

UAP

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS

**“DIAGNOSTICO Y ANALISIS DEL ESTADO
SITUACIONAL DEL PAVIMENTO RIGIDO DE LA AV.
ANTONIO LORENA, APLICANDO EL METODO
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) EN
EL DISTRITO DE SANTIAGO – CUSCO, 2016.”**

**PRESENTADO POR:
Br. YELITZA RODRIGUEZ ZERECEDA**

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

**ASESOR TECNICO
Mgt. ING. CIVIL GORKI FEDERICO ASCUE SALAS**

CUSCO-PERU

AGRADECIMIENTO

Primeramente A Dios por ser mi guía y ayudarme a cumplir mis metas. Además mi eterno agradecimiento a mis padres por el apoyo incondicional como también Agradezco a mi asesor de tesis el Mgt. ing. Civil Gorki Federico Ascue Salas, quien acepto dirigirme, asesorarme en todo el desarrollo de la tesis.

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis a mis padres Walter Rodríguez Saji y Siona Zereceda Gutiérrez que siempre me apoyaron incondicionalmente y me acompañaron durante todo mi trayecto estudiantil y a mis amigos que siempre me ofrecieron todo su apoyo.

RESUMEN

Los pavimentos rígidos generalmente no cumplen su tiempo de vida útil es por tal motivo que las vías de mayor importancia de la ciudad del cusco se encuentran en malas condiciones y crean la necesidad de evaluar estos pavimentos tanto estructuralmente y superficialmente. Estas malas condiciones son consecuencia de factores de distinto origen y naturaleza, tales como las deficiencias en los diseños, el mal proceso constructivo y la falta de mantenimiento.

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se utilizó la metodología de tipo básico – aplicativo, en cuanto a la recolección y análisis de datos será de tipo cuantitativo y el nivel de la investigación es descriptivo.

Dicho trabajo se realizó con la finalidad de evaluar superficialmente el pavimento rígido de una vía aplicando el método Índice de Condición del Pavimento (PCI), según la Norma ASTM 5340-98, para la Vía existente de la Av. Antonio Lorena del distrito de Santiago, Provincia de Cusco, Departamento de Cusco. Primeramente se se evaluó todas las fallas localizadas según el nivel de severidad y posteriormente se calculó el PCI para determinar la condición actual de la Vía si el pavimento se encuentra en un estado malo, muy malo, regular, bueno, muy bueno o excelente, de acuerdo a dicho resultado proponer una alternativa de solución,

Al finalizar el trabajo se llegó a la conclusión que la Av. Antonio Lorena se encuentra en un estado REGULAR y se necesita realizar un mantenimiento correctivo o intensivo.

INDICE

AGRADECIMIENTO	I
DEDICATORIA	II
RESUMEN	IV
INDICE	V
INDICE DE TABLAS	XI
INDICE DE ANEXOS.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPÍTULO I.....	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. Problema de Investigación	16
1.1.1. Problema General.....	16
1.1.2. Problema Específico.....	16
1.2. Objetivos de Investigación	16
1.4.1. Objetivo General.....	16
1.4.2. Objetivo Especifico.....	16
1.3. Justificación de Investigación	17
1.3.1. Originalidad.....	17
1.3.2. Pertinencia	18
1.3.3. Relevancia	18
1.3.4. Oportunidad	19
1.3.5. Factibilidad	19
1.1. Hipótesis de Investigación	19
1.4.1. Hipótesis General	19
1.4.2. Hipótesis Especifico.....	19
1.2. Variable	20
1.3. Metodología de Investigación.....	20
CAPÍTULO II.....	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes De La Investigación.....	20
2.2. Marco Conceptual	21
2.2.1. Pavimento.....	21
2.2.2. Tipos de Pavimentos.....	21
2.2.3. Pavimento Rígido	21

2.2.3.1.	Elementos que integran un Pavimento Rígido	22
2.2.3.2.	Clasificación de Pavimento Rígido.....	27
2.2.4.	Comportamiento del Pavimento Rígido	27
2.2.4.1.	Comportamiento Estructural.....	28
2.2.4.2.	Comportamiento Funcional	28
2.2.5.	Evaluación de Pavimentos	28
2.2.5.1.	Tipos de Evaluación de Pavimentos	29
2.2.6.	Causas de Fallas	31
2.2.7.	Importancia de Evaluación de Pavimentos	33
2.2.8.	Diagnóstico del Estado del Pavimento.....	33
2.2.8.1.	Mantenimiento.....	33
2.2.8.2.	Rehabilitación.....	34
2.2.9.	Entidades Responsables de Mantenimiento en Pavimentos	36
2.2.9.1.	Marco Legal.....	36
CAPÍTULO III.....		41
MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI).....		41
3.1.	Introducción al Método PCI	41
3.2.	Definición del PCI.....	41
3.3.	Procedimiento de la Evaluación del PCI	43
3.3.1.	Unidades de Muestreo	43
3.3.2.	Determinación de las Unidades de Muestreo por Evaluación	45
3.3.2.1.	Evaluación a Nivel de Proyecto de Evaluación	45
3.3.2.2.	Evaluación a Nivel de Red Vial	47
3.3.3.	Selección de Unidades de Muestreo Adicionales	47
3.3.4.	Evaluación de la Condición	48
3.4.	Cálculo del PCI de las Unidades de Muestra	48
3.5.	Cálculo del PCI de una Sección de Pavimento	51
CAPÍTULO IV		52
APLICACIÓN DEL MÉTODO PCI EN EL DIAGNOSTICO DEL ESTADO SITUACIONAL EN EI PAVIMENTO RIGIDO		52
4.1.	Generalidades	52
4.2.	Evaluación Superficial Tramo N°1 de la Av. Antonio Lorena, Carril de Subida Sentido: De la Av. Grau a la Plazoleta al Cementerio Almudena.....	53
4.2.1.	Datos Generales de la vía.....	53
4.2.1.1.	Ubicación.....	53

4.2.1.2.	Descripción de la Sección del Tramo N°1	53
4.2.2.	División de las unidades de Muestra	54
4.2.3.	Selección de las Unidades de Muestra para Inspección	62
4.2.4.	Inspección de las unidades de Muestra	65
4.2.5.	Cálculo del PCI de las Unidades de Muestra	65
4.2.6.	Cálculo del PCI Para la Toda la Sección del Pavimento	66
4.3.	Evaluación Superficial del Tramo N°2 de la Av. Antonio Lorena, Carril de bajada Sentido: De la Plazoleta Cementerio Almudena hacia la Av. Grau.	67
4.3.1.	Datos Generales de la vía	67
4.3.1.1.	Ubicación	67
4.3.1.2.	Descripción de la Sección del Tramo N°2	67
4.3.2.	División de las unidades de Muestra	67
4.3.3.	Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección	75
4.3.4.	Inspección de las unidades de Muestra	78
4.3.5.	Cálculo del PCI de las Unidades de Muestra	78
4.3.6.	Cálculo del PCI Para la Toda la Sección del Pavimento	79
4.4.	Calculo de PCI promedio del tramo N°1 y Tramo N°2 para toda la Av. Antonio Lorena.	80
CAPÍTULO V		81
EVALUACIÓN DE LAS CAUSAS DEL DETERIORO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AV. ANTONIO LORENA		81
5.1.	Diseño del Proyecto	81
5.1.1.	Estudio de Trafico	81
5.1.1.1.	Objetivo del Estudio	81
5.1.1.2.	Alcances del Proyecto	81
5.1.1.3.	Características de la Vía	82
5.1.1.4.	Determinación del Tránsito Actual	82
5.1.1.5.	Composición Vehicular IMD	85
5.1.1.6.	Análisis del Trafico Proyectado	89
5.2.1.	Diseño del Espesor Estructural del Pavimento Rígido de la Av. Antonio Lorena	91
5.2.1.1.	Cálculo de Espesor del Pavimento	91
5.2.	Proceso Constructivo	92
5.2.1.	Características del Material Utilizado en el Diseño de Mezcla de Pavimento Rígido.	92
5.2.2.	Ensayo a Compresión del Concreto del Pavimento Rígido	93

5.3. Deficiente Mantenimiento	94
CAPÍTULO VI	96
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	96
6.1. Resultados Obtenidos por el Cálculo del Método de Condición de Pavimentos	96
6.2. obtenidos según las fallas evaluadas en toda la Av. Antonio Lorena	97
6.3. Cantidad de Fallas Evaluadas por Unidad de Muestra	98
6.4. Resumen de las fallas encontradas en la Av. Antonio Lorena	100
6.5. Resultados Obtenidos por Tipo de Falla y Severidad	102
6.6. Comparación de la confiabilidad del método	104
CONCLUSIONES	96
RECOMENDACIONES	99
BIBLIOGRAFÍA	100
ANEXOS	104

INDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1: Curva de deterioro de un pavimento Zona optima de rehabilitación	42
Grafico 2: Índice de Condición del Pavimento PCI-02. Carreteras con Superficie en Concreto Hidráulico.....	44
Grafico 3: Formato para la Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido	50
Grafico 4: Esquema del tramo N°1 del carril de Subida de la Av. Antonio Lorena	54
Grafico 5: Esquema del Ancho del carril de Subida de la Av. Antonio Lorena	54
Grafico 6: Esquema de la división de UMS-1 en el Tramo N°1.....	55
Grafico 7: Esquema de la división de UMS-2 en el Tramo N°1.....	56
Grafico 8: Esquema de la división de UMS-3 en el Tramo N°1.....	58
Grafico 9: Esquema de la división de UMS-4 en el Tramo N°1.....	59
Grafico 10: Esquema de la división de UMS-5 en el Tramo N°1.....	60
Grafico 11: Esquema de la división de UMS-6 en el Tramo N°1.....	61
Grafico 12: Evaluación del PCI de toda la Sección del Carril de Subida...	66
Grafico 13: Esquema del tramo N°2 del carril de bajada	67
Grafico 14: Esquema del ancho del carril de bajada de la Av. Antonio Lorena	68
Grafico 15: Esquema de la división de UMB-1 en el Tramo N°2.....	69
Grafico 16: Esquema de la división de UMB-2 en el Tramo N°2.....	70
Grafico 17: Esquema de la división de UMB-3 en el Tramo N°2.....	71
Grafico 18: Esquema de la división de UMB-4 en el Tramo N°2.....	72
Grafico 19: Esquema de la división de UMB-5 en el Tramo N°2.....	73
Grafico 20: Esquema de la división de UMB-6 en el Tramo N°2.....	74
Grafico 21: Evaluación del PCI de Toda la Sección del Carril de Bajada ..	79
Grafico 22: Evaluación del PCI de Toda la Av. Antonio Lorena	80
Grafico 23: Vista Satelital de la ubicación de la Av. Antonio	82
Grafico 24: Plano de Ubicación de estación de aforo.....	83
Grafico 25: Formato para Aforo Vehicular en la Estación Cementerio Almudena	84
Grafico 26: Composición Vehicular IMD Av. Antonio Lorena	86
Grafico 27: N° de Vehículos por día en la Av. Antonio Lorena.....	87
Grafico 28: Variación Horaria Av. Antonio Lorena	88
Grafico 29: Esquema para el cálculo de años de estudio	90
Grafico 30: Descripción Muestra 01	92
Grafico 31: Descripción Muestra 02	92
Grafico 32: Inventario general de condición nivel de servicio	96
Grafico 33: Índice de Estado Superficial del Pavimento y Categoría de Acción	97

Grafico 34: Porcentaje de Fallas analizadas en toda la Av. Antonio Lorena	98
Grafico 35: Promedio de Fallas evaluadas en cada Unidad de Muestra en el tramo N°1	99
Grafico 36: Promedio de Fallas evaluadas en cada Unidad de Muestra en el tramo N°2	100
Grafico 37: Resumen de fallas encontradas	101
Grafico 38: Porcentaje de fallas Evaluadas	102
Grafico 39: Tipo de Falla y Severidad.....	103
Grafico 40: Calculo de coeficiente de correlación UMS-1	105
Grafico 41: Calculo de coeficiente de correlación UMS-2	105
Grafico 42: Calculo de coeficiente de correlación UMS-3	89
Grafico 43: Calculo de coeficiente de correlación UMS-4	89
Grafico 44: Calculo de coeficiente de correlación UMS-5	90
Grafico 45: Calculo de coeficiente de correlacion UMB-1	92
Grafico 46: Calculo de coeficiente de correlación UMB-2	92
Grafico 47: Calculo de coeficiente de correlación UMB-3	93
Grafico 48: Calculo de coeficiente de correlación UMB-4	93
Grafico 49: Calculo de coeficiente de correlación UMB-5	94
Grafico 50: Calculo de coeficiente de correlación UMB-6	94

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 : Requerimientos Granulométricos para Sub-Base Granular.....	22
TABLA 2: Requerimientos de Calidad para Sub-Base Granular	23
TABLA 3: Requerimientos Granulométricos para Base Granular	24
TABLA 4: Valor Relativo de Soporte, CBR.....	24
TABLA 5: Requerimientos del Agregado Grueso de Base Granular	25
TABLA 6: Requerimientos del Agregado Fino de Base Granular	25
TABLA 7: Sustancias Dañinas	26
TABLA 8: Resistencia Mecánica del Agregado Grueso.....	26
TABLA 9: Pérdida por Ataque de Sulfatos.....	27
TABLA 10: Causas de los daños en los Pavimentos Rígidos	32
TABLA 11: Rango de Clasificación del PCI.....	42
TABLA 12: Resultado para ubicar los puntos A, B y C en la curva de deterioro.....	43
TABLA 13: Ejemplo de Nivel de Red Vial: Criterio de Muestreo	47
TABLA 14: Estaciones de Censos y Cronograma de Ejecución de Conteos Vehiculares	83
TABLA 15: Tráfico Actual en la Av. Antonio Lorena	85
TABLA 16: Composición Vehicular IMD Av. Antonio Lorena.....	86
TABLA 17: Tránsito Vehicular dos Sentidos en la Av. Antonio Lorena	89
TABLA 18: Proyección de Tráfico para los 8 años restantes.....	91
TABLA 19: Cálculo de Resistencia de Concreto	94
TABLA 20: Análisis de costo de operación para el pavimento rígido	96
TABLA 21: Porcentaje de Fallas Evaluadas.....	98
TABLA 22: Cálculo de la desviación estándar para el tramo N°1	104
TABLA 23: Cálculo de la desviación estándar para el tramo N°2	91
TABLA 24: Resumen de coeficiente de correlación.....	94

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1: HOJAS DE REGISTRO DE UNIDADES	104
ANEXO N° 2: ESTUDIOS REALIZADOS	13
ANEXO N° 3: PANEL FOTOGRAFICO	32
ANEXO N° 4: TABLAS Y CURVAS DEL VALOR DEDUCIDO DE CADA DANO.....	38
ANEXO N° 5: MANUAL DE DAÑOS PARA LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS.....	48
ANEXO N° 6: PLANOS	54

INTRODUCCIÓN

Camposano y García, 2012, indica: *“Las carreteras y vías urbanas son un factor muy importante en el desarrollo socio-económico de las regiones y países, a su vez el transporte es un elemento de gran influencia en la economía de las zonas urbanas y rurales, y el nivel de servicio de las carreteras contribuyen al desarrollo socio-económico en todos los sectores de la población. Por ello, es necesario de una adecuada planificación en los proyectos viales para que puedan garantizar y facilitar el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes. Dicho nivel de servicio está en función directa del estado superficial y estructura del pavimento y su estado de conservación es de gran importancia para la región, que se cuente con una red vial eficiente, que permita la comunicación entre sus diferentes núcleos urbanos y rurales “.*

Además, Armijos, 2009, indica: *“Conocer el estado de deterioro que tiene una vía es un componente vital en el sistema de mantenimiento de pavimentos, de modo que, mediante este se puede conseguir una proyección a futuro del estado del pavimento. Existe un sin número de métodos que permiten realizar una proyección a futuro del estado de un pavimento, unos más precisos que otros, pero todos estos coinciden en que si se cuenta con una cuantificación precisa de la condición actual se conseguirá una proyección exacta”.*

El presente trabajo de investigación: **“DIAGNÓSTICO DEL ESTADO SITUACIONAL DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. ANTONIO LORENA, APLICANDO EL MÉTODO DE INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) EN EL DISTRITO DE SANTIAGO – CUSCO, 2016”**, se elaboró *“con la finalidad de entender y aplicar conceptos y la teoría sobre la evaluación de pavimentos”* (Camposano y Garcia, 2012). Para ello se realizó una evaluación superficial de los pavimentos rígidos en la Av. Antonio Lorena (Santiago – Cusco), aplicando el método del Índice de Condición del Pavimento (Pavement Condition Index - PCI), de esta manera se diagnosticó las fallas originadas en el pavimento rígido para determinar sus causas de deterioro y luego proponer las posibles soluciones, que se empleó en la vía antes mencionad

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los pavimentos rígidos tienen una vida útil de “20 a 25 años” (IMDC, 2009), pero en algunos casos no son bien proyectadas, presentan deficiencias en el proceso constructivo o no se hacen los mantenimientos correspondientes al pavimento y por lo cual no cumplen con todas las expectativas para la cual fueron diseñadas o construidas. En muchos casos se espera que la estructura del pavimento se encuentre totalmente deteriorada, para realizar la demolición y reposición del pavimento, lo que genera mayores costos por no realizar los mantenimientos necesarios al pavimento.

Según la Revista Perú Construye – 2013, indica: *“La red Vial en el Perú está compuesta por 95 863 Km y considera preocupante que solo el 16% se encuentre pavimentada (con una extensión de 15 496 Km). El 84% restante se encuentra en estado afirmado o de trocha (con una extensión de 80 367 Km)”*.

Las malas condiciones del estado actual de las vías de mayor importancia de la Ciudad del Cusco, crean la necesidad de evaluar estos pavimentos tanto estructuralmente como en sus niveles de servicio. Estas malas condiciones son consecuencia de factores de distinto origen y naturaleza, tales como las deficiencias en los diseños, para los cuales se utilizaron metodologías inadecuadas que no tomaron en cuenta parámetros y factores importantes en su concepción. Asimismo, las deficiencias en la construcción y el uso de materiales de forma inadecuada, siendo la mayoría de estos de mala calidad. *“También se puede mencionar el elevado incremento de las cargas circulantes y de su frecuencia con respecto a las previstas en el diseño original, las deficiencias durante el proceso constructivo, el agua pluvial y subterránea e insuficiencia de sistemas de drenaje superficial y subterráneo”* (Dongo, 2011). Los pavimentos rígidos en la Av. Antonio Lorena en el Distrito de Santiago – Cusco, presentan deterioro casi en toda la vía, en las que se observan fallas en el pavimento, entre ellas; grietas lineales, losas divididas, parches

deteriorados, punzonamiento, etc. Las cuales fueron evaluados en el presente trabajo.

1.1. Problema de Investigación

1.1.1. Problema General

¿Cuál es el estado situacional del pavimento rígido aplicando el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) en la Av. Antonio Lorena en el distrito de Santiago – Cusco, 2016?

1.1.2. Problema Específico

- ✓ ¿Cuáles son los tipos y causas de fallas del pavimento rígido de la Av. Antonio Lorena del Distrito de Santiago – Cusco, 2016?
- ✓ ¿Cuáles son las alternativas de solución al estado situacional del pavimento rígido de la Av. Antonio Lorena del Distrito de Santiago – Cusco, 2016?
- ✓ ¿Por qué las entidades pertinentes no realizan el mantenimiento rutinario y periódico de los pavimentos rígidos en el Distrito de Santiago – Cusco, 2016?

1.2. Objetivos de Investigación

1.4.1. Objetivo General

Diagnosticar y analizar el estado situacional del pavimento rígido aplicando el método Índice de Condición del Pavimento (PCI) para identificar las posibles fallas y analizar las soluciones de la Av. Antonio Lorena del Distrito de Santiago – Cusco, 2016.

1.4.2. Objetivo Especifico

- ✓ Determinar las posibles fallas del pavimento rígido de la Av. Antonio Lorena del Distrito de Santiago – Cusco, 2016.

- ✓ Analizar las alternativas de solución del estado situacional del pavimento rígido de la Av. Antonio Lorena del Distrito de Santiago – Cusco, 2016.
- ✓ Determinar que entidades pertinentes son las encargadas del mantenimiento rutinario y periódico de los pavimentos rígidos.

1.3. Justificación de Investigación

En la actualidad la Ciudad del Cusco presenta desgaste de los pavimentos rígidos por lo tanto no cumplen con todas las expectativas para las que fue diseñada, a lo largo de toda su vida útil, ya que presentan deterioros en su estructura debido a muchos factores como puede ser: el mal diseño, cambios climáticos, la mala calidad de los materiales, el tránsito inadecuado de vehículos pesados, la insuficiencia de sistemas de drenaje superficial y subterráneo. Generando así muchos inconvenientes y molestias en la población en general.

“El mantenimiento rutinario y periódico prolonga sustancialmente la vida útil de los pavimentos, sin importar el tipo de rodadura que posea” (M.C.D.P, 2002), y “de esta manera disminuir el deterioro de la superficie de la estructura sea menor y resulte económico a medianos y grandes plazos si lo comparamos a una reconstrucción, o a alguna acción cuando el nivel de servicio y la capacidad estructural estén totalmente colapsadas” (Dongo, 2011).

En el presente trabajo se una evaluó superficialmente el pavimento rígido en el que se aplicó el método de Índice de Condición del Pavimento (PCI), para luego proponer alternativas de solución al estado situacional de la Av. Antonio Lorena en el distrito de Santiago – Cusco, 2016.

1.3.1. Originalidad

El trabajo planteado es original, por cuanto que, en la Municipalidad Distrito de Santiago, no se ha desarrollado ninguna investigación en lo que se refiere al diagnóstico del estado situacional de los pavimentos rígidos en la Av. Antonio

Lorena Distrito de Santiago – Cusco, 2016.

1.3.2. Pertinencia

El método del PCI, se aplica en:

- Pavimentos Rígidos
- Pavimentos Flexibles
- Aeropuertos

Por lo tanto; la aplicación del método PCI es el diagnóstico y análisis de pavimentos rígidos es pertinente

1.3.3. Relevancia

a. En lo teórico

Desde el punto de vista teórico, el presente trabajo de investigación permitirá enriquecer los conocimientos teóricos sobre la evaluación de una vía de pavimento rígido aplicando el método de PCI.

Igualmente se dará a conocer en general acerca del resultado del tema de estudio, ya que servirán como fuente de investigación y antecedente para la realización de otras investigaciones futuras relacionadas a este tema.

b. En lo práctico

Desde el punto de vista práctico, el estudio propone y da alcances sobre la identificación de fallas y sus causas que afecta al pavimento rígido, así poder cumplir con el periodo de diseño y minimizar los costos de mantenimiento.

c. En lo metodológico

La investigación es importante metodológicamente porque se propone un estudio que se desarrolla con las técnicas e instrumentos de la investigación de ingeniería y

esta aplicación servirá para casos similares como antecedente, marcando pautas para posteriores estudios.

1.3.4. Oportunidad

Es oportuna esta investigación por cuanto los resultados obtenidos serán de vital importancia para mejorar la funcionalidad y la vida útil de los pavimentos.

1.3.5. Factibilidad

Es factible, por cuanto se tiene acceso a la información concerniente a pavimentos, su estructura, parámetros de diseño etc. que es información de suma importancia para esta investigación, como también se tiene el apoyo de especialistas o conocedores sobre el tema de investigación.

1.1. Hipótesis de Investigación

1.4.1. Hipótesis General

El método de índice de condición del pavimento (PCI) nos ayuda al Diagnóstico del estado situacional del pavimento rígido del Distrito de Santiago – cusco, 2016.

1.4.2. Hipótesis Especifico

- ✓ El pavimento rígido de la Av. Antonio Lorena presenta diversas fallas al diagnóstico del pavimento rígido del Distrito de Santiago – cusco, 2016.
- ✓ Existen varias alternativas de solución al estado situacional del pavimento rígido de la Av. Antonio Lorena del Distrito de Santiago – cusco, 2016.

- ✓ Las entidades pertinentes encargadas del mantenimiento rutinario y periódico de los pavimentos rígidos, se hallan ausente y desconocen los procesos técnicos.

1.2. Variable

Variable 1

X1 = Estado situacional del pavimento

X2 = Deterioro físico

Variable 2

y1= Método de índice de condición del pavimento

y2= Fallas en el pavimento

1.3. Metodología de Investigación

➤ **Tipo y de investigación**

La investigación es de tipo básico - aplicativo ya que se aplica en la solución del problema para el mantenimiento de pavimentos rígidos.

En cuanto a la recolección y análisis de datos será de tipo cuantitativo.

➤ **Nivel de investigación**

El tipo de nivel de la investigación es descriptivo teniendo en cuenta que busca especificar las propiedades, dimensiones, características o cualquier otro fenómeno que se someterá a nuestro análisis.

➤ **Población**

En el estudio realizado se encuentra en a la siguiente población: Distrito de Santiago Pavimento Rígido de la Av. Antonio Lorena.

➤ **Muestra**

La muestra en el estudio realizado es:

Se toma en cuenta 948 metros, 632 losas tanto para el carril de subida y carril de bajada del pavimento rígido de la Av. Antonia Lorena del distrito de Santiago.

➤ **Técnicas**

- ✓ *Hojas de datos, o cualquier sistema de almacenamiento de información en campo que permita registrar: fecha, ubicación, componente, sección, tamaño de la unidad de muestra, número y tamaño de losa, tipos de falla, grado de severidad, cantidades y nombre del encargado de la inspección.*
- ✓ *Imágenes fotográficas*
- ✓ *Planos (Camposano y Garcia, 2012).*

➤ **Instrumentos:**

- ✓ Ficha de observación
- ✓ Ficha de registro de fallas
- ✓ Ficha de aforo vehicular

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes De La Investigación

El documento de la AEPO - Ingenieros Consultores de España indica respecto a la evaluación de pavimentos que *"de acuerdo con la tendencia de gran número de países, también en España se tendrá que dar prioridad a la conservación frente a la construcción. Ya que controlar el deterioro de las carreteras existentes resulta más rentable que la expansión de la red. Los recursos asignados para la conservación se han aproximado a los recursos para construcción en los últimos años, y se estima que, en el futuro, hasta el 50 por 100 de la inversión se dedicará a la rehabilitación y reconstrucción de los pavimentos. La decisión más difícil que ha de tomar el ingeniero es cómo y cuándo rehabilitar el pavimento de manera rentable. Una decisión de esta naturaleza no se puede realizar sin una información a tiempo y precisa sobre el estado del firme"* (AEPO, 1997).

Tesis: (Camposano y García, 2012). *"Realiza un diagnostico visual para el tramo de la vía existente Av. 24 de Junio y Av. Argentina Huancayo haciendo uso del método PCI, según el criterio y parámetros de la Norma ASTM 5340-98 Método de Evaluación del PCI, el cual pretende saber las condiciones actuales de la estructura y la superficie de rodadura, con un trabajo de campo, en el cual se realiza el recorrido de la vía anotando las fallas localizadas y determinando la severidad de las mismas."*

Tesis: (Dongo, 2011). *"El presente proyecto se justifica en la urgente necesidad de hacer de la evaluación de pavimentos una actividad permanente para así poder mantenerlos en estados óptimos y no carentes de tratamientos efectivos, siendo mayor esta necesidad en vías de importancia como la avenida Huayruopata, que es un sistema colector y una vía principal de segundo orden. El mantenimiento rutinario de una vía implica la evaluación de su estructura interna y de la carpeta de rodadura, las acciones a desarrollarse entonces serían menores, si se mantiene"*

Periódicamente, esto, sumado a todos los años que tiene una vía de vida útil, resulta muy económico a medianos y grandes plazos si lo comparamos a una reconstrucción, o a alguna acción cuando el nivel de servicio y la capacidad estructural estén totalmente colapsadas”.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Pavimento

Es una estructura que se encuentra constituida por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y se construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de la vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de restringir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento (*Montejo, 2006*).

2.2.2. Tipos de Pavimentos

Se tienen los siguientes tipos de pavimentos: Asfáltico o Flexible, de concreto portland o rígido, compuesto, semirrígidos o segmentados, afirmados y de tierra (*Menéndez, 2013*).

2.2.3. Pavimento Rígido

Son aquellos en los que la losa de concreto de cemento Portland (C.C.P.), es el principal componente estructural, que alivia las tensiones en las capas subyacentes por medio de su elevada resistencia a la flexión, cuando se genera tensiones y deformaciones de tracción bajo la losa, producen su figuración por fatiga, después de un cierto número de repeticiones de carga. La capa inmediatamente inferior a las losas de C. C. P. denominada sub-base, por esta razón, puede ser constituida por materiales cuya capacidad de soporte sea

inferior a la requerida por los materiales de la capa base de los pavimentos flexibles (Umss, 2010).

2.2.3.1. Elementos que integran un Pavimento Rígido

➤ Subrasante

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño. El espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la subrasante (Altamirano, 2007).

TABLA 1 : Requerimientos Granulométricos para Sub-Base Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A *	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 – 95	100	100
9,5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4,75 mm (Nº 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2,0 mm (Nº 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4,25 mm (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 mm (Nº 200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: Sección 304 de las EG-2000 del MTC.

TABLA 2: Requerimientos de Calidad para Sub-Base Granular

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		< 3000 msnmm	> 3000 msnmm
Abrasión Los Angeles	NTP 400.019:2002	50 % máximo	
CBR de laboratorio	NTP 339.145:1999	30-40 % mínimo* 30 % para pavimento rígidos y 40% para pavimentos flexibles	
Limite Líquido	NTP 339.129:1998	25% máximo	
Índice de Plasticidad	NTP 339.129:1998	6% máximo	4% máximo
Equivalente de Arena	NTP 339.146:2000	25% mínimo	35% mínimo
Sales Solubles Totales	NTP 339.152:2002	1% máximo	

Fuente: Sección 304 de las EG-2000 del MTC.

➤ Subbase

Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de subrasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase. La subbase debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento. Se utiliza además como capa de drenaje y protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que generalmente se usan materiales granulares. Al haber capilaridad en época de heladas, se produce un hinchamiento del agua, causado por el congelamiento, lo que produce fallas en el pavimento, si éste no dispone de una subrasante o subbase adecuada. Esta capa de material se coloca entre la subrasante y la capa de base, sirviendo como material de transición, en los pavimentos flexibles (Altamirano, 2007).

TABLA 3: Requerimientos Granulométricos para Base Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A *	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 – 95	100	100
9,5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4,75 mm (Nº 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2,0 mm (Nº 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4,25 mm (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 mm (Nº 200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: Sección 304 de las EG-2000 del MTC.

TABLA 4: Valor Relativo de Soporte, CBR

Vías Locales y Colectoras	Mínimo 80%
Vías Arteriales y Expresas	Mínimo 100%

Fuente: Sección 304 de las EG-2000 del MTC.

TABLA 5: Requerimientos del Agregado Grueso de Base Granular

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		Altitud	
		< 3000 msnmm	> 3000 msnmm
Partículas con una cara fracturada	MTC E – 210 (1999)	80 % máximo	
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E – 210 (1999)	40% mínimo	50% mínimo
Abrasión Los Ángeles	NTP 400.019:2002	40% máximo	
Sales Solubles	NTP339.152:2002	0,5% máximo	
Pérdida con Sulfato de Sodio	NTP 400.016:1999	---	12% máximo
Pérdida con Sulfato de Magnesio	NTP 400.016:1999	---	18% máximo

Fuente: Sección 304 de las EG-2000 del MTC.

TABLA 6: Requerimientos del Agregado Fino de Base Granular

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		Altitud	
		< 3000 msnmm	> 3000 msnmm
Índice Plástico	NTP 339.129:1998	4 % máximo	2% máximo
Equivalente de arena	NTP 339.146:2000	35% mínimo	45% mínimo
Sales Solubles	NTP 339.152:2002	0,5% máximo	
Índice de durabilidad	MTC E – 214 (1999)	35% máximo	

Fuente: Sección 304 de las EG-2000 del MTC.

➤ Superficie de rodadura

Es la capa superior de la estructura de pavimento, construida con concreto hidráulico, por lo que debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, basan su capacidad portante en la losa, más que en la capacidad de la subrasante, dado que no usan capa de base. En general, se puede indicar que el concreto hidráulico distribuye mejor las cargas hacia la estructura de pavimento (Altamirano, 2007).

TABLA 7: Sustancias Dañinas

Características	Norma	Agregado Fino	Agregado grueso
Partículas deleznales, máximo	MTC E – 212 (1999)	3%	3%
Material más fino que el tamiz normalizado 75 mm (N°200)	NTP 339.132:1998	3 % *	1%
Carbón y lignito, máximo.	MTC E – 215 (1999)	0.5%	0.5%
Impurezas orgánicas, máximo	NTP 400.024:1999	Placa orgánica N° 1 ó 2 Color Gardner Estándar N° 5 u 8	N.A.**

Fuente: Sección 304 de las EG-2000 del MTC

* En el caso de arena obtenida mediante trituradora de rodillos y si el material está libre de limos y Arcillas, este límite podrá ser aumentado a 5%.

** No Aplicable.

TABLA 8: Resistencia Mecánica del Agregado Grueso

Métodos	No mayor que
Abrasión Los Ángeles (NTP 400.019:2002)	50.0%

Fuente: Sección 304 de las EG-2000 del MTC.

Los agregados a usarse en la elaboración de concreto hidráulico que va a estar sujeto a ciclos de congelación y deshielo, deben cumplir los requisitos de resistencia a la desagregación por medio de ataque de soluciones, indicados en la Tabla 8.

TABLA 9: Perdida por Ataque de Sulfatos

Agregado Fino		Agregado Grueso	
Si se utiliza solución de sulfato de sodio NTP 400.016:1999	Si se utiliza solución de sulfato de magnesio NTP 400.016:1999	Si se utiliza solución de sulfato de sodio NTP 400.016:1999	Si se utiliza solución de sulfato de magnesio NTP 400.016:1999
10%	15%	12%	18%

Fuente: Sección 304 de las EG-2000 del MTC

El equivalente de arena del agregado fino NTP 339.146:2000 utilizado en concreto de Pavimentos será igual o mayor a 75%.

2.2.3.2. Clasificación de Pavimento Rígido

Concreto Hidráulico Simple

No contiene armadura en la losa y el espaciamiento entre juntas es pequeño (entre 2.50 a 4.50 metros ó 8 a 15 pies). Las juntas pueden o no tener dispositivos de transferencia de cargas (dovelas) (*Altamirano, 2007*).

Concreto Hidráulico Reforzado

Tienen espaciamientos mayores entre juntas (entre 6.10 y 36.60 metros ó 20 a 120 pies) y llevan armadura distribuida en la losa a efecto de controlar y mantener cerradas las fisuras de contracción (*Altamirano, 2007*).

Concreto Hidráulico Reforzado Continuo.

Tiene armadura continua longitudinal y no tiene juntas transversales, excepto juntas de construcción. La armadura transversal es opcional en este caso. Estos pavimentos tienen más armadura que las juntas armadas y el objetivo de esta armadura es mantener un espaciamiento adecuado entre fisuras y que éstas permanezcan cerradas (*Altamirano, 2007*).

2.2.4. Comportamiento del Pavimento Rígido

2.2.4.1. Comportamiento Estructural

El comportamiento estructural del pavimento de concreto está asociado a la capacidad estructural que tiene para soportar o resistir las solicitaciones de carga al que estará sometido durante su período de vida útil; ya que las cargas de los vehículos pesados producen una pérdida lenta y progresiva de la capacidad de soporte de la estructura del pavimento. La principal característica estructural de los pavimentos de concreto es la transmisión de cargas a través de juntas o grietas. Por lo tanto, la forma más frecuente de establecer la capacidad estructural de un pavimento de concreto es determinando la deflexión o desplazamiento vertical a lo largo de las juntas y borde del pavimento.

2.2.4.2. Comportamiento Funcional

El comportamiento funcional de un pavimento de concreto está asociado a la capacidad funcional que tiene para brindar una superficie segura y cómoda al usuario, la regularidad o rugosidad superficial es la característica predominante y la más percibida por el usuario ya que afecta la calidad de la rodadura, la textura de un pavimento es un parámetro crítico en la comodidad y seguridad de los usuarios y necesario para la conservación de carreteras, el trazado de la carretera se relaciona con los cambios angulares vertical y horizontal del pavimento. Una curva de radio demasiado pequeño, para la velocidad del proyecto, puede requerir reducciones de velocidad y además causar accidentes (www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_102_181_62_937).

2.2.5. Evaluación de Pavimentos

Mediante la evaluación de pavimentos podemos determinar el estado en que se encuentra la estructura de la vía y determinar las medidas necesarias para que pueda cumplir condición necesaria para proveer a los usuarios un manejo seguro y confortable.

En general, la evaluación de un pavimento consiste en determinar los daños existentes en éste, así como las causas de origen. Asimismo, tiene por objeto

establecer un diagnóstico que permita seleccionar y proyectar la solución de mantenimiento o rehabilitación más adecuada para cada uno de los tramos homogéneos en que puede dividirse la carretera en estudio.

En la evaluación se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Debe ser sistemática y permanente, a fin de detectar los daños tan pronto como se presentan y tomar de inmediato las medidas preventivas o correctivas más adecuadas.
- ✓ No se debe asumir determinadas condiciones o propiedades de los materiales, dado que esto puede impedir que se obtengan los resultados deseados.
- ✓ Se debe distinguir entre los daños que influyen en la calidad del tránsito, y aquellos que se refieren al deterioro y reducción de la capacidad de carga del pavimento.
- ✓ Condición de drenaje. La presencia de bombeo en juntas y grietas me indica que hay deficiencias en el drenaje.

(www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_102_181_62_937).

2.2.5.1. Tipos de Evaluación de Pavimentos

Evaluación Funcional

Se entiende por evaluación funcional la inspección superficial realizada en una vialidad con el objeto de determinar los deterioros que afectan al usuario, pero que no comprometen la capacidad estructural del pavimento.

Existen diferentes indicadores para establecer el estado superficial de un pavimento. Cada indicador generalmente es expresado a través de fórmulas, en las que se recoge una serie de parámetros del pavimento. Para cada indicador existen tablas en las cuales se dan valores que indican en que condición se encuentra el pavimento, generalmente cada país en su norma de pavimentos

establece estos límites. En el caso de nuestro país no existe una norma respecto a estos indicadores, solo existe un reglamento de especificaciones técnicas generales para la construcción de carreteras, aprobado con R.D.N 1146 – 2000 – MTC / 15.17 del 27 de diciembre del 2000. En este reglamento, en lo referente al tema de rehabilitación sólo se hace mención de algunas técnicas de rehabilitación superficial para pavimentos asfálticos.

(www.cuevadelcivil.com/2010/03/evaluacion-de-pavimentos.htm).

Entre los principales indicadores del estado superficial del pavimento tenemos:

- Índice de serviciabilidad presente (PSI).
- Índice de regularidad internacional (IRI).
- Índice de estado (IE).

Evaluación Estructural

A través de la evaluación estructural se obtienen respuestas sobre el comportamiento del pavimento como estructura, sometida a las sollicitaciones impuestas por las cargas generadas por el tráfico y la acción de los agentes ambientales, como temperatura, humedad, etc.

Los métodos de evaluación estructural se dividen en dos grupos, los Ensayos Destructivos y los Ensayos No Destructivos (*Gonzales, 2002*).

Entre los ensayos destructivos más conocidos están las calicatas que nos permiten obtener una visualización de las capas de la estructura expuestas, a través de las paredes de esta y realizar ensayos de densidad “in situ”. Estas determinaciones permiten obtener el estado actual del perfil a través de las propiedades reales de los materiales que lo componen. Por otro lado se pueden efectuar ensayos mediante perforaciones con la ayuda de equipos de calado, barrenos, saca muestras, etc. Esta metodología, en comparación con las calicatas es más sencilla, menos costosa, más rápida y provoca menores interrupciones en el tránsito. Como desventaja, no se puede realizar determinaciones de densidad “in situ” por cuestiones de espacio. Solo puede registrar potencia de cada capa (*Lloza, 2006*).

En cuanto a los ensayos no destructivos, estos se pueden llevar a cabo mediante medidas de las deflexiones que son una herramienta importante en el análisis no destructivo de los pavimentos. La magnitud de la deflexión deformada producida por la carga, son útiles para investigar las propiedades “in situ” del pavimento. Se trata de aplicar una solicitación tipo y medir la respuesta de la estructura, sistema quizás más difundido de medición de deflexiones es mediante el empleo de la Viga Benkelman, Otro equipo con el que se pueden realizar mediciones es con un deflectómetro de Impacto. Este es un método no destructivo, que sirve para la evaluación estructural de pavimentos y conocimiento detallado de su estado (Lloza, 2006).

Evaluación Superficial

La evaluación visual de un pavimento puede ser definida como la observación periódica del mismo, con el fin de determinar la naturaleza y extensión de los deterioros en el pavimento existente. Para el caso en que se va a proyectar una sobrecapa de refuerzo, tales datos son extremadamente importantes debido al impacto directo que tienen sobre el comportamiento del refuerzo, ya que si estos deterioros no son reparados, pueden desencadenar fallas como por ejemplo reflexión de fisuras. Este tipo de evaluación es también importante porque permite determinar el tratamiento más adecuado que requiere la superficie del pavimento antes de colocar la sobrecapa de refuerzo.

(www.cuevadelcivil.com/2010/03/evaluacion-de-pavimentos.htm).

La metodología de la evaluación visual comprende los siguientes pasos:

- Identificar las fallas y las posibles causas de las mismas.
- Se ubican las fallas en una hoja de evaluación adoptada al efecto.
- Se determina el grado de severidad y la extensión de las fallas.
- Se cuantifica en gabinete la información recogida en

2.2.6. Causas de Fallas

Los daños en los pavimentos de concreto hidráulico se deben a distintas causas como se muestra en el siguiente tabla 10.

TABLA 10: Causas de los daños en los Pavimentos Rígidos

FALLA	CAUSAS
Tráfico de Diseño	Cargas mayores a las de diseño Incremento del tráfico
Proceso Constructivo	Deficiencias en los procesos constructivos
Deficiencias de Proyecto	Diseños inadecuados Mala calidad y dosificación de los materiales Mala valoración en la sub-rasante
Factores Ambientales	Elevación de la napa freática, Inundaciones Lluvias, congelamiento, sales
Deficiente Mantenimiento	Técnicas inadecuadas de mantenimiento Falta de conservación

Fuente: Llosa, 2006.

- **Tráfico de Diseño:** en muchos casos se tiene un tráfico de diseño del pavimento incorrecto, las cargas son bastante mayores a las previstas. Se debe a errores en la aproximación de cargas o también al incremento en el tráfico con los años (*llosa, 2006*).
- **Proceso Constructivo:** deficiencias en los procesos constructivos hacen una estructura débil del pavimento. Esto se debe a inadecuados espesores y mezclas Así como una deficiencia en la distribución y compactación de las capas (*llosa, 2006*).
- **Deficiencias de Proyecto:** Diseños inadecuados y una mala valoración de la subrasante. Por otro lado, a veces se tiene una mala calidad y dosificación de las mezclas asfálticas y mala calidad de materiales usados en la producción (*llosa, 2006*).
- **Factores Ambientales:** Elevación de la capa freática, inundaciones, lluvias prolongadas, variación térmica, congelamiento, sales nocivas. Así como una insuficiencia en el drenaje superficial o profundo (*llosa, 2006*).

- **Deficiente Mantenimiento:** Falta de mantenimiento y conservación (Ilosa, 2006).

2.2.7. Importancia de Evaluación de Pavimentos

La evaluación de pavimentos es importante, pues permitirá conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie, y de esta manera realizar las correcciones, consiguiendo con ello brindar al usuario una serviciabilidad óptima. Con la realización de una evaluación periódica del pavimento se podrá predecir el nivel de vida de una red o un proyecto.

La evaluación de pavimentos, también permitirá optimizar los costos de rehabilitación, pues si se trata un deterioro de forma temprana se prolonga su vida de servicio ahorrando de esta manera gastos mayores (Armijos, 2009).

2.2.8. Diagnóstico del Estado del Pavimento

Un diagnóstico son el o los resultados que se arrojan luego de un estudio, evaluación o análisis sobre determinado ámbito u objeto. El diagnóstico tiene como propósito reflejar la situación, estado o sistema para que luego se proceda a realizar una acción o tratamiento que ya se preveía realizar o que a partir de los resultados (*Definicion.mx/diagnostico*).

Después de haber analizado toda la información referente al estado del pavimento, se procede a determinar el tipo de trabajo que requiere la estructura, para lo cual tenemos dos alternativas: mantenimiento y rehabilitación.

(www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_102_181_62_937.pdf).

2.2.8.1. Mantenimiento

En todo tipo de pavimento los deterioros pueden ser pequeños al principio, pero más adelante probablemente sean más serios y aceleren la falla de la vía. Por ello, una obra requiere un mantenimiento adecuado y continuo para cuando menos asegurar su vida útil y proporcionar un servicio adecuado. Los pavimentos

se deterioran a medida que pasa el tiempo debido a las cargas del tráfico y por lo tanto estos pavimentos tienen que ser mantenidos para asegurar que cumplan con su función (Ilosa, 2006).

Tipos de Mantenimiento

Mantenimiento Preventivo: Este mantenimiento previene o reduce un daño mayor reparando pequeños defectos antes de que éstos se hagan más grandes; así como colocar una nueva superficie en secciones de vialidades, cuando el desgaste de éstas sea visible aunque no haya evidencia de fallas locales. Los tipos de operaciones preventivas pueden ser el reemplazo de un material bituminoso oxidado en un concreto asfáltico por medio de tratamientos en la superficie, recubrimientos ligeros o sellos de lechadas. Estas operaciones son de tipo preventivo siempre y cuando tomen lugar antes que un deterioro se haga presente (N.T.P.C).

Mantenimiento Correctivo: se requiere cuando el deterioro de la vía es tan evidente como para necesitar una reparación inmediata. Este procedimiento incluye el bacheo de huecos en la superficie, la reparación en los bordes, la nivelación de depresiones y huellas, así como los procedimientos que sean necesarios para reparar o corregir condiciones no deseadas en la capa de rodamiento.

El mantenimiento mayor incluye actividades que se aplican a toda el área de un tramo, éstas pueden estar precedidas por acciones preparatorias de mantenimiento menor.

El mantenimiento menor incluye acciones que se aplican a pequeñas áreas del Pavimento para corregir fallas localizadas, mejorar su condición y/o controlar el deterioro (N.T.P.C).

2.2.8.2. Rehabilitación

Se requiere cuando los deterioros del pavimento abarcan un área bastante grande y resultan entonces ineficaces y antieconómicos los métodos de

mantenimiento ordinarios. Este procedimiento consiste en reparar las capas del pavimento dañadas en superficies extensas y restituir las a su anterior estado (N.T.P.C). Los trabajos de rehabilitación de pavimentos según su finalidad se clasificarán en estructurales y superficiales. Las primeras tendrán por objeto aumentar significativamente la capacidad estructural del pavimento existente, adecuándola a las acciones del tráfico previsto durante su período de servicio. El objeto de las segundas será conservar o mejorar sus características funcionales (seguridad, comodidad, etc.) y la protección del pavimento en su conjunto (aumento de la durabilidad, impermeabilidad, uniformidad, aspecto, etc.).

Los trabajos de rehabilitación estructural, adecuadamente proyectados y construidos, darán solución a ambos tipos de rehabilitación, ya que supondrá la mejora de la regularidad longitudinal, transversal y de la textura superficial.

(www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_102_181_62_937.pdf).

2.2.9. Entidades Responsables de Mantenimiento en Pavimentos

2.2.9.1. Marco Legal

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones Norma CE.010 Pavimentos Urbanos del capítulo 6 indica lo siguiente:

MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS

6.1 OBJETO

Este Capítulo tiene por objeto regular los aspectos técnicos relacionados con el Mantenimiento de los pavimentos, con la finalidad de conservar la infraestructura urbana, manteniendo el orden, la circulación y el tránsito; así como uniformizar los criterios de mantenimiento y rehabilitación.

6.2 RESPONSABILIDAD POR LA GESTION DEL MANTENIMIENTO

Corresponde a las Municipalidades y comprende principalmente cinco responsabilidades:

- a) Planeamiento del programa anual, incluyendo la previsión de los recursos y el Presupuesto necesarios.
- b) Disponer que los fondos sean asignados adecuadamente en toda la Red Vial y decidir las prioridades.
- c) Programar y autorizar los trabajos.
- d) Responsabilizarse de que las cuadrillas involucradas en el mantenimiento lo hagan de manera adecuada y efectiva.
- e) Monitorear la calidad y efectividad de las actividades de mantenimiento.

6.3 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

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 continua en todas las vías, Independientemente de sus características o volumen del tráfico. Por ejemplo: barrido, limpieza de drenes y cunetas, mantenimiento de alcantarillas y mantenimiento de la señalización.

b) Mantenimiento recurrente, requerido a intervalos pre establecidos 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, reparación de bermas y señalización superficial (pintado).

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.

6.4 TAREAS DE MANTENIMIENTO

Se refiere a la secuencia de trabajos necesarios para las Actividades de Mantenimiento:

a) Inventario. Es el registro de las características básicas de cada sección de la Red Vial.

b) Inspección. Consiste en la auscultación del pavimento y la medición de su Condición.

c) Determinación del tipo de mantenimiento. Es el análisis de las fallas y definición de las actividades de mantenimiento necesarias.

d) Estimación de recursos. Es el costeo del programa de mantenimiento para definir el presupuesto.

e) Identificación de prioridades. Etapa en la que se decide el orden de prelación cuando los recursos son limitados.

f) Programa de trabajo y medición del comportamiento. Es la etapa en la que se controla el, trabajo que está siendo ejecutado.

g) Monitoreo. Verificación de la calidad y efectividad del trabajo.

CAPÍTULO III

MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

3.1. Introducción al Método PCI

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 (*Vásquez, 2002*).

3.2. Definición del PCI

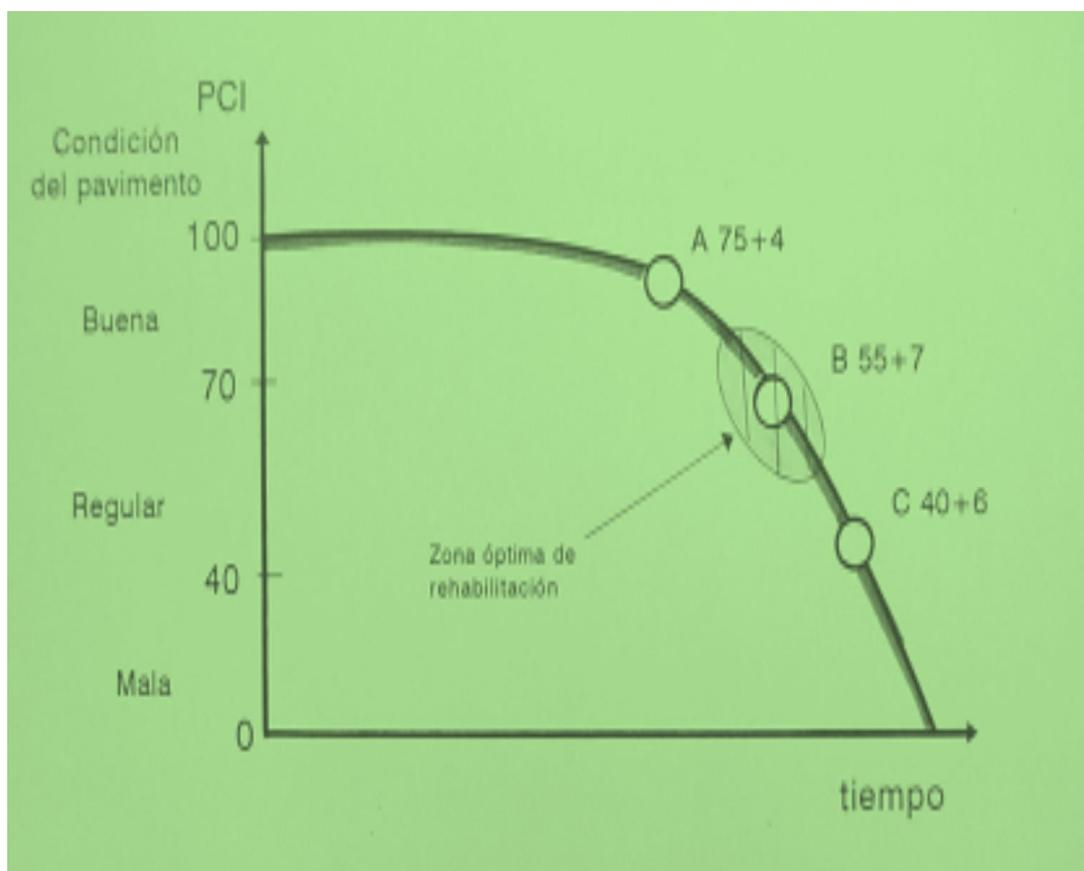
Deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un factor clave, 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 la tabla N° 11 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento. 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 de 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 (*Vásquez, 2002*).

TABLA 11: Rango de Clasificación del PCI

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

Fuente: Pavemet Condition Index (PCI).

Grafico 1: Curva de deterioro de un pavimento Zona optima de rehabilitación



Fuente: Jugo, 2005.

TABLA 12: Resultado para ubicar los puntos A, B y C en la curva de deterioro

PUNTO	PCI	CARACTERISTICAS
A	70±4	El pavimento empieza a necesitar mantenimiento menor.
B	55±7	Se inicia incremento de tasa de deterioro. Zona óptima de rehabilitación.
C	40±6	Inicio de zona de falla, se requieren mayor acciones de mantenimiento

Fuente: Jugo, 2005.

3.3. Procedimiento de la Evaluación del PCI

El procedimiento para la evaluación de un pavimento comprende: una etapa de trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta su clase, severidad y extensión de cada uno de ellos y una segunda fase que será el cálculo. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin (Vásquez, 2002).

Para la inspección de pavimentos de concreto, como es el caso de la vía que se analizara se utilizara el formato que se muestra en el grafico n° 2.

3.3.1. Unidades de Muestreo

Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura. Carreteras con capa de rodadura en 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 ± 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 (vasquez, 20).

Gráfico 2: Índice de Condición del Pavimento PCI-02. Carreteras con Superficie en Concreto Hidráulico

 UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS		UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS		
		EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRAULICO		
Nombre de la vía: Evaluado por: Fecha: Abscisa inicial: Abscisa final:		Esquema . A . B . C . D . 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1		
Tipos de Falla 21. Blow up / Bucling. 22. Grieta de esquina. 23. Losa dividida. 24. Grieta de Ductilidad "D". 25. Escala. 26. Sello de junta. 27. Desnivel Carril / Berma. 28. Grieta lineal. 29. Parcheo (grande). 30. Parcheo (pequeño).		31. Pulimiento de agregados. 32. Popouts. 33. Bombeo 34. Punzonamiento. 35. Cruce vía férrea. 36. Desconchamiento. 37. Retracción. 38. Descascaramiento de esquina. 39. Descascaramiento de junta.		
N° Falla	Severidad	N° Losas	Densidad (%)	Valor Deducido
Total VD =				0.00
Número de deducidos > 2 (q):				0
Valor deducido más alto (HDVI)				0
Número admisible de deducidos (mi):				0.00

Fuente: Pavement condition index (PCI).

3.3.2. Determinación de las Unidades de Muestreo por Evaluación

La inspección de todas las unidades de prueba en una sección de pavimento puede requerir considerable esfuerzo, especialmente si la sección es grande. Para limitar la cantidad de recursos requeridos para la inspección, se ha desarrollado una aproximación razonable del PCI, estimado por inspección solo un número limitado de unidades de prueba. Es así que tenemos dos métodos de inspección (M.C.D.P, 2010).

- Evaluación de una red
- Evaluación de un proyecto

3.3.2.1. Evaluación a Nivel de Proyecto de Evaluación

El primer paso en la evaluación es determinar el número mínimo de unidades de prueba (n) que serán evaluadas para obtener una adecuada estimación de PCI de la sección (M.C.D.P, 2010).

El número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95% (Vasquez, 2002).

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

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%)

σ : 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 (Vasquez, 2002).

- **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:

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

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

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

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

a) 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 (Vasquez, 2002).

3.3.2.2. Evaluación a Nivel de Red Vial

Una evaluación Nivel de Red Vial. Puede ser realizada por solo evaluar algunas unidades de prueba por sección. La tabla N°12 proporciona un ejemplo del criterio usado por las agencias para determinar el número de unidades de prueba a evaluar en nivel de red (M.C.D.P, 2010).

TABLA 13: Ejemplo de Nivel de Red Vial: Criterio de Muestreo

# de unidades de prueba en la sección (N)	# de unidades a ser inspeccionadas (n)
1 - 5	1
6 - 10	2
11 - 15	3
16 - 40	4
> 40	10 % (redondeado al inmediato superior)

Fuente: Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots, M. Y. Shahin, 1994

3.3.3. 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 (Vasquez, 2002).

3.3.4. Evaluación de la Condición

La evaluación de condiciones de todo asfalto, superficies imprimadas y pavimento de concreto, envuelve lo siguiente:

Los procedimientos usados para realizar un estudio de la condición del PCI varía dependiendo del tipo de la superficie del pavimento a evaluarse. Para todos los tipos de superficie, la sección del pavimento debe ser primero en las unidades de prueba (M.C.D.P, 2010).

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

a) Equipo.

- ✓ Odómetro manual para medir 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.

b) 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.

3.4. Cálculo del PCI de las Unidades de Muestra

Cuando la evaluación de condición de pavimentos se ha completado para cada unidad de prueba elegida, los resultados son utilizados para hallar el PCI. El cálculo de PCI está basado en valores deducidos para cada anomalía. El cálculo del PCI está basado en los factores deducidos de los valores de peso 0 a 100 indican el impacto que cada anomalía tiene en la condición del pavimento. Un valor deducido de 0 indica que una anomalía no tiene efecto en el rendimiento del pavimento, de esa manera, un valor de 100 indica una anomalía sumamente seria (M.C.D.P, 2010).A continuación se realiza una descripción de cada paso.

1. Cálculo de los Valores Deducidos.

- a) Contabilice el número de LOSAS en las cuales se presenta cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad en el formato PCI-02.
- b) Divida el número de LOSAS contabilizado entre el número de LOSAS de la unidad y exprese el resultado como porcentaje (%) Esta es la DENSIDAD por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.
- c) Determine los VALORES DEDUCIDOS para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva de “Valor Deducido de Daño” apropiada entre las que se adjuntan a este documento.

2. Cálculo del número Admisible Máximo de Deducidos (m).

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

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 .

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

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

- a) Determine el número de valores deducidos, q , mayores que 2.0
- b) Determine el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.
- c) Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento
- d) Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 hasta que q sea igual a 1.
- e) El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

4. Calcule el PCI restando de 100 el máximo CDV.

En la grafico N° 3 se presenta un formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

Grafico 3: Formato para la Obtención del Máximo Valor Deducido Corregido

CALCULO PCI											
#	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
max CDV=											
PCI =								100 - max CDV			
PCI =											

Fuente: Pavement Condition Index (PCI).

3.5. Cálculo del PCI de una Sección de Pavimento

Una sección de pavimento abarca varias unidades de muestreo. Si todas las unidades de muestreo son inventariadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo. Si se utilizó la técnica del muestreo, se emplea otro procedimiento. Si la selección de las unidades de muestreo para inspección se hizo mediante la técnica aleatoria sistemática o con base en la representatividad de la sección, el PCI será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas. Si se usaron unidades de muestreo adicionales se usa un promedio ponderado calculado de la siguiente forma (Vasquez, 2002):

$$PCI_s = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N}$$
 Ecuación 4.

Donde:

PCIs: PCI de la sección del pavimento.

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

PCI_A: 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.

CAPÍTULO IV

APLICACIÓN DEL MÉTODO PCI EN EL DIAGNOSTICO DEL ESTADO SITUACIONAL EN EI PAVIMENTO RIGIDO

4.1. Generalidades

El distrito de Santiago, se encuentra ubicado en la zona noreste de la ciudad del Cusco, entre las coordenadas 13°31'26" latitud sur y 71°58'47" longitud Oeste, es uno de los ocho distritos con que cuenta la provincia del Cusco. El distrito de Santiago limita por el Norte: Con los distritos de Cusco y Ccorcca, por el Este Con el distrito de Cusco y San Sebastián, por el Sur: Con la provincia de Paruro y por el Oeste: Con la provincia de Paruro y el distrito de Ccorcca.

La vía en estudio es de vital importancia dentro de la provincia del Cusco

División geográfica: Se encuentra estructurado por tres áreas geográficamente definidas: Área Rural, conformado por 10 comunidades campesinas. La población del distrito según el último Censo Nacional del año 2007, es de 83,721 habitantes en total, distinguiéndose a nivel urbano 81,422 y a nivel rural 2,279 habitantes.

Para realizar la evaluación de la Av. Antonio Lorena aplicando el método PCI se dividió de la siguiente forma:

TRAMO	CARRIL	SENTIDO
Tramo N°1	Subida	De la Av. Grau a la Plazoleta al Cementerio Almudena
Tramo N° 2	Bajada	De la Plazoleta Cementerio Almudena hacia la Av. Grau.

4.2. Evaluación Superficial Tramo N°1 de la Av. Antonio Lorena, Carril de Subida Sentido: De la Av. Grau a la Plazoleta al Cementerio Almudena.

4.2.1. Datos Generales de la vía

4.2.1.1. Ubicación

- Ubicación Geográfica

CUADRANTE	NORTE	ESTE
INICIO	8502424	77467
FINAL	8502721	75584

- Ubicación Política

- ✓ Departamento : Cusco
- ✓ Provincia : Cusco
- ✓ Distrito : Santiago

4.2.1.2. Descripción de la Sección del Tramo N°1

El pavimento rígido de la Av. Antonio Lorena de carril de subida tiene una longitud de 948.00 metros, cuenta con losas de 3.55 por 3.00 metros teniendo un ancho total de 7.1 metros de losa de rodadura, con un espesor de 20 centímetros de capa de rodadura de concreto hidráulico con refuerzos de acero.

Grafico 4: Esquema del tramo N°1 del carril de Subida de la Av. Antonio Lorena

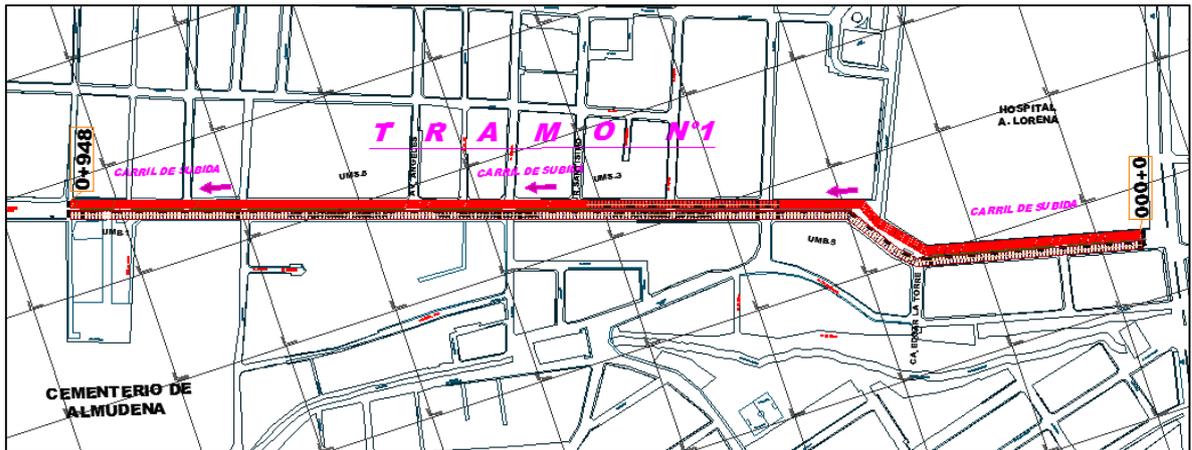


Grafico 5: Esquema del Ancho del carril de Subida de la Av. Antonio Lorena



4.2.2. División de las unidades de Muestra

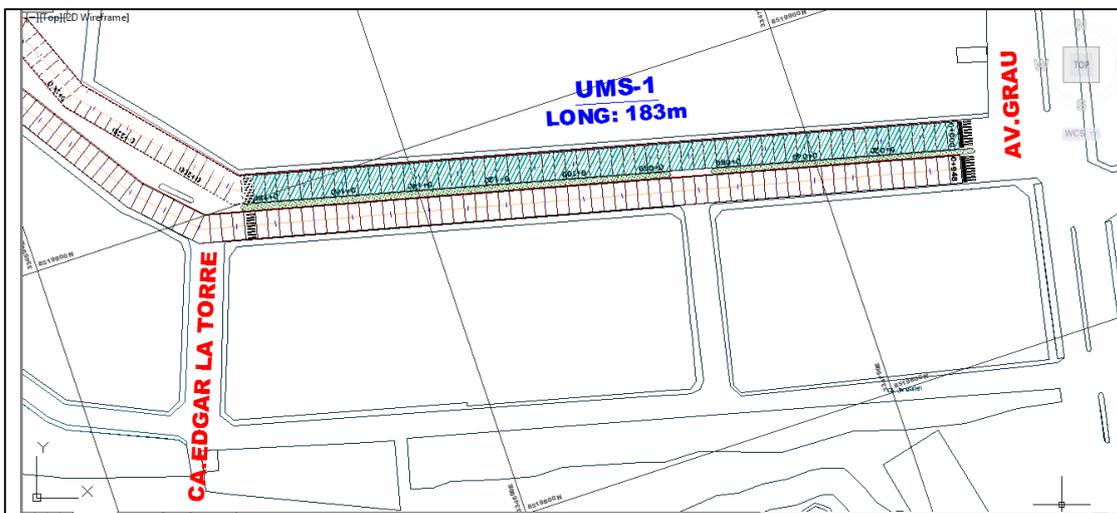
El tramo N°1 del carril de subida se dividió en 6 unidades de muestreo como se muestra a continuación:

UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL
UMS-1	0+000	0+183
UMS-2	0+183	0+330
UMS-3	0+330	0+498
UMS-4	0+498	0+645
UMS-5	0+645	0+795
UMS-6	0+795	0+948

➤ **Unidad de muestra del carril de subida (UMS-1)**

La UMS-1 cuenta con una longitud de 183 metros, las que comprenden desde la Av. Grau hasta la altura de calle Edgar La torre como se muestra en el siguiente croquis.

Grafico 6: Esquema de la división de UMS-1 en el Tramo N°1



Para el calculo de la unidad de muestra en el carril de subida (UMS-1) en el tramo N°1 se contabiliso el numero total de losas existentes en la via, en el que se obtuvo 122 losas, que vienen a seran las unidades de muestra. Aplicando la ecuacion N°1 del Capitulo III, se calculara el numero minimo de unidades de muestra, en el que se asume un error $e = 5\%$ y una media estandar $\sigma = 15$, teniendo estos datos de obtuvo el siguiente resultado:

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

$$n = \frac{122 \times 15^2}{\frac{5^2}{4} \times (122 - 1) + 15^2}$$

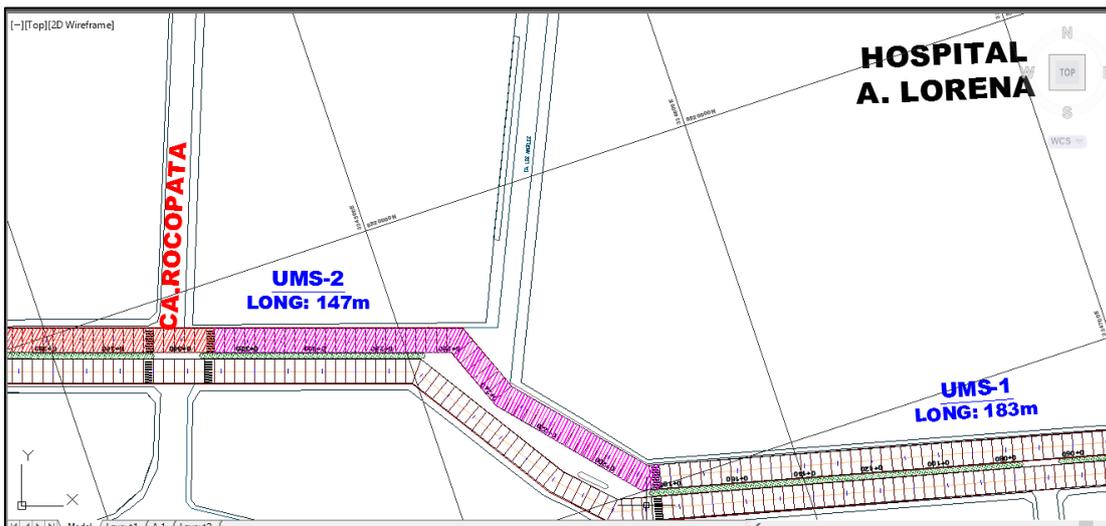
$$n = 27.97 \approx 28$$

Como indica la norma ASTM D 6433, si las losas no exceden 7.60 metros de largo el rango de losas para evaluar será de 20 ± 8 losas. Por lo tanto se cumple con esta condición, entonces el número mínimo de unidades de muestra a evaluar será 28 losas.

➤ **Unidad de muestra del carril de subida (UMS-2)**

La UMS-2 cuenta con una longitud de 147 metros, las que comprenden desde altura de la calle Edgar de la Torre hasta la calle Rocopata la como se muestra en el siguiente croquis.

Grafico 7: Esquema de la división de UMS-2 en el Tramo N°1



Para el calculo de la unidad de muestra en el carril de subida (UMS-2) en el tramo N°1 se contabilizo el numero total de losas existentes en la via, en el que

se obtuvo 98 losas, que vienen a ser las unidades de muestra. Aplicando la ecuación N°1 del Capítulo III, se calculará el número mínimo de unidades de muestra, en el que se asume un error $e = 5\%$ y una media estándar $\sigma = 15$, teniendo estos datos de obtuvo el siguiente resultado:

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

$$n = \frac{98 \times 15^2}{\frac{5^2}{4} \times (98 - 1) + 15^2}$$

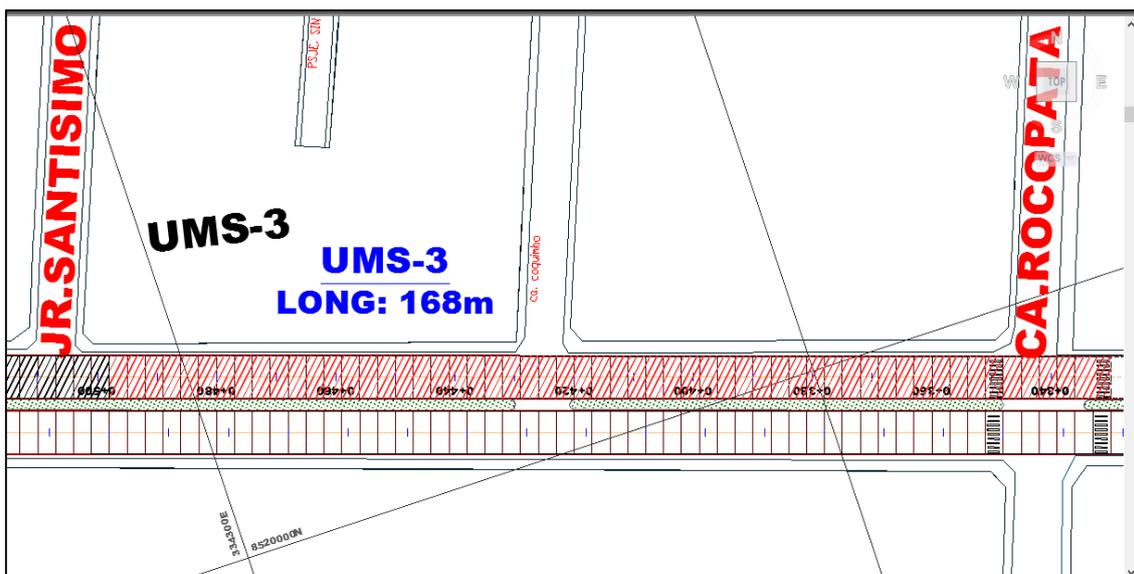
$$n = 26.53 \approx 27$$

Como indica la norma ASTM D 6433, si las losas no exceden 7.60 metros de largo el rango de losas para evaluar será de 20 ± 8 losas. Por lo tanto se cumple con esta condición, entonces el número mínimo de unidades de muestra a evaluar será 27 losas.

➤ **Unidad de muestra del carril de subida (UMS-3)**

La UMS-3 cuenta con una longitud de 168 metros, las que comprenden desde la calle Rocopata hasta la Jr. Santísimo como se muestra en el siguiente croquis.

Grafico 8: Esquema de la división de UMS-3 en el Tramo N°1



Para el cálculo de la unidad de muestra en el carril de subida (UMS-3) en el tramo N°1 se contabilizó el número total de losas existentes en la vía, en el que se obtuvo 112 losas, que vienen a ser las unidades de muestra. Aplicando la ecuación N°1 del Capítulo III, se calculará el número mínimo de unidades de muestra, en el que se asume un error $e = 5\%$ y una media estándar $\sigma = 15$, teniendo estos datos se obtuvo el siguiente resultado:

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

$$n = \frac{112 \times 15^2}{\frac{5^2}{4} \times (112 - 1) + 15^2}$$

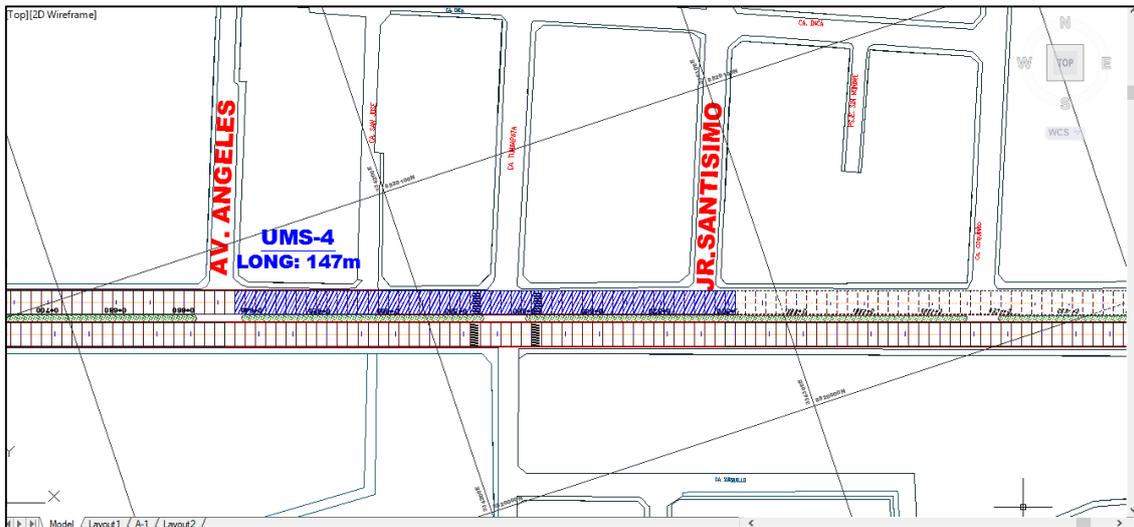
$$n = 27.43 \approx 27$$

Como indica la norma ASTM D 6433, si las losas no exceden 7.60 metros de largo el rango de losas para evaluar será de 20 ± 8 losas. Por lo tanto se cumple con esta condición, entonces el número mínimo de unidades de muestra a evaluar será 27 losas.

➤ **Unidad de muestra del carril de subida (UMS-4)**

La UMS-4 cuenta con una longitud de 147 metros, las que comprenden desde Jr. Santísimo hasta Av. Los Ángeles como se muestra en el siguiente croquis.

Grafico 9: Esquema de la división de UMS-4 en el Tramo N°1



Para el calculo de la unidad de muestra en el carril de subida (UMS-4) en el tramo N°1 se contabiliso el numero total de losas existentes en la via, en el que se obtuvo 98 losas, que vienen a ser las unidades de muestra. Aplicando la ecuacion N°1 del Capitulo III, se calculara el numero minimo de unidades de muestra, en el que se asume un error $e = 5\%$ y una media estandar $\sigma = 15$, teniendo estos datos de obtuvo el siguiente resultado:

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

$$n = \frac{98 \times 15^2}{\frac{5^2}{4} \times (98 - 1) + 15^2}$$

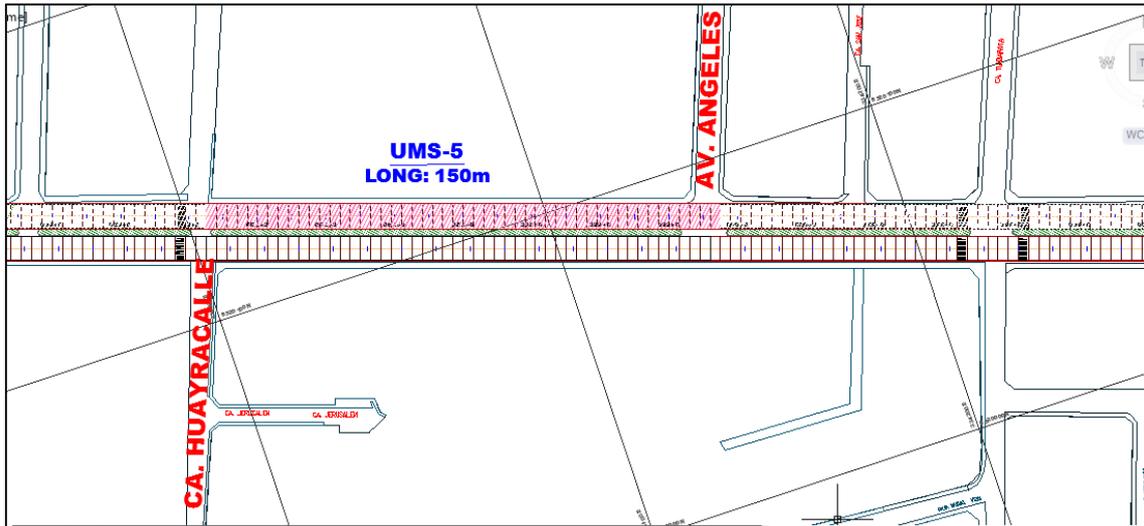
$$n = 26.53 \approx 27$$

Como indica la norma ASTM D 6433, si las losas no exceden 7.60 metros de largo el rango de losas para evaluar será de 20 ± 8 losas. Por lo tanto se cumple con esta condición, entonces el número mínimo de unidades de muestra a evaluar será 27 losas.

➤ **Unidad de muestra del carril de subida (UMS-5)**

La UMS-5 cuenta con una longitud de 150 metros, las que comprenden desde la Av. Los Ángeles hasta la altura de la calle Huayracalle como se muestra en el siguiente croquis.

Grafico 10: Esquema de la división de UMS-5 en el Tramo N°1



Para el cálculo de la unidad de muestra en el carril de subida (UMS-5) en el tramo N°1 se contabilizó el número total de losas existentes en la vía, en el que se obtuvo 100 losas, que vienen a ser las unidades de muestra. Aplicando la ecuación N°1 del Capítulo III, se calculará el número mínimo de unidades de muestra, en el que se asume un error $e = 5\%$ y una media estándar $\sigma = 15$, teniendo estos datos se obtuvo el siguiente resultado:

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

$$n = \frac{100 \times 15^2}{\frac{5^2}{4} \times (100 - 1) + 15^2}$$

$$n = 26.67 \approx 27$$

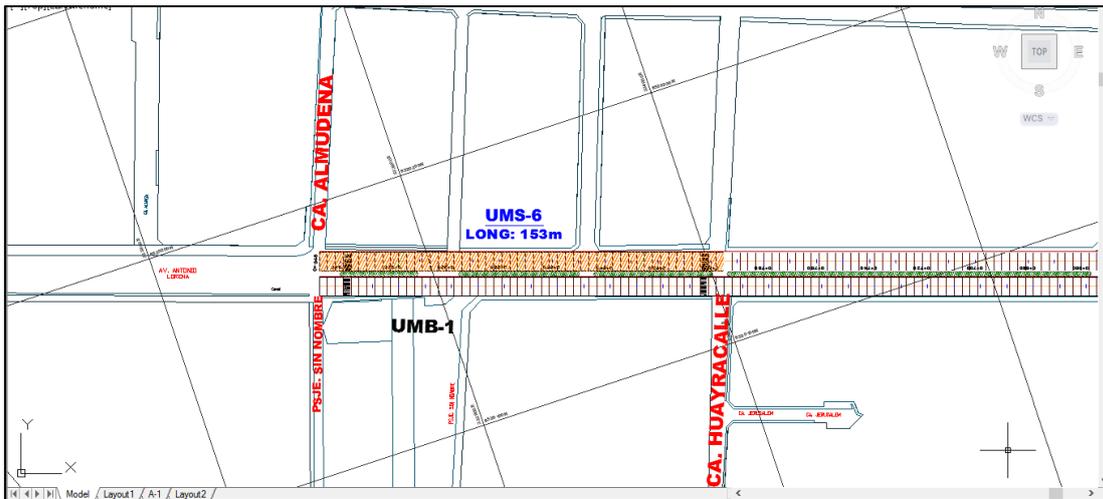
Como indica la norma ASTM D 6433, si las losas no exceden 7.60 metros de largo el rango de losas para evaluar será de 20 ± 8 losas. Por lo tanto se cumple con esta

condición, entonces el número mínimo de unidades de muestra a evaluar será 27 losas.

➤ **Unidad de muestra del carril de subida (UMS-6)**

La UMS-6 cuenta con una longitud de 153 metros, las que comprenden desde la altura de la calle Huayracalle hasta la Av. Almudena como se muestra en el siguiente croquis.

Grafico 11: Esquema de la división de UMS-6 en el Tramo N°1



Para el calculo de la unidad de muestra en el carril de subida (UMS-6) en el tramo N°1 se contabiliso el numero total de losas existentes en la via, en el que se obtuvo 102 losas, que vienen a ser las unidades de muestra. Aplicando la ecuacion N°1 del Capitulo III, se calculara el numero minimo de unidades de muestra, en el que se asume un error $e = 5\%$ y una media estandar $\sigma = 15$, teniendo estos datos de obtuvo el siguiente resultado:

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

$$n = \frac{100 \times 15^2}{\frac{5^2}{4} \times (100 - 1) + 15^2}$$

$$n = 26.80 \approx 27$$

Como indica la norma ASTM D 6433, si las losas no exceden 7.60 metros de largo el rango de losas para evaluar será de 20 ± 8 losas. Por lo tanto se cumple con esta condición, entonces el número mínimo de unidades de muestra a evaluar será 27 losas.

4.2.3. Selección de las Unidades de Muestra para Inspección

➤ Unidad de muestra del carril de subida (UMS-1)

Una vez calculado las unidades de muestra y el número mínimo de unidades de muestra a evaluar, en dónde se obtuvo para el tramo N°1, 124 losas de unidades de muestra y 28 losas número mínimo de unidades a evaluar se calculó el intervalo de muestreo que está determinado por la ecuación N° 3, del capítulo III, aplicando el método aleatorio.

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

$$i = \frac{122}{28}$$

$$i = 4.36 \approx 4$$

El intervalo de muestreo se redondea al número entero inferior, por lo tanto será igual a 4.

➤ Unidad de muestra del carril de subida (UMS-2)

Una vez calculado las unidades de muestra y el número mínimo de unidades de muestra a evaluar, en dónde se obtuvo 98 losas de unidades de muestra y 27 losas número mínimo de unidades a evaluar se calculó el intervalo de muestreo que está determinado por la ecuación N° 3, del capítulo III, aplicando el método aleatorio.

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

$$i = \frac{98}{27}$$

$$i = 3.63 \approx 3$$

El intervalo de muestreo se redondea al número entero inferior, por lo tanto será igual a 3.

➤ **Unidad de muestra del carril de subida (UMS-3)**

Una vez calculado las unidades de muestra y el número mínimo de unidades de muestra a evaluar, en donde se obtuvo 112 losas de unidades de muestra y 27 losas número mínimo de unidades a evaluar se calculó el intervalo de muestreo que está determinado por la ecuación N° 3, del capítulo III, aplicando el método aleatorio.

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

$$i = \frac{112}{27}$$

$$i = 4.15 \approx 4$$

El intervalo de muestreo se redondea al número entero inferior, por lo tanto será igual a 4.

➤ **Unidad de muestra del carril de subida (UMS-4)**

Una vez calculado las unidades de muestra y el número mínimo de unidades de muestra a evaluar, en donde se obtuvo 98 losas de unidades de muestra y 27 losas número mínimo de unidades a evaluar se calculó el intervalo de muestreo que está determinado por la ecuación N° 3, del capítulo III, aplicando el método aleatorio.

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

$$i = \frac{98}{27}$$

$$i = 3.63 \approx 3$$

El intervalo de muestreo se redondea al número entero inferior, por lo tanto será igual a 3.

➤ **Unidad de muestra del carril de subida (UMS-5)**

Una vez calculado las unidades de muestra y el número mínimo de unidades de muestra a evaluar, en donde se obtuvo 100 losas de unidades de muestra y 27 losas número mínimo de unidades a evaluar se calculó el intervalo de muestreo que está determinado por la ecuación N° 3, del capítulo III, aplicando el método aleatorio.

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

$$i = \frac{100}{27}$$

$$i = 3.70 \approx 3$$

El intervalo de muestreo se redondea al número entero inferior, por lo tanto será igual a 3.

➤ **Unidad de muestra del carril de subida (UMS-6)**

Una vez calculado las unidades de muestra y el número mínimo de unidades de muestra a evaluar, en donde se obtuvo 102 losas de unidades de muestra y 27 losas número mínimo de unidades a evaluar se calculó el intervalo de muestreo que está determinado por la ecuación N° 3, del capítulo III, aplicando el método aleatorio.

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

$$i = \frac{102}{27}$$

$$i = 3.78 \approx 3$$

El intervalo de muestreo se redondea al número entero inferior, por lo tanto será igual a 3.

4.2.4. Inspección de las unidades de Muestra

Unas ves determinada las unidades de muestras, el número mínimo de unidades a evaluar y el intervalo de muestreo de la Av. Antonio Lorena carril de subida en sentido: De la Av. Grau a la Plazoleta Cementerio Almudena, como se muestra el croquis las unidades de muestra se continua con la inspección recorriendo las 6 unidades de muestra UMS-1, UMS-2, UMS-3, UMS-4, UMS-5, UMS-6, determinando el tipo de falla, la cantidad y severidad, para el cual se necesitara el croquis de las unidades de muestras que serán evaluadas y el manual de daños, donde se registrara la información en el formato mostrada en el Grafico N°1 del capítulo III.

4.2.5. Cálculo del PCI de las Unidades de Muestra

Para cada unidad de muestra en el carril de subida se realizó el cálculo del PCI siguiendo los pasos mencionados en el literal 3.4 del capítulo III. De acuerdo a las hojas de evaluación mostradas en el ANEXO N° 01 se tiene los siguientes resultados:

- UMS-1, se calculó un pavimento de estado REGULAR con un PCI igual a 51.
- UMS-2, se calculó un pavimento de estado REGULAR con un PCI igual a 43.
- UMS-3, se calculó un pavimento de estado MALO con un PCI igual a 37
- UMS-4, se calculó un pavimento de estado MALO con un PCI igual a 38.
- UMS-5, se calculó un pavimento de estado REGULAR con un PCI igual a 47.
- UMS-6, se calculó un pavimento de estado REGULAR con un PCI igual a 49.

4.2.6. Cálculo del PCI Para la Toda la Sección del Pavimento

Como se utilizó la técnica aleatoria, el PCI de una sección de pavimento se calcula de acuerdo a la ecuación 4 del capítulo III, se obtuvo los siguientes resultados:

Grafico 12: Evaluación del PCI de toda la Sección del Carril de Subida

 UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS	UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS				
	RESUMEN EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRAULICO				
<p>Nombre de la vía: Av. Antonio Lorena Evaluado por: Yelitza Rodriguez Zereceda Fecha y año: Agosto del 2016</p>					
TRAMO N°1 CARRIL DE SUBIDA					
UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA		NUMERO DE LOSAS EVALUADAS	PCI	CONDICION
	INICIAL	FINAL			
UMS-1	0+000	0+183	31	39	MALO
UMS-2	0+183	0+330	33	40	REGULAR
UMS-3	0+330	0+498	27	36	MALO
UMS-4	0+498	0+645	33	42	REGULAR
UMS-5	0+645	0+795	33	40	REGULAR
UMS-6	0+795	0+948	34	45	REGULAR
PCI TOTAL =				40	REGULAR

Fuente: Elaboración Propia.

$$PCI_s = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N}$$

$$PCIs = \frac{[(632 - 0) \times 40] + (0 \times 40)}{632}$$

$$PCIs = 40$$

El PCI en todo el tramo N°1 es igual a 40, por lo tanto podemos clasificar la condición del pavimento como REGULAR.

4.3. Evaluación Superficial del Tramo N°2 de la Av. Antonio Lorena, Carril de bajada Sentido: De la Plazoleta Cementerio Almudena hacia la Av. Grau.

4.3.1. Datos Generales de la vía

4.3.1.1. Ubicación

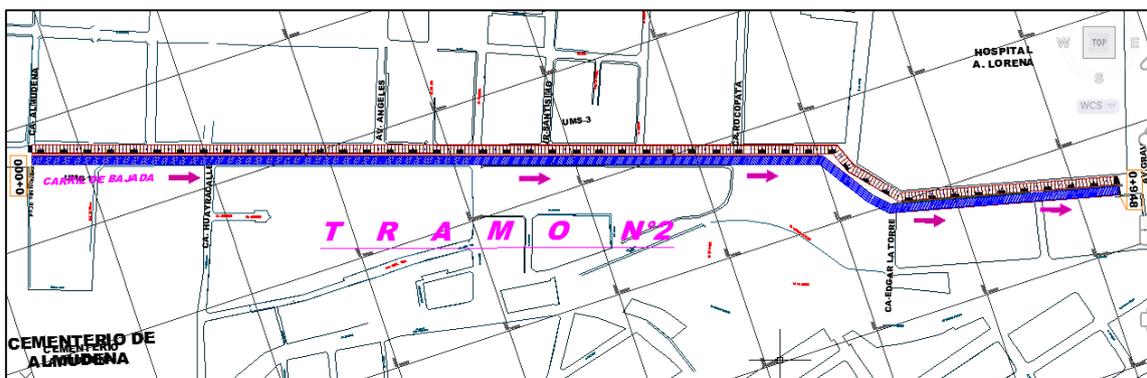
CUADRANTE	NORTE	ESTE
INICIO	8502721	75584
FINAL	8502424	77467

- Ubicación Política
- ✓ Departamento : Cusco
- ✓ Provincia : Cusco
- ✓ Distrito : Santiago

4.3.1.2. Descripción de la Sección del Tramo N°2

El pavimento rígido de la Av. Antonio Lorena de carril de subida tiene una longitud de 948.00 metros, cuenta con losas de 3.55 por 3.00 metros teniendo un ancho total de 7.1 metros de losa de rodadura, con un espesor de 20 centímetros de capa de rodadura de concreto hidráulico con refuerzos de acero.

Grafico 13: Esquema del tramo N°2 del carril de bajada



4.3.2. División de las unidades de Muestra

El tramo N°2 del carril de bajada se dividió en 6 unidades de muestreo como se muestra a continuación:

UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL
UMB-1	0+000	0+153
UMB-2	0+153	0+303
UMB-3	0+300	0+447
UMB-4	0+447	0+615
UMB-5	0+615	0+762
UMB-6	0+762	0+948

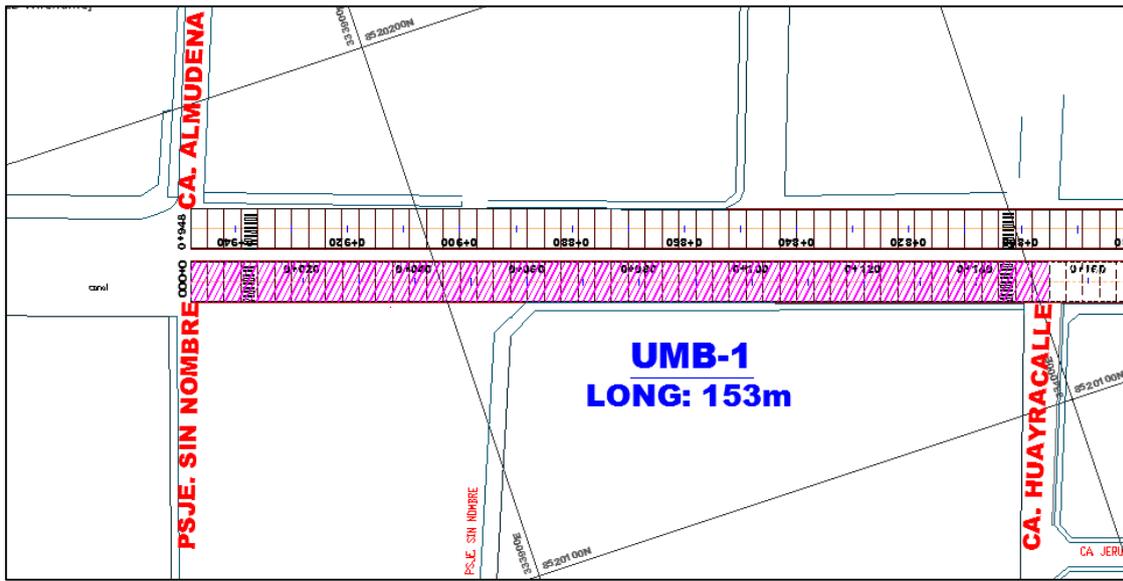
Grafico 14: Esquema del ancho del carril de bajada de la Av. Antonio Lorena



➤ **Unidad de muestra del carril de bajada (UMB-1)**

La UMB-1 cuenta con una longitud de 153 metros, las que comprenden desde el Pasaje sin Nombre hasta la calle Huayracalle como se muestra en el siguiente croquis.

Gráfico 15: Esquema de la división de UMB-1 en el Tramo N°2



Para el calculo de la unidad de muestra en el carril de bajada (UMB-1) en el tramo N°2 se contabiliso el numero total de losas existentes en la via, en el que se obtuvo 102 losas, que vienen a seran las unidades de muestra. Aplicando la ecuacion N°1 del Capitulo III, se calculara el numero minimo de unidades de muestra, en el que se asume un error $e = 5\%$ y una media estandar $\sigma = 15$, teniendo estos datos de obtuvo el siguiente resultado:

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

$$n = \frac{102 \times 15^2}{\frac{5^2}{4} \times (102 - 1) + 15^2}$$

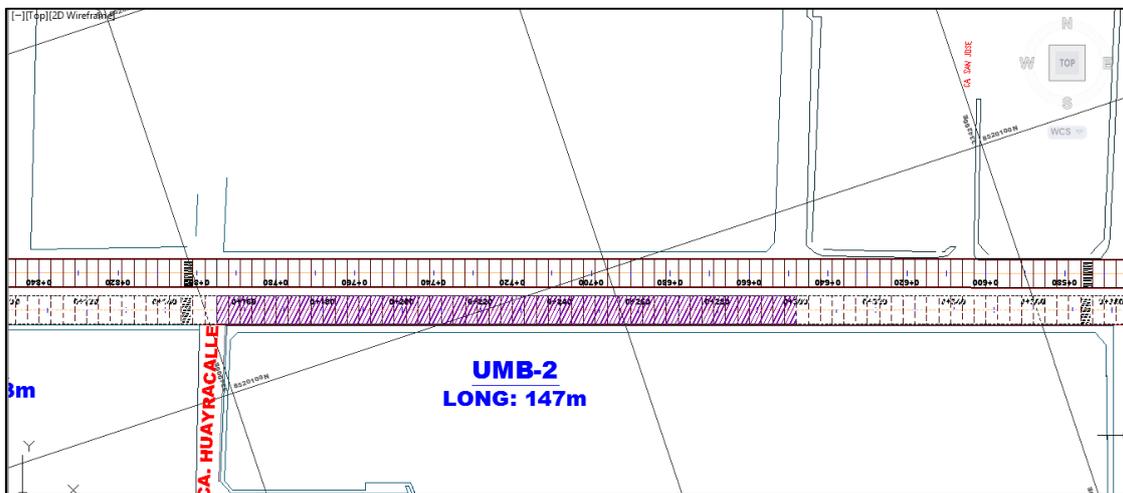
$$n = 26.80 \approx 27$$

Como indica la norma ASTM D 6433, si las losas no exceden 7.60 metros de largo el rango de losas para evaluar será de 20 ± 8 losas. Por lo tanto se cumple con esta condición, entonces el número mínimo de unidades de muestra a evaluar será 27 losas.

➤ **Unidad de muestra del carril de bajada (UMB-2)**

La UMS-6 cuenta con una longitud de 147 metros, las que comprenden desde la calle Huayracalle altura de la Av. Ángeles como se muestra en el siguiente croquis.

Grafico 16: Esquema de la división de UMB-2 en el Tramo N°2



Para el cálculo de la unidad de muestra en el carril de bajada (UMB-2) en el tramo N°2 se contabilizó el número total de losas existentes en la vía, en el que se obtuvo 98 losas, que serán las unidades de muestra. Aplicando la ecuación N°1 del Capítulo III, se calculará el número mínimo de unidades de muestra, en el que se asume un error $e = 5\%$ y una media estándar $\sigma = 15$, teniendo estos datos se obtuvo el siguiente resultado:

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

$$n = \frac{98 \times 15^2}{\frac{5^2}{4} \times (98 - 1) + 15^2}$$

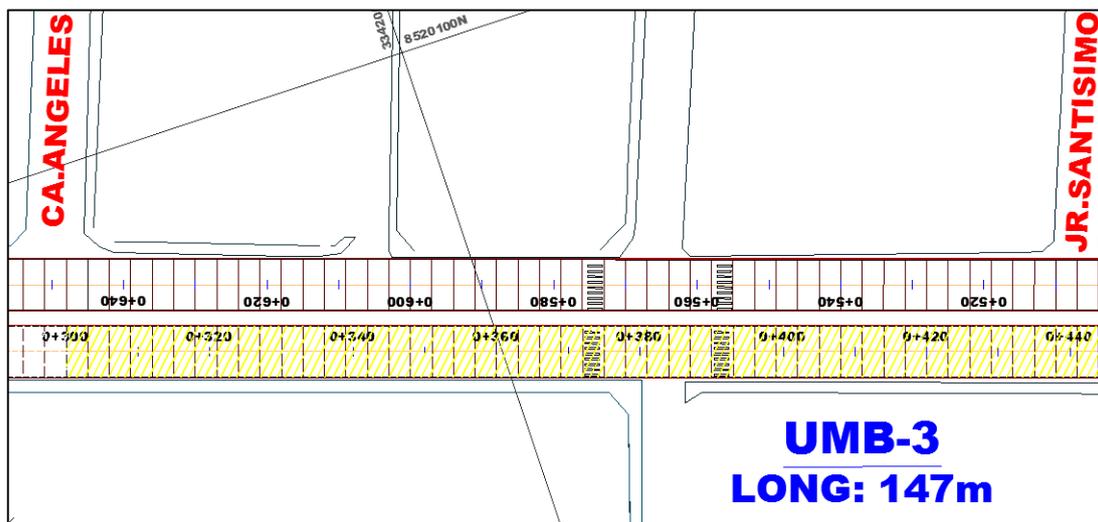
$$n = 26.53 \approx 27$$

Como indica la norma ASTM D 6433, si las losas no exceden 7.60 metros de largo el rango de losas para evaluar será de 20 ± 8 losas. Por lo tanto se cumple con esta condición, entonces el número mínimo de unidades de muestra a evaluar será 27 losas.

➤ **Unidad de muestra del carril de bajada (UMB-3)**

La UMB-3 cuenta con una longitud de 147 metros, las que comprenden desde la altura de la Av. Ángeles hasta la altura del Jr.Santísimo como se muestra en el siguiente croquis.

Gráfico 17: Esquema de la división de UMB-3 en el Tramo N°2



Para el cálculo de la unidad de muestra en el carril de bajada (UMB-3) en el tramo N°2 se contabilizó el número total de losas existentes en la vía, en el que se obtuvo 98 losas, que serán las unidades de muestra. Aplicando la ecuación N°1 del Capítulo III, se calculará el número mínimo de unidades de muestra, en el que se asume un error $e = 5\%$ y una media estándar $\sigma = 15$, teniendo estos datos se obtuvo el siguiente resultado:

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

$$n = \frac{98 \times 15^2}{\frac{5^2}{4} \times (98 - 1) + 15^2}$$

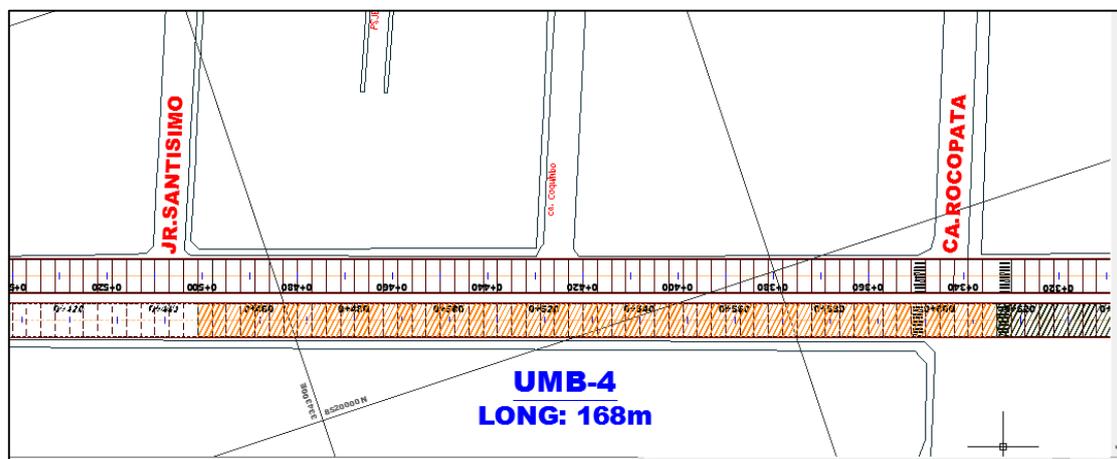
$$n = 26.53 \approx 27$$

Como indica la norma ASTM D 6433, si las losas no exceden 7.60 metros de largo el rango de losas para evaluar será de 20 ± 8 losas. Por lo tanto se cumple con esta condición, entones el número mínimo de unidades de muestra a evaluar será 27 losas.

➤ **Unidad de muestra del carril de bajada (UMB-4)**

La UMB-4 cuenta con una longitud de 168 metros, las que comprenden desde la altura del Jr. Santísimo hasta la altura de la calle Rocopata como se muestra en el siguiente croquis.

Grafico 18: Esquema de la división de UMB-4 en el Tramo N°2



Para el calculo de la unidad de muestra en el carril de bajada (UMB-4) en el tramo N°2 se contabiliso el numero total de losas existentes en la via, en el que se obtuvo 112 losas, que vienen a seran las unidades de muestra. Aplicando la ecuacion N°1 del Capitulo III, se calculara el numero minimo de unidades de muestra, en el que se asume un error $e = 5\%$ y una media estandar $\sigma = 15$, teniendo estos datos de obtuvo el siguiente resultado:

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

$$n = \frac{112 \times 15^2}{\frac{5^2}{4} \times (112 - 1) + 15^2}$$

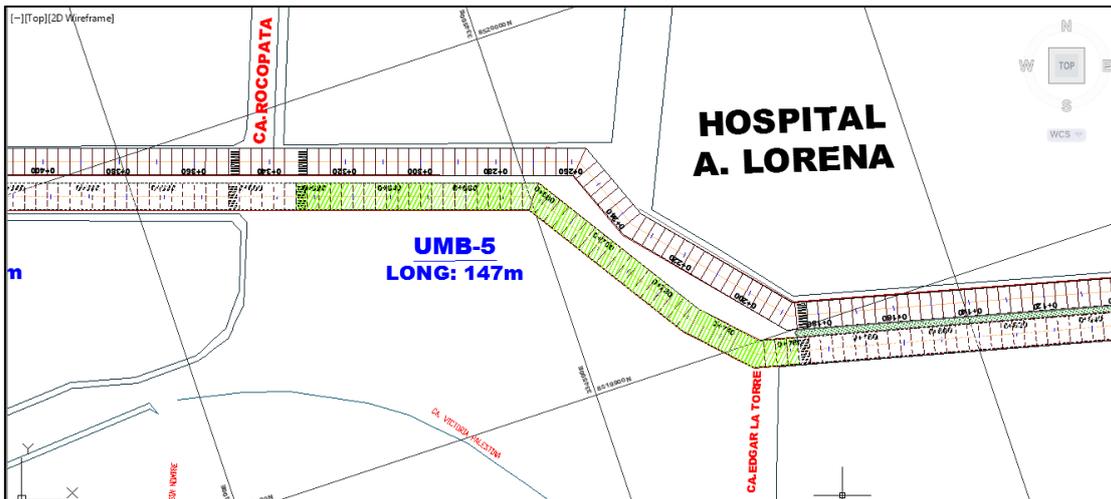
$$n = 27.43 \approx 27$$

Como indica la norma ASTM D 6433, si las losas no exceden 7.60 metros de largo el rango de losas para evaluar será de 20 ± 8 losas. Por lo tanto se cumple con esta condición, entonces el número mínimo de unidades de muestra a evaluar será 27 losas.

➤ **Unidad de muestra del carril de bajada (UMB-5)**

La UMB-5 cuenta con una longitud de 147 metros, las que comprenden desde la altura de la calle Rocopata hasta la calle Edgar La Torre como se muestra en el siguiente croquis.

Grafico 19: Esquema de la división de UMB-5 en el Tramo N°2



Para el calculo de la unidad de muestra en el carril de bajada (UMB-5) en el tramo N°2 se contabiliso el numero total de losas existentes en la via, en el que se obtuvo 98 losas, que vienen a ser las unidades de muestra. Aplicando la ecuacion N°1 del Capitulo III, se calculara el numero minimo de unidades de

muestra, en el que se asume un error $e = 5\%$ y una media estándar $\sigma = 15$, teniendo estos datos de obtuvo el siguiente resultado:

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

$$n = \frac{98 \times 15^2}{\frac{5^2}{4} \times (98 - 1) + 15^2}$$

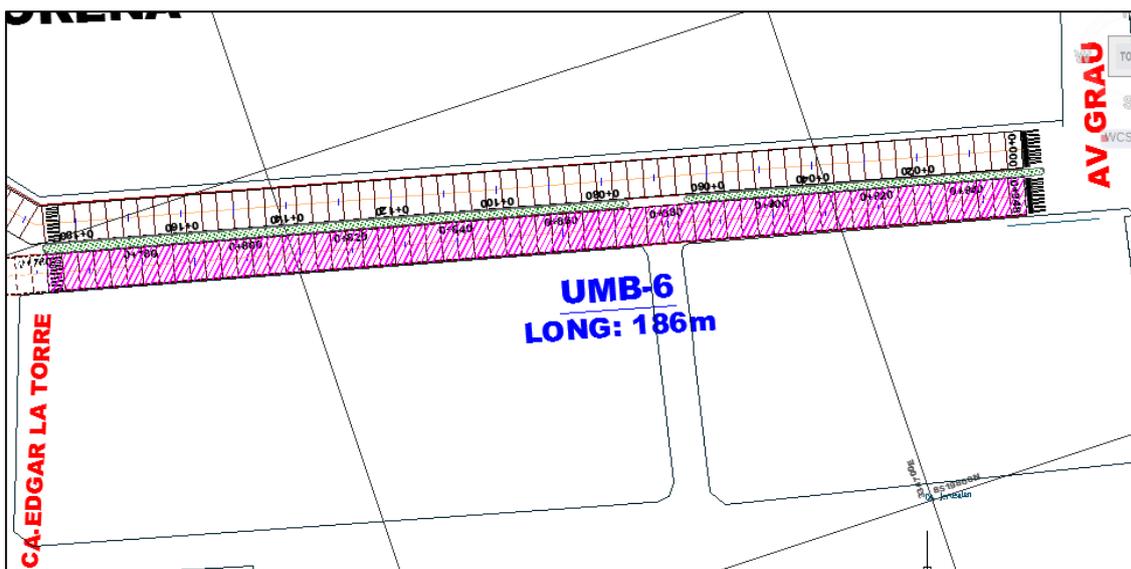
$$n = 26.53 \approx 27$$

Como indica la norma ASTM D 6433, si las losas no exceden 7.60 metros de largo el rango de losas para evaluar será de 20 ± 8 losas. Por lo tanto se cumple con esta condición, entonces el número mínimo de unidades de muestra a evaluar será 27 losas.

➤ **Unidad de muestra del carril de bajada (UMB-6)**

La UMB-6 cuenta con una longitud de 186 metros, las que comprenden desde la calle Edgar La Torre calle hasta la Av. Grau como se muestra en el siguiente croquis.

Grafico 20: Esquema de la división de UMB-6 en el Tramo N°2



Para el calculo de la unidad de muestra en el carril de bajada (UMB-6) en el tramo N°2 se contabiliso el numero total de losas existentes en la via, en el que se obtuvo 124 losas, que vienen a seran las unidades de muestra. Aplicando la ecuacion N°1 del Capitulo III, se calculara el numero minimo de unidades de muestra, en el que se asume un error $e = 5\%$ y una media estandar $\sigma = 15$, teniendo estos datos de obtuvo el siguiente resultado:

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

$$n = \frac{124 \times 15^2}{\frac{5^2}{4} \times (124 - 1) + 15^2}$$

$$n = 28.07 \approx 28$$

Como indica la norma ASTM D 6433, si las losas no exceden 7.60 metros de largo el rango de losas para evaluar será de 20 ± 8 losas. Por lo tanto se cumple con esta condición, entones el número mínimo de unidades de muestra a evaluar será 28 losas.

4.3.3. Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección

➤ Unidad de muestra del carril de bajada (UMB-1)

Una vez calculado las unidades de muestra y el número mínimo de unidades de muestra a evaluar, en dónde se obtuvo para el tramo N°1, 102 losas de unidades de muestra y 27 losas número mínimo de unidades a evaluar se calculó el intervalo de muestreo que está determinado por la ecuación N° 3, del capítulo III, aplicando e método aleatorio

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

$$i = \frac{102}{27}$$

$$i = 3.77 \approx 3$$

El intervalo de muestreo se redondea al número entero inferior, por lo tanto será igual a 3.

➤ **Unidad de muestra del carril de bajada (UMB-2)**

Una vez calculado para el tramo N°2, las unidades de muestra y el número mínimo de unidades de muestra a evaluar, en dónde se obtuvo 98 losas de unidades de muestra y 27 losas número mínimo de unidades a evaluar se calculó el intervalo de muestreo que está determinado por la ecuación N° 3, del capítulo III, aplicando el método aleatorio.

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

$$i = \frac{98}{27}$$

$$i = 3.63 \approx 3$$

El intervalo de muestreo se redondea al número entero inferior, por lo tanto será igual a 3.

➤ **Unidad de muestra del carril de bajada (UMB-3)**

Una vez calculado para el tramo N°3, las unidades de muestra y el número mínimo de unidades de muestra a evaluar, en dónde se obtuvo 98 losas de unidades de muestra y 27 losas número mínimo de unidades a evaluar se calculó el intervalo de muestreo que está determinado por la ecuación N° 3, del capítulo III, aplicando el método aleatorio.

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

$$i = \frac{98}{27}$$

$$i = 3.63 \approx 3$$

El intervalo de muestreo se redondea al número entero inferior, por lo tanto será igual a 3.

➤ **Unidad de muestra del carril de bajada (UMB-4)**

Una vez calculado para el tramo N°4, las unidades de muestra y el número mínimo de unidades de muestra a evaluar, en dónde se obtuvo 112 losas de unidades de muestra y 27 losas número mínimo de unidades a evaluar se calculó el intervalo de muestreo que está determinado por la ecuación N° 3, del capítulo III, aplicando el método aleatorio.

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

$$i = \frac{112}{27}$$

$$i = 4.15 \approx 4$$

El intervalo de muestreo se redondea al número entero inferior, por lo tanto será igual a 4.

➤ **Unidad de muestra del carril de bajada (UMB-5)**

Una vez calculado para el tramo N°5, las unidades de muestra y el número mínimo de unidades de muestra a evaluar, en dónde se obtuvo 98 losas de unidades de muestra y 27 losas número mínimo de unidades a evaluar se calculó el intervalo de muestreo que está determinado por la ecuación N° 3, del capítulo III, aplicando el método aleatorio.

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

$$i = \frac{98}{27}$$

$$i = 3.63 \approx 3$$

El intervalo de muestreo se redondea al número entero inferior, por lo tanto será igual a 3.

➤ **Unidad de muestra del carril de bajada (UMB-6)**

Una vez calculado para el tramo N°6, las unidades de muestra y el número mínimo de unidades de muestra a evaluar, en dónde se obtuvo 124 losas de unidades de muestra y 27 losas número mínimo de unidades a evaluar se calculó el intervalo de muestreo que está determinado por la ecuación N° 3, del capítulo III, aplicando el método aleatorio.

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

$$i = \frac{124}{28}$$

$$i = 4.43 \approx 4$$

El intervalo de muestreo se redondea al número entero inferior, por lo tanto será igual a 4.

4.3.4. Inspección de las unidades de Muestra

Una vez determinada las unidades de muestras, el número mínimo de unidades a evaluar y el intervalo de muestreo de la Av. Antonio Lorena carril de bajada en el sentido: De la Plazoleta Cementerio Almudena a la Av. Grau como se muestra el croquis las unidades de muestra se continua con la inspección recorriendo las 6 unidades de muestra UMB-1, UMS-2, UMB-3, UMB-4, UMB-5, UMB-6, determinando el tipo de falla, la cantidad y severidad, para el cual se necesitara el croquis de las unidades de muestras que serán evaluadas y el manual de daños, donde se registrara la información en el formato mostrada en el Grafico N°2 del capítulo III.

4.3.5. Cálculo del PCI de las Unidades de Muestra

Para cada unidad de muestra en el carril de bajada se realizó el cálculo del PCI siguiendo los pasos mencionados en el literal 3.4 del capítulo III. De acuerdo a las hojas de evaluación mostradas en el ANEXO N° 01 se tiene los siguientes resultados:

- UMB-1, se calculó un pavimento de estado REGULAR con un PCI igual a 51.
- UMB-2, se calculó un pavimento de estado REGULAR con un PCI igual a 43.
- UMB-3, se calculó un pavimento de estado MALO con un PCI igual a 37
- UMB-4, se calculó un pavimento de estado MALO con un PCI igual a 38.
- UMB-5, se calculó un pavimento de estado REGULAR con un PCI igual a 47.
- UMB-6, se calculó un pavimento de estado REGULAR con un PCI igual a 49.

4.3.6. Cálculo del PCI Para la Toda la Sección del Pavimento

Como se utilizó la técnica aleatoria, el PCI de una sección de pavimento se calcula de acuerdo a la ecuación 4 del capítulo III, obteniendo los siguientes resultados:

Grafico 21: Evaluación del PCI de Toda la Sección del Carril de Bajada

		UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS			
		RESUMEN EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRAULICO			
Nombre de la vía: Av. Antonio Lorena Evaluado por: Yelitza Rodriguez Zereceda Fecha y año: Agosto del 2016					
CARRIL DE BAJADA					
UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA		NUMERO DE LOSAS	PCI	CONDICION
	INICIAL	FINAL			
UMB-1	0+000	0+153	34	51	REGULAR
UMB-2	0+153	0+300	33	43	REGULAR
UMB-3	0+330	0+447	32	37	MALO
UMB-4	0+447	0+615	28	38	MALO
UMB-5	0+615	0+762	32	47	REGULAR
UMB-6	0+762	0+948	31	49	REGULAR
PCI TOTAL =				44	REGULAR

Fuente: Elaboración Propia

$$PCI_s = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N}$$

$$PCI_s = \frac{[(634 - 0) \times 44] + (0 \times 40)}{634}$$

$$PCI_s = 44$$

El PCI de todo el tramo N° 2 es igual a 44, por lo tanto podemos clasificar la condición del pavimento como REGULAR.

4.4. Calculo de PCI promedio del tramo N°1 y Tramo N°2 para toda la Av. Antonio Lorena.

De acuerdo al cálculo del PCI en el tramo N°1 (carril de subida) y el tramo N°2 (carril de bajada) se realizó el promedio de ambos, para determinar el PCI para toda la vía como se muestra en el siguiente gráfico

Gráfico 22: Evaluación del PCI de Toda la Av. Antonio Lorena

 UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS	UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS				
	RESUMEN EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRAULICO				
<p>Nombre de la vía: Av. Antonio Lorena Evaluado por: Yelitza Rodriguez Zereceda Fecha y año: Agosto del 2016</p>					
AV. ANTONIO LOREANA					
TRAMOS	CARRIL	ABSCISA		PCI	ESTADO
		INICIAL	FINAL		
N°1	Subida	0+000	0+948	40	REGULAR
N°2	Bajada	0+000	0+948	44	REGULAR
PCI TOTAL =				42	<u>REGULAR</u>

Fuente: Elaboración Propia

El PCI de todo para toda la Av. es igual a 42, por lo tanto podemos clasificar la condición del pavimento como REGULAR.

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN DE LAS CAUSAS DEL DETERIORO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AV. ANTONIO LORENA

Para determinar las causas del deterioro del pavimento rígido de la Av. Antonio Lorena Se evaluó tres aspectos importantes que se describieron en el capítulo II, entre las cuales tenemos: Diseño del proyecto, proceso constructivo y deficiente mantenimiento, donde se analizara cada una de ellas para determinar dichas causas.

5.1. Diseño del Proyecto

Dentro del diseño del proyecto se volverá a calcular el IMD para el año 2016, en el que se realizara el aforo vehicular para dicha vía, seguidamente se podrá calcular el espesor del concreto hidráulico para luego verificar si fue diseñado correctamente.

5.1.1. Estudio de Trafico

5.1.1.1. Objetivo del Estudio

El estudio de tráfico tiene por objeto, determinar el IMD de la Av. Antonio Lorena en el año 2106, para posteriormente realizar los cálculos del espesor del pavimento rígido.

5.1.1.2. Alcances del Proyecto

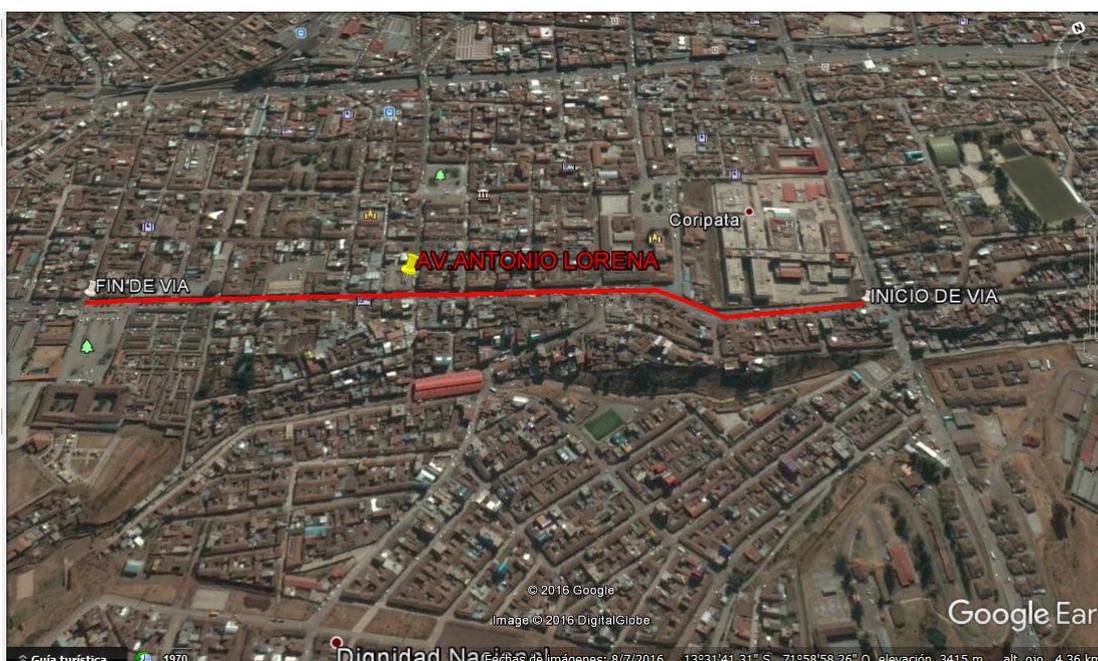
En el presente estudio se realizó un conteo vehicular en la estación del Cementerio Almudena que es la entrada de la av. Antonio Lorena, el aforo realizado fue según el tipo de vehículos que transitan por la vía, y la segunda estación se tomara como referencia el estudio realizado para determinar el IMD de la Av. Grau.

De esta manera se obtendrá un IMD promedio de ambas estaciones, y se podrá determinar el IMDa del tráfico correspondiente a la av. Antonio Lorena.

➤ Área de influencia directa y estudio

El ámbito de estudio del proyecto se encuentra ubicado geográficamente en la parte oeste de la Ciudad de Cusco, en el distrito de Santiago, tiene como punto de inicio la intersección del Av. Almudena y la prolongación Av. Antonio Lorena hasta su intersección con la Av. Antonio Lorena y la prolongación Av. Grau, ubicada dentro del distrito de Santiago.

Grafico 23: Vista Satelital de la ubicación de la Av. Antonio



5.1.1.3. Características de la Vía

En el área de estudio del proyecto, cuenta con una longitud (dos carriles) de 948 m, Ancho total de la vía de 20.2 m. La Avenida Antonio Lorena, está clasificada como una vía interprovincial la cual se encuentra formada por nueve cuadras, cada una de ellas de doble sentido de circulación, donde existe un tránsito simultáneo en ambos sentidos.

5.1.1.4. Determinación del Tránsito Actual

Se utilizaron los formatos del estudio de tráfico según el MTC, indicando ambos sentidos, se desarrollaron de acuerdo al siguiente cuadro de cronograma de trabajo que se muestra a continuación.

TABLA 14: Estaciones de Censos y Cronograma de Ejecución de Conteos Vehiculares

Estacion	Via	sentido	Nº de días de conteo	Fecha de inicio de conteo	Horario de encuesta
Cementerio Almudena (E1)	Av. Antonio Lorena	Ambos	7	22/08/2016	5:00am - 5:00 am
Av. Grau (Pte Grau – P.J Belenpampa) (E2)	AV. Grau	Ambos	7	16/02/2015	7:00am - 7:00 am

Fuente: Elaboración Propia.

Grafico 24: Plano de Ubicación de estación de aforo



➤ **Determinación del tránsito en la Av. Antonio Lorena**

Se muestra el formato del estudio de tráfico, indicando ambos sentidos, los datos de ubicación de la estación del primer día de conteo en la estación: Cementerio Almudena.

Gráfico 25: Formato para Aforo Vehicular en la Estación Cementerio Almudena

FORMATO N° 1



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

ESTUDIO DE TRAFICO

DIAN° 01

TRAMO DE LA CARRETERA		TRAMO I			
SENTIDO	→	E	←	S	
UBICACIÓN	AV. ANTONIO LORENA				

ESTACION	Cementerio Almudena		
CODIGO DE LA ESTACION	E1		
DIA Y FECHA	22	8	2016

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS				CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
05:00-06:00	E	162	47	8	3	27	26	5	0	17	9	0	0	0	0	4	0	0	1	1	310			
05:00-06:00	S	124	67	10	0	9	29	1	0	15	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	260			
06:00-07:00	E	345	117	18	2	42	72	16	3	26	6	0	0	1	0	4	3	0	1	0	656			
06:00-07:00	S	221	115	25	1	19	67	11	2	16	8	0	0	1	0	3	2	0	1	0	492			
07:00-08:00	E	567	132	43	3	32	72	11	8	29	15	0	2	0	0	2	0	0	1	0	917			
07:00-08:00	S	298	117	38	2	16	64	8	5	14	11	0	1	0	0	1	0	0	1	0	576			
08:00-09:00	E	439	165	34	3	37	59	12	3	14	9	1	0	2	3	1	0	0	1	0	783			
08:00-09:00	S	338	131	39	2	21	57	8	2	11	8	1	0	1	2	0	0	0	0	0	621			
09:00-10:00	E	268	103	28	0	19	68	16	2	19	9	0	1	0	0	3	0	1	0	0	537			
09:00-10:00	S	178	83	21	0	11	61	15	1	16	6	0	1	0	0	2	1	0	0	0	396			
10:00-11:00	E	152	59	19	1	14	67	16	0	14	3	2	0	0	1	0	3	0	1	0	352			
10:00-11:00	S	94	51	15	1	10	58	8	0	9	8	3	0	0	2	8	1	0	1	0	269			
11:00-12:00	E	267	87	25	2	30	78	9	2	19	8	0	1	2	3	2	0	0	1	1	537			
11:00-12:00	S	198	69	22	4	17	68	4	0	16	3	0	1	0	2	4	0	0	0	0	408			
12:00-13:00	E	287	102	32	3	36	87	11	5	28	10	1	0	0	0	2	0	3	1	0	608			
12:00-13:00	S	173	69	26	0	25	85	9	4	18	9	1	0	0	0	1	0	2	1	0	423			
13:00-14:00	E	256	116	34	0	25	87	17	4	19	6	0	0	1	1	3	0	1	0	0	570			
13:00-14:00	S	145	84	28	0	14	76	11	2	17	4	0	0	0	1	2	0	1	0	0	385			
14:00-15:00	E	210	131	37	4	19	86	9	4	14	8	1	2	0	0	1	0	0	1	0	527			
14:00-15:00	S	176	89	25	2	15	71	5	3	12	6	1	0	0	0	2	0	0	0	0	407			
15:00-16:00	E	263	98	25	2	25	69	9	5	26	8	0	0	1	0	3	0	1	1	1	537			
15:00-16:00	S	218	87	19	2	11	58	11	2	17	4	0	0	1	0	2	0	1	0	0	433			
16:00-17:00	E	274	119	18	1	23	78	12	2	31	9	0	2	1	0	0	2	0	3	0	575			
16:00-17:00	S	201	105	14	1	17	65	8	2	22	7	0	1	0	0	0	0	0	1	0	444			
17:00-18:00	E	299	119	38	0	34	75	11	17	23	24	0	1	0	2	3	0	0	0	0	646			
17:00-18:00	S	275	105	19	0	26	61	8	14	15	19	0	1	1	1	3	0	1	0	0	549			
18:00-19:00	E	317	120	31	2	31	76	4	9	15	1	0	0	2	0	4	0	1	1	0	614			
18:00-19:00	S	301	119	27	2	25	62	6	2	14	1	0	0	1	0	3	0	1	0	0	564			
19:00-20:00	E	325	113	26	3	31	71	11	2	8	3	0	2	0	1	0	0	2	0	1	599			
19:00-20:00	S	265	97	14	1	21	62	9	1	6	4	0	0	0	0	2	0	3	0	0	485			
20:00-21:00	E	243	103	23	0	31	65	7	3	14	5	2	0	1	2	0	1	0	1	0	501			
20:00-21:00	S	219	87	16	0	23	61	5	1	9	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	425			
21:00-22:00	E	235	86	23	1	34	52	9	4	13	2	0	0	1	0	1	0	0	1	0	462			
21:00-22:00	S	212	78	16	0	26	42	6	1	6	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	391			
22:00-23:00	E	189	46	4	0	8	14	5	0	5	7	0	1	0	0	2	0	1	1	0	283			
22:00-23:00	S	154	29	8	0	5	9	6	1	3	5	0	0	0	0	5	0	1	0	0	226			
23:00-24:00	E	183	25	3	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	3	0	1	0	0	222			
23:00-24:00	S	100	17	1	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	124			
24:00-01:00	E	143	27	2	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	2	0	0	1	0	0	187			
24:00-01:00	S	135	21	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	162			
01:00-02:00	E	121	23	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	150			
01:00-02:00	S	109	19	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	133			
02:00-03:00	E	118	17	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	2	1	0	0	0	0	145			
02:00-03:00	S	105	13	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	120			
03:00-04:00	E	121	26	2	1	0	0	4	0	8	6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	170			
03:00-04:00	S	110	19	2	0	0	0	2	0	9	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	147			
04:00-05:00	E	135	34	8	2	4	0	2	4	7	8	0	0	2	1	0	0	0	2	0	209			
04:00-05:00	S	129	27	12	1	3	0	1	2	6	5	0	0	2	1	0	0	0	1	0	190			
PARCIAL:		10397	3713	878	52	816	2258	338	122	628	290	13	17	23	29	83	14	22	29	5	19727			

Fuente: Elaboración Propia

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

TABLA 15: Trafico Actual en la Av. Antonio Lorena

PROMEDIO TRAFICO ACTUAL (Av. ANTONIO LORENA)							
Resultados de los conteo de tráfico:							
Mes: Agosto							
Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automovil	14651	12776	13275	14109	14099	20199	10132
Station Wagon	3631	3383	3390	3401	3425	4536	2709
Camioneta pick up	777	1939	1384	1369	1416	2410	806
Panel	565	1945	1442	1484	1499	2873	641
Camioneta rural (combi)	1074	1822	1720	1642	1687	2903	943
Microbus	1569	1307	1277	1222	1299	1320	1208
Bus b2e	193	193	152	158	174	210	153
Bus b3e o b4e	105	410	318	317	313	597	158
Camion 2e	475	409	382	435	426	522	359
Camion 3e	162	162	168	150	133	176	145
Camion 4e	13	16	20	12	9	25	12
Semi Trayler 2S2	17	12	11	15	4	8	22
Semi Trayler 2S3	23	19	23	17	10	15	19
Semi Trayler 3S2	29	7	11	25	12	17	28
Semi Trayler 3S3	83	58	45	71	99	72	65
Trayler 2T2	14	13	10	4	3	8	7
Trayler 2T3	22	27	27	23	5	11	13
Trayler 3T2	29	36	35	34	20	27	34
Trayler 3T3	5	1	1	3	1	4	5
TOTAL	23438	24535	23691	24490	24633	35932	17458

Fuente: Elaboración Propia

5.1.1.5. Composición Vehicular IMD

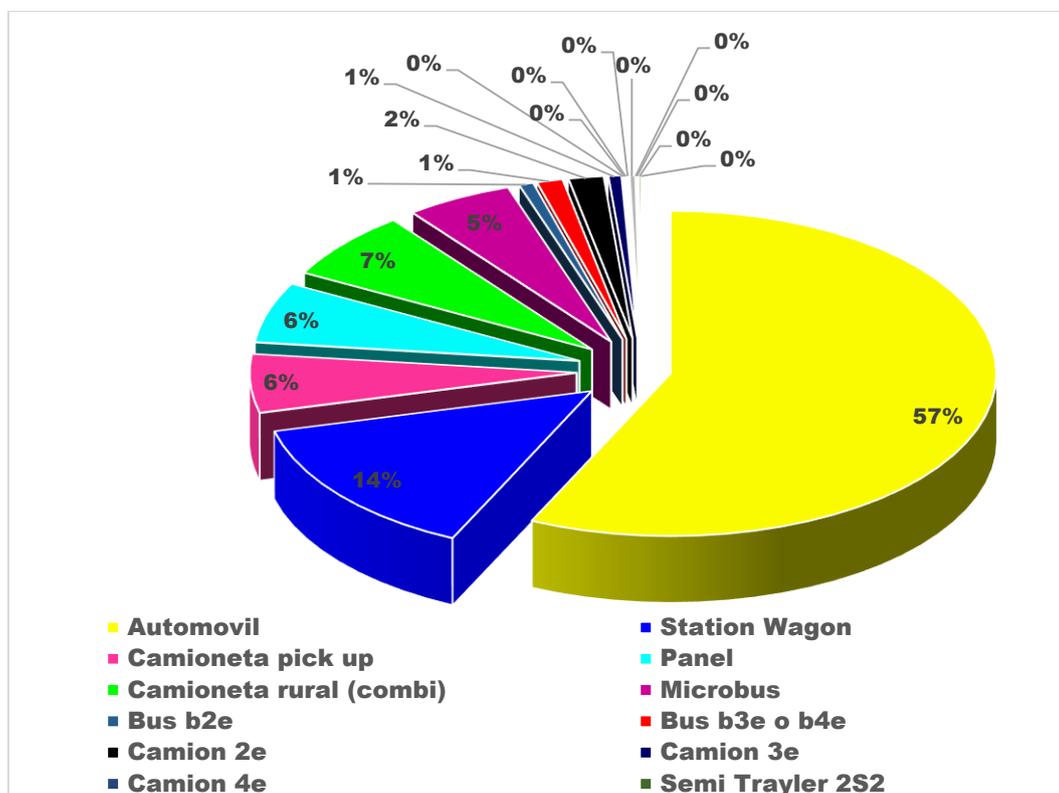
Para el análisis de tráfico, los vehículos se han clasificado en ligeros (Autos, station wagon, camionetas pick up, panel, combi) y pesados (Ómnibus y Camión de 2 ejes, camión 3 ejes, camión 4 ejes, sami trayler 2S2, semi trayler 2S3, semi trayler 3S2, sami trayler 3S3, trayler 2T2, trayler 2T3, trayler3T2, trayler 3S3). Del análisis, se obtuvo como resultado un Índice Medio Diario de 24,883 vehículos por día, se observa de forma clara que los de vehículos ligeros como es el caso de los autos y station wagon, los cuales representan el 57.01% y 14.06 % respectivamente.

TABLA 16: Composición Vehicular IMD Av. Antonio Lorena

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automovil	13885	57.01
Station Wagon	3424	14.06
Camioneta pick up	1413	5.80
Panel	1462	6.00
Camioneta rural (combi)	1650	6.77
Microbus	1287	5.28
Bus b2e	172	0.71
Bus b3e o b4e	307	1.26
Camion 2e	416	1.71
Camion 3e	151	0.62
Camion 4e	15	0.06
Semi Trayler 2S2	12	0.05
Semi Trayler 2S3	17	0.07
Semi Trayler 3S2	18	0.07
Semi Trayler 3S3	68	0.28
Trayler 2T2	8	0.03
Trayler 2T3	18	0.07
Trayler 3T2	30	0.12
Trayler 3T3	3	0.01
IMD	24356	100.00

Fuente: Elaboración Propia.

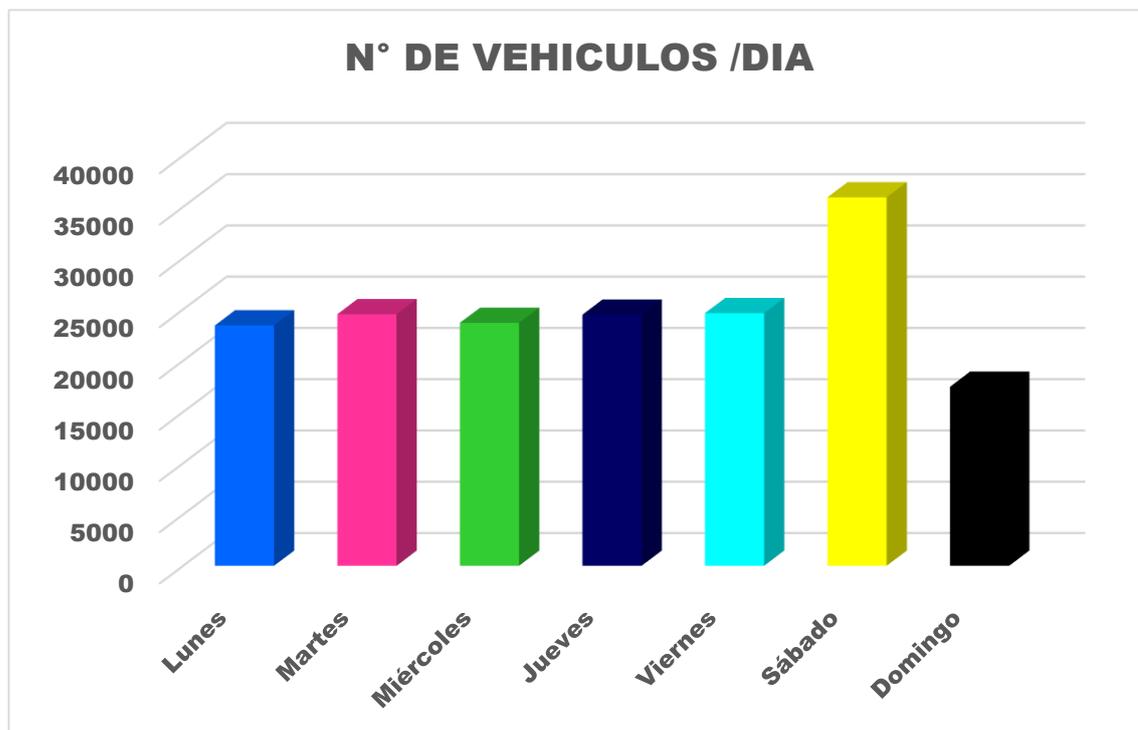
Grafico 26: Composición Vehicular IMD Av. Antonio Lorena



Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo al promedio realizado del conteo vehicular diario en la estación 1 y los datos tomados del análisis de tráfico según Municipalidad de Provincial de Cusco se obtuvo el mayor volumen de tráfico, se presentó en el día Sábado, en el cual se registró 35,932 vehículos en general, mientras que el día domingo fue la más baja donde el volumen total fue de 17,458 vehículos.

Grafico 27: N° de Vehículos por día en la Av. Antonio Lorena

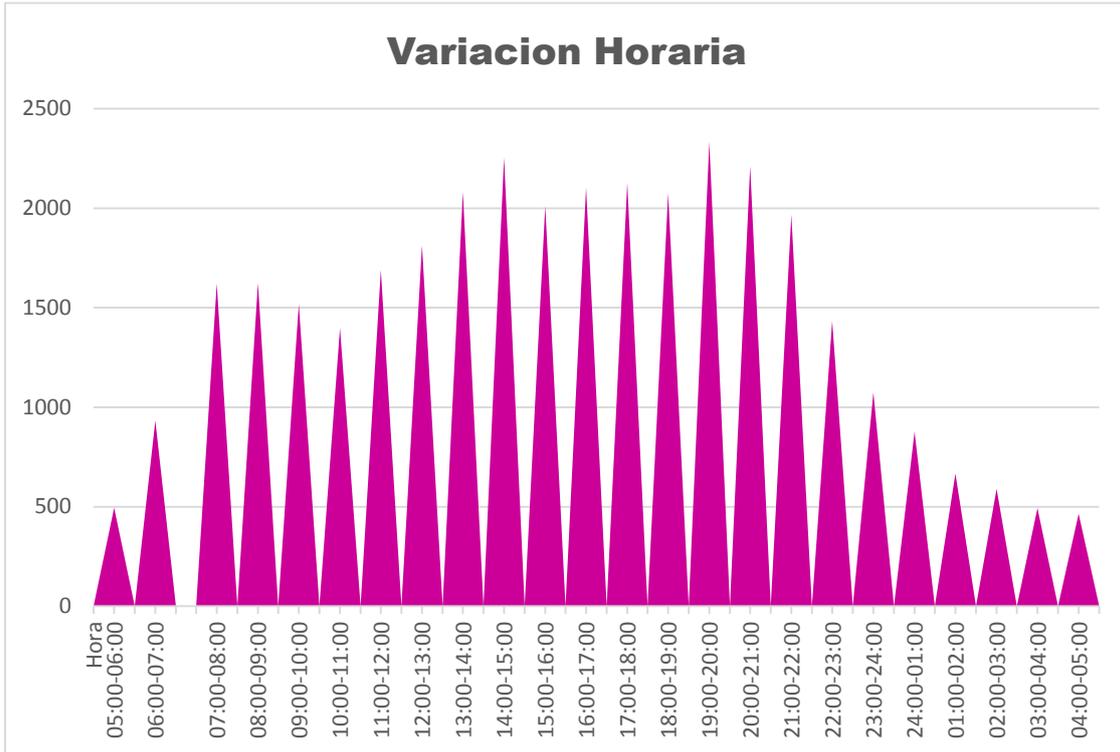


Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Variación Horaria del flujo vehicular**

De los resultados del procesamiento de datos de campo, se ha encontrado la siguiente variación horaria en la vía objeto de estudio, las horas punta, definidas como las horas de mayor frecuencia de tránsito de vehículos, se observa un volumen vehicular alto entre las 17:00 y 19:00 horas por la noche con un tráfico promedio de 2332 vehículos, de la misma manera se observa las horas de menor tráfico como son las 04:00 Y 5:00 de la mañana con un tráfico promedio de 464 vehículos por hora .

Grafico 28: Variación Horaria Av. Antonio Lorena



Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Factores de corrección estacional de una estación de peaje**

Se ha tomado en cuenta los factores de corrección estacional del peaje de Saylla, mes de agosto para ambos tipos de tráfico:

F.C.E. Vehículos ligeros: 0.97937755

F.C.E. Vehículos pesados: 0.96710593

TABLA 17: Tránsito Vehicular dos Sentidos en la Av. Antonio Lorena

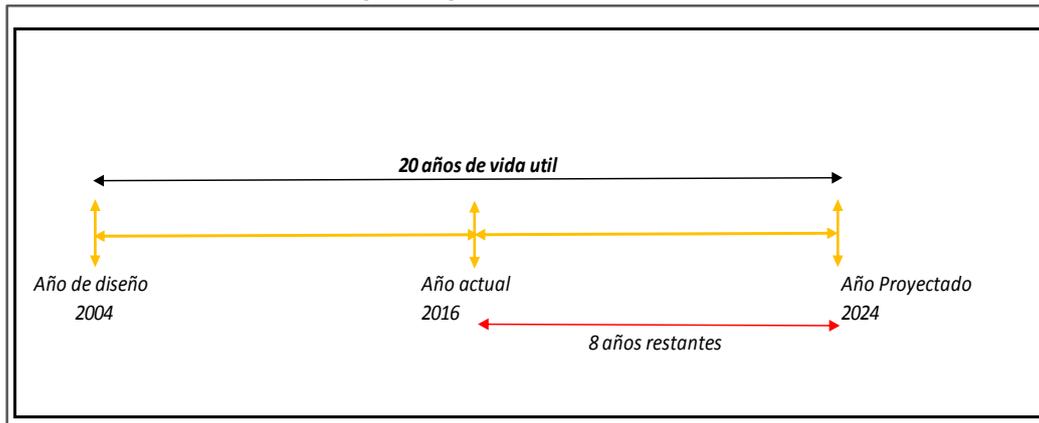
Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día (Principal)							TOTAL SEMANA	IMD _s	FC	IMD _a
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Automovil	14651	12776	13275	14109	14099	20199	10132	99240	14177	0.979378	13885
Station Wagon	3631	3383	3390	3401	3425	4536	2709	24475	3496	0.979378	3424
Camioneta pick up	777	1939	1384	1369	1416	2410	806	10101	1443	0.979378	1413
Panel	565	1945	1442	1484	1499	2873	641	10449	1493	0.979378	1462
Camioneta rural (combi)	1074	1822	1720	1642	1687	2903	943	11791	1684	0.979378	1650
Microbus	1569	1307	1277	1222	1299	1320	1208	9201	1314	0.979378	1287
Bus b2e	193	193	152	158	174	210	153	1233	176	0.979378	172
Bus b3e o b4e	105	410	318	317	313	597	158	2219	317	0.967106	307
Camion 2e	475	409	382	435	426	522	359	3009	430	0.967106	416
Camion 3e	162	162	168	150	133	176	145	1096	157	0.967106	151
Camion 4e	13	16	20	12	9	25	12	105	15	0.967106	15
Semi Trayler 2S2	17	12	11	15	4	8	22	89	13	0.967106	12
Semi Trayler 2S3	23	19	23	17	10	15	19	126	18	0.967106	17
Semi Trayler 3S2	29	7	11	25	12	17	28	129	18	0.967106	18
Semi Trayler 3S3	83	58	45	71	99	72	65	493	70	0.967106	68
Trayler 2T2	14	13	10	4	3	8	7	59	8	0.967106	8
Trayler 2T3	22	27	27	23	5	11	13	128	18	0.967106	18
Trayler 3T2	29	36	35	34	20	27	34	215	31	0.967106	30
Trayler 3T3	5	1	1	3	1	4	5	20	3	0.967106	3
TOTAL	23438	24535	23691	24490	24633	35932	17458	174178	24883	18	24356

Fuente: Elaboración propia.

5.1.1.6. Análisis del Tráfico Projectado

En vista de que el estudio del IMD de la Av. Antonio Lorena se realizó en el año 2004 más los 20 años de proyección, El IMD del tráfico futuro se calculó hasta el año 2024, por tal motivo el tráfico calculado en el 2016 se proyectará solo para los 8 años restantes del tráfico proyectado como se muestra a continuación:

Grafico 29: Esquema para el cálculo de años de estudio



Fuente: Elaboración Propia.

Para el cual se determinara aplicando la siguiente formula:

$$T_n = T_0(1 + r)^{(n-1)}$$

Donde:

Tn = Tránsito proyectado al año en vehículo por día

T0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Tasa de Crecimiento x Región en %

rvp = 0.98 Tasa de Crecimiento Anual de la Población (Distrito de Santiago - Censo 2007 INEI) (para vehículos de pasajeros)

rvc = 6.87 Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional o Nacional (Marco Macroeconómico Multianual 2013-2015 (para vehículos de carga)

TABLA 18: Proyección de Tráfico para los 8 años restantes

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Tráfico Normal	24356	24356	24640	24926	25224	25524	25834	26149	26472
Automovil	13885	13885	14021	14158	14297	14437	14579	14722	14866
Station Wagon	3424	3424	3458	3491	3526	3560	3595	3630	3666
Camioneta pick up	1413	1413	1427	1441	1455	1469	1484	1498	1513
Panel	1462	1462	1476	1491	1505	1520	1535	1550	1565
Camioneta rural (combi)	1650	1650	1666	1682	1699	1716	1732	1749	1767
Microbus	1287	1287	1300	1312	1325	1338	1351	1365	1378
Bus b2e	172	172	174	175	177	179	181	182	184
Bus b3e o b4e	307	307	310	313	316	319	322	326	329
Camion 2e	416	416	445	475	508	543	580	620	662
Camion 3e	151	151	161	172	184	197	211	225	240
Camion 4e	15	15	16	17	18	20	21	22	24
Semi Trayler 2S2	12	12	13	14	15	16	17	18	19
Semi Trayler 2S3	17	17	18	19	21	22	24	25	27
Semi Trayler 3S2	18	18	19	21	22	23	25	27	29
Semi Trayler 3S3	68	68	73	78	83	89	95	101	108
Trayler 2T2	8	8	9	9	10	10	11	12	13
Trayler 2T3	18	18	19	21	22	23	25	27	29
Trayler 3T2	30	30	32	34	37	39	42	45	48
Trayler 3T3	3	3	3	3	4	4	4	5	5

Fuente: Elaboración propia.

5.2.1. Diseño del Espesor Estructural del Pavimento Rígido de la Av. Antonio Lorena

5.2.1.1. Cálculo de Espesor del Pavimento

Para el cálculo del espesor del pavimento rígido de la Av. Antonio Lorena se utilizó el método AASHTO 93.

El diseño de dicho pavimento se realizó con la finalidad de calcular el espesor del concreto hidráulico y determinar si el diseño realizado en el anteproyecto fue correcto o no.

Para dicha comprobación se utilizó como datos la resistencia del concreto con la que fue diseñada en la elaboración del expediente técnico en el año 2004 que es de $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, el aforo vehicular realizado en el año 2016 y el CBR mínimo de 30% como indica Norma técnica de edificación CE.010 pavimentos

urbanos. Dando como resultado un espesor de 30 cm de $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, De acuerdo a las hojas de cálculo mostradas en el ANEXO N°2° .

5.2. Proceso Constructivo

Se obtuvo dos muestras de la Av. Antonio Lorena para someterlo a un Ensayo de Compresión Simple, además verificar visualmente las características del agregado grueso.

5.2.1. Características del Material Utilizado en el Diseño de Mezcla de Pavimento Rígido.

El agregado grueso fue analizado a partir de dos muestras obtenidas de la Av. Antonio Lorena de las cuales se contabilizaron el tamaño, tipo de agregado en cada uno, datos que se obtuvieron a partir de la observación directa como se muestra en el grafico 30 y el grafico 31.

Grafico 30: Descripción Muestra 01



Grafico 31: Descripción Muestra 02



5.2.2. Ensayo a Compresión del Concreto del Pavimento Rígido

De acuerdo al Ensayo de compresión que fueron sometidas las muestras extraídas del pavimento rígido de la Av. Antonio Lorena donde se obtuvo los siguientes resultados que se muestran en tabla 19.

TABLA 19: Cálculo de Resistencia de Concreto

ENSAYO A COMPRESION					
Muestra	Imagen	Area 1 (cm2)	Area 2 (cm2)	Resistencia inicial (kg/cm2)	Resistencia Final (kg/cm2)
M-1		100	60	63.7	177
M-2		100	60	64.4	179
PROMEDIO					178

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a las muestras analizadas y la resistencia obtenida de 178 kg/cm² se volvió a calcular el espesor de la losa del pavimento rígido tomando en cuenta la resistencia de 175 kg/cm², obteniendo como resultado un espesor de losa de pavimento rígido de 30 cm. De acuerdo a las hojas de cálculo mostradas en el ANEXO N°2.

5.3. Deficiente Mantenimiento

- De acuerdo a la base de datos del Sistema Operativo de Seguimiento y Monitoreo (SOSEM) para los Proyectos de Inversión Pública (PIP) de la Municipalidad Distrital de Santiago así como también en la Municipalidad Provincial de Cusco desde el año 2007 hasta 2015 no se registra ningún proyecto de Mantenimiento de la Av. Antonio Lorena .

- Según el documento que facilito la Municipalidad Distrital de Santiago se pudo constatar que en el año 2007 se emitió el INFORME N° 028 -2007 – MDS/ GIDL - SGO de evaluación de Pavimentación de la Av. Antonio Lorena en el que detalla la verificación de las losas fisuradas como se indica en el siguiente resumen :

Av. Antonio Lorena	N° Losas Fisuradas
Av. Antonio Lorena carril de bajada	252
Av. Antonio Lorena carril de subida	149
TOTAL	401

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

6.1. Resultados Obtenidos por el Cálculo del Método de Condición de Pavimentos

De acuerdo a la evaluación superficial aplicando el método PCI, En los dos tramos, en cual el diagnostico situacional de la Av. Antonio Lorena es REGULAR con un PCI de 42.

Grafico 32: Inventario general de condición nivel de servicio

ÍNDICE ESTADO	NIVEL DE SERVICIO	COSTOS DE LOS USUARIOS	DESCRIPCIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
100-90	Muy bueno	Costos de operación de referencia (100%)	Pavimento en condiciones muy buena; circulación muy confortable, superficie uniforme. No se observa daños o eventualmente estos son ocasionales y poco significativos
80-70-60	Bueno a regular	Ligero incremento, costos de operación 105 a 120 %	Pavimento en condición buena a regular; circulación confortable. Se observa fallas incipientes aunque de tipo localizado.
50-40	Regular a malo	Significativo incremento de costos de operación 120 a 150 %	Pavimento en condición regular, circulación poco confortable. Daños manifiestos y frecuentes. El pavimento se aproxima al de su vida útil, requiere una inspección detallada
30	Malo a muy malo	Altos costos de operación 130 a 150 %	Pavimento en condición deficiente, circulación no confortable. Daños en proceso de generalización. El pavimento está alcanzando su vida útil.
20-10	Muy malo a pésimo	Muy altos costos de operación 145 a 170 %	Condición deficiente, circulación pésima. Daños completamente generalizados e irreversibles.

Fuente: Manual de Inventario del estado funcional de Pavimentos-México

La siguiente tabla 20, nos indica que para el nivel de servicio Regular con un índice de estado de 42, el costo de operación se incrementa un 44 % para, lo que significa que la Av. Antonio Lorena tendrá un costo de operación aproximado de 1, 049,299 nuevos soles.

TABLA 20: Análisis de costo de operación para el pavimento rígido

ÍNDICE DE ESTADO	NIVEL DE SERVICIO	COSTO DE OPERACIÓN (%)	PRESUPUESTO DE OBRA (S/.)	TOTAL COSTO DE OPERACIÓN (S/.)
50	Regular	0.2	2384770.09	476954
42	Regular	0.44	2384770.09	1049299
40	Regular	0.5	2384770.09	1192385

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 33: Índice de Estado Superficial del Pavimento y Categoría de Acción

RANGO DE ÍNDICE ESTADO	CATEGORÍA DE ACCIÓN*	DESCRIPCIÓN
100 A 85	A Mantenimiento mínimo	buena; no requiere acciones de mantenimiento correctivo inmediatas; ocasionalmente puede requerir acciones de mantenimiento mínimo preventivo.
85 A 60	B Mantenimiento Correctivo	fallas incipientes que requieren acciones de mantenimiento correctivas inmediatas y/o en el corto plazo.
60 A 40	C Mantenimiento correctivo mayor o intensivo	Pavimento en condición dudosa o regular, con fallas evidentes que requieren acciones de mantenimiento correctivo frecuentes y probablemente una rehabilitación a mediano plazo. Comprende tres tipos de acciones: (1) condición dudosa, mantenimiento correctivo mayor, (2) sellado de superficie, (3) reencarpetado delgado.
40 A 25	D Rehabilitación, Refuerzo estructural	con fallas en proceso de generación, que requieren una rehabilitación en el corto plazo para evitar la generalización de daños irreversibles.
Menor de 25	E Rehabilitación, Reconstrucción	deficiente, con fallas severas generalizadas, que requieren una rehabilitación mayor probablemente con altos porcentajes de reconstrucción en el corto plazo.

Fuente: Manual de Inventario del estado funcional de Pavimentos-México

Según el resultado del método PCI para la Av. Antonio Lorena, indica realizar un Mantenimiento correctivo o Intensivo lo que significa que se necesita una reparación inmediata en toda la vía y es el momento adecuado para la rehabilitación de dicha vía.

6.2. obtenidos según las fallas evaluadas en toda la Av. Antonio Lorena

En la tabla 21 nos indica que en el tramo N° 1 del carril de subida que de las 313 losas falladas se evaluó 196 fallas de igual manera para el tramo N° 2 de las 295 losas falladas se evaluó 203 falla.

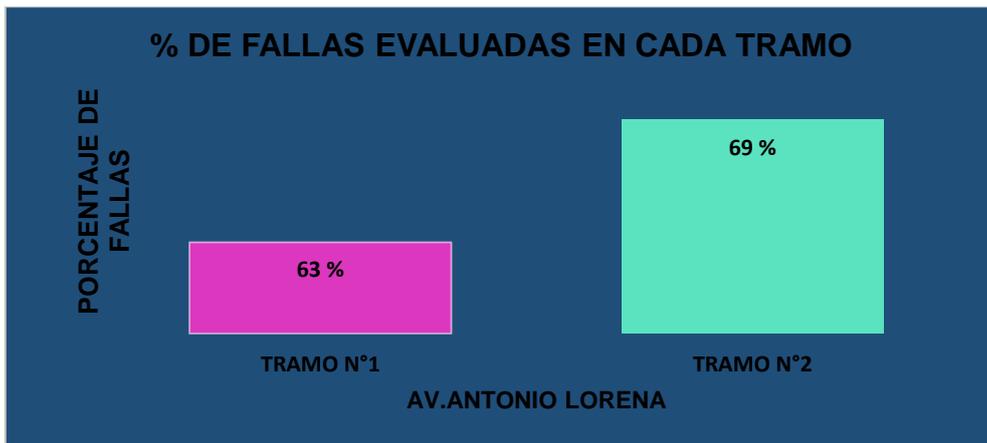
TABLA 21: Porcentaje de Fallas Evaluadas

TRAMO	CARRIL	N° DE LOSAS FALLADAS	N° DE FALLAS EVALUADAS	% DE FALLAS EVALUADAS
N°1	Carril de subida	313	196	63
N°2	Carril de bajada	295	203	69
TOTAL		608	399	65.63

Fuente: Elaboración Propia

Podemos observar En el grafico 34 para el tramo N°1 se evaluó el 63 % de las losas falladas y para el tramo N°2 69 %.

Grafico 34: Porcentaje de Fallas analizadas en toda la Av. Antonio Lorena



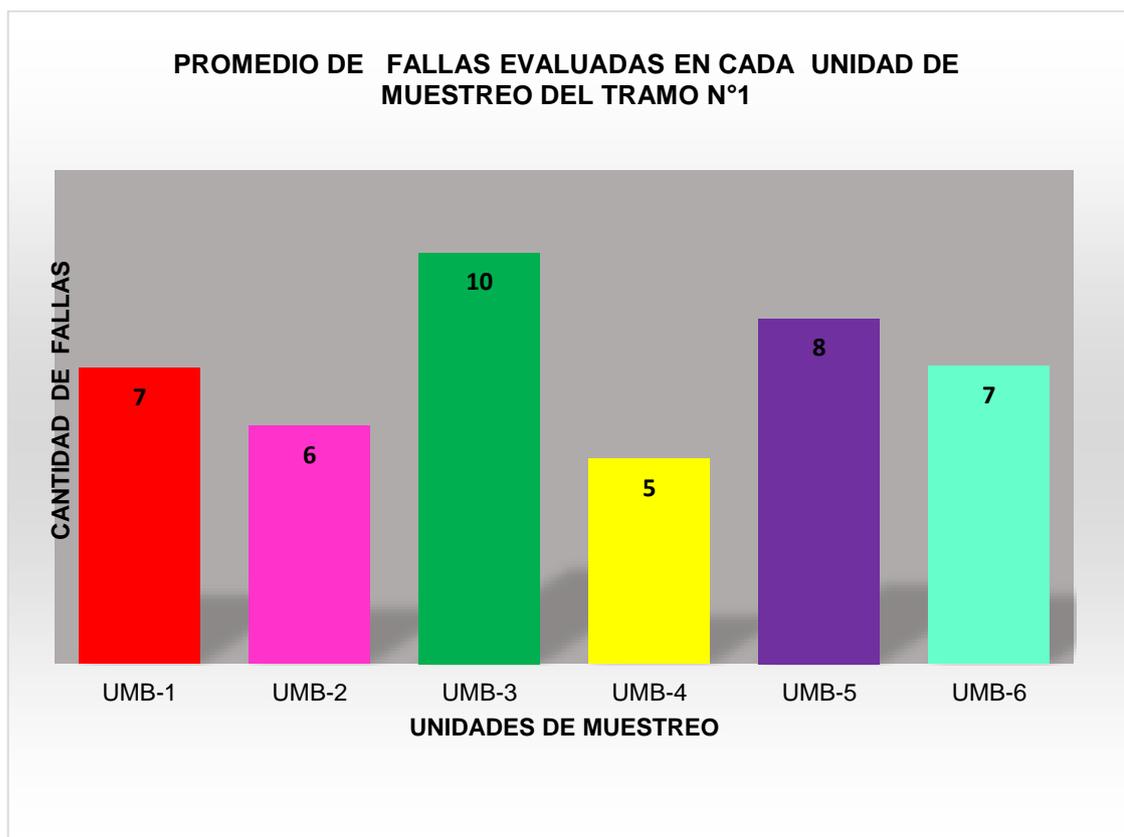
Fuente: Elaboración Propia

6.3. Cantidad de Fallas Evaluadas por Unidad de Muestra

➤ Tramo N°1 (Carril de Subida)

El grafico 35 indica el promedio de la cantidad de fallas encontradas en cada unidad de muestra obteniendo así en mayor cantidad en la unidad de muestra 1 con 10 fallas y en menor en la unidad de muestra 4 con 5 fallas.

Grafico 35: Promedio de Fallas evaluadas en cada Unidad de Muestra en el tramo N°1

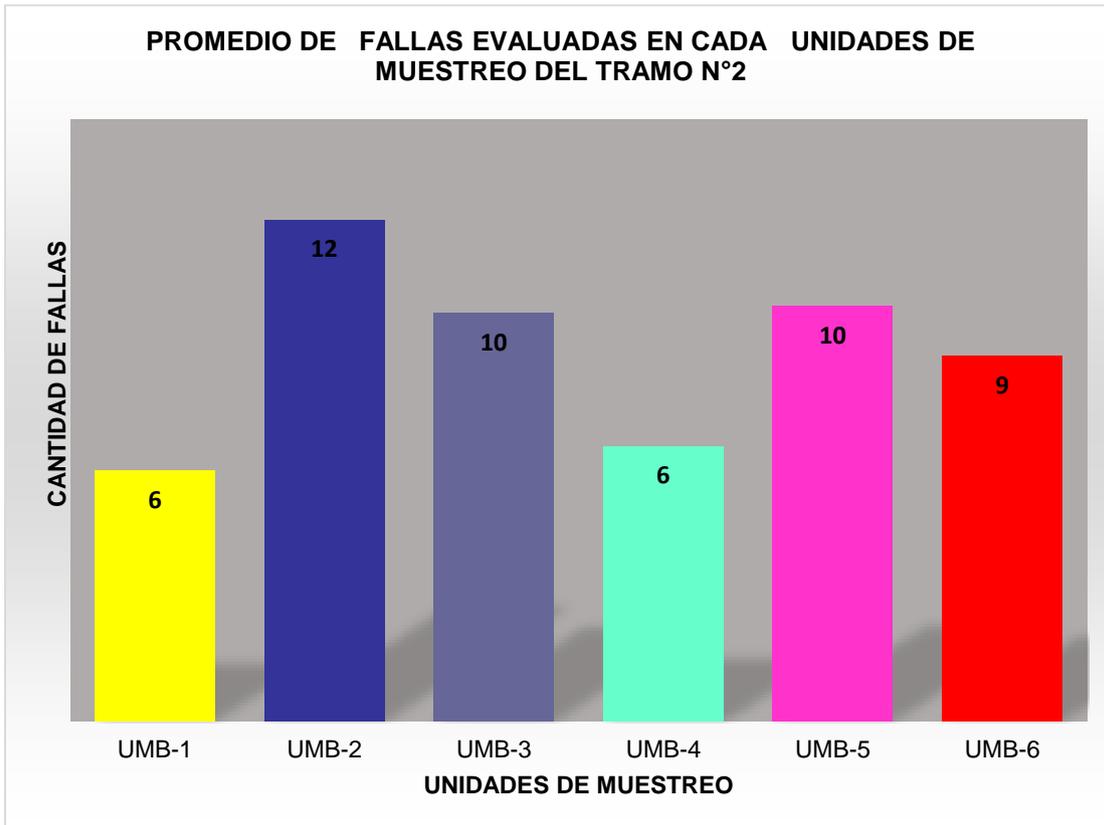


Fuente: Elaboración Propia

➤ **Tramo N°2 (Carril de Bajada)**

El grafico 36 indica el promedio de la cantidad de fallas encontradas en cada unidad de muestra obteniendo así en mayor cantidad en la unidad de muestra 2 con un promedio de 12 fallas y en menor en la unidad de muestra 4 y 1 con un promedio de 6 fallas.

Grafico 36: Promedio de Fallas evaluadas en cada Unidad de Muestra en el tramo N°2



Fuente: Elaboración Propia

6.4. Resumen de las fallas encontradas en la Av. Antonio Lorena

En el grafico 37 indica que se tiene un total de 399 fallas en toda la evaluación, teniendo en mayor cantidad las grietas lineales.

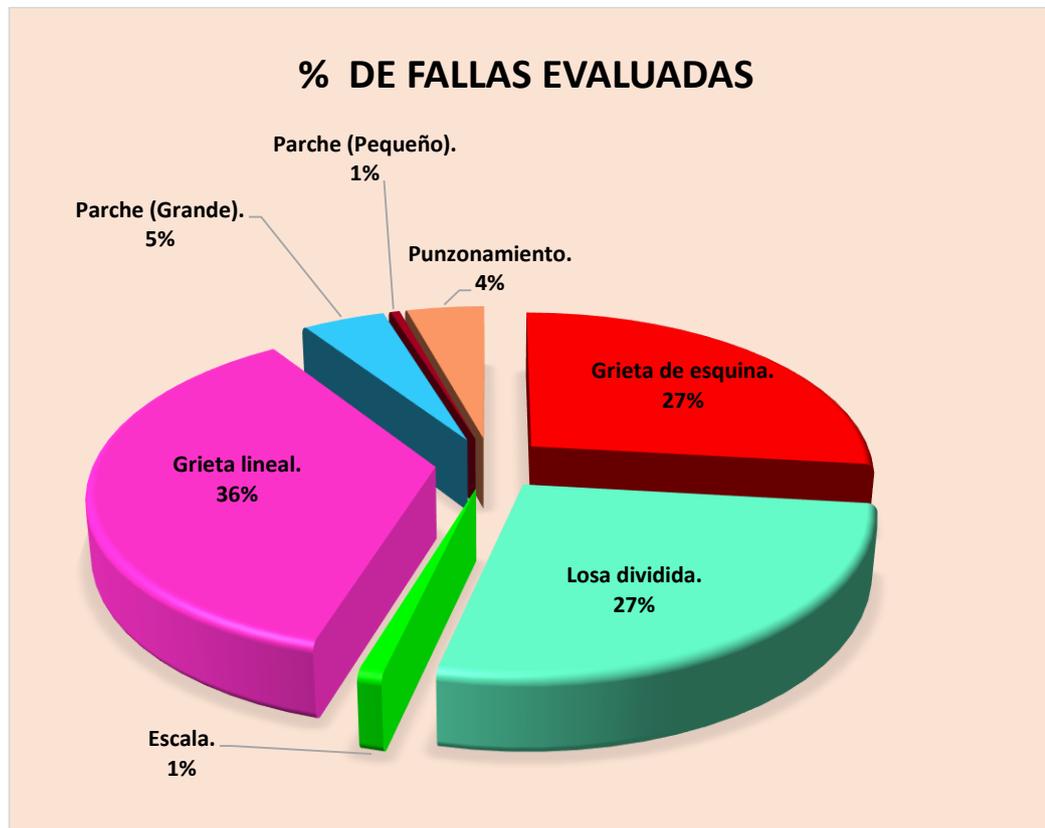
Grafico 37: Resumen de fallas encontradas

TIPO DE FALLA	NUMERO TOTAL DE FALLAS	IMAGEN
Gieta Lineal	144	
Grieta de Esquina	107	
Losa Dividida	107	
Parche Grande	18	
Punzonamiento	17	
Escala	4	
Parche Pequeño	2	
TOTAL =	399	

Fuente: Elaboración Propia.

En el grafico 38 se muestra el porcentaje de fallas en toda la vía , en donde se observa que la falla en mayor porcentaje es la grieta lineal con total de 36% y en menor cantidad se tiene escala y parche pequeño con un total de 1%

Grafico 38: Porcentaje de fallas Evaluadas

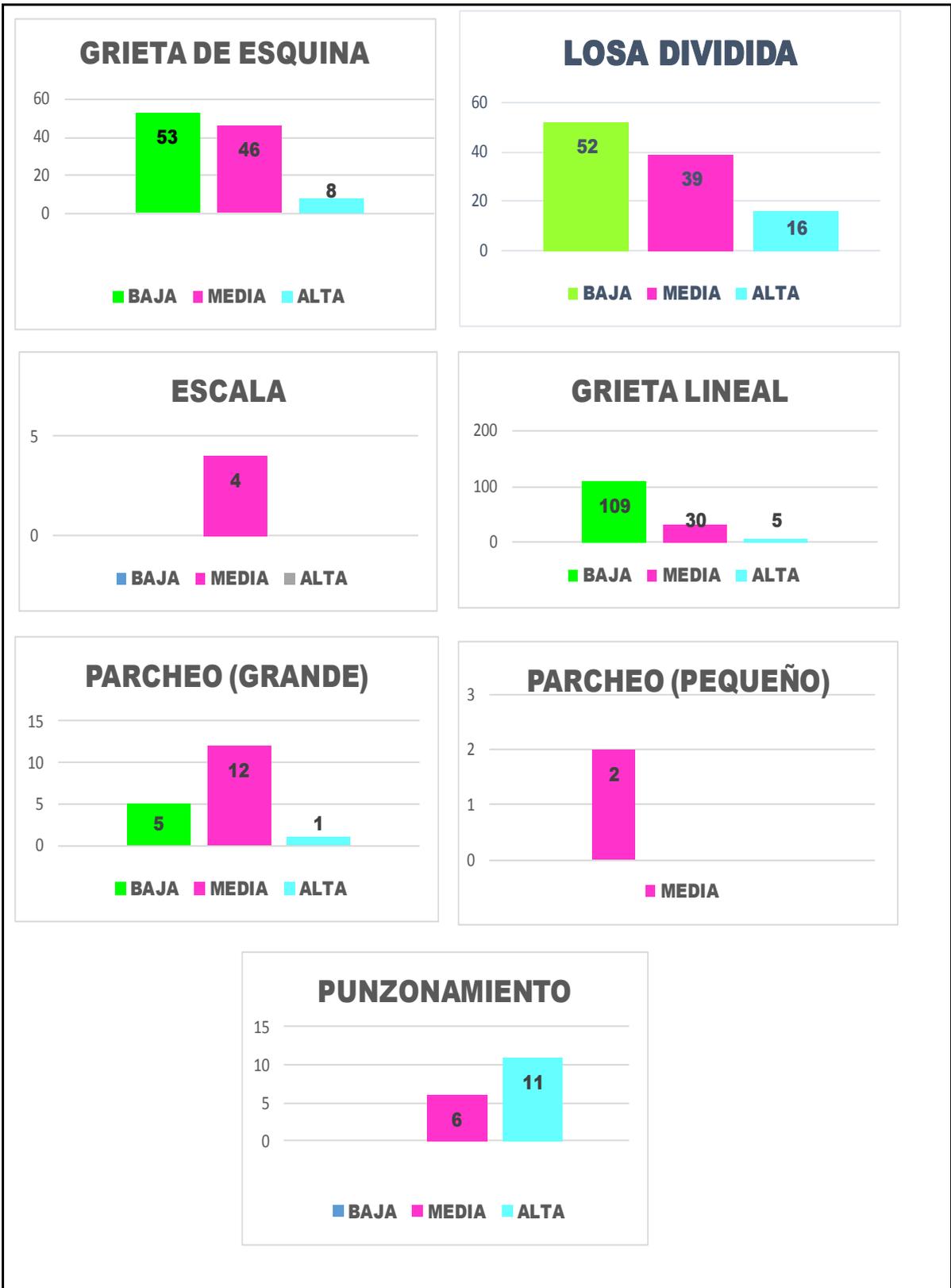


Fuente: Elaboración Propia

6.5. Resultados Obtenidos por Tipo de Falla y Severidad

En el siguiente cuadro se puede observar las fallas analizadas según el tipo de severidad como son baja, media, alta, en la que tiene en mayor cantidad con un grado de severidad baja en grieta lineal con un total 109 losas analizadas

Grafico 39: Tipo de Falla y Severidad



Fuente: Elaboración Propia.

6.6. Comparación de la confiabilidad del método

➤ Cálculo de la desviación estándar para el tramo N°1

En la tabla 22 nos muestra la desviación estándar para cada unidades de muestra en el tramo N°1 según el tipo de falla analizada, en la que indica una variación de 1.00 hasta 2.833 para la UMS-1, 0.200 hasta 6.167 para la UMS-2, 0.8330 hasta 3.167 para la UMS-3, 1.00 hasta 5.167 para la UMS-4, 0.200 hasta 6.833 para la UMS-5 y 0.200 hasta 4.833 para la UMS-6.

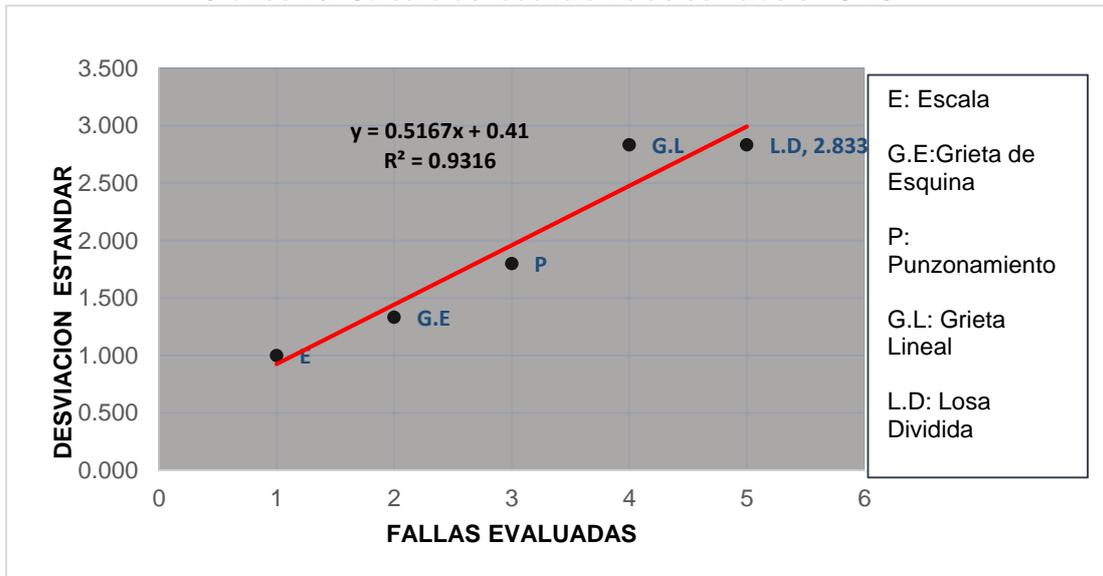
TABLA 22: Cálculo de la desviación estándar para el tramo N°1

TRAMO N°1 (CARRIL DE SUBIDA)							
TIPOS DE FALLAS	PROMEDIO N°DE FALLAS EVALUADAS	DESVIACION ESTANDAR					
		UNIDADES DE MUESTREO					
		UMB-1	UMB-2	UMB-3	UMB-4	UMB-5	UMB-6
Grieta de esquina.	10.333	1.333	0.333	4.667	3.333	4.667	4.333
Losa dividida.	8.167	2.833	2.167	0.833	1.833	1.167	2.167
Escala.	2.000	1.000	-	-	1.000	-	-
Grieta lineal.	9.167	2.833	6.167	3.167	5.167	6.833	4.833
Parqueo (grande).	5.500	-	1.500	-	1.500	-	-
Parqueo (pequeño).	1.000	-	-	-	-	0.000	-
Punzonamiento.	2.800	1.800	0.200	-	1.200	0.200	0.200

Fuente: Elaboración Propia.

En el gráfico 40 nos indica que existe un coeficiente de correlación entre las dos variables de 93 % para UMS-1.

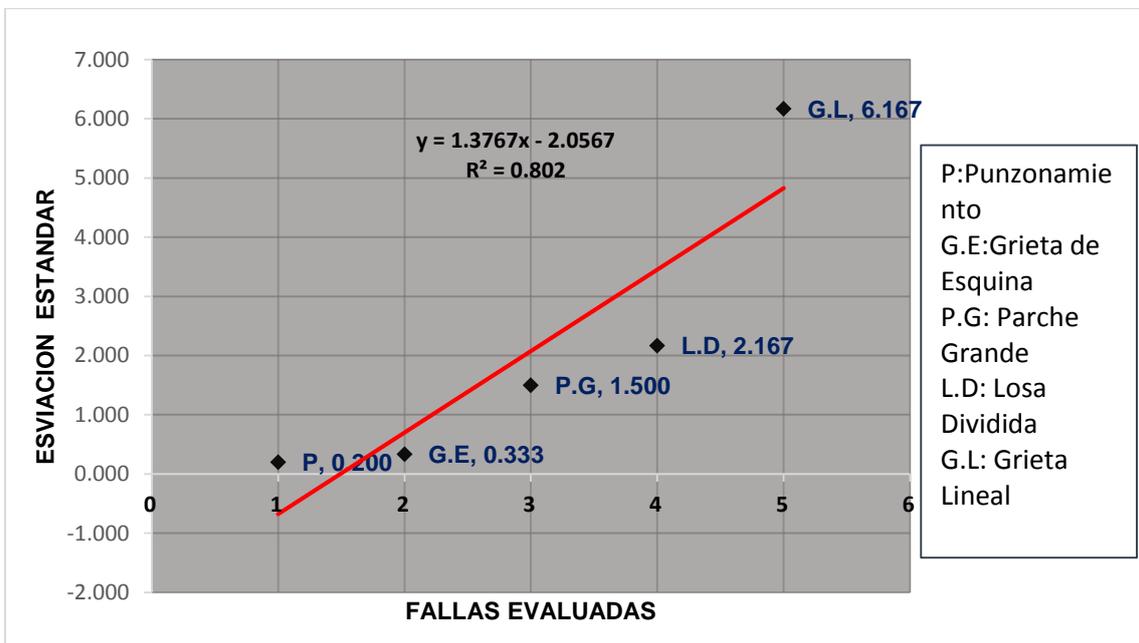
Grafico 40: Calculo de coeficiente de correlación UMS-1



Fuente: Elaboración Propia.

En el grafico 41 nos indica que existe un coeficiente de correlación entre las dos variables de 80 % para UMS-2.

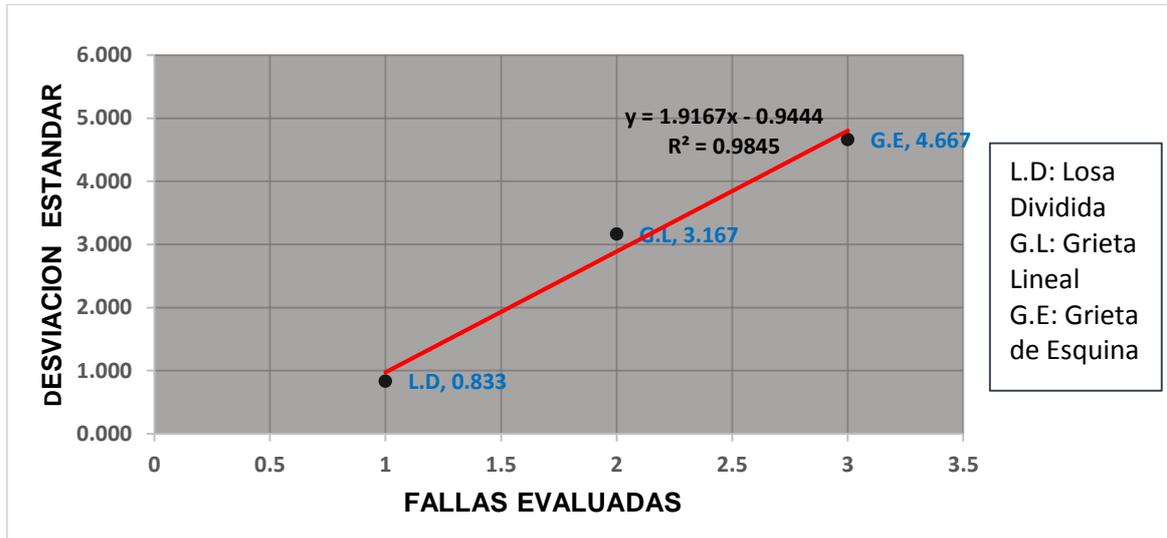
Grafico 41: Calculo de coeficiente de correlación UMS-2



Fuente: Elaboración Propia

En el grafico 42 nos indica que existe un coeficiente de correlación entre las dos variables de 98 % para UMS-3.

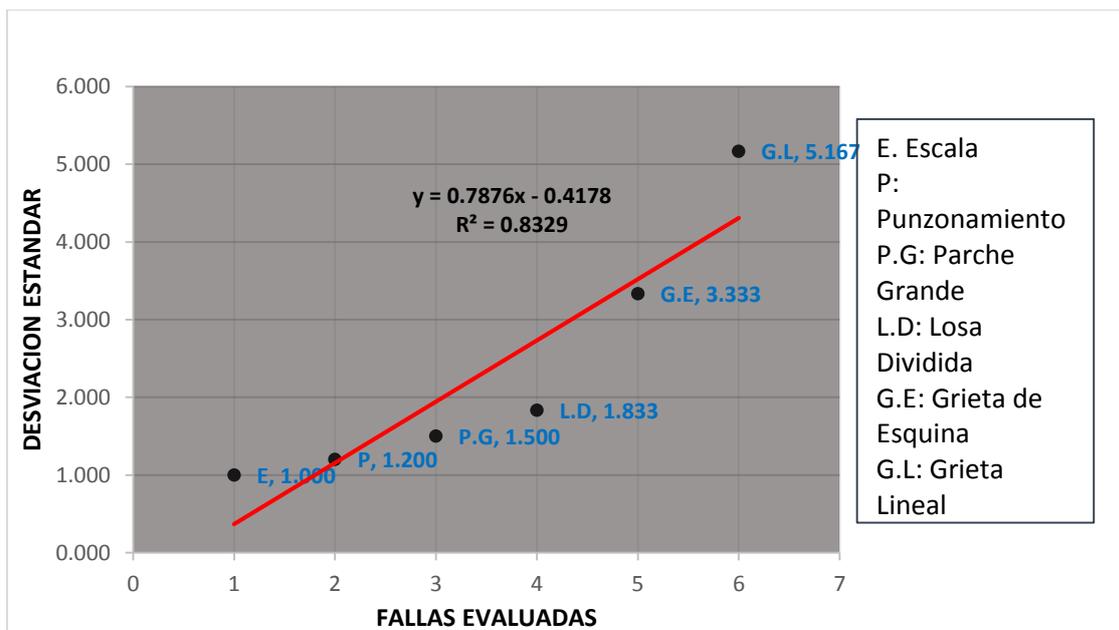
Grafico 42: Calculo de coeficiente de correlación UMS-3



Fuente: Elaboración Propia.

En el grafico 43 nos indica que existe un coeficiente de correlación entre las dos variables de 83 % para UMS-4.

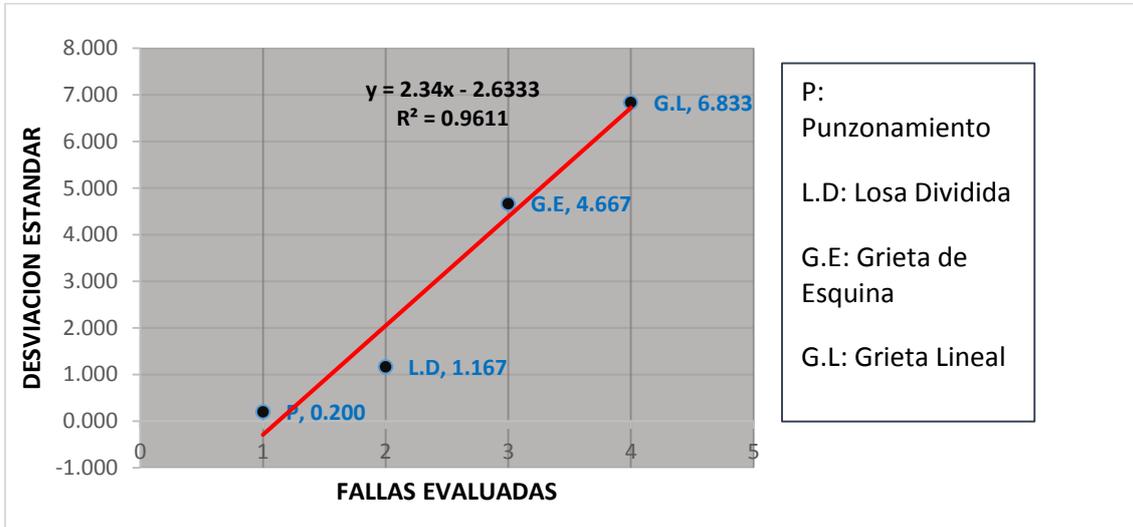
Grafico 43: Calculo de coeficiente de correlación UMS-4



Fuente: Elaboración Propia.

En el grafico 44 nos indica que existe un coeficiente de correlación entre las dos variables de 96% para UMS-5.

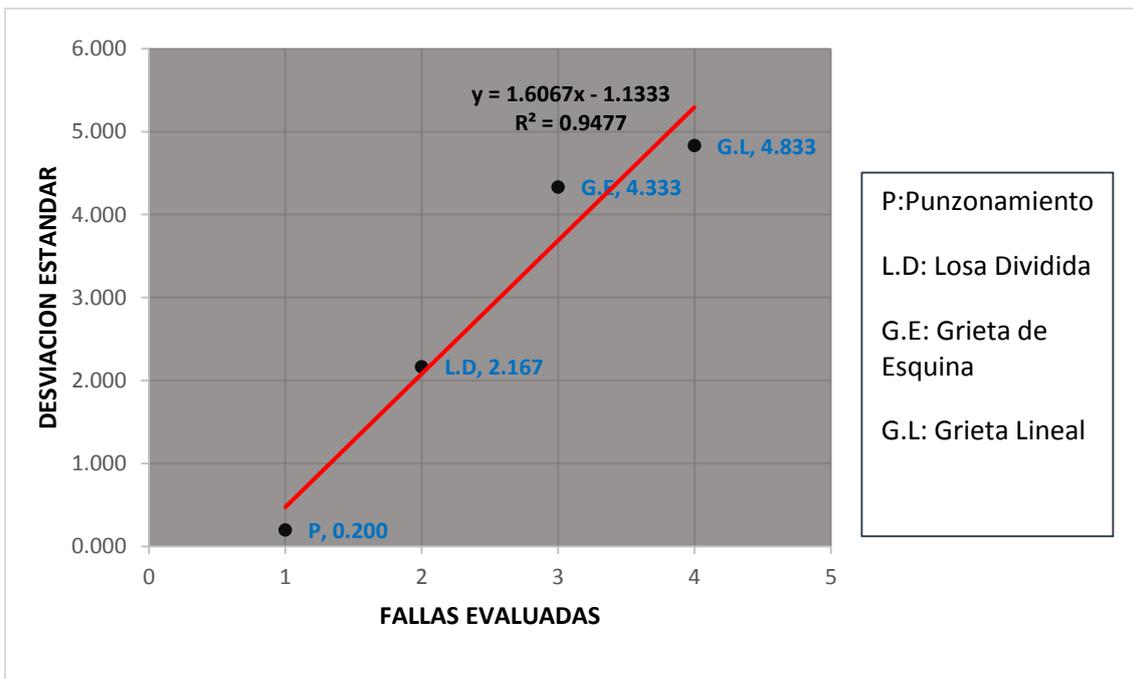
Grafico 44: Calculo de coeficiente de correlación UMS-5



Fuente: Elaboración Propia.

En el grafico 46 nos indica que existe un coeficiente de correlación entre las dos variables de 95% para UMS-6.

Grafico 46: Calculo de coeficiente de correlación UMS-6



Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Calculo de la desviación estándar para el tramo N°2**

En la tabla 23 nos muestra desviación estándar para cada unidad de muestra para el tramo n°2 según el tipo de falla analizada, en la que indica una variación de 0.333 hasta 6.667 para la UMB-1, 2.500 hasta 5.167 para la UMB-2, 0.500 hasta 2.333 para la UMB-3, 0.500 hasta 6.833 para la UMB-4, 1.500 hasta 3.833 para la UMB-5 y 2.333 hasta 5.500 para la UMB-6.

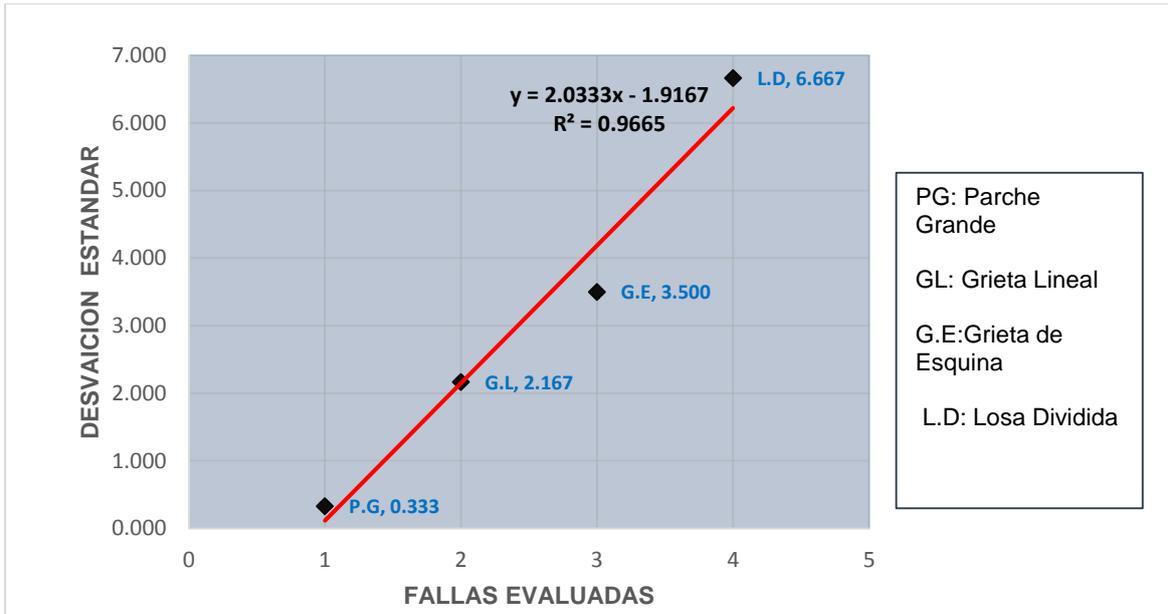
TABLA 23: Calculo de la desviación estándar para el tramo N°2

TRAMO N°2 (CARRIL DE BAJADA)							
TIPOS DE FALLAS	PROMEDIO N°DE FALLAS EVALUADAS	DESVIACION ESTANDAR					
		UNIDADES DE MUESTREO					
		UMB-1	UMB-2	UMB-3	UMB-4	UMB-5	UMB-6
Grieta de esquina.	7.500	3.500	2.500	0.500	0.500	1.500	5.500
Losa dividida.	9.667	6.667	4.667	2.333	4.333	2.333	2.333
Grieta lineal.	14.833	2.167	5.167	0.833	6.833	3.833	4.167
Parqueo (grande).	2.333	0.333	-	1.667	1.333	-	-
Parqueo (pequeño).	1.000	-	-	-	-	-	-
Punzonamiento.	1.000	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

En el grafico 46 nos indica que existe un coeficiente de correlación entre las dos variables de 97 % para UMB-1.

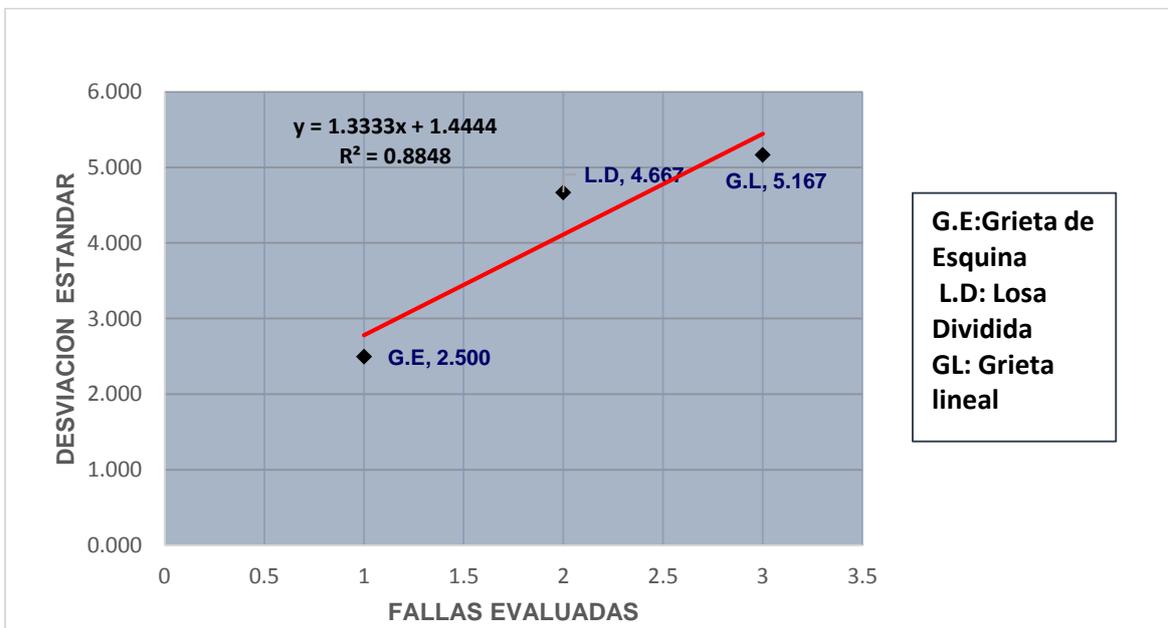
Grafico 45: Calculo de coeficiente de correlacion UMB-1



Fuente: Elaboración Propia.

En el grafico 47 nos indica que existe un coeficiente de correlación entre las dos variables de 88 % para UMB-2.

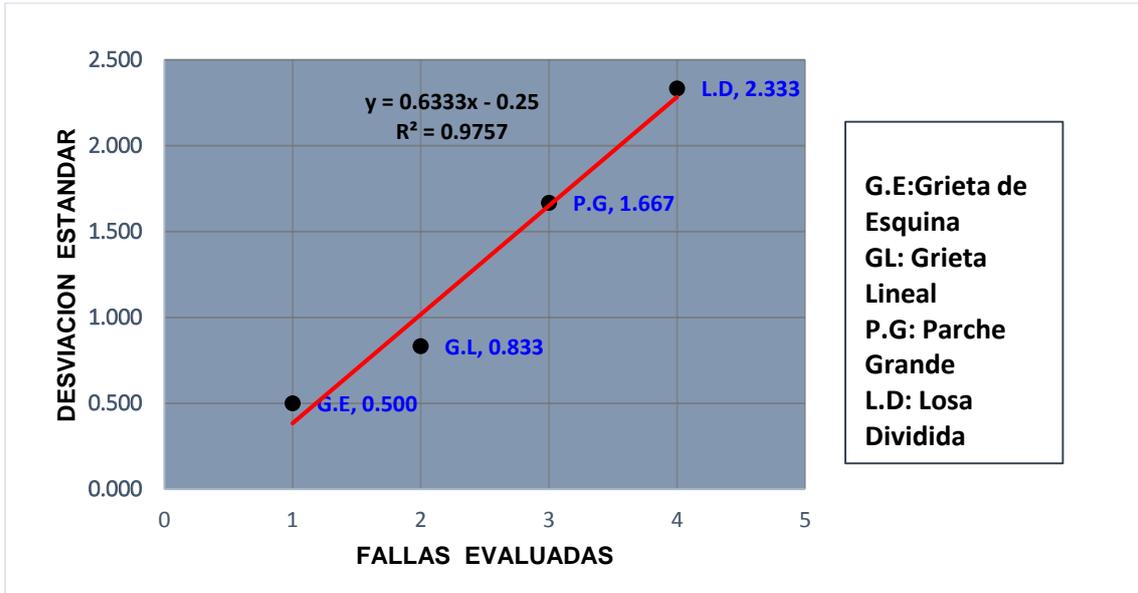
Grafico 46: Calculo de coeficiente de correlación UMB-2



Fuente: Elaboración Propia.

En el grafico 48 nos indica que existe un coeficiente de correlación entre las dos variables de 98% para UMB-2.

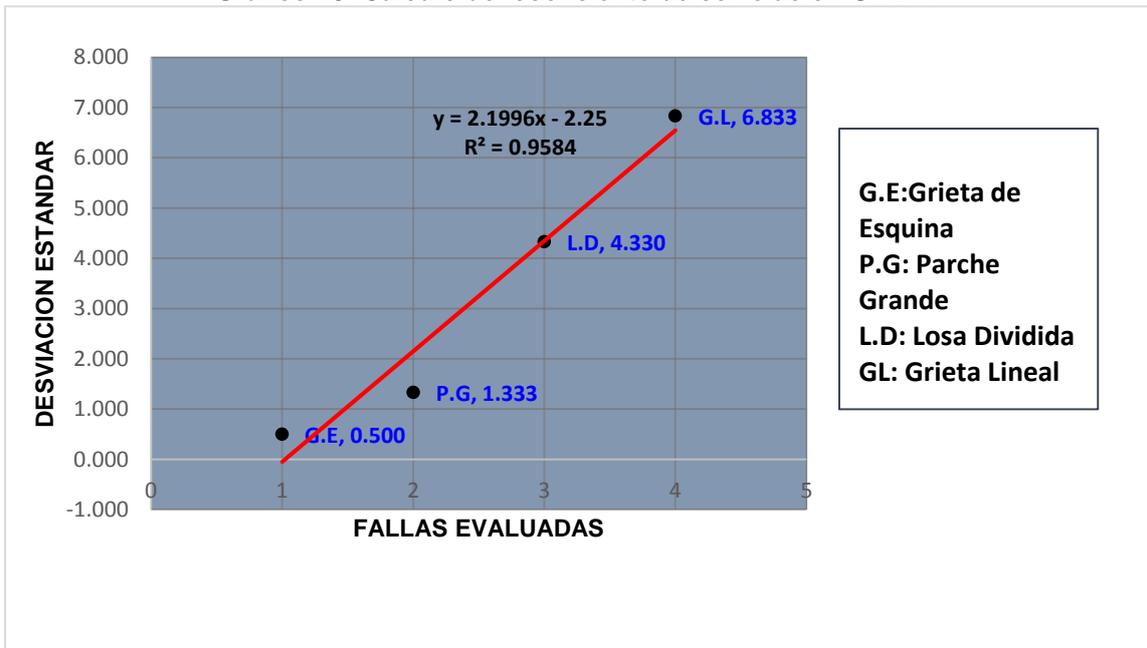
Grafico 47: Calculo de coeficiente de correlación UMB-3



Fuente: Elaboración Propia.

En el grafico 48 nos indica que existe un coeficiente de correlación entre las dos variables de 96% para UMB-4.

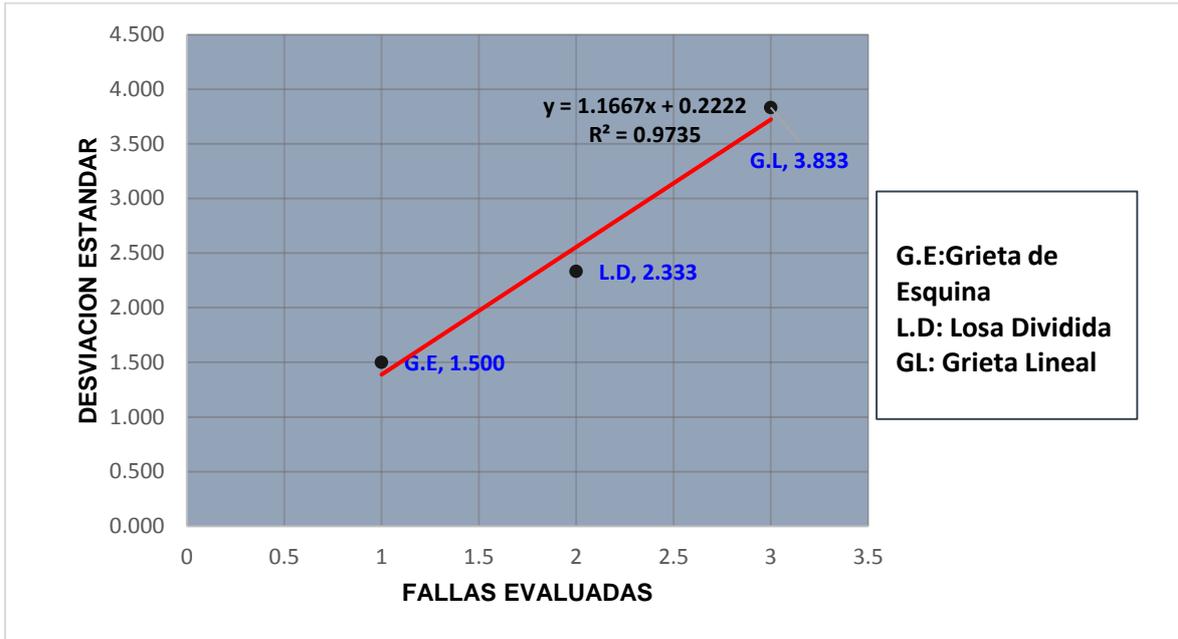
Grafico 48: Calculo de coeficiente de correlación UMB-4



Fuente: Elaboración Propia.

En el grafico 50 nos indica que existe un coeficiente de correlación entre las dos variables de 97% para UMB-5.

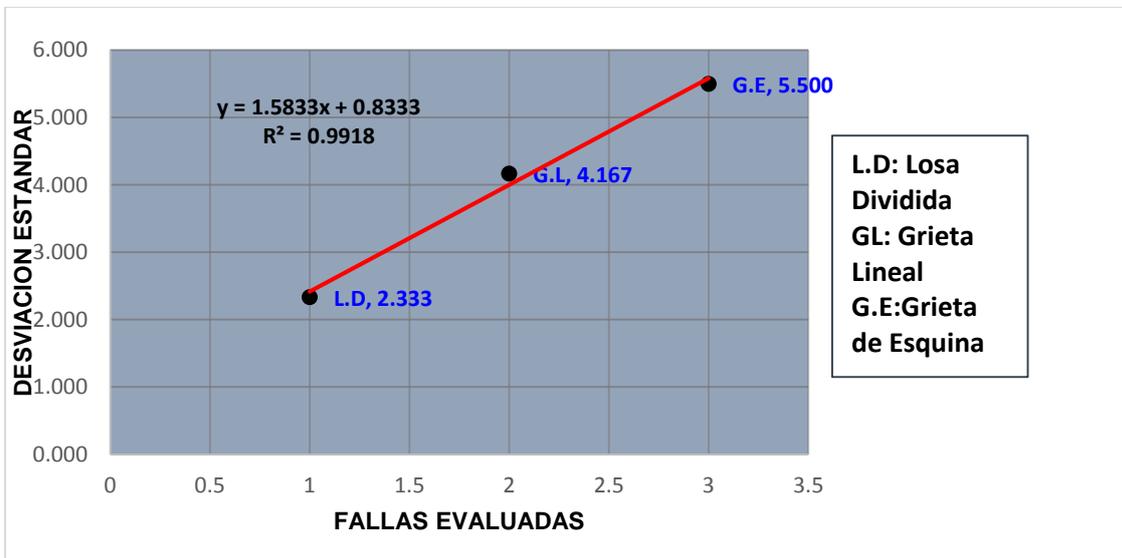
Grafico 49: Calculo de coeficiente de correlación UMB-5



Fuente: Elaboración Propia.

En el grafico 51 nos indica que existe un coeficiente de correlación entre las dos variables de 99% para UMB-6.

Grafico 50: Calculo de coeficiente de correlación UMB-6



Fuente: Elaboración Propia.

Resumen de coeficiente de correlación para el tramo N°1 y el tramo N°2

TABLA 24: Resumen de coeficiente de correlación

UNIDADES DE MUESTRA	R2		R	
	TRAMO N°1	TRAMO N°2	TRAMO N°1	TRAMO N°2
UM-1	0.93	0.97	0.97	0.98
UM-2	0.80	0.88	0.90	0.94
UM-3	0.98	0.98	0.99	0.99
UM-4	0.83	0.96	0.91	0.98
UM-5	0.96	0.97	0.98	0.99
UM-6	0.95	0.99	0.97	1.00

Fuente: Elaboración Propia.

Según la tabla 24 para el tramo N°1 se obtiene un coeficiente de correlación más alto en la UMS.3 mayor con 99 % y para el tramo N° 2 un coeficiente de correlación más alto en la UMS.6 mayor con 100%.

CONCLUSIONES

- El estado situacional de la Av. Antonio Lorena aplicando el método Índice de Condición del Pavimento (PCI) da como resultado, que dicha vía se encuentra en un estado REGULAR, por ende se debe realizar un mantenimiento correctivo o incluso una rehabilitación.
- Las fallas localizadas en el diagnóstico de Av. Antonio Lorena fueron: grieta lineal 36%, grieta de esquina 27%, losa dividida 27%, parcheo grande 5%, punzonamiento 4% y escala 1%.
- De acuerdo a la evidencias de las fallas y realizando el análisis correspondiente se propone las siguientes alternativas de solución:

TIPO DE FALLA	IMAGEN	POSIBLES SOLUCIONES
Grieta Lineal		L : No se hace nada; Selle las grietas mayores a 3mm. M: Selle las grietas H: Selle las grietas; Parche de profundidad completa; Reemplace la losa
Grieta de Esquina		L : No se hace nada; Selle las grietas mayores de 3 mm. M : Selle las grietas; Parche de profundidad completa. H : Parche de profundidad completa.
Losa Dividida		L : No se hace nada; Selle las grietas mayores de 3 mm. M: Reemplace la losa. H: Reemplace la losa.

TIPO DE FALLA	IMAGEN	POSIBLES SOLUCIONES
Parche Grande		L : No se hace nada. M :Selle las grietas; Reemplace el parche. H : Reemplace el parche
Punzonamiento		L : No se hace nada; Selle las grietas . M: Parches de profundidad completa. H: Parches de profundidad completa.
Escala		L : No haga nada; Triture. M :Triture H : Triture
Parche Pequeño		L : No se hace nada. M :Selle las grietas; Reemplace el parche. H : Reemplace el parche

- Según la NTP CE.010 PAVIMENTOS URBANOS, indica en el capítulo 6 Mantenimiento de Pavimentos, que la Entidad responsable de la gestión de mantenimiento son las MUNICIPALIDADES. Por lo tanto la Municipalidad Distrital de Santiago debe realizar el mantenimiento continuo.
- De acuerdo al diagnóstico se concluye que las causas del deterioro del pavimento rígido son lo siguiente:
 1. **Diseño del proyecto:** El cálculo realizado para el espesor del pavimento rígido de 20 cm para un concreto $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$, no fue el correcto, porque se volvió a diseñar el pavimento obteniendo un espesor de 30 cm para la misma resistencia de concreto.

2. **Proceso Constructivo:** según el ensayo realizado se tiene una resistencia de concreto $f'c= 178 \text{ Kg/cm}^2$ lo cual no llega a la resistencia para la cual fue diseñada $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$,
3. **Falta de mantenimiento:** la Av. Antonio Lorena, no presenta ningún proyecto de mantenimiento como lo indica el Sistema Operativo de Seguimiento y Monitoreo (SOSEM) para los Proyectos de Inversión Pública (PIP),

- también se pudo concluir que el material utilizado en el agregado grueso no fue el correcto ya que se utilizó agregado grueso de canto rodado.
- El método de PCI es confiable para este tipo de evaluación.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere a la Municipalidad Distrital de Santiago realizar un mantenimiento urgente para que no se eleven los costos de mantenimiento para la Av. Antonio Lorena.
- Se recomienda a las Municipalidades realizar las evaluaciones de sus vías aplicando el método PCI, ya que este método es mucho más sencillo y económico en comparación de otros métodos.
- Es necesario que las Municipalidades se hagan responsables de la gestión de mantenimiento, teniendo en cuenta las cuatro actividades de mantenimiento en las que tiene el mantenimiento rutinario, mantenimiento recurrente, mantenimiento periódico, mantenimiento urgente y la rehabilitación como indica la NTP CE.010 PAVIMENTOS URBANOS.
- Se sugiere a las investigaciones futuras realizar un estudio comparativo entre el método PCI y otros métodos para tener mayor confiabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- ❖ AEPO, (1997). Ingenieros Consultores de España. Introducción a la auscultación de firmes.
- ❖ ARMIJOS, S. R. C. (2009). *Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja*. Universidad técnica particular de Loja, Loja.
- ❖ ALTAMIRANO, K.F.L. (2007). Deterioro de pavimentos rígidos Metodología de medición, posibles causas de deterioro y reparaciones. Limusa Noriega editores Perú.
- ❖ CAMPOSANO, O.J.E. (2012). *Diagnóstico del estado situacional de la vía: Av. argentina – av. 24 de junio por el método: Índice de condición de pavimentos*. Universidad Peruana los Andes, Huancayo, Perú.
- ❖ CORONADO, I. J. (2002). *Manual centroamericano para diseño de pavimentos*.
- ❖ DONGO G, D .E. (2011). *Evaluación de pavimentos en las Av. Manco Cápac, Huayrupata y Diagonal Angamos y soluciones adoptadas de mejoramiento*. Unsacc, Cusco, Perú.
- ❖ FLOREZ, V. F. C. (2011). *Introducción a pavimentos*: Alfaomega grupo editor México.
- ❖ FIGUEROA, I. S.A. (2005). *Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria*: Editorial Javeriana Colombia.
- ❖ INSTITUTO MEXICANO DE CEMENTO Y DEL CONCRETO, (2009). *pavimentos de concreto hidráulico*.

- ❖ *ING.APOLINARIO, M.W.E. (2012). Innovación del método vizir en estrategias de conservación y mantenimiento de carreteras con bajo volumen de tránsito. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.*
- ❖ *ING. MENÉNDEZ, A.R.J. (2013). Ingeniería de pavimentos. Instituto de la construcción y Gerencia. Editorial ICG, 4ta Edición.*
- ❖ *ING.ESP.VASQUEZ, V.R.L. (2002). Pavement condition index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Manizales.*
- ❖ *MIRANDA, R.J.R. (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.*
- ❖ *MONTEJO, F. A. (2006). Ingeniería de Pavimentos para Carreteras Tercera Edición, Colombia, Universidad Católica de Colombia.*
- ❖ *LOCKHART, M. J. Diseño de pavimentos. México: Editorial Pearson*
- ❖ *LLOSA, G. J. (2006). Propuesta alternativa para la distribución racional del presupuesto anual municipal para el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.*
- ❖ *RUIZ, B.A.C. (2012). Análisis de los factores que producen el deterioro en los pavimentos rígidos. México: Editorial Pearson.*
- ❖ *UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN AGUSTÍN. (2010). Manual completo de diseño de pavimentos. Facultad de Ciencia y Tecnología, Bolivia-Cochabamba.*
- ❖ *MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTIAGO, (2016). Resumen del informe de evaluación de pavimento rígido av. Antonio Lorena, Perú-Cusco.*

NORMAS TÉCNICAS:

- ❖ Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima, 2007.
- ❖ Norma técnica de edificación CE.010 pavimentos urbanos Habilitaciones Urbanas. Componentes estructurales. Recuperado de:
www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=182.
- ❖ Normas técnicas de proyecto y construcción para obras de vialidades del estado de baja california. Recuperado de:
<https://es.scribd.com/doc/60198908/Mantenimiento-de-Pavimentos>
- ❖ TRADUCCIÓN ESPAÑOL, (2004). Norma ASTM 5340-98 Método de Evaluación del PCI.

PÁGINAS WEB:

- ❖ Comportamiento y evaluación del pavimento de concreto. *Recuperado de:*
www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_102_181_62_937.pdf.
- ❖ Cueva del Ingeniero. *Evaluación de Pavimentos. Recuperado de:*
www.cuevadecivil.com/2010/03/evaluacion-de-pavimentos.htm.
- ❖ DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD ARGENTINA, (2006). *Metodología de evaluación del estado de los pavimentos - Manual de la Dirección de Vialidad Nacional de la República Argentina.* Recuperado de:
[http://groups.yahoo.com/group /Camineros/files/](http://groups.yahoo.com/group/Camineros/files/) - 2006.
- ❖ GONZALES, R. Y BOTASSO, G. (2004) *Mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentos. Recuperado de:*

- ❖ *(<http://www.frlp.utn.edu.ar/lemac/Publicaciones/Del%202002/Pav%20area%20urb%20-%20III%20Prov.pdf>).*
- ❖ ING.JUGO, B.A. (2005). *Manual de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles*. Recuperado de http://vialidad21.galeon.com/manual_mrvial.pdf
- ❖ Metodologías para la evaluación de fallas en pavimentos flexibles y rígidos. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/157982105/tipos-de-fallas-en-pavimentos-rigidos-y-flexibles>.
- ❖ REVISTA PERU CONSTRUYE, (2013). Recuperado de <http://www.peruconstruye.net/peru-que-porcentaje-de-la-red-vial-no-esta-pavimentada/>.

ANEXOS

ANEXO N° 1: HOJAS DE REGISTRO DE UNIDADES

- EVALUACIÓN CARRIL DE SUBIDA
- EVALUACIÓN CARRIL DE BAJADA



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRAULICO

Nombre de la vía: Av. Antonio Lorena

Evaluado por: Yelitza Rodriguez Zereceda

Fecha: viernes 02 de Septiembre del 2016

Abscisa inicial: 0+183 **Unidad de Muestra:** UMS-2

Abscisa final: 0+330 **Numero de losas:** 33

Esquema

• A • B • C • D •

10 23H

• • • • •

9 34M

• • • • •

8 28L

• • • • •

7 22M 29M

• • • • •

6 29M 23H

• • • • •

5 22L 28L

29M 23L 22M 23H

• • • • •

4 23H 29M 22L

• • • • •

3 22L

• • • • •

2 29H 22L 28L

22M 22L

• • • • •

1 22L 29M 29M

23H 34H

• • • • •

Número de deducidos > 2 (q): 9

Valor deducido más alto (HDVi) 43.65

Numero admisible de deducidos (mi): 6.18

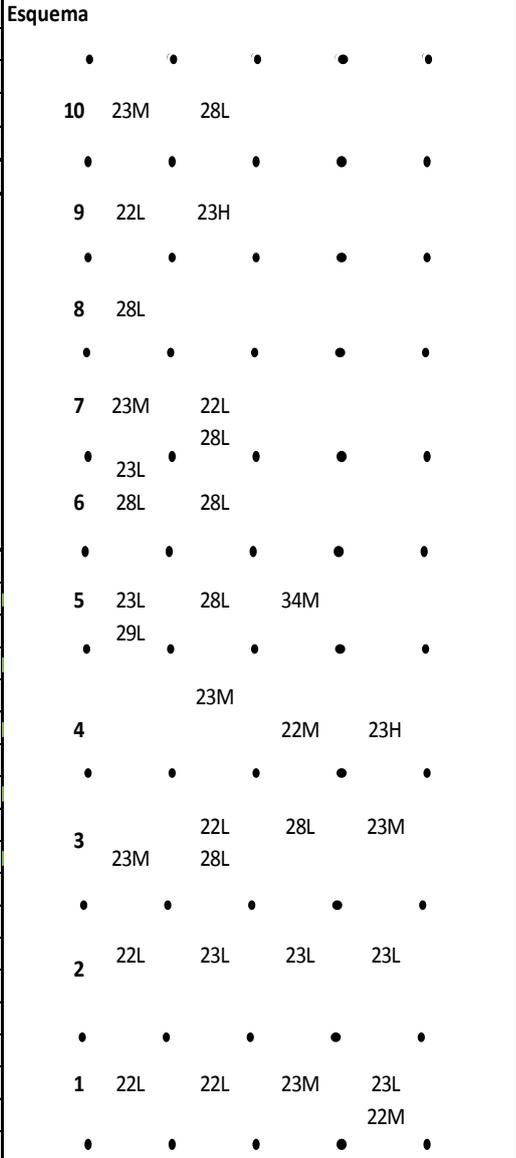
Total VD = 130.59

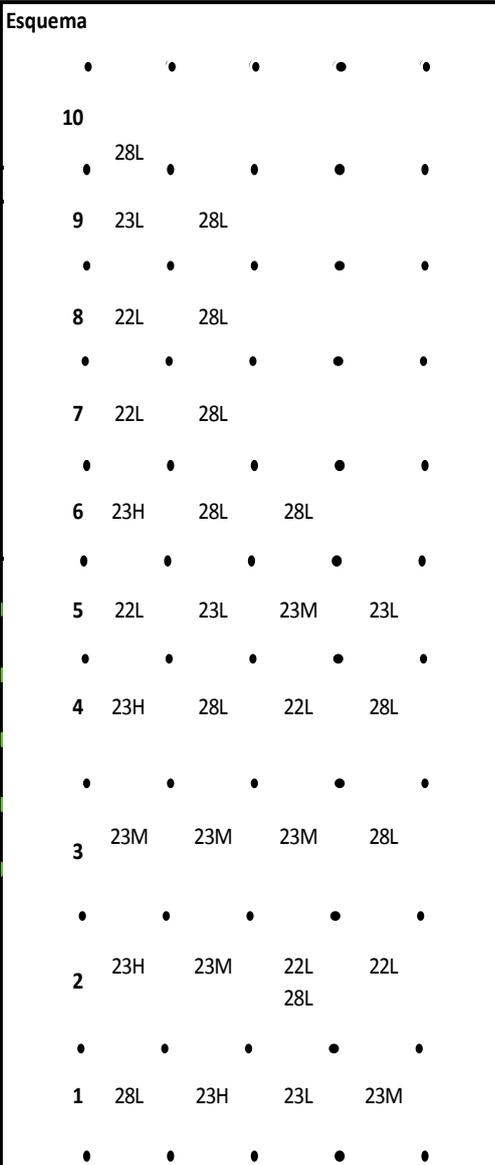
CALCULO PCI

#	Valores deducidos							TOTAL	q	CDV
1	43.65	22.58	15.45	14.43	10.98	9.75	116.84	6	60.42	
2	43.65	22.58	15.45	14.43	10.98	2.00	109.09	5	58.20	
3	43.65	22.58	15.45	14.43	2.00	2.00	100.11	4	58.06	
4	43.65	22.58	15.45	2.00	2.00	2.00	87.68	3	56.01	
5	43.65	22.58	2.00	2.00	2.00	2.00	74.23	2	55.04	
6	43.65	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	53.65	1	53.65	
max CDV=									60.42	

PCI= 100 - max CDV

PCI= 40 REGULAR

 UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS		UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRAULICO										
Nombre de la vía: Av. Antonio Lorena Evaluado por: Yelitza Rodriguez Zereceda Fecha: Lunes 05 de septiembre del 2016 Abscisa inicial: 0+447 Unidad de Muestra: UMB-4 Abscisa final: 0+615 Numero de losas: 28		Esquema 										
Tipos de Falla												
21. Blow up / Bucling. 22. Grieta de esquina. 23. Losa dividida. 24. Grieta de Ductilidad "D". 25. Escala. 26. Sello de junta. 27. Desnivel Carril / Berma. 28. Grieta lineal. 29. Parcheo (grande). 30. Parcheo (pequeño).		31. Pulimiento de agregados. 32. Popouts. 33. Bombeo 34. Punzonamiento. 35. Cruce vía férrea. 36. Desconchamiento. 37. Retracción. 38. Descascamiento de esquina. 39. Descascamiento de junta.										
Nº Falla	Severidad	NºLosas	Densidad (%)					Valor Deducido				
22	L	6	21.43					17.49				
22	M	2	7.14					5.73				
23	L	6	21.43					19.83				
23	M	6	21.43					34.61				
23	H	2	7.14					23.43				
28	L	8	28.57					14.3				
29	L	1	3.57					0.79				
34	M	1	3.57					8.29				
Total VD =							124.47					
Número de deducidos > 2 (q): 8 Valor deducido más alto (HDVI): 34.61 Numero admisible de deducidos (mi): 7.01												
CALCULO PCI												
#	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV	
1	34.61	23.43	19.83	17.49	14.30	8.29	5.73	123.68	7	62.01		
2	34.61	23.43	19.83	17.49	14.30	8.29	2.00	119.95	6	61.80		
3	34.61	23.43	19.83	17.49	14.30	2.00	2.00	113.66	5	59.30		
4	34.61	23.43	19.83	17.49	2.00	2.00	2.00	101.36	4	58.68		
5	34.61	23.43	19.83	2.00	2.00	2.00	2.00	85.87	3	54.92		
6	34.61	23.43	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	68.04	2	51.23		
7	34.61	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	46.61	1	46.61		
max CDV=										62.01		
PCI = 100 - max CDV PCI = 38 MALO												

 UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS		UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CEMENTO HIDRAULICO									
Nombre de la via: Av. Antonio Lorena Evaluado por: Yelitza Rodriguez Zereceda Fecha: Lunes 05 de septiembre del 2016 Abscisa inicial: 0+615 Unidad de Muestra: UMB-5 Abscisa final: 0+762 Numero de losas: 32		Esquema 									
Tipos de Falla											
21. Blow up / Bucling. 22. Grieta de esquina. 23. Losa dividida. 24. Grieta de Ductilidad "D". 25. Escala. 26. Sello de junta. 27. Desnivel Carril / Berma. 28. Grieta lineal. 29. Parcheo (grande). 30. Parcheo (pequeño).		31. Pulimiento de agregados. 32. Popouts. 33. Bombeo 34. Punzonamiento. 35. Cruce vía férrea. 36. Desconchamiento. 37. Retracción. 38. Descascaramiento de esquina. 39. Descascaramiento de junta.									
N° Falla	Severidad	N°Losas	Densidad (%)						Valor Deducido		
22	L	6	18.75						15.45		
23	L	4	12.50						12.00		
23	M	6	18.75						32.03		
23	H	2	6.25						20.75		
28	L	11	34.38						16.04		
Total VD =							96.27				
Numero de deducidos > 2 (q): 5 Valor deducido más alto (HDVI): 32.03 Numero admisible de deducidos (mi): 7.24											
CALCULO PCI											
#	Valores deducidos						TOTAL	q	CDV		
1	32.03	20.75	16.04	15.45	12.00		96.27	5.00	53.00		
2	32.03	20.75	16.04	15.45	2.00		86.27	4.00	50.26		
3	32.03	20.75	16.04	2.00	2.00		72.82	3.00	46.80		
4	32.03	20.75	2.00	2.00	2.00		58.78	2.00	45.14		
5	32.03	2.00	2.00	2.00	2.00		40.03	1.00	40.03		
max CDV=									53		
							PCI = 100 - max CDV PCI = 47REGULAR				

ANEXO N° 3: ESTUDIOS REALIZADOS

➤ AFORO VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	TRAMO I		
SENTIDO	→	E	←
UBICACIÓN	AV. ANTONIO LORENA		

ESTACION		LUNES		
CODIGO DE LA ESTACION		Cementerio Almudena		
DIA Y FECHA		22	8	2016

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
05:00-06:00	E	162	47	8	3	27	26	5	0	17	9	0	0	0	0	4	0	0	1	1	310
	S	124	67	10	0	9	29	1	0	15	3	0	0	0	2	0	0	0	0	260	
06:00-07:00	E	345	117	18	2	42	72	16	3	26	6	0	0	1	4	3	0	1	0	656	
	S	221	115	25	1	19	67	11	2	16	8	0	0	1	3	2	0	1	0	492	
07:00-08:00	E	567	132	43	3	32	72	11	8	29	15	0	2	0	2	0	0	1	0	917	
	S	298	117	38	2	16	64	8	5	14	11	0	1	0	1	0	0	1	0	576	
08:00-09:00	E	439	165	34	3	37	59	12	3	14	9	1	0	2	3	1	0	0	1	783	
	S	338	131	39	2	21	57	8	2	11	8	1	0	1	2	0	0	0	0	621	
09:00-10:00	E	268	103	28	0	19	68	16	2	19	9	0	1	0	0	3	0	1	0	537	
	S	178	83	21	0	11	61	15	1	16	6	0	1	0	2	1	0	0	0	396	
10:00-11:00	E	152	59	19	1	14	67	16	0	14	3	2	0	0	1	0	3	0	1	352	
	S	94	51	15	1	10	58	8	0	9	8	3	0	0	2	8	1	0	1	269	
11:00-12:00	E	267	87	25	2	30	78	9	2	19	8	0	1	2	3	2	0	0	1	537	
	S	198	69	22	4	17	68	4	0	16	3	0	1	0	2	4	0	0	0	408	
12:00-13:00	E	287	102	32	3	36	87	11	5	28	10	1	0	0	2	0	3	1	0	608	
	S	173	69	26	0	25	85	9	4	18	9	1	0	0	1	0	2	1	0	423	
13:00-14:00	E	256	116	34	0	25	87	17	4	19	6	0	1	1	3	0	1	0	0	570	
	S	145	84	28	0	14	76	11	2	17	4	0	0	0	1	2	0	1	0	385	
14:00-15:00	E	210	131	37	4	19	86	9	4	14	8	1	2	0	1	0	0	1	0	527	
	S	176	89	25	2	15	71	5	3	12	6	1	0	0	2	0	0	0	0	407	
15:00-16:00	E	263	98	25	2	25	69	9	5	26	8	0	0	1	3	0	1	1	1	537	
	S	218	87	19	2	11	58	11	2	17	4	0	0	1	2	0	1	0	0	433	
16:00-17:00	E	274	119	18	1	23	78	12	2	31	9	0	2	1	0	2	0	3	0	575	
	S	201	105	14	1	17	65	8	2	22	7	0	1	0	0	0	0	1	0	444	
17:00-18:00	E	299	119	38	0	34	75	11	17	23	24	0	1	0	2	3	0	0	0	646	
	S	275	105	19	0	26	61	8	14	15	19	0	1	1	1	3	0	1	0	549	
18:00-19:00	E	317	120	31	2	31	76	4	9	15	1	0	0	2	0	4	0	1	1	614	
	S	301	119	27	2	25	62	6	2	14	1	0	0	1	0	3	0	1	0	564	
19:00-20:00	E	325	113	26	3	31	71	11	2	8	3	0	2	0	1	0	0	2	0	599	
	S	265	97	14	1	21	62	9	1	6	4	0	0	0	2	0	3	0	0	485	
20:00-21:00	E	243	103	23	0	31	65	7	3	14	5	2	0	1	2	0	1	0	1	501	
	S	219	87	16	0	23	61	5	1	9	2	0	0	0	1	0	1	0	0	425	
21:00-22:00	E	235	86	23	1	34	52	9	4	13	2	0	0	1	0	1	0	0	1	462	
	S	212	78	16	0	26	42	6	1	6	1	0	0	0	1	0	0	1	1	391	
22:00-23:00	E	189	46	4	0	8	14	5	0	5	7	0	1	0	2	0	1	1	0	283	
	S	154	29	8	0	5	9	6	1	3	5	0	0	0	5	0	1	0	0	226	
23:00-24:00	E	183	25	3	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	3	0	1	0	0	222	
	S	100	17	1	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	1	0	0	1	0	124	
24:00-01:00	E	143	27	2	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	2	0	0	1	0	187	
	S	135	21	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	1	162	
01:00-02:00	E	121	23	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	150	
	S	109	19	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	133	
02:00-03:00	E	118	17	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	2	1	0	0	0	145	
	S	105	13	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	120	
03:00-04:00	E	121	26	2	1	0	0	4	0	8	6	0	0	1	1	0	0	0	0	170	
	S	110	19	2	0	0	0	2	0	9	4	0	0	0	0	0	0	1	0	147	
04:00-05:00	E	135	34	8	2	4	0	2	4	7	8	0	0	2	1	0	0	0	2	209	
	S	129	27	12	1	3	0	1	2	6	5	0	0	2	1	0	0	0	1	190	
PARCIAL:		10397	3713	878	52	816	2258	338	122	628	290	13	17	23	83	14	22	29	5	19727	

Fuente: Elaboracion Propia



**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

DIAS N° 02

TRAMO DE LA CARRETERA	TRAMO I		
SENTIDO	→ E	← S	
UBICACIÓN	AV. ANTONIO LORENA		

		MARTES		
ESTACION	Cementerio Almudena			
CODIGO DE LA ESTACION	E1			
DIA Y FECHA	23	8	2016	

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
05:00-06:00	E	154	50	6	2	26	25	4	0	16	8	0	0	0	0	2	0	0	2	0	295	
	S	112	67	5	1	7	21	2	0	13	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	235	
06:00-07:00	E	351	121	21	1	32	72	16	3	26	6	0	0	1	0	4	3	0	1	0	658	
	S	231	111	17	1	26	67	11	2	16	8	0	0	1	0	3	2	0	1	0	497	
07:00-08:00	E	542	135	35	4	41	78	9	9	32	13	0	1	0	0	1	0	0	2	0	902	
	S	288	114	32	2	25	69	7	6	19	9	0	1	0	0	1	0	0	2	0	575	
08:00-09:00	E	421	142	37	1	29	63	11	4	13	7	2	1	1	0	0	0	0	1	0	733	
	S	312	114	29	1	19	52	5	3	9	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	550	
09:00-10:00	E	279	119	27	0	24	73	19	1	23	11	0	0	0	0	4	0	5	0	1	586	
	S	165	97	26	0	15	64	14	1	15	7	0	0	0	0	2	1	0	0	0	407	
10:00-11:00	E	143	72	23	2	19	69	12	1	16	8	5	0	0	1	3	0	0	2	0	376	
	S	105	56	19	1	11	54	11	0	11	6	4	0	0	1	4	1	0	1	0	285	
11:00-12:00	E	253	96	29	2	36	79	5	2	15	9	0	1	1	0	0	0	0	1	0	529	
	S	183	78	24	2	16	72	4	1	11	5	0	0	1	0	1	0	0	1	0	399	
12:00-13:00	E	267	118	35	2	32	86	9	8	23	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	586	
	S	165	109	39	0	21	71	4	5	10	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	433	
13:00-14:00	E	243	111	27	0	27	85	12	5	5	9	1	0	2	0	1	0	1	0	0	529	
	S	131	96	37	1	19	77	9	3	17	4	0	0	0	1	2	0	1	0	0	398	
14:00-15:00	E	178	145	23	1	24	81	4	2	13	8	2	1	0	0	0	0	0	1	0	483	
	S	158	107	16	2	19	74	8	1	9	11	1	0	0	0	0	0	0	1	0	407	
15:00-16:00	E	245	97	21	0	27	72	5	2	19	3	0	0	3	0	1	0	0	0	0	495	
	S	209	81	14	0	18	61	8	1	15	3	0	0	2	0	1	0	1	0	0	414	
16:00-17:00	E	251	103	19	0	25	82	7	1	29	9	0	0	0	0	2	3	1	0	0	532	
	S	213	99	12	0	18	73	6	1	17	8	0	0	0	0	0	1	0	2	0	450	
17:00-18:00	E	273	125	34	1	37	74	9	8	29	16	0	1	0	1	0	0	1	0	0	609	
	S	245	114	21	1	28	61	5	6	17	11	0	1	0	1	0	0	1	0	0	512	
18:00-19:00	E	289	126	28	0	37	76	6	4	13	7	0	1	0	0	2	0	4	2	0	595	
	S	256	112	19	0	28	65	6	1	8	4	0	0	1	0	3	0	3	0	0	506	
19:00-20:00	E	301	109	28	2	36	65	8	4	9	8	0	1	0	0	3	0	1	0	0	575	
	S	276	103	18	1	27	64	5	2	3	5	0	2	0	0	2	0	2	0	0	510	
20:00-21:00	E	230	98	27	0	34	62	5	4	13	9	1	0	1	0	0	1	0	2	0	487	
	S	210	86	15	0	21	57	7	5	7	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	413	
21:00-22:00	E	212	76	15	1	32	59	6	3	11	7	0	0	1	0	1	0	0	2	0	426	
	S	210	69	14	0	22	48	4	2	9	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	383	
22:00-23:00	E	165	46	4	0	10	13	3	0	2	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	250	
	S	143	31	3	0	8	13	4	0	1	2	0	0	0	0	1	0	3	0	0	209	
23:00-24:00	E	176	29	2	2	0	0	0	0	5	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	218	
	S	98	21	2	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	2	0	0	1	0	129	
24:00-01:00	E	132	21	0	0	0	0	0	0	7	4	0	0	0	1	0	0	2	0	0	167	
	S	127	12	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	145	
01:00-02:00	E	117	27	0	1	0	0	0	0	3	0	3	0	1	0	3	0	0	1	0	156	
	S	105	15	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	125	
02:00-03:00	E	112	15	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	1	2	0	0	0	0	135	
	S	98	18	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	124	
03:00-04:00	E	132	27	1	1	0	0	6	0	9	8	1	0	0	0	1	0	0	2	0	188	
	S	117	25	3	0	0	0	5	0	4	7	1	0	0	0	0	0	0	1	0	163	
04:00-05:00	E	145	32	9	1	9	0	3	5	6	5	0	0	1	0	0	0	0	1	0	217	
	S	131	25	11	1	4	0	2	6	3	4	0	0	1	0	0	0	0	1	0	189	
PARCIAL:		9899	3800	827	38	889	2277	286	112	567	295	22	12	19	7	58	13	27	36	1	19185	



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

DIAS N° 03

TRAMO DE LA CARRETERA	TRAMO I			
SENTIDO	→	E	←	S
UBICACION	AV. ANTONIO LORENA			

MIÉRCOLES			
ESTACION	Cementerio Almudena		
CODIGO DE LA ESTACION	E1		
DIA Y FECHA	24	8	2016

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
05:00-06:00	E	141	48	4	1	24	21	3	0	14	9	0	0	0	0	1	0	0	1	0	267
	S	109	59	6	1	9	17	2	0	12	9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	225
06:00-07:00	E	312	119	26	0	27	68	15	4	21	5	0	0	2	0	2	0	0	1	0	602
	S	201	109	15	0	21	62	9	1	14	9	0	0	1	0	1	0	0	1	0	444
07:00-08:00	E	467	131	32	3	39	76	7	13	29	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	807
	S	269	110	30	1	26	64	9	8	12	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	535
08:00-09:00	E	412	134	32	3	32	69	8	7	12	8	1	0	1	0	1	0	0	2	0	722
	S	301	121	24	2	15	51	9	4	10	9	0	0	1	0	2	0	0	0	0	549
09:00-10:00	E	258	107	23	1	28	74	15	2	19	10	0	0	0	0	0	0	1	2	0	540
	S	145	96	28	0	19	69	9	2	18	5	0	0	0	0	2	1	0	0	0	394
10:00-11:00	E	143	72	23	2	19	69	12	1	16	8	5	0	0	1	3	0	0	2	0	376
	S	105	56	19	1	11	54	11	0	11	6	4	0	0	1	4	1	0	1	0	285
11:00-12:00	E	245	91	25	1	42	76	6	3	17	8	0	0	2	1	0	0	0	0	0	517
	S	183	83	17	0	18	69	2	2	10	3	0	0	1	0	2	0	0	1	0	391
12:00-13:00	E	249	115	34	2	35	81	6	5	17	4	0	1	1	0	1	0	1	1	0	553
	S	163	106	43	1	24	68	7	3	11	3	0	0	0	0	2	0	1	0	0	432
13:00-14:00	E	243	111	27	0	27	85	12	5	5	9	1	0	2	0	1	0	1	0	0	529
	S	131	96	37	1	19	77	9	3	17	4	0	0	0	1	2	0	1	0	0	398
14:00-15:00	E	167	132	28	2	31	76	8	4	15	9	1	2	0	1	0	0	0	2	0	478
	S	165	126	19	1	23	65	3	2	11	7	1	1	0	0	0	2	0	1	0	427
15:00-16:00	E	231	95	27	1	32	75	6	1	15	4	0	0	1	0	2	0	1	0	0	491
	S	205	79	16	0	27	65	4	1	11	3	0	0	2	0	1	0	1	0	0	415
16:00-17:00	E	234	98	25	1	26	85	7	2	18	16	0	0	1	0	1	1	2	1	0	518
	S	210	89	16	1	18	79	6	1	16	11	0	0	0	0	0	1	0	1	0	449
17:00-18:00	E	264	114	35	3	41	73	8	5	23	12	0	2	0	1	0	1	0	1	0	583
	S	234	110	25	1	32	58	6	4	17	9	0	1	0	1	0	0	1	0	0	499
18:00-19:00	E	278	116	25	2	41	75	5	3	10	9	0	1	0	0	1	0	2	1	0	569
	S	243	111	15	0	26	67	3	2	11	6	0	0	0	0	2	0	3	1	0	490
19:00-20:00	E	296	105	29	0	37	71	7	6	8	10	0	1	0	0	1	0	1	1	0	573
	S	263	98	13	1	26	67	4	3	5	7	0	1	0	0	1	0	2	0	0	491
20:00-21:00	E	224	87	25	0	31	59	9	3	10	11	2	0	2	0	0	1	0	1	0	465
	S	207	78	13	0	16	53	5	2	8	7	1	0	0	0	0	2	0	0	0	392
21:00-22:00	E	205	79	13	0	34	52	5	1	9	6	0	0	1	0	2	0	0	1	0	408
	S	200	72	12	0	27	42	3	1	6	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	367
22:00-23:00	E	154	45	5	0	8	15	5	0	6	7	0	0	1	1	0	0	1	2	0	250
	S	143	37	2	0	6	14	3	0	2	6	0	0	0	0	1	0	3	0	0	217
23:00-24:00	E	165	25	3	1	0	0	0	0	6	2	0	1	0	1	1	0	1	1	0	207
	S	96	22	2	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	2	0	0	1	0	128
24:00-01:00	E	126	19	0	0	0	0	0	0	8	7	0	0	1	1	0	0	1	0	1	164
	S	122	14	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143
01:00-02:00	E	112	21	0	0	0	0	0	0	5	0	4	0	2	0	1	0	0	0	0	145
	S	100	18	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	123
02:00-03:00	E	106	17	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	130
	S	96	14	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	116
03:00-04:00	E	127	25	2	0	0	0	5	0	8	7	5	0	0	0	2	0	1	0	0	182
	S	110	21	3	0	0	0	3	0	5	7	2	0	0	0	0	0	0	1	0	152
04:00-05:00	E	132	38	11	2	10	0	7	8	8	6	0	0	1	0	0	0	1	2	0	226
	S	127	28	8	1	7	0	4	7	5	3	0	0	0	0	0	0	1	2	0	193
PARCIAL:		9419	3697	817	37	934	2241	267	119	528	306	29	11	23	11	45	10	27	35	1	18557



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

DIA N° 04

TRAMO DE LA CARRETERA	TRAMO I		
SENTIDO	→	E	←
UBICACIÓN	AV.ANTONIO LORENA		

JUEVES		
ESTACION	Cementerio Almudena	
CODIGO DE LA ESTACION	E1	
DIA Y FECHA	25	8
	2016	

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
05:00-06:00	E	145	42	4	2	15	19	5	0	13	7	0	0	2	0	2	0	0	0	1	0	257	
	S	100	56	6	1	10	16	1	0	11	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	206	
06:00-07:00	E	350	118	17	1	31	69	10	2	18	6	0	0	0	4	1	0	2	0	0	629		
	S	294	105	13	0	22	55	4	3	10	3	0	1	0	2	0	0	1	0	0	513		
07:00-08:00	E	592	129	38	4	31	61	8	5	27	11	0	0	1	0	1	0	0	0	0	908		
	S	368	116	26	2	20	50	5	2	13	10	0	0	1	0	2	0	0	0	0	615		
08:00-09:00	E	424	164	32	7	35	43	9	3	18	15	1	3	0	0	1	0	0	0	1	756		
	S	356	132	27	3	27	28	5	2	11	12	1	1	0	0	1	0	0	0	0	606		
09:00-10:00	E	271	104	28	3	15	63	10	2	27	8	0	0	0	2	0	0	0	0	2	535		
	S	198	97	19	1	7	54	9	1	24	5	0	0	0	0	4	0	0	1	0	420		
10:00-11:00	E	136	60	20	2	14	59	11	0	14	6	0	1	0	1	2	0	0	0	0	326		
	S	112	55	16	2	11	52	7	0	7	9	0	1	0	0	8	2	0	0	0	282		
11:00-12:00	E	305	94	15	2	25	78	12	4	26	9	0	0	1	3	0	0	0	1	0	575		
	S	267	58	25	5	14	67	6	1	17	8	0	0	0	2	3	0	0	1	0	474		
12:00-13:00	E	259	89	31	5	29	85	9	5	32	11	0	3	1	1	0	0	0	1	0	561		
	S	157	74	25	9	23	83	5	2	25	7	0	1	0	1	3	1	0	0	0	416		
13:00-14:00	E	251	109	38	3	30	88	11	4	32	8	0	0	0	0	2	0	0	1	0	577		
	S	158	69	22	4	19	79	7	2	26	5	0	0	0	1	1	0	1	0	0	394		
14:00-15:00	E	231	118	27	4	25	91	9	4	17	8	1	0	0	2	1	0	1	0	0	539		
	S	175	79	24	1	17	80	7	2	15	4	1	0	0	1	0	0	1	0	0	407		
15:00-16:00	E	276	116	16	2	19	78	8	5	21	9	0	0	0	1	1	0	0	0	0	552		
	S	217	96	11	1	8	67	8	3	17	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	435		
16:00-17:00	E	291	115	15	4	23	67	11	3	25	5	1	0	0	2	0	0	1	0	0	563		
	S	231	99	11	1	15	54	7	1	17	5	1	0	0	1	0	0	1	0	0	444		
17:00-18:00	E	312	113	45	3	35	75	12	17	19	25	0	1	0	0	1	0	0	1	0	659		
	S	293	105	19	6	27	60	6	8	15	8	0	0	2	0	3	0	1	0	0	553		
18:00-19:00	E	314	120	24	4	38	79	5	6	16	6	2	0	0	0	3	0	2	1	0	620		
	S	300	135	19	5	32	66	10	4	10	3	1	0	0	0	2	0	4	1	0	592		
19:00-20:00	E	334	112	18	1	25	73	8	3	7	4	0	0	0	1	1	0	0	1	0	588		
	S	289	94	12	2	18	63	12	0	10	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	504		
20:00-21:00	E	303	106	21	0	20	58	6	3	10	1	0	0	1	1	0	0	2	0	0	532		
	S	225	80	14	0	15	51	11	1	10	3	0	0	2	1	0	0	3	0	0	416		
21:00-22:00	E	248	96	23	1	28	53	6	4	9	4	0	2	0	1	1	0	0	3	0	479		
	S	231	79	15	2	23	42	4	6	7	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	413		
22:00-23:00	E	201	59	7	0	6	10	5	2	5	3	0	1	0	0	1	0	1	2	0	303		
	S	178	34	9	0	2	14	5	1	2	2	0	0	0	0	3	0	1	1	0	252		
23:00-24:00	E	182	27	5	1	2	0	0	0	3	2	0	0	0	0	2	0	1	2	0	227		
	S	115	16	2	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	1	0	1	2	0	143		
24:00-01:00	E	145	25	2	0	0	0	0	0	3	4	0	0	1	0	2	0	0	0	0	182		
	S	124	18	1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	147		
01:00-02:00	E	125	25	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	0	1	1	0	0	157		
	S	104	12	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	119		
02:00-03:00	E	115	24	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	143		
	S	111	19	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	135		
03:00-04:00	E	147	30	5	2	0	0	1	0	12	4	0	0	0	2	0	0	1	0	0	204		
	S	115	21	4	1	0	0	1	0	9	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	155		
04:00-05:00	E	165	32	9	2	1	0	2	2	7	4	0	0	2	3	0	0	0	1	0	230		
	S	156	27	11	1	3	0	1	1	5	1	0	0	1	2	0	0	0	2	0	211		
PARCIAL:		10996	3703	771	100	760	2130	279	114	634	266	9	15	17	25	71	4	23	34	3	19954		



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

DIA N° 05

TRAMO DE LA CARRETERA	TRAMO I		
SENTIDO	→	E	←
UBICACION	AV. ANTONIO LORENA		

VIERNES		
ESTACION	Cementerio Almudena	
CODIGO DE LA ESTACION	E1	
DIA Y FECHA	26	8
	2016	

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
05:00-06:00	E	159	40	5	1	25	23	4	0	14	8	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	282
	S	119	73	8	0	7	28	0	0	10	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	248
06:00-07:00	E	342	109	15	1	39	74	12	1	24	3	0	0	0	0	11	2	0	1	0	634	
	S	215	111	21	2	17	69	0	5	5	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	450
07:00-08:00	E	571	138	40	4	37	70	10	4	32	16	0	0	0	0	0	0	0	2	0	924	
	S	304	126	35	0	17	59	7	4	18	16	0	0	0	0	4	0	0	1	0	591	
08:00-09:00	E	441	169	35	5	41	48	10	1	16	7	1	1	0	0	3	0	0	0	1	779	
	S	343	149	40	4	24	39	6	3	13	10	0	0	0	0	2	0	0	0	0	633	
09:00-10:00	E	263	108	26	0	17	57	12	0	25	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	512	
	S	198	86	25	1	8	50	12	0	18	7	0	0	0	0	6	0	0	0	0	411	
10:00-11:00	E	144	54	18	0	16	56	13	1	12	1	2	0	0	2	1	0	0	0	0	320	
	S	99	48	19	2	9	54	3	0	11	10	0	0	0	0	8	1	0	0	0	264	
11:00-12:00	E	285	97	20	1	28	88	9	3	27	7	0	1	3	4	0	0	0	0	0	573	
	S	202	61	27	6	13	99	4	0	13	6	0	0	1	1	8	0	0	1	0	442	
12:00-13:00	E	266	98	30	3	32	96	12	6	25	8	1	0	0	0	2	0	0	1	0	580	
	S	166	60	25	7	21	96	7	0	12	8	0	0	0	0	4	0	0	0	0	406	
13:00-14:00	E	264	107	39	4	28	91	14	2	24	4	0	0	0	0	4	0	1	0	0	582	
	S	167	71	19	6	16	85	3	1	11	6	0	0	0	2	5	0	0	0	0	392	
14:00-15:00	E	212	125	31	5	24	95	11	3	16	6	2	1	0	0	3	0	0	0	0	534	
	S	189	86	29	0	20	83	8	3	18	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	439	
15:00-16:00	E	278	110	16	1	18	60	9	4	23	6	0	0	0	0	2	0	0	0	0	527	
	S	210	98	15	1	5	53	10	3	15	3	0	0	0	0	4	0	0	0	0	417	
16:00-17:00	E	298	119	12	2	20	74	12	2	28	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	574	
	S	216	103	10	0	16	61	6	1	19	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	439	
17:00-18:00	E	308	115	40	2	39	78	14	13	20	30	0	0	0	0	0	0	0	1	0	660	
	S	289	101	16	4	28	63	3	5	17	4	0	1	1	0	5	0	1	0	0	538	
18:00-19:00	E	325	117	25	3	36	81	4	7	13	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	614	
	S	309	135	21	6	35	67	11	0	9	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	595	
19:00-20:00	E	350	115	22	1	27	76	10	3	9	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	617	
	S	283	89	17	2	24	67	14	0	11	3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	512	
20:00-21:00	E	257	110	27	1	27	62	9	4	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	511	
	S	220	75	19	0	20	59	12	3	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	417	
21:00-22:00	E	243	98	20	0	30	54	10	5	10	3	0	0	0	0	2	0	0	1	0	476	
	S	235	82	11	0	24	48	7	4	9	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	423	
22:00-23:00	E	209	45	5	0	9	10	4	0	4	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	291	
	S	163	27	11	0	6	11	7	1	5	3	0	0	0	0	4	0	0	0	0	238	
23:00-24:00	E	191	18	2	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	218	
	S	109	13	2	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	131	
24:00-01:00	E	157	22	1	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	187	
	S	125	16	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	147	
01:00-02:00	E	136	19	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	158	
	S	110	15	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	128	
02:00-03:00	E	129	21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	152	
	S	125	17	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	144	
03:00-04:00	E	134	29	4	3	0	0	3	0	11	5	0	0	0	0	3	0	0	2	0	194	
	S	113	21	5	0	0	0	1	0	10	3	0	0	0	0	2	0	0	1	0	156	
04:00-05:00	E	150	35	10	3	2	0	6	2	11	6	0	0	3	1	0	0	0	2	0	231	
	S	143	32	13	1	4	0	2	1	9	3	0	0	1	1	0	0	0	1	0	211	
PARCIAL:		10764	3713	832	82	809	2284	311	95	614	238	6	4	10	12	99	3	5	20	1	19902	



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

DIA N° 06

TRAMO DE LA CARRETERA	TRAMO I		
SENTIDO	→	E	←
UBICACIÓN	AV. ANTONIO LORENA		

ESTACION		SABADO	
Cementerio Almudena			
CODIGO DE LA ESTACION	E1		
DIA Y FECHA	27	8	2016

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
05:00-06:00	E	167	47	10	4	36	28	3	0	18	12	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	330
	S	124	28	9	1	19	26	1	0	12	4	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	226
06:00-07:00	E	356	124	25	2	45	76	15	5	26	7	0	0	1	0	6	3	0	1	0	692	
	S	245	116	28	2	26	65	10	4	8	6	0	0	2	0	1	2	0	1	0	516	
07:00-08:00	E	572	146	43	3	41	72	15	5	35	19	0	1	0	0	0	0	0	1	0	953	
	S	310	130	37	1	25	63	9	3	21	21	0	0	0	0	2	0	0	1	0	623	
08:00-09:00	E	443	173	36	2	36	55	13	4	18	8	1	0	0	0	1	0	0	0	2	792	
	S	332	153	35	0	19	47	7	3	14	7	1	0	0	0	1	0	0	0	2	621	
09:00-10:00	E	293	115	28	1	23	58	14	0	28	8	1	0	1	0	1	0	0	0	0	571	
	S	204	98	26	1	15	54	11	0	20	7	0	0	1	0	2	0	0	0	0	439	
10:00-11:00	E	156	61	21	0	20	61	15	4	16	4	5	0	1	0	1	1	0	0	0	366	
	S	102	54	23	0	12	57	7	1	12	3	1	0	1	0	4	1	0	0	0	278	
11:00-12:00	E	293	104	23	2	32	84	12	5	30	10	1	2	1	3	0	0	0	0	0	602	
	S	213	67	23	3	14	76	7	2	17	7	1	0	0	2	2	0	0	1	0	435	
12:00-13:00	E	273	106	34	2	35	89	16	7	27	14	2	0	1	0	1	0	0	1	0	608	
	S	180	75	29	0	26	74	11	2	15	10	1	0	0	0	3	0	0	1	0	427	
13:00-14:00	E	273	117	40	3	32	89	15	5	27	6	0	1	0	2	2	0	1	0	0	613	
	S	176	84	23	6	19	81	7	2	16	8	0	0	0	3	4	0	2	0	0	431	
14:00-15:00	E	224	131	34	4	29	90	14	5	17	8	3	0	1	0	2	0	0	0	0	562	
	S	194	89	32	1	23	84	11	3	17	4	1	0	1	0	1	0	0	0	0	461	
15:00-16:00	E	280	117	17	0	20	68	13	5	27	10	1	0	0	0	3	0	0	1	0	562	
	S	215	104	15	0	8	61	11	2	18	7	11	0	0	1	3	0	0	1	0	457	
16:00-17:00	E	306	123	17	3	25	77	15	3	30	10	1	0	0	2	0	0	0	1	0	613	
	S	221	110	11	1	17	67	9	2	22	5	1	0	0	1	0	0	0	1	0	468	
17:00-18:00	E	314	113	37	2	42	83	15	11	25	31	0	1	0	0	2	0	1	1	0	678	
	S	291	98	20	2	35	71	7	9	21	7	0	1	0	0	4	0	1	1	0	568	
18:00-19:00	E	331	113	24	0	40	83	5	12	15	5	0	1	0	0	1	0	0	0	0	630	
	S	314	110	22	0	32	73	6	7	10	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	578	
19:00-20:00	E	354	123	24	1	31	75	11	5	13	4	0	1	0	1	1	0	0	1	0	645	
	S	274	92	21	2	25	70	16	2	10	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	515	
20:00-21:00	E	261	112	30	0	29	67	10	6	15	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	536	
	S	224	81	22	0	21	52	9	4	9	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	424	
21:00-22:00	E	246	94	23	1	32	58	11	7	15	4	0	0	0	2	1	0	1	0	0	495	
	S	213	87	15	0	28	50	6	3	11	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	417	
22:00-23:00	E	212	48	6	0	12	13	7	1	6	8	0	0	1	0	1	0	1	0	0	316	
	S	171	31	4	0	8	9	3	0	3	4	0	0	1	0	3	0	0	0	0	237	
23:00-24:00	E	194	16	3	0	2	0	0	0	5	6	0	0	0	0	2	0	0	1	0	229	
	S	113	12	2	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	132	
24:00-01:00	E	161	25	2	0	0	0	0	0	6	5	0	0	0	0	1	0	2	0	0	202	
	S	132	19	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	159	
01:00-02:00	E	112	17	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	132	
	S	98	11	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	111	
02:00-03:00	E	132	24	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	1	0	162	
	S	131	20	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	153	
03:00-04:00	E	123	24	3	1	0	0	1	0	9	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	169	
	S	100	17	5	0	0	0	0	0	6	4	0	0	0	0	2	0	0	1	0	135	
04:00-05:00	E	145	37	4	1	4	0	2	3	6	4	0	0	1	0	0	0	1	0	0	208	
	S	123	28	5	1	4	0	2	1	9	3	0	0	1	0	0	0	0	1	0	178	
PARCIAL:		10921	3824	892	53	942	2306	372	143	691	317	32	8	15	17	72	8	11	27	4	20655	

TRAMO DE LA CARRETERA	TRAMO I		
SENTIDO	→	E	←
UBICACIÓN	AV. ANTONIO LORENA		

ESTACION		Cementerio Almudena	
CODIGO DE LA ESTACION		E1	
DIA Y FECHA		28	8 2016

DOMINGO

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
05:00-06:00	E	165	43	5	1	26	19	1	0	12	3	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	277
	S	123	45	4	1	8	23	0	0	9	2	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	218
06:00-07:00	E	298	115	9	1	32	69	6	2	17	3	0	0	1	0	4	1	0	0	0	0	558
	S	221	105	4	0	23	57	3	4	9	3	0	0	1	0	3	2	0	0	0	0	435
07:00-08:00	E	432	123	17	2	31	65	7	6	21	11	0	0	0	0	1	1	0	3	0	0	720
	S	289	116	15	1	15	56	3	4	11	8	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	522
08:00-09:00	E	378	154	32	6	35	51	8	2	12	10	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	692
	S	325	137	46	5	17	42	4	3	10	7	2	1	0	0	1	0	0	1	0	0	601
09:00-10:00	E	253	99	25	0	11	54	13	2	21	5	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	486
	S	176	77	38	0	9	46	11	0	16	5	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	380
10:00-11:00	E	146	58	24	1	14	58	10	1	16	8	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	340
	S	103	51	26	2	7	52	7	1	13	4	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	269
11:00-12:00	E	291	105	23	1	18	71	7	2	16	8	0	1	2	2	1	0	0	1	0	0	549
	S	213	79	26	4	17	75	5	1	14	6	0	1	1	3	1	0	0	1	0	0	447
12:00-13:00	E	272	98	32	4	35	87	9	4	23	9	0	0	0	0	2	0	0	2	1	0	578
	S	178	63	27	2	26	77	7	1	9	7	1	0	1	0	3	0	0	0	0	0	402
13:00-14:00	E	253	101	29	3	23	82	11	3	21	5	0	0	1	0	3	0	1	2	0	0	538
	S	145	68	32	1	14	76	7	2	10	5	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	364
14:00-15:00	E	210	115	25	0	21	80	9	4	15	9	2	0	0	0	2	0	0	0	0	1	493
	S	176	89	24	0	18	71	8	2	11	6	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	408
15:00-16:00	E	254	103	23	1	16	72	7	4	19	5	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	508
	S	201	87	19	1	12	67	5	4	16	3	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	418
16:00-17:00	E	276	115	17	0	18	71	10	1	25	6	0	2	0	0	4	0	0	1	0	0	546
	S	211	101	15	0	14	65	7	1	17	5	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	440
17:00-18:00	E	299	111	37	3	34	78	12	11	17	25	0	1	2	0	1	0	1	0	0	0	632
	S	278	97	19	5	25	57	9	9	13	17	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0	533
18:00-19:00	E	315	115	27	0	31	79	3	4	15	4	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	597
	S	301	123	17	2	27	71	7	3	11	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	566
19:00-20:00	E	325	102	24	1	25	67	8	2	11	4	0	0	0	2	0	0	3	1	0	0	575
	S	267	79	16	0	21	59	11	1	9	2	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	469
20:00-21:00	E	243	103	21	2	24	57	10	5	13	2	0	2	0	3	0	1	0	0	0	0	486
	S	211	71	13	1	18	47	15	4	10	1	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	395
21:00-22:00	E	234	87	15	0	27	49	8	4	9	5	0	1	0	1	3	0	0	1	0	0	444
	S	221	72	9	0	21	41	5	2	7	2	0	1	0	0	2	0	0	2	0	0	385
22:00-23:00	E	191	54	7	0	8	12	3	1	3	5	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	290
	S	157	35	5	0	5	10	4	1	2	2	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	225
23:00-24:00	E	182	21	3	10	0	0	0	0	5	4	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	228
	S	101	17	1	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	126
24:00-01:00	E	147	25	2	0	0	0	0	0	4	3	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	184
	S	111	17	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	134
01:00-02:00	E	125	21	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	2	0	1	0	1	0	154
	S	114	17	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	136
02:00-03:00	E	117	19	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	138
	S	116	16	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	135
03:00-04:00	E	141	31	7	2	0	0	2	0	15	8	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	209
	S	117	23	6	0	0	0	1	0	11	6	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	166
04:00-05:00	E	154	37	11	4	3	0	8	3	13	8	0	0	4	3	0	0	0	1	0	0	249
	S	154	35	15	1	3	0	3	2	10	4	0	0	2	1	0	0	0	1	0	0	231
PARCIAL:		10210	3575	792	68	732	2113	274	106	549	253	11	22	19	28	65	7	13	34	5	18876	

➤ CALCULO DE FACTOR CAMION

CALCULO DEL FACTOR CAMION

TIPO DE VEHICULAR	Cargas por ejes en tn						eje delantero	ejes posteriores			total	IMD TOTAL	N° DE EJES	N° DE ESALS	
	eje de lantero				simple	tandem		tridem	simple	tandem					tridem
		simple	tandem	tridem											
Automoviles		0.82	1.5				0.000	0.000	0.00	0.00	0.0	14177	14177	2.8	
Station Wagon		1.75	1.75				0.000	0.000	0.00	0.00	0.0	3496	3496	0.7	
Camioneta pick up		2.5	2.5				0.000	0.000	0.00	0.00	0.0	1443	1443	0.3	
Panel		2.5	2.5				0.000	0.000	0.00	0.00	0.0	1493	1493	0.3	
Combi		3.5	3.5				0.000	0.000	0.00	0.00	0.0	1684	1684	0.3	
MICROBUS		7	11				0.52	3.24			3.8	1314	2629	9874	
Omnibus 2 ejes	B2	7	11				0.52	3.24	-	-	3.8	176	352	1323	
Omnibus+2 ejes	B3-1	7		16			0.52	-	1.12	-	1.6	317	634	1037	
Camión 2 ejes	C2	7	11				0.52	3.24	-	-	3.8	430	860	3229	
Camion 3 ejes	C3	7		18			0.52	-	1.80	-	2.3	157	313	725	
camion 4 ejes	C4	7			23		0.46	-	-	1.09	1.6	15	30	47	
Acoplados 4 ejes	T2S2	7	11	18			0.52	3.24	1.80	-	5.6	13	38	212	
Acoplados 5 ejes	T2S3	7	11		25		0.52	3.24	-	1.52	5.3	18	54	285	
Acoplado 5 ejes	T3S1	7	11	18			0.52	3.24	1.80	-	5.6	18	55	307	
Acoplado 6 ejes	T3S3	7		18	25		0.52	-	1.80	1.52	3.8	70	211	810	
Trayler 5 ejes	2T2	7	11	18			0.52	3.24	1.80		5.6	8	25	140	
Trayler 5 ejes	2T3	7	11	18			0.52	3.24	1.80		5.6	18	55	305	
Trayler 5 ejes	3T2	7	11	18			0.52	3.24	1.80	-	5.6	31	92	512	
Trayler 6 ejes	3T3	7	11	18			0.52	3.24	1.80	-	5.6	3	9	48	
TOTAL							7.1684	32.4005	15.5200	4.1300	59.2	24883		18858	

$$\text{Factor Camion} = \frac{\text{N° DE ESALS}}{\text{IMD}} = \text{FC} = 0.8$$

➤ MEMORIA DE CÁLCULO DEL ESPESOR DEL
PAVIMENTO RÍGIDO

MEMORIA DE CALCULO DEL ESPESOR ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO (F'C=175 Kg/cm²)

1.- GENERALIDADES

1.1 METODO AASTHO -93

Es uno de los metodos mas utilizados y de mayor satisfaccion a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos. Dado que la investigación de la autopista AASHTO en diferentes circuitos. es desarrollado en función a un método experimental.

1.2 FORMULACIÓN DE DISEÑO.

La ecuación básica de diseño a la que llegó AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos para un desarrollo analítico, se encuentra plasmada también en nomogramas de cálculo, está esencialmente basada en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASHTO. La ecuación de diseño para pavimentos rígidos modificada para la versión actual es la que a continuación se presenta

1.3 FORMULA GENERAL AASTHO

$$\begin{aligned} \text{Log}_{10}(W18) = & Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} \\ & + (4.22 - 0.32 \times P_t) \times \text{Log}_{10}\left[215.63 \frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})}\right] \end{aligned}$$

Donde:

- D = Espesor de la losa del pavimento en (in)
- W18 = Tráfico (Número de ESAL's)
- Z_r = Desviación Estándar Normal
- S_o = Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
- ΔPSI = Diferencia de Serviciabilidad (P_o-P_t)
- P_o = Serviciabilidad Inicial
- P_t = Serviciabilidad Final
- S'_c = Módulo de Rotura del concreto en (psi).
- C_d = Coeficiente de Drenaje
- J = Coeficiente de Transferencia de Carga
- E_c = Módulo de Elasticidad de concreto
- K = Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (psi).

2.- VARIABLES DE DISEÑO

2.1 ESPESOR (D)

El espesor de losa de concreto, es la variable "D" que pretendemos determinar al realizar un diseño de pavimento rígido. El resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos. Es importante especificar lo que se diseña, ya que a partir de espesores regulares una pequeña variación puede significar una variación importante en la vida útil.

2.2 TRAFICO (W18).

El método AASTHO diseña los pavimentos de concreto por fatiga. La fatiga se entiende como el número de repeticiones ó ciclos de carga que actúan sobre un elemento determinado. Al establecer una vida útil de diseño, en realidad lo que se esta haciendo es tratar de estimar, en un periodo de tiempo, el número de repeticiones de carga a las que estará sometido el pavimento. La vida útil mínima con la que se debe diseñar un pavimento rígido es de 20 años, en la que además se contempla el crecimiento del tráfico durante su vida útil, que depende del desarrollo socio-económico de la zona.

2.3 TRAFICO ESAL's

$$ESAL's = TDP \times A \times B \times 365 \times \frac{(1+r)^n - 1}{Lr(1+r)} \times FC$$

Donde:

ESAL's= Numero estimado de ejes equivalentes de 8.2 toneladas

TPD= Transito promedio diario inicial

A= Porcentaje estimado de vehiculos Pesados (buses camiones)

B= Porcentaje de vehiculos pesados que emplean el carril de diseño

r= Tasa anual de crecimiento de transito

n= Periodo de diseño

FC= Factor camion

TPD=	24,883
A=	14%
B=	50%
r=	1.00%
n=	8 años
FC=	0.8

VALOR (B)	
NUMERO DE CARRILES	PORCENTAJE DE VEHICULOS PESADOS EN EL CARRIL DE DISEÑO
2	50
4	45
6 a mas	40

ESAL's =	4,235,198.51
----------	--------------

2.4 FACTOR DE CRECIMIENTO DEL TRÁFICO (r)

El factor de crecimiento del tráfico es un parámetro que considera en el diseño de pavimentos, los años de periodo de diseño

CASO	TASA DE CRECIMIENTO
Crecimiento Normal	1% al 3%
Vías complet saturadas	0% al 1%
Con tráfico inducido	4% al 5%
Alto crecimiento	mayor al 5%

$$r = 1.0\%$$

2.5 PERÍODO DE DISEÑO (Pd).

El presente trabajo considera un periodo de diseño de 8 años.

$$Pd = 8.00$$

2.6 FACTOR DE SENTIDO (Fs).

Del total del tráfico que se estima para el diseño del pavimento deberá determinarse el correspondiente a cada sentido de

CIRCULACION	FACTOR
Un sentido	1.0
Doble sentido	0.5

$$F_s = 0.50$$

2.7 FACTOR CARRIL (Fc).

Es un coeficiente que permite estimar que tanto el tráfico circula por el carril de diseño.

No CARRIL	FACTOR CARRIL	
1	1.00	
2	0.80	1.00
3	0.60	0.80
4	0.50	0.75

$$F_c = 1.00$$

2.8 TRÁFICO ESAL's MODIFICADO

Es el Tráfico afectado por el Factor Carril y el Factor de Sentido que da como resultado el Trafico Esal's según las condiciones reales de la vía

$$ESAL's = 2,117,599.26$$

3.- FACTORES DE EQUIVALENCIA DE TRÁFICO

Tránsito esperado en el carril de diseño en millones de ejes equivalentes (W18)	Confiabilidad (R)	Zr	So	Factor se Seguridad F.S.
< 5	50	0.000	0.35	1.00
5 - 15	50 - 60	0.000 - 0.253	0.35	1.00 - 1.23
15 - 30	60 - 70	0.253 - 0.524	0.35	1.23 - 1.83
30 - 50	70 - 75	0.524 - 0.674	0.34	1.51 - 1.70
50 - 70	75 - 80	0.674 - 0.841	0.32	1.64 - 1.86
70 - 90	80 - 85	0.841 - 1.037	0.30	1.76 - 2.05

3.1 CONFIABILIDAD:

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su

DESVIACIO ESTANDAR (Zr)

TIPO DE PAVIMENTO	CONFIABILIDAD
Autopistas	90%
Carreteras	75%
Rurales	65%
Zonas industriales	60%
Urbanas principales	55%
Urbanas secundarias	50%

$$R (\%) = 90.000$$

3.2 DESVIACIÓN ESTANDAR (Zr).

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

$$Z_r = -1.282$$

Confiabilidad R (%)	Desviac. Estan. (Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

3.3 ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):

AASHTO propuso los siguientes valores para seleccionar la Variabilidad o Error Estándar Combinado So, cuyo valor recomendado es:

Para pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
En construcción nueva	0.35
En sobre capas	0.4

$$So = 0.40$$

3.4 SERVICIABILIDAD (Δ PSI):

INDICE DE SERVICIO	CALIFICACION
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

$$Po = 4.5$$

$$Pt = 2.5$$

$$\Delta PSI = Po - Pt$$

$$\Delta PSI = 2.00$$

3.5 MÓDULO DE RUPTURA (MR)

Concreto a Utilizar $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

$$S'c = 32(F'c)^{1/2}$$

TIPO DE PAVIMENTO	S'c RECOMENDADO (Psi)
Autopistas	682.70
Carretera	682.70
Zonas Industriales	640.10
Urbanos principales	640.10
Urbanos Secundarios	597.40

$$S'c = 423.32 \text{ Psi}$$

3.6 DRENAJE (Cd)

Total de días de Noviembre a Marzo = 151
 Total de semanas = 22
 Días a la Semana que generan saturación = 3
 Días al año que producen saturación = 5
 Total de días que generan saturación = 71
 % de tiempo del pavimento expuesto a Saturación = 19.45%

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor a 1%	1% a 5%	5% a 25%	Mayor a 25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Nota: Para el caso los materiales a ser usados tiene una calidad de drenaje buena y esta expuesto en un 19.45% durante un año

$$Cd = 1.05$$

3.7 COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J).

La AASTHO recomienda un valor de 4.2 para pavimentos rígidos

J =	4.2
-----	-----

3.8 MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec).

$E_c = 1500 \times (175)^{1/2}$ $E_c =$ 198,431.35 Kg/cm²

$E_c =$	2,822,356.53	Psi
---------	--------------	-----

3.9 MODULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE (K)

Se han propuestos algunas correlaciones de "K" a partir de datos de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, siendo

$$K = 2.55 + 52.5(\text{Log CBR}) \quad \text{Mpa/m} \quad \rightarrow \quad \text{CBR} \leq 10$$

$$K = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{4.34} \quad \text{Mpa/m} \quad \rightarrow \quad \text{CBR} > 10$$

CBR sub rasante= 30.0 **minimo según Norma técnica de edificación CE.010**

Según estudio realizado en el Laboratorio de Mecanica de suelo.

K =	95.36
-----	-------

4.- ESPESOR DEL PAVIMENTO

Según la formula General AASHTO:

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \text{Log}_{10} \left[\frac{215.63 \frac{S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(\frac{E_c}{k})^{0.25}})}}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(\frac{E_c}{k})^{0.25}})} \right]$$

Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ec.I) Sea aproximadamente Igual a (Ec.II): **D = 11.450 in**

$$\text{Log}_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.06 = 6.899 \dots\dots\dots \text{Ec. I}$$

$$7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \text{Log}_{10} \left[\frac{215.63 \frac{S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(\frac{E_c}{k})^{0.25}})}}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(\frac{E_c}{k})^{0.25}})} \right] = 6.899 \dots\dots\dots \text{Ec. II}$$

Espesor de la Losa de Concreto Calculado **D = 29.08 Cm**

Espesor de la Losa de Concreto Adoptado **D = 30.00 Cm**

MEMORIA DE CALCULO DEL ESPESOR ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO (F'C=210 Kg/cm²)

1.- GENERALIDADES

1.1 METODO AASTHO -93

Es uno de los metodos mas utilizados y de mayor satisfaccion a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos. Dado que la investigación de la autopista AASTHO en diferentes circuitos. es desarrollado en función a un método experimental.

1.2 FORMULACIÓN DE DISEÑO.

La ecuación básica de diseño a la que llegó AASTHO para el diseño de pavimentos rígidos para un desarrollo analítico, se encuentra plasmada también en nomogramas de cálculo, está esencialmente basada en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASTHO. La ecuación de diseño para pavimentos rígidos modificada para la versión actual es la que a continuación se presenta

1.3 FORMULA GENERAL AASTHO

$$\begin{aligned} \text{Log}_{10}(W18) = & Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} \\ & + (4.22 - 0.32 \times P_t) \times \text{Log}_{10}\left[215.63 \frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(\frac{E_c}{k})^{0.25}})}\right] \end{aligned}$$

Donde:

- D = Espesor de la losa del pavimento en (in)
- W18 = Tráfico (Número de ESAL's)
- Z_r = Desviación Estándar Normal
- S_o = Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
- ΔPSI = Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
- P_o = Serviciabilidad Inicial
- P_t = Serviciabilidad Final
- S'_c = Módulo de Rotura del concreto en (psi).
- C_d = Coeficiente de Drenaje
- J = Coeficiente de Transferencia de Carga
- E_c = Módulo de Elasticidad de concreto
- K = Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (psi).

2.- VARIABLES DE DISEÑO

2.1 ESPESOR (D)

El espesor de losa de concreto, es la variable "D" que pretendemos determinar al realizar un diseño de pavimento rígido. El resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos. Es importante especificar lo que se diseña, ya que a partir de espesores regulares una pequeña variación puede significar una variación importante en la vida útil.

2.2 TRAFICO (W18).

El método AASTHO diseña los pavimentos de concreto por fatiga. La fatiga se entiende como el número de repeticiones ó ciclos de carga que actúan sobre un elemento determinado. Al establecer una vida útil de diseño, en realidad lo que se esta haciendo es tratar de estimar, en un periodo de tiempo, el número de repeticiones de carga a las que estará sometido el pavimento. La vida útil mínima con la que se debe diseñar un pavimento rígido es de 20 años, en la que además se contempla el crecimiento del tráfico durante su vida útil, que depende del desarrollo socio-económico de la zona.

2.3 TRAFICO ESAL's

$$ESAL's = TDP \times A \times B \times 365 \times \frac{(1+r)^n - 1}{Lr(1+r)} \times FC$$

Donde:

ESAL's= Numero estimado de ejes equivalentes de 8.2 toneladas

TPD= Transito promedio diario inicial

A= Porcentaje estimado de vehiculos Pesados (buses camiones)

B= Porcentaje de vehiculos pesados que emplean el carril de diseño

r= Tasa anual de crecimiento de transito

n= Periodo de diseño

FC= Factor camion

TPD= **24883**
 A= **14%**
 B= **50%**
 r= **1.00%**
 n= **8 años**
 FC= **0.8**

NUMERO DE CARRILES	VALOR (B)	
	PORCENTAJE DE VEHICULOS PESADOS EN EL CARRIL DE DISEÑO	
2	50	
4	45	
6 a mas	40	

ESAL's = 4,235,198.51

2.4 FACTOR DE CRECIMIENTO DEL TRÁFICO (r)

El factor de crecimiento del tráfico es un parámetro que considera en el diseño de pavimentos, los años de periodo de diseño

CASO	TASA DE CRECIMIENTO
Crecimiento Normal	1% al 3%
Vias complet saturadas	0% al 1%
Con trafico inducido	4% al 5%
Alto crecimiento	mayor al 5%

r = 1.0%

2.5 PERÍODO DE DISEÑO (Pd).

El presente trabajo considera un periodo de diseño de 8 años.

Pd = 8.00

2.6 FACTOR DE SENTIDO (Fs).

Del total del tráfico que se estima para el diseño del pavimento deberá determinarse el correspondiente a cada sentido de

CIRCULACION	FACTOR
Un sentido	1.0
Doble sentido	0.5

Fs = 0.50

2.7 FACTOR CARRIL (Fc).

Es un coeficiente que permite estimar que tanto el tráfico circula por el carril de diseño.

No CARRIL	FACTOR CARRIL		
1	1.00		
2	0.80	a	1.00
3	0.60	a	0.80
4	0.50	a	0.75

Fc = 1.00

2.8 TRÁFICO ESAL's MODIFICADO

Es el Tráfico afectado por el Factor Carril y el Factor de Sentido que da como resultado el Trafico Esal's según las condiciones reales de la vía

ESAL's = 2,117,599.26

3.- FACTORES DE EQUIVALENCIA DE TRÁFICO

Tránsito esperado en el carril de diseño en millones de ejes equivalentes (W18)	Confiabilidad (R)	Zr	So	Factor se Seguridad F.S.
< 5	50	0.000	0.35	1.00
5 - 15	50 - 60	0.000 - 0.253	0.35	1.00 - 1.23
15 - 30	60 - 70	0.253 - 0.524	0.35	1.23 - 1.83
30 - 50	70 - 75	0.524 - 0.674	0.34	1.51 - 1.70
50 - 70	75 - 80	0.674 - 0.841	0.32	1.64 - 1.86
70 - 90	80 - 85	0.841 - 1.037	0.30	1.76 - 2.05

3.1 CONFIABILIDAD:

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su

DESVIACIO ESTANDAR (Zr)

TIPO DE PAVIMENTO	CONFIABILIDAD
Autopistas	90%
Carreteras	75%
Rurales	65%
Zonas industriales	60%
Urbanas principales	55%
Urbanas secundarias	50%

$$R (\%) = 90.000$$

Confiabilidad R (%)	Desviac. Estand. (Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

3.2 DESVIACIÓN ESTANDAR(Zr).

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

$$Zr = -1.282$$

3.3 ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):

AASHTO propuso los siguientes valores para seleccionar la Variabilidad o Error Estándar Combinado So, cuyo valor recomendado es:

Para pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
En construcción nueva	0.35
En sobre capas	0.4

$$So = 0.40$$

3.4 SERVICIABILIDAD (Δ PSI):

INDICE DE SERVICIO	CALIFICACION
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

$$Po = 4.5$$

$$Pt = 2.5$$

$$\Delta PSI = Po - Pt$$

$$\Delta PSI = 2.00$$

3.5 MÓDULO DE RUPTURA (MR)

Concreto a Utilizar $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

$$S'c = 32(F'c)^{1/2}$$

TIPO DE PAVIMENTO	S'c RECOMENDADO (Psi)
Autopistas	682.70
Carretera	682.70
Zonas Industriales	640.10
Urbanos principales	640.10
Urbanos Secundarios	597.40

$$S'c = 463.724 \text{ Psi}$$

3.6 DRENAJE (Cd)

Total de días de Noviembre a Marzo= 151 Total de semanas= 22
 Días a la Semana que generan saturación= 3 Días al año que producen saturación= 5
 Total de días que generan saturación= 71 % de tiempo del pavimento expuesto a Saturación= 19.45%

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor a 1%	1% a 5%	5% a 25%	Mayor a 25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Nota: Para el caso los materiales a ser usados tiene una calidad de drenaje buena y esta expuesto en un 19.45% durante un año

Cd = 1.05

3.7 COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J).

La AASTHO recomienda un valor de 4.2 para pavimentos rígidos

J = 4.2

3.8 MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec).

Las relaciones de mayor uso para su determinación son:

$f'c$ = Resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm²) = 210 Kg/cm²

$E_c = 4700 \times (f'c)^{1/2}$ (En MPa)

$E_c = 15000 \times (f'c)^{1/2}$ (En Kg/cm²)

$E_c = 1500 \times (210)^{1/2}$ $E_c = 217,370.65$ Kg/cm² Ec = 3,091,736.68 Psi

3.9 MODULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE (K)

Se han propuestos algunas correlaciones de " K " a partir de datos de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, siendo una

$K = 2.55 + 52.5(\text{Log CBR})$ Mpa/m → CBR ≤ 10
 $K = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{4.34}$ Mpa/m → CBR > 10

CBR sub rasante= 30.0 minimo según Norma técnica de edificación CE.010
 Según estudio realizado en el Laboratorio de Mecanica de suelo.

K = 95.36

4.- ESPESOR DEL PAVIMENTO

Según la formula General AASHTO:

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \text{Log}_{10}\left[\frac{215.63 \times S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})} \right]$$

Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ec.I) Sea aproximadamente Igual a (Ec.II): D = 10.980 in

$\text{Log}_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.06 = 6.899$ Ec. I

$$7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \text{Log}_{10}\left[\frac{215.63 \times S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})} \right] = 6.906$$
 Ec. II

Espesor de la Losa de Concreto Calculado	D = 27.89	Cm
Espesor de la Losa de Concreto Adoptado	D = 30.00	Cm

ANEXO N° 4 : PANEL FOTOGRAFICO



ESTACION N°1: Av. Antonio Lorena.
OBS: Aforo vehicular durante el día

ESTACION N°1: Av. Antonio Lorena.
OBS: Aforo vehicular durante la noche



Av. Antonio Lorena:
OBS: Medición de la longitud de la Vía con (odómetro).



**Av. Antonio Lorena:
OBS: Levantamiento topográfico
En el carril de bajada**

**Av. Antonio Lorena
OBS: Levantamiento topográfico
En el carril de bajada**



**Av. Antonio Lorena:
OBS: Muestras extraída.**



**Av. Antonio Lorena:
OBS: Rotura de Briquetas**

**Av. Antonio Lorena:
OBS: supervisión de rotura de
Briquetas**



**Av. Antonio Lorena:
OBS: Resultados obtenidos
Después de la rotura
De briqueta.**



**Av. Antonio Lorena:
OBS: Análisis de las fallas
Del tramo N°1.**

**Av. Antonio Lorena:
OBS: Midiendo el tipo, cantidad
Y severidad de los daños.**

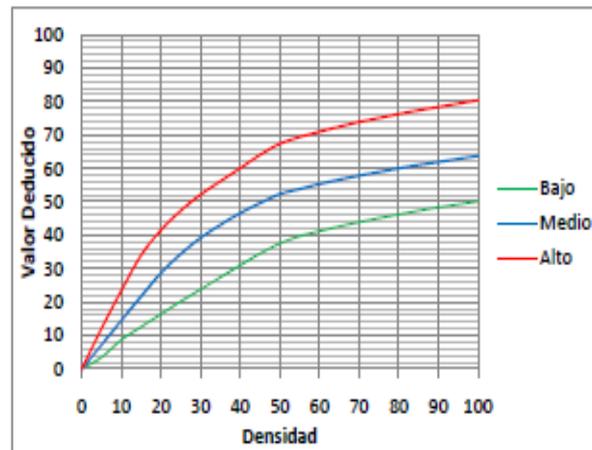


**Av. Antonio Lorena:
OBS: Registrando la información
En el formato.**

ANEXO N° 5: TABLAS Y CURVAS DEL VALOR DEDUCIDO DE CADA DANO

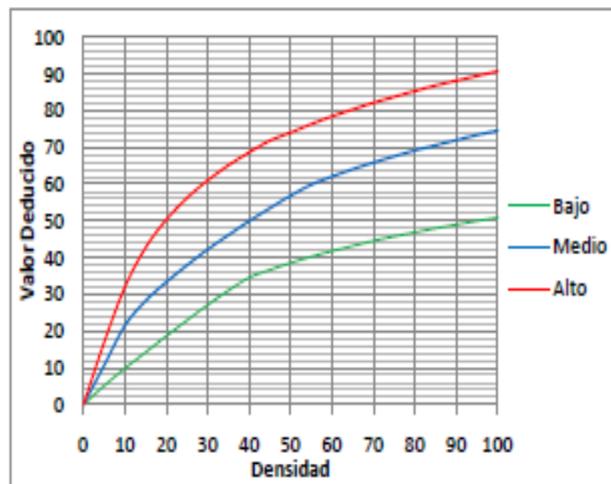
22. GRIETA DE ESQUINA:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	3.50	7.20	12.10
10.00	8.70	14.50	23.40
15.00	12.60	21.70	34.00
20.00	16.40	28.70	41.50
25.00	20.20	34.40	47.30
30.00	23.80	39.20	52.10
35.00	27.40	43.10	56.10
40.00	31.00	46.60	60.00
45.00	34.50	49.60	64.00
50.00	37.50	52.30	67.30
55.00	39.70	53.80	69.30
60.00	41.20	55.30	70.90
65.00	42.60	56.60	72.40
70.00	43.90	57.80	73.80
75.00	45.10	58.90	75.00
80.00	46.20	60.00	76.20
85.00	47.30	61.00	77.30
90.00	48.30	61.90	78.30
95.00	49.20	62.80	79.30
100.00	50.10	63.70	80.30



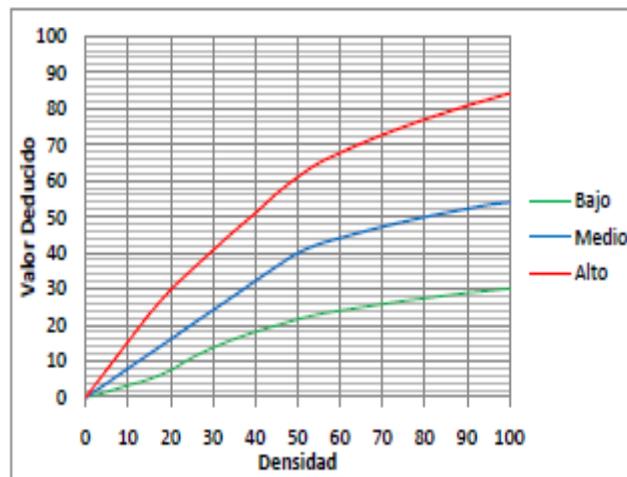
23. LOSA DIVIDIDA:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	5.10	10.70	17.00
10.00	9.80	21.50	32.00
15.00	14.20	28.20	42.70
20.00	18.60	33.30	50.30
25.00	22.90	37.90	56.20
30.00	27.10	42.20	61.00
35.00	31.00	46.10	65.10
40.00	34.50	49.90	68.60
45.00	38.60	53.40	71.80
50.00	38.50	56.80	74.00
55.00	40.20	59.80	76.30
60.00	41.70	62.00	78.40
65.00	43.10	64.00	80.30
70.00	44.50	65.80	82.10
75.00	45.70	67.50	83.70
80.00	46.80	69.10	85.30
85.00	47.90	70.50	86.80
90.00	48.90	71.90	88.10
95.00	49.90	73.30	89.40
100.00	50.80	74.50	90.70



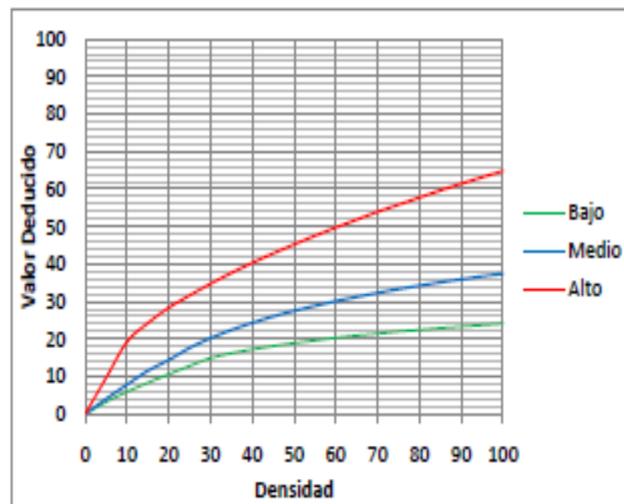
25. ESCALA:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	1.50	3.90	7.70
10.00	3.30	8.00	15.40
15.00	5.00	12.00	23.00
20.00	7.50	16.00	29.70
25.00	10.90	20.10	35.30
30.00	13.70	24.10	40.70
35.00	16.10	28.10	46.00
40.00	18.10	32.20	51.00
45.00	19.90	36.20	56.40
50.00	21.60	39.90	61.00
55.00	23.00	42.40	64.90
60.00	24.00	44.10	67.70
65.00	24.90	45.70	70.30
70.00	25.80	47.20	72.70
75.00	26.70	48.60	74.90
80.00	27.40	49.90	77.00
85.00	28.20	51.10	78.90
90.00	28.90	52.20	80.80
95.00	29.50	53.30	82.50
100.00	30.10	54.00	84.20



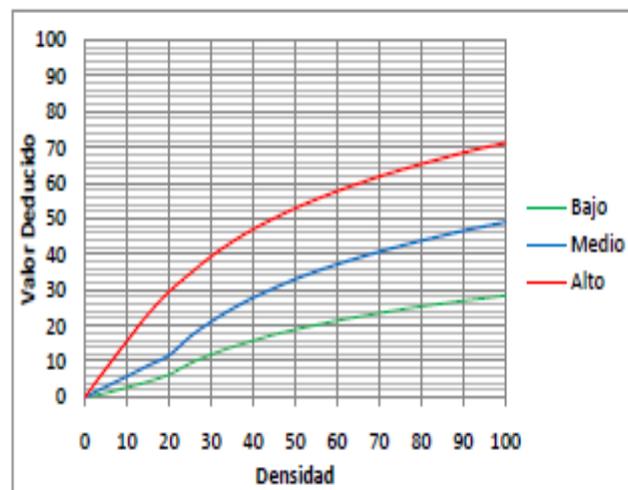
28. GRIETA LINEAL:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	3.20	4.00	9.60
10.00	5.90	7.80	19.20
15.00	8.30	11.50	24.20
20.00	10.60	14.40	28.30
25.00	12.80	17.60	31.60
30.00	14.90	20.20	34.70
35.00	16.20	22.40	37.60
40.00	17.20	24.30	40.30
45.00	18.10	26.00	42.80
50.00	18.90	27.50	45.20
55.00	19.60	28.80	47.50
60.00	20.30	30.10	49.70
65.00	20.90	31.20	51.80
70.00	21.40	32.30	53.90
75.00	22.00	33.30	55.80
80.00	22.40	34.20	57.70
85.00	22.90	35.10	59.60
90.00	23.30	35.90	61.40
95.00	23.70	36.70	63.10
100.00	24.10	37.40	64.80



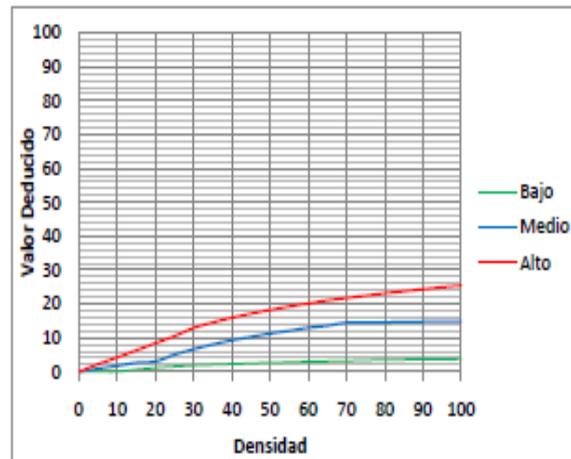
29. PARCHEO (GRANDE):

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	1.10	2.90	8.00
10.00	2.70	5.80	15.70
15.00	4.30	8.80	23.20
20.00	6.30	11.70	29.50
25.00	9.40	16.90	34.80
30.00	11.90	21.10	39.40
35.00	14.00	24.70	43.50
40.00	15.80	27.80	47.00
45.00	17.50	30.50	50.10
50.00	18.90	33.00	52.90
55.00	20.20	35.20	55.40
60.00	21.40	37.20	57.70
65.00	22.50	39.00	59.80
70.00	23.50	40.70	61.80
75.00	24.50	42.30	63.60
80.00	25.40	43.80	65.30
85.00	26.20	45.20	66.90
90.00	27.00	46.60	68.50
95.00	27.70	47.80	69.90
100.00	28.40	49.00	71.20



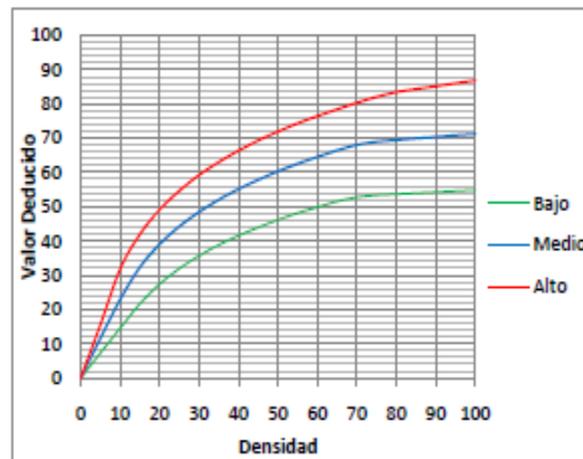
30. PARCHEO (PEQUEÑO)

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	-	0.90	2.20
10.00	-	1.70	4.20
15.00	0.60	2.60	6.30
20.00	1.10	3.00	8.40
25.00	1.50	5.00	10.50
30.00	1.80	6.60	12.90
35.00	2.00	8.00	14.50
40.00	2.20	9.20	15.90
45.00	2.40	10.20	17.10
50.00	2.60	11.20	18.20
55.00	2.70	12.00	19.20
60.00	2.90	12.90	20.10
65.00	3.00	13.50	21.00
70.00	3.10	14.40	21.70
75.00	3.30	14.40	22.40
80.00	3.40	14.50	23.10
85.00	3.50	14.60	23.70
90.00	3.60	14.70	24.30
95.00	3.60	14.80	24.90
100.00	3.70	14.80	25.40



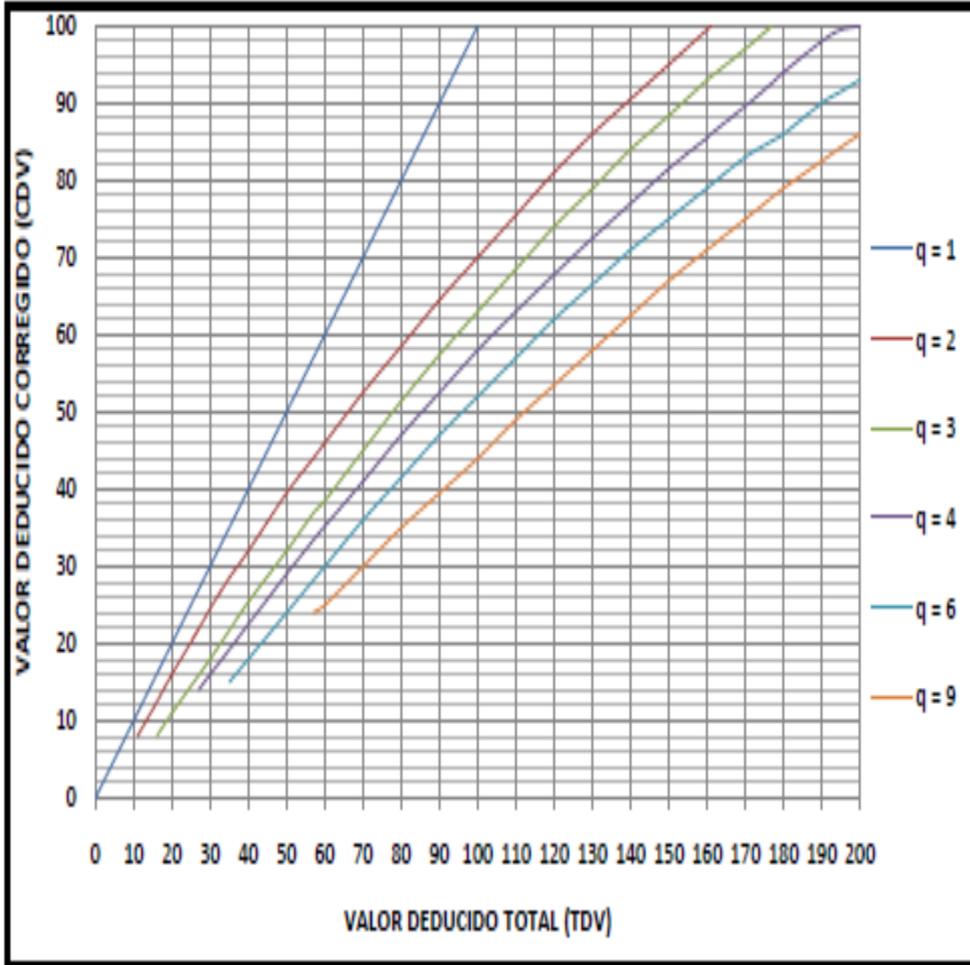
34. PUNZONAMIENTO:

Densidad	Valor Deducido		
	B	M	A
-	-	-	-
5.00	7.30	11.60	15.60
10.00	14.50	22.90	31.80
15.00	21.60	32.30	41.90
20.00	27.36	39.00	49.10
25.00	31.90	44.20	54.60
30.00	35.60	48.40	59.20
35.00	38.80	52.00	63.00
40.00	41.50	55.10	66.30
45.00	43.90	57.80	69.30
50.00	46.10	60.30	71.90
55.00	48.10	62.50	74.30
60.00	49.80	64.50	76.40
65.00	51.50	66.40	78.40
70.00	52.70	68.00	80.30
75.00	53.30	68.90	82.00
80.00	53.60	69.40	83.40
85.00	53.90	69.90	84.30
90.00	54.20	70.30	85.10
95.00	54.50	70.80	86.00
100.00	54.80	71.20	86.80



1. CORRECCIÓN DE VALORES DEDUCIDOS PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO.

TOTAL DE VALORES DEDUCIDOS	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO					
	q1	q2	q3	q4	q6	q9
0.0	0.0					
10.0	10.0					
11.0	11.0	8.0				
16.0	16.0	12.4	8.0			
20.0	20.0	16.0	11.0			
27.0	27.0	21.9	15.9	14.0		
30.0	30.0	24.5	18.0	16.0		
35.0	35.0	28.5	21.7	19.2	15.0	
40.0	40.0	32.0	25.4	22.5	18.0	
50.0	50.0	39.5	32.0	29.0	24.0	
57.0	57.0	44.0	36.9	33.4	28.2	24.0
60.0	60.0	46.0	38.5	35.2	30.0	25.0
70.0	70.0	52.5	45.0	41.0	36.0	30.0
80.0	80.0	58.5	51.4	47.0	41.5	35.0
90.0	90.0	64.5	57.4	52.5	47.0	39.5
100.0	100.0	70.0	63.0	58.0	52.0	44.0
110.0		75.5	68.5	63.0	57.0	49.0
120.0		81.0	74.0	67.8	62.0	53.5
130.0		86.0	78.9	72.5	66.5	58.0
140.0		90.5	84.0	77.0	71.0	62.5
150.0		95.0	88.4	81.5	75.0	67.0
160.0		99.5	93.0	85.5	79.0	71.0
161.0		100.0	93.4	86.0	79.4	71.4
170.0			97.0	89.6	83.0	75.0
177.0			100.0	92.6	85.1	77.8
180.0				94.0	86.0	79.0
190.0				98.0	90.0	82.5
195.0				99.5	91.5	84.3
200.0				100.0	93.0	86.0



ANEXO N° 6: MANUAL DE DAÑOS PARA LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS

Manual de Daños para la Evaluación de Pavimentos con Superficies de Concreto Asfáltico

[Traducción del libro de Shahin, M. Y. " Pavement Management for Airports Roads and Parking Lots". Segunda edición. 2005, Pag. 405 - 440]

22. GRIETA DE ESQUINA.

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

Niveles de Severidad

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

M: Se define por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media (M)

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

Medida

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

1. Sólo tiene una grieta de esquina.
2. Contiene más de una grieta de una severidad particular.

3. Contiene dos o más grietas de severidades diferentes.

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

Opciones de reparación

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

M: Sellado de grietas. Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo.

23. LOSA DIVIDIDA.

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

Niveles de severidad

En el Cuadro 23.1 se anotan los niveles de severidad para losas divididas.

Cuadro 23.1. Niveles de Severidad para Losa Dividida

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

Medida

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

Opciones de reparación

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

M: Reemplazo de la losa.

H: Reemplazo de la losa.

25. ESCALA.

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

1. Asentamiento debido una fundación blanda.

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

Niveles de Severidad

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

Cuadro 25.1 Niveles de Severidad para Escala.

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

Medida

La *escala* a través de una junta se cuenta como una losa. Se cuentan únicamente las losas afectadas.

Las *escalas* a través de una grieta no se cuentan como daño pero se consideran para definir la severidad de las grietas.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Fresado.

M: Fresado.

H: Fresado.

28. GRIETAS LINEALES (Grietas longitudinales, transversales y diagonales).

Descripción: Estas grietas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad.

Las losas divididas en cuatro o más pedazos se contabilizan como *losas divididas*. Comúnmente, las *grietas* de baja severidad están relacionadas con el alabeo o la fricción y no se consideran daños estructurales importantes. Las *grietas capilares*, de pocos pies de longitud y que no se propagan en todo la extensión de la losa, se contabilizan como *grietas de retracción*.

Niveles de severidad

Losas sin refuerzo

L: Grietas no selladas (incluye llenante inadecuado) con ancho menor que 12.0 mm, o grietas selladas

De cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

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

H: Existe una de las siguientes condiciones:

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

Losas con refuerzo

L: Grietas no selladas con ancho entre 3.0 mm y 25.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con

Llenante en condición satisfactoria. No existe escala.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta no sellada con un ancho entre 25.0 mm y 76.0 mm y sin escala.
2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 76.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala hasta de 10.0 mm.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta no sellada de más de 76.0 mm de ancho.
2. Grieta sellada o no de cualquier ancho y con escala mayor que 10.0 mm.

Medida

Una vez se ha establecido la severidad, el daño se registra como una losa. Si dos grietas de severidad media se presentan en una losa, se cuenta dicha losa como una poseedora de grieta de alta severidad.

Las losas divididas en cuatro o más pedazos se cuentan como *losas divididas*. Las losas de longitud mayor que 9.10 m se dividen en "losas" de aproximadamente igual longitud y que tienen juntas imaginarias, las cuales se asumen están en perfecta condición.

Opciones de reparación

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

M: Sellado de grietas.

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

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

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

Niveles de severidad

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

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

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

Medida

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

Opciones para Reparación

L: No se hace nada.

M: Sellado de grietas. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche.

30. PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 M2).

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

Niveles de Severidad

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

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

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

Medida

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

Opciones para Reparación

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche.

34. PUNZONAMIENTO.

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

Niveles de Severidad

Cuadro 34.1. Niveles de Severidad para Punzonamiento

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

Medida

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas.

M: Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo.

ANEXO N° 7: PLANOS