bagua en el Departamento de Amazonas.	1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parqueo	m ²		
	2	Exudacion	m ²	12	Pulimiento de agregados	m ²		
	3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos / Baches	N°		
	4	Abultamientos y hundimientos	m ²	14	Cruce de vía férrea	m ²		
	5	Corrugaciones	m ²	15	Ahuellamientos	m ²		
	6	Depresión	m ²	16	Desplazamientos	m ²		
	7	Grieta en borde	m	17	Grieta parabólica	m ²		
	8	Grieta de reflexión en junta	m	18	Hinchamiento	m ²		
	9	Desnivel carril/ berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m ²		
	10	Grietas longitudinales y transversales	m					
Tipos de Fallas Existentes en el Pavimento								
Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor deducido (DV)
1	L	2.10 x	6.10			12.81	5.54	26.8
1	L	2.90 x	7.50			21.75	9.41	32.16
Total valor deducido						TDV =		59.0
Valor deducido más alto (HDV)								32.2
Número admisible deducidos (m)						$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$	m =	7.23
CALCULO DEL PCI								
n°	Valores deducidos (DV)				TDV	Número de valores deducidos (q)>2	Valor deducido corregido (CVD)	
1	32.16	26.8			58.96	2	43	
2	32.16	2			34.16	1	34	
Máximo valor deducido						max CDV	43	
PCI = 100 - max CDV								
 JOHN ROBERT YOMONA MORALES. INGENIERO CIVIL REG. CIP 225407			Rango de PCI =			 Alvarino Livaque Rojas INGENIERO CIVIL REG. CIP. 183755		

Tabla 44: Unidad de Muestreo: UM – M 208.

DELGADO - HIDALGO		EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE METODO (PAVEMENT CONDITION INDEX)						
		HOJA DE INSPECCION						
Proyecto:		Evaluación del Pavimento Flexible Aplicando el Método PCI para su mejor alternativa de solución del Tramo Cajaruro – Alenya, Provincia Utcubamba, Amazonas 2021.						
Nombre de la vía:	Tramo Cajaruro - Alenya.	Ancho de Calzada:	6.80 m			SEVERIDAD		
Unidad de muestra:	UM - M 208	Área de muestra:	231.20 m ²			Baja (L)		
Progresiva Inicial:	0 +7038	Evaluadores :	Delgado Delgado Max y Hidalgo Herrera Erik			Media (M)		
Progresiva Final:	0 +7072	Fecha de evaluación:	24/09/2021			Alta (H)		
Observaciones	N°	Tipo de Falla	Unidad	N°	Tipo de Falla	Unidad	Forma de la muestra	
Es un tramo muy transitado que une la Provincia de Utcubamba y la Provincia de Bagua en el Departamento de Amazonas.	1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parqueo	m ²		
	2	Exudacion	m ²	12	Pulimiento de agregados	m ²		
	3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos / Baches	N°		
	4	Abultamientos y hundimientos	m ²	14	Cruce de vía férrea	m ²		
	5	Corrugaciones	m ²	15	Ahuellamientos	m ²		
	6	Depresión	m ²	16	Desplazamientos	m ²		
	7	Grieta en borde	m	17	Grieta parabólica	m ²		
	8	Grieta de reflexión en junta	m	18	Hinchamiento	m ²		
	9	Desnivel carril/berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m ²		
	10	Grietas longitudinales y transversales	m					
Tipos de Fallas Existentes en el Pavimento								
Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor deducido (DV)
15	M	3.40 x	12.90			43.86	18.97	52.13
1	L	2.60 x	4.50			11.70	5.06	25.91
13	L	2.00 x				2.00	0.87	16.63
Total valor deducido						TDV =		94.7
Valor deducido más alto (HDV)								52.1
Número admisible deducidos (m)						m = 1 + (9/98)(100 - HDV) ≤ 10	m =	5.40
CALCULO DEL PCI								
n°	Valores deducidos (DV)				TDV	Número de valores deducidos (q)>2	Valor deducido corregido (CVD)	
1	52.13	25.91	16.63		94.67	3	60	
2	52.13	25.91	2		80.04	2	58	
3	52.13	2	2		56.13	1	56	
Máximo valor deducido						max CDV	60	
PCI = 100 - max CDV								
JOHN ROBERT YOMONA MORALES INGENIERO CIVIL REG. CIP 225407				Rango de PCI = Alvarado Linaque Rojas INGENIERO CIVIL REG. CIP. 183755				

Tabla 45: Unidad de Muestreo: UM – N 224.

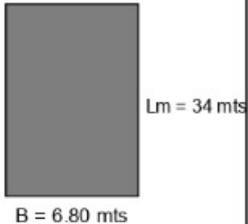
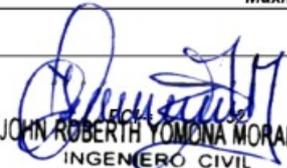
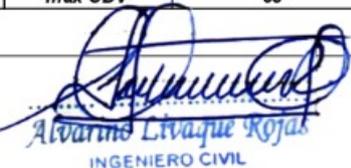
DELGADO - HIDALGO		EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE METODO (PAVEMENT CONDITION INDEX)						
		HOJA DE INSPECCION						
Proyecto:		Evaluación del Pavimento Flexible Aplicando el Método PCI para su mejor alternativa de solución del Tramo Cajaruro – Alenya, Provincia Utcubamba, Amazonas 2021.						
Nombre de la vía:	Tramo Cajaruro - Alenya.	Ancho de Calzada:	6.80 m			SEVERIDAD		
Unidad de muestra:	UM - N 224	Área de muestra:	231.20 m ²			Baja (L)		
Progresiva Inicial:	0 +7582	Evaluadores :	Delgado Delgado Max y Hidalgo Herrera Erik			Media (M)		
Progresiva Final:	0 +7616	Fecha de evaluación:	24/09/2021			Alta (H)		
Observaciones	N°	Tipo de Falla	Unidad	N°	Tipo de Falla	Unidad	Forma de la muestra	
Es un tramo muy transitado que une la Provincia de Utcubamba y la Provincia de Bagua en el Departamento de Amazonas.	1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parcheo	m ²	DIMENSIONES 	
	2	Exudacion	m ²	12	Pulimiento de agregados	m ²		
	3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos / Baches	N°		
	4	Abultamientos y hundimientos	m ²	14	Cruce de vía férrea	m ²		
	5	Corrugaciones	m ²	15	Ahuellamientos	m ²		
	6	Depresión	m ²	16	Desplazamientos	m ²		
	7	Grieta en borde	m	17	Grieta parabólica	m ²		
	8	Grieta de reflexión en junta	m	18	Hinchamiento	m ²		
	9	Desnivel carril/ berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m ²		
	10	Grietas longitudinales y transversales	m					
Tipos de Fallas Existentes en el Pavimento								
Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor deducido (DV)
13	H	1.10 x	1.30			3.04	1.32	56.27
13	L	6.00 x				6.00	2.60	33.53
1	L	3.90 x	7.10			27.69	11.98	34.54
Total valor deducido						TDV =		124.3
Valor deducido más alto (HDV)								56.3
Número admisible deducidos (m)						m = 1 + (9/98)(100 - HDV) ≤ 10	m =	5.02
CALCULO DEL PCI								
n°	Valores deducidos (DV)				TDV	Número de valores deducidos (q) > 2	Valor deducido corregido (CVD)	
1	56.27	34.54	33.53		124.3	3	75	
2	56.27	34.54	2		92.81	2	74	
3	56.27	2	2		60.27	1	60	
Máximo valor deducido						max CDV	75	
PCI = 100 - max CDV								
Rango de PCI =								
 JOHN ROBERT YOMONA MORALES INGENIERO CIVIL REG. CIP 225407			Malo			 Alvarino Livaque Rojas INGENIERO CIVIL REG. CIP. 183755		

Tabla 46: Unidad de Muestreo: UM – Ñ 238.

DELGADO - HIDALGO		EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE METODO (PAVEMENT CONDITION INDEX)							
		HOJA DE INSPECCION							
Proyecto:		Evaluación del Pavimento Flexible Aplicando el Método PCI para su mejor alternativa de solución del Tramo Cajaruro – Alenya, Provincia Utcubamba, Amazonas 2021.							
Nombre de la vía:	Tramo Cajaruro - Alenya.	Ancho de Calzada:	6.80 m			SEVERIDAD			
Unidad de muestra:	UM - Ñ 238	Área de muestra:	231.20 m ²			Baja (L)			
Progresiva Inicial:	0 +8066	Evaluadores :	Delgado Delgado Max y Hidalgo Herrera Erik			Media (M)			
Progresiva Final:	0 +8100	Fecha de evaluación:	24/09/2021			Alta (H)			
Observaciones	N°	Tipo de Falla	Unidad	N°	Tipo de Falla	Unidad	Forma de la muestra		
Es un tramo muy transitado que une la Provincia de Utcubamba y la Provincia de Bagua en el Departamento de Amazonas.	1	Piel de cocodrilo	m ²	11	Parcheo	m ²	 <p>Lm = 34 mts B = 6.80 mts</p>		
	2	Exudacion	m ²	12	Pulimiento de agregados	m ²			
	3	Agrietamiento en bloque	m ²	13	Huecos / Baches	N°			
	4	Abultamientos y hundimientos	m ²	14	Cruce de vía férrea	m ²			
	5	Corrugaciones	m ²	15	Ahuellamientos	m ²			
	6	Depresión	m ²	16	Desplazamientos	m ²			
	7	Grieta en borde	m	17	Grieta parabólica	m ²			
	8	Grieta de reflexión en junta	m	18	Hinchamiento	m ²			
	9	Desnivel carril/ berma	m	19	Desprendimiento de agregados	m ²			
	10	Grietas longitudinales y transversales	m						
Tipos de Fallas Existentes en el Pavimento									
Falla	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad %	Valor deducido (DV)	
13	M	1.30 x	2.40			6.64	2.87	53.83	
13	L	4.00 x				4.00	1.73	26.76	
13	M	2.00 x				2.00	0.87	29.34	
Total valor deducido						TDV =		109.9	
Valor deducido más alto (HDV)								53.8	
Número admisible deducidos (m)						m = 1 + (9/98)(100 - HDV) ≤ 10	m =	5.24	
CALCULO DEL PCI									
n°	Valores deducidos (DV)				TDV	Número de valores deducidos (q) > 2	Valor deducido corregido (CVD)		
1	53.83	29.34	26.76		109.9	3	68		
2	53.83	29.34	2		85.17	2	61		
3	53.83	2	2		57.83	1	58		
Máximo valor deducido						max CDV	68		
PCI = 100 - max CDV									
 JOHN ROBERT YOMINA MORALES INGENIERO CIVIL REG. CIP. 225407				Rango de PCI = Malo				 Alvarino Livaque Rojas INGENIERO CIVIL REG. CIP. 183755	

Anexo 03: PANEL FOTOGRAFICO.



Fotografía N° 1: Inicio de nuestro tramo de estudio (CAJARURO).



Fotografía N° 2: Fin del tramo de estudio (ALENYA).



Fotografía N° 3: Ancho de calzada es de 6.80 metros del tramo Cajaruro – Alenya.

Unidad de muestra: UM - A 16



Fotografía N° 4: Falla N°4 (Abultamientos y hundimientos).



Fotografía N° 5: Falla N°19 (Desprendimiento de agregados).



Fotografía N° 6: Falla N°13 (Huecos).

Unidad de muestra: UM - B 32



Fotografía N° 7: Fallas N°13 (Huecos), severidad (Baja y Alta).

Unidad de muestra: UM - C 48



Fotografía N° 8: Fallas N°13 (Huecos).

Unidad de muestra: UM - D 64



Fotografía N° 9: Falla N°4 (Abultamientos y hundimientos).



Fotografía N° 10: Falla N°19 (Desprendimiento de agregados).



Fotografía N° 11: Falla N°13 (Huecos).

Unidad de muestra: UM - E 80



Fotografía N° 12: Falla N°4 (Abultamientos y hundimientos).

Unidad de muestra: UM - F 96



Fotografía N° 13: Fallas N°13 (Huecos).

Unidad de muestra: UM - G 112



Fotografía N° 14: Fallas N°13 (Huecos).

Unidad de muestra: UM - H 128



Fotografía N° 15: Fallas N°13 (Huecos).

Unidad de muestra: UM – I 144



Fotografía N° 16: Fallas N°15 (Ahuellamiento).

Unidad de muestra: UM – J 160



Fotografía N° 17: Falla N°4 (Abultamientos y hundimientos).



Fotografía N° 18: Fallas N°13 (Huecos).

Unidad de muestra: UM – K 176



Fotografía N° 19: Falla N°4 (Abultamientos y hundimientos).



Fotografía N° 20: Falla N°1 (Piel de cocodrilo).



Fotografía N° 21: Falla N°13 (Huecos) y Falla N°11 (Parcheo).

Unidad de muestra: UM – L 192



Fotografía N° 22: Falla N°1 (Piel de cocodrilo).

Unidad de muestra: UM – M 208



Fotografía N° 23: Falla N°15 (Ahuellamiento) y Falla N°1 (Piel de cocodrilo).



Fotografía N° 24: Falla N°13 (Huecos).

Unidad de muestra: UM – N 224



Fotografía N° 25: Fallas N°13 (Huecos), Severidad (Baja y Alta).

Unidad de muestra: UM – Ñ 238



Fotografía N° 26: Fallas N°13 (Huecos).