



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

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

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL  
PAVIMENTO RÍGIDO, APLICANDO EL MÉTODO PCI –  
(PAVEMENTCONDITIONÍNDIX), EN LAS PISTAS DE LA  
AVENIDA UNIÓN ENTRE LA AVENIDA SALVADOR  
ALLENDE Y EL JIRÓN ICA, DISTRITO DE CALLERÍA,  
PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN  
UCAYALI, AÑO - 2018.

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

BACH. FLORES PULCHA, GEYSON RAÚL.

**ASESOR:**

ING. RAMÍREZ PALOMINO, LUIS ARTEMIO.

UCAYALI-PERÚ

2018

## **TITULO DE LA TESIS.**

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO, APLICANDO EL MÉTODO PCI – (PAVEMENTCONDITION ÍNDEX), EN LAS PISTAS DE LA AVENIDA UNIÓN ENTRE LA AVENIDA SALVADOR ALLENDE Y EL JIRÓN ICA, DISTRITO DE CALLERÍA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI, AÑO - 2018

**HOJA DE FIRMA DEL JURADO.**

---

**Mgtr. Johanna del Carmen Sotelo Urbano**  
**Presidente**

---

**Ing. Juan Alberto Veliz Rivera**  
**Secretario**

---

**Ing. Milton Cesar Monsalve Ochoa**  
**Miembro**

## **AGRADECIMIENTO.**

*A Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas. A mi mamá Soledad Isabel, por el esfuerzo, dedicación, paciencia, por su confianza y por todo lo que me ha dado a lo largo de mi carrera y de mi vida.*

*A la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional a través de sus excelentes Catedráticos. De igual manera agradecer a mi Asesor de tesis, el Ing. Walter Villavicencio, por su asesoría siempre dispuesta aún en la distancia.*

## **DEDICATORIA.**

*Dedico este proyecto de tesis a mi Madre, Soledad Isabel Pulcha Reyna, porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mi Tío Luis Pulcha Reyna y a mi mamita Esther Reyna Cortegana, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos la persona que soy ahora.*

*A mis hermanos Bryant y Beyson, por su apoyo moral y aprender que todo es posible en esta vida, cuando uno se lo propone. ¡Gracias Hermanos!*

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación establece el propósito de “demostrar en qué estado de deterioro y que condición funcional se encuentra la superficie del pavimento rígido del jirón Unión a través del análisis de evaluación por el método PCI (Índice de Condición de Pavimento) y proponer su proceso de mantenimiento apropiado. Además, de facilitar una herramienta que establezca el intercambio de experiencias en el proceso de evaluación de las distintas patologías existentes que predominan en los pavimentos de nuestra región.

El método empleado desde su concepción es simple ya que es objetivo de tipo descriptivo y no requiere análisis de laboratorio, esta técnica se basa en la norma ASTM D-6433 y fundamenta una metodología como parámetro para los modelos de gestión de los pavimentos rígidos y flexibles.

Mediante este análisis del Método PCI (Índice de condición del Pavimento) que comúnmente lo empleamos en los países de Latinoamérica se determinó como resultado la condición final del estado del pavimento en estudio con una valoración PCI ponderado de 75.18 que describe que el pavimento tiene una clasificación MUY BUENO, el mayor PCI hallado corresponde a la UM – 08 que describe un pavimento de clasificación EXCELENTE. Finalmente, podemos ver que el daño que afecta con más severidad al pavimento es la de Pulimento de Agregados con 226 losas afectadas y con un grado de afectación a las losas de la vía en un 36.6%.

Palabra clave: patologías del concreto; índice de condición del pavimento.

## **ABSTRACT.**

The present research work establishes the purpose of "demonstrating in what state of deterioration and what functional condition is the surface of the rigid pavement of the Union shred through the evaluation analysis by the PCI method (Pavement Condition Index) and proposing its proper maintenance process. In addition, to provide a tool that establishes the exchange of experiences in the evaluation process of the different existing pathologies that predominate in the pavements of our region.

The method used since its conception is simple since it is objective of descriptive type and does not require laboratory analysis, this technique is based on the ASTM D-6433 standard and bases a methodology as a parameter for the management models of rigid and flexible pavements.

By means of this analysis of the PCI Method (Pavement Condition Index) that we commonly use in the Latin American countries, the final condition of the pavement state under study was determined as a result with a weighted PCI rating of 75.18 that describes that the pavement has a classification VERY GOOD, the largest PCI found corresponds to the UM - 08 that describes an excellent pavement classification. Finally, we can see that the damage that most severely affects the pavement is that of Aggregate Polishing with 226 slabs affected and with a degree of affectation to the slabs of the road in 36.6%.

Keyword: concrete pathologies; pavement condition index.

## CONTENIDO

TITULO DE LA TESIS.....	i
HOJA DE FIRMA DEL JURADO.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
CONTENIDO.....	vii
I INTRODUCCIÓN.....	1
II REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	3
2.1 ANTECEDENTES.....	3
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	3
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	7
2.2 BASES TEÓRICAS.....	12
2.2.1 Definición de Pavimento.....	12
2.2.2 Clasificación de los pavimentos.....	13
2.2.3 Tipo de pavimentos de rígidos.....	15
2.2.4 Serviciabilidad de los pavimentos de concreto.....	18
2.2.5 Desempeño del pavimento.....	19
2.2.6 Consideraciones de diseño de pavimentos de concreto.....	20
2.2.7 Los pavimentos y la necesidad de conservación.....	22
2.2.8 Comportamiento del Pavimento.....	24
2.2.9 Evaluación de pavimentos.....	25
2.2.10 Procedimiento de Evaluación de los pavimentos.....	25

2.2.11	Calidad de tránsito. ....	26
2.2.12	Mantenimiento de Pavimentos (Norma CE.010 Pavimentos Urbanos). ....	27
2.2.13	Relación de daños en los pavimentos rígidos. ....	28
2.2.14	Índice de condición de pavimentos (PCI).....	57
2.2.15	Objetivos del PCI (índice de condición de pavimentos). ....	59
2.2.16	Calculo del PCI (Índice de condición de pavimentos). ....	59
<b>III</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>66</b>
3.1	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	66
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA. ....	67
3.3	DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES. ....	68
3.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. ....	68
3.5	PLAN DE ANÁLISIS. ....	69
3.6	MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	71
3.7	PRINCIPIOS ÉTICOS. ....	73
<b>IV</b>	<b>RESULTADOS. ....</b>	<b>74</b>
4.1	RESULTADOS. ....	74
4.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	141
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>146</b>
	ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.....	147
	BIBLIOGRAFÍA.....	148
	ANEXOS.....	151

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II-1: estructura de un pavimento flexible (asfalto).....	14
Figura II-2: Estructura de un pavimento rígido (hormigón).....	15
Figura II-3: Configuración de un pavimento de hormigón simple con juntas.....	16
Figura II-4: Configuración de un pavimento de hormigón armado con juntas. ....	17
Figura II-5: Configuración de un pavimento de hormigón continuamente armado. .	18

## ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico II-1. Comportamiento del pavimento a través del tiempo. ....	24
Gráfico III-1: Diseño de la investigación .....	67
Gráfico IV-1: Calculo del Valor Deducido Corregido – UM 01 .....	82
Gráfico IV-2: Calculo del Valor Deducido Corregido – UM 02.....	89
Gráfico IV-3: Calculo del Valor Deducido Corregido – UM 03.....	96
Gráfico IV-4: Calculo del Valor Deducido Corregido – UM 04.....	103
Gráfico IV-5: Calculo del Valor Deducido Corregido – UM 05.....	110
Gráfico IV-6: Calculo del Valor Deducido Corregido – UM 06.....	117
Gráfico IV-7: Calculo del Valor Deducido Corregido – UM 07.....	124
Gráfico IV-8: Calculo del Valor Deducido Corregido – UM 08.....	128
Gráfico IV-9: Calculo del Valor Deducido Corregido – UM 09.....	135
Gráfico IV-10: Calculo del Valor Deducido Corregido – UM 10.....	140
Gráfico IV-11: Valores PCI de cada unidad de muestra. ....	142
Gráfico IV-12: Daños encontrados de severidad baja. ....	144
Gráfico IV-13: Daños encontrados de severidad media. ....	144
Gráfico IV-14: Daños encontrados de severidad alta. ....	145

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Punto de Inicio de la vía en estudio .....	151
Imagen 2: Punto final de la vía en estudio .....	151
Imagen 3: grieta lineal de severidad alta en la unidad UM 01 .....	151
Imagen 4: parche grande de severidad media en la UM 06.....	151
Imagen 5: Bombeo y escala de alta severidad en la unidad UM 01 .....	151
Imagen 6: Grieta lineal de alta severidad en la unidad UM 01.....	151
Imagen 7: Desconchamiento de severidad media en la unidad UM 01 .....	151
Imagen 8: Grieta lineal de severidad media UM 02 .....	151
Imagen 9: pulimento de agregados en la unidad UM 02 .....	151
Imagen 10: Sello de junta de baja severidad en la unidad UM 03.....	151
Imagen 11: Parche grande de baja severidad en la unidad UM 03.....	151
Imagen 12: Sello de junta de baja severidad en la unidad UM 03.....	151
Imagen 13: Parche grande de baja severidad en la unidad UM 04.....	151
Imagen 14: Grieta lineal y baja severidad en la unidad UM 04 .....	151
Imagen 15: grieta lineal de alta severidad en la UM 05 .....	151
Imagen 16: Grieta lineal alta severidad en la unidad UM 05 .....	151
Imagen 17: Grieta lineal de baja severidad en la unidad UM 05.....	151

Imagen 18: Pulimento de agregados de baja severidad en la unidad UM 05 .....	151
Imagen 19: Grieta lineal de alta severidad en la unidad UM 05.....	151
Imagen 20: Parche grande de severidad media en la unidad UM 05.....	151
Imagen 21: Grieta de esquina de baja severidad en la unidad UM 06.....	151
Imagen 22: Parche grande de severidad media en la unidad UM 06.....	151
Imagen 23: grietas lineales de severidad media en la unidad UM 06.....	151
Imagen 24: grietas lineales de severidad media en la unidad UM 07.....	151
Imagen 25: grietas lineales de severidad media en la unidad UM 09.....	151
Imagen 26: Hoja de inspección de campos. Fuente: Elaboración propia .....	151
Imagen 27: Odómetro manual .....	151
Imagen 28: Wincha métrica.....	151
Imagen 29: Nivel de mano.....	151
Imagen 30: Regla de medición.. .....	151
Imagen 31: Chaleco reflectivo empleado para la seguridad del personal.....	151
Imagen 32: conos de seguridad.....	151
Imagen 33: Ejemplo de reparación parcial en intersección de juntas.....	151
Imagen 34: Ejemplo de reparación parcial Tipo I en intersección de juntas.....	151
Imagen 35: Materiales para elaboración del concreto. ....	151

Imagen 36: Maquinaria mínima utilizada en la reparación de espesor parcial.....	151
Imagen 37: Tipos o áreas a reparar mediante espesor parcial en concreto. ....	151
Imagen 38: Preparación de juntas.....	151
Imagen 39: Recomendación del extendido de mezcla de concreto. ....	151
Imagen 40: Secuencia constructiva reparación espesor parcial de pavimentos.....	151

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro II-1. Daños en vías con superficie de concreto hidráulico .....	28
Cuadro II-2: Clasificación del PCI. ....	58
Cuadro III-1: Definición y operacionalización de variables.....	68
Cuadro III-2: Matriz de consistencia. ....	71
Cuadro IV-1: Formato de Exploración – UM - 01 .....	76
Cuadro IV-2: Calculo del PCI y Valor Deducido Corregido UM 01. ....	76
Cuadro IV-3: Calculo del valor Deducido 31 BMA – UM 01 .....	77
Cuadro IV-4: Calculo del valor Deducido 36 BMA – UM 01 .....	79
Cuadro IV-5: Calculo del valor Deducido 25 BMA – UM 01 .....	80
Cuadro IV-6: Calculo del valor Deducido 25 BMA – UM 01 .....	81
Cuadro IV-7: Formato de Exploración – UM – 02.....	83
Cuadro IV-8: Calculo del PCI y Valor Deducido Corregido UM 02. ....	84
Cuadro IV-9: Calculo del valor Deducido 31 BMA – UM 02. ....	85
Cuadro IV-10: Calculo del valor Deducido 31 BMA – UM 02. ....	86
Cuadro IV-11: Calculo del valor Deducido 28 BMA – UM 02 .....	87
Cuadro IV-12: Calculo del valor Deducido 36 BMA – UM 02. ....	88
Cuadro IV-13: Formato de Exploración – UM – 03.....	90

Cuadro IV-14: Calculo del PCI y Valor Deducido Corregido UM 03. ....	91
Cuadro IV-15: Calculo del valor Deducido 36 BMA – UM 03 .....	92
Cuadro IV-16: Calculo del valor Deducido 31 BMA – UM 03 .....	93
Cuadro IV-17: Calculo del valor Deducido 28 BMA – UM 03 .....	94
Cuadro IV-18: Calculo del valor Deducido 36 BMA – UM 03 .....	95
Cuadro IV-19: Formato de Exploración – UM – 04.....	97
Cuadro IV-20: Calculo del PCI y Valor Deducido Corregido UM 04. ....	98
Cuadro IV-21: Calculo del valor Deducido 28 BMA – UM 04. ....	99
Cuadro IV-22: Calculo del valor Deducido 28 BMA – UM 04. ....	100
Cuadro IV-23: Calculo del valor Deducido 36 BMA – UM 04. ....	101
Cuadro IV-24: Calculo del valor Deducido 31 BMA – UM 04. ....	102
Cuadro IV-25: Formato de Exploración – UM – 05.....	104
Cuadro IV-26: Calculo del PCI y Valor Deducido Corregido UM 05. ....	105
Cuadro IV-27: Calculo del valor Deducido 28 BMA – UM 05. ....	106
Cuadro IV-28: Calculo del valor Deducido 28 BMA – UM 05. ....	107
Cuadro IV-29: Calculo del valor Deducido 31 BMA – UM 05. ....	108
Cuadro IV-30: Calculo del valor Deducido 36 BMA – UM 05. ....	109
Cuadro IV-31: Formato de Exploración – UM – 06.....	111

Cuadro IV-32: Calculo del PCI y Valor Deducido Corregido UM 06. ....	112
Cuadro IV-33: Calculo del valor Deducido 28 BMA – UM 06. ....	113
Cuadro IV-34: Calculo del valor Deducido 31 BMA – UM 06. ....	114
Cuadro IV-35: Calculo del valor Deducido 36 BMA – UM 06. ....	115
Cuadro IV-36: Calculo del valor Deducido 28 BMA – UM 06. ....	116
Cuadro IV-37: Formato de Exploración – UM – 07.....	118
Cuadro IV-38: Calculo del PCI y Valor Deducido Corregido UM 07. ....	119
Cuadro IV-39: Calculo del valor Deducido 28 BMA – UM 07. ....	120
Cuadro IV-40: Calculo del valor Deducido 28 BMA – UM 07. ....	121
Cuadro IV-41: Calculo del valor Deducido 22 BMA – UM 07. ....	122
Cuadro IV-42: Calculo del valor Deducido 31 BMA – UM 07. ....	123
Cuadro IV-43: Formato de Exploración – UM – 08.....	125
Cuadro IV-44: Calculo del PCI y Valor Deducido Corregido UM 08. ....	126
Cuadro IV-45: Calculo del valor Deducido 31 BMA – UM 08. ....	127
Cuadro IV-46: Formato de Exploración – UM – 09.....	129
Cuadro IV-47: Calculo del PCI y Valor Deducido Corregido UM 09. ....	130
Cuadro IV-48: Calculo del valor Deducido 22 BMA – UM 09. ....	131
Cuadro IV-49: Calculo del valor Deducido 31 BMA – UM 09. ....	132

Cuadro IV-50: Calculo del valor Deducido 28 BMA – UM 09. ....	133
Cuadro IV-51: Calculo del valor Deducido 36 BMA – UM 09. ....	134
Cuadro IV-52: Formato de Exploración – UM – 10.....	136
Cuadro IV-53: Calculo del PCI y Valor Deducido Corregido UM 10. ....	137
Cuadro IV-54: Calculo del valor Deducido 31 BMA – UM 10. ....	138
Cuadro IV-55: Calculo del valor Deducido 36 BMA – UM 10. ....	139
Cuadro IV-56: Cuadro de valor PCI promedio y valores PCI de las UM .....	141
Cuadro IV-57: Daños encontrados a lo largo del pavimento.....	143

## I INTRODUCCIÓN.

Los pavimentos son estructuras que forman parte de la vida cotidiana de los seres humanos, es una estructura que aporta el bienestar social y económico ya que con ellas se facilita el tránsito rápido y deben proporcionar el debido confort y la seguridad para transportarnos día a día.

Al igual que otras estructuras, un pavimento debe diseñarse teniendo en cuenta la valoración *costo-beneficio* para su construcción, además; es necesario saber los parámetros del tránsito, el medio ambiente, las condiciones del suelo o subrasante y que adicionalmente es necesario conocer la calidad de los materiales y la calidad de la mano de obra.

Por lo mencionado, un pavimento debe conservarse en buen estado, para ello es necesario programar actividades rutinarias de mantenimientos periódicos y de rehabilitación necesarios ya que con esto incorporaríamos alternativas que garanticen y prolonguen la vida del pavimento a un costo razonable.

Esta investigación está fraccionada en cinco capítulos, en *el primer capítulo* resume el contenido en la estructura del proyecto y la problemática en la que es sometido este estudio e indica los objetivos a ser desarrollados. *El segundo capítulo* extiende la revisión de la literatura, en ella se desarrolla un conjunto de antecedentes que validan la existencia de estudios anteriores. En este capítulo también se dispone de las bases teóricas relacionadas con la evaluación de los pavimentos las que son datos afines a este proyecto, además; se muestra el procedimiento de recolección de la información y la evaluación final para luego ser interpretados en los resultados

obtenidos y resaltar las conclusiones y recomendaciones adoptadas. La metodología empleada se detalla en *el tercer capítulo* al que va a ser sometido este estudio, el tipo, el diseño de la investigación, la población y la muestra, como también las técnicas e instrumentos para la recolección de datos para luego ser procesadas teniendo como reflexión a los valores éticos propios de la ingeniería. *El cuarto capítulo* establece los resultados y en ella se detalla los cálculos concretos para determinar los valores PCI de las distintas unidades de muestra. En este capítulo determinamos también el análisis de los resultados representados en cuadros apoyados por las hojas de cálculo desarrollados por el software Excel y los distintos gráficos estadísticos. *El quinto y último capítulo* como bien es conocido y definitivo se desarrolla las conclusiones donde indicamos los parámetros básicos donde vamos a referenciar los aspectos complementarios a desarrollar de este estudio.

La formulación en la se asienta este proyecto es: ¿En qué medida la evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método PCI – (Índice de Condición de Pavimento), en las pistas de la Avenida Unión entre la Avenida Salvador Allende y el Jirón Ica, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, año - 2018? nos permitirá precisar en qué calidad y condición de servicio se encuentra?

*El objetivo general* del proyecto es Demostrar en qué estado de deterioro y que condición funcional se encuentra la superficie del pavimento rígido del jirón Unión a través del análisis de evaluación por el método PCI y proponer su proceso de mantenimiento apropiado. *La justificación se fundamenta* en que evaluar un

pavimento permite conocer a tiempo en qué condiciones se encuentra un pavimento para que luego nos permita realizar correcciones adecuadas logrando con ello ofrecer a los usuarios una serviciabilidad óptima.

## **II REVISIÓN DE LA LITERATURA.**

### **2.1 ANTECEDENTES.**

#### **2.1.1 Antecedentes internacionales.**

- a) **Índice de condición del pavimento rígido en la ciudad de Cartagena de indias y medidas de conservación. caso de estudio: carrera 1ra del barrio Bocagrande.**

(Cote, G. 2017)(1).

Este proyecto tiene como objetivo establecer el estado actual del pavimento de la avenida el Malecón (carrera 1ra) del barrio Boca grande, mediante la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI), con el fin de proponer la mejor alternativa de solución técnico-económica a la falla que le produce mayor grado de afectación. Se consideró necesario realizar el estudio de daños debido a la importancia e inconvenientes que presenta la vía, basado en la norma ASTM D-6433 07, se identificó la clase, severidad y cantidad de fallas en las unidades de muestra seleccionadas, se llevó a cabo una inspección visual detallada y registro fotográfico, también, se midió la resistencia mecánica del pavimento mediante el ensayo con esclerómetro. En general, el 65% de las unidades estudiadas posee un estado “Regular”, un 25% “Malo” y el 10% restante “Bueno”, por lo que la avenida El Malecón obtuvo un PCI

promedio de 44.4%, equivalente a un estado “Regular”. A manera de resumen, los daños que más afectan a la vía son desconchamiento/mapa de grietas/craquelado de severidad media presente en el 70% del área de estudio, y en menores porcentajes están Punzonamiento de alta severidad, Losa dividida de severidad media, Grieta lineal de alta severidad, Escala de baja severidad, y Grieta de esquina de baja severidad, además, los valores arrojados en el ensayo de resistencia fueron positivos ya que estuvieron por encima del valor mínimo permitido, por esto es poco probable que las fallas presentadas sean consecuencia de este parámetro, finalmente, las alternativas de solución planteadas fueron sellado de grietas y juntas, reparación de todo el espesor de la losa, reemplazo de losa y cepillado de la superficie, siendo la primera las más viable en términos económicos y técnicos, ya que con un costo total de \$11'737.720 mejora 11.046,4 metros lineales de fallas.

**b) Estudio de la patología presente en el pavimento rígido del segmento de vía de la carrera 14 entre calles 15 y 20 en el municipio de Granada departamento del Meta – Bogotá DC.**

(Duque, C. 2010)(2).

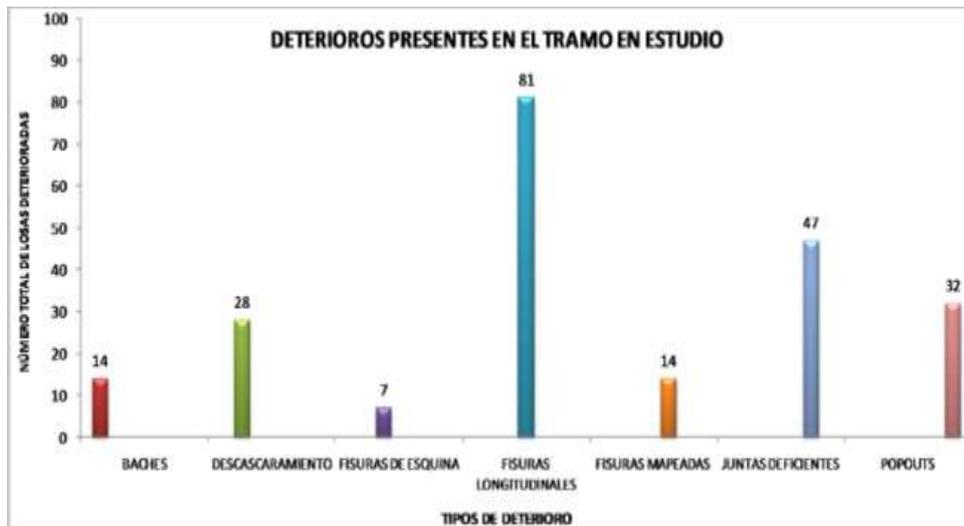
El pavimento ya sea flexible o rígido, se construye haciendo uso de bases y sub-bases granulares, que al no fundarse debidamente no ofrecen el mejor comportamiento en cuanto a la resistencia en las vías, presentando problemas tales como asentamientos, fisuras del pavimento, mala capacidad de soporte, entre otros, siendo una de las principales causas de

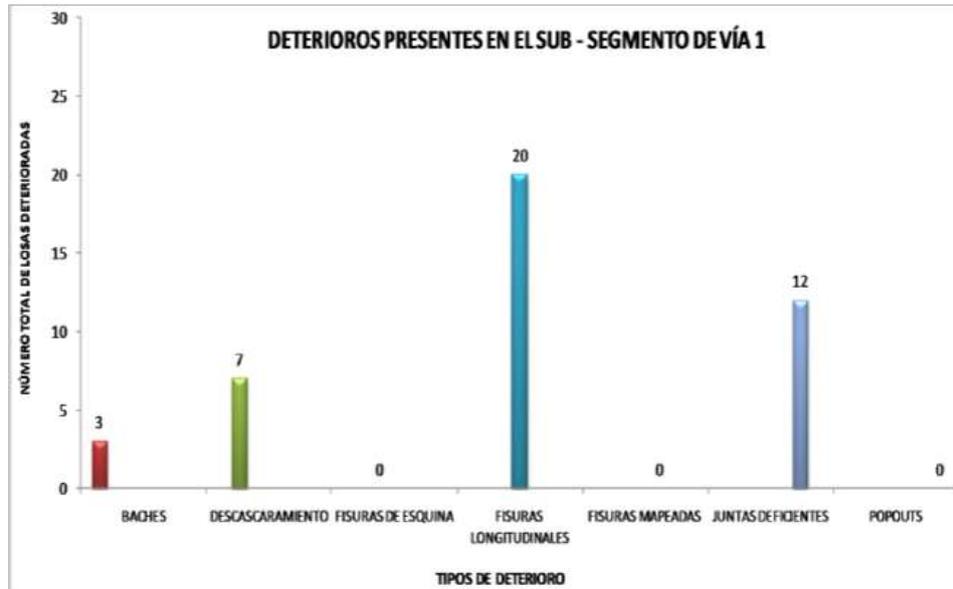
deterioro en las vías. En el momento en que la vía falle, se debe realizar un estudio o diagnóstico para determinar que causo dicha falla.

El presente trabajo se basó en la visita a la vía donde se realizó un levantamiento topográfico, donde se identificaron los deterioros presentes y se cuantificó el número de losas afectadas por dichos deterioros.

En el trabajo de oficina, con los datos obtenidos en la visita de campo, se determinó la causa del deterioro y se recomendó el tipo de reparación para cada uno de los mismos. A continuación, se muestran unas gráficas que resumen los datos obtenidos en la visita:

Para todo el segmento en estudio, se cuantificó el número de losas afectada afectadas por cada tipo de deterioro encontrado:





- c) **Evaluación funcional y estructural para determinar el deterioro de la estructura del pavimento en la avenida Abdón Calderón, parroquia Conocoto, Cantón Quito, provincia de Pichincha. Ecuador 2016.**

(Hurtado, W. 2016)(3).

El presente trabajo de titulación realiza una evaluación del pavimento de la avenida Abdón Calderón, parroquia Conocoto, cantón Quito, provincia de Pichincha, en el tramo comprendido desde la intersección con la avenida Ponce Enríquez hasta la intersección con la avenida Río Napo, con una extensión de 4.718 km. La importancia de estudiar esta vía radica en que es una de mayor tránsito vehicular de la parroquia de Conocoto y es la principal vía de comunicación y acceso hacia la parroquia de Amaguaña. Para realizar una correcta evaluación funcional y estructural del pavimento se requería conocer ciertos parámetros tales como

deflexiones, IRI, TPDA y PCI. Los cuales fueron obtenidos mediante ensayos o mediciones en sitio, el método Paver para registrar las fallas superficiales en el pavimento y así obtener el PCI; además se realizó un conteo vehicular para obtener el TPDA. Adicionalmente, luego de los resultados y tomando en cuenta la información obtenida se propone establecer los parámetros básicos para proponer una rehabilitación de la condición de la vía *objeto* de este estudio y que permita mejorar la serviciabilidad de la vía. Del *análisis de los resultados* obtenidos de los diferentes ensayos y mediciones, se realizaron las respectivas evaluaciones. La estructura del pavimento se encuentra en condiciones regular y pobre. Se *recomienda* para un mejoramiento de la vía un cambio de la estructura para prolongar la vida útil de la vía, además con esto se espera mejorar el IRI, PCI y así brindar un mejor servicio al flujo de vehículos que transitan diariamente.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales.**

#### **a) Evaluación y Determinación del índice de condición del pavimento rígido en la Av. Huancavelica. distrito Chilca, Huancayo - 2014.**

(Bernaola, R. 2014)(4)

Las vías de una ciudad constituyen actualmente un tema de suma importancia, ya que son estas las que influyen directamente dentro de muchos aspectos del entorno urbano y en todos aquellos que la habitan. Es así que contar con una buena infraestructura vial es de suma importancia para de esta manera poder movilizarnos mejor y más

rápidamente de uno a otro lugar dentro de la misma ciudad, lo que nos significaría un enorme ahorro de tiempo.

Las vías de una ciudad sufren varios tipos de danos debido a diversos factores como la antigüedad de la infraestructura, el mal proceso constructivo, entre muchos otros; lo que se hace notorio a través de las fallas superficiales. En muchos casos los métodos de evaluación suelen ser de naturaleza destructiva lo cual contribuye a dañar aún más la infraestructura vial, es por esta razón que surge el método de Determinación de índice de Condición del Pavimento (PCI) como una alternativa de evaluación aplicado tanto a pavimento rígido como flexible.

El método fue desarrollado por M. Y. Shahin y S. D. Khon y publicado por el cuerpo de Ingenieros de la armada de Estados Unidos en 1978, con la finalidad de proveer al ingeniero un método estándar de evaluación de la condición estructural y de la superficie de una sección de pavimento mediante la evaluación de los diversos tipos de danos que influyen en este.

Lo importante de esta tesis es que el método empleado es de carácter "No Destructivo" la cual se encuentra descrita en normas nacionales e internacionales, lo que nos garantiza su eficacia a la hora de obtener los resultados finales para posteriores diagnósticos y rehabilitaciones en casos sea necesario.

La **conclusión** predominante es que “según el deterioro del Pavimento y enfocado desde un punto de vista de Costo y Efectividad de la rehabilitación a recomendar, la estructura evaluada con PCI final de 53.89 aún se encuentra en la "Zona Optima de Rehabilitación" el cual comprende un índice de PCI de 55 con un intervalo  $\pm 7$ ; habiendo cumplido para esto un 75% de la vida útil de la infraestructura.”

**b) Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI) Barranco – Surco.**

(Robles, R. 2015)(5).

En su tesis Robles, R. menciona que, en la actualidad, debido al aumento del parque automotor en Lima, los pavimentos se someten a más y mayores sollicitaciones. Por lo cual es de gran importancia que los pavimentos presenten características mínimas como, ser resistente a las cargas durante su vida útil, proporcionarnos una circulación cómoda, eficiente y económica, tener un drenaje adecuado de tal forma que la transitabilidad sea permanente y segura, de tal modo que no afecte la durabilidad. Sin embargo, existen diferentes factores que producen fallas en el pavimento antes de cumplir su tiempo de vida útil, tales como, defectos constructivos, volúmenes de tránsito no esperados, malos y/o nulos mantenimientos, cargas excesivas, etc. Por ello, la presente tesis aplicará la metodología del Índice de Condición de Pavimento (PCI) con el cual se permite calificar al pavimento en un rango de valores que van de 0 a 100, mediante una inspección visual del tipo de 2 daños,

identificándolos, cuantificándolos y evaluando su nivel de incidencia sobre el pavimento. La metodología de la presente tesis es no experimental de tipo descriptiva, donde se analizará el tipo de daños, la severidad y cantidad o densidad del pavimento en la Av. Pedro de Osma de la cuadra N°1 a la cuadra N°8 en el distrito de Barranco y la Av. Prolongación de La Castellana de la cuadra N°10 a la cuadra N°11 en el distrito de Surco.

En su tesis el *objetivo general* planteado es “Determinar el Índice de Condición de Pavimento en la Av. Pedro de Osma de la cuadra N°1 a la cuadra N° 8 a partir de la determinación y evaluación de las patologías del pavimento basado en la Norma ASTM D6433-07 y determinar el Índice de Condición de Pavimento en la Av. Prolongación de la Castellana de la cuadra N°10 a la cuadra N° 11 a partir de la determinación y evaluación de las patologías del pavimento basado en la Norma ASTM D6433-07.”

La *conclusión principal* adoptada de esta tesis establece que “si bien su aplicación constituye un primer paso en la evaluación del pavimento, debido a que únicamente es una inspección visual, posteriormente se deben realizar otras inspecciones tanto visuales como destructivas, con las cuales se podrá determinar con mayor exactitud el estado real del pavimento”.

Una *recomendación* principal formulada recomienda que una vez ejecutada la construcción de la vía, en esta se desarrolle un

mantenimiento periódico y/o de rehabilitación, con el fin de prolongar la vida del pavimento y Con la monitorización continua del PCI se podría establecer la tasa de deterioro del pavimento, la cual serviría para la temprana identificación de las principales necesidades de los diferentes niveles de intervención.

**c) Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de condición del pavimento rígido en la avenida independencia del distrito de Ayacucho, provincia Huamanga, departamento de Ayacucho, abril - 2016.**

(Nicodemos, M. 2016).(6)

El proyecto de investigación consiste en evaluar las patologías del concreto de pavimento regido para obtener el índice de condición de pavimento regido actual de la vía toda la Av. Independencia del Distrito de Ayacucho, Provincia Huamanga. Se realizó con el *objetivo* de determinar el estado de conservación actual del pavimento rígido a partir de la identificación, clasificación, cuantificación de las patologías y la obtención del índice de condición del pavimento rígido (PCI), en esta Avenida encontramos Seiscientos noventa y seis paños de pavimento- para analizar el estado situacional. Dentro de la tesis se muestra: aplicación del pavimento rígido mostradas a través de sus antecedentes internacionales, nacionales y locales; se define el concepto de pavimento, su clasificación, patologías y un manual de daños que trata de las fallas más comunes que afectan a los pavimentos urbanos. Se ha aplicado la

metodología de investigación de tipo descriptivo, analítico y cuantitativo de diseño no experimental, siguiendo procedimientos de identificación, clasificación y evaluación de las patologías a través de una inspección visual de la muestra de unidades, se utilizó hoja de inspección de condiciones para unidad de muestra para el cálculo de valor numérico del PCI. Se realizó un registro estadístico de las patologías y valores de PCI obtenidos de las distintas muestras seleccionadas. Finalmente, de esta investigación muestra que la pavimentación en la Avenida Independencia del Distrito de Ayacucho tiene un pavimento en estado Regular, con un PCI ponderado igual a 50.00, las fallas encontradas fueron del tipo funcional, que no afectan con claridad al tránsito normal de peatones, ni de vehículos, pues no han causado daños en su estructura.

## **2.2 BASES TEÓRICAS.**

### **2.2.1 Definición de Pavimento.**

(Montejo, A. 2002) (7).

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el período para el cual fue diseñada la estructura del pavimento.

(Centeno, D. 2010) (8).

El pavimento, es una estructura formada por una o más capas de material pétreo tratado, cuya función es la de proporcionar al usuario un tránsito cómodo, seguro y rápido, al costo más bajo posible. Los tipos de Pavimento existentes son: Flexibles, rígidos y otros (Empedrados, adoquín, estampado, etc.).

(Gamboa, K. 2009) (9)

Pavimento es aquella estructura conformada por un conjunto de capas de materiales seleccionados y superpuestos, que reciben en forma directa las cargas del tránsito y los transmiten al suelo en forma uniforme y disipada. Estas capas deben de estar adecuadamente compactadas hasta alcanzar la resistencia especificada.

### **2.2.2 Clasificación de los pavimentos.**

(Saucedo, A. 2010) (10)

Con fines fundamentales prácticos, los pavimentos se dividen en rígidos y flexibles. Sin embargo, la rigidez o flexibilidad que un pavimento exhibe no es fácil de definir tan adecuadamente como para permitir una diferenciación entre uno y otro tipo de pavimento y hasta cierto punto materia de juicio, el precisar que tan rígido puede ser un pavimento flexible o que tan flexible puede llegar a ser un pavimento rígido:

**a) Pavimentos flexibles.**

Un pavimento flexible es una carpeta asfáltica, la cual proporciona la superficie de rodamiento. Las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores se distribuyen por medio de las características de fricción y de cohesión de las partículas de los materiales y la carpeta asfáltica se pliega a pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa, Ver figura II-1. Las capas que forman un pavimento flexible son:

- Carpeta asfáltica.
- Base.
- Subbase.

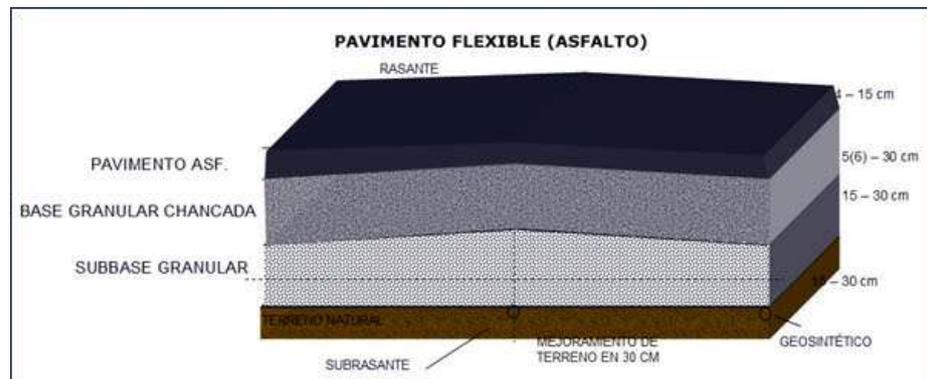


Figura II-1: estructura de un pavimento flexible (asfalto). Fuente: [http://www7.uc.cl/sw\\_educ/construccion/urbanizacion/media/conceptos/grandes/pav\\_rigi.jpg](http://www7.uc.cl/sw_educ/construccion/urbanizacion/media/conceptos/grandes/pav_rigi.jpg)

**b) Pavimentos Rígidos.**

Un pavimento rígido es aquel cuyo elemento fundamental es una losa de concreto hidráulico en la que se distribuyen las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores por medio de toda la superficie de la losa y de las adyacentes que trabajan en conjunto con la que recibe directamente

las cargas. Este tipo de pavimento no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores sin que se presente la falla estructural. Aunque en teoría las losas de concreto hidráulico pueden colocarse en forma directa sobre la subrasante, es necesario construir una capa de sub-base para evitar que los finos sean bombeados hacia la superficie de rodamiento al pasar los vehículos, lo cual puede provocar fallas de esquina o de orilla de la losa. Ver figura II-2. La sección transversal de un pavimento rígido está constituida por:

- Losa de concreto.
- Capa de base.

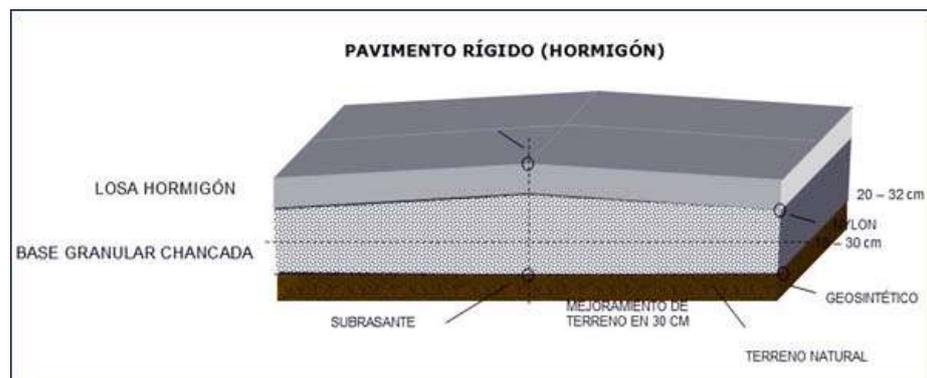


Figura II-2: Estructura de un pavimento rígido (hormigón). Fuente: [http://www7.uc.cl/sw\\_educ/construccion/urbanizacion/media/conceptos/grandes/pav\\_rigi.jpg](http://www7.uc.cl/sw_educ/construccion/urbanizacion/media/conceptos/grandes/pav_rigi.jpg)

### 2.2.3 Tipo de pavimentos de rígidos.

(ICPA. 2014) (11).

Los tipos de pavimentos rígidos de comúnmente empleados son:

- De hormigón simple con juntas.
- De hormigón armado con juntas.
- Continuamente armados.

Estos tres tipos de diseño pueden utilizarse para pavimentos nuevos, para la reconstrucción y como recubrimiento de estructuras existentes. Los pavimentos de hormigón pretensado y pre moldeado tienen las mismas aplicaciones que las anteriores, pero su empleo no ha sido muy difundido.

**a) Pavimentos de hormigón simple con juntas.**

Los pavimentos de hormigón simple con juntas son los más habitualmente empleados debido a su confiabilidad y a su mejor relación de costo-eficiencia. La configuración es controlada dividiendo al pavimento en losas con una separación entre juntas transversales de 3.5 m. a 6.0 m. que depende, entre otros factores, del tipo de base, el espesor y el coeficiente de expansión térmica. *Ver figura II-3.*

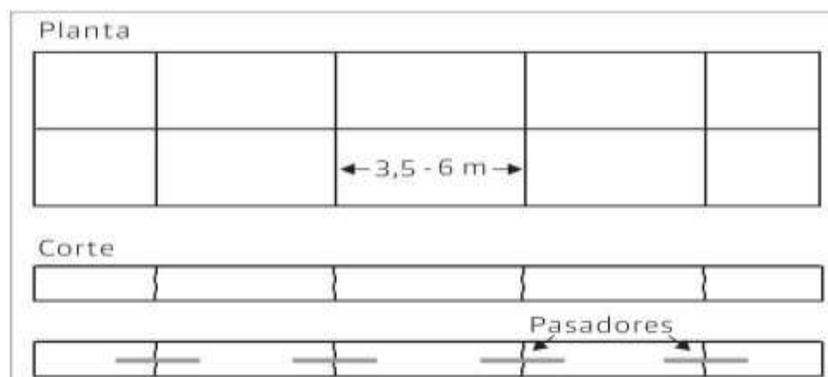


Figura II-3: Configuración de un pavimento de hormigón simple con juntas. Fuente: ICPA 2014.

**b) Pavimentos de hormigón armado con juntas.**

Los pavimentos de hormigón armado con juntas también se dividen en losas, pero estas son de mayor longitud. Debido a esa mayor separación entre juntas, se encuentra prevista la generación de pequeñas fisuras transversales intermedias. A raíz de esto, se incorpora en su masa una

armadura distribuida (con cuantías de refuerzo longitudinal entre 0.10 % y 0.25%, que se coloca a una profundidad de 1/3 del espesor de la losa) para controlar su apertura y garantizar una adecuada transferencia de carga por una trabazón de agregados. En el sentido transversal, se emplean tanto barras de unión como armadura distribuida, aunque con una cuantía inferior a la prevista en el sentido longitudinal. Ver figura II-4.

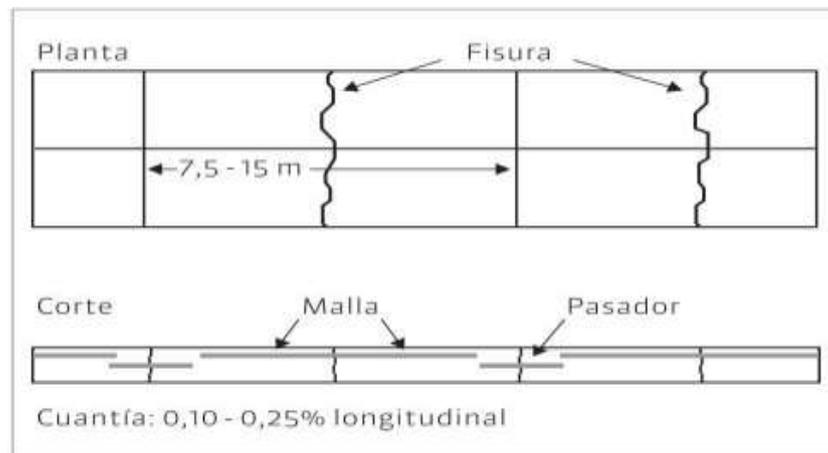
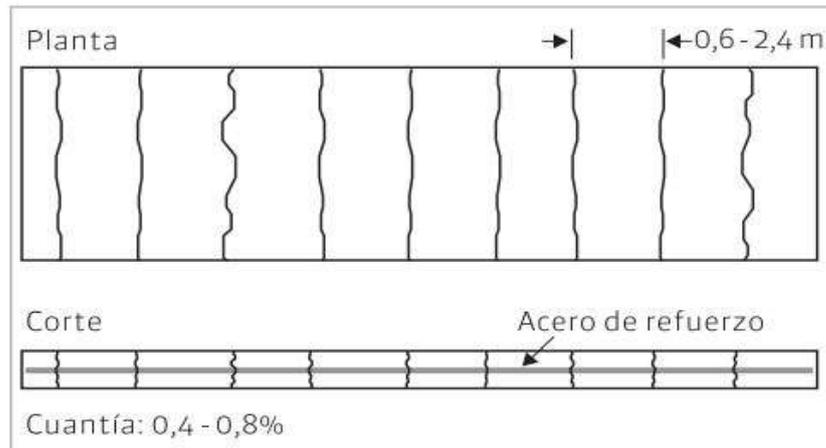


Figura II-4: Configuración de un pavimento de hormigón armado con juntas. Fuente: ICPA 2014.

**c) Pavimentos de hormigón continuamente armados.**

Estos pavimentos se caracterizan por no requerir la ejecución de juntas transversales de contracción. Debido a la importante cuantía con la que cuenta en la dirección longitudinal (entre 0.4 % - 0.8%), las fisuras transversales se desarrollan naturalmente a pequeños intervalos (generalmente entre 0.6 m y 2.4 m.).

Resultan en general más costosos que los pavimentos de hormigón simple con juntas. Sin embargo, presentan como ventaja que no necesitan prácticamente ningún trabajo de mantenimiento y provee una vida útil mayor que cualquier otro tipo de pavimento. Ver figura II-5.



*Figura II-5: Configuración de un pavimento de hormigón continuamente armado. Fuente: ICPA 2014*

#### **2.2.4 Serviciabilidad de los pavimentos de concreto.**

(ASOCRETO. 2014) (12).

La serviciabilidad se usa como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional), cuando éste circula por la vialidad. También se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc, que podrían afectar la capacidad de soporte de la estructura (comportamiento estructural).

El concepto de serviciabilidad está basado en cinco aspectos fundamentales resumidos como sigue:

- Las carreteras están hechas para el confort y conveniencia del público usuario.
- El confort, o calidad de la transitabilidad, es materia de una respuesta subjetiva de la opinión del usuario.
- La serviciabilidad puede ser expresada por medio de la calificación hecha por los usuarios de la carretera y se denomina la calificación de la serviciabilidad.
- Existen características físicas de un pavimento que pueden ser medidas objetivamente y que pueden relacionarse a las evaluaciones subjetivas. Este procedimiento produce un índice de serviciabilidad objetivo.
- El comportamiento puede representarse por la historia de la serviciabilidad del pavimento.

El PSI califica a la superficie del pavimento de acuerdo a una escala de valores de 0 a 5. Claro está, que, si el usuario observa agrietamientos o deterioros sobre la superficie del camino aún sin apreciar deformaciones, la clasificación decrece. El diseño estructural basado en la serviciabilidad considera necesario determinar el índice de serviciabilidad inicial (P0) y el índice de serviciabilidad final (Pt), para la vida útil o de diseño del pavimento.

### **2.2.5 Desempeño del pavimento.**

(Cordo, V.2006) (13)

La “performance” o desempeño de un pavimento puede definirse como la capacidad estructural o funcional medible a lo largo de su período de diseño. El público usuario le asigna valores subjetivos de acuerdo a su

calidad de rodadura, seguridad, aspecto y conveniencia. La capacidad funcional comprende:

- Calidad aceptable de rodadura.
- Adecuada fricción superficial.
- Geometría apropiada para la seguridad vial.
- Apariencia (Estética).

La capacidad estructural del pavimento implica soportar las cargas impuestas por el tránsito y las condiciones ambientales. de un pavimento se manifiesta por una disminución de su capacidad funcional ya que hay un incremento en rugosidad, ruido y un riesgo para los vehículos y ocupantes que lo transiten. No obstante, hay otros tipos de fallas estructurales que pueden progresar sin que los usuarios lo noten hasta etapas muy avanzadas. También puede haber una pérdida de capacidad funcional sin que esto implique pérdida de capacidad estructural (ej. pérdida de resistencia a la fricción que se traduce en una vía resbaladiza).

#### **2.2.6 Consideraciones de diseño de pavimentos de concreto.**

(Becerra, M. 2012) (14)

Las consideraciones básicas para el diseño de los pavimentos son:

**a) El entorno.**

**El pavimento de concreto es una estructura que se relaciona con el lugar y clima en el que es proyectado, con el suelo sobre el que será construido, y con el tipo de tránsito al que será sometido.**

**b) El medio ambiente**

Las variaciones de *temperatura* y *humedad* que ocurren estacionalmente afectan el desempeño del pavimento de concreto. En efecto, estas variaciones producen gradientes en la estructura de la carpeta de rodadura, generando esfuerzos y deformaciones que contribuyen al deterioro de la losa rígida.

Las *lluvias* pueden ser un factor de infiltración de agua por las juntas de los pavimentos de concreto. El agua infiltrada, combinada con la presencia de suelos finos en la subrasante y el paso de tránsito pesado, puede generar el fenómeno conocido como bombeo, y consecuentemente la erosión de los materiales de apoyo y la pérdida de capacidad portante.

**c) Los materiales disponibles.**

Los materiales son determinantes para el diseño de la solución técnica y económica más adecuada, por lo que el diseñador debe considerar

Preferentemente, para el diseño las diversas capas estructurales, materiales provenientes de canteras y depósitos aluviales de la región.

**d) El drenaje.**

Las estructuras de drenaje tienen como propósito el control del agua libre producto de las lluvias que puede afectar la estructura del pavimento.

**e) Las bermas.**

Las bermas tienen por finalidad proveer soporte de borde a la calzada del pavimento, asistencia a los vehículos en problemas, incrementar la seguridad, y prevenir la erosión de las capas inferiores.

**f) El tránsito.**

Las diversas metodologías de diseño de pavimentos tienen por finalidad proyectar estructuras que permitan la circulación de vehículos con diferentes características de carga durante un periodo de tiempo estimado. Por lo tanto, para diseñar un pavimento es necesario determinar el número, tipo y peso de los vehículos que circularan por ese camino una vez construido el pavimento.

**g) El suelo de cimentación.**

El suelo es parte integral de la estructura de los pavimentos, y es el responsable de soportar finalmente las cargas transmitidas desde la carpeta de rodadura. Por lo tanto, mientras más conocido sea el suelo de cimentación, más acertados serán los métodos de diseño al proyectar el deterioro del pavimento en sus años de servicio.

**2.2.7 Los pavimentos y la necesidad de conservación.**

(Montoya, J. 2007) (15)

Los pavimentos tienen por propósito servir al tránsito en forma segura, confortable y eficiente, por tal motivo es importante realizar labores de conservación adecuadas y oportunas sobre ellos.

El concepto de conservación de pavimentos significa la acción de cuidar que su aptitud de servicio se prolongue durante el tiempo requerido, lo cual implica un esfuerzo de preocupación de los encargados y un desembolso de recursos importante por parte de la agencia responsable. Los caminos son vitales para la comunidad y afectan el bienestar económico y el desarrollo de la misma, por este motivo los administradores tienen la responsabilidad de dar al público el mejor servicio posible con los fondos disponibles. Los caminos son uno de los subsistemas del sistema global de transporte, a él se agrega el subsistema de vehículos que transitan por la vía, formando ambos lo que se conoce como el costo global del sistema de transporte. Dentro de dicha premisa se inserta la necesidad de construir caminos de buena calidad e intervenir en ellos cada vez que sea necesario, a fin de mantener las condiciones apropiadas para los usuarios. Mientras exista demanda de parte de ellos, es conveniente crear y seguir un esquema de conservación de la red que garantice lo siguiente:

- Adecuada conservación de los caminos de la red a un costo apropiado.
- Que la red vial sea mantenida siguiendo un programa de largo plazo.
- Que se optimice los costos y beneficios del sistema, racionalizando el uso de recursos.
- Que exista un permanente control de los efectos sobre el medio ambiente.
- Que se implemente un control de la efectividad de la conservación.

### 2.2.8 Comportamiento del Pavimento.

(Flores, E. 2008) (16)

El comportamiento de los pavimentos a lo largo de su vida útil es regido generalmente por un ciclo, el cual ha llegado a considerarse como normal debido a la frecuencia con que se presenta, los indicadores (deterioros del pavimento) de cada una de las etapas de este ciclo son diferentes según el tipo de pavimento, sin embargo, la tendencia en la evolución de la estructura a través del tiempo es común y puede describirse de la siguiente manera:

- Etapa de construcción.
- Etapa de deterioro lento y poco visible.
- Etapa de deterioro acelerado y de quiebre.
- Etapa de descomposición total.

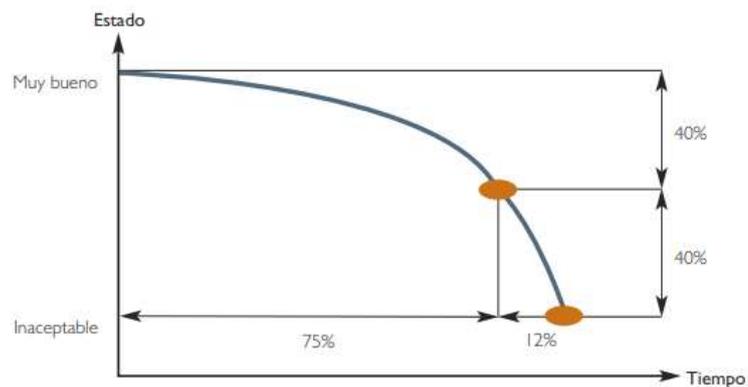


Gráfico II-1. Comportamiento del pavimento a través del tiempo. Fuente: [http://publicaciones.caf.com/media/1133/IS\\_Mantenimiento\\_vial.pdf](http://publicaciones.caf.com/media/1133/IS_Mantenimiento_vial.pdf)

### **2.2.9 Evaluación de pavimentos.**

Es una de las actividades más importantes del ingeniero de pavimentos, esta es una acción que requiere el conocimiento previo de un conjunto de anomalías y deterioros propios del pavimento y de las causas que las inducen, es fundamental conocer el estado la condición operativa, funcional y estructural del pavimento, para evaluar y validar los criterios de diseño y establecer los programas de mantenimientos y así brindar el confort y seguridad del usuario.

La evaluación funcional está relacionada a la superficie del pavimento y a las características del suelo en las que se cimentan y a las tipologías que definen la suavidad de manejo de un conductor promedio sobre la calzada.

### **2.2.10 Procedimiento de Evaluación de los pavimentos.**

(Vásquez,L. 2002) (17).

El procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de este manual para obtener un valor del PCI confiable.

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

- **Equipo.**

- ✓ Odómetro manual para medir las longitudes y las áreas de los daños.
- ✓ Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.

- ✓ Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.
- **Procedimiento.** Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños. Se usa un formulario u *“hoja de información de exploración de la condición”* para cada unidad muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.
- **El equipo de inspección** deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada, tales como dispositivos de señalización y advertencia para el vehículo acompañante y para el personal en la vía.

#### **2.2.11 Calidad de tránsito.**

(Vásquez,L. 2002) (17)

Cuando se realiza la inspección de daños, debe evaluarse la calidad de tránsito (o calidad del viaje) para determinar el nivel de severidad de daños tales como las corrugaciones y el cruce de vía férrea. A continuación, se presenta una guía general de ayuda para establecer el **grado de severidad** de la calidad de tránsito.

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

- **M: (*Medium: Medio*):** Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad.
- **H: (*High: Alto*):** Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo, creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo.

La calidad de tránsito se determina recorriendo la sección de pavimento en un automóvil de tamaño estándar a la velocidad establecida por el límite legal.

#### **2.2.12 Mantenimiento de Pavimentos (Norma CE.010 Pavimentos Urbanos).**

(MVCS. 2010) (18).

La finalidad de esta norma es “conservar la infraestructura urbana, manteniendo el orden, la circulación y el tránsito; así como uniformizar los criterios de mantenimiento y rehabilitación”.

Aparte de la Rehabilitación que es el refuerzo estructural del pavimento cuando ha cumplido su Vida de Servicio, hay cuatro actividades de mantenimiento, que se clasifican en términos de su frecuencia:

- a. *Mantenimiento rutinario*, requerido de manera continúa en todas las vías, independientemente de sus características o volumen del tráfico. Por ejemplo: barrido, corte de grass, limpieza de drenes y cunetas, mantenimiento de alcantarillas y mantenimiento de la señalización.
- b. *Mantenimiento recurrente*, requerido a intervalos preestablecidos durante el año, con una frecuencia que depende del volumen del tráfico. Por ejemplo: reparación de baches y bordes, sellado de grietas.
- c. *Mantenimiento periódico*, requerido a intervalos de algunos años. Por ejemplo: sellado de toda la superficie, recapeos, reemplazo de pavimento asfáltico en áreas pequeñas, reposición de losas aisladas, reparación de bermas y señalización horizontal (pintado) y vertical (señales de tránsito). resellado de juntas.
- d. *Mantenimiento urgente*, necesario para hacer frente a emergencias y problemas que requieren acción inmediata, cuando bloquean una vía. Por ejemplo: remoción de obstáculos, colocación de señales de peligro y trabajos diversos.

### 2.2.13 Relación de daños en los pavimentos rígidos.

Los deterioros típicos en pavimentos de hormigón según la norma ASTM D-6433 (PCI – Pavement Condition Index) se especifican en el *cuadro II-1* y a continuación se detalla el manual de daños según el orden y numeración establecida por dicha norma:

Cuadro II-1. Daños en vías con superficie de concreto hidráulico

Nro.	DESCRIPCIÓN
21	BLOW UP / BUCKLING (ROTURA POR PANDEO)
22	GRIETA DE ESQUINA
23	LOSA DIVIDIDA
24	GRIETA DE DURABILIDAD “D”
25	ESCALA
26	SELLO DE JUNTA

27	DESNIVEL CARRIL / BERMA
28	GRIETAS LINEALES
29	PARCHEO GRANDE
30	PARCHEO PEQUEÑO
31	PULIMENTO DE AGREGADOS
32	POP OUTS (DESPRENDIMIENTOS)
33	BOMBEO
34	PUNZONAMIENTO
35	CRUCE DE VÍA FÉRREA
36	DESCONCHAMIENTO / MAPA DE GRIETAS
37	GRIETAS DE RETRACCIÓN
38	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA
39	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA

**MANUAL DE DAÑOS EN VÍAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE  
CEMENTO PORTLAND.**

(Vásquez, L. 2002) (17)

**21 BLOWUP–BUCKLING(rotura por pandeo).**

**21.1Descripción.**

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

## 21.2 Niveles de severidad.

- **Bajo:** Causa una calidad de tránsito de baja severidad.
- **Medio:** Causa una calidad de tránsito de severidad media.
- **Alto:** Causa una calidad de tránsito de alta severidad.

## 21.3 Medida.

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

## 21.4 Opciones de reparación.

- **Bajo:** No se hace nada. Parcheo profundo o parcial.
- **Medio:** Parcheo profundo. Reemplazo de la losa
- **Alto:** Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.



Ilustración II-1: Blowup – buckling de severidad baja, media y alta. Fuente: <https://www.in.gov/indot/div/aviation/pavement-inspection/pci-review/distresses-pcc/pcc-blowup-high.jpg>

## 22 GRIETA DE ESQUINA.

### 22.1 Descripción.

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

### **22.2 Niveles de severidad.**

- **Bajo:** La grieta está definida por una grieta de baja severidad y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna.
- **Medio:** Se define por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media.
- **Alto:** Se define por una grieta de severidad alta o el área entre la junta y las grietas está muy agrietada.

### **22.3 Medida.**

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

- Solo tiene una grieta de esquina.
- Contiene más de una grieta de una severidad particular.

- Contiene dos o más grietas de severidades diferentes.

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

#### **22.4 Opciones de reparación.**

- **Bajo:** No se hace nada. Sellado de grietas de más de 3 mm.
- **Medio:** Sellado de grietas. Parcheo profundo.
- **Alto:** Parcheo profundo.



Ilustración II-2: Grieta de esquina de severidad baja media y alta. Fuente: <https://faapaveair.faa.gov/Help/Media/image277.jpg>

#### **23 LOSA DIVIDIDA.**

##### **23.1 Descripción.**

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

### 23.2 Niveles de severidad.

En el cuadro 23-1 se anota los niveles de severidad para las losas divididas.

Cuadro 23 1. Niveles de severidad para Losa dividida.

SEVERIDAD DE LA MAYORÍA DE LAS GRIETAS	NUMERO DE PEDAZOS EN LA LOSA AGRIETADA		
	4 a 5	6 a 8	8 a mas
<b>BAJO</b>	B	B	M
<b>MEDIO</b>	M	M	A
<b>ALTO</b>	M	M	A

### 23.3 Medida.

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

### 23.4 Opciones de reparación.

- **Bajo:** No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor de 3 mm.
- **Medio:** Reemplazo de la losa.
- **Alto:** Reemplazo de la losa.



Ilustración II-3: Losa Dividida de severidad baja, media y alta: Fuente: <https://faapaveair.faa.gov/Help/Media/image285.jpg>

## 24 GRIETA DE DURABILIDAD “D”.

### 24.1 Descripción.

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

### 24.2 Niveles de severidad.

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

### 24.3 Medida.

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

### 24.4 Opciones de reparación.

- **Bajo:** No se hace nada.
- **Medio:** Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas.
- **Alto:** Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas. Reemplazo de la losa.



Ilustración II-4: Grieta de Durabilidad D de baja, media y alta severidad. Fuente: <https://faapaveair.faa.gov/Help/Media/image293.jpg>

## 25 ESCALA.

### 25.1 Descripción.

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

- Asentamiento debido una fundación blanda.

- Bombeo o erosión del material debajo de la losa.
- Alabeo de los bordes de la losa debido a cambios de temperatura o humedad.

### 25.2 Niveles de severidad.

Se definen por la diferencia de niveles a través de la grieta o junta como se indica en el Cuadro 25.1.

NIVEL DE SEVERIDAD	DIFERENCIA DE ELEVACIÓN
BAJO	3 a 10 mm.
MEDIO	10 a 19 mm.
ALTO	Más de 19 mm.

Cuadro 25 1. Niveles de severidad para Escala.

### 25.3 Medida.

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

### 25.4 Opciones de reparación.

- **Bajo:** No se hace nada. Fresado.
- **Medio:** Fresado.
- **Alto:** Fresado.



Ilustración II-5: Escala de severidad baja, media y alta. Fuente: <https://faapaveair.faa.gov/Help/Media/image297.jpg>

## **26 DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA.**

### **26.1 Descripción.**

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

- Desprendimiento del sellante de la junta.
- Extrusión del sellante.
- Crecimiento de vegetación.
- Endurecimiento del material llenante (oxidación).
- Pérdida de adherencia a los bordes de la losa.
- Falta o ausencia del sellante en la junta.

### **26.2 Niveles de severidad.**

- **Bajo:** El sellante está en una condición buena en forma general en toda la sección. Se comporta bien, con solo daño menor.
- **Medio:** Está en condición regular en toda la sección, con uno o más de los tipos de daño que ocurre en un grado moderado. El sellante requiere reemplazo en dos años.

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



Ilustración II-6: Daño de sello de junta de severidad baja, media y alta. Fuente: <https://faapaveair.faa.gov/Help/Media/image303.jpg>

## **27 DESNIVEL CARRIL / BERMA.**

### **27.1 Descripción.**

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

### **27.2 Nivel de severidad.**

- **Bajo:** La diferencia entre el borde del pavimento y la berma es de 25.0 mm a 51.0 mm.
- **Medio:** La diferencia de niveles es de 51.0 mm a 102.0 mm.
- **Alto:** La diferencia de niveles es mayor que 102.0 mm.

### **27.3 Medida.**

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

### **27.4 Opciones de reparación.**

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



Ilustración II-7: Desnivel carril berma de severidad baja, media y alta. Fuente: <https://faapaveair.faa.gov/Help/Media/image309.jpg>

## **28 GRIETAS LINEALES.**

### **28.1 Descripción.**

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

no se propagan en toda la extensión de la losa, se contabilizan como grietas de retracción.

## **28.2 Niveles de severidad.**

### **28.2.1 Losas sin refuerzo.**

- **Bajo:** Grietas no selladas (incluye llenante inadecuado) con ancho menor que 12.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.
- **Medio:** Existe una de las siguientes condiciones:
  - Grieta no sellada con ancho entre 12.0 mm y 51.0 mm.
  - Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 51.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
  - Grieta sellada de cualquier ancho con escala menor que 10.0 mm.
- **Alto:** Existe una de las siguientes condiciones:
  - Grieta no sellada con ancho mayor que 51.0 mm.
  - Grieta sellada o no de cualquier ancho con escala mayor que 10.0 mm.

### **28.2.2 Losas con refuerzo.**

- **Bajo:** Grietas no selladas con ancho entre 3.0 mm y 25.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.
- **Medio:** Existe una de las siguientes condiciones:
  - Grieta no sellada con un ancho entre 25.0 mm y 76.0 mm y sin escala.

- Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 76.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
- Grieta sellada de cualquier ancho con escala hasta de 10.0 mm.
- **Alto:** Existe una de las siguientes condiciones:
  - Grieta no sellada de más de 76.0 mm de ancho.
  - Grieta sellada o no de cualquier ancho y con escala mayor que 10.0 mm.

### 28.3 Medida.

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

### 28.4 Opciones de reparación.

- **Bajo:** No se hace nada. Sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.
- **Medio:** Sellado de grietas.
- **Alto:** Sellado de grietas. Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.



Ilustración II-8: Grieta lineal de severidad baja media y alta. Fuente: <https://faapaveair.faa.gov/Help/Media/image315.jpg>

## **29 PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS.**

### **29.1 Descripción.**

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

### **29.2 Niveles de severidad.**

- **Bajo:** El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.
- **Medio:** El parche está moderadamente deteriorado o moderadamente descascarado en sus bordes. El material del parche puede ser retirado con esfuerzo considerable.
- **Alto:** El parche está muy dañado. El estado de deterioro exige reemplazo.

### **29.3 Medida.**

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

## 29.4 Opciones de reparación.

- **Bajo:** No se hace nada.
- **Medio:** Sellado de grietas. Reemplazo del parche.
- **Alto:** Reemplazo del parche.



Ilustración II-9: Parche grande de severidad baja, media y alta. Fuente: <https://faapaveair.faa.gov/Help/Media/image321.jpg>

## 30 PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 M2).

### 30.1 Descripción.

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

### 30.2 Niveles de severidad.

- **Bajo:** El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.
- **Medio:** El parche está moderadamente deteriorado. El material del parche puede ser retirado con considerable esfuerzo.
- **Alto:** El parche está muy deteriorado. La extensión del daño exige reemplazo.

### 30.3 Medida.

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

### 30.4 Opciones de reparación.

- **Bajo:** No se hace nada.
- **Medio:** No se hace nada. Reemplazo del parche.
- **Alto:** Reemplazo del parche.



*Ilustración II-10: Parche pequeño de severidad baja, media y alta. Fuente: <https://faapaveair.faa.gov/Help/Media/image327.jpg>*

## 31 PULIMENTO DE AGREGADOS.

### 31.1 Descripción.

Este daño se causa por aplicaciones repetidas de cargas del tránsito. Cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas. Cuando la porción del agregado

que se extiende sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados que se extiende sobre el concreto es despreciable y suave al tacto. Este tipo de daño se reporta cuando el resultado de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha disminuido significativamente respecto a evaluaciones previas.

### **31.2 Niveles de severidad.**

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

### **31.3 Medida.**

Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa.

### **31.4 Opciones de reparación.**

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

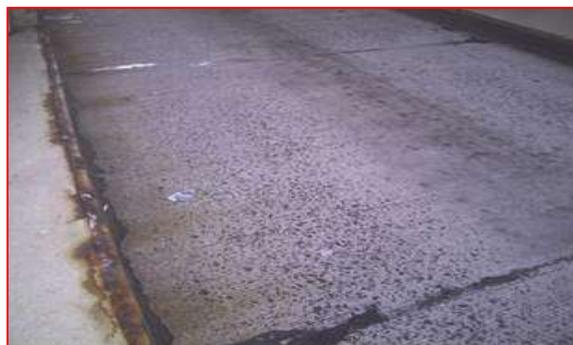


Ilustración II-11: Pulimento de agregados. Fuente: <https://faapaveair.faa.gov/Help/Media/image331.jpg>

## **32POP OUTS.**

### **32.1Descripción.**

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

### **32.2Niveles de severidad.**

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

### **32.3Medida.**

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

### **32.4Opciones de reparación.**

**B, M y A:** No se hace nada.



Ilustración II-12: Pop outs. Fuente:  
<https://faapaveair.faa.gov/Help/Media/image333.jpg>

### **33 BOMBEO.**

#### **33.1 Descripción.**

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

#### **33.2 Niveles de severidad.**

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

#### **33.3 Medida.**

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

### **33.4 Opciones de reparación.**

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



Ilustración II-13: Bombeo. Fuente:  
<https://faapaveair.faa.gov/Help/Media/image335.jpg>

## **34 PUNZONAMIENTO.**

### **34.1 Descripción.**

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

### 34.2 Niveles de severidad.

Cuadro 34 1. Nivel de severidad para punzonamiento.

NIVEL DE SEVERIDAD	NUMERO DE PEDAZOS		
	2 a 3	4 a 5	más de 5
BAJO	B	B	M
MEDIO	B	M	A
ALTO	M	A	A

### 34.3 Medida.

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

### 34.4 Opciones de reparación.

- **Bajo:** No se hace nada. Sellado de grietas.
- **Medio:** Parcheo profundo.
- **Alto:** Parcheo profundo.



Ilustración II-14: Punzonamiento. Fuente:  
<https://faapaveair.faa.gov/Help/Media/image339.jpg>

## **35 CRUCE DE VÍA FÉRREA**

### **35.1 Descripción.**

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

### **35.2 Niveles de seguridad.**

- **Bajo:** El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.
- **Medio:** El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.
- **Alto:** El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de alta severidad.

### **35.3 Medida.**

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

### **35.4 Opciones de reparación.**

- **Bajo:** No se hace nada.
- **Medio:** Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.
- **Alto:** Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.



Ilustración II-15: Cruce de vía férrea. Fuente: <https://faapaveair.faa.gov/Help/Media/image341.jpg>

## **36 DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO.**

### **36.1 Descripción.**

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

### **36.2 Niveles de severidad.**

- **Bajo:** El craquelado se presenta en la mayor parte del área de la losa; la superficie está en buena condición con solo un descamado menor presente.
- **Medio:** La losa está descamada, pero menos del 15% de la losa está afectada.
- **Alto:** La losa está descamada en más del 15% de su área.

### 36.3 Medida.

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

### 36.4 Opciones de reparación.

- **Bajo:** No se hace nada.
- **Medio:** No se hace nada. Reemplazo de la losa.
- **Alto:** Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa. Sobrecarpeta.



Ilustración II-16: Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado. Fuente: <https://faapaveair.faa.gov/Help/Media/image347.jpg>

## 37 GRIETAS DE RETRACCIÓN.

### 37.1 Descripción.

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

### **37.2 Niveles de severidad.**

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

### **37.3 Medida.**

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

### **37.4 Opciones de reparación.**

**B, M y A:** No se hace nada.



Ilustración II-17: grietas de retracción: Fuente: <https://faapaveair.faa.gov/Help/Media/image349.jpg>

## **38 DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA.**

### **38.1 Descripción.**

Es la rotura de la losa a 0.6 m de la esquina aproximadamente. Un descascaramiento de esquina difiere de la grieta de esquina en que el descascaramiento usualmente buza hacia abajo para interceptar la junta, mientras que la grieta se extiende verticalmente a través de la esquina de losa. Un

descascamiento menor que 127 mm medidos en ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse.

### 38.2 Niveles de severidad.

En el Cuadro 38-1 se listan los niveles de severidad para el descascamiento de esquina. El descascamiento de esquina con un área menor que 6452 mm<sup>2</sup> desde la grieta hasta la esquina en ambos lados no deberá contarse.

Cuadro 38 1. Niveles de severidad para Descascamiento de Esquina.

PROFUNDIDAD DEL DESCASCAMIENTO	DIMENSIONES DE LOS LADOS DEL DESCASCAMIENTO	
	127.0 x 127.0 mm a 305.0 mm. X 305.0 mm.	Mayor que 305.0 mm. X 305.0 mm.
Menor de 25.0 mm.	B	B
Desde 25.0 mm. a 51.0 mm.	B	M
Mayor de 51.0 mm.	M	A

### 38.3 Medida.

Si en una losa hay una o más grietas con descascamiento con el mismo nivel de severidad, la losa se registra como una losa con descascamiento de esquina.

Si ocurre más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad.

### 38.4 Opciones de reparación.

- **Bajo:** No se hace nada.
- **Medio:** Parcheo parcial.
- **Alto:** Parcheo parcial.



Ilustración II-18: Descascaramiento de esquina de severidad baja, media y alta.

Fuente: <https://faapaveair.faa.gov/Help/Media/image353.jpg>

### **39DESCASCARAMIENTO DE JUNTA.**

#### **39.1Descripción.**

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

- Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles.
- Concreto débil en la junta por exceso de manipulación.

#### **39.2Niveles de severidad.**

En el Cuadro 39-1 se ilustran los niveles de severidad para descascaramiento de junta. Una junta desgastada, en la cual el concreto ha sido desgastado a lo largo de toda la junta se califica como de baja severidad.

#### **39.3Medida.**

Cuadro 39 1. Niveles de Severidad Descascaramiento de Junta.

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

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

#### 39.4 Opciones de reparación.

- **Bajo:** No se hace nada.
- **Medio:** Parcheo parcial.
- **Alto:** Parcheo parcial. Reconstrucción de la junta.



Ilustración II-19: Descascaramiento de junta de severidad baja, media y alta: Fuente: <https://faapaveair.faa.gov/Help/Media/image359.jpg>

#### **2.2.14 Índice de condición de pavimentos (PCI).**

(Vásquez, L. 2002) (17)

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

Se presentan la totalidad de los daños incluidos en la formulación original del PCI, pero eventualmente se harán las observaciones de rigor sobre las patologías que no deben ser consideradas debido a su génesis o esencia ajenas a las condiciones locales.

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad de este. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto

estado. En el *Cuadro II-2* se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

Cuadro II-2: Clasificación del PCI. Fuente: código ASTM D5340 (PCI – PavementConditionIndex).

RANGO	CLASIFICACIÓN	COLORES SUGERIDOS
100 - 85	Excelente	Verde oscuro
85 - 70	Muy bueno	Verde claro
70 - 55	Bueno	Amarillo
55 - 40	Regular	Rojo ligero
40 - 25	Malo	Rojo medio
25 - 10	Muy malo	Rojo oscuro
10 - 0	Fallado	Gris oscuro

Fuente: Vásquez, L. 2002

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen Clase, Severidad y Cantidad que cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para la inspección de pavimentos asfálticos y de concreto, respectivamente.

### **2.2.15 Objetivos del PCI (índice de condición de pavimentos).**

(Ramos, F. 2015)(19)

Los objetivos que se persiguen con la aplicación del Método PCI son:

- Determinar el estado de un pavimento en términos de su integridad estructural y su nivel de servicio.
- Obtener un indicador que permita comparar con un criterio uniforme la condición y comportamiento de los pavimentos.
- Obtener un criterio racional para justificar la programación de obras de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.
- Obtener información relevante de retroalimentación respecto del comportamiento de las soluciones adoptadas en el diseño, evaluación y criterios de mantenimiento de pavimentos.

### **2.2.16 Calculo del PCI (Índice de condición de pavimentos).**

(Vásquez,L. 2002) (17)

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la *clase*, *severidad* y *extensión* de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin.

En los anexos se ilustra el formato para la inspección de pavimentos de concreto rígido y flexible respectivamente. Las figuras son ilustrativas y en la práctica debe proveerse el espacio necesario para consignar toda la información pertinente.

**a) Unidades de muestreo para pavimentos rígidos.**

Carreteras con capa de rodadura son de losas de concreto de cemento Portland y losas con longitud inferior a 7.60 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  $20 \pm 8$  losas.

Se recomienda tomar el valor medio de los rangos y en ningún caso definir unidades por fuera de aquellos. Para cada pavimento inspeccionado se sugiere la elaboración de esquemas que muestren el tamaño y la localización de las unidades ya que servirá para referencia futura.

**b) Determinación del PCI de la unidad de muestra.**

(Shahin, M. 1981) (20).

En la “Evaluación De Una Red” vial puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la *Ecuación 1*, la cual produce un estimado del  $PCI \pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2} \text{ Ecuación 1.}$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35). En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse. Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ( $n < 5$ ), todas las unidades deberán evaluarse.

**c) Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección:**

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera:

a) El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la *Ecuación 2*.

$$i = \frac{N}{n} \text{ Ecuación 2.}$$

Donde:

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3).

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

b) El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i.

Así, si  $i = 3$ , la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (S), (S + 1), (S + 2), etc.

Siguiendo con el ejemplo, si la unidad inicial de muestreo para inspección seleccionada es 2 y el intervalo de muestreo (i) es igual a 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 5, 8, 11, 14, etc. Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas.

#### **d) Selección de Unidades de Muestreo Adicionales.**

Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo

en muy mal estado. También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que sólo se presentan una vez (por ejemplo, “cruce de línea férrea”) queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio.

Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una “unidad adicional” en lugar de una “unidad representativa” o aleatoria. Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección.

**e) Cálculo del PCI de las unidades de muestreo.**

Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado y se basa en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

**Etapas 1. Cálculo de los Valores Deducidos.**

- a. Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna TOTAL del formato PCI-01. El daño puede medirse en área, longitud o por número según su tipo.
- b. Divida la CANTIDAD de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.

- c. Determine el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” que se adjuntan al final de este documento, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

**Etapa 2. Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m).**

- a. Si ninguno o tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos b y c de esta etapa.
- b. Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
- c. Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m) utilizando la *ecuación 3*.

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \text{ Ecuación 3.}$$

Donde:

$m_i$ : Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$ .

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

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

**Etapa 3. Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.**

- a. El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:
- b. Determine el número de valores deducidos, q, mayores que 2.0.
- c. Determine el “Valor Deducido Total” sumando todos los valores deducidos individuales.
- d. Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- e. Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita los pasos a hasta c de esta etapa hasta que q sea igual a 1.
- f. El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

**Etapa 4. Calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la Etapa 3.**

**f) Cálculo del PCI de una Sección de Pavimento.**

Si todas las unidades de muestra inspeccionadas son elegidas aleatoriamente o si se inspeccionan todas las unidades, entonces el PCI de la sección es el promedio de todos PCI de cada unidad de muestra.

Si se usaron unidades de muestreo adicionales se usa un promedio ponderado que se calcula de la siguiente forma ver *ecuación 4*:

$$PCI_S = \frac{[(N - A) * PCI_R] + (A * PCI_A)}{N} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

PCIS: PCI de la sección del pavimento.

PCIR: PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

PCIA: PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección.

A: Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

### III METODOLOGÍA.

Generalmente este tipo de investigación tiene un carácter de tipo *descriptivo*, *no experimental*, *de corte transversal* y *cualitativo*.

- Es *descriptivo* porque se describe la realidad de la estructura del pavimento sin alterar sus propiedades físicas y mecánicas, además de su condición de servicio.
- Es *no experimental* por que estudia el problema y analiza el estado del pavimento sin manipular las variables y se basa fundamentalmente en la observación además no es necesario recurrir al laboratorio.
- Es *de corte trasversal* por que el proceso de investigación se concentra en analizar las diferentes variables en un periodo puntual en el tiempo.
- Es *Cualitativo* por que describe los fenómenos que afectan el estado del pavimento a partir de su propia calidad.

#### 3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

En el proceso del diseño de investigación de este proyecto se inicia con la recopilación de la información preliminar, esta información requiere datos como el nombre del pavimento a estudiar, la ubicación, el tipo y clase de estructura, datos históricos del pavimento. Luego, establecido estos parámetros preliminares el paso a seguir es el reconocimiento de campo, en ella se obtienen las mediciones de la estructura, la cantidad de unidades de muestra, establecer que unidades de muestra que van a ser evaluadas y a

continuación la recolección y registro en los formatos todos los deterioros encontrados. Finalmente se procede al trabajo en el gabinete, es decir; se procede a calcular el PCI de las unidades de muestreo y encontrar el promedio ponderado de todos los valores PCI y definir así la característica en la que se encuentra toda la vía en estudio. El diseño de la investigación se detalla en el *grafico III-1*.

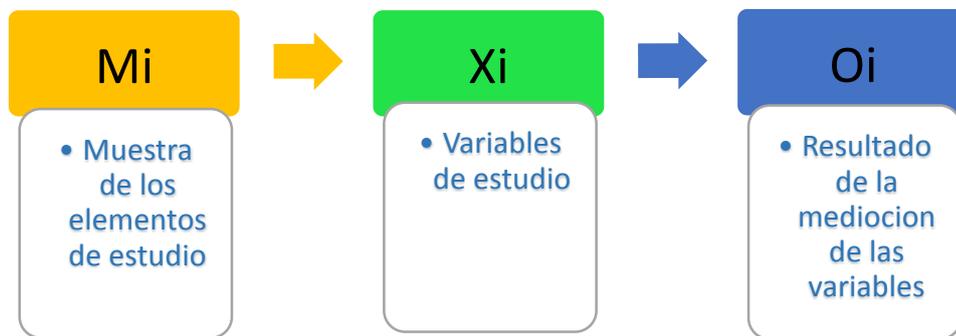


Gráfico III-1: Diseño de la investigación. Fuente: Elaboración propia

## 3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.

### 3.2.1 Población.

Para la presente Investigación la población estará dado por el pavimento de la Avenida Unión del distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali.

### 3.2.2 Muestra.

Se seleccionará todo el pavimento dela Av. Unión entre la Avenida Salvador Allende y el jirón Icael en el distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali, para ser valoradas en su totalidad.

El muestreo estará de acorde a la metodología del PCI (Índice de Condición de Pavimentos).

### 3.3 DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Cuadro III-1: Definición y operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
Patologías del Pavimento Rígido (Norma ASTM D6433)	“Evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método PCI – (PavementConditionIndex), en las pistas de la avenida Unión entre la avenida Salvador Allende y el jirón Ica, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, año – 2018”.	Tipo de patologías que se presentan en el pavimento rígido. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blowupblucking.</li> <li>• Grieta de esquina.</li> <li>• Losa dividida.</li> <li>• Grieta de durabilidad.</li> <li>• Escala.</li> <li>• Sello de junta.</li> <li>• Etc.</li> </ul>	Diversidad en:	Tipos y presencia de la forma de lesión: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertical.</li> <li>• Horizontal.</li> </ul>
			Grado de afectación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clase de falla.</li> <li>• Nivel de severidad.</li> <li>• Extensión de la falla.</li> </ul>
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Low.</li> <li>• Médium.</li> <li>• High</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Para el almacenamiento y recolección de los datos es importante que se requiera la hoja de campo definida por el tipo de pavimento, en este caso es para para pavimento de concreto hidráulico, en ella se debe registrar la fecha, la ubicación de las unidades de muestra específica, el tamaño de la unidad de muestra, el tipo de patología que son registrados para cada losa o paño de concreto.

Luego registrados los datos de campo se procede al trabajo de gabinete para su procesamiento de la información donde nos apoyaremos de diferentes softwares como el Microsoft Word, Microsoft Excel, AutoCAD entre otros para poder agilizar y obtener resultados con más exactitud.

#### **3.4.1 Materiales e instrumentos.**

En el proceso de este estudio ya que es de carácter descriptivo no experimental los instrumentos que se requieren para la recolección de datos en el campo son principalmente:

- **Hoja formato de campo.** Es un documento donde la función principal es registrar toda la información visual obtenida in situ.
- **Odómetro manual.** Es conocido como rueda de medición y su función es medir distancias.
- **Regla o cordel.** Este instrumento sirve para ver el desnivel de un pavimento, también se emplea en el uso de las deformaciones planimétricas del terreno.
- **Conos de seguridad vial.** Es un elemento de color resaltante a la vista y sirve para aislar un área de trabajo y evitar peligro propio del tráfico vehicular.

#### **3.5 PLAN DE ANÁLISIS.**

Para el plan de análisis de la información, los resultados hallados en el campo se analizan de la siguiente manera y con los criterios siguientes:

- Establecer cada tipo de patología que existe en el pavimento que corresponde a cada losa.
- Determinar el nivel de severidad y la ubicación de la patología encontrada.

- Calcular mediante las técnicas indicadas en la norma ASTM D-6433 el PCI de cada unidad de muestra del pavimento, para esto es importante la ayuda de algún software (Microsoft Excel, otros.).
- Establecer los diversos cuadros estadísticos para poder exteriorizar y exponer gráficamente la condición del pavimento y mostrar sus patologías existentes. Finalmente, se desarrolla las conclusiones y recomendaciones.

### 3.6 MATRIZ DE CONSISTENCIA.

Cuadro III-2: Matriz de consistencia.

<p align="center"><b>“EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO, APLICANDO EL MÉTODO PCI – (PAVEMENTCONDITION ÍNDEX), EN LAS PISTAS DE LA AVENIDA UNIÓN ENTRE LA AVENIDA SALVADOR ALLENDE Y EL JIRÓN ICA, DISTRITO DE CALLERÍA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI, AÑO - 2018.”</b></p>				
<p><b>Caracterización del Problema</b>                      El distrito de Callería se encuentra a una altitud promedio de 154 m.s.n.m. y tiene una extensión superficial de 10 937.62 Km<sup>2</sup>, es uno de los siete distritos que conforman la provincia de Coronel Portillo en la región de Ucayali, su ubicación política específicamente está delimitado al norte con la provincia de Requena (región de Loreto), al sur con el distrito de Masisea, al este con el país de Brasil y oeste con los distritos de Nueva Requena, Yarinacocha, Campo Verde y Manantay. Respecto al clima, la temperatura promedio anual es de 25.5°C la Humedad relativa promedio anual es de 90% y una precipitación total anual de 2019.6 milímetros. Un pavimento cumple un papel importante para el beneficio de las personas que lo disponen, es así; que su estructura debe de ser muy resistente y su función principal es que la superficie de rodadura permita que un vehículo transite con seguridad y confort a velocidades estándares y bajo cualquier situación climática que se presente. La falla ocasionada en un pavimento se relaciona a la falta de capacidad de carga en la estructura del pavimento y a la deficiencia en que la capa superficial de rodadura sea incapaz de</p>	<p align="center"><b>Objetivo general.</b></p> <p>Demonstrar en qué estado de deterioro y que condición funcional se encuentra la superficie del pavimento rígido del jirón Unión a través del análisis de evaluación por el método PCI (Índice de Condición de Pavimento) y proponer su proceso de mantenimiento apropiado.</p>	<p align="center"><b>Marco teórico.</b></p> <p align="center"><b>Antecedentes.</b></p> <p>Se realizó diversas consultas sobre los antecedentes en diferentes tesis internacionales como nacionales así también se consultó en las tesis que existen en</p>	<p><b>Metodología.</b></p> <p>Generalmente este tipo de investigación tiene un carácter de tipo <b>descriptivo, no experimental</b> y de <b>corte transversal</b>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es descriptivo porque se describe la realidad de la estructura del pavimento y sin alterar sus propiedades físicas y mecánicas además de su condición de servicio.</li> <li>• Es <b>no experimental</b> por que estudia el problema y analiza el estado del pavimento sin manipular las variables y se basa fundamentalmente en la observación además no es necesario recurrir al laboratorio.</li> <li>• Es de <b>corte trasversal</b> por que el proceso de investigación se concentra en analizar las diferentes variables en un periodo puntual en el tiempo.</li> </ul> <p><b>Diseño de la Investigación.</b></p> <p><b>El universo y Muestra</b></p> <p><b>Definición y Operacionalización de las Variables</b></p>	<p><b>Bibliografía.</b></p> <p>1Cote Sosa G, Villalba Oyola L. Índice de condición del pavimento rígido en la ciudad de Cartagena de Indias y medidas de conservación. caso de estudio: Carrera 1ra del Barrio Bocagrande.</p> <p>2Duque Sanabria CA, Tibaquirá García J. II. Estudio de la patología presente en el pavimento rígido del</p>

<p>proveer el tránsito seguro y cómodo de los vehículos.</p> <p>La necesidad de efectuar este estudio tiene por finalidad la evaluación del estado de la vía, su objetivo es mejorar la calidad de vida de los habitantes, asimismo es importante evitar eventos que provoquen un desenlace fatal a causa de un accidente que es provocado por el mal estado de la vía. El pavimento en estudio presenta un conjunto de fallas, y se debe a la disminución de la resistencia en la estructura, esencialmente por las condiciones desfavorables que se hallan en la base y sub-base y a las condiciones climáticas que soportan las mismas. Esta evaluación nos permitirá precisar un conjunto de recomendaciones para establecer y adoptar un buen juicio en la ejecución posterior de las tareas de mantenimiento y rehabilitación pertinentes de la vía. Es importante mencionar que ejecutando un mantenimiento menor se corrigen áreas específicas de la vía, mejoramos su condición y controlaremos un deterioro posterior. Además, mejoramos el tránsito y evitamos el deterioro de los vehículos.</p> <p><b>Formulación del Problema:</b> ¿En qué medida la evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método PCI – (Índice de Condición de Pavimento), en las pistas de la Avenida Unión entre la Avenida Salvador Allende y el Jirón Ica, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, año - 2018? nos permitirá precisar en qué calidad y condición de servicio se encuentra?</p>	<p><b>Objetivos específicos.</b></p> <p>A. Identificar mediante un estudio superficial que tipo de patologías se encuentran en el pavimento rígido.</p> <p>B. Valorar el grado de severidad y la extensión de los daños que se hallan en el pavimento rígido para luego determinar que causas la ocasionan.</p> <p>C. Cuantificar cual es el Índice de Condición del Pavimento (PCI) de la vía, para determinar en qué rango de deterioro se encuentra y así establecer su estado estructural y funcional</p>	<p>diferentes bibliotecas en el entorno.</p> <p><b>Bases Teóricas. Definición de la investigación.</b></p> <p>A. Definición de los pavimentos</p> <p>B. Clasificación.</p> <p>C. Tipos de pavimentos rígidos.</p> <p>D. Serviciabilidad de los pavimentos.</p> <p>E. Desempeño del pavimento.</p> <p>F. Consideración de diseño de pavimentos de concreto.</p> <p>G. Elementos de gestión en los pavimentos.</p> <p>H. Comportamiento del pavimento.</p> <p>I. Evaluación de los pavimentos.</p> <p>J. Procedimiento de evaluación de los pavimentos.</p> <p>K. etc.</p>	<p><b>Plan de análisis.</b></p> <p><b>Matriz de Consistencia.</b></p> <p><b>Principio ético.</b></p>	<p>segmento de vía de la carrera 14 entre calles 15 y 20 en el municipio de Granada departamento del Meta – Bogotá DC.</p> <p>3Hurtado Arias WM. 1.1.3 Evaluación funcional y estructural para determinar el deterioro de la estructura del pavimento en la avenida Abdón Calderón, parroquia Conocoto, cantón Quito, provincia de Pichincha.</p> <p><b>Entre Otras.</b></p>
--	---	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia

### **3.7 PRINCIPIOS ÉTICOS.**

Nosotros los expertos en Ingeniería Estructural estamos siempre al servicio de la sociedad, y tenemos el compromiso de desarrollar el bienestar humano, utilizando nuestro conocimiento de una manera adecuada, dando un significado vital a la seguridad. Con nuestra capacidad debemos proteger la honestidad, el respeto y la nobleza, nuestra vocación de trabajo debe ser autentica tener consideraciones por los demás, por lo mencionado, durante el desarrollo del presente trabajo de investigación se ha desarrollado de manera comprometida durante las diferentes fases de trabajo.

- Primeramente, se dispuso de materiales y equipos básicos para ejecutar las mediciones mediante evaluaciones visuales, estos materiales y equipos deben de estar operativas para poder recolectar la información con más exactitud o precisión.
- Al ejecutar la toma de información del trabajo de campo, estas no deben ser alteradas o modificadas y además el proceso debe ser autentico y original.
- Es importante que, si se tiene la ayuda de un software, los datos contenidos en el campo este deban de ser suministrarse al programa con veracidad única.
- Los resultados obtenidos deben ser claros, precisos y fáciles de descifrar, la importancia de obtener resultados veraces depende bastante de la experiencia y el conocimiento de la metodología del PCI basado en la norma ASTM D-6433.

## IV RESULTADOS.

### 4.1 RESULTADOS.

#### 4.1.1 División de las unidades de muestra.

Como muestra la norma ASTM D 6433, las losas no exceden 7.60 metros de largo el rango de losas para evaluar será entre 12 a 28 losas, en el estudio del pavimento de la Av. Unión se contabilizo un total de 276 losas y se determinó en promedio que el rango de las unidades de muestra será de 28 losas haciendo un total de 10 unidades de muestra.

#### 4.1.2 Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección.

Para la selección de las unidades de muestra se emplea la fórmula de la ecuación 01 indicado en el manual para el cálculo del PCI.

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2} \text{ Ecuación 1.}$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento (N = 10)

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades ( $\sigma = 15$ ).

Aplicando el resultado, el número mínimo de unidades a evaluar resulta ocho (08).

Debido a que se trata de la evaluación de un proyecto y que el conjunto de unidades de muestreo resultan 10 unidades, para nuestro caso se evaluara todas las unidades.

#### **4.1.3 Proceso de registro de las unidades de muestra.**

Como se mencionó anteriormente, primero se contrasta la geometría de las losas y se selecciona las unidades de muestra, luego se procede a la recolección de los datos en los formatos establecidos, se debe tener cuidado en reconocer cada patología y en ella se anota el tipo de daño su severidad losa por losa para luego contabilizar la cantidad de losas afectadas y encontrar la densidad que afecta a la unidad de muestra.

#### **4.1.4 Proceso de cálculo de los “valores deducidos” y “Máximo Valor Deducido Corregido”.**

Para este procedimiento se emplea básicamente los ábacos numéricos definidos en el manual de la norma ASTM 6433 para pavimentos de concreto rígido (anexo 4) y para determinar el valor da cada valor deducido y el valor máximo corregido se ejecuta procesos de interpolación lineal para los valores de las densidades que no se encuentran con exactitud en los ábacos especificados.

#### **4.1.5 Calculo del PCI del pavimento.**

Finalmente, para el cálculo de del Índice de condición del Pavimento (PCI) se establece el promedio ponderado de los valores PCI de las unidades de muestra analizadas.

a) Hoja de cálculo para el Índice de Condición de Pavimento de la UM – 01.

Cuadro IV-1: Formato de Exploración – UM - 01

		ASTM D 6433-07																																																																																							
		PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO																																																																																							
		FORMANTO DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL																																																																																							
NOMBRE DE LA VIA		AV. UNION		ESQUEMA:																																																																																					
EVALUADO POR:		Bach.FloresPulcha J		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>A</th> <th>B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">1</td> <td>30L</td> <td>33H 25H</td> </tr> <tr> <td>36L</td> <td>26H</td> </tr> <tr> <td>31M</td> <td>36L</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">2</td> <td>31M</td> <td>31M</td> </tr> <tr> <td>25M</td> <td>26L</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">3</td> <td>36L</td> <td>36L</td> </tr> <tr> <td>26L</td> <td>31M</td> </tr> <tr> <td>31M</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">4</td> <td>31M</td> <td>26L</td> </tr> <tr> <td>26M</td> <td>31M</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">5</td> <td>31M</td> <td>31M</td> </tr> <tr> <td>26M</td> <td>26L</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">6</td> <td>31M</td> <td>36L</td> </tr> <tr> <td>26M</td> <td>26L</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">7</td> <td>36L</td> <td>26L</td> </tr> <tr> <td>31M</td> <td>31M</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">8</td> <td>31M</td> <td>26L</td> </tr> <tr> <td>26L</td> <td>36L</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31M</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">9</td> <td>36L</td> <td>26L</td> </tr> <tr> <td>26L</td> <td>31M</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">10</td> <td>31M</td> <td>38L</td> </tr> <tr> <td>26M</td> <td>26L</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31M</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">11</td> <td>31M</td> <td>28L</td> </tr> <tr> <td>26M</td> <td>31L</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">12</td> <td>26M</td> <td>28L</td> </tr> <tr> <td>26L</td> <td>31M</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">13</td> <td>36L</td> <td>28L</td> </tr> <tr> <td>28L</td> <td>31M</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">14</td> <td>28L</td> <td>28L</td> </tr> <tr> <td>31L</td> <td>26L</td> </tr> <tr> <td>26M</td> <td>31M</td> </tr> </tbody> </table>				A	B	1	30L	33H 25H	36L	26H	31M	36L	2	31M	31M	25M	26L	3	36L	36L	26L	31M	31M		4	31M	26L	26M	31M	5	31M	31M	26M	26L	6	31M	36L	26M	26L	7	36L	26L	31M	31M	8	31M	26L	26L	36L		31M	9	36L	26L	26L	31M	10	31M	38L	26M	26L		31M	11	31M	28L	26M	31L	12	26M	28L	26L	31M	13	36L	28L	28L	31M	14	28L	28L	31L	26L	26M	31M
		A	B																																																																																						
1	30L	33H 25H																																																																																							
	36L	26H																																																																																							
	31M	36L																																																																																							
2	31M	31M																																																																																							
	25M	26L																																																																																							
3	36L	36L																																																																																							
	26L	31M																																																																																							
	31M																																																																																								
4	31M	26L																																																																																							
	26M	31M																																																																																							
5	31M	31M																																																																																							
	26M	26L																																																																																							
6	31M	36L																																																																																							
	26M	26L																																																																																							
7	36L	26L																																																																																							
	31M	31M																																																																																							
8	31M	26L																																																																																							
	26L	36L																																																																																							
		31M																																																																																							
9	36L	26L																																																																																							
	26L	31M																																																																																							
10	31M	38L																																																																																							
	26M	26L																																																																																							
		31M																																																																																							
11	31M	28L																																																																																							
	26M	31L																																																																																							
12	26M	28L																																																																																							
	26L	31M																																																																																							
13	36L	28L																																																																																							
	28L	31M																																																																																							
14	28L	28L																																																																																							
	31L	26L																																																																																							
	26M	31M																																																																																							
Abscisa inicial=		Ind. De Muestra		1																																																																																					
Abscisa final=		N° DE LOSAS=		28																																																																																					
N° DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSAS	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO																																																																																					
25	M	1	3.57%	2.79																																																																																					
25	H	1	3.57%	5.50																																																																																					
26	L	13	46.43%	2.00																																																																																					
26	M	7	25.00%	4.00																																																																																					
26	H	1	3.57%	8.00																																																																																					
30	L	1	3.57%	0.00																																																																																					
31	M	24	85.71%	9.13																																																																																					
33	H	1	3.57%	2.57																																																																																					
36	L	9	32.14%	6.96																																																																																					
38	L	1	3.57%	0.36																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CLASIFICACION DEL PCI</th> </tr> <tr> <th>RANGO</th> <th>CLASIFICACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100 - 85</td> <td>EXELENTE</td> </tr> <tr> <td>85 - 70</td> <td>MUY BUENO</td> </tr> <tr> <td>70 - 55</td> <td>BUENO</td> </tr> <tr> <td>55 - 40</td> <td>REGULAR</td> </tr> <tr> <td>40 - 25</td> <td>MALO</td> </tr> <tr> <td>40 - 10</td> <td>MUY MALO</td> </tr> <tr> <td>10 - 0</td> <td>FALLADO</td> </tr> </tbody> </table>						CLASIFICACION DEL PCI		RANGO	CLASIFICACION	100 - 85	EXELENTE	85 - 70	MUY BUENO	70 - 55	BUENO	55 - 40	REGULAR	40 - 25	MALO	40 - 10	MUY MALO	10 - 0	FALLADO																																																																		
CLASIFICACION DEL PCI																																																																																									
RANGO	CLASIFICACION																																																																																								
100 - 85	EXELENTE																																																																																								
85 - 70	MUY BUENO																																																																																								
70 - 55	BUENO																																																																																								
55 - 40	REGULAR																																																																																								
40 - 25	MALO																																																																																								
40 - 10	MUY MALO																																																																																								
10 - 0	FALLADO																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TIPO DE FALLAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>21</td> <td>Blowup /Buckling</td> <td>31</td> <td>Pulimento de Agregados</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>Grieta de Esquina</td> <td>32</td> <td>Popouts</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>Losa Dividida</td> <td>33</td> <td>Bombeo</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>Grieta de Durabilidad "D"</td> <td>34</td> <td>Punzonamiento</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>Escala</td> <td>35</td> <td>Cruce de Vía Férrea</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>Sello de Junta</td> <td>36</td> <td>Desconchamiento / Mapa</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>Desnivel Carril / Berma</td> <td>37</td> <td>Grietas de Retracción</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>Grietas Lineales</td> <td>38</td> <td>Descascaramien. de Esq.</td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>Parqueo grande</td> <td>39</td> <td>Descascaramien. de Junta</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>Parqueo pequeño</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						TIPO DE FALLAS		21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Agregados	22	Grieta de Esquina	32	Popouts	23	Losa Dividida	33	Bombeo	24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento	25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea	26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa	27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción	28	Grietas Lineales	38	Descascaramien. de Esq.	29	Parqueo grande	39	Descascaramien. de Junta	30	Parqueo pequeño																																												
TIPO DE FALLAS																																																																																									
21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Agregados																																																																																						
22	Grieta de Esquina	32	Popouts																																																																																						
23	Losa Dividida	33	Bombeo																																																																																						
24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento																																																																																						
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea																																																																																						
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa																																																																																						
27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción																																																																																						
28	Grietas Lineales	38	Descascaramien. de Esq.																																																																																						
29	Parqueo grande	39	Descascaramien. de Junta																																																																																						
30	Parqueo pequeño																																																																																								
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$		N° DE DEDUCIDOS	VALOR MAXIMO DEDUCIDO	N° MAXIMO DE DEDUCIDOS (mi)																																																																																					
		10	9.13	9.35																																																																																					

### CALCULO DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (Max CDV) - U M 01

$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	N° DE DEDUCIDOS	VALOR MAXIMO DEDUCIDO	N° MAXIMO DE DEDUCIDOS (mi)
	10	9.13	9.35

#### CALCULO DEL PCI

N°	VALORES DEDUCIDOS										TOTAL	qi	CDV
1	9.13	8.00	6.96	5.50	4.00	2.79	2.57	2.00	0.36	0.00	41.31	7	0.00
2	9.13	8.00	6.96	5.50	4.00	2.79	2.00	2.00	0.36	0.00	40.74	6	18.44
3	9.13	8.00	6.96	5.50	4.00	2.00	2.00	2.00	0.36	0.00	39.95	5	20.17
4	9.13	8.00	6.96	5.50	2.00	2.00	2.00	2.00	0.36	0.00	37.95	4	21.15
5	9.13	8.00	6.96	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.36	0.00	34.45	3	21.29
6	9.13	8.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.36	0.00	29.49	2	24.06
7	9.13	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.36	0.00	23.49	1	23.49
8													
9													

$$PCI = 100 - MAX CDV$$

$$PCI = 75.94$$

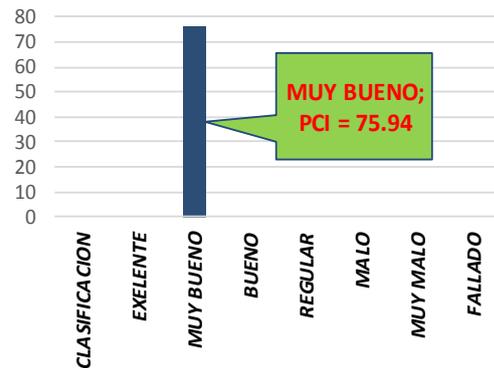
CLASIFICACION=

MUY BUENO

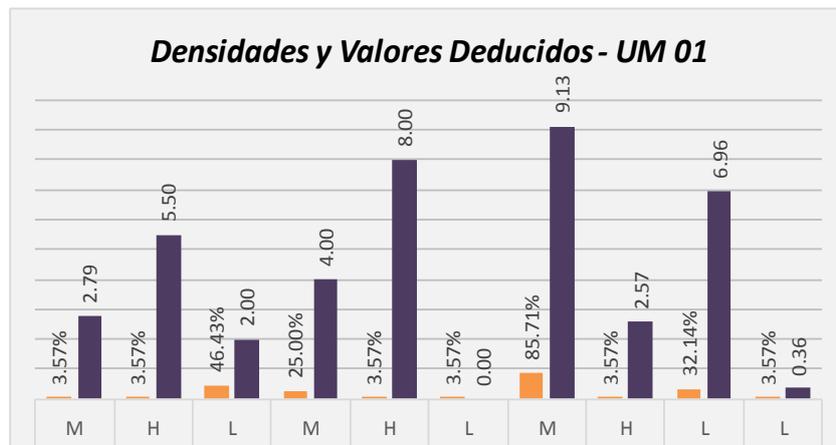
#### CLASIFICACION DEL PCI

RANGO	CLASIFICACION
100 - 85	EXELENTE
85 - 70	MUY BUENO
70 - 55	BUENO
55 - 40	REGULAR
40 - 25	MALO
40 - 10	MUY MALO
10 - 0	FALLADO

#### PCI - UM 01



#### Densidades y Valores Deducidos - UM 01



Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-3: Calculo del valor Deducido 31 BMA – UM 01

31 PULIMENTO DE AGREGADOS		METODO DE INTERPOLACION LINEAL	
DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	$y_x = y_0 + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} (y_1 - y_0)$	
	B M A		
0.00	0.00		
5.00	0.80		
10.00	1.30		
15.00	2.80		
20.00	3.80		
25.00	4.60		
30.00	5.30		
35.00	5.90		
40.00	6.40		
45.00	6.80		
50.00	7.20		
55.00	7.50		
60.00	7.80		
65.00	8.10		
70.00	8.40		
75.00	8.60		
80.00	8.90		
85.00	9.10		
90.00	9.30		
95.00	9.50		
100.00	9.70		

X <sub>0</sub> =	85.00	Y <sub>0</sub> =	9.10
X=	85.71	Y <sub>X</sub> =?	9.13
X <sub>1</sub> =	90.00	Y <sub>1</sub> =	9.30

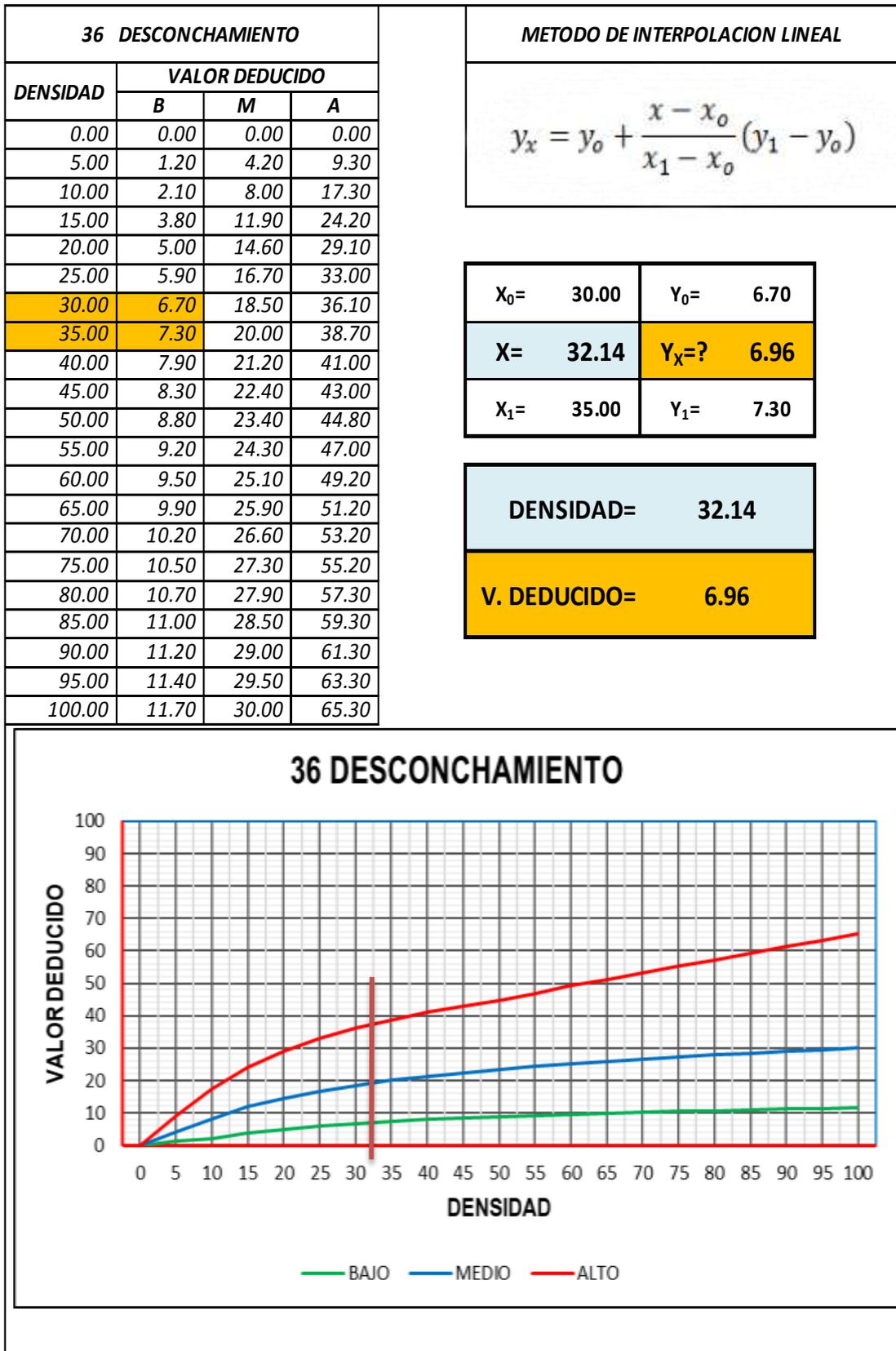
  

DENSIDAD=	85.71
V. DEDUCIDO=	9.13



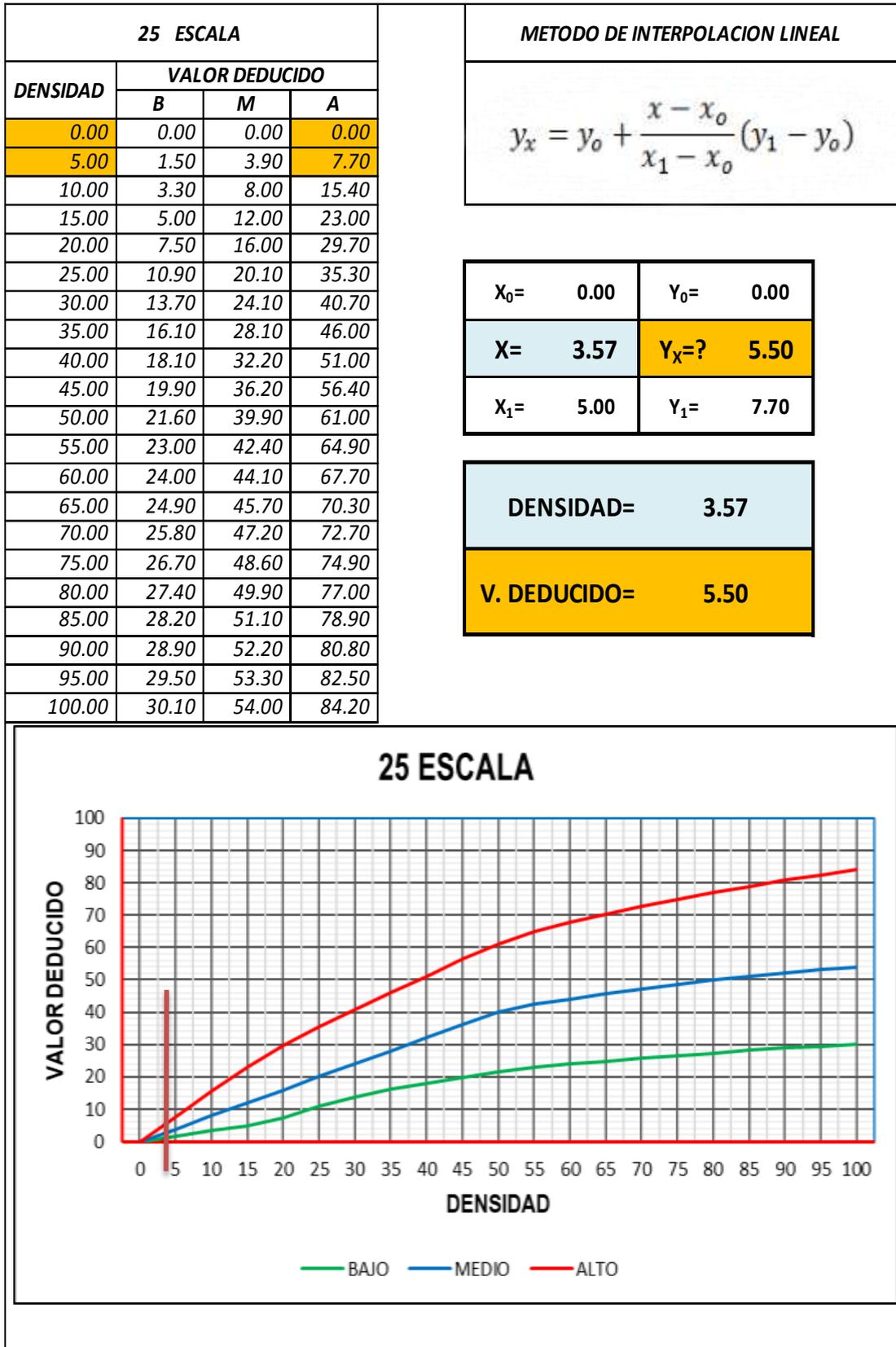
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-4: Calculo del valor Deducido 36BMA – UM 01



Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-5: Calculo del valor Deducido 25 BMA – UM 01



Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-6: Calculo del valor Deducido 25 BMA – UM 01



Fuente: Elaboración Propia.

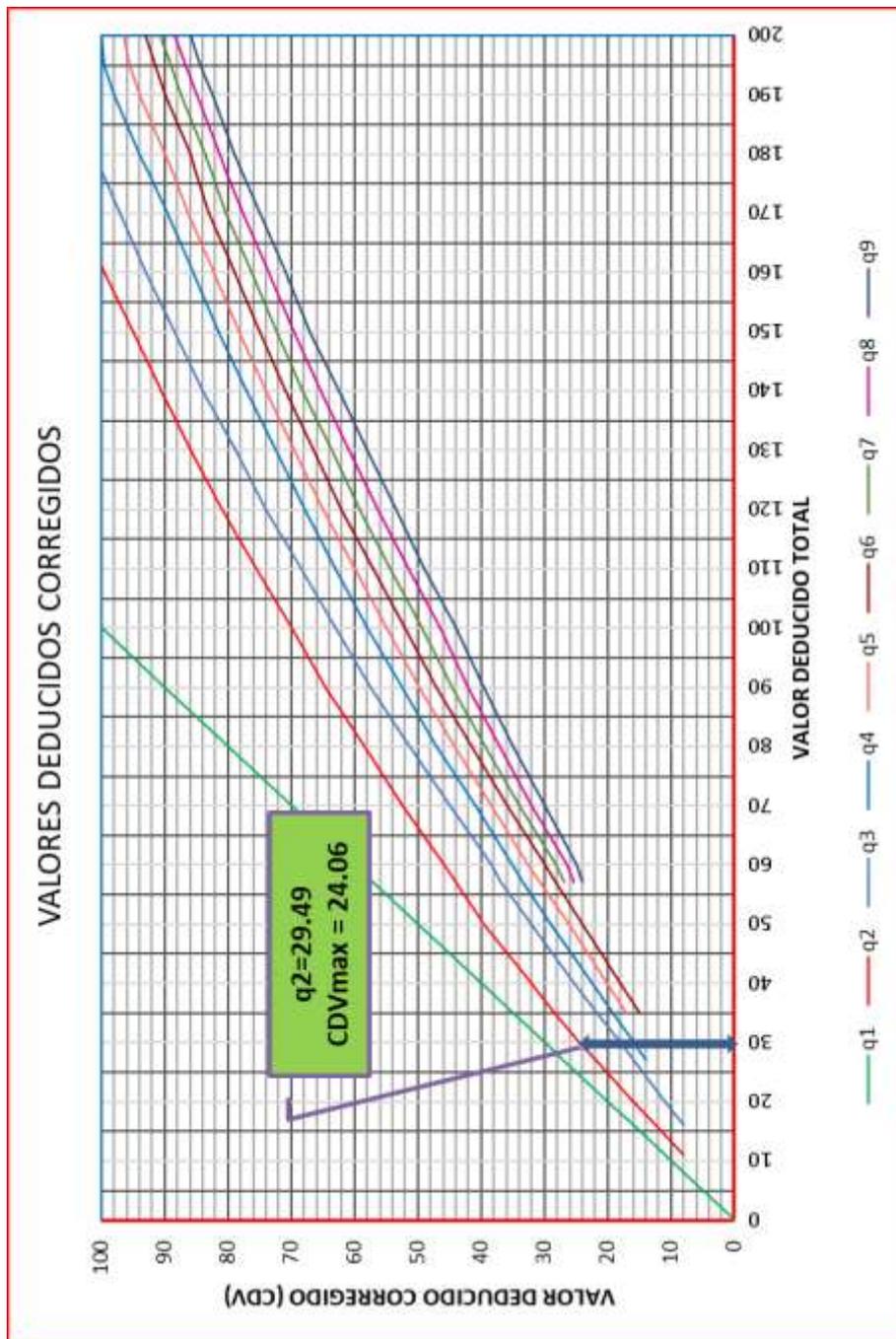


Gráfico IV-1: Calculo del Valor Deducido Corregido – UM 01

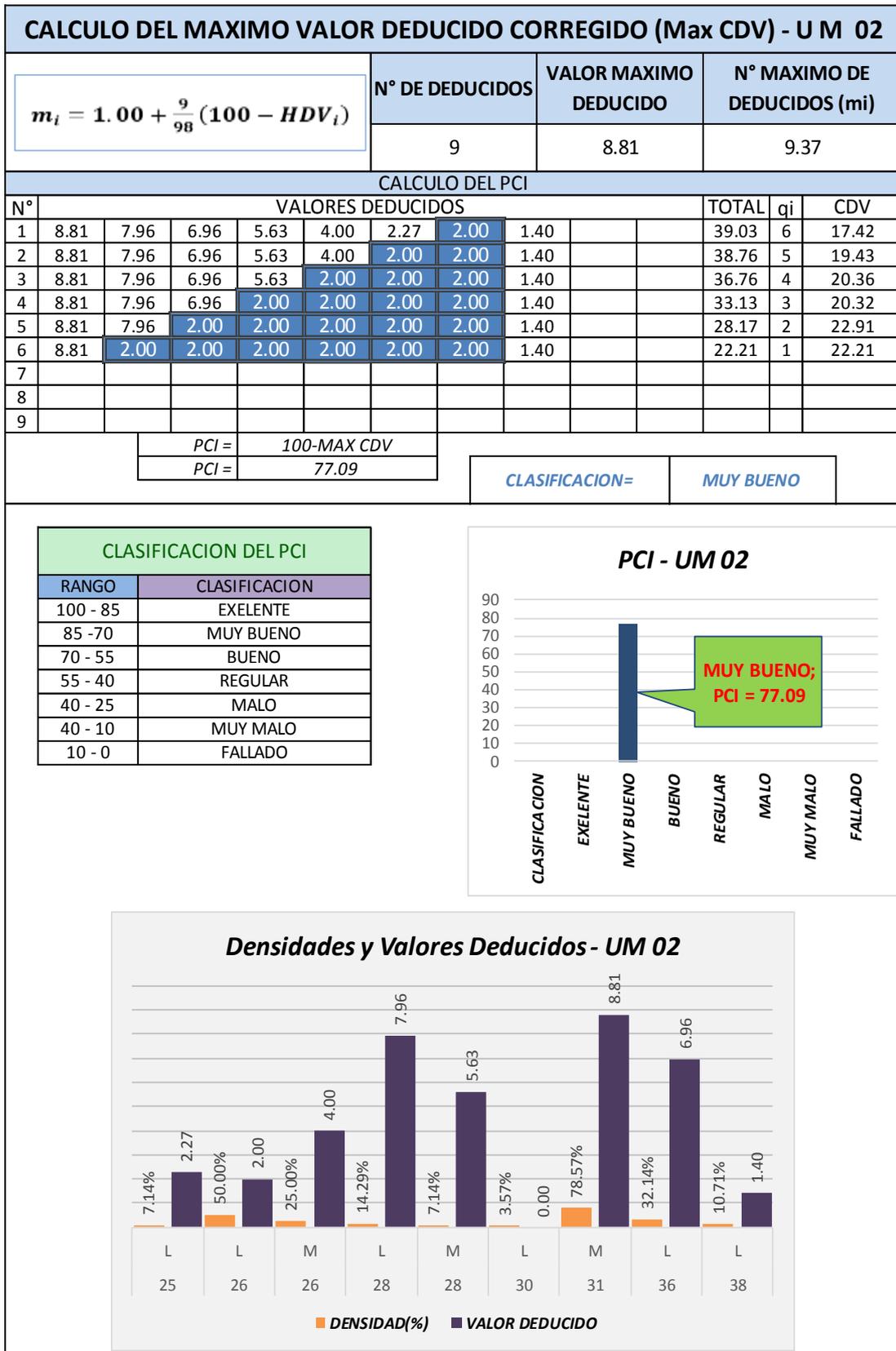
b) Hoja de cálculo para el Índice de Condición de Pavimento de la UM - 02.

Cuadro IV-7: Formato de Exploración – UM – 02.

		ASTM D 6433-07																																																
		PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO																																																
		FORMANTO DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL																																																
NOMBRE DE LA VIA		AV. UNION		<b>ESQUEMA:</b> <table border="1" style="border-style: dashed;"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>28M 26M 36L 31M</td><td>28M 31M 26M</td></tr> <tr><td>2</td><td>31M 26M</td><td>28L 26L 31M</td></tr> <tr><td>3</td><td>31M 26L</td><td>28L 38L 31M</td></tr> <tr><td>4</td><td>31M 26L</td><td>28L 26L 31M</td></tr> <tr><td>5</td><td>26L 31L</td><td>36L 31M</td></tr> <tr><td>6</td><td>31L 26L</td><td>31M 26L</td></tr> <tr><td>7</td><td>31M 26L</td><td>36L 26L 31M</td></tr> <tr><td>8</td><td>36L 26L</td><td>31M 26L</td></tr> <tr><td>9</td><td>31M 26L</td><td>38L 26L</td></tr> <tr><td>10</td><td>36L</td><td>36L 31M 26M</td></tr> <tr><td>11</td><td>31M 36L</td><td>30L 38L</td></tr> <tr><td>12</td><td>31M 26M</td><td>25L 31M 26M</td></tr> <tr><td>13</td><td>28L 26M</td><td>25L 31M</td></tr> <tr><td>14</td><td>36L 31M</td><td>36L 26L</td></tr> </tbody> </table>			A	B	1	28M 26M 36L 31M	28M 31M 26M	2	31M 26M	28L 26L 31M	3	31M 26L	28L 38L 31M	4	31M 26L	28L 26L 31M	5	26L 31L	36L 31M	6	31L 26L	31M 26L	7	31M 26L	36L 26L 31M	8	36L 26L	31M 26L	9	31M 26L	38L 26L	10	36L	36L 31M 26M	11	31M 36L	30L 38L	12	31M 26M	25L 31M 26M	13	28L 26M	25L 31M	14	36L 31M	36L 26L
	A	B																																																
1	28M 26M 36L 31M	28M 31M 26M																																																
2	31M 26M	28L 26L 31M																																																
3	31M 26L	28L 38L 31M																																																
4	31M 26L	28L 26L 31M																																																
5	26L 31L	36L 31M																																																
6	31L 26L	31M 26L																																																
7	31M 26L	36L 26L 31M																																																
8	36L 26L	31M 26L																																																
9	31M 26L	38L 26L																																																
10	36L	36L 31M 26M																																																
11	31M 36L	30L 38L																																																
12	31M 26M	25L 31M 26M																																																
13	28L 26M	25L 31M																																																
14	36L 31M	36L 26L																																																
EVALUADO POR:		Bach.FloresPulcha J																																																
FECHA:		3-Set-18																																																
Abscisa inicial=		Und. De Muestra	2																																															
Abscisa final=		N° DE LOSAS=	28																																															
N° DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSAS	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO																																														
25	L	2	7.14%	2.27																																														
26	L	14	50.00%	2.00																																														
26	M	7	25.00%	4.00																																														
28	L	4	14.29%	7.96																																														
28	M	2	7.14%	5.63																																														
30	L	1	3.57%	0.00																																														
31	M	22	78.57%	8.81																																														
36	L	9	32.14%	6.96																																														
38	L	3	10.71%	1.40																																														
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">CLASIFICACION DEL PCI</th> </tr> <tr> <th>RANGO</th> <th>CLASIFICACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>100 - 85</td><td>EXELENTE</td></tr> <tr><td>85 - 70</td><td>MUY BUENO</td></tr> <tr><td>70 - 55</td><td>BUENO</td></tr> <tr><td>55 - 40</td><td>REGULAR</td></tr> <tr><td>40 - 25</td><td>MALO</td></tr> <tr><td>40 - 10</td><td>MUY MALO</td></tr> <tr><td>10 - 0</td><td>FALLADO</td></tr> </tbody> </table>						CLASIFICACION DEL PCI		RANGO	CLASIFICACION	100 - 85	EXELENTE	85 - 70	MUY BUENO	70 - 55	BUENO	55 - 40	REGULAR	40 - 25	MALO	40 - 10	MUY MALO	10 - 0	FALLADO																											
CLASIFICACION DEL PCI																																																		
RANGO	CLASIFICACION																																																	
100 - 85	EXELENTE																																																	
85 - 70	MUY BUENO																																																	
70 - 55	BUENO																																																	
55 - 40	REGULAR																																																	
40 - 25	MALO																																																	
40 - 10	MUY MALO																																																	
10 - 0	FALLADO																																																	
<b>TIPO DE FALLAS</b>																																																		
21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Agregados																																															
22	Grieta de Esquina	32	Popouts																																															
23	Losa Dividida	33	Bombeo																																															
24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento																																															
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea																																															
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa																																															
27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción																																															
28	Grietas Lineales	38	Descascaramien. de Esq.																																															
29	Parqueo grande	39	Descascaramien. de Junta																																															
30	Parqueo pequeño																																																	
$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				N° DE DEDUCIDOS	VALOR MAXIMO DEDUCIDO																																													
				9	8.81																																													
					N° MAXIMO DE DEDUCIDOS (mi)																																													
					9.37																																													

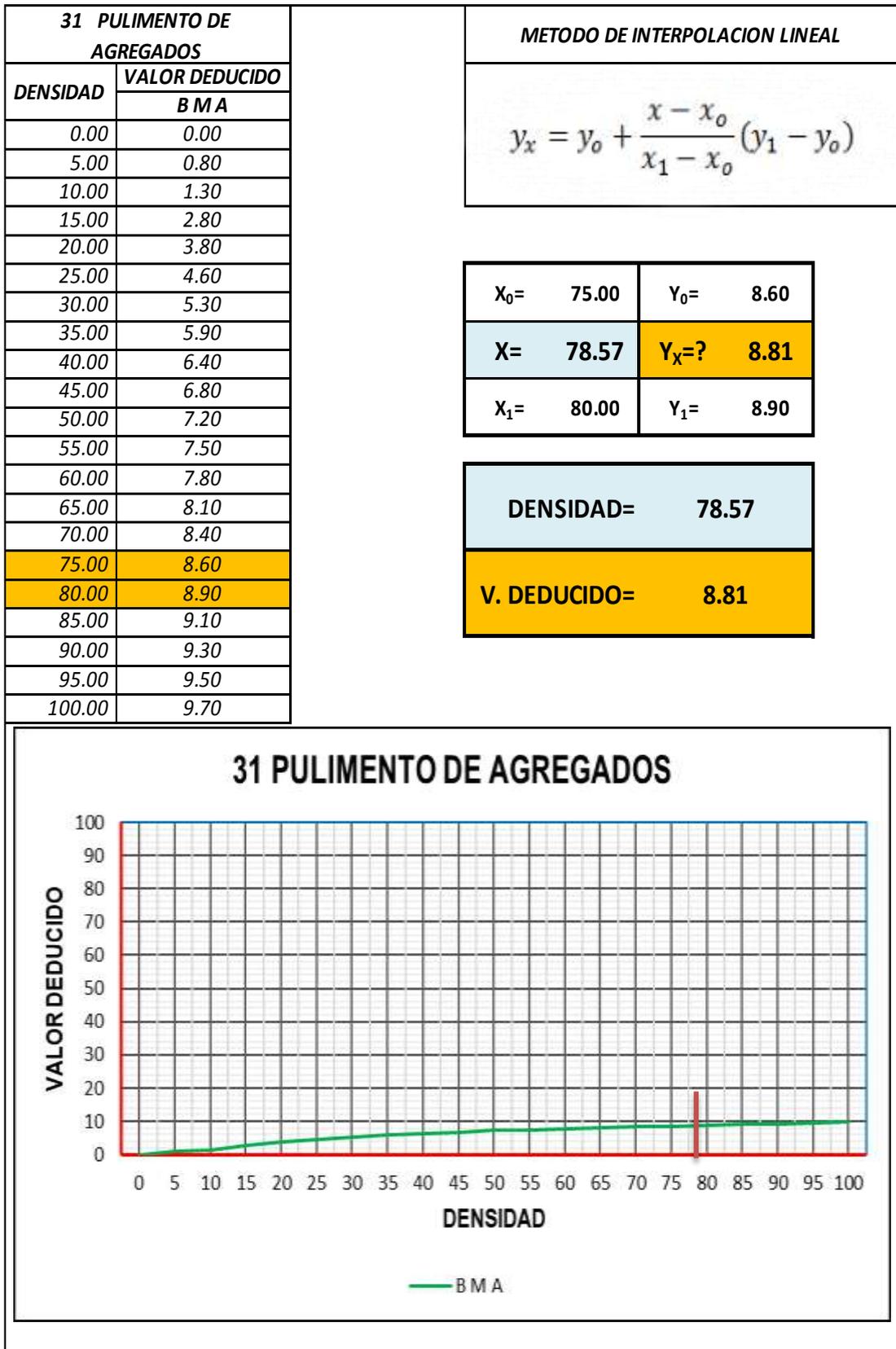
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-8: Calculo del PCI y Valor Deducido Corregido UM 02.



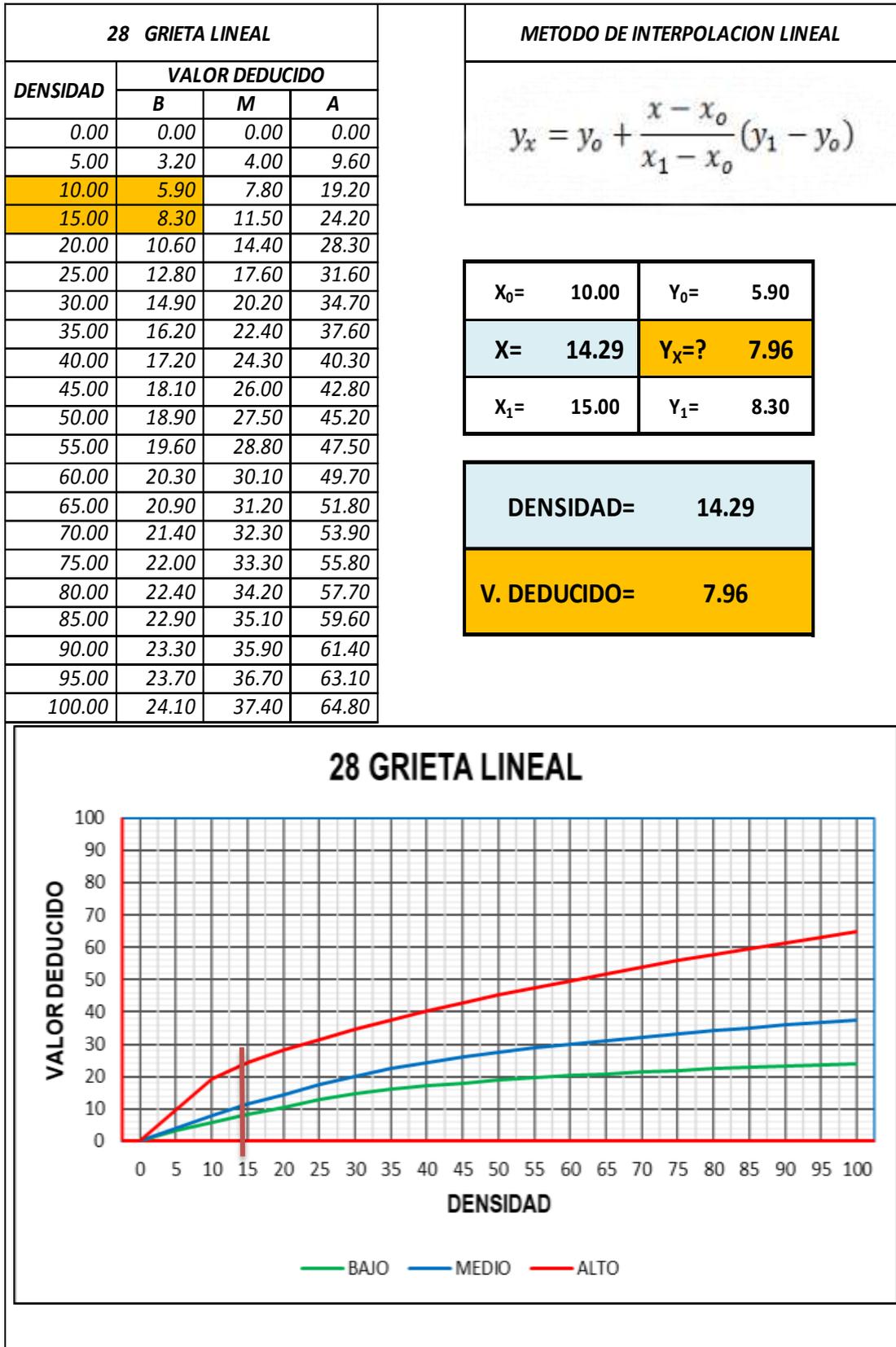
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-9: Calculo del valor Deducido 31BMA – UM 02.



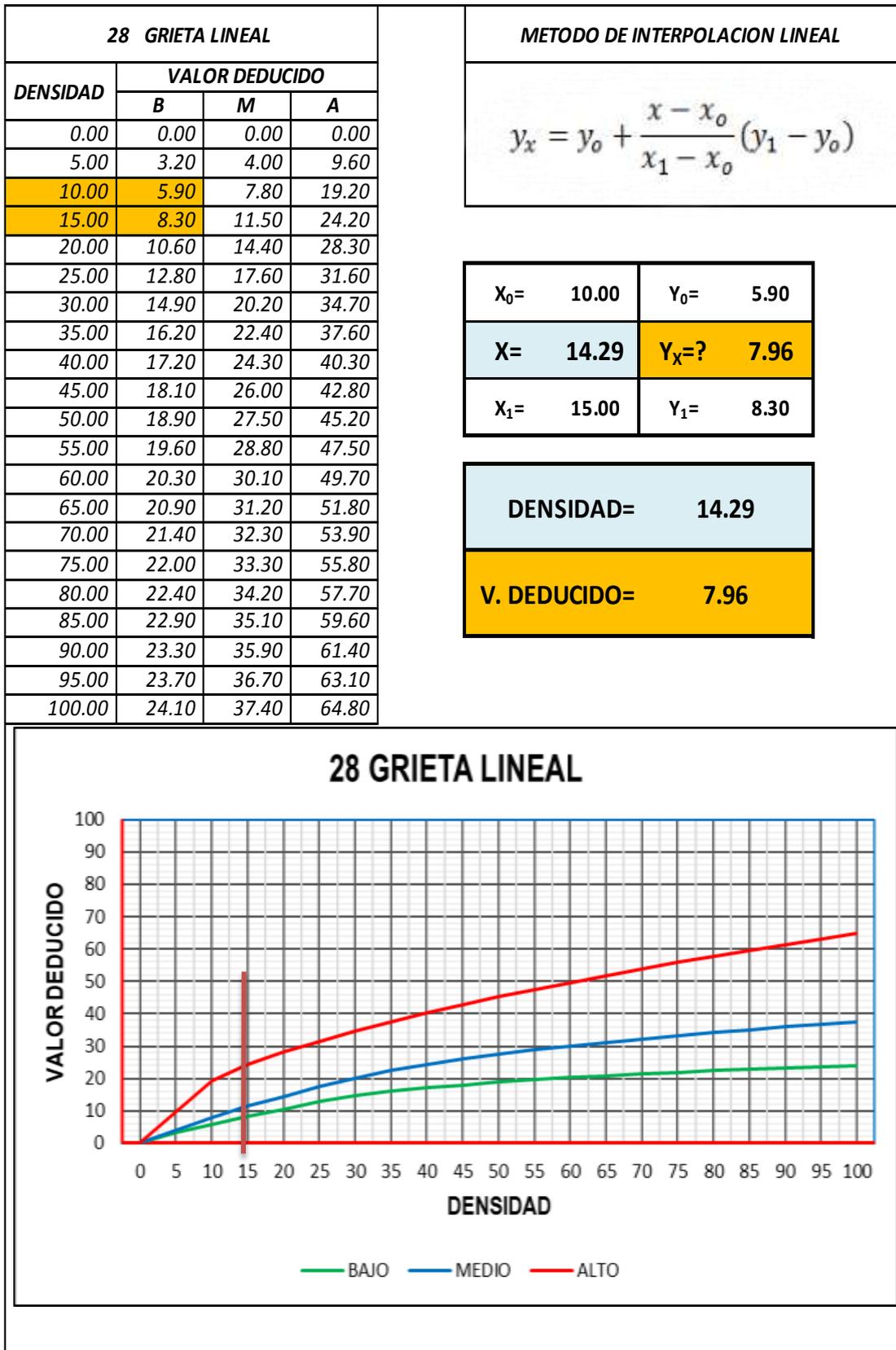
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-10: Calculo del valor Deducido 31 BMA – UM 02.



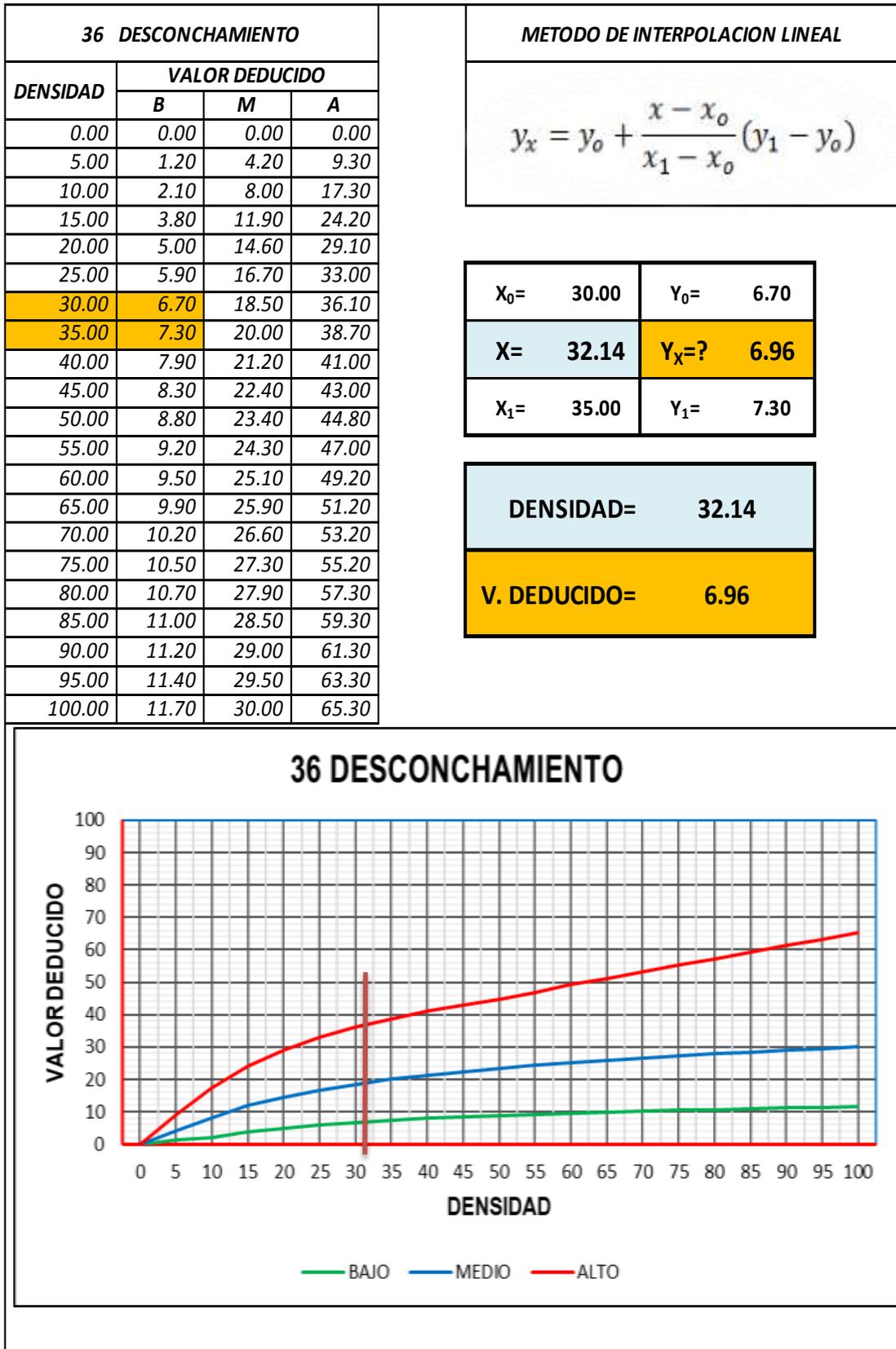
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-11: Calculo del valor Deducido 28 BMA – UM 02



Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-12: Calculo del valor Deducido 36 BMA – UM 02.



Fuente: Elaboración Propia.

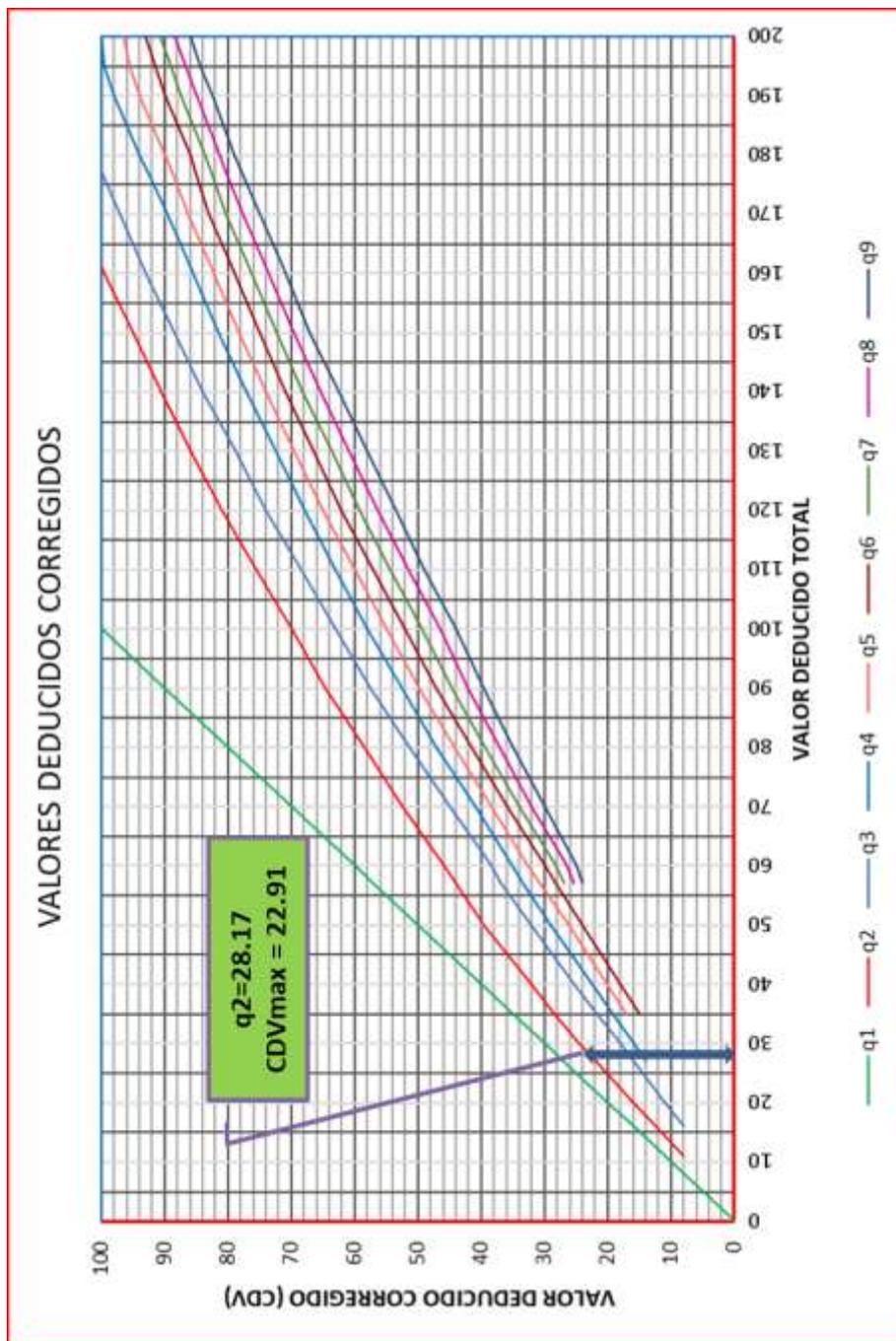


Gráfico IV-2: Calculo del Valor Deducido Corregido – UM 02

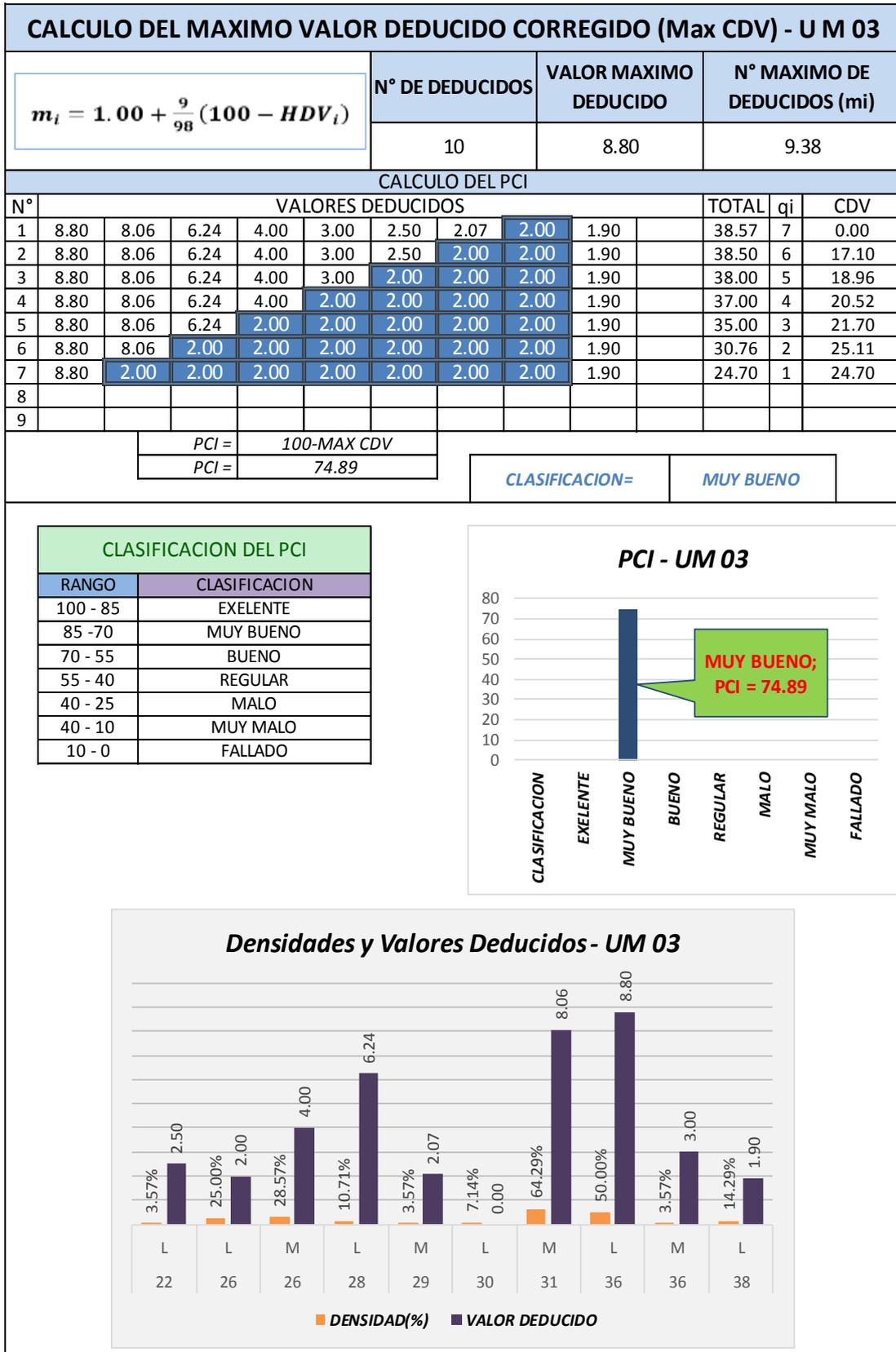
c) Hoja de cálculo para el Índice de Condición de Pavimento de la UM - 03.

Cuadro IV-13: Formato de Exploración – UM – 03.

		ASTM D 6433-07																																																
		PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO																																																
		FORMATO DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL																																																
NOMBRE DE LA VIA		AV. UNION		ESQUEMA:																																														
EVALUADO POR:		Bach.FloresPulcha J		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>36L 31M 26M</td><td>36L 26L 30L</td></tr> <tr><td>2</td><td>36L 31M</td><td>30L 31M</td></tr> <tr><td>3</td><td>36L 31M</td><td>26L 31M</td></tr> <tr><td>4</td><td>36L 26L</td><td>31M 26M</td></tr> <tr><td>5</td><td>36L 31M</td><td>36L 38L</td></tr> <tr><td>6</td><td>36L</td><td>26L 31M</td></tr> <tr><td>7</td><td>38L 36L</td><td>36L 31M</td></tr> <tr><td>8</td><td>38L 31M</td><td>26L 36L</td></tr> <tr><td>9</td><td>38L 26M</td><td>28L 31M</td></tr> <tr><td>10</td><td>26L 31M</td><td>36L 31M</td></tr> <tr><td>11</td><td>31M 26L</td><td>31M 26M</td></tr> <tr><td>12</td><td>31M 26M</td><td>36M 26M</td></tr> <tr><td>13</td><td>36L 31M</td><td>29M 28L</td></tr> <tr><td>14</td><td>36L 26M</td><td>28L 26M 22L 31M</td></tr> </tbody> </table>			A	B	1	36L 31M 26M	36L 26L 30L	2	36L 31M	30L 31M	3	36L 31M	26L 31M	4	36L 26L	31M 26M	5	36L 31M	36L 38L	6	36L	26L 31M	7	38L 36L	36L 31M	8	38L 31M	26L 36L	9	38L 26M	28L 31M	10	26L 31M	36L 31M	11	31M 26L	31M 26M	12	31M 26M	36M 26M	13	36L 31M	29M 28L	14	36L 26M	28L 26M 22L 31M
	A	B																																																
1	36L 31M 26M	36L 26L 30L																																																
2	36L 31M	30L 31M																																																
3	36L 31M	26L 31M																																																
4	36L 26L	31M 26M																																																
5	36L 31M	36L 38L																																																
6	36L	26L 31M																																																
7	38L 36L	36L 31M																																																
8	38L 31M	26L 36L																																																
9	38L 26M	28L 31M																																																
10	26L 31M	36L 31M																																																
11	31M 26L	31M 26M																																																
12	31M 26M	36M 26M																																																
13	36L 31M	29M 28L																																																
14	36L 26M	28L 26M 22L 31M																																																
FECHA:		03-sep-18																																																
Abscisa inicial=		Und. De Muestra 3																																																
Abscisa final=		N° DE LOSAS= 28																																																
N° DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSAS	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO																																														
22	L	1	3.57%	2.50																																														
26	L	7	25.00%	2.00																																														
26	M	8	28.57%	4.00																																														
28	L	3	10.71%	6.24																																														
29	M	1	3.57%	2.07																																														
30	L	2	7.14%	0.00																																														
31	M	18	64.29%	8.06																																														
36	L	14	50.00%	8.80																																														
36	M	1	3.57%	3.00																																														
38	L	4	14.29%	1.90																																														
CLASIFICACION DEL PCI																																																		
RANGO	CLASIFICACION																																																	
100 - 85	EXELENTE																																																	
85 - 70	MUY BUENO																																																	
70 - 55	BUENO																																																	
55 - 40	REGULAR																																																	
40 - 25	MALO																																																	
40 - 10	MUY MALO																																																	
10 - 0	FALLADO																																																	
TIPO DE FALLAS																																																		
21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Agregados																																															
22	Grieta de Esquina	32	Popouts																																															
23	Losa Dividida	33	Bombeo																																															
24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento																																															
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea																																															
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa																																															
27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción																																															
28	Grietas Lineales	38	Descascaramien. de Esq.																																															
29	Parqueo grande	39	Descascaramien. de Junta																																															
30	Parqueo pequeño																																																	

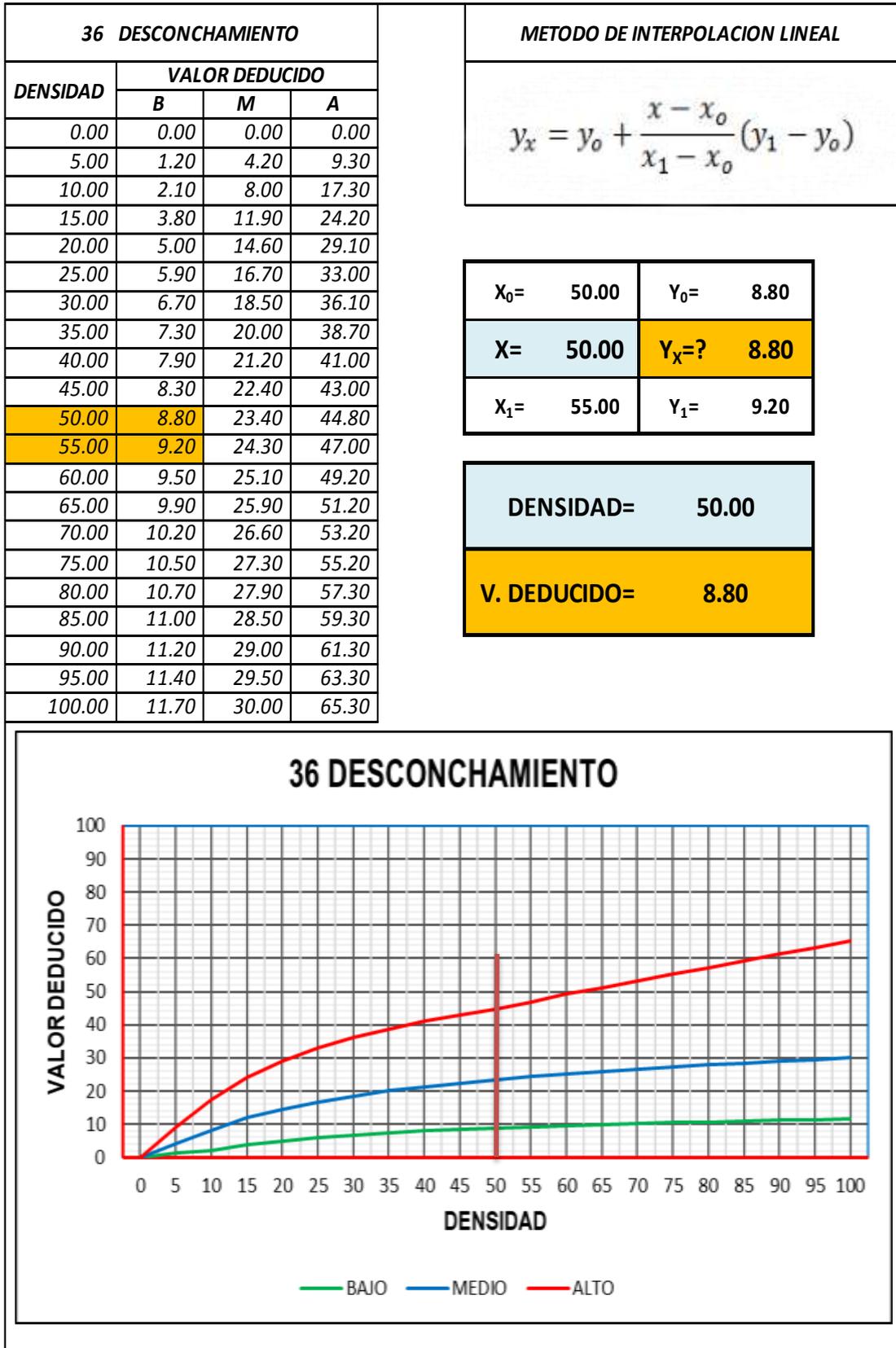
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-14: Calculo del PCI y Valor Deducido Corregido UM 03.



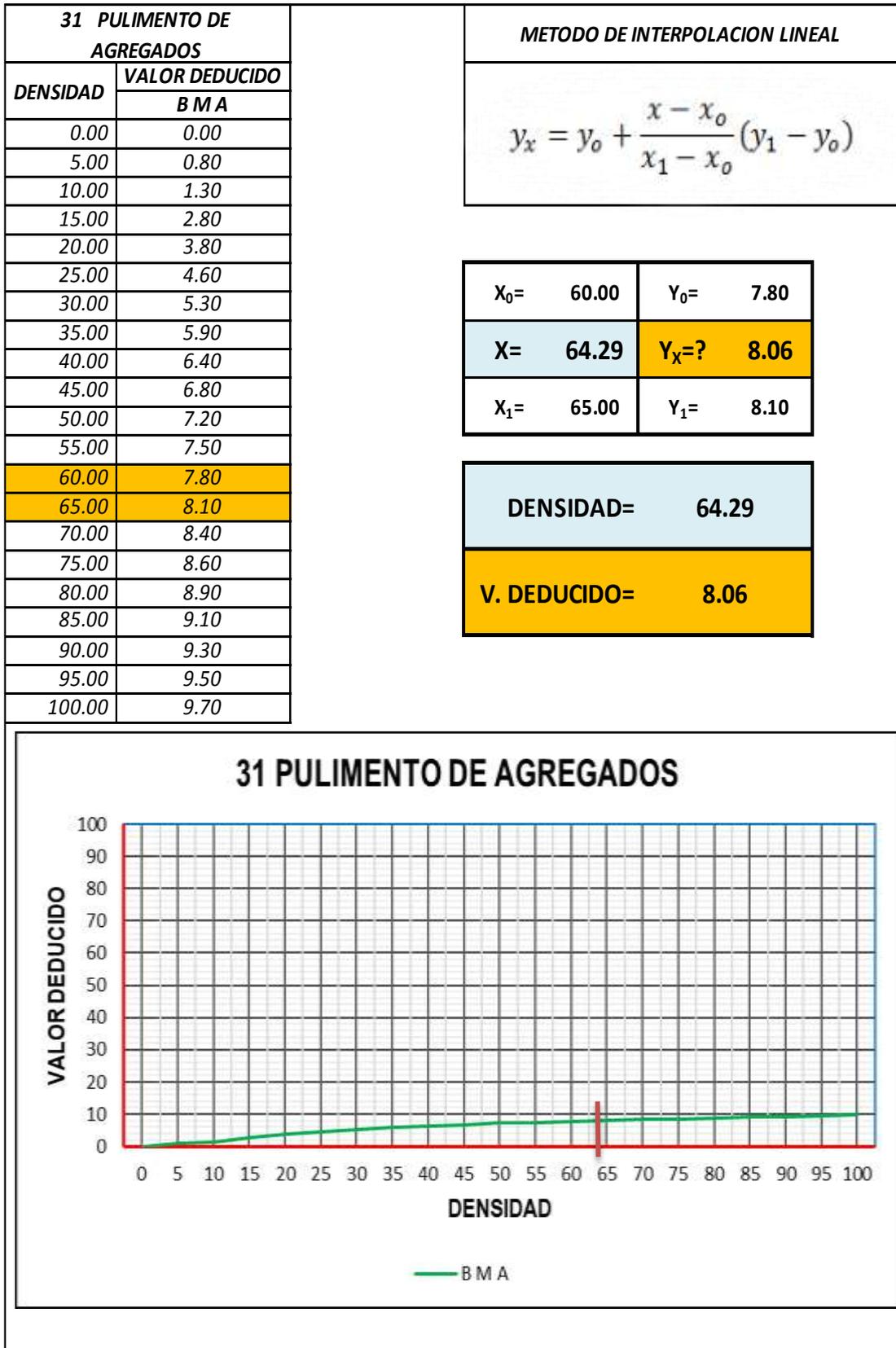
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-15: Calculo del valor Deducido 36 BMA – UM 03



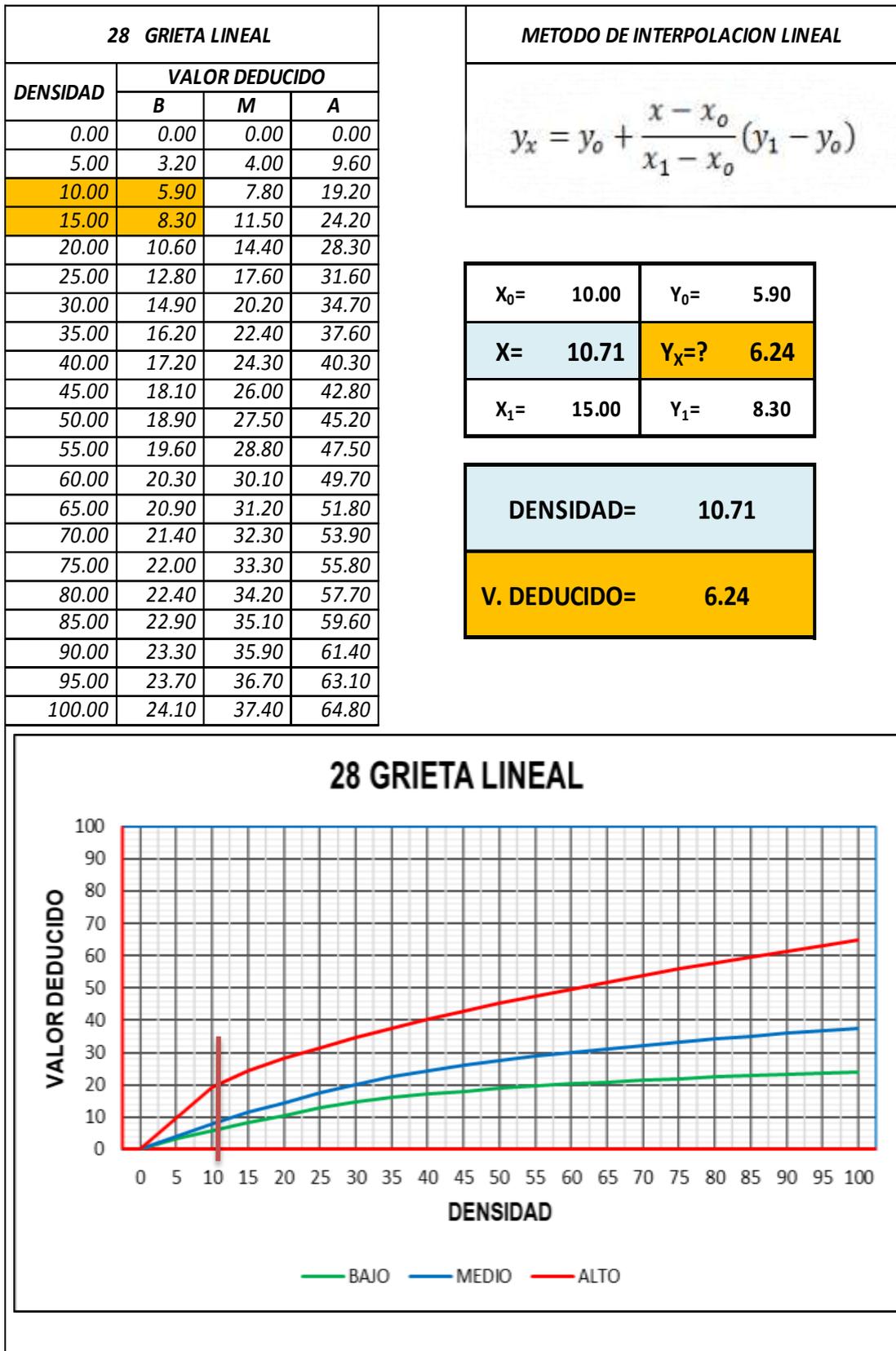
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-16: Calculo del valor Deducido 31 BMA – UM 03



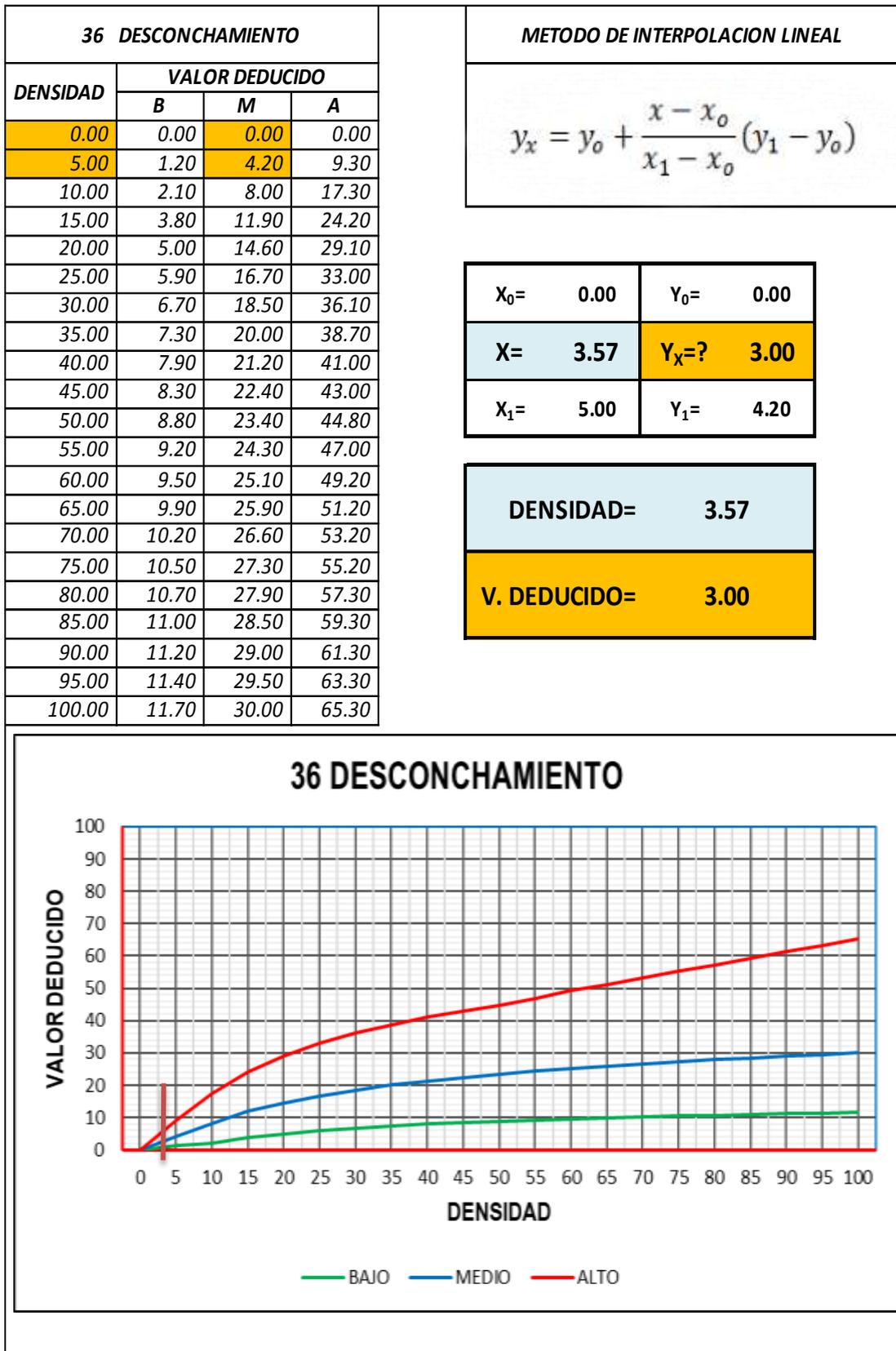
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-17: Calculo del valor Deducido 28 BMA – UM 03



Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-18: Calculo del valor Deducido 36 BMA – UM 03



Fuente: Elaboración Propia.

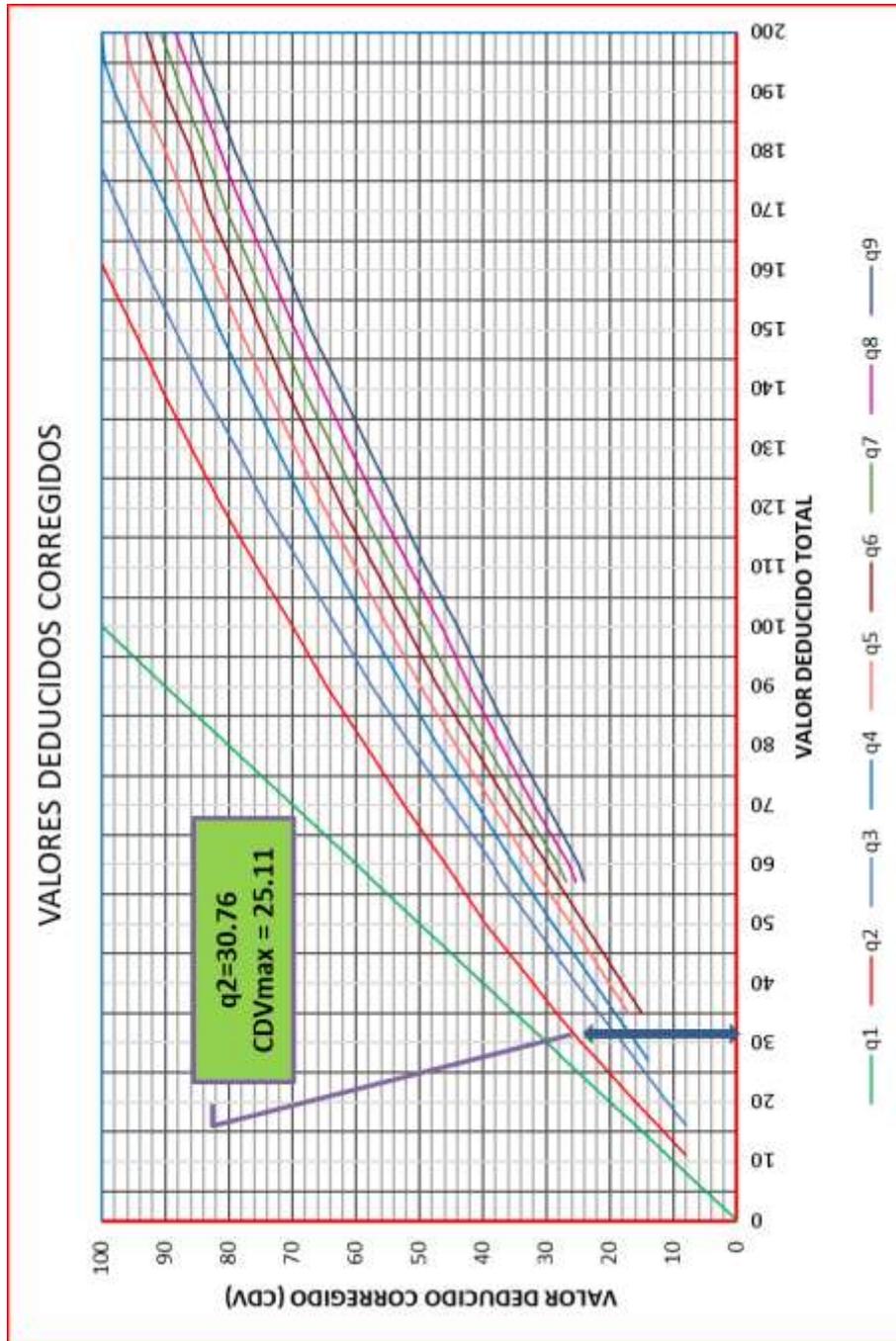


Gráfico IV-3: Calculo del Valor Deducido Corregido – UM 03

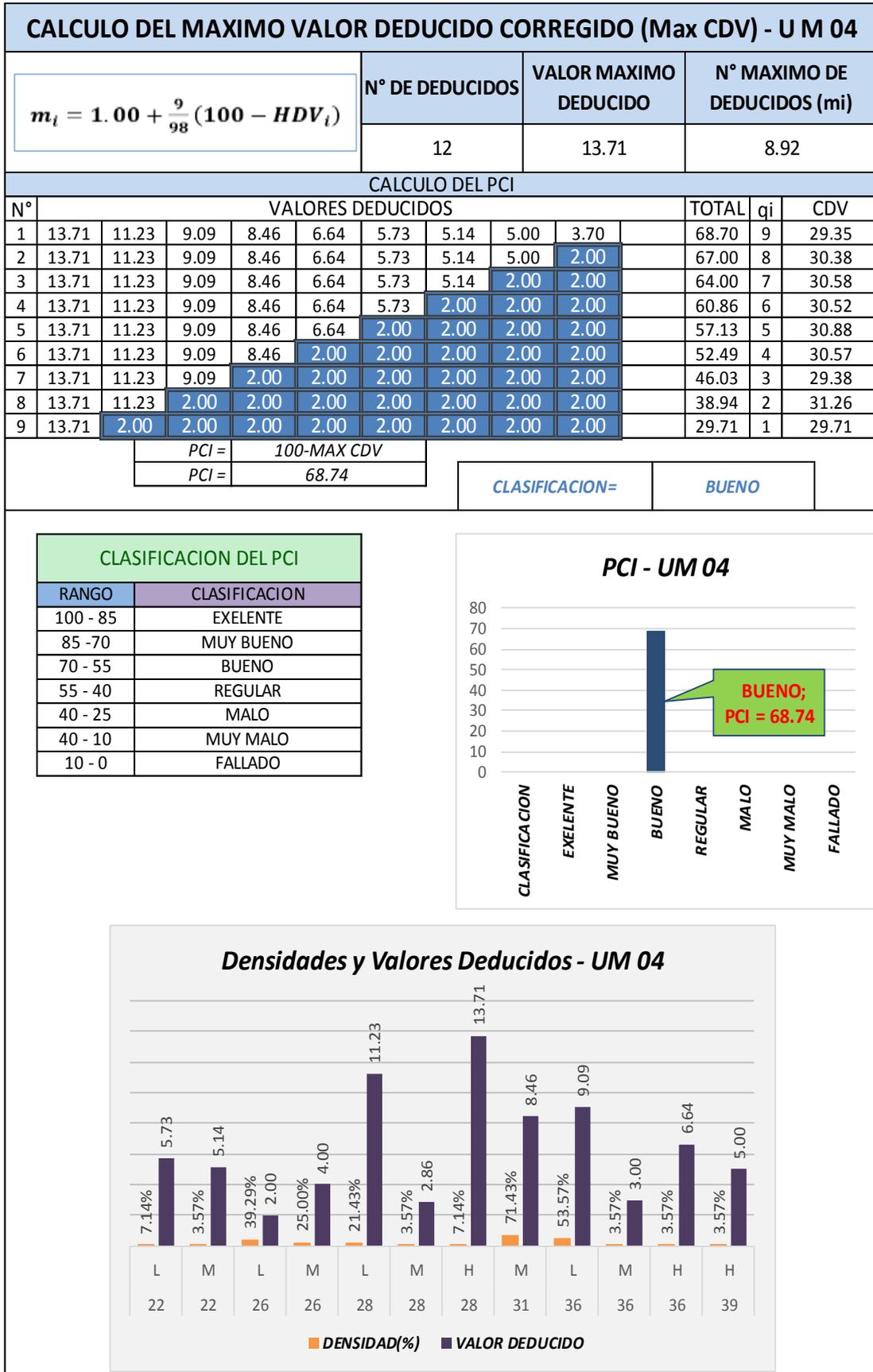
d) Hoja de cálculo para el Índice de Condición de Pavimento de la UM - 04.

Cuadro IV-19: Formato de Exploración – UM – 04.

		ASTM D 6433-07																																																
		PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO																																																
		FORMATO DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL																																																
NOMBRE DE LA VIA		AV. UNION		<b>ESQUEMA:</b> <table border="1" style="border-style: dashed;"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>36L 26L 31M</td><td>26L 31M</td></tr> <tr><td>2</td><td>36L 26L</td><td>31M 26L</td></tr> <tr><td>3</td><td>31M 26L</td><td>28L 36L 31M</td></tr> <tr><td>4</td><td>36L 31L</td><td>28L 36L 31M</td></tr> <tr><td>5</td><td>36L 26M</td><td>22M 31M 26M</td></tr> <tr><td>6</td><td>31M 26M</td><td>36L 31L</td></tr> <tr><td>7</td><td>26L 36L</td><td>28L 26L 36L 31M</td></tr> <tr><td>8</td><td>36L 31L</td><td>28M 26M 31M</td></tr> <tr><td>9</td><td>36L 31L</td><td>28L 31M 26M</td></tr> <tr><td>10</td><td>31M 26L</td><td>28L 22L 36L</td></tr> <tr><td>11</td><td>36L 26M</td><td>28L 26L 31L</td></tr> <tr><td>12</td><td>36L 31M</td><td>22L 26M</td></tr> <tr><td>13</td><td>31M</td><td>28H 36M 26L</td></tr> <tr><td>14</td><td>36L 31M</td><td>28H 36H 26L</td></tr> </tbody> </table>			A	B	1	36L 26L 31M	26L 31M	2	36L 26L	31M 26L	3	31M 26L	28L 36L 31M	4	36L 31L	28L 36L 31M	5	36L 26M	22M 31M 26M	6	31M 26M	36L 31L	7	26L 36L	28L 26L 36L 31M	8	36L 31L	28M 26M 31M	9	36L 31L	28L 31M 26M	10	31M 26L	28L 22L 36L	11	36L 26M	28L 26L 31L	12	36L 31M	22L 26M	13	31M	28H 36M 26L	14	36L 31M	28H 36H 26L
	A	B																																																
1	36L 26L 31M	26L 31M																																																
2	36L 26L	31M 26L																																																
3	31M 26L	28L 36L 31M																																																
4	36L 31L	28L 36L 31M																																																
5	36L 26M	22M 31M 26M																																																
6	31M 26M	36L 31L																																																
7	26L 36L	28L 26L 36L 31M																																																
8	36L 31L	28M 26M 31M																																																
9	36L 31L	28L 31M 26M																																																
10	31M 26L	28L 22L 36L																																																
11	36L 26M	28L 26L 31L																																																
12	36L 31M	22L 26M																																																
13	31M	28H 36M 26L																																																
14	36L 31M	28H 36H 26L																																																
EVALUADO POR:		Bach.FloresPulcha J																																																
FECHA:		3-Set-18																																																
Abscisa inicial=		Und. De Muestra	4																																															
Abscisa final=		N° DE LOSAS=	28																																															
N° DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSAS	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO																																														
22	L	2	7.14%	5.73																																														
22	M	1	3.57%	5.14																																														
26	L	11	39.29%	2.00																																														
26	M	7	25.00%	4.00																																														
28	L	6	21.43%	11.23																																														
28	M	1	3.57%	2.86																																														
28	H	2	7.14%	13.71																																														
31	M	20	71.43%	8.46																																														
36	L	15	53.57%	9.09																																														
36	M	1	3.57%	3.00																																														
36	H	1	3.57%	6.64																																														
39	H	1	3.57%	5.00																																														
CLASIFICACION DEL PCI																																																		
RANGO	CLASIFICACION																																																	
100 - 85	EXELENTE																																																	
85 - 70	MUY BUENO																																																	
70 - 55	BUENO																																																	
55 - 40	REGULAR																																																	
40 - 25	MALO																																																	
40 - 10	MUY MALO																																																	
10 - 0	FALLADO																																																	
TIPO DE FALLAS																																																		
21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Agregados																																															
22	Grieta de Esquina	32	Popouts																																															
23	Losa Dividida	33	Bombeo																																															
24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento																																															
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea																																															
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa																																															
27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción																																															
28	Grietas Lineales	38	Descascaramien. de Esq.																																															
29	Parqueo grande	39	Descascaramien. de Junta																																															
30	Parqueo pequeño																																																	

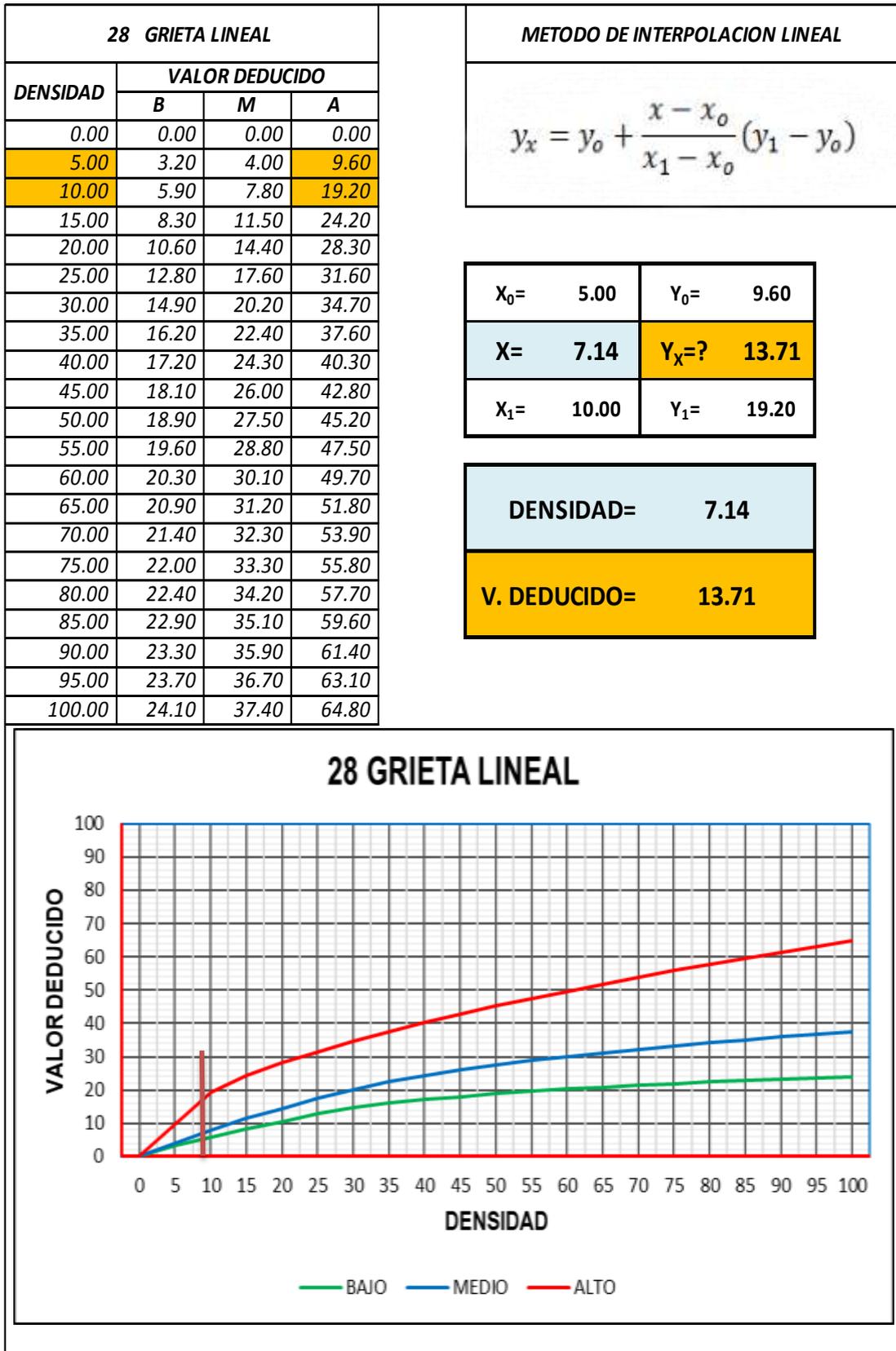
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-20: Calculo del PCI y Valor Deducido Corregido UM 04.



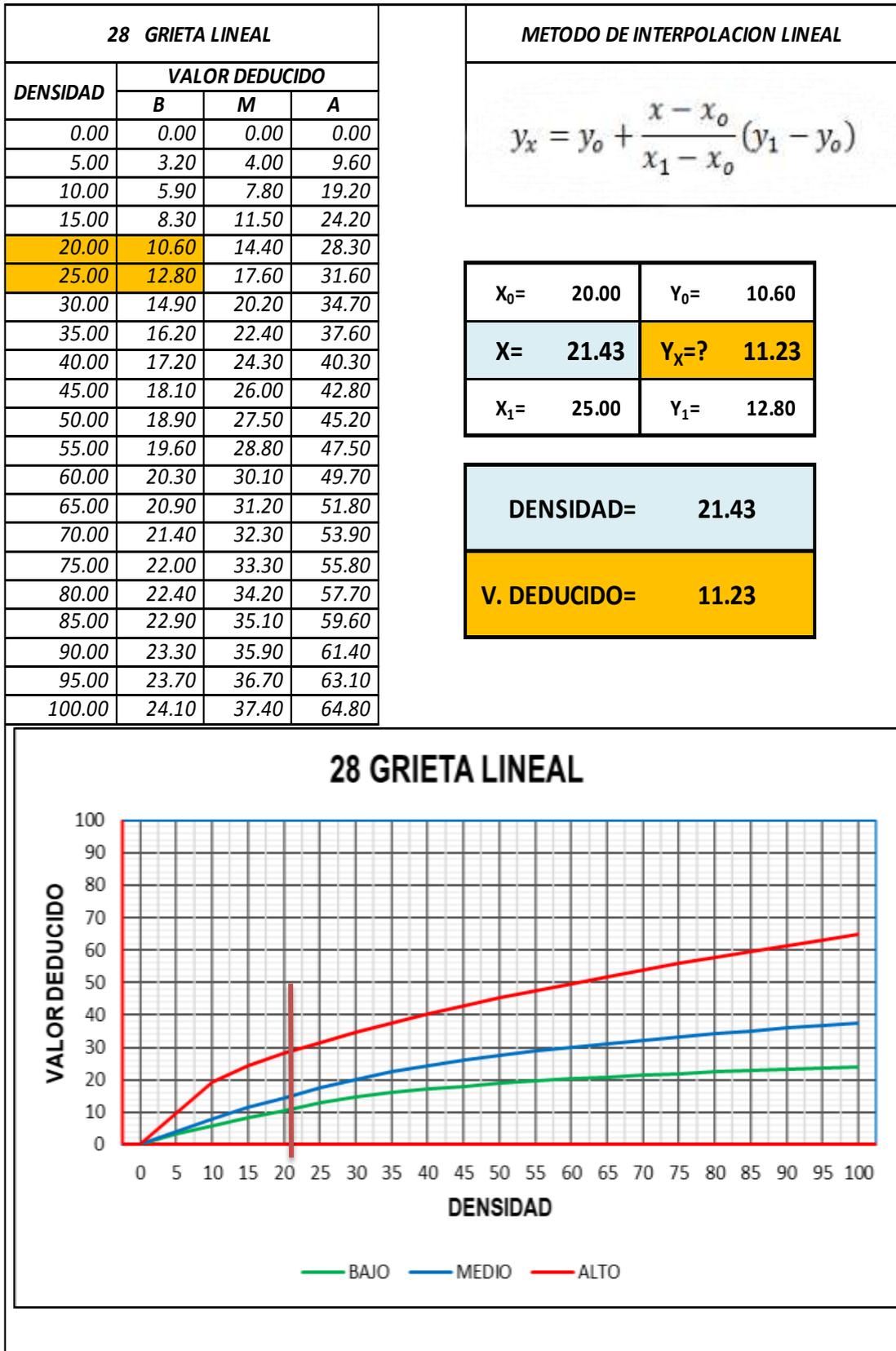
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-21: Calculo del valor Deducido 28 BMA – UM 04.



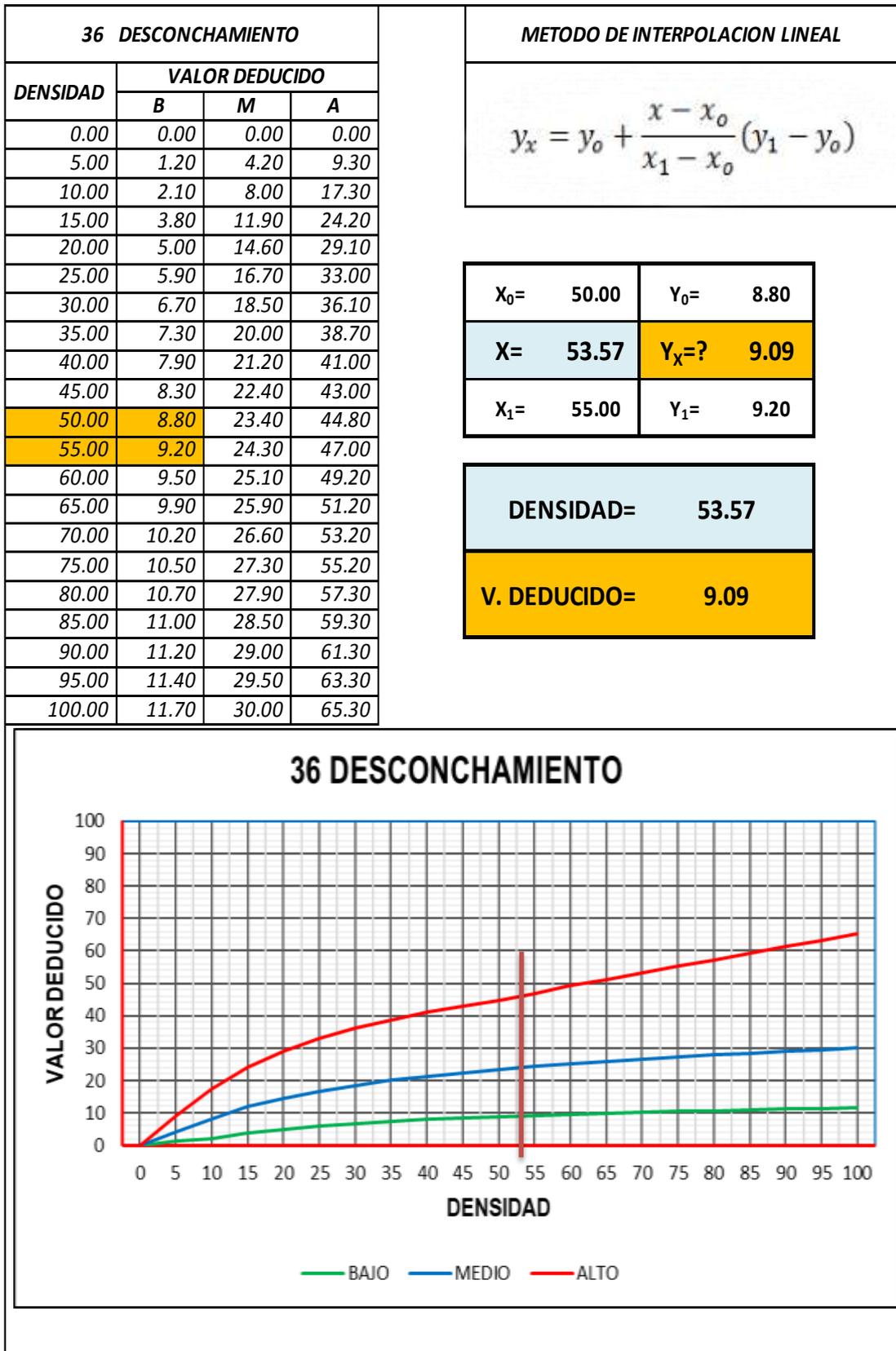
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-22: Calculo del valor Deducido 28 BMA – UM 04.



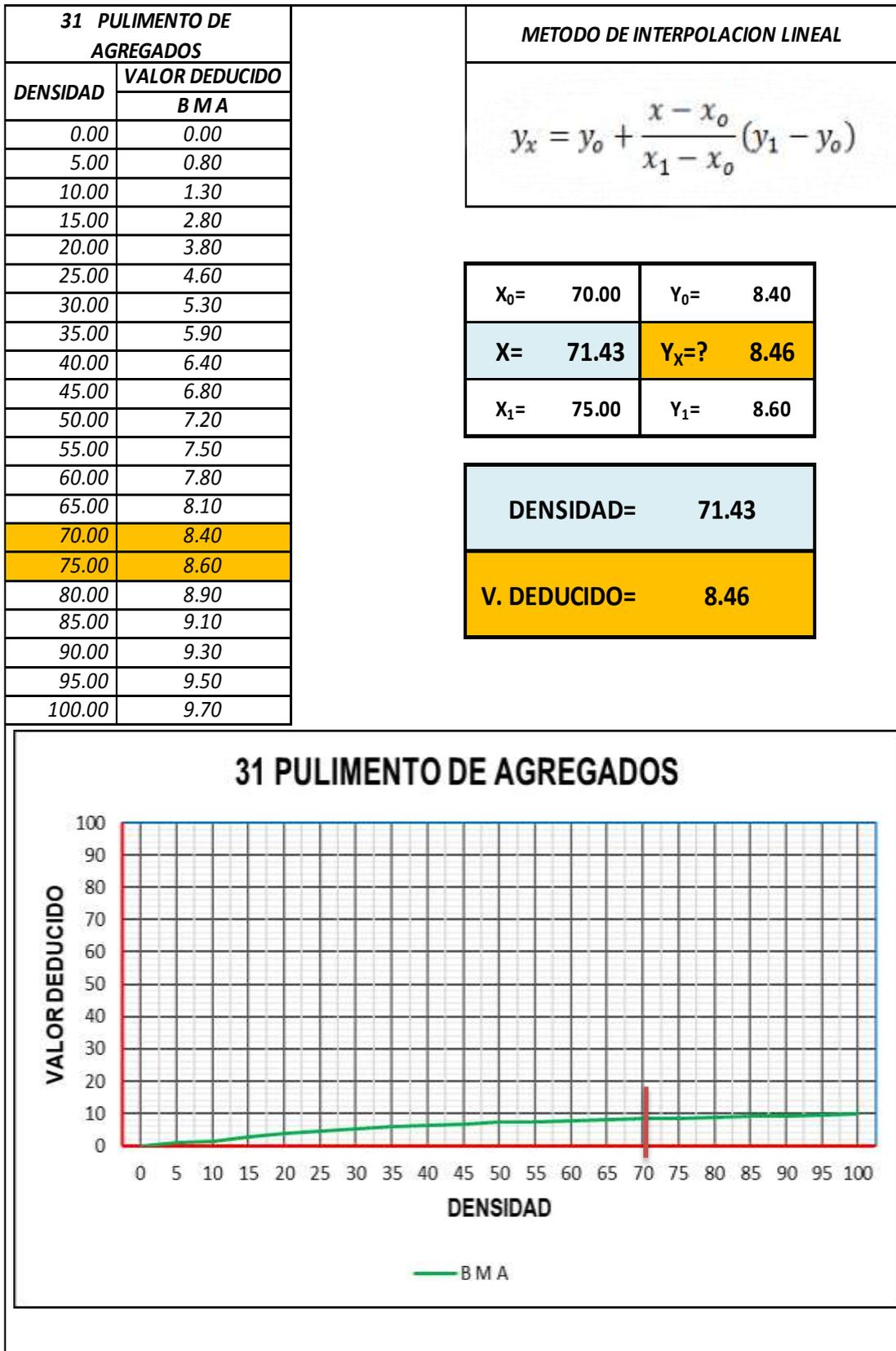
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-23: Calculo del valor Deducido 36 BMA – UM 04.



Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-24: Calculo del valor Deducido 31 BMA – UM 04.



Fuente: Elaboración Propia.

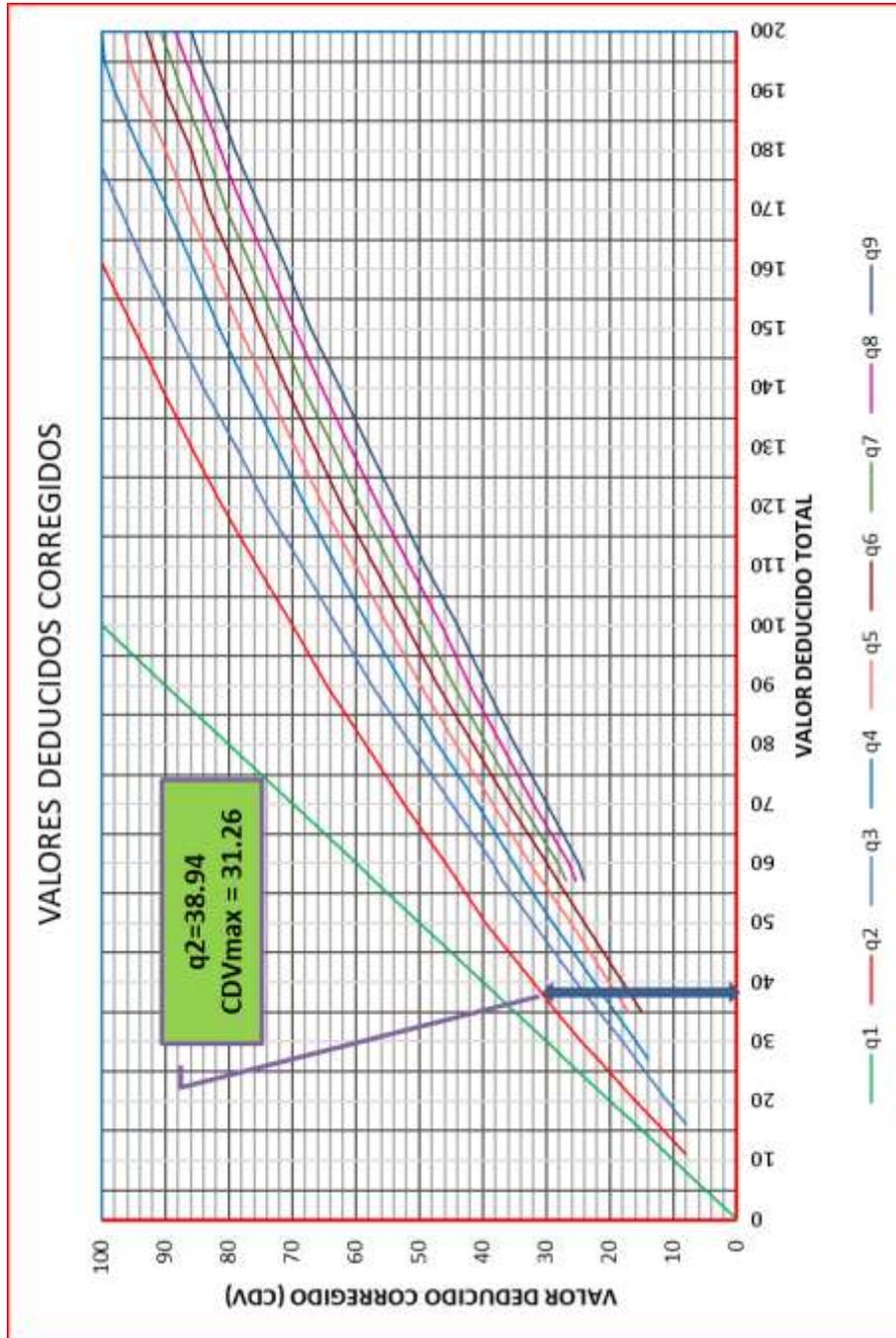


Gráfico IV-4: Calculo del Valor Deducido Corregido – UM 04.

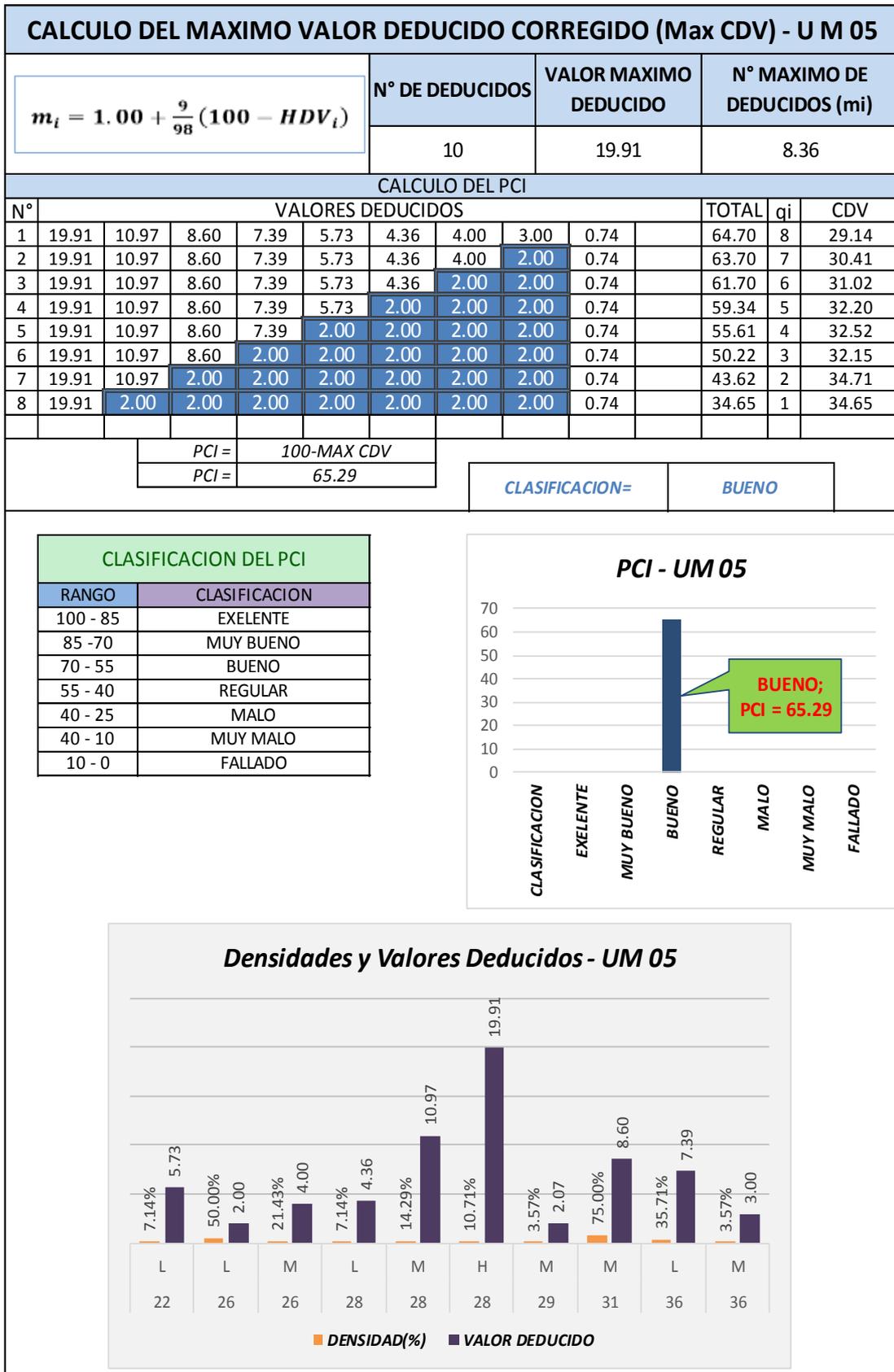
e) Hoja de cálculo para el Índice de Condición de Pavimento de la UM - 05.

Cuadro IV-25: Formato de Exploración – UM – 05.

		ASTM D 6433-07																																																
		PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO																																																
		FORMATO DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL																																																
NOMBRE DE LA VIA		AV. UNION		ESQUEMA:																																														
EVALUADO POR:		Bach.FloresPulcha J		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>36L 31M 26L</td> <td>29M 26L 28H 36M</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>36L 31M</td> <td>28L 36L 31M</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>36L 26M</td> <td>28M 31M 26M</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>36L 31M</td> <td>36L 26L 31M</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>31M 26L</td> <td>36L 26L</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>36L 31M</td> <td>26L 31L</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>31L 26M</td> <td>31M 26L</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>31M 26L</td> <td>22L 26L</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>36L 26L</td> <td>31M 26L</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>31M 26M</td> <td>22L 36L</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>31M 28L</td> <td>31M 26M 28M</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>31M 28M</td> <td>28H 31M</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>31M 26L 28M</td> <td>28H 26L</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>31M 26M</td> <td>31M 26L</td> </tr> </tbody> </table>			A	B	1	36L 31M 26L	29M 26L 28H 36M	2	36L 31M	28L 36L 31M	3	36L 26M	28M 31M 26M	4	36L 31M	36L 26L 31M	5	31M 26L	36L 26L	6	36L 31M	26L 31L	7	31L 26M	31M 26L	8	31M 26L	22L 26L	9	36L 26L	31M 26L	10	31M 26M	22L 36L	11	31M 28L	31M 26M 28M	12	31M 28M	28H 31M	13	31M 26L 28M	28H 26L	14	31M 26M	31M 26L
	A	B																																																
1	36L 31M 26L	29M 26L 28H 36M																																																
2	36L 31M	28L 36L 31M																																																
3	36L 26M	28M 31M 26M																																																
4	36L 31M	36L 26L 31M																																																
5	31M 26L	36L 26L																																																
6	36L 31M	26L 31L																																																
7	31L 26M	31M 26L																																																
8	31M 26L	22L 26L																																																
9	36L 26L	31M 26L																																																
10	31M 26M	22L 36L																																																
11	31M 28L	31M 26M 28M																																																
12	31M 28M	28H 31M																																																
13	31M 26L 28M	28H 26L																																																
14	31M 26M	31M 26L																																																
FECHA:		03-sep-18																																																
Abscisa inicial=		Und. De Muestra	5																																															
Abscisa final=		N° DE LOSAS=	28																																															
N° DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSAS	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO																																														
22	L	2	7.14%	5.73																																														
26	L	14	50.00%	2.00																																														
26	M	6	21.43%	4.00																																														
28	L	2	7.14%	4.36																																														
28	M	4	14.29%	10.97																																														
28	H	3	10.71%	19.91																																														
29	M	1	3.57%	2.07																																														
31	M	21	75.00%	8.60																																														
36	L	10	35.71%	7.39																																														
36	M	1	3.57%	3.00																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CLASIFICACION DEL PCI</th> </tr> <tr> <th>RANGO</th> <th>CLASIFICACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100 - 85</td> <td>EXELENTE</td> </tr> <tr> <td>85 - 70</td> <td>MUY BUENO</td> </tr> <tr> <td>70 - 55</td> <td>BUENO</td> </tr> <tr> <td>55 - 40</td> <td>REGULAR</td> </tr> <tr> <td>40 - 25</td> <td>MALO</td> </tr> <tr> <td>40 - 10</td> <td>MUY MALO</td> </tr> <tr> <td>10 - 0</td> <td>FALLADO</td> </tr> </tbody> </table>					CLASIFICACION DEL PCI		RANGO	CLASIFICACION	100 - 85	EXELENTE	85 - 70	MUY BUENO	70 - 55	BUENO	55 - 40	REGULAR	40 - 25	MALO	40 - 10	MUY MALO	10 - 0	FALLADO																												
CLASIFICACION DEL PCI																																																		
RANGO	CLASIFICACION																																																	
100 - 85	EXELENTE																																																	
85 - 70	MUY BUENO																																																	
70 - 55	BUENO																																																	
55 - 40	REGULAR																																																	
40 - 25	MALO																																																	
40 - 10	MUY MALO																																																	
10 - 0	FALLADO																																																	
TIPO DE FALLAS																																																		
21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Agregados																																															
22	Grieta de Esquina	32	Popouts																																															
23	Losa Dividida	33	Bombeo																																															
24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento																																															
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea																																															
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa																																															
27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción																																															
28	Grietas Lineales	38	Descascaramien. de Esq.																																															
29	Parqueo grande	39	Descascaramien. de Junta																																															
30	Parqueo pequeño																																																	

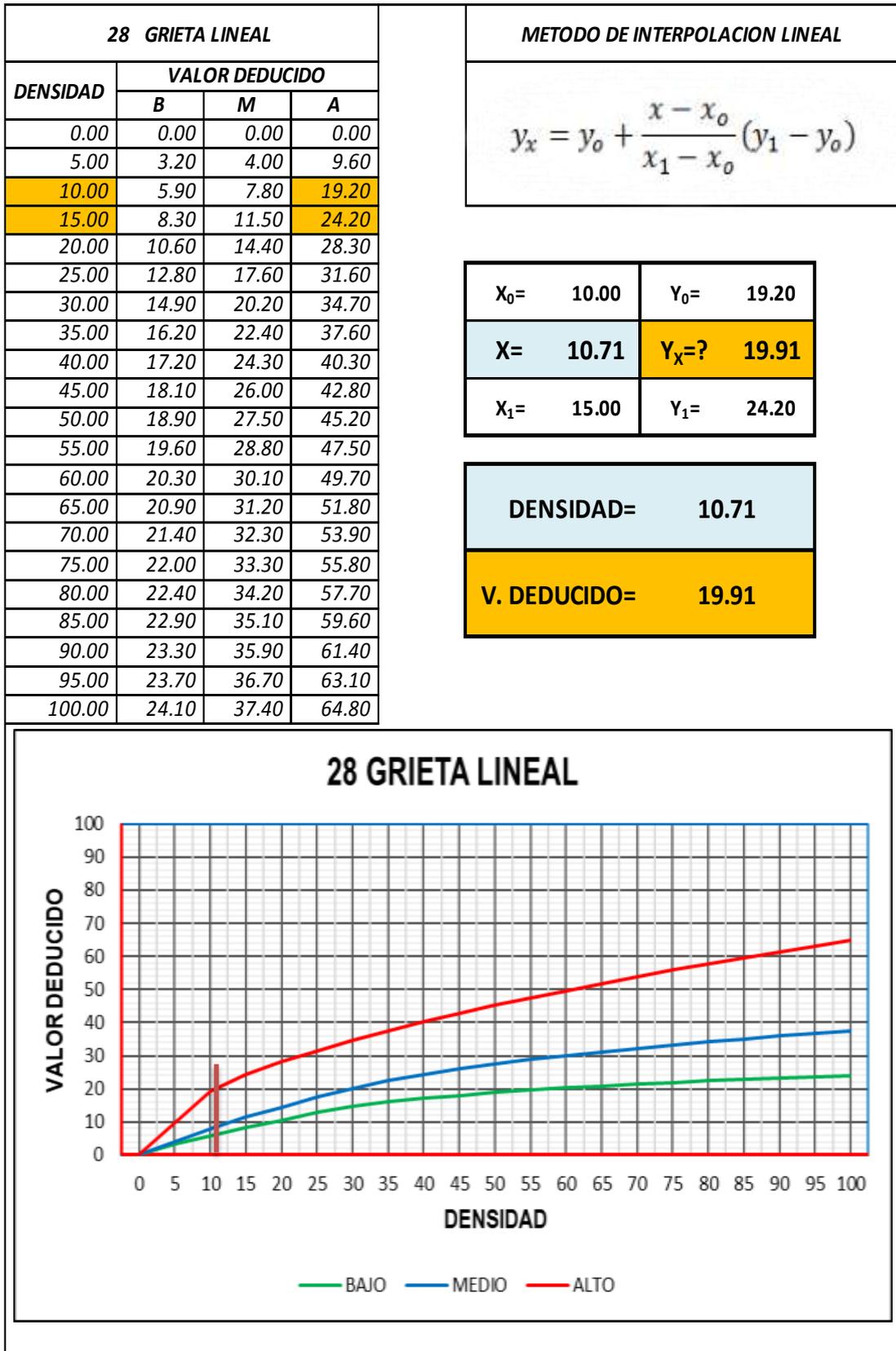
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-26: Calculo del PCI y Valor Deducido Corregido UM 05.



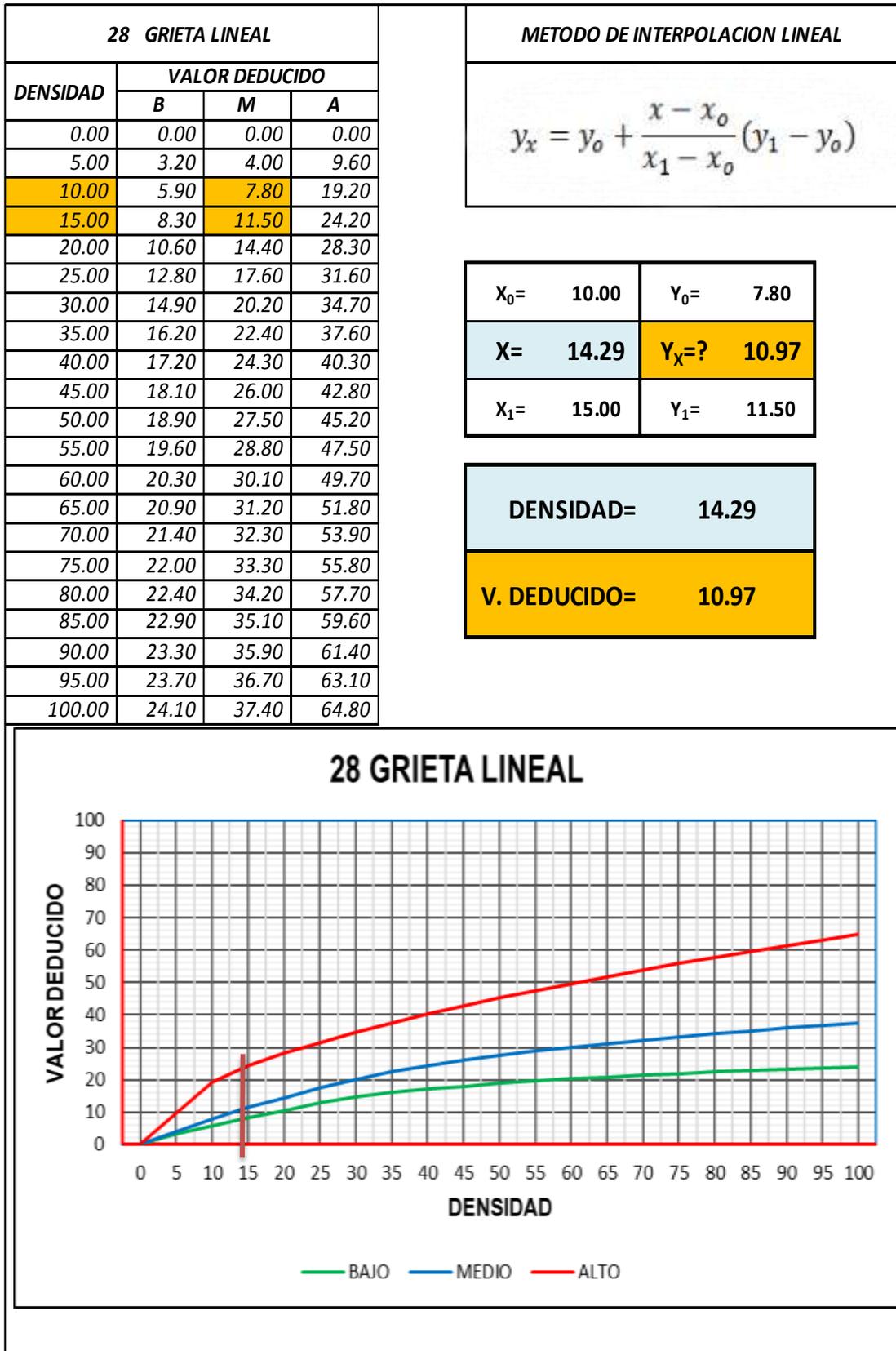
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-27: Calculo del valor Deducido 28 BMA – UM 05.



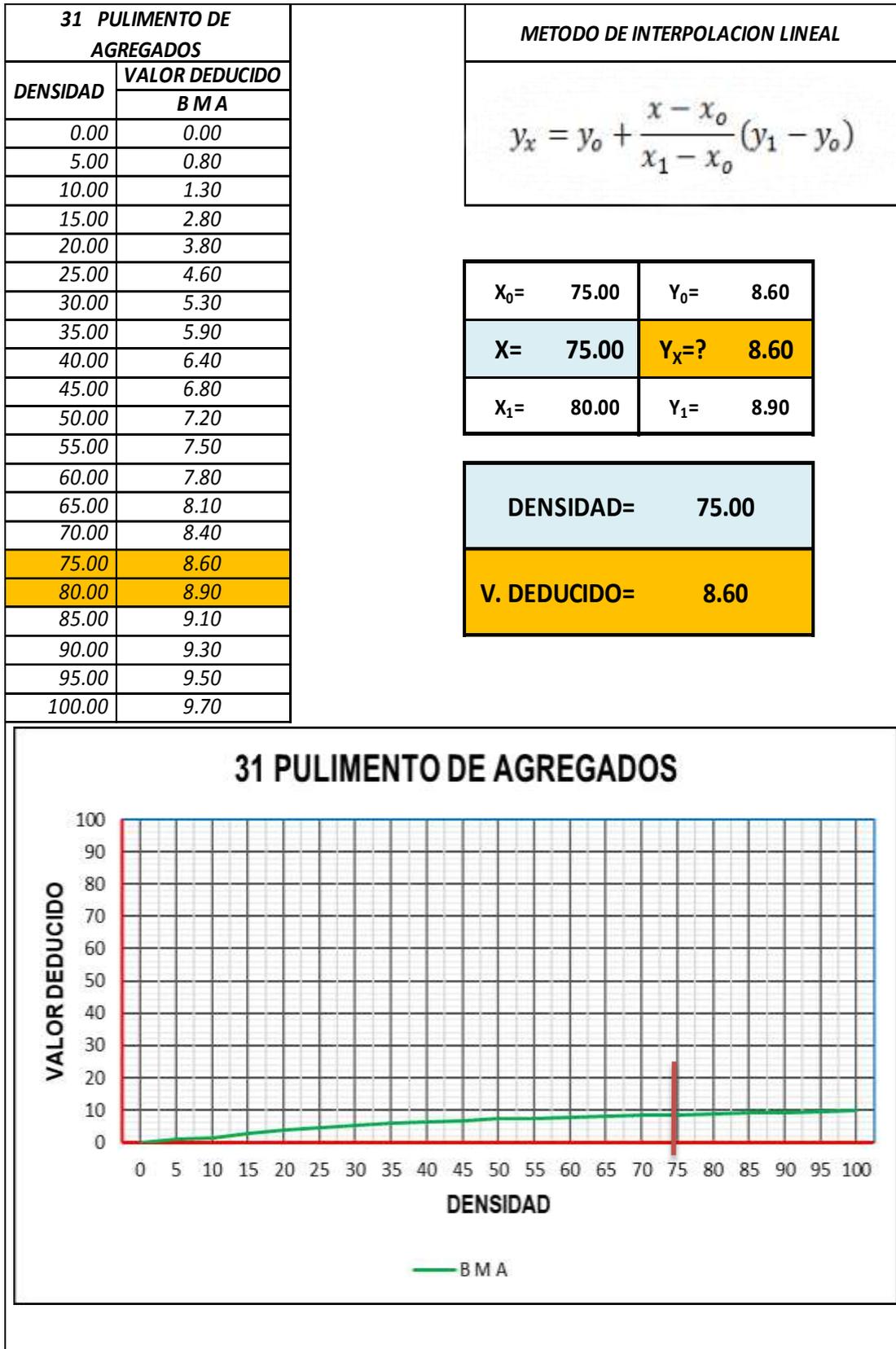
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-28: Calculo del valor Deducido 28 BMA – UM 05.



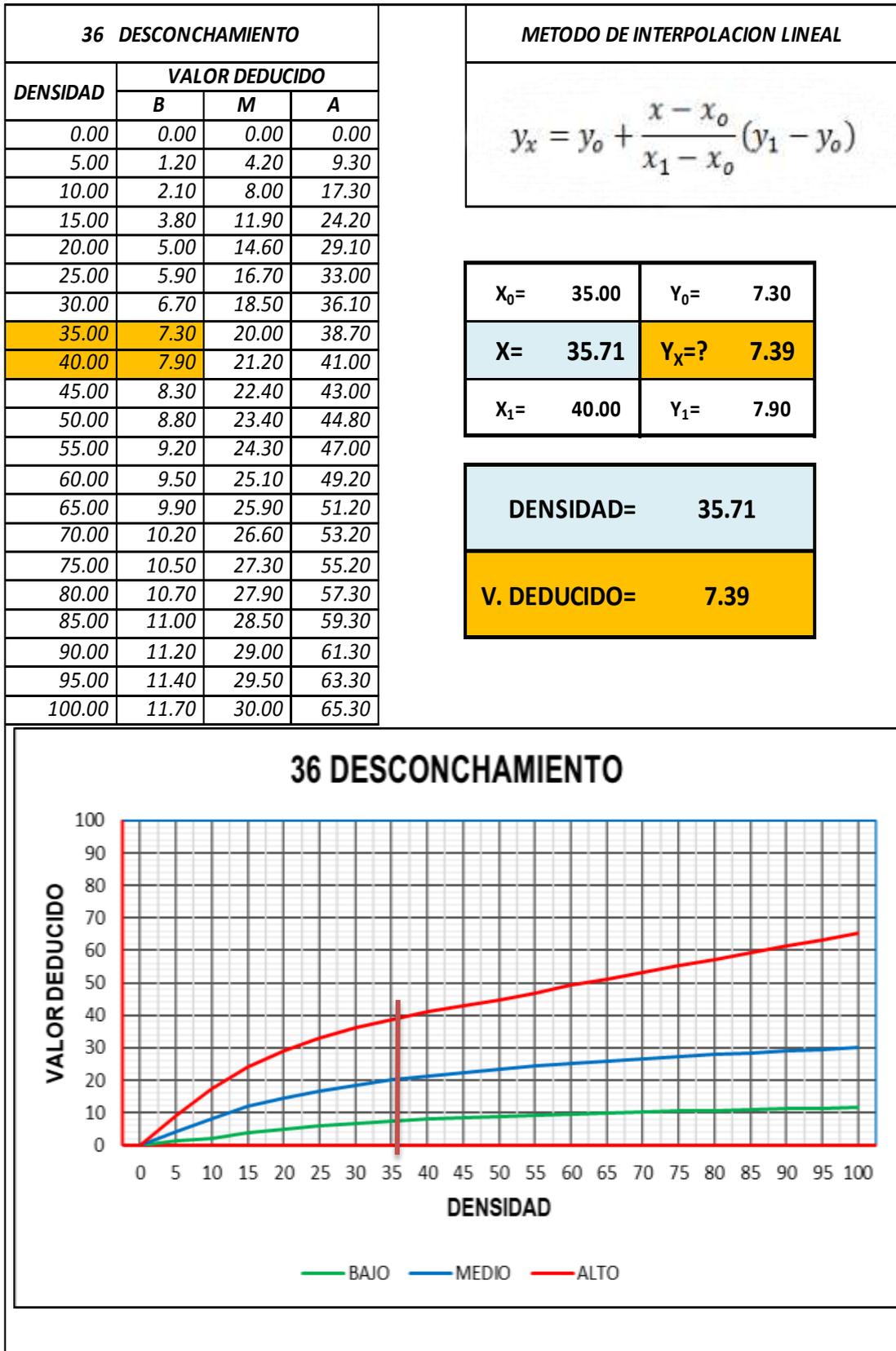
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-29: Calculo del valor Deducido 31 BMA – UM 05.



Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-30: Calculo del valor Deducido 36 BMA – UM 05.



Fuente: Elaboración Propia.

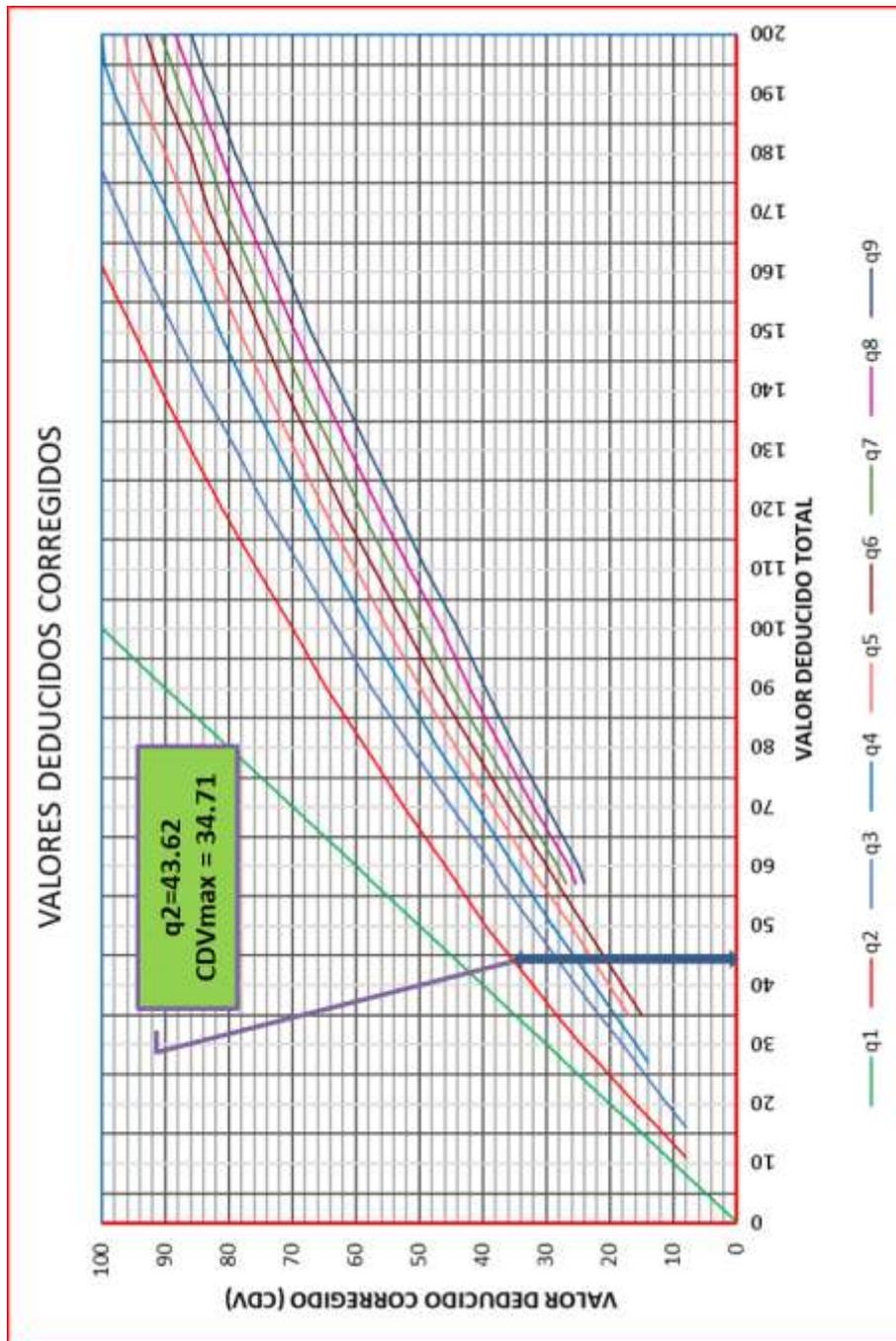


Gráfico IV-5: Calculo del Valor Deducido Corregido – UM 05.

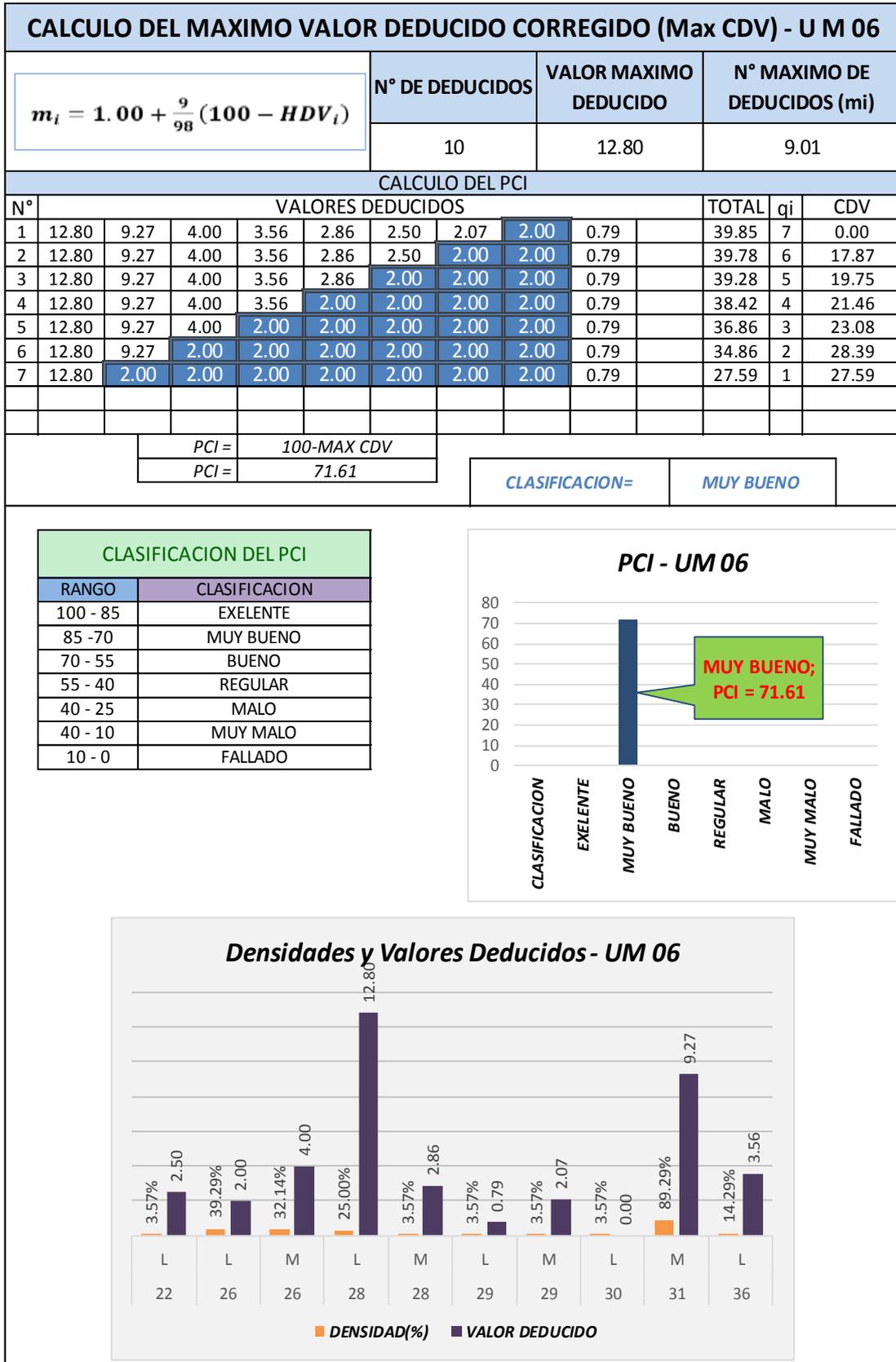
f) Hoja de cálculo para el Índice de Condición de Pavimento de la UM - 06.

Cuadro IV-31: Formato de Exploración – UM – 06.

		ASTM D 6433-07																																																
		PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO																																																
		FORMATO DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL																																																
NOMBRE DE LA VIA		AV. UNION		ESQUEMA:																																														
EVALUADO POR:		Bach.FloresPulcha J		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>31M 28L</td><td>36L 26L 31M</td></tr> <tr><td>2</td><td>31M 26M</td><td>28L 26M</td></tr> <tr><td>3</td><td>31M 26M</td><td>28L 29M 26L</td></tr> <tr><td>4</td><td>26M 31M</td><td>29L 31L 28L</td></tr> <tr><td>5</td><td>31M 28L</td><td>26M 31M</td></tr> <tr><td>6</td><td>31M 26L</td><td>22L 31M</td></tr> <tr><td>7</td><td>36L 31M</td><td>26L 31M 28L</td></tr> <tr><td>8</td><td>31M</td><td>31M 26M</td></tr> <tr><td>9</td><td>26L 31M 28M</td><td>31M 26L</td></tr> <tr><td>10</td><td>30L 31M</td><td>31M 26M 28L</td></tr> <tr><td>11</td><td>36L</td><td>31M 26L</td></tr> <tr><td>12</td><td>26L 31M</td><td>36L 26L 31M</td></tr> <tr><td>13</td><td>31M 26L</td><td>31M 26M</td></tr> <tr><td>14</td><td>31M 26M</td><td>31M 26L</td></tr> </tbody> </table>			A	B	1	31M 28L	36L 26L 31M	2	31M 26M	28L 26M	3	31M 26M	28L 29M 26L	4	26M 31M	29L 31L 28L	5	31M 28L	26M 31M	6	31M 26L	22L 31M	7	36L 31M	26L 31M 28L	8	31M	31M 26M	9	26L 31M 28M	31M 26L	10	30L 31M	31M 26M 28L	11	36L	31M 26L	12	26L 31M	36L 26L 31M	13	31M 26L	31M 26M	14	31M 26M	31M 26L
	A	B																																																
1	31M 28L	36L 26L 31M																																																
2	31M 26M	28L 26M																																																
3	31M 26M	28L 29M 26L																																																
4	26M 31M	29L 31L 28L																																																
5	31M 28L	26M 31M																																																
6	31M 26L	22L 31M																																																
7	36L 31M	26L 31M 28L																																																
8	31M	31M 26M																																																
9	26L 31M 28M	31M 26L																																																
10	30L 31M	31M 26M 28L																																																
11	36L	31M 26L																																																
12	26L 31M	36L 26L 31M																																																
13	31M 26L	31M 26M																																																
14	31M 26M	31M 26L																																																
FECHA:		03-sep-18																																																
Abscisa inicial=		Und. De Muestra	6																																															
Abscisa final=		N° DE LOSAS=	28																																															
N° DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSAS	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO																																														
22	L	1	3.57%	2.50																																														
26	L	11	39.29%	2.00																																														
26	M	9	32.14%	4.00																																														
28	L	7	25.00%	12.80																																														
28	M	1	3.57%	2.86																																														
29	L	1	3.57%	0.79																																														
29	M	1	3.57%	2.07																																														
30	L	1	3.57%	0.00																																														
31	M	25	89.29%	9.27																																														
36	L	4	14.29%	3.56																																														
CLASIFICACION DEL PCI																																																		
RANGO	CLASIFICACION																																																	
100 - 85	EXELENTE																																																	
85 - 70	MUY BUENO																																																	
70 - 55	BUENO																																																	
55 - 40	REGULAR																																																	
40 - 25	MALO																																																	
40 - 10	MUY MALO																																																	
10 - 0	FALLADO																																																	
TIPO DE FALLAS																																																		
21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Agregados																																															
22	Grieta de Esquina	32	Popouts																																															
23	Losa Dividida	33	Bombeo																																															
24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento																																															
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea																																															
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa																																															
27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción																																															
28	Grietas Lineales	38	Descascaramien. de Esq.																																															
29	Parqueo grande	39	Descascaramien. de Junta																																															
30	Parqueo pequeño																																																	

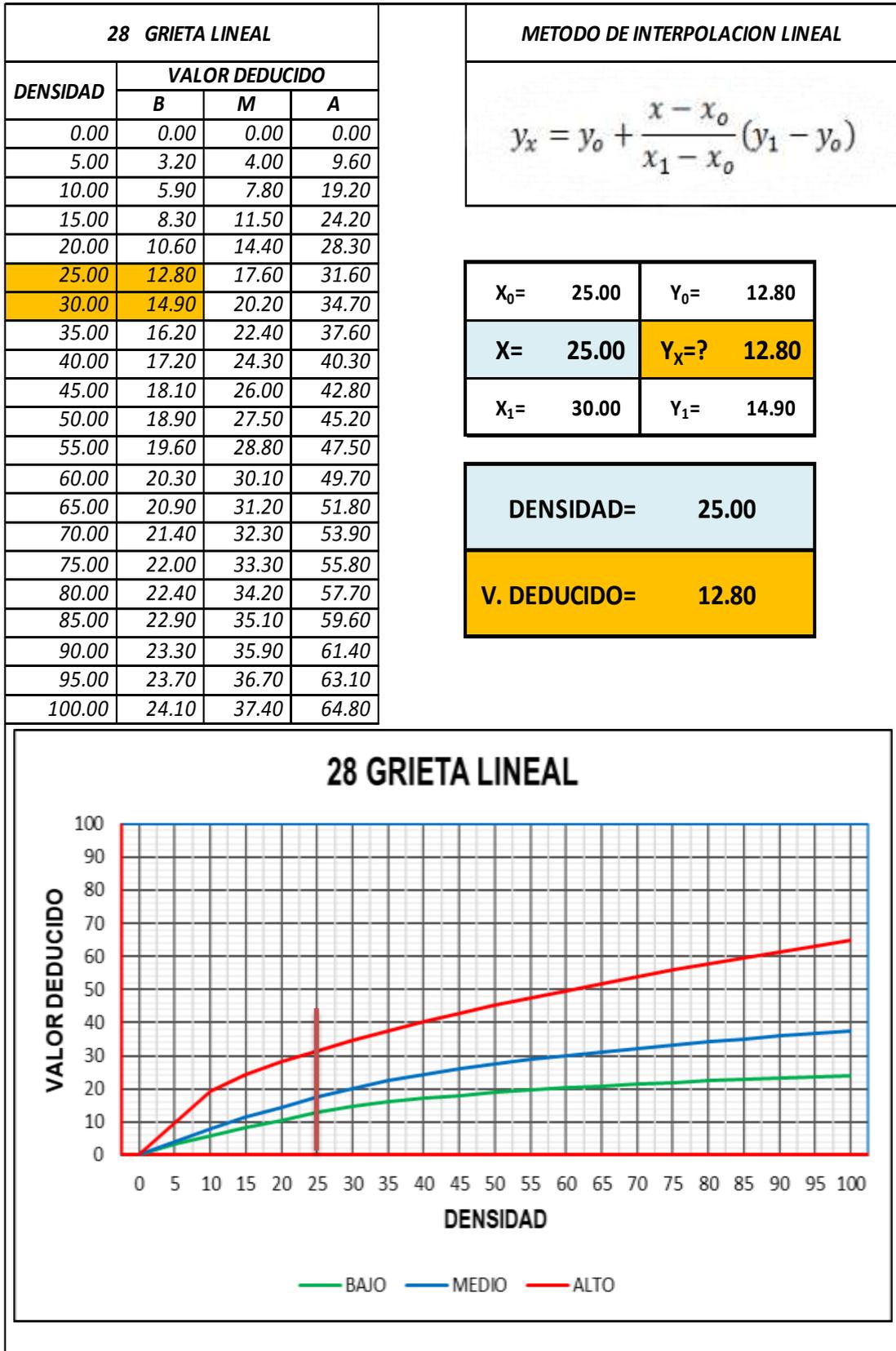
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-32: Cálculo del PCI y Valor Deducido Corregido UM 06.



Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-33: Calculo del valor Deducido 28 BMA – UM 06.



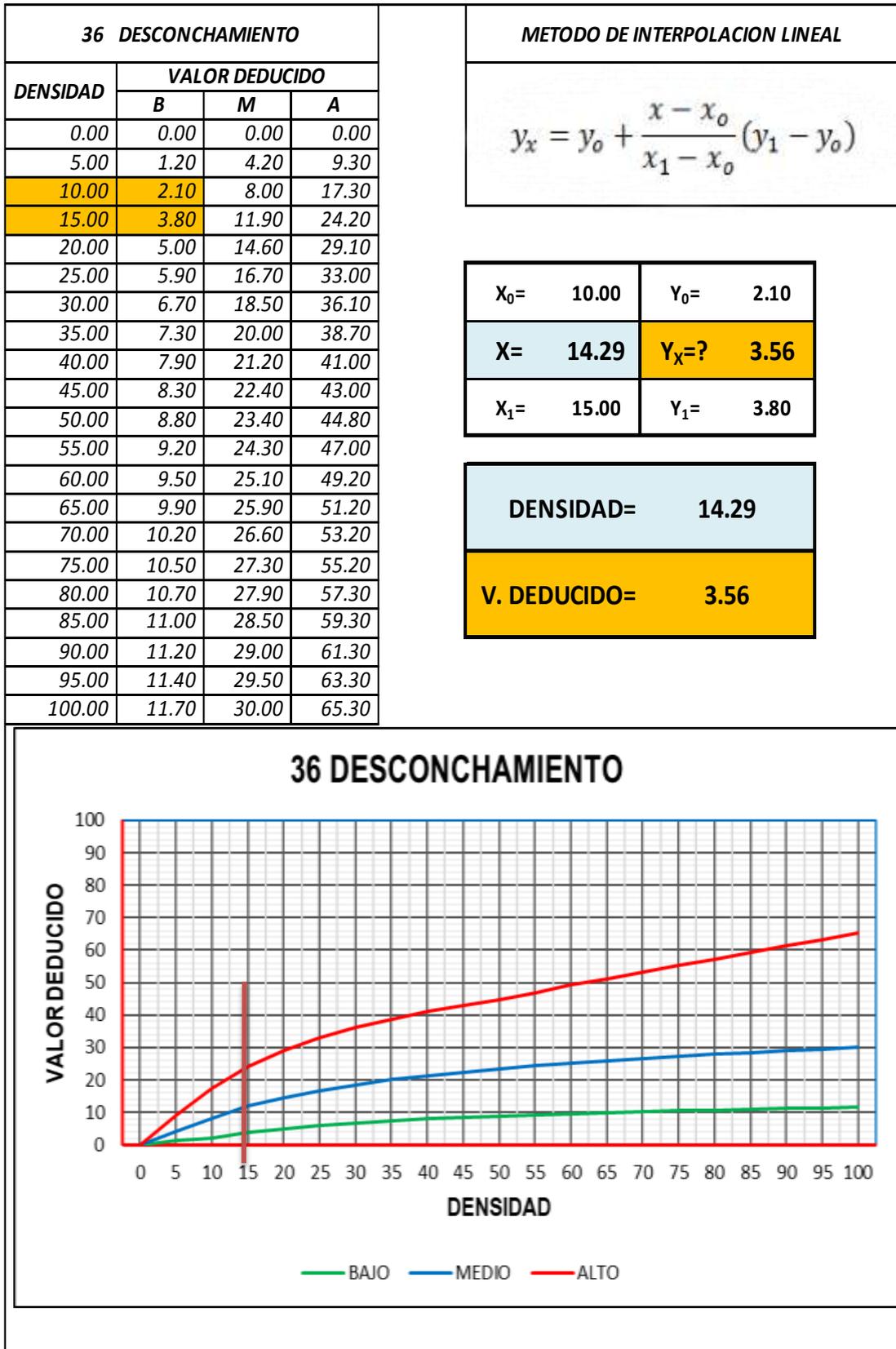
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-34: Calculo del valor Deducido 31 BMA – UM 06.



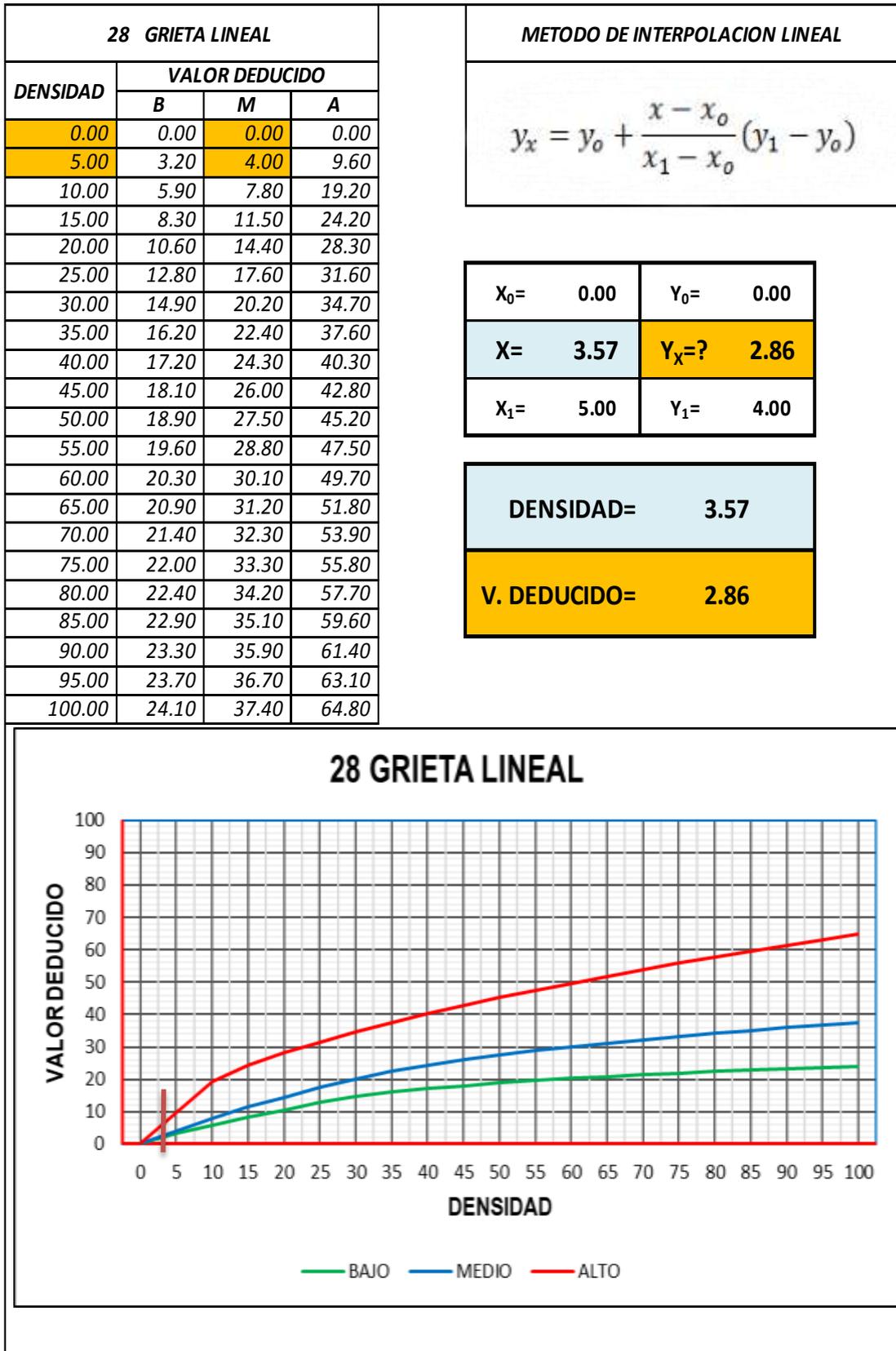
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-35: Calculo del valor Deducido 36 BMA – UM 06.



Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-36: Calculo del valor Deducido 28 BMA – UM 06.



Fuente: Elaboración Propia.

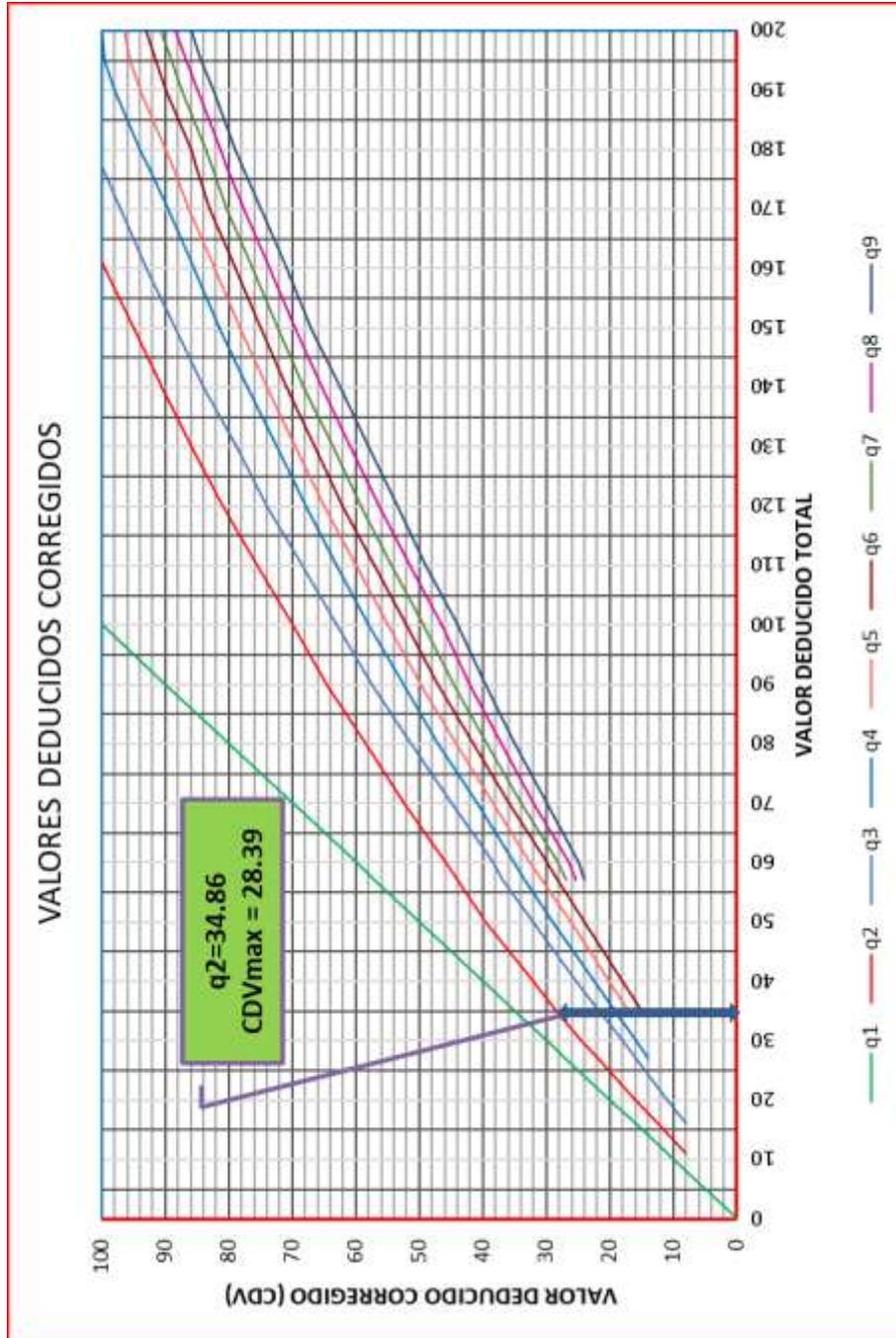


Gráfico IV-6: Calculo del Valor Deducido Corregido – UM 06.

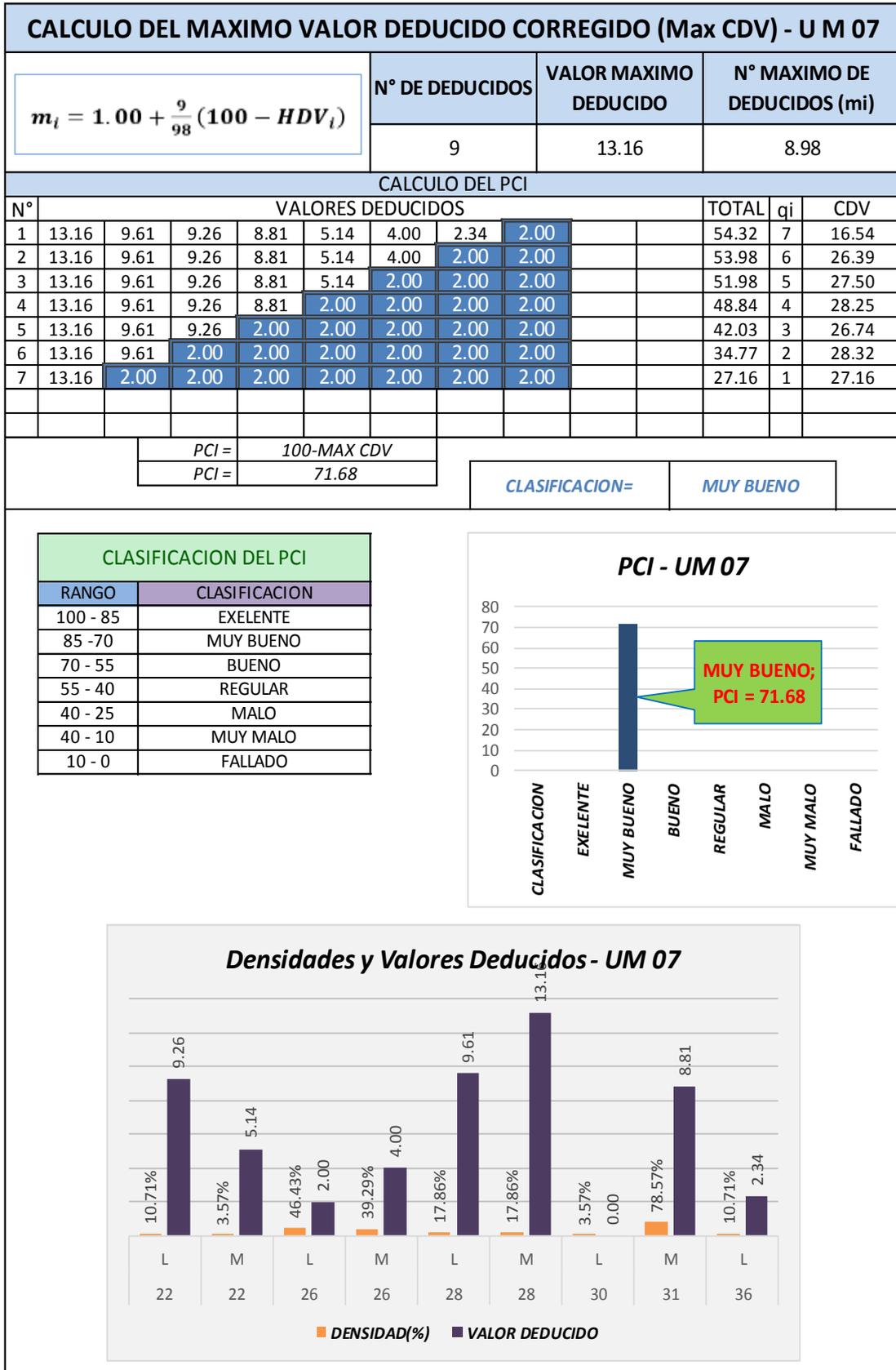
g) Hoja de cálculo para el Índice de Condición de Pavimento de la UM - 07.

Cuadro IV-37: Formato de Exploración – UM – 07.

		ASTM D 6433-07																																																
		PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO																																																
		FORMATO DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL																																																
NOMBRE DE LA VIA		AV. UNION		ESQUEMA:																																														
EVALUADO POR:		Bach.FloresPulcha J		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>31M 28L</td><td>36L 26L 31M</td></tr> <tr><td>2</td><td>31M 26M</td><td>28L 26M</td></tr> <tr><td>3</td><td>31M 26M</td><td>28L 29M 26L</td></tr> <tr><td>4</td><td>26M 31M</td><td>29L 31L 28L</td></tr> <tr><td>5</td><td>31M 28L</td><td>26M 31M</td></tr> <tr><td>6</td><td>31M 26L</td><td>22L 31M</td></tr> <tr><td>7</td><td>36L 31M</td><td>26L 31M 28L</td></tr> <tr><td>8</td><td>31M</td><td>31M 26M</td></tr> <tr><td>9</td><td>26L 31M 28M</td><td>31M 26L</td></tr> <tr><td>10</td><td>30L 31M</td><td>31M 26M 28L</td></tr> <tr><td>11</td><td>36L</td><td>31M 26L</td></tr> <tr><td>12</td><td>26L 31M</td><td>36L 26L 31M</td></tr> <tr><td>13</td><td>31M 26L</td><td>31M 26M</td></tr> <tr><td>14</td><td>31M 26M</td><td>31M 26L</td></tr> </tbody> </table>			A	B	1	31M 28L	36L 26L 31M	2	31M 26M	28L 26M	3	31M 26M	28L 29M 26L	4	26M 31M	29L 31L 28L	5	31M 28L	26M 31M	6	31M 26L	22L 31M	7	36L 31M	26L 31M 28L	8	31M	31M 26M	9	26L 31M 28M	31M 26L	10	30L 31M	31M 26M 28L	11	36L	31M 26L	12	26L 31M	36L 26L 31M	13	31M 26L	31M 26M	14	31M 26M	31M 26L
	A	B																																																
1	31M 28L	36L 26L 31M																																																
2	31M 26M	28L 26M																																																
3	31M 26M	28L 29M 26L																																																
4	26M 31M	29L 31L 28L																																																
5	31M 28L	26M 31M																																																
6	31M 26L	22L 31M																																																
7	36L 31M	26L 31M 28L																																																
8	31M	31M 26M																																																
9	26L 31M 28M	31M 26L																																																
10	30L 31M	31M 26M 28L																																																
11	36L	31M 26L																																																
12	26L 31M	36L 26L 31M																																																
13	31M 26L	31M 26M																																																
14	31M 26M	31M 26L																																																
FECHA:		03-sep-18																																																
Abscisa inicial=		Und. De Muestra	6																																															
Abscisa final=		N° DE LOSAS=	28																																															
N° DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSAS	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO																																														
22	L	1	3.57%	2.50																																														
26	L	11	39.29%	2.00																																														
26	M	9	32.14%	4.00																																														
28	L	7	25.00%	12.80																																														
28	M	1	3.57%	2.86																																														
29	L	1	3.57%	0.79																																														
29	M	1	3.57%	2.07																																														
30	L	1	3.57%	0.00																																														
31	M	25	89.29%	9.27																																														
36	L	4	14.29%	3.56																																														
CLASIFICACION DEL PCI																																																		
RANGO	CLASIFICACION																																																	
100 - 85	EXELENTE																																																	
85 - 70	MUY BUENO																																																	
70 - 55	BUENO																																																	
55 - 40	REGULAR																																																	
40 - 25	MALO																																																	
40 - 10	MUY MALO																																																	
10 - 0	FALLADO																																																	
TIPO DE FALLAS																																																		
21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Agregados																																															
22	Grieta de Esquina	32	Popouts																																															
23	Losa Dividida	33	Bombeo																																															
24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento																																															
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea																																															
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa																																															
27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción																																															
28	Grietas Lineales	38	Descascaramien. de Esq.																																															
29	Parqueo grande	39	Descascaramien. de Junta																																															
30	Parqueo pequeño																																																	

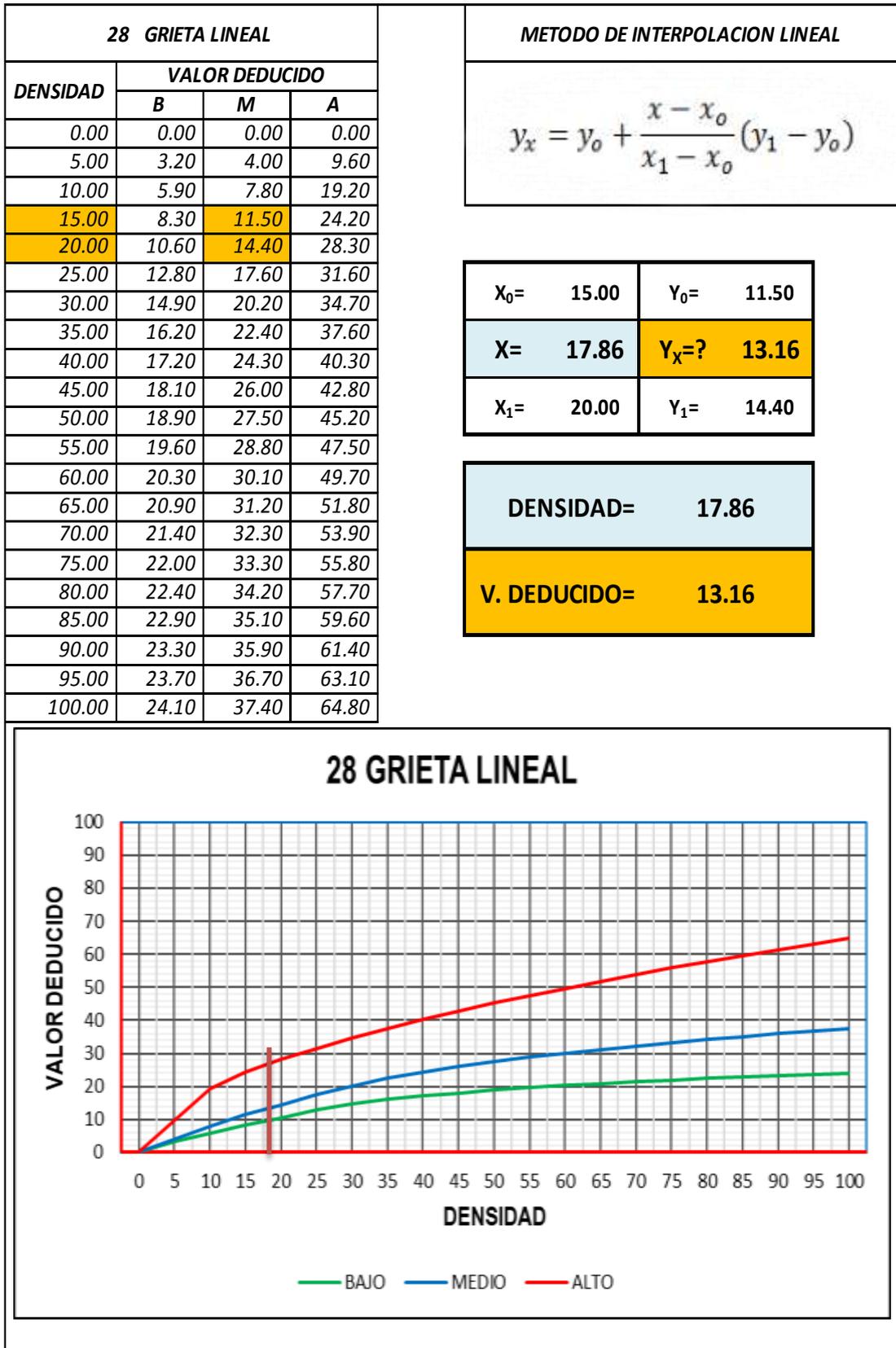
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-38: Calculo del PCI y Valor Deducido Corregido UM 07.



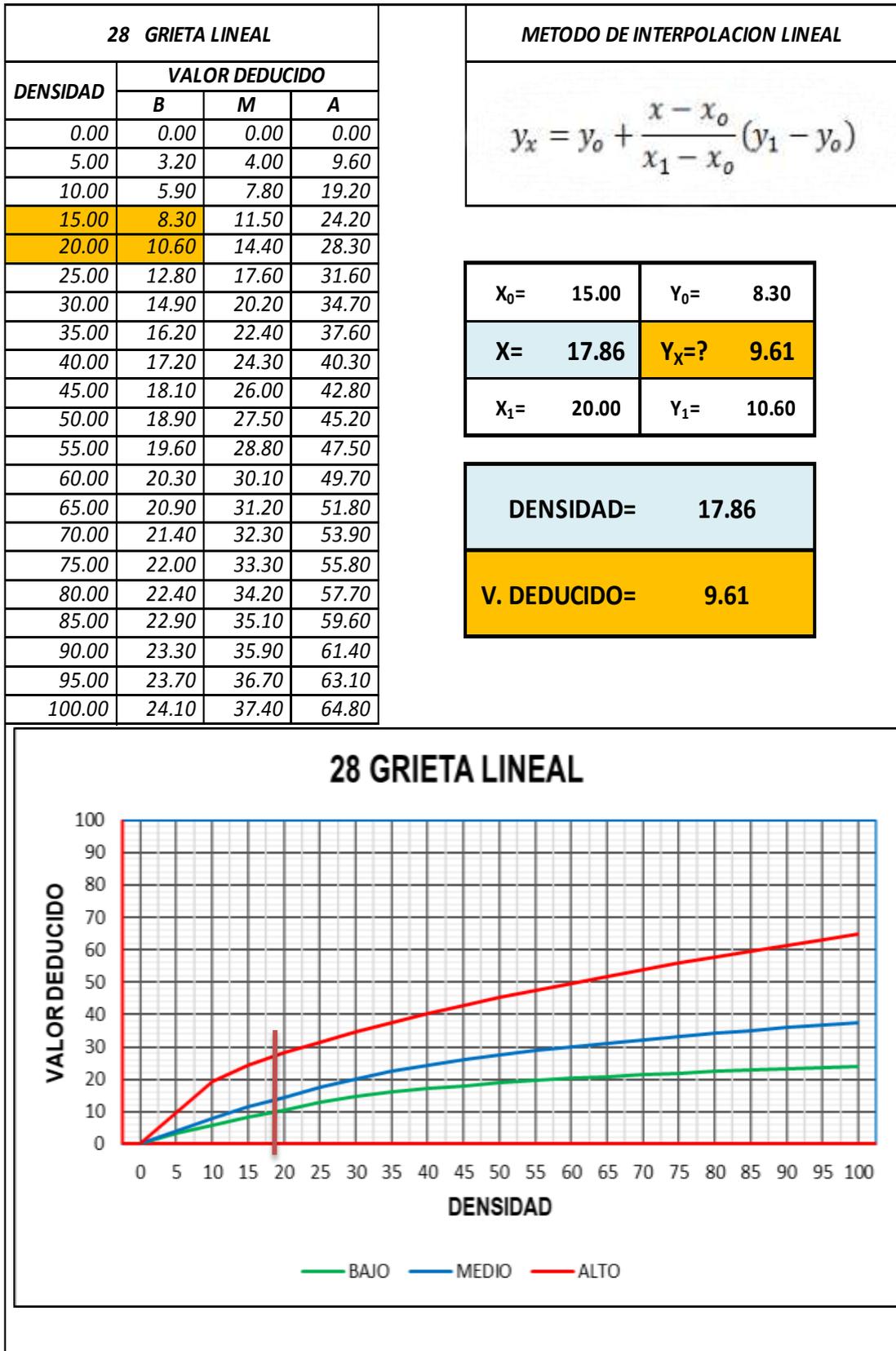
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-39: Calculo del valor Deducido 28 BMA – UM 07.



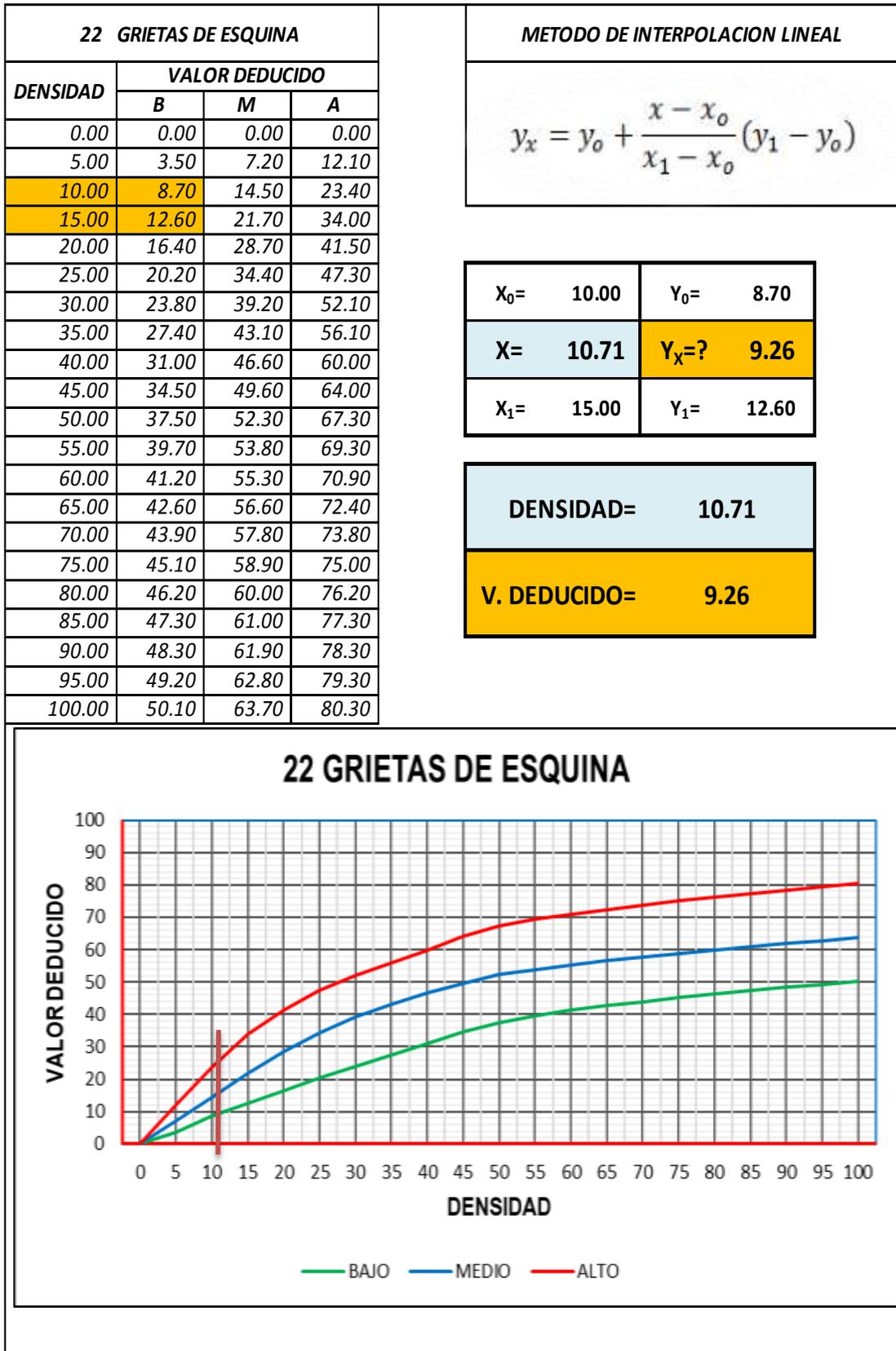
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-40: Calculo del valor Deducido 28 BMA – UM 07.



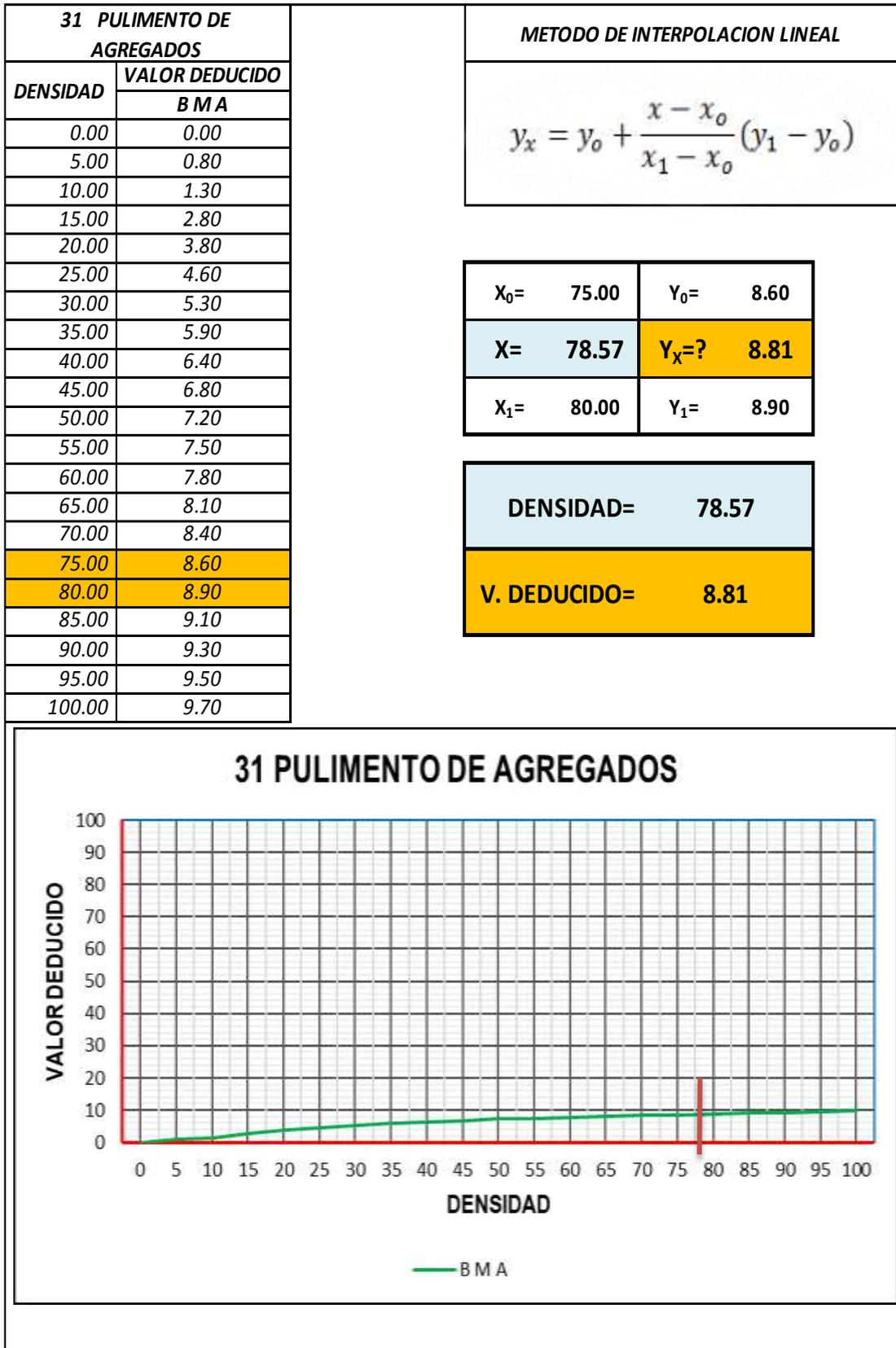
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-41: Calculo del valor Deducido 22 BMA – UM 07.



Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-42: Calculo del valor Deducido 31 BMA – UM 07.



Fuente: Elaboración Propia.

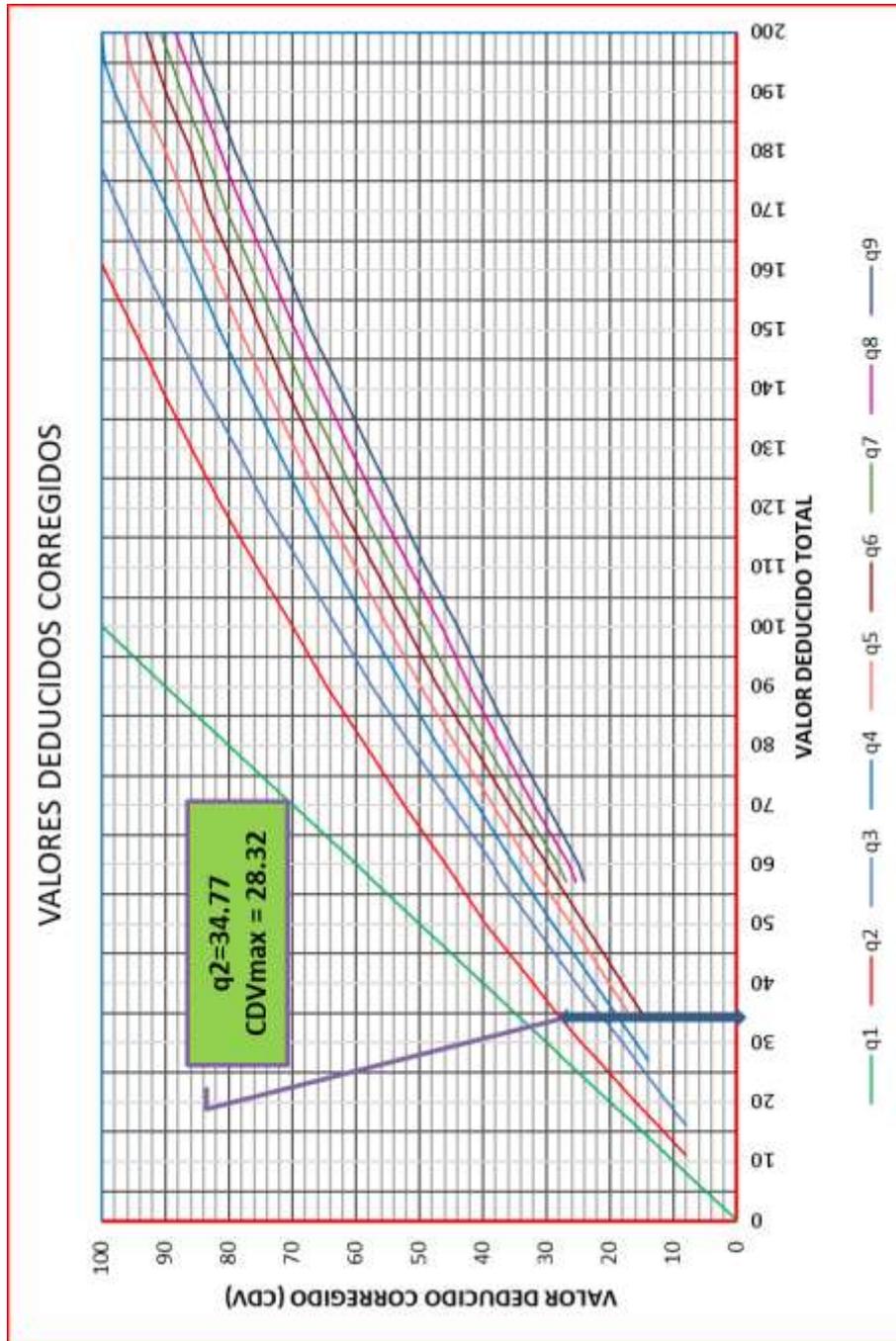
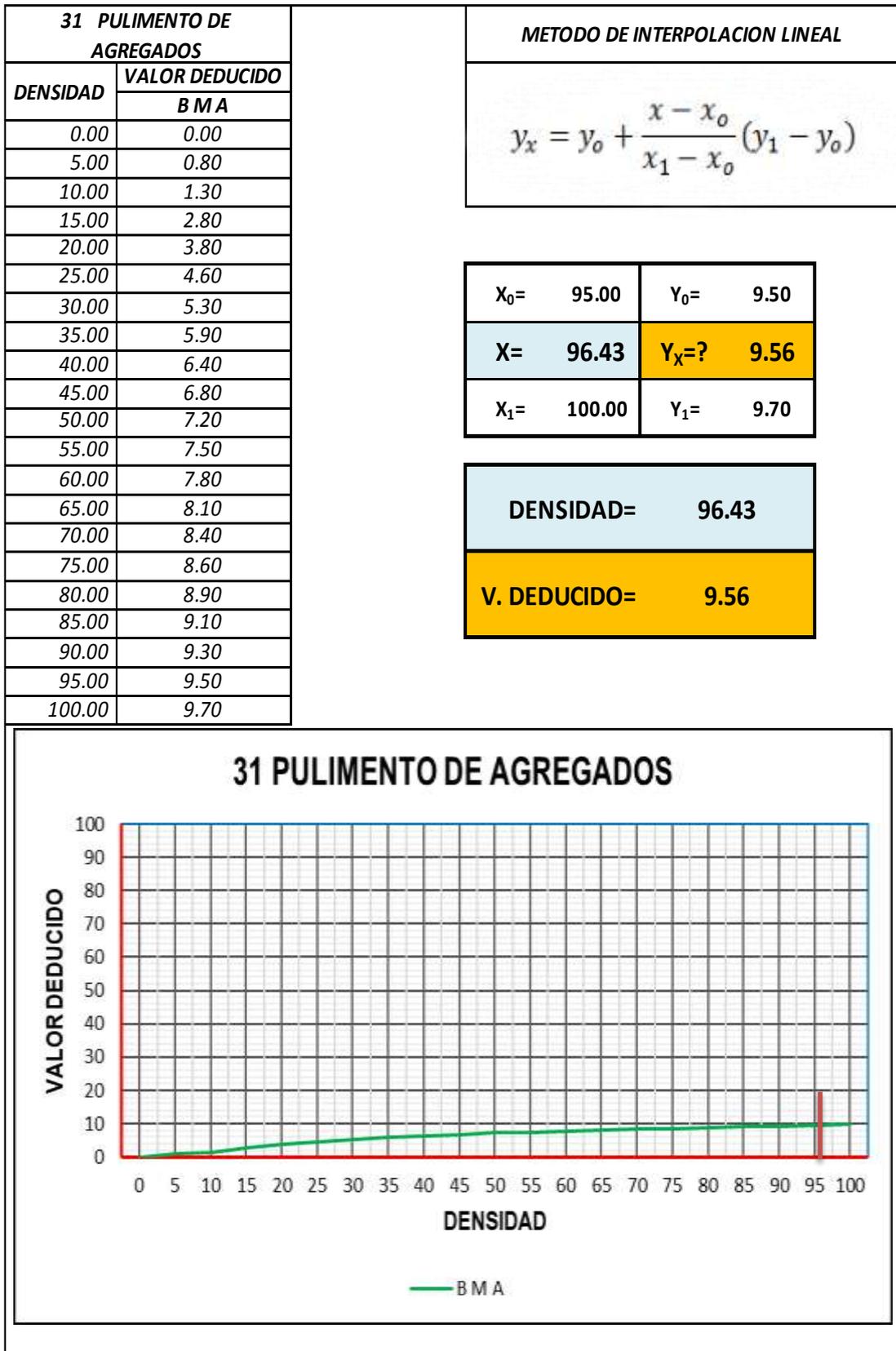


Gráfico IV-7: Calculo del Valor Deducido Corregido – UM 07.





Cuadro IV-45: Calculo del valor Deducido 31 BMA – UM 08.



Fuente: Elaboración Propia.

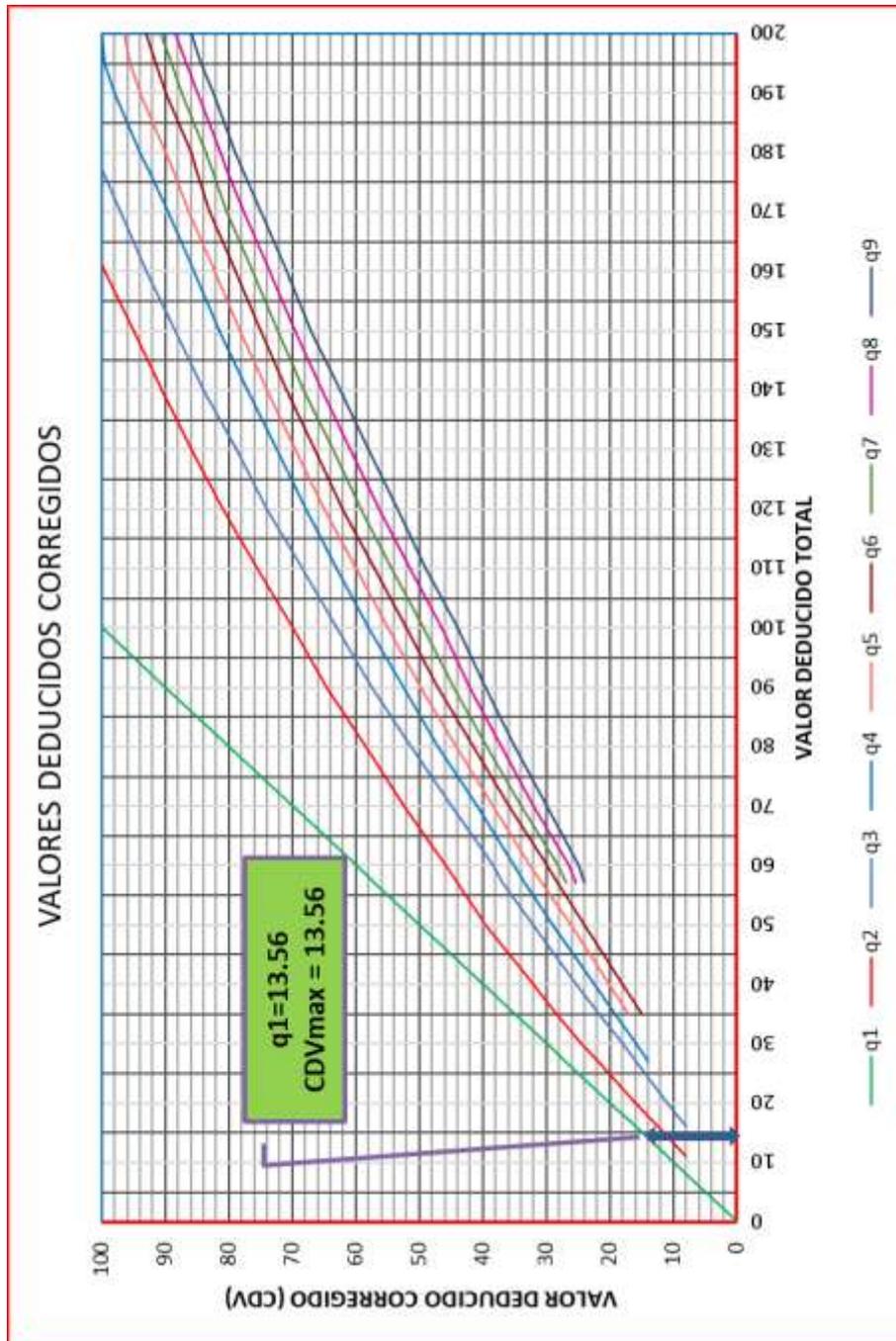


Gráfico IV-8: Calculo del Valor Deducido Corregido – UM 08.

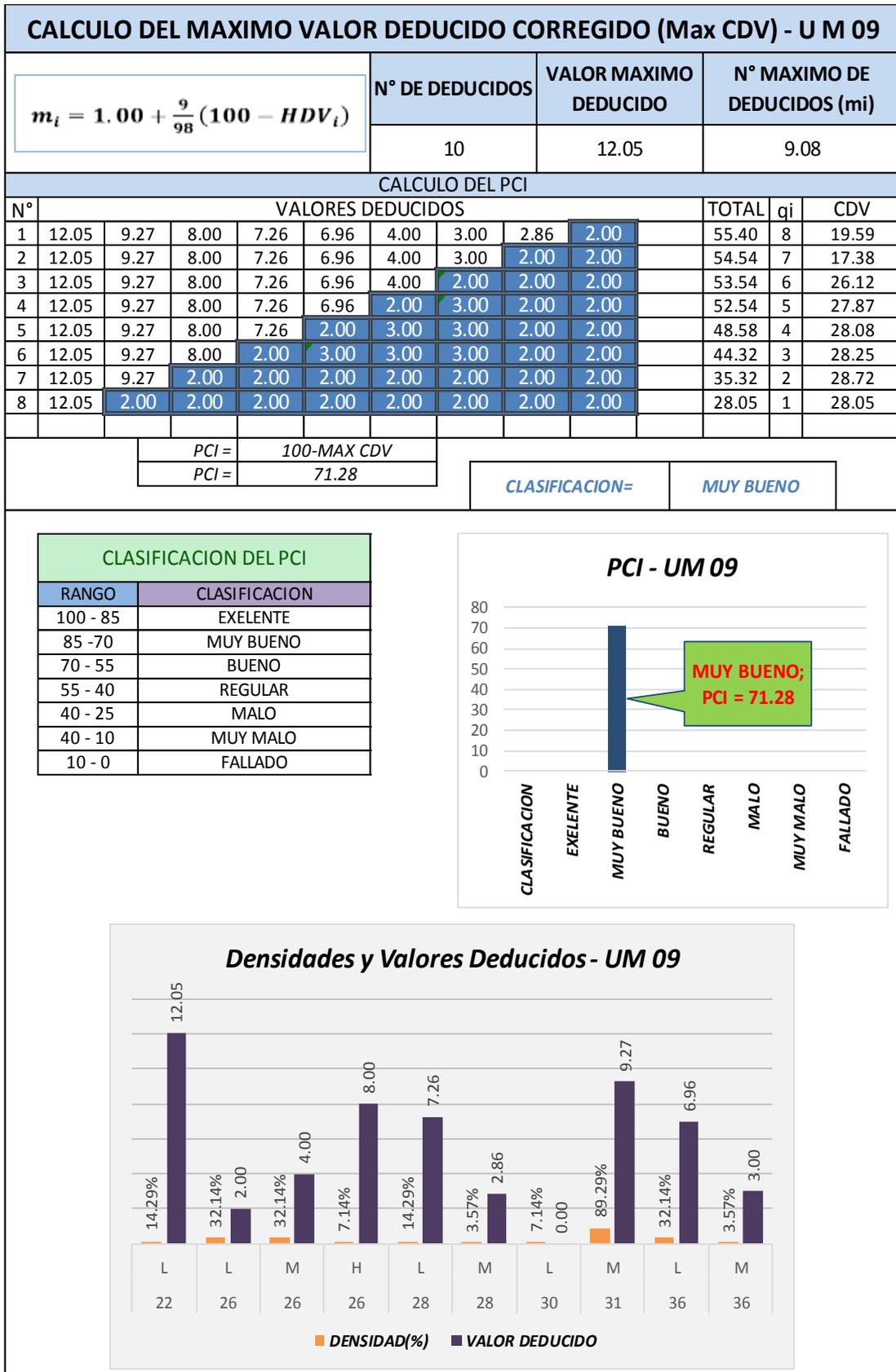
i) Hoja de cálculo para el Índice de Condición de Pavimento de la UM - 09.

Cuadro IV-46: Formato de Exploración – UM – 09.

		ASTM D 6433-07																																																
		PAVIMENTOS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO																																																
		FORMATO DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL																																																
NOMBRE DE LA VIA		AV. UNION		<b>ESQUEMA:</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>31M 26L</td><td>26M 31L</td></tr> <tr><td>2</td><td>31L 26M</td><td>31M 26M</td></tr> <tr><td>3</td><td>31M 26L</td><td>26L 31L</td></tr> <tr><td>4</td><td>31L 26L</td><td>28L 31M 26M</td></tr> <tr><td>5</td><td>31M 26M</td><td>31L 26L</td></tr> <tr><td>6</td><td>26L 31M</td><td>26M 31L</td></tr> <tr><td>7</td><td>26L 31M</td><td>31L 26H</td></tr> <tr><td>8</td><td>31L 22L 26H</td><td>28L 30L 31M</td></tr> <tr><td>9</td><td>36L 31M</td><td>36M 26M 22L 31M</td></tr> <tr><td>10</td><td>36L 31M</td><td>26M 30L 31M</td></tr> <tr><td>11</td><td>28L 36L</td><td>36L 28M 31L 22L</td></tr> <tr><td>12</td><td>36L 26M</td><td>36L 31L 28L</td></tr> <tr><td>13</td><td>31L 26L</td><td>36L 22L 31M</td></tr> <tr><td>14</td><td>36L 31L</td><td>36L 26L</td></tr> </tbody> </table>			A	B	1	31M 26L	26M 31L	2	31L 26M	31M 26M	3	31M 26L	26L 31L	4	31L 26L	28L 31M 26M	5	31M 26M	31L 26L	6	26L 31M	26M 31L	7	26L 31M	31L 26H	8	31L 22L 26H	28L 30L 31M	9	36L 31M	36M 26M 22L 31M	10	36L 31M	26M 30L 31M	11	28L 36L	36L 28M 31L 22L	12	36L 26M	36L 31L 28L	13	31L 26L	36L 22L 31M	14	36L 31L	36L 26L
	A	B																																																
1	31M 26L	26M 31L																																																
2	31L 26M	31M 26M																																																
3	31M 26L	26L 31L																																																
4	31L 26L	28L 31M 26M																																																
5	31M 26M	31L 26L																																																
6	26L 31M	26M 31L																																																
7	26L 31M	31L 26H																																																
8	31L 22L 26H	28L 30L 31M																																																
9	36L 31M	36M 26M 22L 31M																																																
10	36L 31M	26M 30L 31M																																																
11	28L 36L	36L 28M 31L 22L																																																
12	36L 26M	36L 31L 28L																																																
13	31L 26L	36L 22L 31M																																																
14	36L 31L	36L 26L																																																
EVALUADO POR:		Bach.FloresPulcha J																																																
FECHA:		03-sep-18																																																
Abscisa inicial=		Und. De Muestra	9																																															
Abscisa final=		N° DE LOSAS=	28																																															
N° DE FALLA	SEVERIDAD	N° DE LOSAS	DENSIDAD(%)	VALOR DEDUCIDO																																														
22	L	4	14.29%	12.05																																														
26	L	9	32.14%	2.00																																														
26	M	9	32.14%	4.00																																														
26	H	2	7.14%	8.00																																														
28	L	4	14.29%	7.26																																														
28	M	1	3.57%	2.86																																														
30	L	2	7.14%	0.00																																														
31	M	25	89.29%	9.27																																														
36	L	9	32.14%	6.96																																														
36	M	1	3.57%	3.00																																														
CLASIFICACION DEL PCI																																																		
RANGO	CLASIFICACION																																																	
100 - 85	EXELENTE																																																	
85 - 70	MUY BUENO																																																	
70 - 55	BUENO																																																	
55 - 40	REGULAR																																																	
40 - 25	MALO																																																	
40 - 10	MUY MALO																																																	
10 - 0	FALLADO																																																	
TIPO DE FALLAS																																																		
21	Blowup /Buckling	31	Pulimento de Agregados																																															
22	Grieta de Esquina	32	Popouts																																															
23	Losa Dividida	33	Bombeo																																															
24	Grieta de Durabilidad "D"	34	Punzonamiento																																															
25	Escala	35	Cruce de Vía Férrea																																															
26	Sello de Junta	36	Desconchamiento / Mapa																																															
27	Desnivel Carril / Berma	37	Grietas de Retracción																																															
28	Grietas Lineales	38	Descascaramien. de Esq.																																															
29	Parqueo grande	39	Descascaramien. de Junta																																															
30	Parqueo pequeño																																																	

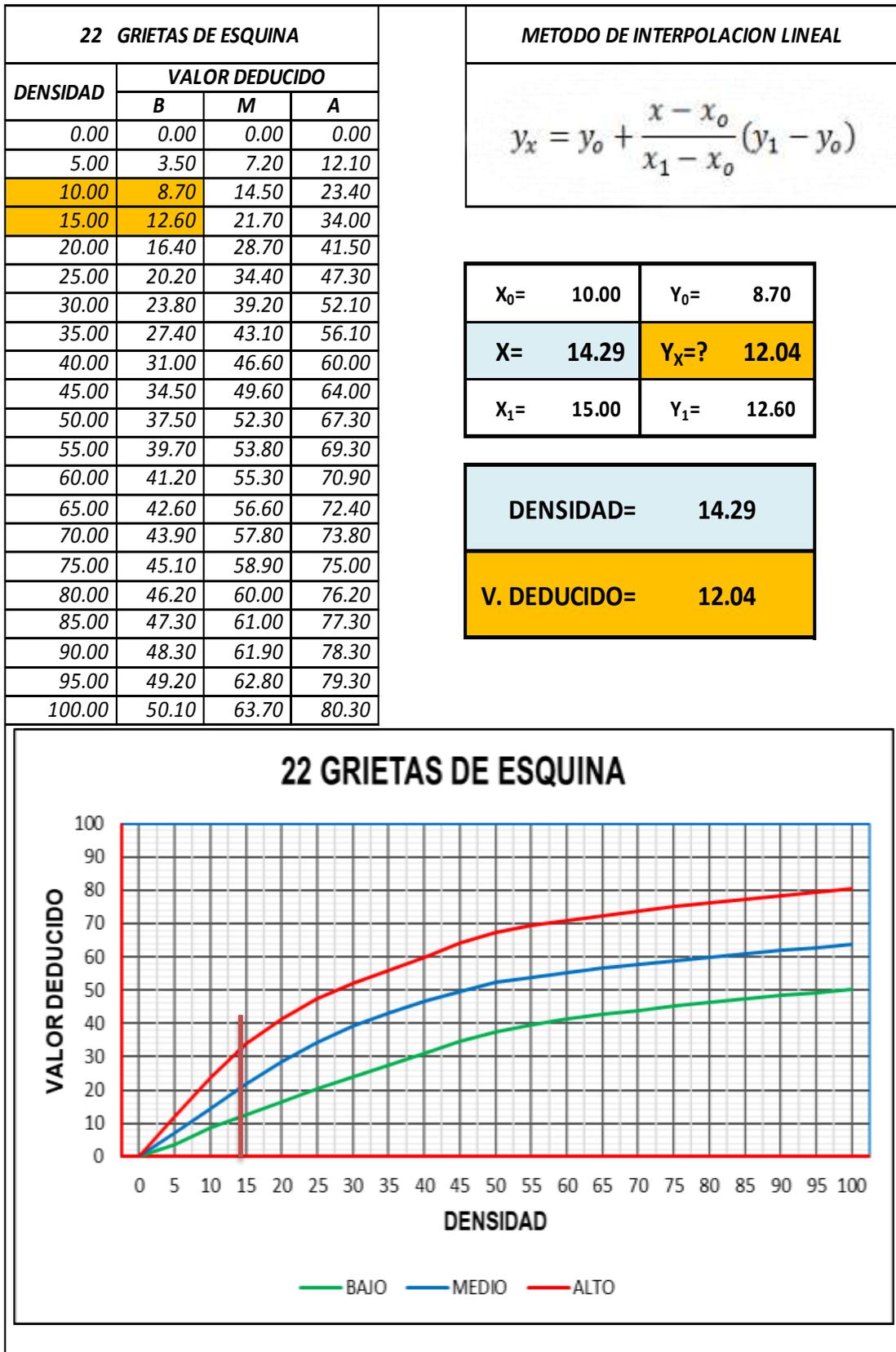
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-47: Calculo del PCI y Valor Deducido Corregido UM 09.



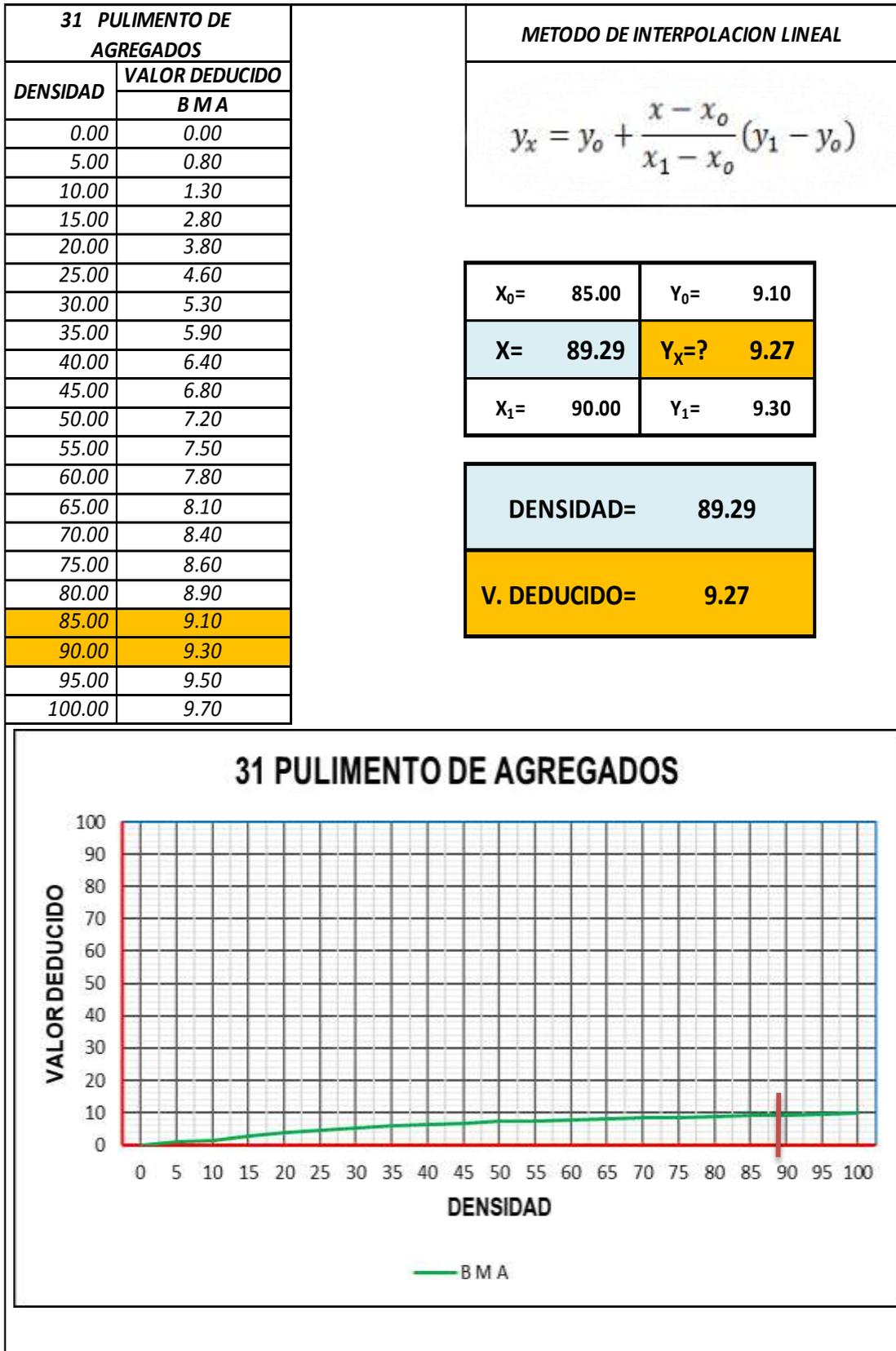
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-48: Calculo del valor Deducido 22 BMA – UM 09.



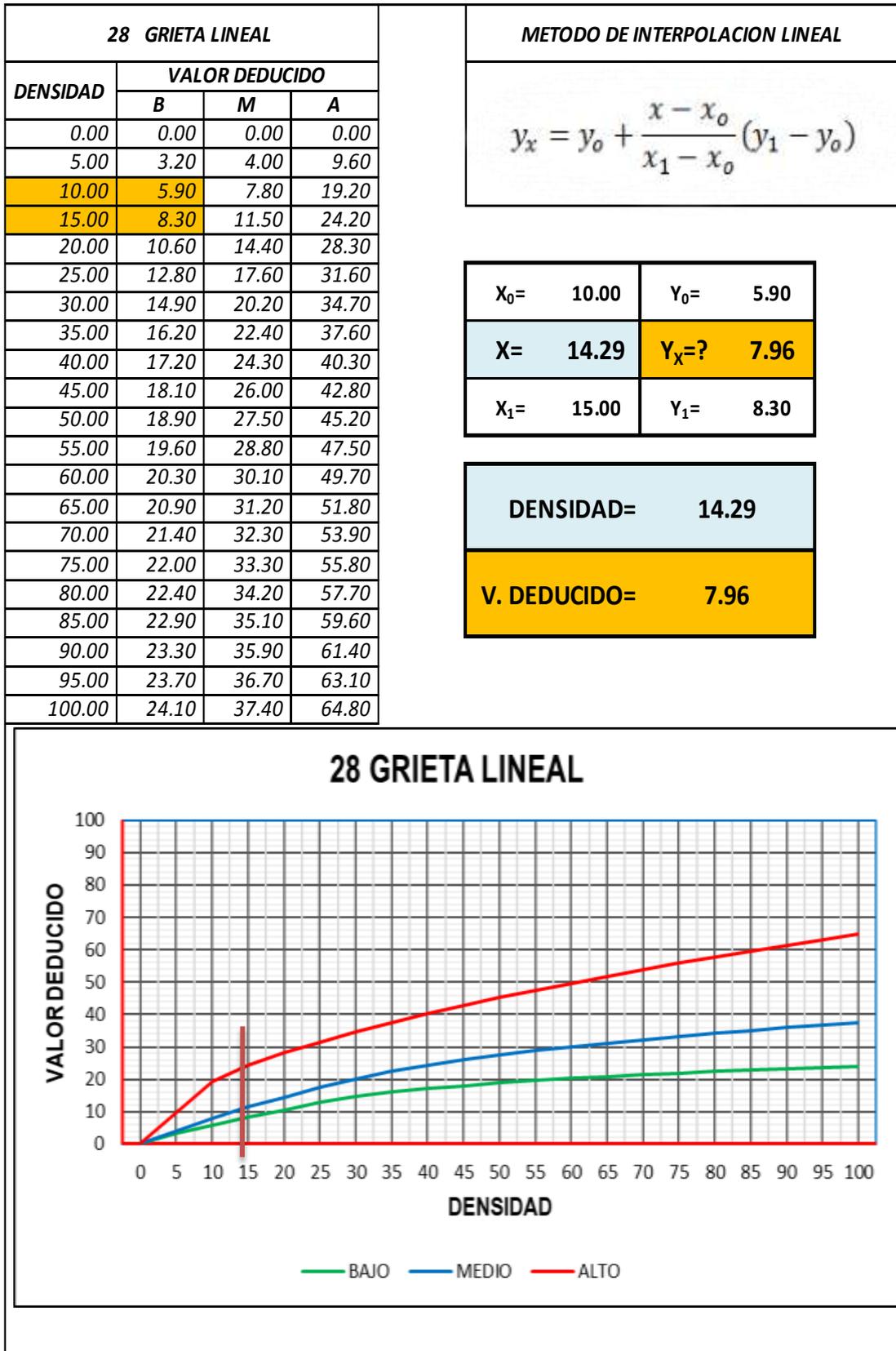
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-49: Calculo del valor Deducido 31BMA – UM 09.



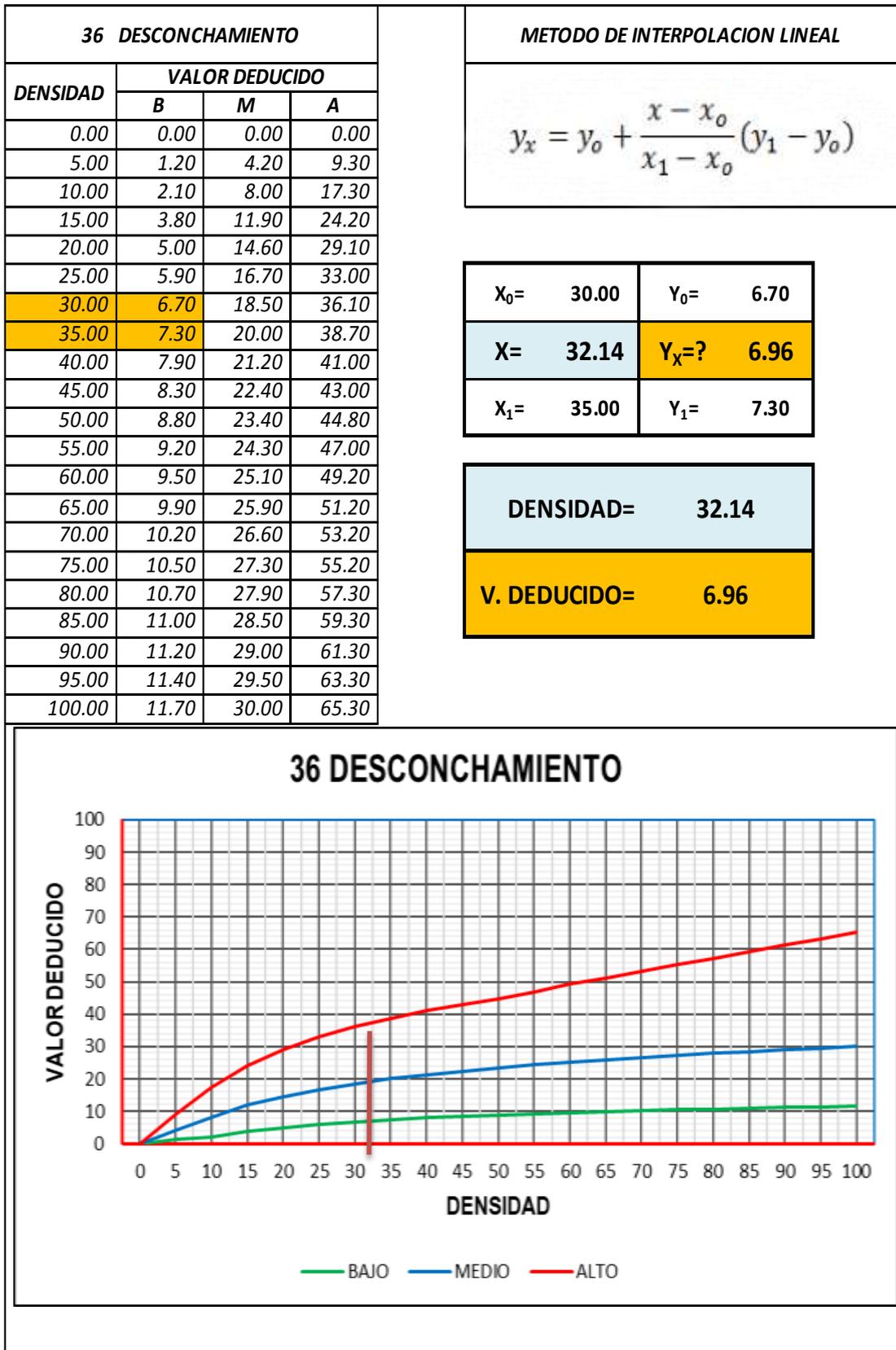
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-50: Calculo del valor Deducido 28 BMA – UM 09.



Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-51: Calculo del valor Deducido 36 BMA – UM 09.



Fuente: Elaboración Propia.

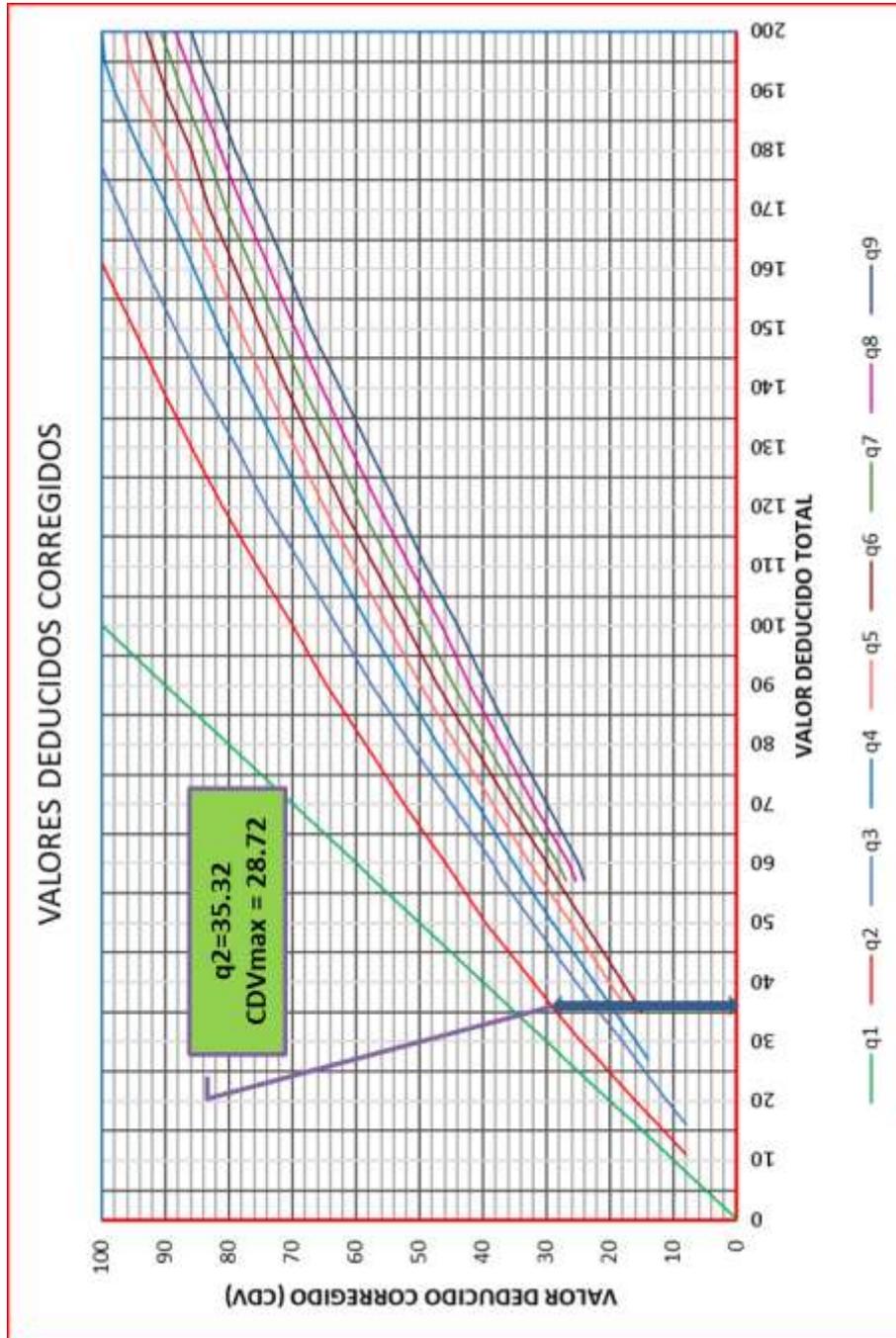
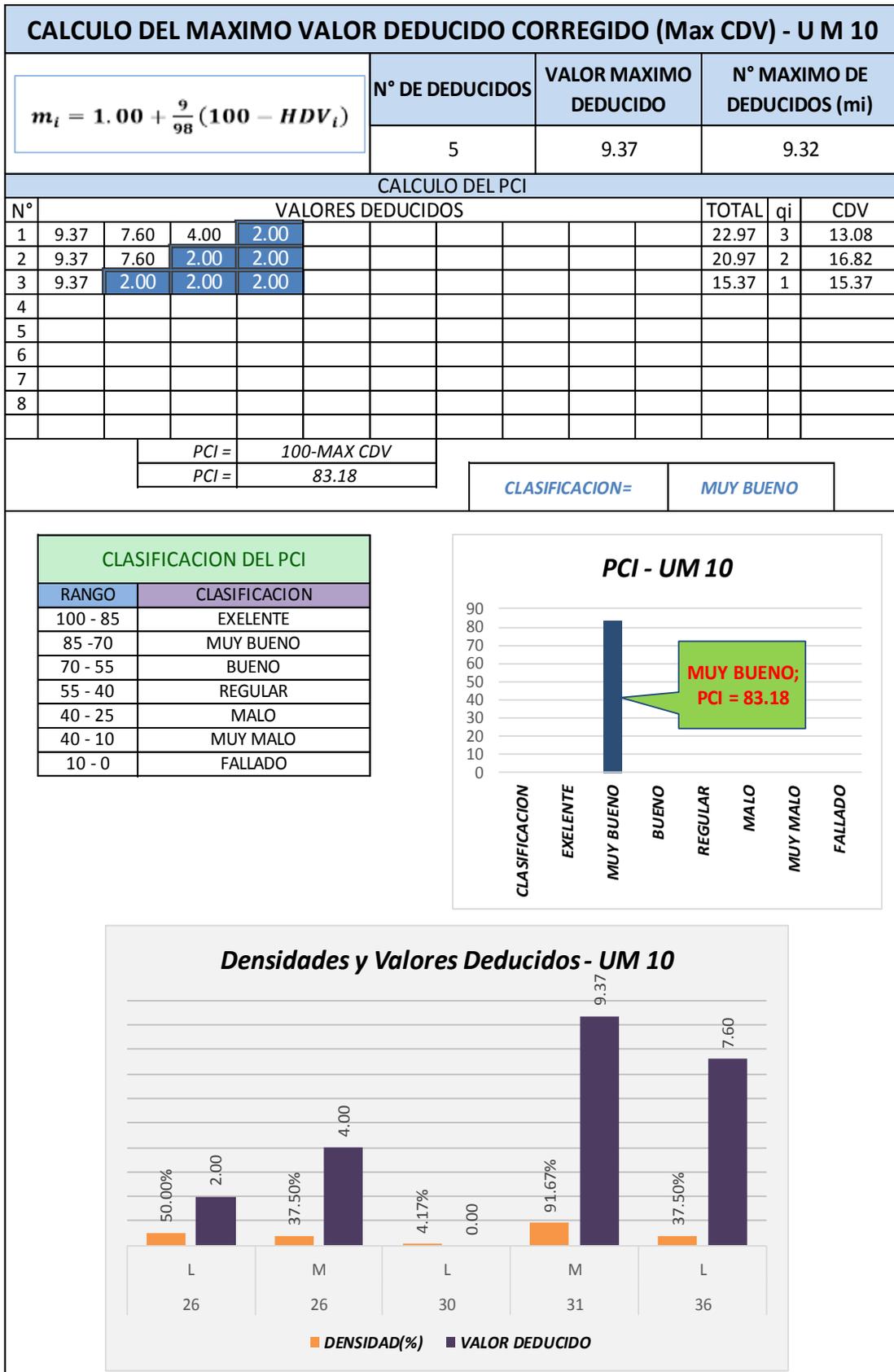


Gráfico IV-9: Calculo del Valor Deducido Corregido – UM 09.

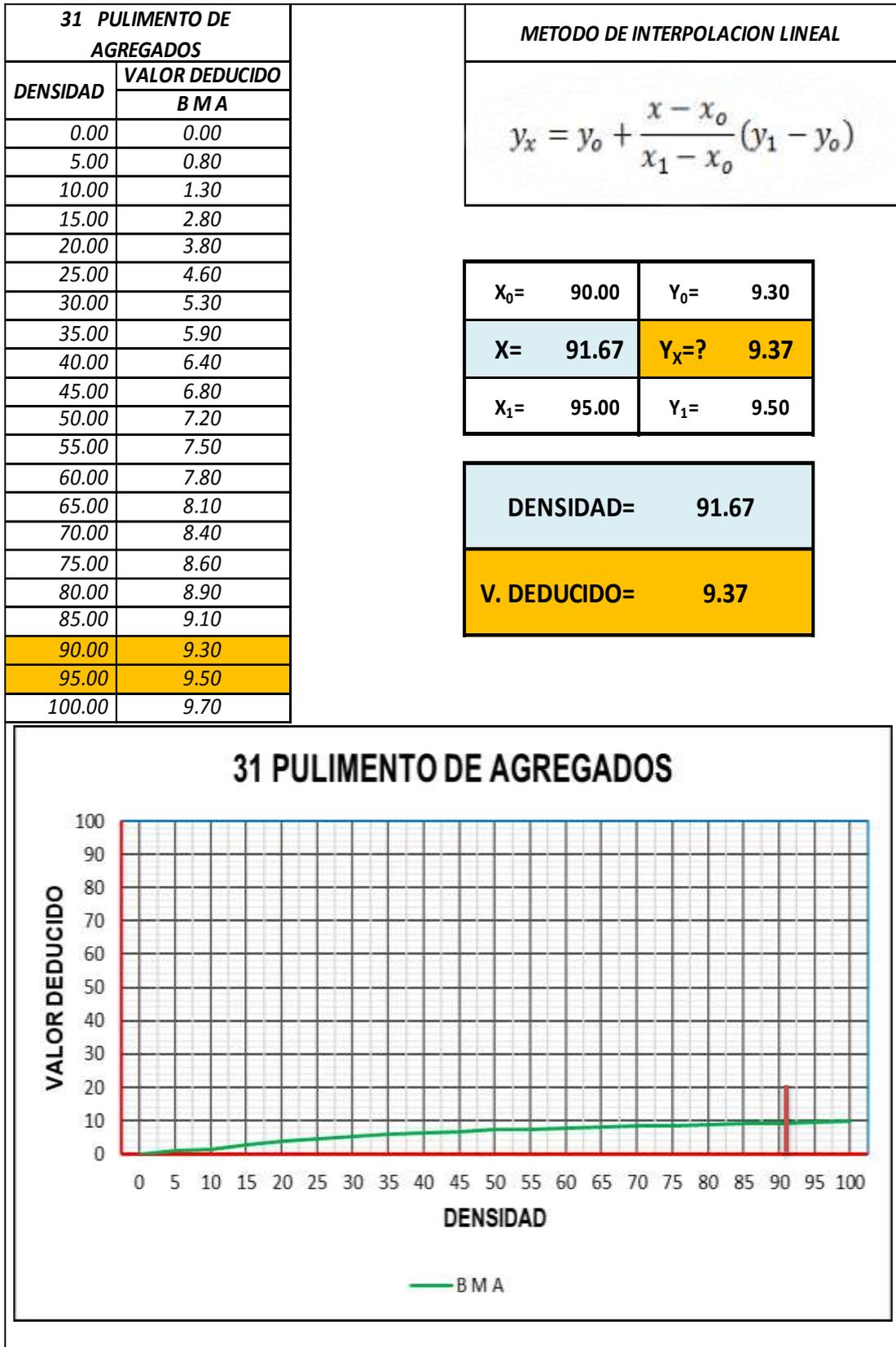


Cuadro IV-53: Calculo del PCI y Valor Deducido Corregido UM 10.



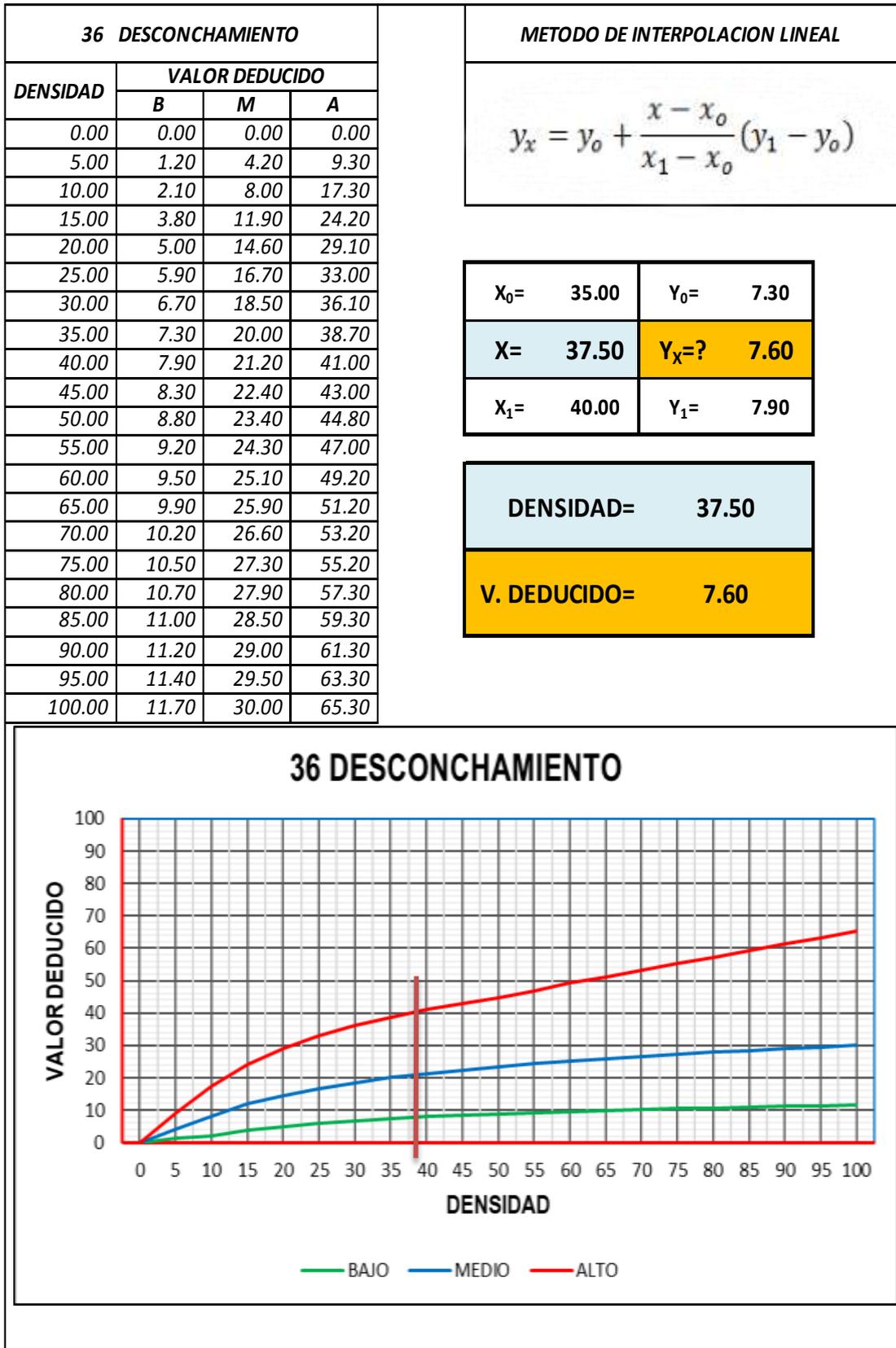
Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-54: Calculo del valor Deducido 31 BMA – UM 10.



Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro IV-55: Calculo del valor Deducido 36 BMA – UM 10.



Fuente: Elaboración Propia.

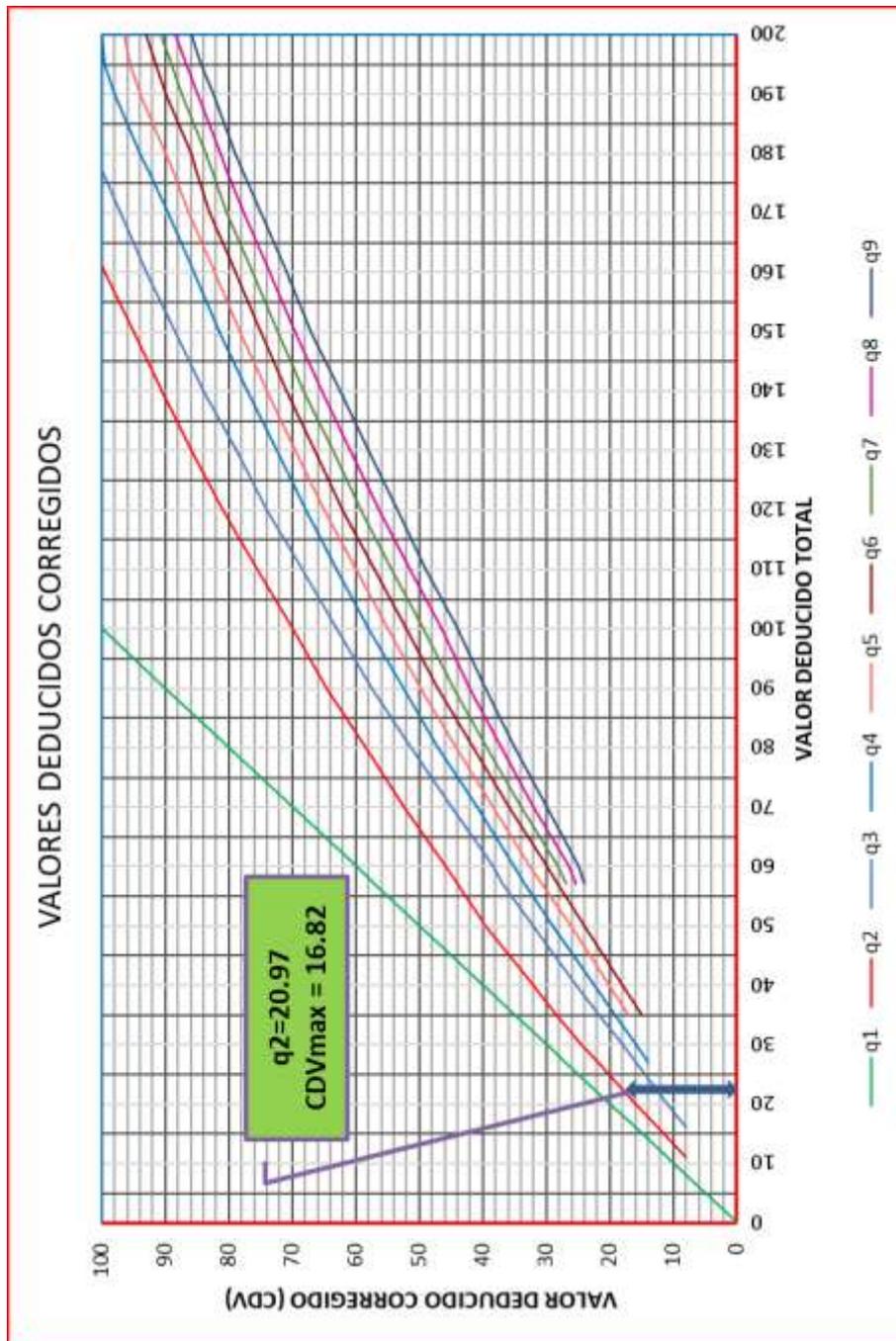


Gráfico IV-10: Cálculo del Valor Deducido Corregido – UM 10.

## 4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Del cálculo realizado de todas las 10 unidades de muestra el Índice PCI promedio final es de 74.61, este valor condiciona una clasificación MUY BUENO, el valor PCI mayor corresponde a la unidad de muestra U M – 08 con un valor igual a 86.44 y una clasificación de EXCELENTE, el valor PCI más bajo conseguido corresponde a la unidad de muestra U M – 05 con un valor de 65.29 y una clasificación de BUENO. En el *cuadro IV-56* se detalla los valores PCI de las unidades de muestra y el valor PCI promedio del pavimento.

Cuadro IV-56: Cuadro de valor PCI promedio y valores PCI de las unidades de muestra

VALORES PCI DE LAS UNIDADES DE MUESTRA					
UNIDAD DE MUESTRA	NRO. DE LOSAS	PCI	CLASIFICACIÓN	PCI PROMEDIO	CLASIFICACIÓN PROMEDIO
U M - 1	28	75.94	MUY BUENO	74.61	MUY BUENO
U M - 2	28	77.09	MUY BUENO		
U M - 3	28	74.89	MUY BUENO		
U M - 4	28	68.74	BUENO		
U M - 5	28	65.29	BUENO		
U M - 6	28	71.61	MUY BUENO		
U M - 7	28	71.68	MUY BUENO		
U M - 8	28	86.44	EXCELENTE		
U M - 9	28	71.28	MUY BUENO		
U M - 10	24	83.18	MUY BUENO		

Fuente: Elaboración propia.

En el *grafico IV-11* se muestra también el histograma progresivo del comportamiento del pavimento en función de los valores PCI desde la U M – 01 hasta la U M – 10 y resalta los valores máximo y mínimo del PCI de la vía.



Gráfico IV-11: Valores PCI de cada unidad de muestra. Fuente: Elaboración propia.

Del total de las 276 losas analizadas las patologías encontradas a lo largo del pavimento son las Gritas de Esquina, Escala, Sello de Junta, Grietas Lineales, Parcheo Grande, Parcheo Pequeño, Pulimento de Agregados, Bombeo, Desconchamiento, Descascaramiento de esquina y Descascaramiento de junta, la que más resalta es el de Pulimento de Agregados, este daño afecta a 226 losas y en su conjunto tiene una afectación de 36.51%, seguido del de Sello de Junta con 202 losas afectadas y con un porcentaje de afectación de 32.63%. En el *cuadro IV-57* se detalla las patologías más encontradas de los tres niveles de severidad, se nota que de 619 daños encontrados 324 corresponde al de severidad baja, 283 al de severidad media y 12 de severidad alta, además se acota los porcentajes de afectación de los daños en la vía.

Cuadro IV-57: Daños encontrados a lo largo del pavimento y porcentaje de afectación.

DAÑOS ENCONTRADOS A LO LARGO DE LA VÍA EN ESTUDIO					
	NIVEL DE SEVERIDAD			TOTAL DE DAÑOS	PORCENTAJE DE AFECTACIÓN
	BAJO	MEDIO	ALTO		
<i>Grieta de Esquina</i>	13	2	0	15	2.42%
<i>Escala</i>	2	1	1	4	0.65%
<i>Sello de Junta</i>	116	83	3	202	32.63%
<i>Grietas Lineales</i>	37	14	5	56	9.05%
<i>Parqueo grande</i>	1	4	0	5	0.81%
<i>Parqueo pequeño</i>	9	0	0	9	1.45%
<i>Pulimento de Agregados</i>	51	175	0	226	36.51%
<i>Bombeo</i>	0	0	1	1	0.16%
<i>Desconchamiento</i>	87	4	1	92	14.86%
<i>Descascaramiento de Esquina</i>	8	0	0	8	1.29%
<i>Descascaramiento de Junta</i>	0	0	1	1	0.16%
<b>TOTALES</b>	<b>324</b>	<b>283</b>	<b>12</b>	<b>619</b>	<b>100.0%</b>

Fuente: Elaboración propia.

En el *gráfico IV-12* se detalla los daños encontrados de severidad baja, se puede notar que el daño más encontrado es el de Sello de Junta con 116 losas afectadas seguido del de Desconchamiento con 87 losas afectados, se puede ver también que a lo largo del pavimento solo se presentó un solo daño de Parqueo Grande y dos losas con el daño de Escala.

En el *gráfico IV-13* también podemos ver que solo se hallaron siete (07) tipo de patologías de severidad media y entre ellas están el de Pulimento de Agregados con 175 losas afectadas, el de Sello de Junta con 83 losas afectadas, Grietas Lineales con 14 losas afectadas, el de Desconchamiento y Parqueo Grande con cuatro losas afectadas cada una, Grieta de Esquina con 2 losas afectadas y finalmente el Daño de Escala con una losa.



Gráfico IV-12: Daños encontrados de severidad baja. Fuente: Elaboración propia



Gráfico IV-13: Daños encontrados de severidad media. Fuente: Elaboración propia.

En el *grafico IV-14* se verifica que existen solo seis patologías de severidad alta, con once losas afectadas y la que más resalta es el daño de Grietas Lineales con 5 losas afectadas seguido del de Sello de Junta con 3 losas afectadas.



Gráfico IV-15: Daños encontrados de severidad alta. Fuente: Elaboración propia

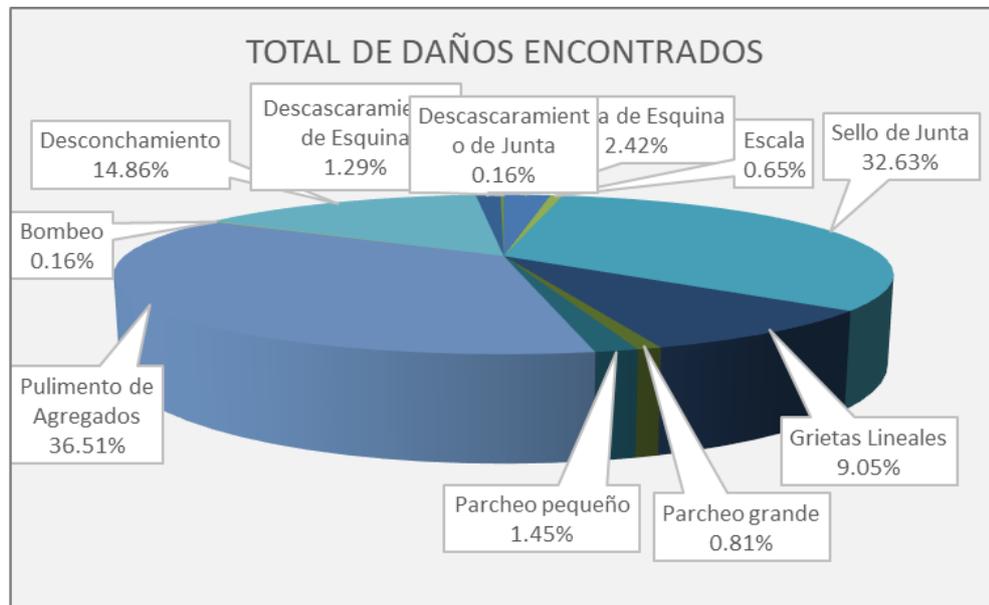


Gráfico IV-14: Total de daños encontrados. Fuente: Elaboración propia

## V CONCLUSIONES.

- Una característica del pavimento en estudio es que el 89.86% tienen patologías que constituyen 248 losas afectadas y el 10.14% no contienen patologías que constituyen 28 losas.
- Los daños encontrados y el porcentaje de afectación a lo largo del pavimento se muestran en el siguiente orden: 1) Grieta de esquina (9.70%), 2) Escala (0.6%), 3) Sello de Junta (32.6%), 4) Parcheo grande (0.8%), 5) Parcheo pequeño (1.5%), 6) Pulimento de agregados (36.5%), 7) Bombeo (0.2%), 8) Desconchamiento (14.9%), 9) Descascaramiento de esquina (1.3%) y 10) Descascaramiento de junta (0.2%)
- Se contabilizó un total de 276 losas y se definieron un total de diez (10) unidades de muestra, donde finalmente se determinó que el pavimento tiene una clasificación MUY BUENO con un Valor del PCI igual a 74.61.

## ASPECTOS COMPLEMENTARIOS

- Las patologías que se presentan en la Av. Unión desde el Jr. Salvador Allende hasta el Jr. Ica son básicamente cuatro (04), el pulimento de agregados, sello de junta, desconchamiento y las grietas lineales. Frente al daño de pulimento de agregados de severidad media es necesario aplicar el ranurado ya este trabajo contribuye a aumentar la tracción en carreteras y pistas, lo que reduce el aquaplaning y el deslizamiento.
- En la Av. Unión la mayoría de las juntas tienen el daño de sello de junta de severidad baja, y como ya tiene en uso más de 2 años de uso se recomienda recurrir al uso de materiales elásticos, conocidos como poliuretanos, ya que estos tienen una duración promedio de 5 a 15 años. Tienen un mayor costo en relación a los materiales asfálticos, pero la relación costo/beneficio compensa la calidad y la duración del sello de las juntas incluso para las grietas de baja y media severidad encontradas en el pavimento.
- Para que una reparación tenga éxito con relación al daño de desconchamiento de esta vía es válido fijar el nivel de afectación de los daños en el pavimento, si el deterioro es superficial se habla de una reparación a profundidad parcial y si el nivel de afectación es superior entonces se habla de una reparación a profundidad total.
- Es recomendable que se haga un seguimiento de la evaluación del PCI del pavimento de la Av. Unión y que este estudio sea un aporte y una iniciativa para futuras evaluaciones y desarrollar a posteriori el comportamiento funcional de la vía.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cote Sosa G, Villalba Oyola L. Índice de condición del pavimento rígido en la ciudad de Cartagena de Indias y medidas de conservación. caso de estudio: Carrera 1ra del Barrio Bocagrande. [Internet].; 2017. Acceso 18 de Julio de 2018. Disponible en: <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/5375/1/TESIS%20PCI%20%20final.pdf>.
2. Duque Sanabria CA, Tibaquirá García J. II. Estudio de la patología presente en el pavimento rígido del segmento de vía de la carrera 14 entre calles 15 y 20 en el municipio de Granada departamento del Meta – Bogotá DC. [Internet].; 2010. Acceso 20 de Julio de 2018. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/4063/2/DuqueSanabriaCarlosAndres2010.pdf>.
3. Hurtado Arias WM. 1.1.3 Evaluación funcional y estructural para determinar el deterioro de la estructura del pavimento en la avenida Abdón Calderón, parroquia Conocoto, cantón Quito, provincia de Pichincha. [Internet].; 2016.. Disponible en: <http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1263/1/T-UIDE-1082.pdf>.
4. Bernaola Chuquillanqui RJ. Evaluación y Determinación del índice de condición del pavimento rígido en la Av. Huancavelica. distrito Chilca, Huancayo - 2014. [Internet].; 2014. Acceso 18 de Julio de 2018. Disponible en: [http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/391/TCIV\\_02.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/391/TCIV_02.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
5. Robles Bustios R. Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI) Barranco - Surco. [Internet].; 2015. Acceso 23 de Julio de 2018. Disponible en: [http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/1040/1/ROBLES\\_R.pdf](http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/1040/1/ROBLES_R.pdf).
6. Nicodemos Oré M. Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de condición del pavimento rígido en la avenida independencia del distrito de Ayacucho, provincia Huamanga, departamento de Ayacucho, abril - 2016. [Internet].; 2016. Acceso 20 de Julio de 2018. Disponible en: <http://erp.uladech.edu.pe/bibliotecavirtual/?ejemplar=00000042533>.

7. Montejo Fonseca A. Ingenieria de Pavimentos. [Internet].; 2002.. Disponible en: <https://es.slideshare.net/carlonchosuicida/alfonso-montejo-fonseca-ingenieria-de-pavimentos>.
8. Centeno OD. Pavimentos Rígidos. [Internet].; 2010.. Disponible en: <http://oswaldodavidpavimentosrigidos.blogspot.com/>.
9. Gamboa Chicchón P. Calculo del Indice de Condicion Aplicado en el Pavimento Flexible en la av. Palmeras de Piura. [Internet].; 2009.. Disponible en: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1351/ICI\\_181.pdf?sequence=1](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1351/ICI_181.pdf?sequence=1).
10. Saucedo Vidad A. Concreto hidráulico permeable, una alternativa para la recarga de los mantos acuíferos del valle de México. [Internet].; 2010. Acceso 20 de Julio de 2018. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/529/A5.pdf>.
11. Instituto del Cemento Portland Argentino - ICPA. Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón. [Internet].; 2014.. Disponible en: <http://www.icpa.org.ar/index.php?IDM=8&IDN=302&mpal=no&alias=>.
12. Asociación Colombiana de Productores de Concreto – Asocreto. Diseño de Pavimento de Concreto: Metodo AASHTO. [Internet].; 2014.. Disponible en: <http://blog.360gradosenconcreto.com/disenio-de-pavimentos-de-concreto-metodo-aashto/>.
13. Cordo OV. [Internet].; 2006.. Disponible en: <https://s3.amazonaws.com/ppt-download/124980351-diseno-de-pavimento-metodo-aashto-93-espanol-150821153900-lva1-app6891.pdf?response-content-disposition=attachment&Signature=r8zXyAUQcOrlyeXGu%2FezjHFLhQk%3D&Expires=1486908007&AWSAccessKeyId=AKIAJ6D6SEMXSAS>.
14. Becerra Salas M. Topicos de Pavimentos de Concreto. [Internet].; 2012.. Disponible en: [http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/35343095/LIBRO\\_COMPLETO\\_CON\\_INDICE\\_2012.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1500126273&Signature=Ksl7nDaDXta%2FKLo5av2FRp7nZ](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/35343095/LIBRO_COMPLETO_CON_INDICE_2012.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1500126273&Signature=Ksl7nDaDXta%2FKLo5av2FRp7nZ)

[bY%3D&response-content-disposition=attachment%3B%20filename%3DAutor\\_Topi.](#)

15. Montoya Goycochea JE. Implementación del Sistema de Gestión de Pavimentos con Herramienta HDM-4 para la Red Vial Nro. 5 Tramo Ancón – Huacho – Pativilca. [Internet].; 2007. Acceso 15 de Julio de 2018. Disponible en: [http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/137/1/montoya\\_je.pdf](http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/137/1/montoya_je.pdf).
16. Flores Escoto RE. Desarrollo de un Sistema de Gestión de Pavimentos para el Municipio de Santa Lucia. [Internet].; 2008.. Disponible en: [http://ri.ues.edu.sv/2097/1/Desarrollo\\_de\\_un\\_sistema\\_de\\_gestion\\_de\\_pavimentos\\_para\\_el\\_municipio\\_de\\_Santa\\_Tecla.pdf](http://ri.ues.edu.sv/2097/1/Desarrollo_de_un_sistema_de_gestion_de_pavimentos_para_el_municipio_de_Santa_Tecla.pdf).
17. Vásquez Varela LR. Pavement condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. [Internet]. Manizales; 2002.. Disponible en: <http://www.camineros.com/docs/cam036.pdf>.
18. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Norma CE.010 Pavimentos Urbanos - Reglamento Nacional de Edificaciones. [Internet].; 2010.. Disponible en: <https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=182>.
19. Ramos Nuñez FA. Estudio de los daños del Pavimento Rígido en algunas calles de de los Barrios Laguito, Castillogrande y Bocagrande en zonas con nivel freático alto en la ciudad de Cartagena. [Internet]. Ambato; 2015.. Disponible en: <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/1546/1/informe%20final%20de%20federico%20%20RAMOS%201.2.pdf>.
20. Shahin M Y, Kohn S D. Pavement Management for Roads and Parking Lots U. S.: U S Army Construction Engineering Laboratory; 1981.

## ANEXOS.

### ANEXO 1 - PANEL FOTOGRÁFICO



**Imagen 1:** Vista panorámica de la vía de la avenida Unión y la intersección del Jr. Salvador Allende (Punto de Inicio de la vía en estudio)



**Imagen 2:** Vista panorámica de la avenida Unión y la intersección del Jr. Ica. (Punto final de la vía en estudio)



En la imagen se nota básicamente el daño de *parche grande*, este tipo de falla en el pavimento se origina por la construcción de las redes de alcantarillado que son necesarias para evacuar las aguas pluviales y servidas o la combinación de estas, su construcción se hace necesario sobre el pavimento, sin embargo este tipo de construcción generan un daño sobre el pavimento ya que si no se nivelan y se sellan adecuadamente la tapa del buzón a la vía generan malestar en el tránsito. Una adecuada instalación evita el deterioro progresivo y avanzado de este elemento ya que si la infiltración de las aguas y la humedad sobre la base del pavimento generan la destrucción de la misma

**Imagen 3:** parche grande de severidad media y grieta lineal de severidad alta en la unidad UM 01



**Imagen 4:** parche grande de severidad media en la UM 06



El *bombeo* es el movimiento del agua (con material en suspensión) ubicada debajo de la losa o su eyección hacia la superficie como resultado de la presión generada por la acción de las cargas. La causa principal es que el material fino entra en suspensión (arenas finas y limos) por el ingreso del agua por las juntas.

Para evitar este tipo de daño es imprescindible el uso de los pasadores y el sellado de las juntas y siempre teniendo como referencia que el material de base sea con el diseño establecido para las cargas determinadas.

**Imagen 5:** Bombeo y escala de alta severidad en la unidad UM 01



Las *grietas lineales* son todas aquellas aberturas incontroladas de un elemento superficial que afectan a todo su espesor del pavimento, además de los efectos de la mala composición y compactación del material de base y subbase del pavimento, otra causa es la acción térmica al que se somete el pavimento en el día y la noche.

Un método aplicable es el sellado de las fisuras o grietas con la preparación de la superficie y la incorporación de un material bituminoso y el objetivo es evitar su propagación y el ingreso de la humedad y otras partículas a las capas inferiores de su estructura

**Imagen 6:** Grieta lineal de alta severidad en la unidad UM 01



El desconchamiento son causadas por el efecto abrasivo del tránsito sobre concretos de calidad pobre (bajo contenido de cemento, exceso de agua, agregados de inapropiada granulometría, y por deficiencia durante su ejecución).

La reparación usualmente se realiza si la profundidad del bache formado no es muy significativa, pero su rugosidad si, recomendamos la reparación a profundidad parcial, delimitando una figura rectangular para la realización del corte con sierra, realizar la limpieza de la superficie y verter el concreto como se especifico paso a paso en el anexo 3.

**Imagen 7:** Desconchamiento de severidad media en la unidad UM 01



**Imagen 8:** Grietas lineales de severidad media y desconchamiento en la unidad UM 02



**Imagen 9:** Grieta lineal de severidad media y pulimento de agregados en la unidad UM 02



**Imagen 10:** Sello de junta de baja severidad y desconchamiento de baja severidad en la unidad UM 03



**Imagen 11:** Parche grande de baja severidad en la unidad UM 03



**Imagen 12:** Sello de junta de baja severidad y descascaramiento de junta de baja severidad en la unidad UM 03



**Imagen 13:** Parche grande de baja severidad en la unidad UM 04



**Imagen 14:** Grieta lineal y desconchamiento de baja severidad en la unidad UM 04



**Imagen 15:** grieta lineal de alta severidad en la UM 05



**Imagen 16:** Grieta lineal alta severidad en la unidad UM 05



**Imagen 17:** Grieta lineal y desconchamiento de baja severidad en la unidad UM 05



Este daño se ocasiona por que la superficie de rodamiento es excesivamente lisa por efecto del pulimiento de los agregados que la componen.

La manera práctica de reparación de el daño de pulimento de agregados va a depender del grado de severidad del daño, y básicamente para este daño se realiza el ranurado de la superficie, si el daño es severo se hace el procedimiento de recapado o sobre-carpeta.

**Imagen 18:** Pulimento de agregados de baja severidad en la unidad UM 05



**Imagen 19:** Grieta lineal de alta severidad en la unidad UM 05



**Imagen 20:** Parche grande de severidad media en la unidad UM 05



**Imagen 21:** Grieta de esquina de baja severidad en la unidad UM 06



**Imagen 22:** Parche grande de severidad media en la unidad UM 06



**Imagen 23:** grietas lineales de severidad media en la unidad UM 06



**Imagen 24:** grietas lineales de severidad media en la unidad UM 07



**Imagen 25:** grietas lineales de severidad media en la unidad UM 09

## **ANEXO 2 – INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN.**

Para el presente trabajo de campo se necesita implementar los adecuados instrumentos y materiales de medición y que estos sean suficientemente capaces de medir y así registrar con precisión la exploración visual, estos instrumentos son básicamente:

### **Hoja de Registro de datos.**

Para cualquier sistema de evaluación es importante el almacenamiento de la información tomada en el campo en hojas de registro o formatos de registro, en estas hojas es importante detallar la fecha, la ubicación, el tipo de composición del pavimento, la sección o los segmentos de la vía en estudio, el tamaño de la unidad de muestra, el número y tamaño de losa, los tipos de fallas, el grado de severidad, las cantidades, y nombre del gestor de la inspección. A continuación, se detalla el formato de la hoja de registro de datos de campo:



## Herramientas

### Odómetro Manual o Wincha Métrica

Imagen 26: Hoja de inspección de campos. Fuente: Elaboración propia

Instrumento utilizado para medir distancias en calles, carreteras, caminos, otros. El cual ayuda para determinar las áreas y longitudes de las unidades de muestra.



Imagen 27: Odómetro manual empleado en la medición de los trabajos de campo. Fuente: Elaboración propia



Imagen 28: Wincha métrica usada para la medición de distancias cortas. Fuente: Elaboración propia

## **Regla nivel**

Una regla nivel es un instrumento de medición que se utiliza para determinar la horizontalidad o verticalidad de un elemento, además de verificar el escalonamiento de las losas en nuestro caso.



Imagen 29: Nivel de mano para medir el escalonamiento de las losas. Fuente: Elaboración Propia.

## **Regla de medición.**

la regla es una herramienta de material sólido y que facilita la ejecución de mediciones de la medida del escalonamiento y el ancho de las fisuras o grietas. Además, sirve para medir profundidades y longitudes localizadas.



Imagen 30: Regla de medición. Fuente: Elaboración propia.

### **Chalecos de Seguridad Reflectantes.**

Este equipo sirve especialmente para ser visto a distancia y ayuda a contribuir con la seguridad del personal que labora en los distintos tipos de obras civiles, en nuestro caso se destaca en trabajos de las obras viales, este equipo contribuye a evitar accidentes ocasionados por el tráfico de los vehículos s pueden ser fatales si no lo empleamos debidamente.



Imagen 31: Chaleco reflectivo empleado para la seguridad del personal. Fuente: Elaboración Propia.

### **Conos de seguridad.**

Los conos de seguridad se emplean básicamente para delimitar zonas específicas de trabajo de campo, este elemento de seguridad también debe ser reflectivo y debe ser reconocido a grandes distancias y estas deben proporcionar la información elemental para evitar accidentes.



Imagen 32: conos de seguridad. Fuente: data:image/jpeg;base64

### **Plano en planta.**

El plano en planta sirve como referencia donde se va a ejecutar el trabajo de campo y en ella se detalla gráficamente las unidades de muestra al que vamos a someter el estudio, también nos define básicamente el sentido del tráfico y las calles adyacentes, además de ella nos ayudamos para generar el plan de trabajo y se establece las zonas a ser evaluadas según el orden planificado. El plano de planta completo se encuentra en el anexo 5 de este informe.

## **ANEXO 3 – REPARACIONES.**

### **ACCIONES PARA TENER EN CUENTA DE ACUERDO CON EL PCI.**

En el siguiente cuadro, se resume las acciones que debemos tener en cuenta de acuerdo al valor del PCI calculado para cada vía. Se aprecia además el estado del pavimento asociado a este mismo valor, ver cuadro

Tabla 1: intervención de acuerdo con el PCI.

PCI	ESTADO	INTERVENCIÓN
0 - 30	Malo	Reconstrucción
31 - 70	Regular	Rehabilitación
71 - 100	Bueno	Mantenimiento

Fuente: Pavement management for Airports, roads and parking lots M.Y. Shahin 1994.

## **REPARACIÓN A PROFUNDIDAD PARCIAL DE LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS.**

### **1. DESCRIPCIÓN Y OBJETIVO.**

La reparación de espesor parcial de losas de concreto es una técnica de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos rígidos que consiste en la restauración de deterioros superficiales localizados que se han producido en un espesor parcial de la losa de concreto.

Esta técnica de mantenimiento considera la remoción y reemplazo de una porción del tercio superior o hasta la mitad del espesor de la losa con el fin de reparar daños superficiales, ver la imagen 30.

La aplicación de este tipo de intervención tiene como objetivos principales restaurar la integridad estructural del pavimento y así impedir su deterioro progresivo del pavimento. Además, busca mejorar la transitabilidad en la vía y proveer bordes apropiados para que las juntas y grietas puedan ser reselladas en forma efectiva.

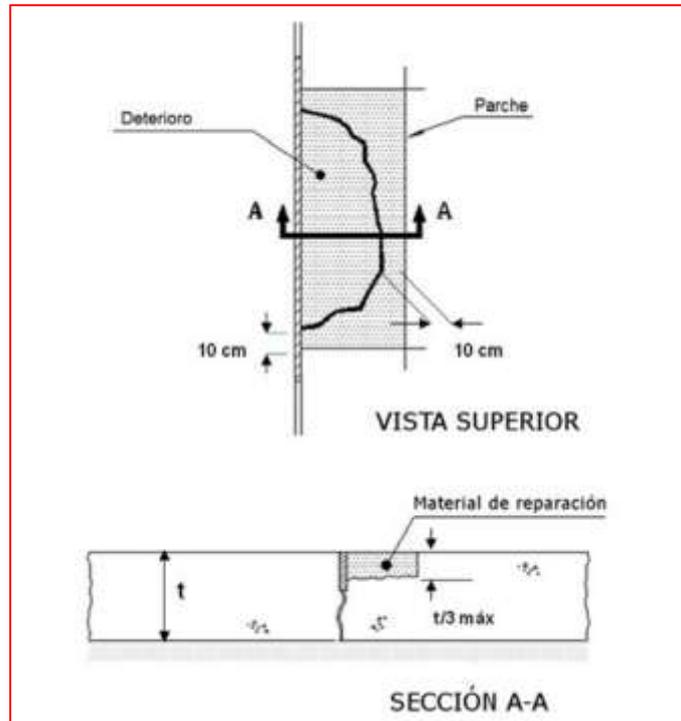


Imagen 33: Ejemplo de reparación parcial en intersección de juntas. Fuente: MCV,2015.

## 2. SELECCIÓN DE PROYECTO.

Se recomienda optar por una reparación a profundidad parcial, cuando los niveles de deterioro en una losa de concreto son bajos. Se aplican generalmente para reparar fracturas en los bordes y esquinas de las losas, baches, desniveles, desnudamientos, despotillamientos o desprendimientos superficiales.

### a) Condición del pavimento.

Las reparaciones de profundidad parcial son apropiadas sólo para ciertos tipos de deterioros en pavimento de concreto:

- Desprendimiento causado en la parte superior de la losa y que es causado por el daño por congelación-descongelación.
- Desprendimiento causado por la intrusión de materiales incompresibles en la junta o grieta.
- Desprendimiento causado por una vibración deficiente, un curado inadecuado o acabado deficiente.
- Desprendimiento causado por áreas localizadas de escalonamiento, concreto débil, o acero colocado muy cerca de la superficie.
- Fisuras no estructurales, ya sean longitudinales o transversales.
- Desprendimiento causado por la desalineación o bloqueo de dovelas.

No son apropiadas las reparaciones de espesor parcial en deterioros asociados

a:

- Desprendimientos causados por agrietamiento tipo D o agregados reactivos tales como reacciones álcali-sílice reactivo álcali-carbonato.
- Desprendimiento y movimiento de las grietas transversales o longitudinales causadas por efecto de contracción térmica, la fatiga o pérdida de capacidad de soporte, a menos que se implemente una reparación de profundidad parcial en combinación con la colocación de dovelas para controlar el movimiento vertical.

#### **b) Tipos de reparación de espesor parcial**

Existen tres tipos de reparación de espesor parcial para juntas, fisuras y desprendimientos. Los tipos I y II son reparaciones estándar de profundidad

parcial y las reparaciones de tipo III son aquellas desarrolladas para reparaciones especiales incluyendo la mitad inferior de la losa:

- **Tipo I. Reparaciones localizadas:** apropiadas en áreas pequeñas y poco profundas, donde el deterioro de las juntas o grietas se encuentra en la mitad superior de la losa. Las reparaciones con extensiones de longitud mayores a 25 cm, pero no superiores a 180 cm, normalmente se utilizan en pavimentos donde los dispositivos de transferencia de carga existentes siguen funcionando.
- **Tipo II. Reparaciones de juntas longitudinales, transversales o grietas:** son reparaciones de más de 180 cm y que se extienden de un tercio a la mitad de la profundidad del pavimento de concreto en juntas / grietas transversales y longitudinales. La extracción es usualmente por fresado, y se usa un pequeño martillo neumático para extraer el material que no es alcanzado por la fresadora.
- **Tipo III. Reparaciones puntuales en toda la profundidad del espesor en intersecciones de juntas o bordes de losas:** se utilizan en lugares de distancia corta (no mayor a 46 cm) donde el deterioro a lo largo de la reparación de profundidad parcial excede más de la mitad del espesor. Esta reparación es para trabajos realizados en la mitad inferior del pavimento y su uso debe limitarse a los bordes de la losa o ubicaciones de entrecruzamientos de juntas que no sean mayores de 46 cm.



Imagen 34: Ejemplo de reparación parcial Tipo I en intersección de juntas. Fuente: MinnessotaDepartmentoftransportation, 2016.

**c) Clima**

Se recomienda considerar prácticas comunes para las condiciones de colocación de concreto en clima caliente ACI-305 y con clima frío ACI -306. Generalmente, no se recomienda temperaturas de colocación inferiores a 4°C, debido a la pequeña cantidad de material de relleno de concreto.

**d) Tránsito vehicular.**

No existe ninguna restricción respecto a la cantidad o tipo de tránsito. Por lo tanto, el material de relleno de la reparación debe ser capaz de soportar las cargas a las que esté sometido el proyecto. En relación con la colocación, se recomienda realizar reparaciones en horario nocturno en rutas de alta velocidad o tráfico pesado. En Estados Unidos se categorizan dos tipos de reparaciones: rurales (con TPD mayor a 5000 vehículos) y urbana (con TPD mayores a 10000 vehículos).

**e) Características del camino.**

No hay limitaciones en cuanto a la geometría del camino.

**3. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.**

Se detallan a continuación aspectos relacionados al proceso constructivo y consideraciones de diseño.

**a) Consideraciones de diseño estructural.**

Se deben contemplar las siguientes consideraciones de diseño en la reparación de espesor parcial:

- Determinar el diseño del pavimento existente y el tipo de agregado grueso para asegurarse de que las reparaciones realizadas puedan durar tanto como la estructura de pavimento existente.
- Determinar el tipo de pavimento rígido, si se utiliza dovelas o si las juntas funcionan por trabazón del agregado.
- Incluir a los inspectores de construcción durante la fase de diseño que estarán en el proyecto de reparación de manera que se facilite el criterio de seleccionar el tipo de reparación en juntas deterioradas o grietas.
- Los límites de las áreas a reparar se deben extender 7,5 cm más allá de la zona deteriorada.
- Se recomienda un ancho mínimo de 10 cm y longitud mínima de 25 cm para uso de materiales cementantes.
- Mantener forma rectangular, cuadrada o similar, evitar formas irregulares.

- Áreas separadas menos de 600mm se deben unir como una sola reparación.
- Reparar toda la junta transversal si existen más de dos despotillamientos a lo largo de ella.

**b) Materiales.**

Los materiales para la ejecución de esta actividad de mantenimiento son los siguientes, ver imagen 32:

- Cemento hidráulico Tipo I, II o III.
- Arena
- Agregado grueso y fino.
- Agua.
- Aditivos.
- Selladores para juntas (asfalto de caucho o resinas epóxicas, Polyuretanos, o materiales bituminosos)
- Curador de membrana.



Imagen 35: Materiales para elaboración del concreto. Fuente: <http://es.wikihow.com/hacer-concreto>

### c) Mezcla de concreto

La selección de la mezcla para la reparación de profundidad parcial de una losa de concreto depende de varios factores tales como: tiempo de cierre del carril permisible, resistencia de la reparación, costo, tamaño de la reparación, temperatura ambiente, coeficiente de expansión térmica.

Algunas de las consideraciones generales en la realización del diseño de mezcla de concreto son las siguientes:

- Agregado grueso no mayor a la mitad del espesor de reparación (9.5 mm tamaño nominal máximo)
- Concreto de bajo revenimiento con relación Agua/Cemento=0,44
- Resistencia mínima 21 MPa
- Efectuar la mezcla en el lugar de trabajo, pequeñas cantidades de material para mantener la trabajabilidad.

De forma general se pueden especificar 3 tipos de mezclas para la realización de la reparación parcial del concreto:

- **Mezcla de concreto de alta resistencia inicial:** Debe desarrollar resistencias que sobrepasen los 21 MPa en menos de 24 horas. Se utiliza cuando se requiere una apertura rápida al tránsito.
- **Mezcla de concreto de fraguado normal:** Se puede usar cuando el material de parche se puede proteger del tránsito por 24 horas o más.

- **Morteros de resina epóxica y concreto epóxico:** Esta alternativa se utiliza para reparaciones menores a los 40 mm de profundidad. El catalizador de la resina epóxica debe acondicionarse antes del mezclado.

#### **d) Maquinaria**

Los equipos y herramientas (ver imagen 33) necesarios para la adecuada ejecución de esta actividad son al menos:

##### **Inspección**

- Martillos o cadenas

##### **Demolición**

- Sierra diamantada para cortar concreto
- Martillos neumáticos, cinceles o fresadora

##### **Limpieza**

Sistema para chorro de arena o hidrolavadora, compresores de aire.

##### **Colocación y producción de mezcla:**

- Mezcladora manual de concreto
- Carretillos, palas y equipo manual
- Vibradores
- Equipo requerido para realizar pruebas de concreto fresco.

### Curado y acabado:

- Llanetas y cepillos.
- Equipo de retexturizado con diamante.



Imagen 36: Maquinaria mínima utilizada en la reparación de espesor parcial.

## 4. SECUENCIA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.

Los pasos para seguir para la realización de una reparación a profundidad parcial son los siguientes:

### a) Demarcación del área a reparar.

Se determinan los límites de la reparación. La localización de zonas deterioradas se realiza mediante el golpeteo de la superficie del concreto con una varilla de acero, un martillo o arrastrando una cadena a lo largo de la superficie, un sonido hueco indica concreto pobre o deteriorado. En la demarcación del área a seleccionar se deben contemplar las consideraciones mínimas de diseños mencionadas anteriormente. Algunos de los ejemplos anteriormente mencionados se muestran en la *imagen 34*.

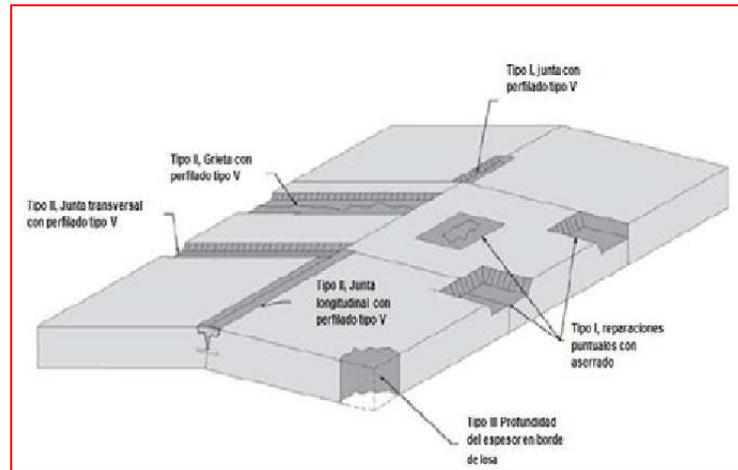


Imagen 37: Tipos o áreas a reparar mediante espesor parcial en concreto. Fuente: National Concrete PavementTechnology Center, 2012

**b) Demolición y Remoción del concreto deteriorado.**

Demolición y remoción del concreto de la sección dañada, previo aserrado, mediante el uso de martillos neumáticos o cinceles o mediante el uso de máquinas fresadoras.

- **Aserrado y demolición.**

Se debe efectuar un corte con una sierra alrededor del perímetro del área a reparar, este corte debe tener una profundidad mínima de 50 mm. La forma preferida de la cavidad del área a reparar en sus paredes interiores tendrá un ángulo entre 30 a 60 grados desde su parte superior hasta el fondo del espesor considerado en la reparación. Se debe evitar el astillado de hormigón alrededor del área de reparación y dañar las dovelas o barras transversales de amarre. Cualquier desprendimiento durante este proceso debe ser subsanado. Una vez aserrado se realiza la demolición mediante martillos neumáticos hasta la profundidad que el concreto se encuentre

sano, no se recomienda martillos con pesos mayores a 15 kg para evitar dañar zonas que se encuentren en buen estado.

- **Fresado.**

Es efectivo el uso de máquina fresadora para remoción del concreto, efectivo en casos cuando la reparación se extiende a todo el ancho del carril o a la mayor parte de él, tal es el caso de juntas longitudinales y transversales. El fresado produce una superficie muy rugosa e irregular que favorece un alto grado la trabazón entre el material de reparación y la losa existente.

**c) Limpieza de la superficie.**

Se debe realizar una limpieza adecuada de las caras expuestas, el fondo de la reparación y todas las superficies de acero con el fin de generar una buena adherencia del material de reparación. La limpieza de la sección a intervenir se puede realizar mediante la técnica de arenado o hidrolavado. Posteriormente, se realiza una limpieza con aire comprimido inmediatamente antes de la aplicación del agente adhesivo para la colocación del concreto con el fin de retirar cualquier partícula o contaminante de la superficie.

**d) Preparación de las juntas.**

Se debe realizar una preparación de juntas longitudinales y transversales de manera tal que el concreto de la reparación no se adhiera al de la losa adyacente. En caso de no ser así, existe el riesgo que en juntas longitudinales el alabeo o

el movimiento diferencial de las losas pueda causar el deterioro prematuro del parche y en juntas transversales la dilatación del pavimento y la fuerza expansiva de la losa adyacente se aplicará directamente sobre el parche causando su falla.

Tanto en juntas longitudinales como transversales, la eliminación de la adherencia entre las capas de concreto se puede lograr mediante la utilización de un inserto compresible que forme una pared uniforme para aislar al parche de la losa adyacente y volver a formar la junta o grieta.

Los materiales más comúnmente utilizados son: espuma de polietileno, fieltros embebidos en asfalto, o madera blanda.

La nueva junta o fisura debe tener el mismo ancho que la existente, y el material compresible debe meterse en la junta o fisura por debajo de la profundidad de la reparación, que se facilita si se hace un corte de sierra adicional de 2,5 cm de profundidad por debajo del fondo del parche. También es recomendable que el inserto compresible se extienda lateralmente de 6 cm a 8 cm a ambos lados de los límites de la reparación, ver Imagen 35.

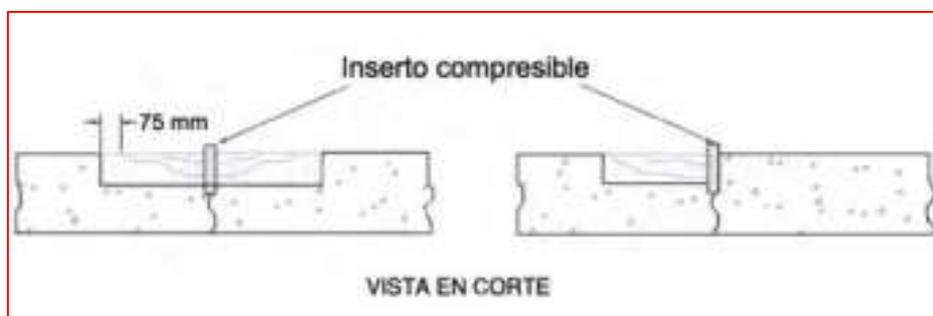


Imagen 38: Preparación de juntas. Fuente: EuclidGroup Toxement,2017.

**e) Aplicación de agente adhesivo**

Cuando se necesite un puente de adherencia, pueden utilizarse lechadas de cemento o epóxicos para adherir el concreto fresco al concreto endurecido.

El material adhesivo debe cubrir toda el área con una capa delgada y uniforme, incluyendo las paredes del parche y debe superponerse a la superficie del pavimento para asegurar una adherencia adecuada.

Es importante que la colocación del concreto de relleno se realice antes de que el puente de adherencia se seque.

**f) Colocación del material de relleno y acabado.**

El material de relleno se debe colocar y consolidar utilizando vibradores de inmersión pequeños, eliminando vacíos en la masa y en la interfase, lo que favorecerá la adherencia y maximizará la durabilidad de la reparación.

Se deben seguir las siguientes pautas durante el proceso de colocación del concreto de relleno:

- Colocar el concreto en pequeñas cantidades.
- De ninguna manera se permitirá la colocación de concreto bajo condiciones climáticas de lluvia.
- Es aconsejable sobrellenar ligeramente el área para compensar el proceso de consolidación del concreto, aproximadamente 3 o 4 mm.
- Consolidar el material de parche utilizando vibradores o planchas vibratoras.

- El proceso de acabado recomendado es el de emparejar desde el centro del material de relleno hacia afuera para evitar que queden espacios vacíos en las paredes de la cavidad. El alisado o terminación en sentido inverso, de los bordes hacia el interior, provocará que se despegue el material de las caras del parche y se pierda la adherencia, (ver imagen 36).
- Después de colocar el material de parche, los bordes de la reparación deben ser sellados con lechada para ayudar a prevenir la infiltración de humedad y la articulación restablecida por aserrado.
- Texturizar la superficie de la reparación para que coincida con la de la losa circundante tanto como sea posible.

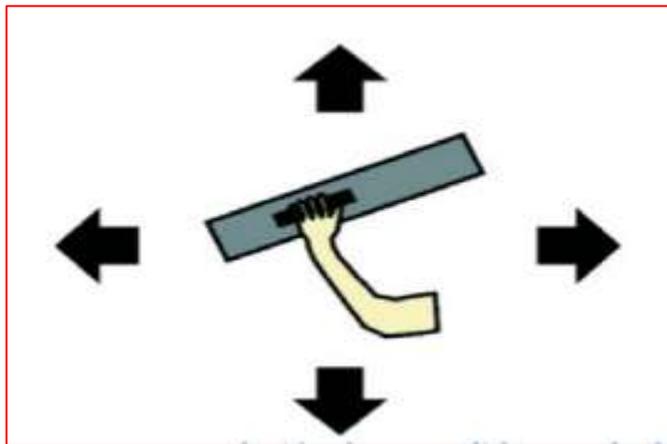


Imagen 39: Recomendación del extendido de mezcla de concreto. Fuente: National Concrete Pavement Technology Center, 2012.

#### **g) Curado**

Para asegurar una reparación con la resistencia y durabilidad especificada, es necesario curar adecuadamente el mortero instalado. El curado es uno de los puntos críticos en este tipo de reparaciones, debido a la alta relación entre la superficie expuesta y el espesor del material de reparación, lo que conduce a

una rápida pérdida de humedad y la posibilidad de que se generen grietas de contracción que pueden causar la falla prematura de la reparación.

El método más efectivo en clima caliente es la aplicación de una membrana de curado en los momentos en que el agua de exudación se ha evaporado de la superficie de la reparación. Las tasas de aplicación de la membrana varían de 200 g/m<sup>2</sup> a 300 g/m<sup>2</sup>. En climas fríos es permitido el uso de mantas aislantes sobre la superficie del parche, para ayudar a retener el calor de hidratación e inducir una ganancia de resistencia.

#### **h) Corte y sellado de juntas**

Colocada, curada y una vez que la reparación de espesor parcial ha ganado la suficiente resistencia, se deberá proceder al resellado de la junta. El corte y sello de las juntas evitará la entrada de humedad o de partículas que no permitan la contracción y expansión adecuada del concreto ocasionando nuevos daños en el pavimento.

Las juntas deben ser cortadas e igualadas a las juntas existentes, conservando el factor de forma ancho: profundidad de 1:1 o máximo 2:1 para juntas mayores a 6 mm. Las paredes de las juntas deben estar limpias para lograr un buen comportamiento del material de sello; por esto luego de realizado el corte de la junta se debe limpiar al interior de ésta con un compresor asegurándose que no queden partículas ni material suelto dentro de la junta.

Por último, se deben sellar las juntas con un sistema elastomérico resistente al tráfico y a la humedad.

**i) Apertura al tránsito**

El material de reparación debe haber ganado la suficiente resistencia para que la reparación pueda ser abierta al tráfico. En la mayoría de los casos se especifica una resistencia a la compresión mínima de 21 MPa antes que el tráfico sea restituido, para lo cual es práctica común moldear probetas en obra, que recibirán similares condiciones de exposición que el material de relleno. Luego, es importante ensayar las muestras a intervalos apropiados para monitorear la ganancia de resistencia in situ del material de reparación.



DEMOLICIÓN Y REMOCIÓN  
DEL CONCRETO CON EL  
MARTILLO NEUMÁTICO

DEMOLICIÓN Y REMOCIÓN  
DEL CONCRETO CON LA  
PERFILADORA



CORTE Y SELLADO DE  
JUNTAS



CURADO



APERTURA DEL TRANSITO

ACABADO

Imagen 40: Secuencia constructiva reparación espesor parcial de pavimentos.

Fuente: National Concrete Pavement Technology Center, 2012.

## **5. DESEMPEÑO ESPERADO Y COSTO.**

La duración del diseño varía con la condición del concreto existente, la extensión del deterioro y las futuras cargas de tráfico. Usualmente se debe esperar que las reparaciones de profundidad parcial correctamente construida y aplicada en el momento adecuado, tengan un desempeño de 5 a 15 años.

Los costos de una reparación a profundidad parcial en pavimentos rígidos dependen en gran medida del tamaño, cantidad y ubicación de las áreas a reparar, así como los materiales utilizados. Los cierres de carriles permitidos y el tránsito promedio diario también afectan las tasas de producción y los costos.

## **6. VENTAJAS Y LIMITACIONES.**

### **a) Ventajas.**

Dentro de las ventajas del uso de la técnica de reparación parcial en losas de concreto se encuentran

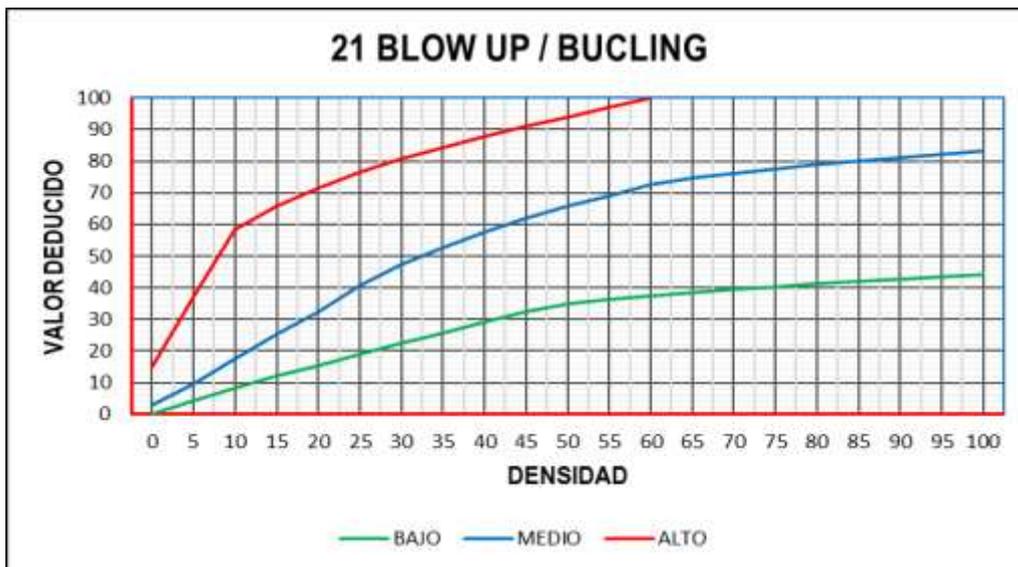
- Restaura la capacidad estructural del pavimento rígido.
- Evita el deterioro progresivo del pavimento.
- Restablece la condición de transitabilidad y seguridad vial de la ruta.
- Muy aplicables a daños localizados en juntas, además permite la reconstrucción y resello de juntas.
- Aplicable a cualquier tipo de tránsito.
- Es una medida costo-efectiva a largo plazo.
- Menor costo que la técnica de mantenimiento de reparación de espesor completo.

**b) Limitaciones.**

Algunas de las limitaciones de este tipo de intervención son:

- Costo inicial de reparaciones alto.
- Cierre de carriles y tránsito al menos 24 horas, debido a la necesidad de que el concreto gane resistencia.
- Proceso constructivo debe ser riguroso. Alguna falla u omisión de la secuencia constructiva puede generar riesgos de fallas por adherencia, escalonamiento, agrietamientos o el deterioro del bache.
- Se deben tener consideraciones especiales durante la colocación del concreto en clima caliente o frío.

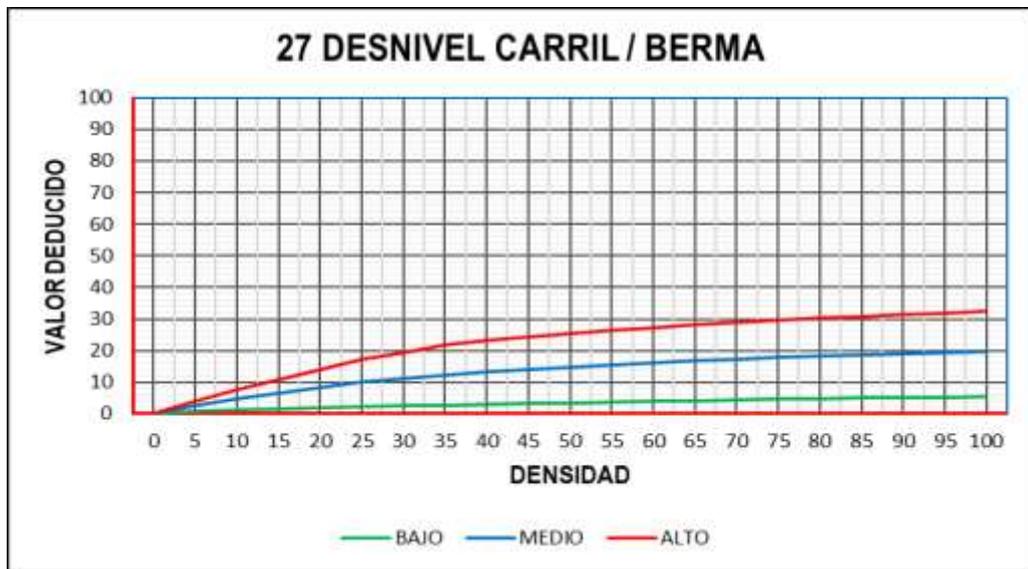
**ANEXO 4 - ÁBACOS GRÁFICOS PARA EL CÁLCULO DE LOS VALORES DEDUCIDOS Y EL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO.**



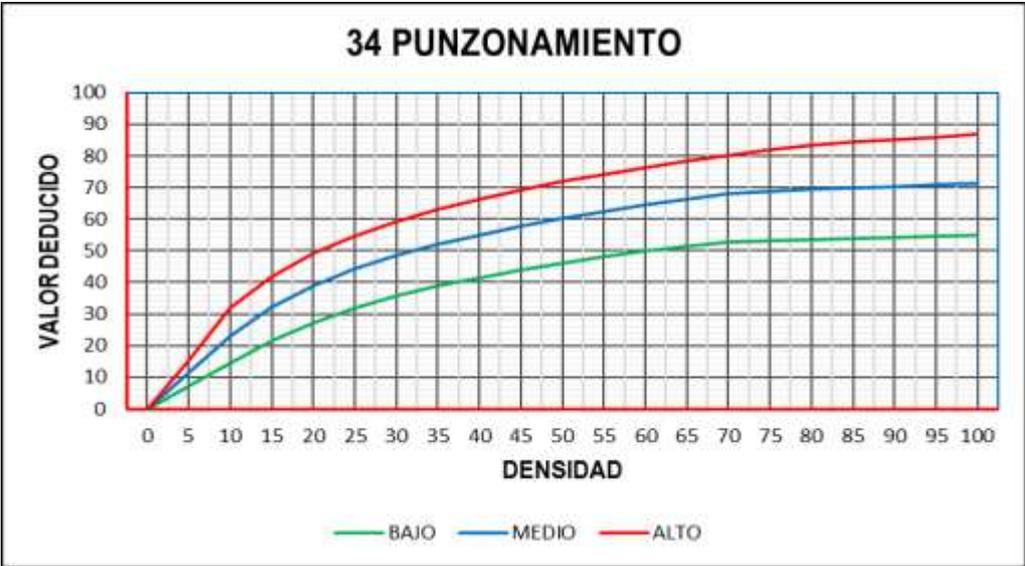
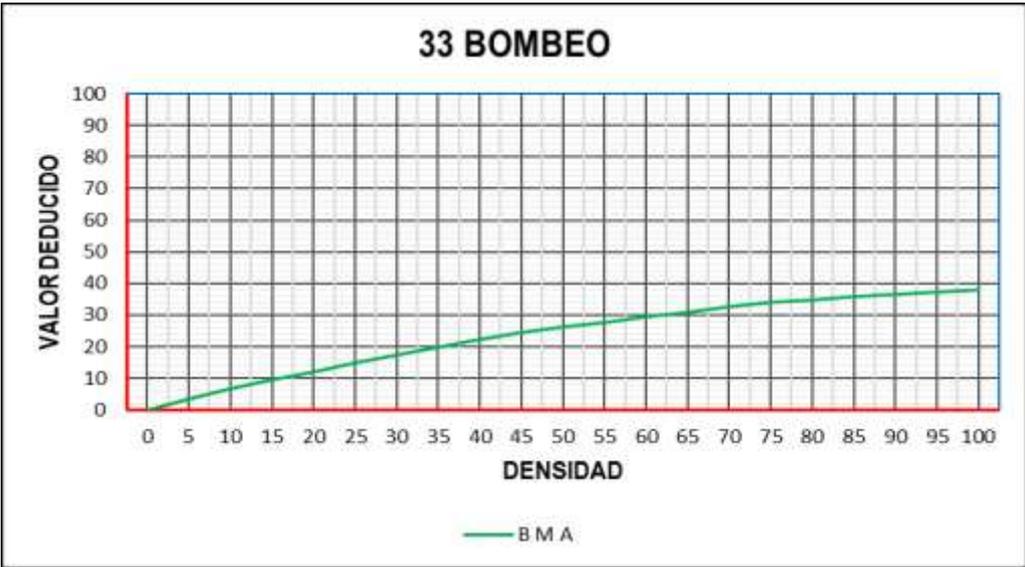
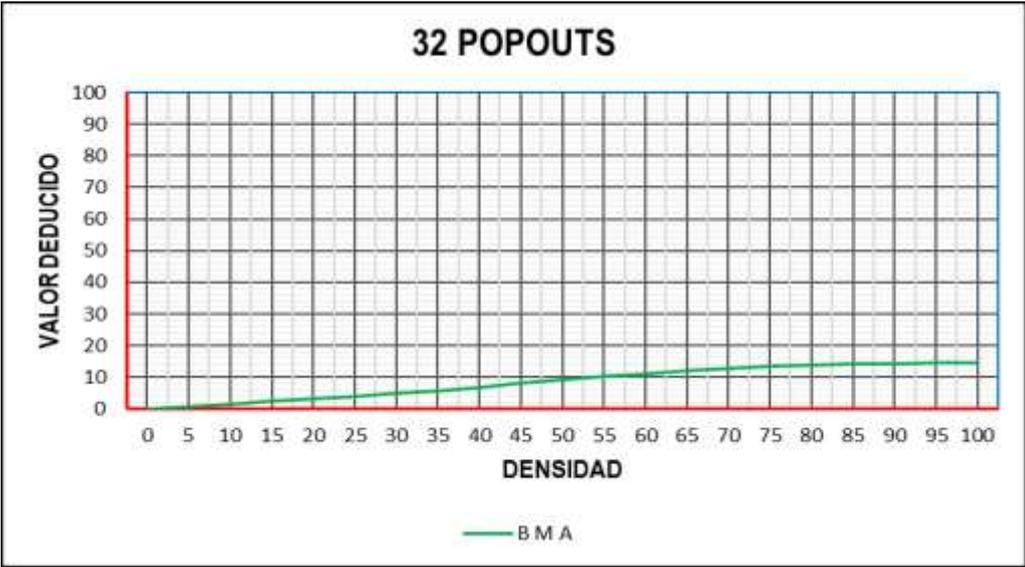


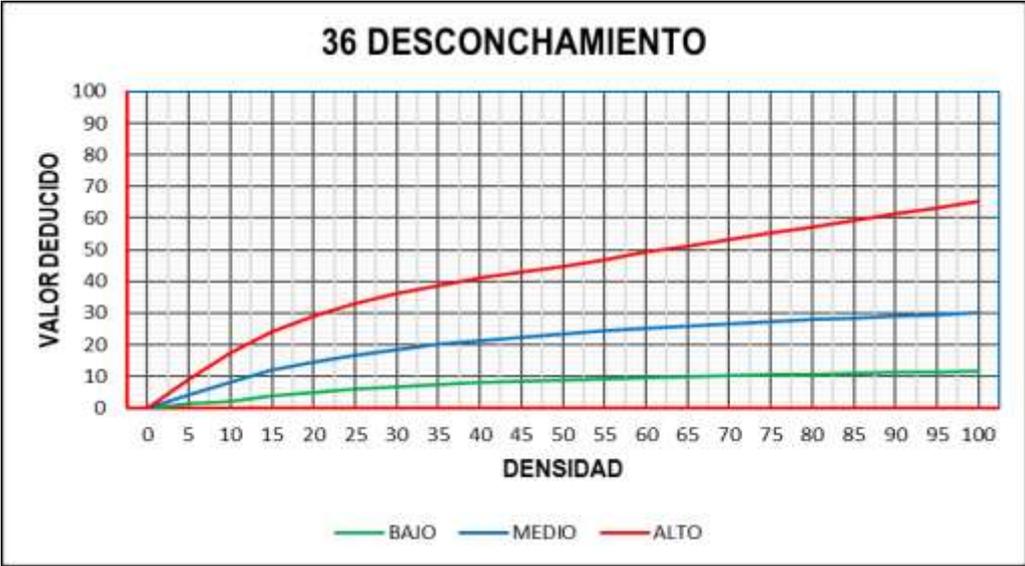
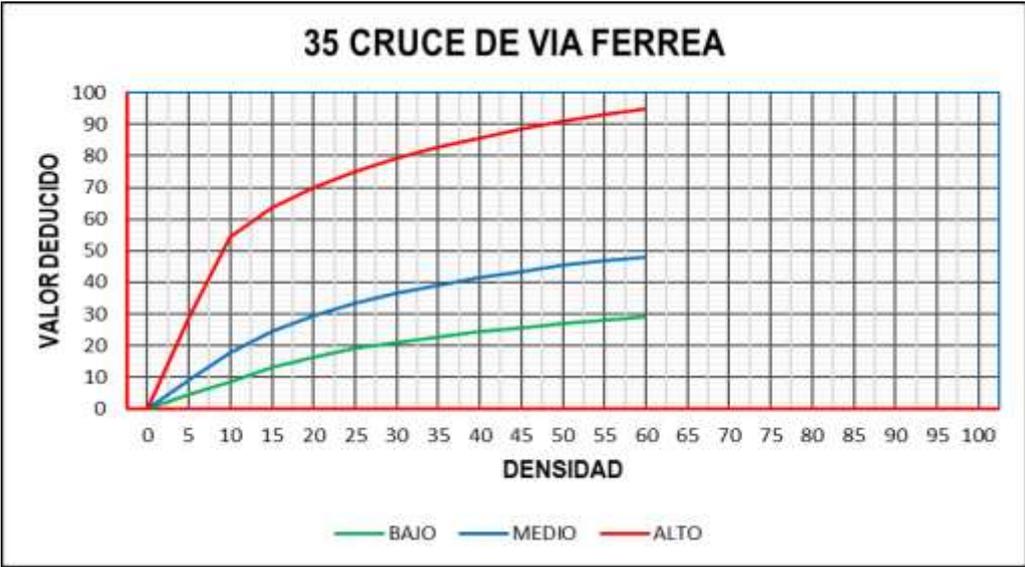
## 26 SELLO DE JUNTA

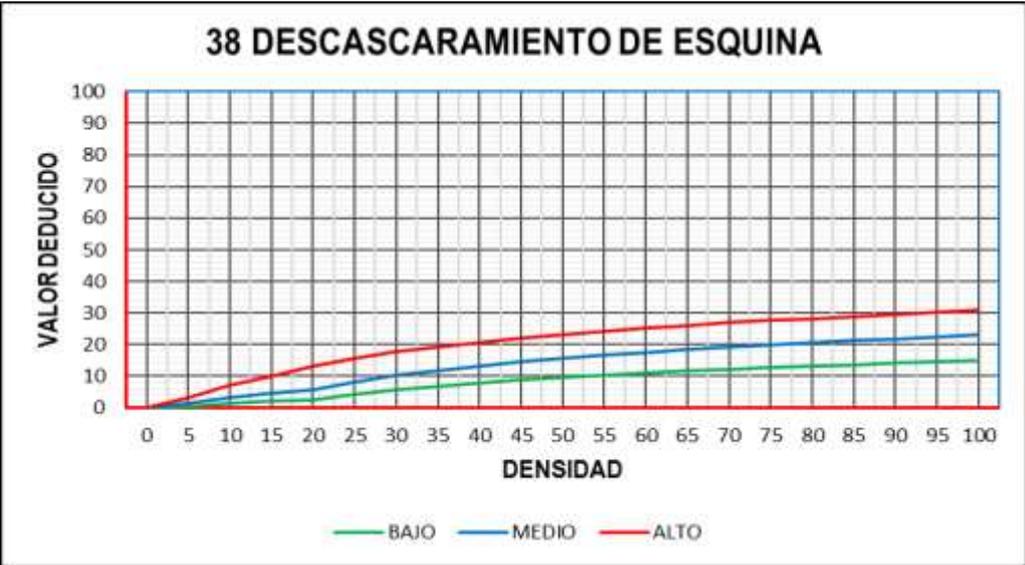
*El sello de junta no está relacionado por la densidad. La severidad del daño es determinada la condición del sellador en general para una unidad de muestra en particular. Los valores deducidos para los tres niveles de severidad, son:*

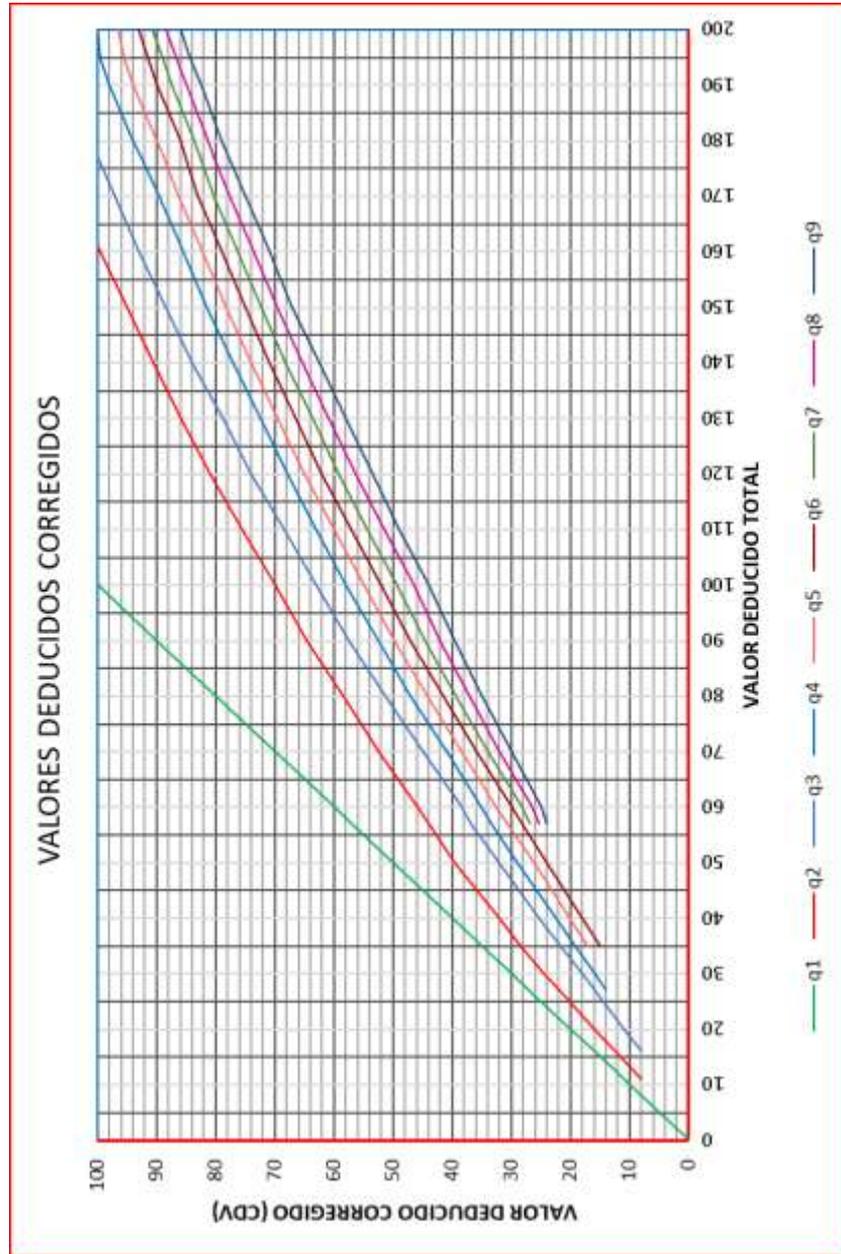




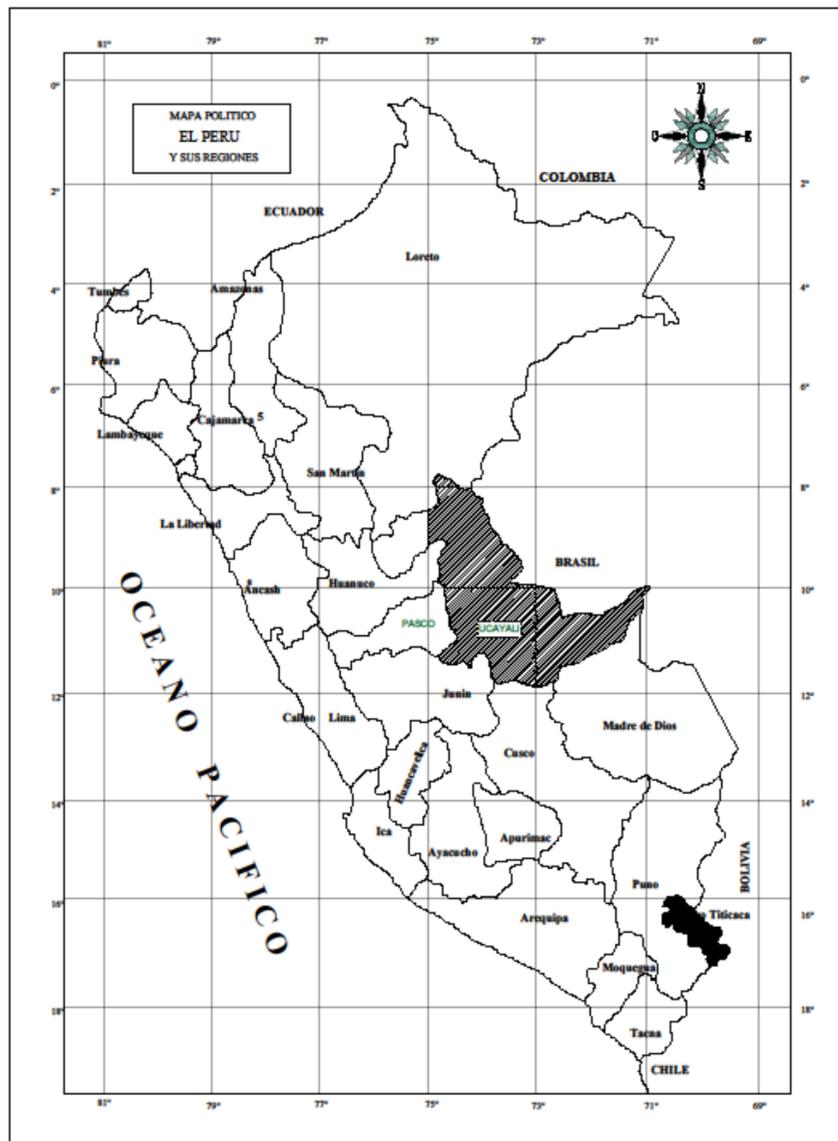






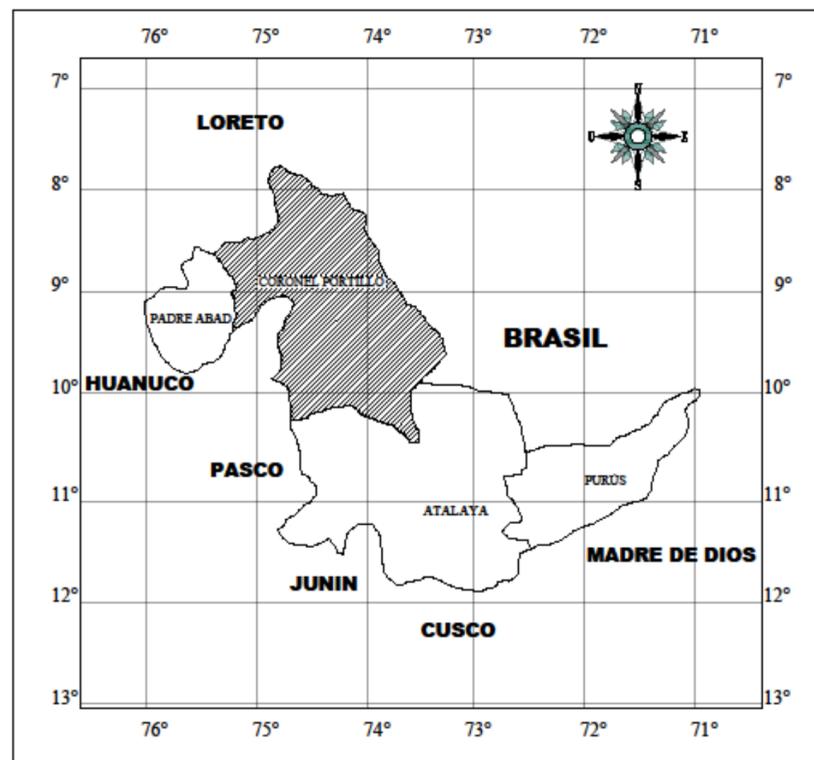


**ANEXO 5 - PLANOS**



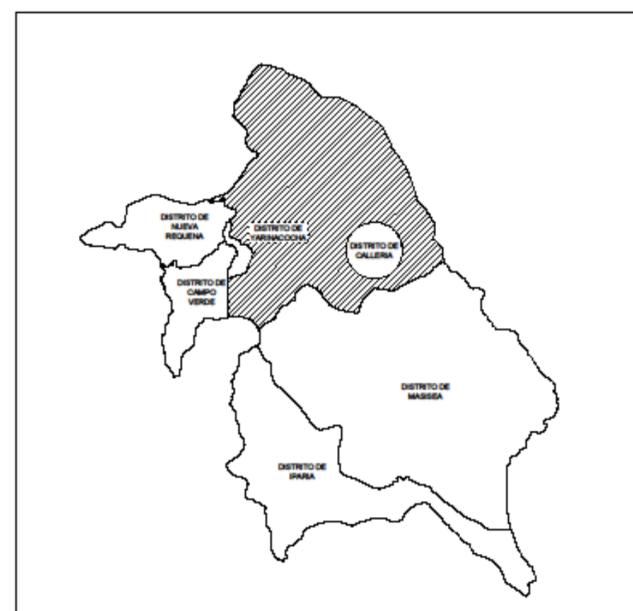
**UBICACIÓN NACIONAL**

S/E



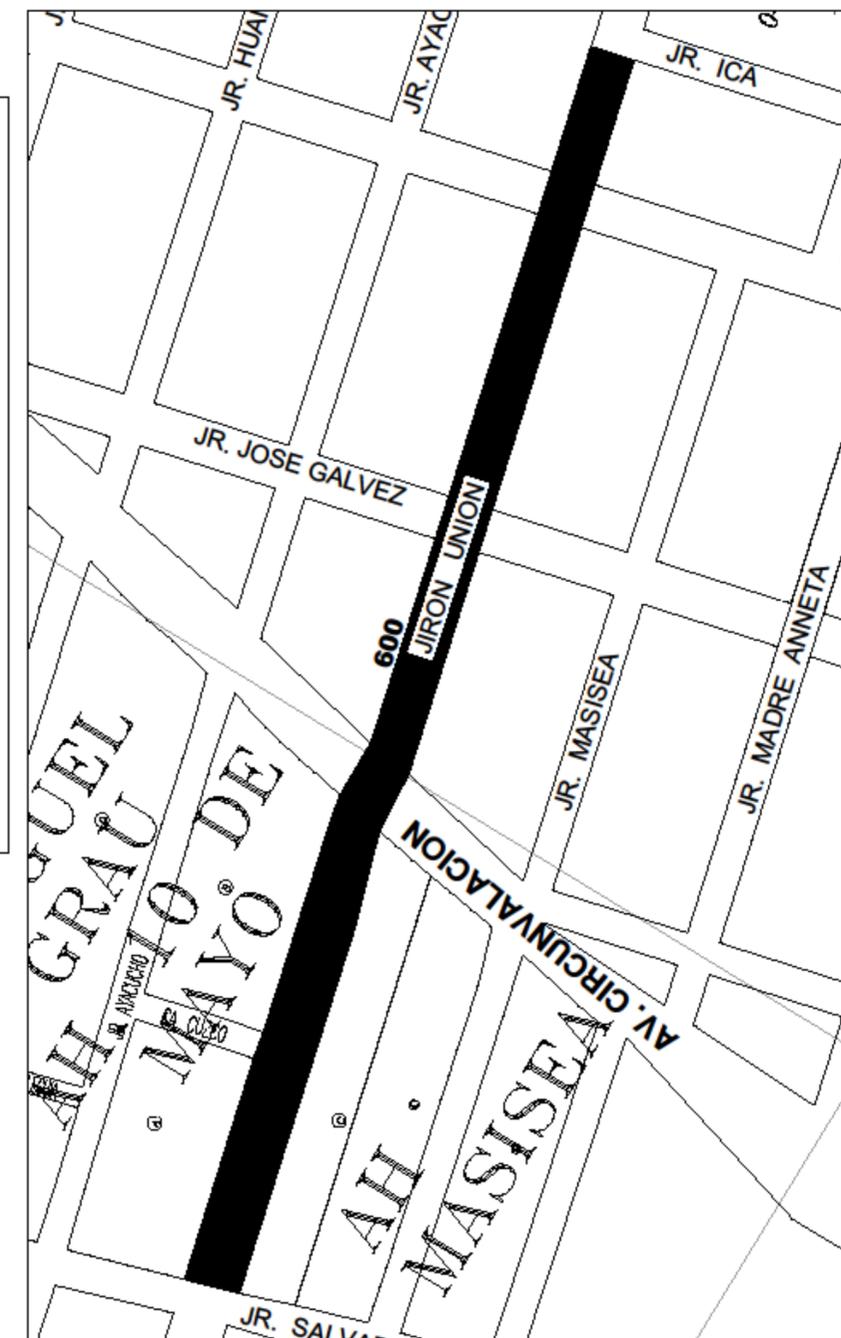
**UBICACIÓN REGIONAL**

S/E



**UBICACIÓN DISTRITAL**

S/E

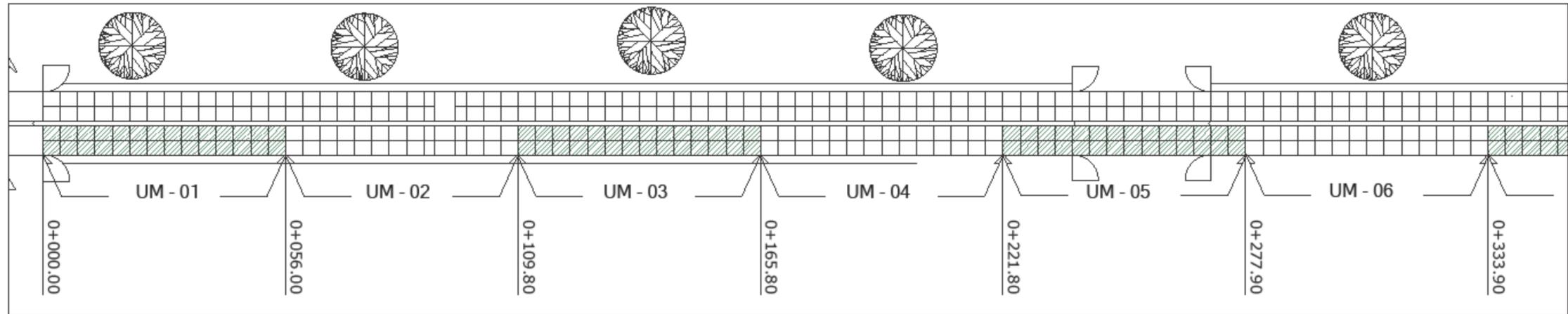


**LOCALIZACIÓN**

S/E

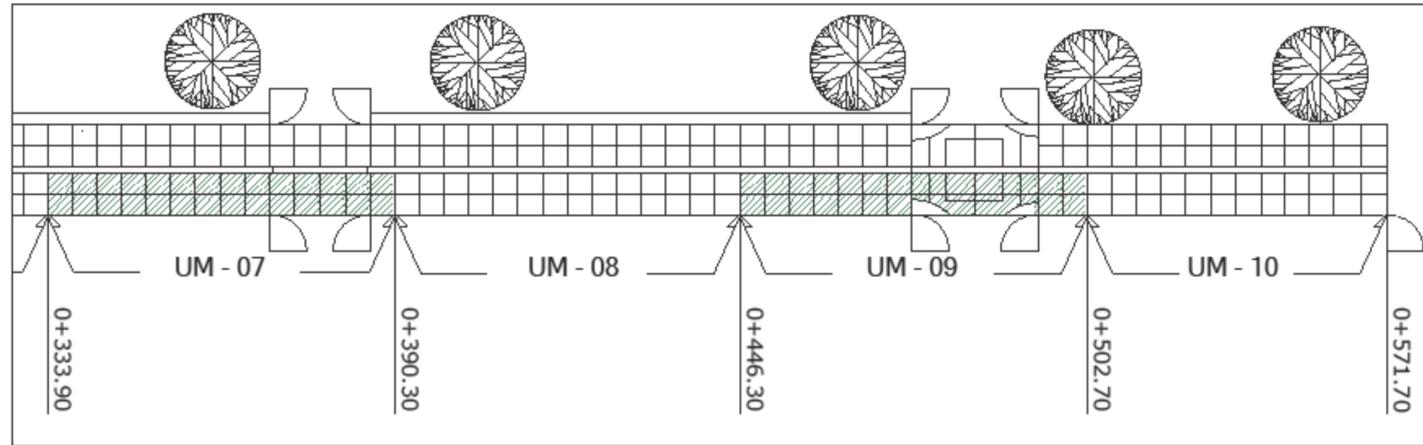
 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE</b>	
TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO, APLICANDO EL MÉTODO PCI - (PAYMENT CONDITION INDEX), EN LAS PISTAS DE LA AVENIDA UNIÓN ENTRE LA AVENIDA SALVADOR ALLENDE Y EL JIRÓN ICA, DISTRITO DE CALLERÍA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI, AÑO - 2018	
PLANO: AVENIDA UNIÓN ENTRE LA AVENIDA SALVADOR ALLENDE Y EL JIRON ICA	
<b>UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN</b>	
PROFESOR: ING. RAMÍREZ PALOMINO, LUIS ARTEMIO	REGIÓN: UCAYALI
PROFESOR AUXILIAR: FLORES PULCHA, GEYSON RAUL	PROVINCIA: CORONEL PORTILLO
FACULTAD: INGENIERÍA	CARRERA: INGENIERÍA CIVIL
ESCALA: INDICADA	FECHA: OCTUBRE 2018
	DISTRITO: CALLERÍA

**UL-01**



**PLANO PLANTA**

ESCALA 1:750



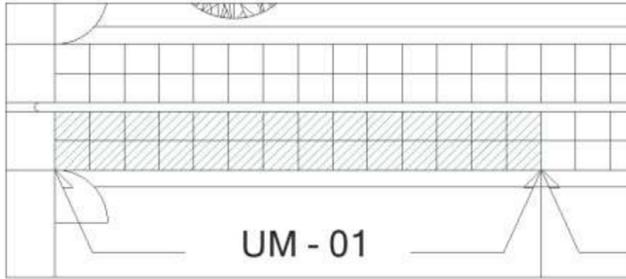
**PLANO PLANTA**

ESCALA 1:750

UNIDAD DE MUESTRA	PROG. INICIAL	PROG. FINAL	CANTIDAD DE LOSAS
01	0+000.00	0+056.00	28
02	0+056.00	0+109.80	28
03	0+109.80	0+165.80	28
04	0+165.80	0+221.80	28
05	0+221.80	0+277.90	28
06	0+277.90	0+333.90	28
07	0+333.90	0+390.30	28
08	0+390.30	0+446.30	28
09	0+446.30	0+502.70	28
10	0+502.70	0+571.70	24

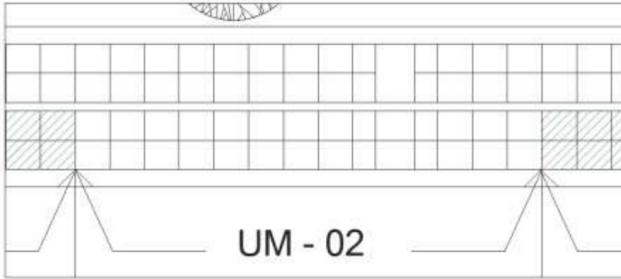
 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE</b>	
<b>TÍTULO:</b> EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO, APLICANDO EL MÉTODO PCI - (PAVEMENT CONDITION INDEX), EN LAS PISTAS DE LA AVENIDA UNIÓN ENTRE LA AVENIDA SALVADOR ALLENDE Y EL JIRÓN ICA, DISTRITO DE CALLERÍA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI, AÑO - 2018	
<b>PLANO:</b> AVENIDA UNIÓN ENTRE LA AVENIDA SALVADOR ALLENDE Y EL JIRON ICA	
<b>ESPECIALENO:</b> <b>PLANTA GENERAL</b>	
<b>AMBIENTE:</b> ING. RAMÍREZ PALOMINO, LUIS ARTEMIO <b>BOCHILLER:</b> FLORES PULCHA, GEYSON RAÚL	<b>REGION:</b> UCAYALI <b>PROVINCIA:</b> CORONEL PORTILLO <b>DISTRITO:</b> CALLERÍA
<b>FACULTAD:</b> INGENIERÍA <b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>CARRERA:</b> INGENIERÍA CIVIL <b>FECHA:</b> OCTUBRE 2018
<b>PG-01</b>	

UNIDAD-MUESTRA 01  
ESCALA 1:200



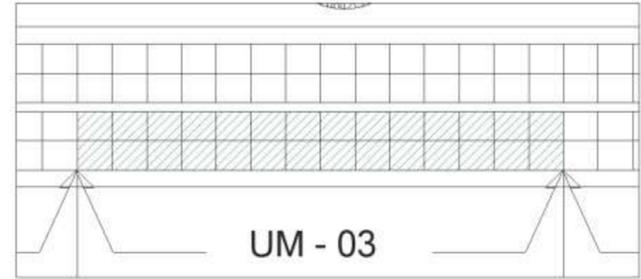
UM - 01

UNIDAD-MUESTRA 02  
ESCALA 1:200



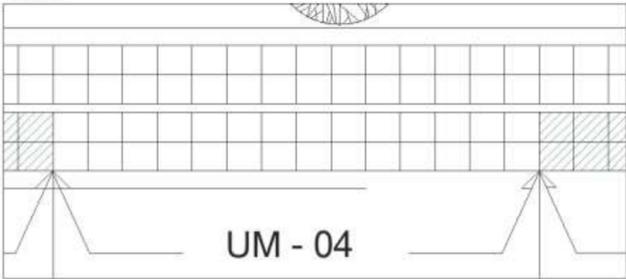
UM - 02

UNIDAD-MUESTRA 03  
ESCALA 1:200



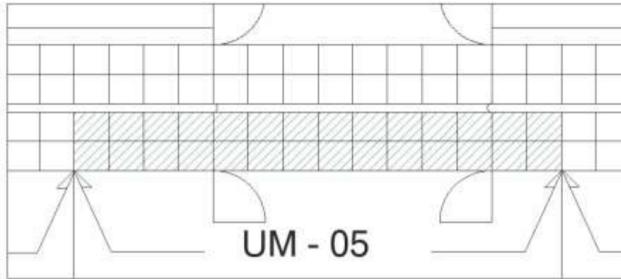
UM - 03

UNIDAD-MUESTRA 04  
ESCALA 1:200



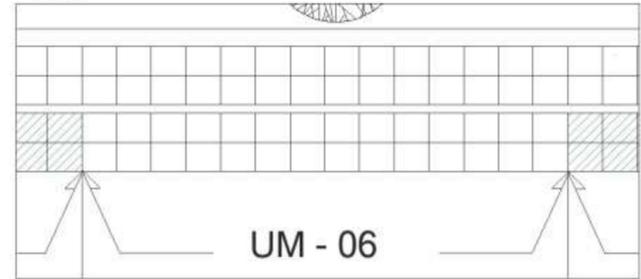
UM - 04

UNIDAD-MUESTRA 05  
ESCALA 1:200



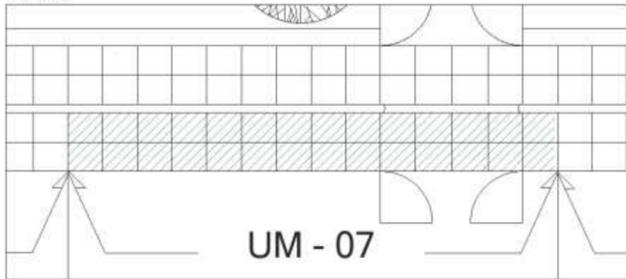
UM - 05

UNIDAD-MUESTRA 06  
ESCALA 1:200



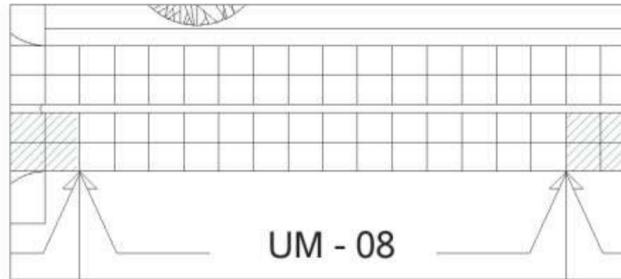
UM - 06

UNIDAD-MUESTRA 07  
ESCALA 1:200



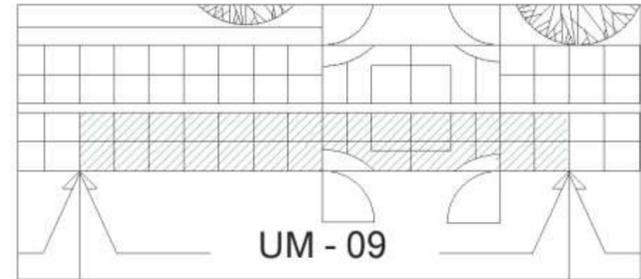
UM - 07

UNIDAD-MUESTRA 08  
ESCALA 1:200



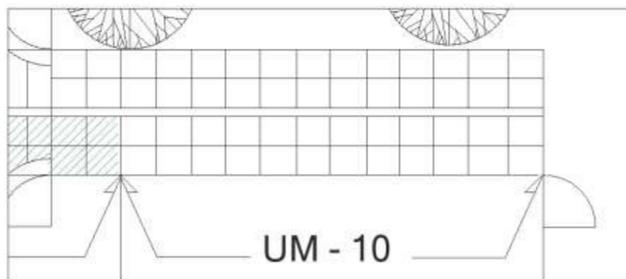
UM - 08

UNIDAD-MUESTRA 09  
ESCALA 1:200



UM - 09

UNIDAD-MUESTRA 10  
ESCALA 1:200



UM - 10

VALORES PCI DE LAS UNIDADES DE MUESTRA					
UNIDAD DE MUESTRA	NRO. DE LOSAS	PCI	CLASIFICACIÓN	PCI PROMEDIO	CLASIFICACIÓN PROMEDIO
U M - 1	28	75.94	MUY BUENO	74.46	MUY BUENO
U M - 2	28	77.09	MUY BUENO		
U M - 3	28	75.87	MUY BUENO		
U M - 4	28	68.74	BUENO		
U M - 5	28	65.29	BUENO		
U M - 6	28	71.61	MUY BUENO		
U M - 7	28	71.68	MUY BUENO		
U M - 8	28	86.44	EXCELENTE		
U M - 9	28	71.28	MUY BUENO		
U M - 10	24	83.18	MUY BUENO		

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE

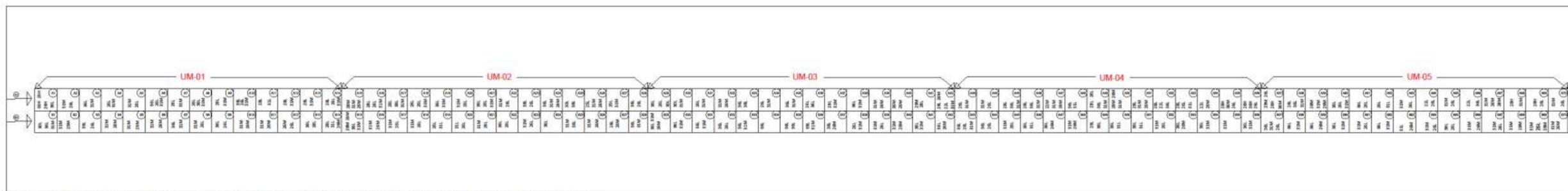
EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO RIGIDO, APLICANDO EL MÉTODO PCI - PAVEMENT CONDITION INDEX, EN LAS PISTAS DE LA AVENIDA UNIÓN ENTRE LA AVENIDA SALVADOR ALLENDE Y EL BRONICA, SECTOR DE CALLESA, PROVINCIA DE CHIMBOTE, PERÚ. EDICIÓN 2014. AÑO 2018

AVENIDA UNIÓN ENTRE LA AVENIDA SALVADOR ALLENDE Y EL BRONICA

UNIDADES DE MUESTRA

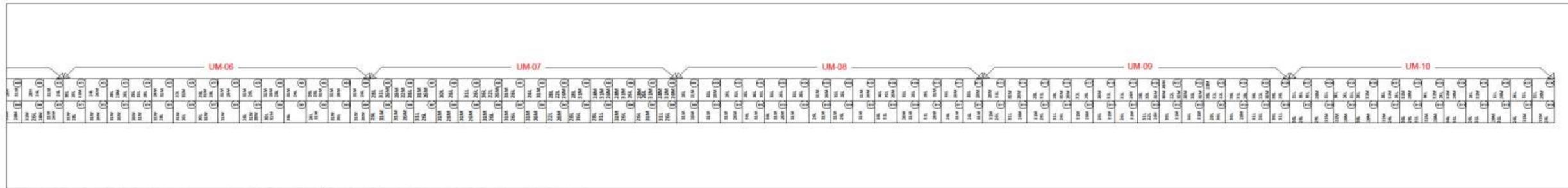
PROYECTO	DIG. RAMÓN PALOMBO, LUIS ARTURO	PROF.	TEJALU
CLIENTE	EL COMITÉ LOCAL DE VIAL	PROF.	CHIMBOTE
UBICACIÓN	CHIMBOTE	PROF.	CHIMBOTE
FECHA	2018	PROF.	CHIMBOTE

**UM-01**



PLANO EN PLANTA - PATOLOGÍAS (UM-01 HASTA UM-05)

S/E



PLANO EN PLANTA - PATOLOGÍAS (UM-06 HASTA UM-10)

S/E



DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGIA		
	BAJO	MEDIO	ALTO
Blowup/Bucking	21L	21M	21H
Grieta de Esquina	22L	22M	22H
Losa Dividida	23L	23M	23H
Grieta de Durabilidad "D"	24L	24M	24H
Escala	25L	25M	25H
Sello de Junta	26L	26M	26H
Desnivel Camión/Berma	27L	27M	27H
Grieta Lineales	28L	28M	28H
Parqueo Grande	29L	29M	29H
Parqueo Pequeño	30L	30M	30H
Pulimento de Agregados	31L	31M	31H
Popouts	32L	32M	32H
Bombeo	33L	33M	33H
Punzonamiento	34L	34M	34H
cruce de Via Ferrea	35L	35M	35H
Desconchamiento	36L	36M	36H
Grieta de Retraccion	37L	37M	37H
Descascaramiento de Esq.	38L	38M	38H
Descascaramiento de Junta	39L	39M	39H

	DAÑOS ENCONTRADOS A LO LARGO DE LA VÍA EN ESTUDIO			TOTAL DE DAÑOS	PORCENTAJE DE AFECTACIÓN
	BAJO	MEDIO	ALTO		
Grieta de Esquina	13.00	2.00	0.00	15.00	2.4%
Escala	2.00	1.00	1.00	4.00	0.6%
Sello de Junta	116.00	83.00	3.00	202.00	32.6%
Grietas Lineales	37.00	14.00	5.00	56.00	9.0%
Parqueo grande	1.00	4.00	0.00	5.00	0.8%
Parqueo pequeño	9.00	0.00	0.00	9.00	1.5%
Pulimento de Agregados	51.00	175.00	0.00	226.00	36.5%
Bombeo	0.00	0.00	1.00	1.00	0.2%
Desconchamiento	87.00	4.00	1.00	92.00	14.9%
Descascaramiento de Esquina	8.00	0.00	0.00	8.00	1.3%
Descascaramiento de Junta	0.00	0.00	1.00	1.00	0.2%
<b>TOTALES</b>	<b>324.00</b>	<b>283.00</b>	<b>12.00</b>	<b>619.00</b>	<b>100.0%</b>

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO RECIBIDO, APLICANDO EL MÉTODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX), EN LAS FOTAS DE LA AVENIDA UNIÓN ENTRE LA AVENIDA SALVADOR ALLENDE Y EL IRÓN ICA, DISTRITO DE CALLEJA, PROVINCIA DE COBONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI, AÑO: 2018

AVENIDA UNIÓN ENTRE LA AVENIDA SALVADOR ALLENDE Y EL IRÓN ICA

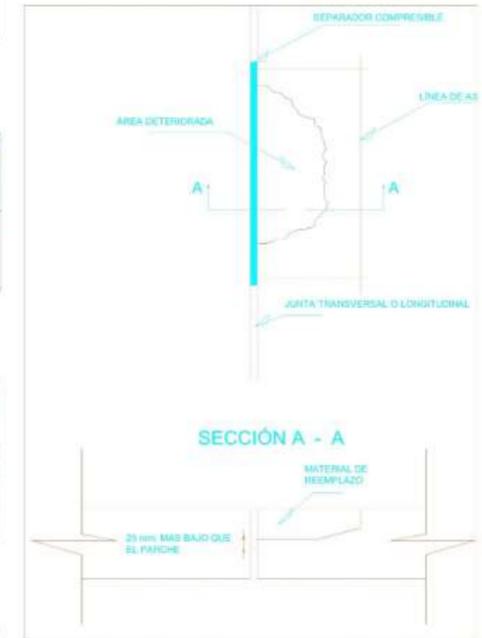
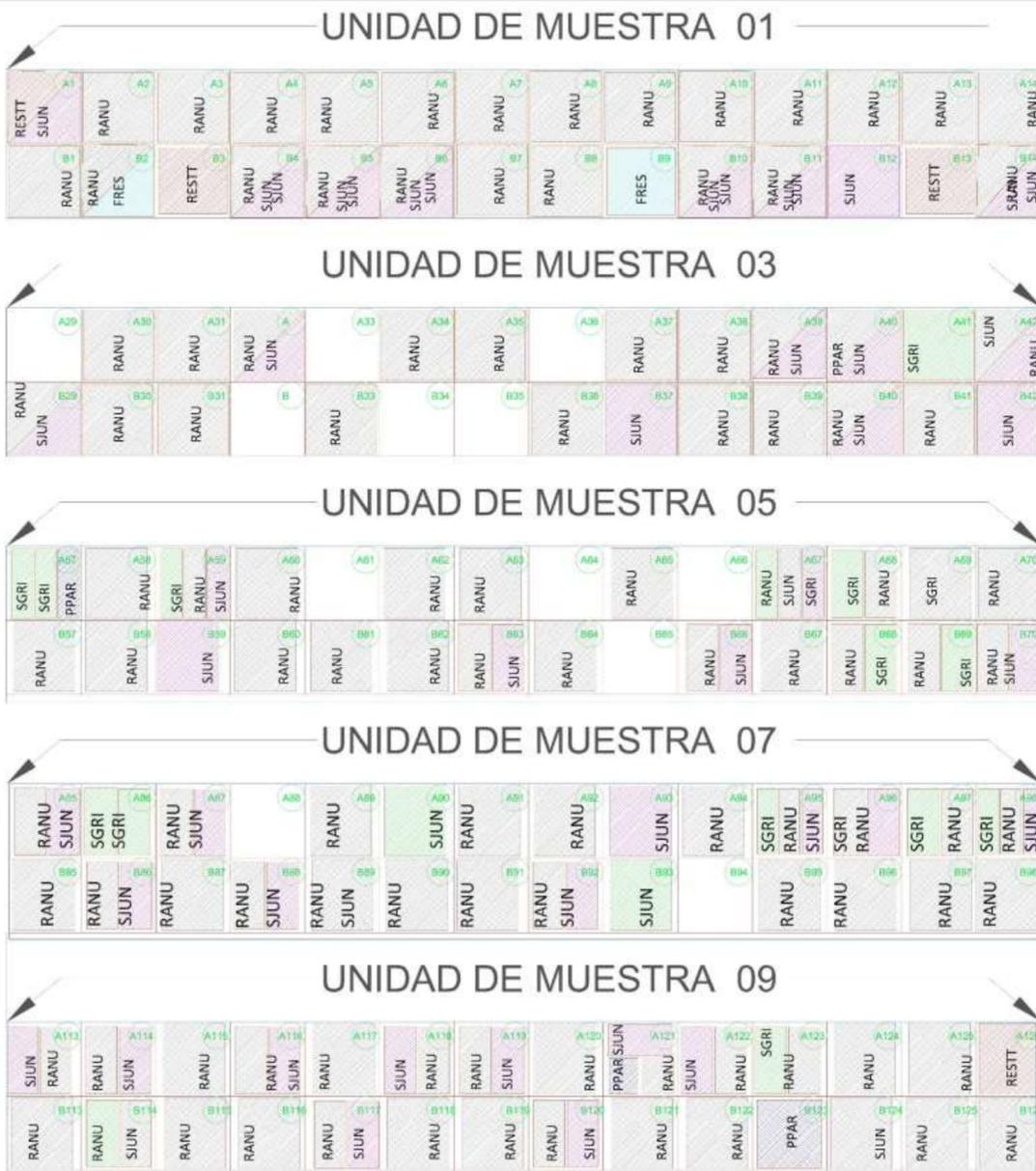
**PLANO DE PATOLOGÍAS**

PROF. DR. RAMIRO PALOMEDIO LUCAS ASTORGO  
 INGENIERO CIVIL  
 INGENIERIA CIVIL  
 DICIEMBRE 2018

PROF. DRA. FLOREZ PELECHA GERTRUDIS KALL  
 INGENIERA CIVIL  
 INGENIERIA CIVIL  
 OCTUBRE 2018

PROF. DRA. ROSA PATRICIA  
 INGENIERA CIVIL  
 INGENIERIA CIVIL  
 CALLEJA

**P-01**



### REPARACIÓN A ESPESOR PARCIAL

### LEYENDA

DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGIA
FRESADO	FRES
SELLADO DE GRIETAS	SGRI
SELLADO DE JUNTAS	SJUN
RANURADO	RANU
RESTAURACION	REST
PARCHEO PARCIAL	PPAR
PARCHEO PROFUNDO	PPRO

Se recomienda para las reparaciones lo siguiente:

- 1) Fresado**
  - Se realizará mediante una máquina fresadora la remoción del concreto, efectivo en casos cuando la reparación se extiende a todo el ancho del carril o a la mayor parte de él, tal es el caso de juntas longitudinales y transversales. El fresado produce una superficie muy rugosa e irregular que favorece un alto grado de trabazón entre el material de reparación y la losa existente.
- 2) Sellado de grietas**
  - Limpiar el área afectada con un compresor de aire caliente para lograr una apropiada adhesión del nuevo material, el cual se ejecutará un sellado en caliente para este tipo de reparación.
- 3) Sellado de juntas**
  - Se procederá a remover el viejo sellador y limpiar con agua a presión. Luego se aplicará el nuevo sellador llamado (sello de Silicón) o planchas de poliestireno expandido (tipo "plumavit"), que tiene una vida útil de 5 a 10 años.
- 4) Ranurado**
  - Se hará uso de un equipo (máquina de ranurado), que realizará de forma longitudinal o transversal, dependiendo de la severidad.
- 5) Restauración - Parcheo Parcial o Profundo**
  - Se efectúa la remoción y reemplazo de una porción del tercio superior o hasta la mitad del espesor de la losa con el fin de reparar daños superficiales. Asimismo se hará uso de un aditivo de puentes de adherencia epoxicos, entre el antiguo y nuevo hormigón.
  - La superficie reparada sea entregada al tránsito en un máximo de 48 horas después de terminada la reparación.
  - En consecuencia se diseñe un hormigón que cumpla con una resistencia a la compresión cubica de no menos de 25 MPa a las 48 horas.
  - La reparación se entregue al tránsito cuando esta resistencia se haya logrado controlándola mediante muestras tomadas durante el hormigonado y conservadas en las mismas condiciones que el pavimento.

### TRABAJOS DE REPARACIONES

UND	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE LOSAS
1	FRESADO	3
2	SELLADO DE GRIETAS	25
3	SELLADO DE JUNTAS	86
4	RANURADO	86
5	RESTAURACION	7
6	PARCHEO PARCIAL	4
7	PARCHEO PROFUNDO	1

**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE**

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO, APLICANDO EL MÉTODO PCI - (PAVEMENT CONDITION INDEX), EN LAS PISTAS DE LA AVENIDA UNIÓN ENTRE LA AVENIDA SALVADOR ALLENDE Y EL JIRÓN ICA, DISTRITO DE CALLERÍA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI, AÑO - 2018

TÍTULO: **REPARACIONES**

AVENIDA UNIÓN ENTRE LA AVENIDA SALVADOR ALLENDE Y EL JIRÓN ICA

REPORTE: **R-01**

ING. RAMÍREZ PALOMINO, LUIS ARTEMIO  
 FLOREST PULCHA, GYSON RALL  
 INGENIERIA  
 INGENIERÍA CIVIL  
 INDICADA  
 OCTUBRE 2018

UCAYALI  
 CORONEL PORTILLO  
 CALLERÍA