

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
SEDE JAEN**



TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LA CAPA DE RODADURA
ASFALTICA DE LA CARRETERA CA-507:EMP.PE-5N SAN IGNACIO
- RUMIPITE, CRUCE EL LIMON – LA COIPA”.**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

BACH. CARLOS YAJAHUANCA BUSTAMANTE

Asesor:

M en I. Ing. JOSE BENJAMIN TORRES TAFUR

JAÉN –PERÚ

-2023-

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

La que suscribe, Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca certifica:

La originalidad de la tesis denominada **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LA CAPA DE RODADURA ASFÁLTICA DE LA CARRETERA CA-507:EMP.PE-5N SAN IGNACIO - RUMIPITE, CRUCE EL LIMÓN – LA COIPA**, realizada por el Bachiller en Ingeniería Civil **Carlos Yajahuanca Bustamante**, de acuerdo al resultado del análisis reportado por su asesor **M. en I. José Benjamín Torres Tafur** con el software antiplagio Turnitin que identifica **15% (quince por ciento)** de similitud, asignándole el código **oid:3117:291342333**.

Se expide el presente certificado para los fines pertinentes.

Cajamarca, 01 de diciembre del 2023

Documento firmado digitalmente

Dra. Yvonne Katherine Fernández León
Directora Unidad de Investigación Facultad de Ingeniería

COPYRIGHT©2023 By
CARLOS YAJAHUANCA BUSTAMANTE
DERECHOS RESERVADOS

DEDICATORIA

A mis padres,

Carlos y Elcira, quienes son mi guía y mi soporte en todo momento.

Carlos.

A mis **hermanos**, quienes siempre están conmigo, brindándome su apoyo incondicional y palabras de aliento que me motivan a mirar mi futuro con optimismo.

AGRADECIMIENTO

A Dios, mi guía y protector, por haber escuchado mis plegarias, por darme la fortaleza para hacer realidad mis sueños, haciendo de mis retos una posibilidad de cambio y de éxito

Un agradecimiento sincero y especial a mi Asesor de tesis el Ing. José Benjamín Torres Tafur, docente de esta casa superior de estudios, por apoyarme para realizar esta tesis bajo su orientación técnica y profesional.

A mis colaboradores y todas las personas que han sido el soporte y compañía durante esta etapa de vida.

Finalmente, debo agradecer a esta casa superior de estudios, a todos los docentes por compartir conmigo sus conocimientos y materiales que me permitieron entrar más profundo en el tema de investigación y lograr la finalización de esta tesis.

Índice

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
Índice	v
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	viii
RESUMEN	viii
Palabras clave: Capa de rodadura asfáltica, pavimento flexible, transitabilidad	x
ABSTRACT	xí
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del Problema	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Justificación de la investigación	2
1.4. Alcances y limitación de la investigación	2
Alcances	2
Limitaciones	3
1.5. Objetivos	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos	3
CAPITULO II: MARCO TEORICO	4
2.1. Antecedentes teóricos de la investigación	4
2.1.1. Antecedentes internacionales	4
2.1.2 Antecedentes nacionales	5
2.1.3 Locales.....	6
2.2. Bases teóricas	6
2.2.1. Carretera.....	6
2.2.2. Pavimento.....	7
2.2.3. Clasificación de pavimentos.....	7
2.2.3.1. Pavimentos Flexibles:	7
2.2.4. Importancia de la evaluación de pavimentos:	9
2.2.5. Levantamiento topográfico:	9
2.2.5.1. Proceso de levantamiento topográfico	9
2.2.6. METODO PCI:	12
2.2.6.1 Terminología.	13
2.2.6.2 Muestreo y unidades de muestra.	14
2.2.6.3 Procedimiento de inspección:	17
2.2.6.4 Aplicación del método PCI:.....	18
2.2.6.5 Cálculo del PCI de la sección:	20
2.2.7. Tipos de fallas:	21
2.2.8. Clasificación de fallas en pavimentos flexibles.....	22
2.2.8.1. Fisuras y grietas	22
1. Fisura Piel de Cocodrillo	22

2. Fisuras en Bloque	24
2. Fisuras de Borde	25
4. Fisuras longitudinales y transversales	27
5. Fisura parabólica o por deslizamiento	29
2.2.8.2. Deformaciones Superficiales	30
1. Abultamientos y Hundimientos	30
2. Corrugaciones	32
3. Depresiones	33
4. Ahuellamiento	34
5. Desplazamiento	35
6. Hinchamiento	36
2.2.8.3. Desprendimientos	37
1. Baches	37
2. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados:	39
2.2.8.4. Otras Fallas	41
1. Exudación	41
2. Agregado Pulido	42
3. Desnivel Carril – Berma.....	43
4. Parches y parches de cortes utilitarios	44
2.3. Definición de términos básicos	45
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	48
3.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	48
3.2. HIPOTESIS:	50
3.2.1. Hipótesis general	50
3.3. VARIABLES.....	50
3.3.1. Definición de variables	50
3.3.2. Operacionalización de variables.....	51
3.3.3. Matriz de consistencia.....	52
3.4. METODOLOGIA:	53
3.4.1. Tipo de investigación	53
3.5. POBLACION Y MUESTRA	53
3.5.1. Población.....	53
3.5.2. Muestra.....	53
3.5.3. Unidad de análisis	53
3.6. METODO DE INVESTIGACION:	53
3.7. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	53
3.7.1. Tecnicas de recolección de datos	53
3.7.2. Instrumentos de recolección de datos.....	54
3.7.3. Procedimiento	54
3.7.4. Presentación de resultados	57
3.7.5. ESTUDIO DE TRÁFICO DE LA VIA:.....	60
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	62
4.1. Discusión de resultados:	62
4.2. APLICACIÓN DEL MÉTODO PCI	62
4.2.1 MUESTREO Y UNIDADES DE MUESTRA:.....	62
4.2.2. CRITERIO DE SELECCIÓN DE UNIDADES DE MUESTRA:	71
4.2.3 PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN:	71
4.2.4. PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:	71

4.2.5. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:	72
4.3 INTERPRETACION DE RESULTADOS	78
4.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	79
4.5. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	83
<i>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</i>	84
<i>CONCLUSIONES</i>	84
<i>RECOMENDACIONES.....</i>	85
<i>BIBLIOGRAFÍA.....</i>	86

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tabla 1.Rango de condición del pavimento	14
Tabla 2	Tabla 2.Longitud de unidad de muestra	15
Tabla 3	Niveles de severidad para huecos.....	39
Tabla 4	Operacionalización de la variable independiente y dependiente.....	51
Tabla 5	Matriz de consistencia de la investigación.....	52
Tabla 6	Cuadro resumen de porcentaje de fallas encontradas.....	59
Tabla 7	Longitud de unidades de muestra	63
Tabla 8	Ubicacion de las unidades de muestra.....	65
Tabla 9	Resumen de resultados evaluación PCI.....	77

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Seccion Transversal de la via en estudio.	7
Figura 2	Índice de Condición del Pavimento (PCI) y Escala de Graduación.	12
Figura 3	Valor deducido más alto (CDV) vs. Número de valores deducidos (DV).	19
Figura 4	Corrección de los valores deducidos.....	20
Figura 5	Fallas en pavimentos flexibles.	22
Figura 6	Falla tipo:Piel de cocodrilo	23
Figura 7	Falla tipo:Fisuras en bloque.....	24
Figura 8	Falla tipo:Fisuras de borde	25
Figura 9	Reflexion de junta	26
Figura 10	Falla tipo:Fisuras longitudinales y transversales	28
Figura 11	Fisura parabólica o por deslizamiento	29
Figura 12	Falla tipo:Abultamientos y hundimientos	31
Figura 13	Falla tipo:Corrugaciones	32
Figura 14	Falla tipo:Depresiones.....	34
Figura 15	Falla tipo:Ahuellamiento.....	35
Figura 16	Falla tipo:Desplazamiento.....	36
Figura 17	Hinchamiento	37
Figura 18	Falla tipo:Baches.....	38
Figura 19	Falla tipo:Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	40
Figura 20	Falla tipo:Exudacion.....	41

Figura 21	<i>Agregado pulido</i>	<i>42</i>
Figura 22	<i>Falla tipo:Desnivel Carril - Berma</i>	<i>43</i>
Figura 23	<i>Falla tipo:Parches</i>	<i>44</i>
Figura 24	<i>Ubicación y localización del tramo en estudio.....</i>	<i>49</i>
Figura 25	<i>Valor deducido más alto (CDV) vs. Número de valores deducidos (DV)</i>	<i>56</i>
Figura 26	<i>Corrección de los valores deducidos.....</i>	<i>57</i>
Figura 27	<i>Representación grafica de los porcentajes de unidades de muestra en cada rango PCI.</i>	<i>79</i>

RESUMEN

Actualmente, la carretera CA-507:EMP.PE-5N San Ignacio – Rumipite, presenta múltiples deterioros siendo los más comunes ahuellamientos, abultamientos, hundimientos, baches y desprendimiento de agregados perjudicando el transporte de diversas mercancías hacia el mercado local. En tal sentido, surge la necesidad de la población e interés por parte de la Municipalidad Distrital de La Coipa de conocer los resultados derivados de la presente investigación denominada “EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LA CAPA DE RODADURA ASFÁLTICA DE LA CARRETERA CA-507:EMP.PE-5N SAN IGNACIO - RUMIPITE, CRUCE EL LIMÓN –LA COIPA”, teniendo como objetivo general evaluar el estado en que se encuentra el pavimento flexible del tramo Cruce el Limón-La Coipa a través de la determinación del índice de condición de pavimento (PCI).El periodo de desarrollo comprende desde enero hasta agosto del 2023.Realizada la inspección visual y detallada a lo largo de los 08km+300m que comprende el tramo en estudio, de las 23 Unidades de Muestra estudiadas nos encontramos con 08 UM en estado bueno, 13 en estado regular y 02 en estado malo con un PCI ponderado igual a 50.96, llegando a la conclusión que la condición de la capa de rodadura asfáltica de la carretera CA-507:EMP.PE-5N SAN IGNACIO - RUMIPITE, CRUCE EL LIMÓN –LA COIPA es **Regular**, recomendándose utilizar esta información para un adecuado mantenimiento y mejorar el servicio de transitabilidad en esta vía.

Palabras clave: Capa de rodadura asfáltica, pavimento flexible, transitabilidad

ABSTRACT

Currently, the CA-507:EMP.PE-5N San Ignacio – Rumipite highway presents multiple deteriorations, the most common being rutting, bulges and subsidence, potholes and detachment of aggregates, harming the transport of various merchandise to the local market. In this sense, the need of the population arises and interest on the part of the District Municipality of La Coipa to know the results derived from the present investigation called "EVALUATION OF THE CONDITION OF THE ASPHALT ROAD LAYER OF THE CA-507: EMP ROAD .PE-5N SAN IGNACIO - RUMIPITE, CRUCE EL LIMÓN –LA COIPA", with the general objective of evaluating the state of the flexible pavement of the section Cruce el Limon-La Coipa through the determination of the pavement condition index (PCI). The development period runs from January to August 2023. Once the visual and detailed inspection has been carried out along the 08+300 km that the section under study comprises, of the 23 Sample Units studied, we find 08 MUs in good condition, 13 in fair condition and 02 in bad condition with a PCI weighted equal to 50.96, reaching the conclusion that the condition of the asphalt surface layer of the CA-507: EMP.PE-5N SAN IGNACIO - RUMIPITE, CRUCE EL LIMÓN – LA COIPA highway is Regular, recommending that this information be used for an adequate maintenance and improve the traffic service on this road.

Keywords: asphalt road surface, flexible pavement, trafficability

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

Las vías de comunicación, constituyen un pilar importante en el desarrollo e integración de los pueblos, dado que permiten el transporte de pasajeros y productos de manera oportuna, mejorando la calidad de vida de la población.

La acción física del tránsito vehicular, las condiciones climáticas y los malos criterios en el proceso de construcción de un proyecto conllevan a tener serios problemas durante el periodo de vida útil de una vía tales como desestabilización de taludes, fisuras, asentamientos en calzada, etc. Aun en proyectos recientemente ejecutados. **(Sagastegui, 2016)**

Ante ello, lo ideal es evaluar y detectar los daños que se pudieran ir generando en los pavimentos de forma anticipada, de manera que los costos de operación y mantenimiento se vieran reducidos considerablemente.

A nivel nacional es común ver pavimentos en mal estado o presentan deterioros y fallas que se van agravando progresivamente en corto tiempo, por la inexistencia de un plan de mantenimiento de la vía que permita evaluar el comportamiento del pavimento, generando problemas sociales, económicos y hasta pérdida de vidas humanas causadas por accidentes de tránsito.

El distrito de la Coipa no está exenta de este problema, los pavimentos construidos en nuestra jurisdicción, ya sean rígido o flexible se han deteriorado, afectando el tránsito vehicular y peatonal. Es frecuente encontrar fisuras, depresiones, baches, desprendimiento de agregados, etc. que dificultan el tránsito normal de vehículos. Esta problemática surge porque no se lleva a cabo un mantenimiento adecuado y la inexistencia de un plan de mantenimiento de la vía por parte de la Municipalidad Distrital de La Coipa.

Actualmente, la carretera CA-507:EMP.PE-5N San Ignacio – Rumipite, presenta múltiples deterioros siendo los más comunes ahuellamientos, abultamientos, hundimientos, baches y desprendimiento de agregados dificultando el transporte de diversas mercancías hacia el mercado local.

En tal sentido, se realiza el levantamiento topográfico y la evaluación de la condición de la capa de rodadura asfáltica de la carretera CA-507:EMP.PE-5N San Ignacio – Rumipite, Cruce El Limón- La Coipa, de esta manera plantear medidas de solución eficiente para un adecuado mantenimiento.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la Condición de la capa de rodadura asfáltica de la carretera CA-507:EMP.PE-5N San Ignacio - Rumipite, cruce el Limón –La Coipa, distrito de La Coipa, San Ignacio-Cajamarca?

1.3. Justificación de la investigación

La evaluación de la condición de la capa de rodadura es de mucha importancia, dado que nos brindará una información cercana para conocer el nivel de daño del pavimento e indicará las acciones a tomar en cuenta a partir de los resultados obtenidos de dicho estudio.

La presente investigación es importante, dado que la carretera CA-507:EMP.PE-5N San Ignacio - Rumipite, cuenta con un gran flujo de tránsito de vehículos menores hasta camiones de tres ejes, siendo una de las principales vías de acceso al distrito de La Coipa. Por ello surge la necesidad de realizar la presente evaluación del pavimento de esta vía, para determinar el estado situacional de la misma, a la vez brindar alternativas de solución que permitan su conservación de manera anticipada, reduciendo los costos de operación y mantenimiento.

1.4. Alcances y limitación de la investigación

Alcances

La presente investigación es de alcance local (Municipalidad Distrital de la Coipa), la misma que comprende desde Cruce El Limón, hasta La Coipa, en una longitud de 8.3 km para lo cual se realizó una inspección ocular e inventario respectivo, para luego determinar la situación actual y Calificación de la Condición del pavimento, mediante el método PCI.

En el presente estudio no se han evaluado obras de arte.

Los trabajos de campo y gabinete correspondientes a la presente investigación fueron realizados durante los meses de enero a agosto del 2023.

Limitaciones

- No ha existido limitaciones, salvo el tiempo para la recolección de datos debido a la temporada de lluvias.

1.5. Objetivos

Objetivo General

EVALUAR la condición de la capa de rodadura asfáltica de la carretera CA-507:EMP.PE-5N San Ignacio - Rumipite, cruce El Limón –La Coipa.

Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento topográfico.
- Identificar los deterioros y fallas, y las causas de las mismas en la capa de rodadura asfáltica de la carretera CA-507:EMP.PE-5N San Ignacio - Rumipite, cruce El Limón - La Coipa.
- Determinar el IMD de la vía para obtener su clasificación.
- Evaluar y calificar la capa de rodadura asfáltica de la carretera a través del método PCI.
- Proponer alternativas de solución para el mantenimiento de la vía.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes teóricos de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Ruiz Martínez (2019), en su trabajo “Aplicación de metodología de evaluación PCI a pavimento flexible en la localidad de Engativá”, plantea que la infraestructura vial desempeña un papel fundamental en el desarrollo socio – cultural y económico en nuestra región. En la localidad de Engativá se concentra gran cantidad de los km/carril de malla vial que tiene la ciudad de Bogotá. Cuanta con vías arteriales de alto tráfico como lo son la Avenida Boyacá, La avenida Ciudad de Cali y Avenida Calle 80; por este gran volumen de vehículos que circulan por sus vías, es inevitable que se presente deterioro de la misma por acción de estas cargas y de diversos factores climáticos.

En el desarrollo diario de nuestras labores en la localidad de Engativá vemos y percibimos el deterioro que presentan los pavimentos (carpeta asfáltica) que puede presentarse en diferentes niveles de deterioro; desde fisuras y grietas hasta huecos o hundimientos. Estos deterioros se deben al desgaste de la estructura por el tráfico y la falta de mantenimiento, tanto así que generan diferentes problemas a los transeúntes; aumentando la accidentalidad, incrementando los tiempos de viaje y generando sobrecostos en la operación de los transportadores por afectaciones a sus vehículos.

Montoya Alcaraz (2020), en su tesis “Propuesta de Planificación del mantenimiento de carreteras en países en desarrollo basado en sistemas de gestión de pavimentos: Estudio de caso en Baja California México”, concluye:

Evaluar las condiciones superficiales y estructurales del pavimento existente son indispensables, para determinar las acciones de conservación y mantenimiento que brinden mayores beneficios a los tomadores de decisiones y usuarios de los caminos.

Las condiciones superficiales influyen directamente en el nivel de servicio y seguridad de un tramo carretero debido a que la calidad del rodamiento es el principal factor asociado a la seguridad y comodidad del usuario. Por otro lado, el funcionamiento correcto de los pavimentos depende de las características de resistencia de los materiales de constituyen su estructura, ya que estas definen la magnitud de las deformaciones, provocadas por las

condiciones del área de estudio, tales como la temperatura de la zona y características del tráfico.

2.1.2 Antecedentes nacionales

(Vásquez R. , 2021), en su estudio “Evaluación del pavimento flexible, mediante el método PCI, del km 80+000 al km 90+000 de la carretera Trujillo -Huamachuco, región La Libertad”, plantea su justificación teorica:

La practicidad del método hace que sea aplicable por cualquier institución a cargo de la gestión vial de una carretera, puede ser municipal, departamental o nacional, ya que no es necesario hacer uso de herramientas o instrumentos especializados, además que con la caminata que se debe hacer para recolectar la información podemos observar la infraestructura completa de la vía identificando puntos que pueden cambiar en cierto grado las intervenciones a realizar. Por lo que la difusión del uso de este método contribuye a que las instituciones opten por tener una vigilancia constante de la condición del pavimento de las vías que administran y así tomar decisiones de mantenimiento vial a mediano y largo plazo para obtener un buen desempeño de pavimentos.

Evangelista y Cabeza (2020), en su estudio “ Evaluación y análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la avenida Miraflores tramo avenida américa norte y avenida 26 de marzo de la ciudad de Trujillo utilizando la metodología PCI Y VIZIR”, señalan que en el Perú, la red vial nacional está conformada en su mayoría por pavimentos flexibles y es un componente importante para el desarrollo socio-económico del país, en el periodo de vida de los pavimentos flexibles se presenta problemas de fallas, los cuales pueden ser asentamientos diferenciales, deformaciones plásticas, factores climáticos, la intensidad del tránsito circulante, sus deformaciones, las condiciones de drenaje y subdrenaje, etc. por lo que es necesario hacer un seguimiento a los pavimentos para conocer el estado en el que se encuentran, ya que es importante determinar en qué momento de su vida útil un pavimento necesita intervención, con eso lograríamos una eficiencia en cuanto a funcionalidad y costos ya que muchos de los pavimentos flexibles tienen un deterioro tal que dejan de ser cómodos y seguros.

2.1.3 Locales

Vásquez Guevara (2019), en su tesis “Evaluación del estado de condición de los pavimentos flexibles, del Jr. Gregorio Malca, Jr. 27 de Noviembre y Jr. Mariscal Castilla de la ciudad de Chota, mediante el método PCI, provincia de Chota, departamento de Cajamarca”, concluye:

La propuesta de mantenimiento para el pavimento evaluado es, implementar acciones de mantenimiento rutinario aplicando una mezcla en frío para corregir fallas tipo baches de severidad B, M, A; el sellado de fisuras y grietas para corregir las fallas tipo grietas de borde de severidad B, M, A; la sustitución de registros; acciones de mantenimiento periódico aplicando un slurry seal o micropavimento para corregir fallas tipo desprendimiento de agregados de severidad M, A. Y el remplazo de la carpeta asfáltica en las unidades de registro 11 y 12 de la sección 1. Las actividades de parchado superficial tienen una incidencia del (32.79 %), el sello asfáltico un (29.51 %), el sellado de grietas un (21.31 %) y la sustitución de registros y/o limpieza de desmonte un (16.39 %).

Cascos Torres (2022), en su tesis “Evaluación del estado de conservación de la carretera PE – 08, entre distrito de San Juan y CP. Choten, utilizando el método índice de condición del pavimento”, concluye que la carretera PE – 08, entre Distrito de San Juan y CP. Choten debe hacerse una intervención de tipo Mantenimiento Periódico-Correctivo por su condición promedio de PCI. De igual manera, en lugares determinados se debe aplicar un Mantenimiento Rutinario o Rehabilitación, en tal sentido las acciones o alternativas de mantenimiento a aplicarse son: sellado de grietas, parchado profundo (con mezcla asfáltica en frío), parchado superficial (con mezcla asfáltica en frío), sello asfáltico (slurry seal, riego con emulsión, micropavimento) de acuerdo al tipo de falla y nivel de severidad.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Carretera

La palabra Carretera se puede definir de diversas formas. Así, podemos entender que es un: “camino público, ancho y pavimentado dispuesto para el paso de vehículos”, o que es una vía de comunicación entre poblados, debidamente acondicionada y asfaltada, destinada a la circulación de vehículos, o tal vez una “vía de comunicación que por lo general mantiene la autoridad gubernamental para el paso de vehículos,

personas o animales; pero sin duda una carretera es una obra de infraestructura que contribuye al desarrollo y progreso de la nación o pueblo que la proyecta y construye. (Alonzo y Rodriguez, 2005).

2.2.2. Pavimento

Es un término muy utilizado en el ámbito de la ingeniería civil, deriva en su etimología del latín “pavimentu” y designa las obras de construcción que se realizan para dotar al suelo de solidez y resistencia. Es una estructura que se encuentra constituida por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales que se diseñan y se constituyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. (Montejo, 2002; p. 4)

2.2.3. Clasificación de pavimentos

En nuestro medio los pavimentos se clasifican en: Pavimentos Flexibles, pavimentos semi-rigidos o semi-flexibles, pavimentos rigidos y pavimentos articulados. (Montejo, 2002).

2.2.3.1. Pavimentos Flexibles:

Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub base. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra. (Montejo, 2002).

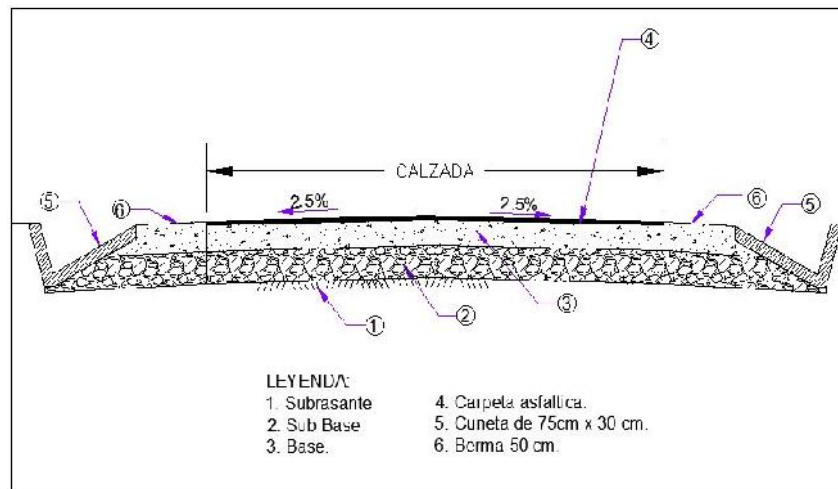


Figura 1 Sección Transversal de la vía en estudio.

A. Funciones de las capas de un pavimento flexible

a. La Sub-base granular:

)] **Función económica.** Una de las principales funciones de esta capa es netamente económica; en efecto, el espesor total que se requiere para que el nivel de esfuerzos en la subrasante sea igual o menor que su propia resistencia, puede ser construido con materiales de alta calidad; sin embargo, es preferible distribuir las capas más calificadas en la parte superior y colocar en la parte inferior del pavimento la capa de menor calidad la cual es frecuentemente más barata. Esta solución puede traer consigo un aumento en el espesor total del pavimento y no obstante, resultar más económica.

)] **Capa de transición.** La sub-base bien diseñada impide la penetración de los materiales que constituyen la base con los de la subrasante y, por otra parte, actúa como un filtro de la base impidiendo que los finos de la subrasante la contaminen menoscabando su calidad.

)] **Disminución de las deformaciones.** Algunos cambios volumétricos de la capa subrasante, generalmente asociados a cambios en su contenido de agua (expansiones), o cambios extremos de temperatura (heladas), pueden absorberse con la capa sub-base, impidiendo que dichas deformaciones se reflejen en la superficie de rodamiento.

)] **Resistencia.** La sub-base debe soportar los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos a través de las capas superiores y transmitidas a un nivel adecuado de la subrasante.

)] **Drenaje.** En muchos casos la sub-base debe drenar el agua que se introduzca a través de la carpeta o por las bermas, así como impedir la ascensión capilar.

c. La base granular:

)] **Resistencia.** La función fundamental de la base granular de un pavimento consiste en proporcionar un elemento resistente que transmita a la sub-base y a la subrasante los esfuerzos producidos por el tránsito en una intensidad apropiada.

)] **Función económica.** Respecto a la carpeta asfáltica, la base tiene una función

económica análoga a la que tiene la sub-base respecto a la base.

d. Carpeta:

)] **Superficie de rodamiento.** La carpeta debe proporcionar una superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color conveniente y resistir los efectos abrasivos del tránsito.

)] **Impermeabilidad.** Hasta donde sea posible, debe impedir el paso del agua al interior del pavimento.

)] **Resistencia.** Su resistencia a la tensión complementa la capacidad estructural del pavimento (Montejo, 2002; p. 4).

2.2.4. Importancia de la evaluación de pavimentos:

La evaluación de pavimentos es importante, pues permitirá conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie y que de esta manera realizar las correcciones, consiguiendo con ello brindar al usuario una serviciabilidad óptima.

Con la evaluación periódica del pavimento se puede predecir el nivel de vida de una red o un proyecto y optimizar los costos de rehabilitación. (Osuna, 2015).

2.2.5. Levantamiento topográfico:

Se denomina levantamiento al conjunto de operaciones necesarias para representar topográficamente un terreno. Aunque en general todo levantamiento ha de hacerse con precisiones ya establecidas, hay ocasiones en que, por la índole del trabajo, puede aligerarse aún cuando lleguen a cometerse errores sensibles en el plano, e incluso, a veces, solo es necesario un ligero bosquejo, con rápidas medidas, constituyendo un croquis. (Martínez Mejía ,2009).

2.2.5.1. Proceso de levantamiento topográfico

El proceso de levantamiento topográfico consta de varias etapas que incluyen la planificación del levantamiento, la preparación del equipo, la toma de datos, el procesamiento de los datos y la generación de resultados. A continuación, se describen cada una de estas etapas con más detalle:

- **Planificación del levantamiento:** En esta etapa, se define el objetivo del levantamiento topográfico, se determina la precisión requerida, se selecciona la técnica de levantamiento topográfico adecuada y se establece el plan de trabajo.
- **Preparación del equipo:** En esta etapa, se prepara el equipo necesario para realizar el levantamiento topográfico, como la estación total, el GPS topográfico, la nube de puntos, el láser escáner terrestre o la fotogrametría. Además, se revisa el equipo para asegurarse de que esté en buenas condiciones y se realizan las configuraciones necesarias.
- **Toma de datos:** En esta etapa, se realiza la medición de los puntos de interés utilizando el equipo seleccionado. La toma de datos puede requerir el uso de un sistema de referencia, como una red de control, para garantizar la precisión de los datos obtenidos.
- **Procesamiento de los datos:** En esta etapa, se procesan los datos obtenidos durante la toma de datos utilizando el software adecuado. El procesamiento de los datos puede incluir la eliminación de errores, la corrección de distorsiones y la generación de resultados.
- **Generación de resultados:** En esta etapa, se generan los resultados del levantamiento topográfico, que pueden incluir mapas, planos, modelos tridimensionales y otras representaciones gráficas de la superficie terrestre.

Los resultados también pueden incluir informes detallados sobre las características del terreno, así como recomendaciones para el diseño y la planificación de proyectos.

2.2.5.2. Equipo utilizado para el levantamiento topográfico

Estacion Total: Es el aparato como tal, y básicamente esta formado por un lente telescópico con objetivo laser, un teclado, una pantalla y un procesador interno para cálculo y almacenamiento de datos. Funciona con baterías de litio recargables. (Hernandez valencia ,2011).

Prisma: Es conocido como objetivo (target) que al ubicarse sobre un punto desconocido y ser observado por la Estación Total capta el laser y hace que rebote de regreso hacia el aparato. Un levantamiento se puede realizar con un solo prisma pero para mejorar el rendimiento se usan al menos dos de ellos.

Baston porta Prisma: Es una especie de bastón metálico con altura ajustable, sobre el que se coloca el prisma. Posee un nivel circular para ubicarlo con precisión sobre un punto en el terreno. Se requiere un bastón por cada prisma en uso.

Tripode: Es la estructura sobre la que se monta el aparato en el terreno

AutoCAD Civil 3D: Es un software o programa, el cual permite llevar a cabo procesos de diseño y de documentación, en cuanto diferentes proyectos de ingeniería civil, los cuales pueden resistir flujos de trabajo en términos de BIM, es decir Building Information Modeling por sus siglas en inglés o Modelado de información de construcción.

Plano Topografico: Los planos y mapas cartográficos son dibujos que muestran las principales características físicas del terreno, tales como edificios, cercas, caminos, ríos, lagos y bosques, así como las diferencias de altura que existen entre los accidentes de la tierra tales como valles y colinas (llamadas también relieves verticales). Los planos y mapas topográficos se basan en los datos que se recogen durante los levantamientos topográficos.

Radiacion Simple: El método de radiación es el método comúnmente empleado en levantamientos de superficies de mediana y gran extensión, en zonas de topografía accidentada, con vegetación espesa. Los equipos utilizados para levantamiento por radiación son la estación total y prisma. Cuando se usa estación total con prisma, generalmente los puntos quedan grabados automáticamente por sus coordenadas, en un archivo con formato ASCII en la libreta de campo electrónica.

Este método es generalmente usado para superficies, donde existe un relieve accidentado. Se basa en una poligonal cuyos vértices hacen radiaciones para poder determinar la ubicación de puntos de relleno y de detalles del terreno. Este levantamiento es muy útil al momento de desarrollar proyectos.

Su uso es recomendado cuando se trata de levantamiento plano cuyo perímetro está limitado por líneas rectas, pero de dimensiones no muy grandes.

Este método exige visibilidad desde el punto de estacionamiento a todos aquellos puntos que definan la superficie a estudiar o levantar (Gomez, 2023)

2.2.6. METODO PCI:

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) es 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.

El Procedimiento de este método es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas, todo es enteramente manual y brinda información confiable sobre las fallas que presenta el pavimento, su severidad y el área afectada, en si ofrece información sobre el estado en el que se encuentra el pavimento.

Fue desarrollado entre los años 1974 y 1976 a cargo del Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los E.E.U.U. con el objetivo de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles.

En líneas generales el procedimiento consiste en dividir la vía en estudio en secciones o “Unidades de Muestra”, la dimensión de esta Unidad de Muestra varía de acuerdo con el tipo de vía en estudio y el ancho de la misma.

El PCI no puede medir la resistencia al deslizamiento, rugosidad o capacidad estructural del pavimento, solo proporciona un conocimiento acerca de la condición real del camino. Muchas veces se monitorea continuamente el PCI para establecer la tasa de deterioro del pavimento y así tomar las medidas correctivas necesarias.



Figura 2 Índice de Condición del Pavimento (PCI) y Escala de Graduación.

Fuente: Metodología PCI.

2.2.6.1 Terminología.

A continuación, se define los principales términos utilizados en el desarrollo de esta tesis, que son muy importantes para la comprensión y correcta aplicación del método PCI:

Red de pavimento. Es el conjunto de pavimentos a ser administrados, es una sola entidad y tiene una función específica. Por ejemplo, un aeropuerto o una avenida, es una red de pavimento.

Tramo de pavimento. Un tramo es una parte identificable de la red de pavimento. Por ejemplo, cada camino o estacionamiento es un tramo separado.

Sección de pavimento. Es un área de pavimento contigua de construcción, mantenimiento, historial de uso y condición uniformes. Una sección debe tener el mismo volumen de tráfico e intensidad de carga.

Unidad de muestra del pavimento. Es una subdivisión de una sección de pavimento que tiene un tamaño estándar que varía de 230 +/- 93 m².

Muestra al azar. Unidad de muestra de la sección de pavimento, seleccionada para la inspección mediante técnicas de muestreo aleatorio

Muestra adicional. Es una unidad de muestra inspeccionada adicionalmente a las unidades de muestra seleccionadas al azar con el fin de incluir unidades de muestra no representativas en la determinación de la condición del pavimento. Deben ser consideradas como muestras adicionales aquellas muestras muy pobres o excelentes que no son típicas en la sección ni entre las unidades de muestra, que contienen deterioros poco comunes tales como cortes utilitarios (ejemplo: corte para instalación de tuberías de agua o desagüe, electricidad, teléfonos, etc.).

Si una unidad de muestra que contiene una falla poco común es escogida al azar como unidad de muestra, ésta deberá ser considerada como unidad de muestra adicional y otra unidad de muestra al azar deberá ser escogida. Si todas las unidades de muestra son inspeccionadas, entonces no habrá unidades de muestra adicionales.

Índice de condición del pavimento (PCI). Es un grado numérico de la condición del pavimento. Varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. Cada rango

del PCI tiene su correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

Grado de la condición del pavimento. Es una descripción cualitativa de la condición del pavimento, como una función del valor de PCI que varía entre “fallado” hasta “excelente”, como se aprecia en el siguiente cuadro:

Tabla 1 Tabla 1.Rango de condición del pavimento

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: Metodología PCI

Fallas del pavimento. Indicadores externos del deterioro del pavimento causado por las cargas de tráfico, factores ambientales, deficiencias constructivas, o una combinación de estas causas. (Rodríguez E. (2009).

2.2.6.2 Muestreo y unidades de muestra.

El muestreo lo realizaremos siguiendo el siguiente procedimiento:

1. Como primer paso debemos identificar tramos en el pavimento que tengan diferentes usos esto se plasmará en el plano de distribución, los diferentes usos pueden ser caminos y estacionamientos. Dividimos cada tramo del pavimento en secciones según criterios, por ejemplo: diseño del pavimento, tráfico, historia de construcción y estado del pavimento.

2. Dividir las secciones en unidades muestra, de manera tal que si el Pavimento es flexible como en nuestro caso, el área de cada Unidad de Muestra debe oscilar entre 230+/- 93 m². En la tabla 3.03 se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada.

Tabla 2 Tabla 2.Longitud de unidad de muestra

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5,0	46,0
5,5	41,8
6,0	38,3
6,5	35,4
7,3	31,5

Fuente: metodología PCI

3. Posteriormente señalaremos las unidades de muestra a ser inspeccionadas y evaluadas, a fin de permitir fácilmente su localización. Además se debe tener en cuenta que puede ser necesaria una verificación de información.

4. Seleccionamos las unidades de muestra que serán inspeccionadas. El número de unidades de muestra varía según se considere: un número de unidades muestra que garantice una confiabilidad del 95% o considerando un número menos de unidades de muestra.

5. Todas las unidades de muestra de la sección pueden ser inspeccionadas, sin embargo no es una medida muy empleada debido a las limitaciones del tiempo, carencia de mano de obra y recursos económicos. Este tipo de inspección es ideal para obtener una mejor estimación del mantenimiento y reparaciones necesarias.

6. El número mínimo de unidades muestra (n) que debemos estudiar para obtener un valor estadísticamente correcto (95% de confiabilidad) del PCI de dicha sección, es calculado redondeando n al próximo número entero mayor y empleando la siguiente ecuación:

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

Dónde:

e = error admisible en el cálculo del PCI de la sección, comúnmente, e=+/- 5 puntos del PCI.

s = desviación estándar del PCI de una muestra a otra en la misma sección. Al realizar la inspección en pavimentos flexibles se asume que la desviación estándar es 10. Esta suposición debe ser comprobada después de haber determinado los valores del PCI. Para subsiguientes inspecciones, la desviación estándar de la inspección precedente debe ser utilizada para determinar el valor de n.

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

Para calcular el valor actual de la desviación estándar, después de calcular el valor de PCI de la unidad de muestra anterior, se empleara la siguiente formula.

$$S = \left[\sum_{i=1}^n \frac{(PCI_i - PCI_s)^2}{n-1} \right]^{1/2}$$

Dónde:

PCI i = valor PCI de las unidades de muestra inspeccionadas i.

PCI s = valor PCI de la sección

n = número total de unidades de muestra inspeccionadas.

7. Calcular el mínimo número revisado de unidades de muestra a ser inspeccionadas utilizando la desviación estándar calculada.

8. Si el número de unidades de muestra revisado es mayor que el número de muestras ya inspeccionadas, se debe seleccionar e inspeccionar unidades de muestra adicionales al azar. Estas unidades de muestra deben ser espaciadas uniformemente a través de la sección. Se debe repetir este proceso hasta que el número total de unidades de muestra inspeccionadas sea igual o mayor al número mínimo requerido de unidades de muestra (n) obtenido de la Ec.1, usando la desviación estándar total de muestras real.

9. Calcular el intervalo de espaciamiento de las unidades utilizando el muestreo sistemático al azar. Las muestras deben ser igualmente espaciadas a través de toda la sección seleccionando la primera muestra al azar.

$$I = N/n$$

Donde:

i = intervalo de espaciamiento

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

n = número de unidades de muestra a ser inspeccionadas.

10. Dependiendo del objetivo de la inspección se puede utilizar un nivel de confiabilidad menor al 95%.

11. Las unidades de muestra adicionales solo deben inspeccionarse cuando se observen fallas no representativas, son escogidas por el usuario.

2.2.6.3 Procedimiento de inspección:

- Inspeccionar individualmente cada unidad de muestra seleccionada. Registrar el tramo y número de sección así como el número y tipo de unidad de muestra.
- Registrar el tamaño de la unidad muestra empleando el odómetro manual.
- Realizar la inspección de fallas cuantificando cada nivel de severidad de cada tipo de falla existente y registrando la información obtenida.
- Si el agrietamiento tipo piel de cocodrilo y ahuellamiento ocurren en la misma área, cada falla es registrada por separado en su correspondiente nivel de severidad.
- Si la exudación es considerada, entonces el agregado pulido no será tomado en cuenta en la misma área.
- El agregado pulido debe ser encontrado en cantidades considerables para que la falla sea registrada.
- Si una fisura no tiene un mismo nivel de severidad en toda su longitud, cada porción de la fisura con diferente nivel de severidad debe ser registrada en forma separada. Sin embargo, si los diferentes niveles de severidad en una porción de fisura no pueden ser fácilmente separados, dicha porción debe ser registrada con el mayor nivel de severidad presente.

- Si alguna falla, incluyendo fisuras o baches, es encontrada en un área parchada, ésta no debe ser registrada; sin embargo, su efecto en el parchado debe ser considerado en determinar el nivel de severidad de dicho parche.
- Se dice que una falla está desintegrada si el área que la rodea se encuentra fragmentada (algunas veces hasta el punto de desprendimiento de fragmentos).

2.2.6.4 Aplicación del método PCI:

1. Al haber registrado las fallas según el tipo y severidad, se suma la cantidad total de cada tipo de falla por cada nivel de severidad y se registra en la columna denominada Total. Las unidades empleadas son generalmente m², m, unidad, dependiendo del tipo de falla.
2. Dividir la cantidad total entre cada tipo de falla en cada nivel de severidad entre el área total de la unidad de muestra y multiplicar el resultado por 100 para obtener la densidad porcentual para cada tipo y severidad de falla.
3. Determinar el valor deducido (DV) de cada tipo de falla y nivel de severidad empleando las curvas de valor deducido de fallas.
4. Determinar el máximo valor deducido (CDV). Para ello es necesario seguir los siguientes pasos:
 - Si ninguno o solo un valor deducido (DV) es mayor que dos. El valor total es usado en lugar del máximo CDV, sino el máximo CDV puede ser determinado como se describe a continuación.
 - Se debe crear una lista de valores deducidos individuales ordenados de maneras descendente
 - Determinar el número de deducciones permisibles (m) empleando la siguiente ecuación:

$$m = 1 + (9/98) (100 - HDV) \leq 10$$

Dónde:

m = número admisible máximo de Valores Deducidos (DV) incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a diez).

HDV = el mayor valor deducido individual para la unidad de muestra

- El número de valores deducidos individuales es reducido al máximo admisible de valores deducidos m , incluyendo su parte fraccionaria. Si se tiene un número de valores deducidos menor a m , todos los valores deducidos deben ser empleados.



Figura 3 Valor deducido más alto (CDV) vs. Número de valores deducidos (DV).

Fuente: metodología PCI

- Determinar el valor deducido total (CDT), este valor es la suma de los valores deducidos individuales.
- Hallar q Como el número de valores deducidos mayores a dos.
- Determinar el valor de CDV en forma iterativa a partir de CDT y de q , empleando las gráficas de corrección.

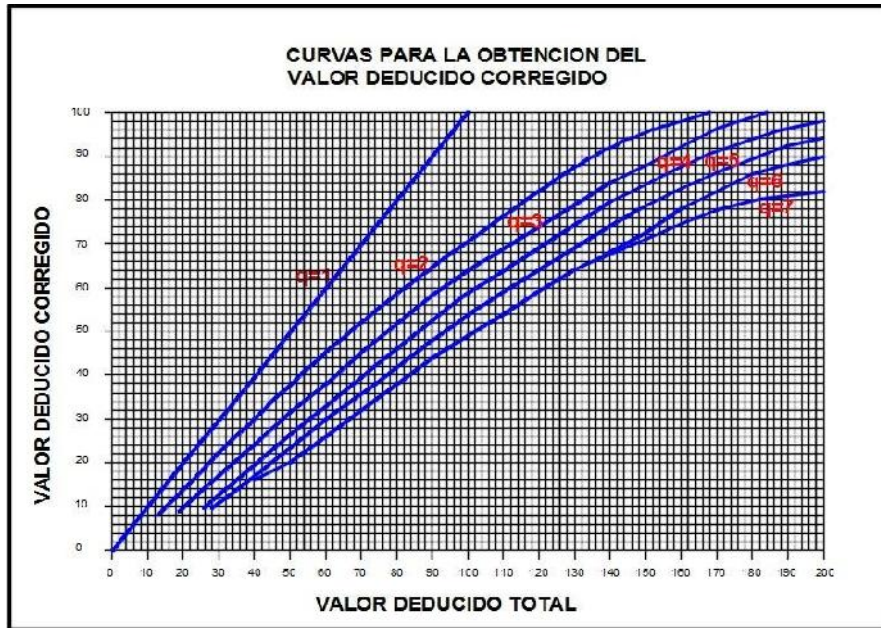


Figura 4 Corrección de los valores deducidos.
Fuente: metodología PCI

El máximo CDV es el mayor.

- El PCI se halla de la siguiente manera:

$$PCI = 100 - CDV \text{ max}$$

2.2.6.5 Cálculo del PCI de la sección:

- Si las unidades de muestra inspeccionadas Han sido escogidas al azar, entonces el PCI de la sección (PCIs) es calculado como el PCI ponderado del área en que se encuentran las unidades de muestra (PCIr) utilizando la siguiente ecuación.

$$PCI_s = PCI_r \frac{\sum_{i=1}^n (PCI_{ri} \times A_{ri})}{\sum_{i=1}^n A_{ri}}$$

Dónde:

PCIr = PCI **ponderado** del área de las unidades de muestra PCI_{ri} = PCI de la unidad de muestra aleatoria i.

A_{ri} = Área de la unidad de muestra aleatoria i.

n = Número de unidades de muestra aleatoria inspeccionadas.

Si existen unidades de muestra adicionales inspeccionadas, el PCI ponderado de área de las unidades adicionales inspeccionadas (PCIa) es calculado empleando:

$$PCI_a = \frac{\sum_{i=1}^m (PCI_{ai} \times A_{ai})}{\sum_{i=1}^n A_{Ai}}$$

- El PCI de la sección de pavimento es calculado mediante la siguiente ecuación:

$$PCI_s = \frac{PCI_r(A - \sum_{i=1}^m A_{ai}) + PCI_a(\sum_{i=1}^m A_{ai})}{A}$$

Dónde:

PCIa = PCI ponderado del área de las unidades de muestra adicionales. PCIai = PCI de la unidad de muestra adicional i. Aai = Área de la unidad de muestra adicional i. A = Área de la sección.

m = Número de unidades de muestra adicionales inspeccionadas. PCIs = PCI ponderado del área de la sección de pavimento.

2.2.7. Tipos de fallas:

El Método PCI (Pavement Condition Index) considera 19 clases de fallas más comunes en el deterioro progresivo del pavimento flexible, las cuales, son agrupadas en categorías: Para pavimentos flexibles los daños pueden ser agrupados en 4 categorías:

- 1) Fisuras y grietas; 2) Deformaciones superficiales; 3) Desintegración de pavimentos o desprendimientos; 4) Afloramientos y otras fallas.



Figura 5 Fallas en pavimentos flexibles.
Fuente: Rodríguez (2009)

2.2.8. Clasificación de fallas en pavimentos flexibles

2.2.8.1. Fisuras y grietas

1. Fisura Piel de Cocodrillo

Descripción: Serie de fisuras interconectadas formando pequeños polígonos irregulares de ángulos agudos, generalmente con un diámetro promedio menor a 30 cm.

El fisuramiento empieza en la parte inferior de las capas asfálticas, donde las tensiones y deformaciones por tracción alcanzan su valor máximo, cuando el pavimento es solicitado por una carga.

Las fisuras se propagan a la superficie, inicialmente, como una serie de fisuras longitudinales paralelas; luego por efecto de la repetición evolucionan interconectándose y formando una malla cerrada, que asemeja el cuero de un cocodrilo (Coronado, 2000).

Posibles causas: Gutiérrez (2006), menciona que la causa más frecuente es la falla por fatiga de la estructura o de la carpeta asfáltica principalmente debido a:

- Espesor de estructura insuficiente.
- Deformaciones de la sub-rasante.
- Problemas de drenaje que afectan a los materiales granulares.
- Compactación deficiente de las capas granulares o asfálticas.
- Deficiencias en la elaboración de la mezcla asfáltica: exceso de mortero en la mezcla, uso de asfalto de alta penetración (hace deformable la mezcla), deficiencia de asfalto en la mezcla (reduce el módulo).
- Reparaciones mal ejecutadas, juntas mal elaboradas e implementación de reparaciones que no corrigen el daño.



Figura 6 Falla tipo:Piel de cocodrilo

Niveles de severidad: según Corros, Urbáez y Corredor (2009), se clasifican en:

Bajo (B): Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están “descascaradas”, es decir, no presentan pérdida del material a lo largo de sus lados.

Medio (M): Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel B, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente “descascaradas”. Inicia el proceso de interconexión.

Alto (A): Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y “descascarados” los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el efecto del tránsito.

Medición: Las fisuras piel de cocodrilo se miden en metros cuadrados de superficie afectada. La mayor dificultad en la medida de este tipo de daño radica en que, a menudo, dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada (Corros et al., 2009).

2. Fisuras en Bloque

Descripción: Serie de fisuras interconectadas formando piezas aproximadamente rectangulares, de diámetro promedio mayor de 30 cm, con un área variable de 0,10 a 9,0 m².

Posibles causas:

Gutiérrez (2006), menciona a:

➤ La fisuración en bloque es causada principalmente por la contracción del concreto asfáltico debido a la variación de la temperatura durante el día, lo cual se traduce en ciclos de esfuerzo – deformación.



Figura 7 Falla tipo: Fisuras en bloque

b. Niveles de Severidad

L – Los bloques están definidos por fisuras de baja severidad.

M – Los bloques están definidos por fisuras de mediana severidad.

H – Los bloques están definidos por fisuras de alta severidad.

c. Unidad de Medida

Las fisuras en bloque son medidas en metros cuadrados. Esta falla generalmente ocurre en nivel de severidad por sección de pavimento; sin embargo, si áreas con distintos niveles de severidad pueden ser distinguidas fácilmente, entonces dichas áreas deben ser medidas y registradas en forma separada. (Rodríguez E. (2009))

2. Fisuras de Borde

Las fisuras de borde son paralelas y generalmente están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento.

Éste daño puede originarse por debilitamiento debido a condiciones climáticas de la base o de la subrasante en sectores próximos al borde del pavimento, por falta de soporte lateral o por terraplenes construidos con materiales expansivos. El deterioro de la falla de borde se acelera por el efecto de las cargas de tránsito. En algunos casos se puede llegar a producir pérdida del material por disgregación (Rodríguez, 2009).



Figura 8 Falla tipo: Fisuras de borde

a. Niveles de Severidad

L – Se da un bajo o mediano fisuramiento sin fragmentación o desprendimiento.

M – Se aprecia un mediano fisuramiento con alguna fragmentación o desprendimiento.

H – Existe una desintegración considerable a lo largo del borde.

b. Unidad de Medida

Las fisuras de borde son medidas en metros lineales (Rodríguez, 2009).

3. Fisura de Reflexión de Junta

Según Coronado (2000, citado en Humpiri, 2015), son los daños que se presentan sólo en pavimentos mixtos constituidos por una superficie asfáltica sobre un pavimento de concreto con juntas. Consiste en la propagación ascendente hacia la superficie asfáltica, de las juntas del pavimento de concreto. Como consecuencia, por efecto de la reflexión, se observan en la superficie fisuras longitudinales y/o transversales que tienden a reproducir las juntas longitudinales y transversales de las losas inferiores.



Figura 9 Reflexion de junta

a. Niveles de Severidad

Según Alfaro (2018, p. 40), se considera lo siguientes aspectos:

L – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura sin relleno de ancho menor a 10 mm; b) fisura con relleno de cualquier ancho (el material de relleno se encuentra en buenas condiciones).

M – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura sin relleno de ancho mayor o igual a 10 mm y menor a 75mm; b) fisura sin relleno menor o igual a 75 mm rodeada de fisuras de baja severidad; c) fisura con relleno de cualquier ancho rodeada de fisuras de baja severidad.

H – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura con o sin relleno rodeada de fisuras de mediana o alta severidad; b) fisura sin relleno de ancho mayor a 75 mm; c) fisura de cualquier ancho donde aproximadamente 100 mm del pavimento que la rodea está desprendido o fracturado.

b. Unidad de Medida

Las fisuras de reflexión de junta son medidas en metros lineales. La longitud y nivel de severidad de cada fisura debe ser identificada y registrada por separado. Si se presenta un abultamiento en la fisura de reflexión, éste también debe ser registrado.

4. Fisuras longitudinales y transversales

Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento y pueden ser causadas por:

1. Una junta de carril del pavimento pobremente construida.
2. Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al envejecimiento del asfalto.
3. Una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base, incluidas las grietas en losas de concreto de cemento Portland, pero no las juntas de pavimento de concreto. Las grietas transversales se extienden a través del pavimento en ángulos aproximadamente rectos al eje del mismo. Usualmente,

este tipo de grietas no está asociado con carga.



Figura 10 Falla tipo: Fisuras longitudinales y transversales

a. Niveles de Severidad

L – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura sin relleno de ancho menor a 10 mm; b) fisura con relleno de cualquier ancho (el material de relleno está en buenas condiciones).

M – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura sin relleno de ancho mayor o igual a 10 mm y menor a 75 mm; b) fisura sin relleno menor o igual a 75 mm rodeada de fisuras en forma aleatoria, de baja severidad; c) fisura con relleno de cualquier ancho rodeada de fisuras de baja severidad y en forma aleatoria.

H – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura con o sin relleno, rodeada de fisuras en forma aleatoria, de mediana o alta severidad; b) fisura sin relleno de ancho mayor a 75 mm; c) fisura de cualquier ancho donde aproximadamente 100 mm del pavimento que la rodea está severamente fracturado.

b. Unidad de Medida

Las fisuras longitudinales y transversales con medidas en metros lineales. Si la fisura no tiene el mismo nivel de severidad en toda su longitud, cada porción de la fisura con distinto nivel de severidad debe ser registrada por separado.

5. Fisura parabólica o por deslizamiento

Las fisuras parabólicas o por deslizamiento son grietas en forma de media luna, que se presentan de manera transversal a la dirección del tránsito.

Estas fallas ocurren generalmente en mezclas asfálticas de baja estabilidad o en capas superpuestas, cuando existe una adherencia pobre (liga pobre) entre la capa superficial y la capa subyacente de la estructura del pavimento.

Las fisuras parabólicas pueden ser causadas por los siguientes factores:

- Frenado de las ruedas de los vehículos o giro debido a un cambio de dirección, originando el deslizamiento y deformación de la superficie del pavimento.
- Deficiente adherencia en capas superpuestas o presencia de polvo.
- Exceso de ligante o falta de riego de liga.
- Alto contenido de arena fina en la mezcla.

Este daño no tiene relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica del suelo de fundación.



Figura 11 Fisura parabólica o por deslizamiento

a. Niveles de severidad

L – El ancho promedio de la fisura es menor a 10 mm.

M – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) el ancho promedio de la fisura es ≥ 10 y < 40 mm; b) el área que rodea la fisura está descascarada en forma moderada, o rodeada de otras fisuras.

H – Se cumple una de las siguientes condiciones: a) el ancho promedio de la fisura es > 40 mm; b) el área que rodea la fisura está fracturada en pequeñas piezas removidas.

b. Unidad de medida

Las fisuras parabólicas o por deslizamiento son medidas en metros cuadrados y calificadas de acuerdo al mayor nivel de severidad presente en el área.

2.2.8.2. Deformaciones Superficiales

1. Abultamientos y Hundimientos

Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos, pues éstos últimos son causados por pavimentos inestables. Los abultamientos pueden ser causados por factores tales como:

1. Levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento tipo Portland con una sobrecarpeta de concreto asfáltico.
2. Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).
3. Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito. Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo - pequeños y abruptos - de la superficie del pavimento.

Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento causando extensas o largas depresiones en el mismo, se llaman “ondulaciones” (hinchamiento).

Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, el daño se llama corrugación.



Figura 12 Falla tipo: Abultamientos y hundimientos

a. Niveles de Severidad

L – Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de baja severidad, es decir, que se perciben ciertas vibraciones dentro del vehículo al pasar sobre el área fallada, pero no es necesario reducir la velocidad por seguridad o comodidad. Los abultamientos o hundimientos individualmente, o ambos, hacen que el vehículo rebote ligeramente, pero causa poca incomodidad.

M – Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de mediana severidad, es decir, que se perciben vibraciones significativas dentro del vehículo al pasar sobre la zona afectada y es necesario reducir la velocidad por seguridad y comodidad. Los abultamientos o hundimientos individualmente, o ambos, hacen que el vehículo rebote significativamente, creando algo de incomodidad.

H – Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de alta severidad. Las vibraciones del vehículo son tan excesivas que es necesario reducir la velocidad considerablemente por seguridad y comodidad. Los abultamientos o hundimientos individualmente, o ambos, hacen que el vehículo rebote excesivamente, creando mucha incomodidad, peligrando la seguridad o un alto potencial de daño severo en el vehículo.

b. Unidad de Medida

Los abultamientos y hundimientos son medidos en metros lineales. Si un abultamiento ocurre en combinación con una fisura, la fisura también es registrada. (Rodríguez E. (2009).

2. Corrugaciones

La corrugación (también llamada “sartenejas”) es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m.

Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinado con una carpeta o una base inestable.



Figura 13 Falla tipo:Corrugaciones

a. Niveles de Severidad

L – Las corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad, como ya se vio en la falla anterior, se perciben ciertas vibraciones dentro del vehículo de inspección, pero no es necesario reducir la velocidad por seguridad o comodidad.

M – Las corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad, es decir, se perciben vibraciones significativas dentro del vehículo y es necesario reducir la velocidad por seguridad y comodidad.

H – Las corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad. Se perciben vibraciones excesivas dentro del vehículo, por lo que es necesario reducir la velocidad considerablemente por seguridad y comodidad.

b. Unidad de Medida

La corrugación es medida en metros cuadrados (Rodríguez, 2009).

3. Depresiones

Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma empozamientos.

En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada.

Las depresiones son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta. Originan alguna rugosidad y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua pueden causar hidroplaneo.



Figura 14 Falla tipo:Depresiones

a. Niveles de Severidad:

L – La depresión tiene una altura que varía de 13 a 25 mm.

M – La altura deprimida tiene un rango de 25 a 50 mm.

H – La depresión tiene más de 50 mm.

b. Unidad de Medida:

Las depresiones son medidas en metros cuadrados. (Rodríguez. (2009)

4. Ahuellamiento

El ahuellamiento es una depresión longitudinal continua a lo largo de la trayectoria del vehículo, que trae como consecuencia la deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o subrasante.

Esta falla puede ser causada por una pobre compactación del paquete estructural, lo que origina inestabilidad en las capas (bases, subbases) permitiendo el movimiento lateral de los materiales debido a las cargas de tráfico. Un Ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento.

Otras causas son:

- Mezcla asfáltica inestable.

- Exceso de ligante en riegos.
- Mal diseño del paquete estructural: espesores deficientes.
- Mala calidad de materiales o deficiente control de calidad.



Figura 15 Falla tipo: Ahuellamiento

a. Niveles de severidad

L – La depresión superficial, causada por las ruedas de los vehículos, varía entre 6 y 13 mm.

M – La depresión va entre 13 y 25 mm.

H – La depresión es mayor a 25 mm.

b. Unidad de medida

El ahuellamiento es medido en metros cuadrados.

5. Desplazamiento

Los desplazamientos son distorsiones de la superficie originados por desplazamientos de mezcla. Son corrimientos longitudinales y permanentes de un área localizada del pavimento formando una especie de “cordones” laterales.

Estas fallas son producidas por acción de la carga de tráfico, que empuja contra el pavimento produciendo una onda corta y brusca en la superficie del mismo. Este tipo de falla normalmente ocurre sólo en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (emulsiones).

También ocurren desplazamientos cuando los pavimentos asfálticos colindan con pavimentos rígidos. Las losas de concreto al aumentar su longitud, empujan al pavimento flexible produciéndose el desplazamiento. Otras causas son:

- Exceso de asfalto o de vacíos constituyendo mezclas inestables.
- Falta de confinamiento lateral.
- Adherencia inadecuada por defectos en el riego de liga o de imprimación.



Figura 16 Falla tipo:Desplazamiento

a. Niveles de severidad

L –El desplazamiento genera una calidad de tránsito de baja severidad.

M – El desplazamiento genera una calidad de tránsito de mediana severidad.

H – El desplazamiento genera una calidad de tránsito de alta severidad.

b. Unidad de medida

Los desplazamientos son medidos en metros cuadrados. Los desplazamientos que ocurren en parches son considerados para calificar los mismos y no se toman en cuenta como fallas por separado.

6. Hinchamiento

El hinchamiento es el abultamiento o levantamiento localizado en la superficie del pavimento, en forma de una onda larga y gradual de longitud mayor a 3,00 m, que distorsiona el perfil de la carretera.

La causa principal de este tipo de falla es la expansión del suelo de fundación (suelos expansivos) y el congelamiento del material de la subrasante.

El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial.



Figura 17 Hinchamiento

a. Niveles de severidad

L – Cuando el hinchamiento causa una calidad de tránsito de severidad baja.

M – Cuando el hinchamiento causa una calidad de tránsito de severidad mediana.

H – Cuando el hinchamiento causa una calidad de tránsito de severidad alta.

b. Unidad de medida

El área de hinchamiento es medida en metros cuadrados.

2.2.8.3. Desprendimientos

1. Baches

Los baches son pequeños hoyos (depresiones) en la superficie del pavimento de diámetro menor a 750 mm. Presentan bordes agudos y lados verticales cerca de la

zona superior de la falla. Los baches pueden ser ocasionados por un conjunto de factores:

- Fisuramiento tipo piel de cocodrilo de alta severidad, que causa fatiga y origina la desintegración de la superficie de rodadura.
- Defectos constructivos.
- Subdrenaje inadecuado.
- Mal diseño del paquete estructural



Figura 18 Falla tipo:Baches

a. Niveles de severidad

Los niveles de severidad para los baches de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos, de acuerdo con la tabla N° 01

Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados (o metros cuadrados) y dividirla entre 5 pies² (0,47 m²) para hallar el número de huecos equivalentes. Si la profundidad es menor o igual que 25,0 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25,0 mm la severidad se considera como alta.

Tabla 3 Niveles de severidad para huecos.

Profundidad Máxima del Hueco	Diámetro Medio 203 a		
	102 a 203 mm	457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
>25.4 a 50.8 mm	L	M	H
>50.8 mm	M	M	H

Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03.

b. Unidad de medida

Los baches se miden en metros cuadrados.

2. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados:

La peladura por intemperismo es la desintegración superficial del pavimento por pérdida de ligante asfáltico; mientras que el desprendimiento del agregado pétreo, hace referencia a partículas de agregado sueltas o removidas.

Ambas fallas indican que el ligante asfáltico ha sufrido un endurecimiento considerable o que la mezcla es de pobre calidad.

Las principales causas de este tipo de fallas son:

- Cargas de tráfico especiales como es el caso de vehículos de orugas.
- Ablandamiento de la superficie y pérdida de agregados debido al derramamiento de aceite de vehículos.
- Mezcla de baja calidad con ligante insuficiente.
- Uso de agregados sucios o muy absorbentes.
- Falla de adherencia agregado - asfalto debido al efecto de agentes externos.



Figura 19 Falla tipo: Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados

a. Niveles de severidad

L – El agregado o el ligante ha comenzado a desprenderse. En algunas áreas de la pista se aprecian huecos. En el caso de derrames, las manchas de aceite son visibles, pero la superficie está dura y no puede ser penetrada con una moneda.

M – Se han desprendido los agregados o el ligante. La textura en la superficie es moderadamente rugosa y presenta pequeños huecos. En el caso de derrames de aceite, la superficie es suave y puede ser penetrada con una moneda.

H – El desprendimiento del ligante y el agregado es considerable. La textura de la superficie es muy rugosa y está severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas son menores a 10 mm en diámetro y menores a 13mm en profundidad; las áreas ahuecadas mayores que éstas son consideradas como fallas tipo baches. Para el caso de los derrames de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto de liga y el agregado ha comenzado a perderse.

b. Unidad de medida

Las peladuras y desprendimientos son medidos en metros cuadrados.

2.2.8.4. Otras Fallas

1. Exudación

Descripción: Consiste en el afloramiento de un material bituminoso de la mezcla asfáltica a la superficie del pavimento, formando una película continua de ligante, creando una superficie brillante, reflectante, resbaladiza y pegajosa durante el tiempo cálido (Coronado, 2000).

Posibles causas: La exudación es causada por un excesivo contenido de asfalto en las mezclas asfálticas y/o sellos bituminosos.

Ocurre en mezclas con un porcentaje de vacíos deficientes, durante épocas calurosas. El ligante dilata, llena los vacíos y aflora a la superficie, dejando una película de bitumen en la superficie. Dado que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumula en la superficie (Coronado, 2000).



Figura 20 Falla tipo:Exudacion

a. Niveles de Severidad

L – La exudación sólo ha ocurrido a un nivel muy ligero y es percibida sólo durante algunos días al año. El asfalto no se pega a los zapatos o llantas de los vehículos.

M – La exudación ha ocurrido llegando al punto en que el asfalto se pega a los zapatos o a las llantas de los vehículos sólo durante algunas semanas en el año

H – La exudación ha ocurrido en forma extensiva y una cantidad considerable de asfalto se pega a los zapatos y llantas de los vehículos al menos durante varias semanas al año.

b. Unidad de Medida

Según Rodríguez (2009), la exudación es medida en metros cuadrados.

2. Agregado Pulido

Este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente.

Este tipo de daño se registra cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha caído significativamente desde una evaluación previa.



Figura 21 Agregado pulido

a. Niveles de severidad

No hay niveles de severidad definidos para este tipo de falla. El agregado pulido debe ser claramente notable en la unidad de muestra, y la superficie de agregado debe ser suave al tacto.

b. Unidad de medida

El agregado pulido es medido en metros cuadrados. Si se registra exudación, entonces el agregado pulido ya no debe ser registrado.

3. Desnivel Carril – Berma

En opinión de Sánchez (2017, p.24), “es la diferencia de nivel entre la berma y el borde del pavimento, debido a asentamientos, erosión o infiltración de agua. Esta falla puede causar una importante infiltración de agua, y además constituye un peligro para la seguridad vial”.



Figura 22 Falla tipo: Desnivel Carril - Berma

a. Niveles de Severidad

L – La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 25mm y menor a 50 mm.

M – La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 50mm y menor a 100 mm.

H – La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 100 mm.

b. Unidad de Medida

El desnivel carril-berma es medido en metros lineales.

4. Parches y parches de cortes utilitarios

Un parche es un área del pavimento, que, por encontrarse en mal estado, ha sido reemplazada con material nuevo con el fin de reparar el pavimento existente. Los parches de cortes utilitarios hacen referencia a aquellos parches colocados cuando se efectúan cortes para la reparación de tuberías de agua o desagüe, instalación del cableado eléctrico, teléfonos, entre otros trabajos similares

Los parches disminuyen el nivel de servicio de la vía, pues el comportamiento del área parchada es inferior a la del pavimento original, incluso el área adyacente al parche no se comporta tan bien como la sección original de pavimento.



Figura 23 Falla tipo:Parches

a. Niveles de severidad

L – El parche se encuentra en buenas condiciones y la calidad de tránsito es de baja severidad.

M – El parche está deteriorado en forma moderada, la calidad de tránsito es calificada como de mediana severidad.

H – El parche se encuentra muy deteriorado y la calidad de tránsito es de alta severidad.

b. Unidad de medida

Los parches son medidos en metros cuadrados. Si un mismo parche tiene áreas con diferentes niveles de severidad, éstas áreas deben ser medidas y registradas por separado.

2.3. Definición de términos básicos

Según MTC-14, se definen los siguientes términos:

Abrasión: Desgaste mecánico de agregados y rocas resultante de la fricción y/o impacto.

Ahuellamiento: Surcos o huellas que se producen en la superficie de rodadura de una carretera pavimentada o no pavimentada y que son el resultado de la consolidación o movimiento lateral de los materiales por efectos del tránsito.

Asfalto: Material cementante, de color marrón oscuro a negro, constituido principalmente por betunes de origen natural u obtenidos por refinación del petróleo. El asfalto se encuentra en proporciones variables en la mayoría del crudo de petróleo.

Bacheo: Actividad de mantenimiento rutinario que consiste en rellenar y compactar los baches o depresiones que pudieran presentarse en la superficie de rodadura.

Berma: Franja longitudinal, paralela y adyacente a la superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.

Carretera Pavimentada: Carretera cuya superficie de rodadura, está conformada por mezcla bituminosa (flexible) o de concreto Portland (rígida).

Desintegración: Separación progresiva de partículas de agregado en el pavimento, desde la superficie hacia abajo o desde los bordes hacia el interior. La desintegración puede ser causada por falta de compactación, construcción de una capa muy delgada en periodos fríos, agregado sucio o desintegrable, muy poco asfalto en la mezcla, o sobrecalentamiento de la mezcla asfáltica.

Emulsión sellante: Mezcla semifluida de una emulsión asfáltica y un árido fino.

Fisura: Fractura fina en la superficie de rodadura, de varios orígenes, con un ancho igual o menor a 3 milímetros.

Imprimación asfáltica: Aplicación de un material bituminoso, de baja viscosidad, para recubrir y aglutinar las partículas minerales, previamente a la colocación de una capa de mezcla asfáltica.

Mantenimiento o conservación periódica: Es el conjunto de actividades, programables cada cierto período, que se realizan en las vías para recuperar sus condiciones de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas, principalmente, a: i) reposición de capas de rodadura, reciclado de pavimento, recapeo, colocación de capas nivelantes, tratamientos superficiales y sellos, ii) aplicación de soluciones básicas, técnicamente evaluadas y ambientalmente sostenibles, en las capas de rodadura, iii) reparación puntual de capas inferiores del pavimento. Este tipo de actividades se realizan por la modalidad de ejecución presupuestaria directa o indirecta; siendo que, en este último caso, se sustentarán en términos de referencia formulados en base a los “Estudios de Mantenimiento o Conservación Vial por Niveles de Servicio” o en “Criterios Básicos de Ingeniería”, previamente aprobados.

Mantenimiento vial: Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario; puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.

Mezcla asfáltica: Es una mezcla en frío procesada en planta u otros medios, compuesta por agregados gruesos y finos, material bituminoso y de ser el caso aditivos de acuerdo a diseño y especificaciones técnicas. Es utilizada como capa de rodadura y forma parte de la estructura del pavimento.

Rasante: Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía.

Recapeo asfáltico: Es la colocación de una o más capas de mezcla asfáltica sobre la superficie de rodadura de un pavimento existente con fines de mantenimiento o rehabilitación.

Reconstrucción: Renovación completa de una obra de infraestructura vial, previa demolición parcial o completa de la existente, pudiendo modificarse sus características originales.

Rehabilitación: Es la ejecución de las obras necesarias para devolver a la infraestructura vial sus características originales y adecuarla a su nuevo periodo de servicio; las cuales están referidas principalmente a reparación y/o ejecución de pavimentos, puentes, túneles, obras de drenaje, de ser el caso movimiento de tierras en zonas puntuales y otros.

Riego de liga: Aplicación delgada y uniforme de material asfáltico sobre una superficie existente de asfalto o de concreto hidráulico, con la finalidad de asegurar la adherencia entre la capa de rodadura existente y la de cobertura.

Superficie de rodadura: Plano superficial del pavimento, que soporta directamente las cargas del tráfico.

Vía: Camino, arteria o calle, que comprende la plataforma y sus obras complementarias.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se ubica en la carretera CA-507:Emp.PE-5N (San Ignacio) – La Coipa.entre El Cruce El Limón (km-00+00) y La Coipa (km-08+300 m) distrito de La Coipa, Provincia de san Ignacio, Region Cajamarca.

✓ **Ubicación Geografica: Coordenadas UTM**

Punto de inicio: KM-00+00 (Cruce El Limón)

Zona : 17M

Datum: WGS 84

Este : 735784.35 m E

Norte : 9403211.42 m N

Altitud: 1050 msnm

Punto Final: KM-08+300m (La Coipa)

Zona : 17M

Datum: WGS 84

Este : 732038.23 m E

Norte : 9403355.16 m N

Altitud: 1490.00 msnm

✓ **Ubicación Geografica: Coordenadas Geográficas**

Punto de inicio: KM-00+00 (Cruce El Limón)

Zona : 17M

Latitud : 5°23'43.63"S

Longitud : 78°52'19.87"O

Punto Final: KM-08+300 m (La Coipa)

Zona : 17M

Latitud : 5°23'39.36"S

Longitud : 78°54'21.53"O

✓ **Clasificación de la carretera**

- **Según su jerarquía:** Pertece a la red vial vecinal CA-507:Emp.PE-5N (San Ignacio) – La Coipa.
- **Según su demanda:**Es una carretera de tercera clase (IMDA < 400 Veh./día)
- **Según su Orografía :** Es un carretera Tipo 3

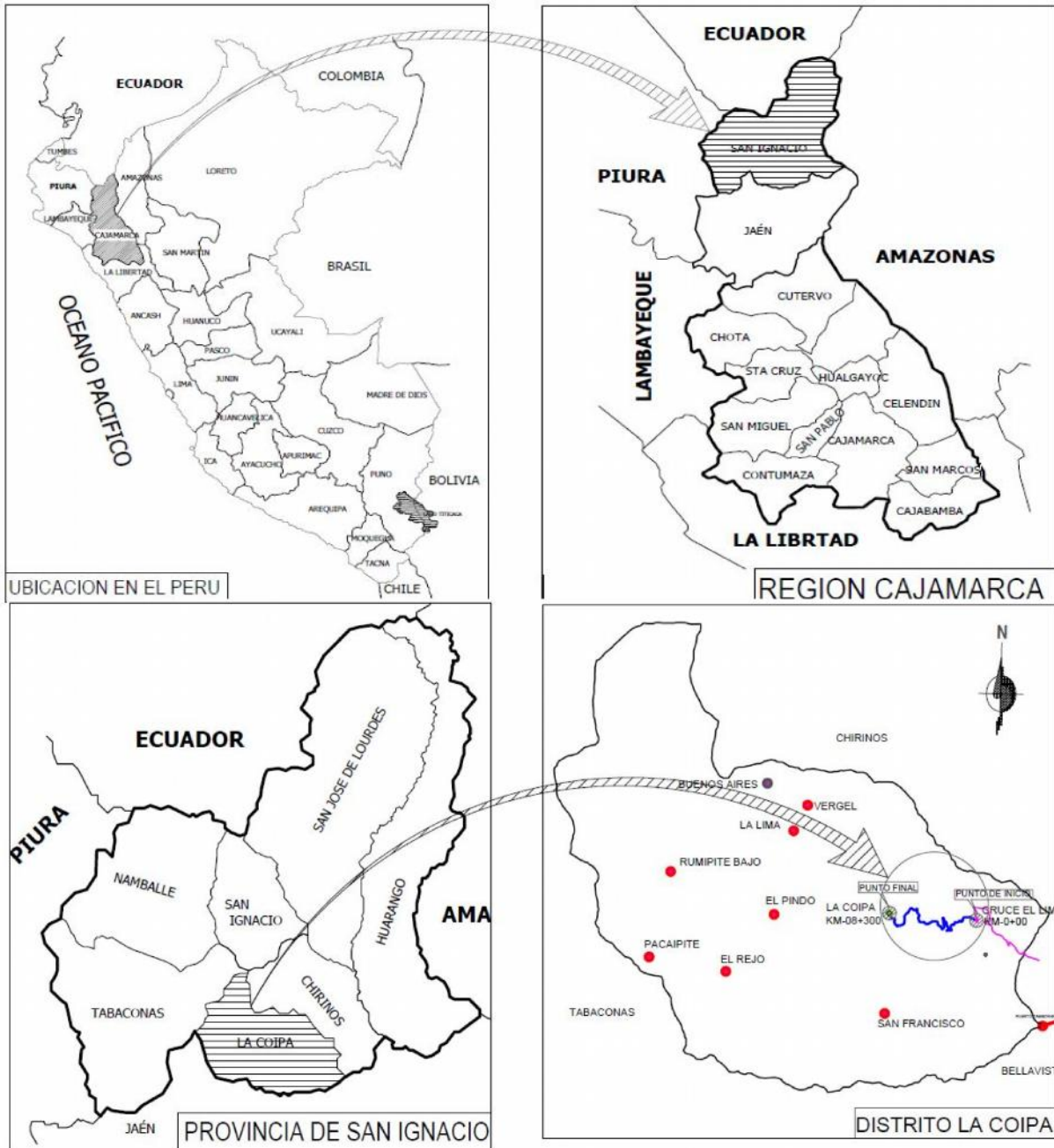


Figura 24 Ubicación y localización del tramo en estudio.

3.2. HIPOTESIS:

3.2.1. Hipótesis general

La capa de rodadura asfáltica de la carretera CA-507:EMP.PE-5N San Ignacio – Rumipite, cruce el Limón -La Coipa, se encuentra en condición REGULAR.

3.3. VARIABLES

3.3.1. Definición de variables

Variables Independientes

Indice de condición del pavimento (PCI)

Variables dependientes

La condición de la capa de rodadura de la carretera.

3.3.2. Operacionalización de variables

Tabla 4 Operacionalización de la variable independiente y dependiente

TITULO	“EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LA CAPA DE RODADURA ASFALTICA DE LA CARRETERA CA-507:EMP.PE-5N SAN IGNACIO - RUMIPITE, CRUCE EL LIMON – LA COIPA”.																		
HIPOTESIS	DEFINICION CONCEPTUAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	FUENTE														
<p>La capa de rodadura asfáltica de la carretera CA-507:EMP.PE-5N San Ignacio - Rumipite, cruce el Limón -La Coipa, se encuentra en condición REGULAR.</p>	<p>Pavimento: Es un término muy utilizado en el ámbito de la ingeniería civil, deriva en su etimología del latín “pavimentu” y designa las obras de construcción que se realizan para dotar al suelo de solidez y resistencia. Es una estructura que se encuentra constituida por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales que se diseñan y se constituyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados</p>	<p>Variable Independiente: Indice de condición del pavimento (PCI)</p>	<p>Tipo de fallas en el pavimento flexible:</p> <ul style="list-style-type: none"> - fisuras y grietas. - deformaciones superficiales. - desprendimientos. - otras fallas. 	<p>Piel de cocodrilo (m2), agrietamiento en bloque (m2), grieta de borde (m), grieta de reflexión de junta (m), grietas longitudinales y transversales (m), cruce de vía férrea, grietas parabólicas (m).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Abultamientos y hundimientos (m2), corrugación (m2), depresión (m2), ahuellamiento (m2), desplazamiento (m2), hinchamiento (m2). - Huecos (m2), desprendimiento de agregados (m2) - Exudación (m2), pulimiento de agregados (m2), desnivel carril/ 	<p>Norma ASTM D-6433 - 07 (PCI)</p>														
		<p>Variable dependiente: La condición de la capa de rodadura de la carretera.</p>	<p>Niveles de severidad</p>	<p>RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI</p> <table border="1" data-bbox="1346 1042 1727 1294"> <thead> <tr> <th>Rango</th> <th>Clasificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100 – 85</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td>85 – 70</td> <td>Muy Bueno</td> </tr> <tr> <td>70 – 55</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>55 – 40</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>40 – 25</td> <td>Malo</td> </tr> <tr> <td>25 – 10</td> <td>Muy Malo</td> </tr> <tr> <td>10 – 0</td> <td>Fallado</td> </tr> </tbody> </table>	Rango	Clasificación	100 – 85	Excelente	85 – 70	Muy Bueno	70 – 55	Bueno	55 – 40	Regular	40 – 25	Malo	25 – 10	Muy Malo	10 – 0
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																		

3.3.3. Matriz de consistencia

Tabla 5 Matriz de consistencia de la investigación

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	MÉTODOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	MÉTODOS DE ANÁLISIS E INTERPRETACION DE DATOS
<p>Formulación del Problema</p> <p>¿Cuál es la Condición de la capa de rodadura asfáltica de la carretera CA-507 EMP PE-5N San Ignacio- Rumipite, cruce el Limón-La Coipa, distrito de la Coipa, San Ignacio - Cajamarca?.</p>	<p>Objetivo General EVALUAR la condición de la capa de rodadura asfáltica de la carretera CA-507:EMP.PE-5N San Ignacio - Rumipite, cruce El Limón –La Coipa.</p> <p>Objetivos Específicos -Realizar el levantamiento topográfico.</p> <p>-Identificar los deterioros y fallas, y las causas de las mismas en la capa de rodadura asfáltica de la carretera CA-507:EMP.PE-5N San Ignacio - Rumipite, cruce El Limón - La Coipa.</p> <p>-Determinar el IMD de la vía para obtener su clasificación.</p> <p>- Evaluar y calificar la capa de rodadura asfáltica de la carretera a través del método PCI.</p> <p>-Proponer alternativas de solución para el mantenimiento de la vía.</p>	<p>Hipotesis General</p> <p>La capa de rodadura asfáltica de la carretera CA-507 EMP PE-5N San Ignacio - Rumipite, cruce El Limón –La Coipa, se encuentra en condición REGULAR.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>-Índice de condición del pavimento (PCI)</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>La condición de la capa de rodadura de la carretera.</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN Tipo aplicada- descriptiva,no experimental</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Diseño transversal descriptivo.</p> <p>POBLACIÓN DE ESTUDIO Está compuesta por el tramo de la carretera CA-507:EMP.PE-5N San Ignacio - Rumipite, cruce El Limón-La Coipa, el mismo que comprende una longitud de 8.3km.</p> <p>MUESTRA Comprende la carretera CA-507:EMP.PE-5N San Ignacio - Rumipite, desde el Cruce El Limón hasta La Coipa, con una longitud de 8.3 KM.</p> <p>UNIDAD DE ANÁLISIS Vienen a ser las unidades de muestra inspeccionadas, las mismas que comprenden un espacio muestral de 228.78 m2 cada una, distribuidos a lo largo del tramo de pavimento flexible en estudio.</p>	<p>Técnica: La técnica que se empleo fue la observación INSITU.</p> <p>Instrumentos: - Formatos para el aforo vehicular.</p> <p>-Formatos para anotar las fallas encontradas.</p> <p>-Hojas de calculo Excel para la sistematización de datos.</p> <p>Equipos: GPS, Regla, wincha, marcadores, plano clave, imágenes, fotografías.</p>	<p>- Estudio de tráfico de la vía.</p> <p>- Método PCI</p>

3.4. METODOLOGIA:

3.4.1. Tipo de investigación

La presente investigación corresponde a un tipo aplicada-descriptiva, no experimental.

3.4.2. Diseño de investigación: Diseño transversal descriptivo

3.5. POBLACION Y MUESTRA

3.5.1. Población

Para la presente investigación, la población está compuesta por el tramo de la carretera CA-507:EMP.PE-5N San Ignacio - Rumipite, entre el cruce El Limón (km-00+00) y La Coipa (km-08+300m).

3.5.2. Muestra

Comprende la carretera CA-507:EMP.PE-5N San Ignacio - Rumipite, entre el cruce El Limón (km-00+00) y La Coipa (km-08+300m).

3.5.3. Unidad de análisis

Vienen a ser las unidades de muestra inspeccionadas, las mismas que comprenden un espacio muestral de 228.78 m² cada una, distribuidos a lo largo del tramo de pavimento flexible en estudio.

3.6. METODO DE INVESTIGACION:

El método utilizado en el desarrollo de la presente investigación fue observacional.

3.7. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

3.7.1. Tecnicas de recolección de datos

La técnica que se empleo fue la observación INSITU.

3.7.2. Instrumentos de recolección de datos

Dentro de los instrumentos de recolección de datos empleados en la elaboración de la presente tesis tenemos:

- Formatos para el aforo vehicular (anexo A)
- Formatos para anotar las fallas encontradas (anexo B)
- Hojas de calculo Excel para la sistematización de datos (anexo C)

Equipo utilizado

- **Estación total:** Instrumento utilizado para realizar el levantamiento topográfico de la zona de estudio.
- **Odómetro Manual:** Instrumento utilizado para medir la longitud de muestra.
- **GPS (GARMIN 64S):** Dispositivo receptor que permite localizar su propia posición sobre la tierra.
- **Regla:** Para medir la deformación longitudinal y transversal del pavimento.
- **Wincha:** Instrumento utilizado para medir las fallas existentes.
- **Marcadores:** Tizas y pintura utilizadas para realizar marcas en el pavimento, delimitando las unidades de muestra y fallas encontradas en la vía.
- **Plano clave o planta:** Plano donde se esquematiza los tramos de pavimento a evaluar (anexo D)
- **Imágenes, Fotografías.**

3.7.3. Procedimiento

a. Primera etapa (Levantamiento topográfico)

En la primera etapa se desarrollo las siguientes actividades:

1. Se organizó una cuadrilla conformada por dos prismeros y un operador de estación total. Se tomó medidas de las secciones del tramo en estudio y de estas se obtuvo que el promedio de ancho de la vía fue de 6.2 m.

2. Se realizó el levantamiento topográfico de la zona en estudio a travez del método de radiación simple y secciones transversales cada 5, 10,20 metros, para ello se estableció un BM en el punto de inicio, luego se hizo la toma de puntos tanto en el eje de la vía, y a 10 metros de esta en las márgenes derecha e izquierda, en los bordes y en los taludes.⁵⁴
En el trayecto se fue realizando los cambios de estación correspondiente asi como la

fijación de BMS necesarios para mejor referencia. De este levantamiento se obtuvo una longitud de 08 km+300m.

3. Toda la información se trabajó en software Topográfico (Autocad Civil 3D 2014 y Microsoft Excel) y se procedió al dibujo de los planos., donde se realizó la edición de la superficie de terreno y la presentación de las curvas de nivel requeridos. Se consignan curvas de nivel principales considerando un espaciamiento de 5.00 m y curvas de nivel Secundarias con un espaciamiento de 1.00 m, la cota de las curvas están respecto al nivel del mar.

b. Segunda etapa (selección de unidades de muestra)

4. Cada unidad de muestreo estuvo conformada por un área de $228.78m^2$, por ello se dividió el área entre el ancho promedio de vía.

5. La longitud de la unidad de muestra con la que se trabajó fue de 36.90 m.

6. En campo esta longitud de unidad nos determinó el número total de unidades de muestreo de todo el tramo de pavimento flexible, obteniendo 225 unidades de muestreo.

7. Al haber registrado las fallas según el tipo y severidad, se suma la cantidad total de cada tipo de falla por cada nivel de severidad y se registra en la columna denominada Total. Las unidades empleadas son generalmente m^2 , m, unidad, dependiendo del tipo de falla.

8. Dividir la cantidad total entre cada tipo de falla en cada nivel de severidad entre el área total de la unidad de muestra y multiplicar el resultado por 100 para obtener la densidad porcentual para cada tipo y severidad de falla.

9. Determinar el valor deducido (DV) de cada tipo de falla y nivel de severidad empleando las curvas de valor deducido de fallas.

10. Determinar el máximo valor deducido (CDV). Para ello es necesario seguir los siguientes pasos:

- Si ninguno o solo un valor deducido (DV) es mayor que dos. El valor total es usado en lugar del máximo CDV, sino el máximo CDV puede ser determinado como se describe a continuación.

- Se debe crear una lista de valores deducidos individuales ordenados de maneras

descendente

- Determinar el número de deducciones permisibles (m) empleando la siguiente ecuación:

$$m = 1 + (9/98) (100 - HDV) \leq 10$$

Dónde:

m = número admisible máximo de Valores Deducidos (DV) incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a diez).

HDV = el mayor valor deducido individual para la unidad de muestra

- El número de valores deducidos individuales es reducido al máximo admisible de valores deducidos m , incluyendo su parte fraccionaria. Si se tiene un número de valores deducidos menor a m , todos los valores deducidos deben ser empleados.



Figura 25 Valor deducido más alto (CDV) vs. Número de valores deducidos (DV)

Fuente: metodología PCI

- Determinar el valor deducido total (CDT), este valor es la suma de los valores deducidos individuales.
- Hallar q Como el número de valores deducidos mayores a dos.
- Determinar el valor de CDV en forma iterativa a partir de CDT y de q , empleando las gráficas de corrección.

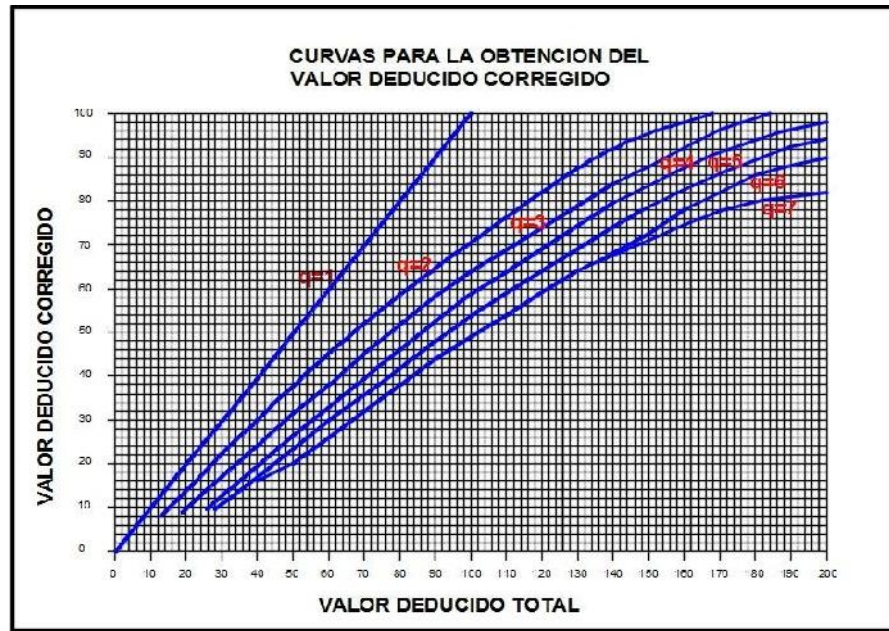


Figura 26 Corrección de los valores deducidos.

Fuente: metodología PCI

El máximo CDV es el mayor.

- El PCI se halla de la siguiente manera:

$$PCI = 100 - CDV \text{ max}$$

3.7.4. Presentación de resultados

Se realizó el estudio en el tramo de carretera CA-507:EMP.PE-5N San Ignacio - Rumipite, entre el cruce El Limón (km-00+00) y La Coipa (km-08+300), donde se obtuvo un inventario de todas las fallas encontradas en las 23 unidades de muestra, las mismas que serán evaluadas y procesadas para obtener el rango de clasificación PCI.

Cuadro resumen de fallas encontradas

UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA		FALLA	UNIDAD DE MEDIDA	SEVERIDAD	TOTAL MEDIDAS
	INICIO	FIN				
1	00+073.80	00+110.70	Abultamientos y hundimientos	m	M	8.5
			Abultamientos y hundimientos	m	H	10.3
2	00+442.80	00+479.70	Abultamientos y hundimientos	m	M	22
			ahuellamiento	m2	M	11.75
3	00+811.80	00+664.20	Abultamientos y hundimientos	m	M	22.4
			ahuellamiento	m2	M	8.4
4	01+180.80	01+217.70	ahuellamiento	m2	H	4.2
			peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	m2	M	12.4
5	01+549.80	01+586.70	ahuellamiento	m2	H	3.6
			peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	m2	M	13.6
6	01+918.80	01+955.70	Abultamientos y hundimientos	m	M	22.6
			baches	m2	H	1.75
7	02+287.80	02+324.70	Abultamientos y hundimientos	m	H	8.8
			baches	m2	H	0.09
			ahuellamiento	m2	M	5.7
8	02+656.80	02+693.70	ahuellamiento	m2	H	3.8
			peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	m2	M	7.8
9	03+025.80	03+062.70	Abultamientos y hundimientos	m	H	20
			ahuellamiento	m2	H	4.9
10	03+394.80	03+431.70	Abultamientos y hundimientos	m	M	16
			baches	m2	H	0.175
11	03+763.80	03+800.70	Abultamientos y hundimientos	m	M	13
			ahuellamiento	m2	M	8.6
12	04+132.80	04+169.70	Abultamientos y hundimientos	m	M	36
			ahuellamiento	m2	H	2.45
13	04+501.80	04+538.70	Abultamientos y hundimientos	m	M	8
			ahuellamiento	m2	M	12.5
14	04+870.80	04+907.70	Abultamientos y hundimientos	m	M	8
			ahuellamiento	m2	M	12.5
15	05+239.80	05+276.70	Abultamientos y hundimientos	m	M	8
			ahuellamiento	m2	M	12.5
16	05+608.80	05+645.70	baches	m2	M	0.013
			ahuellamiento	m2	M	8.77
17	05+977.80	06+014.70	Abultamientos y hundimientos	m	M	16.26
			ahuellamiento	m2	M	15.63
			peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	m2	L	0.24
18	06+346.80	06+383.70	Abultamientos y hundimientos	m	M	15.88
			ahuellamiento	m2	M	6.23
19	06+715.80	06+752.70	Abultamientos y hundimientos	m	M	13.02
			ahuellamiento	m2	M	5.18
20	07+084.80	07+121.70	Abultamientos y hundimientos	m	M	14.04
			ahuellamiento	m2	M	9.6

21	07+453.80	07+490.70	Abultamientos y hundimientos	m	M	22.06
			ahuellamiento	m2	H	0.95
22	07+822.80	07+859.70	Abultamientos y hundimientos	m	M	22
			ahuellamiento	m2	H	2.1
23	08+191.80	08+228.70	Abultamientos y hundimientos	m	M	14.64
			baches	m2	H	0.84
			ahuellamiento	m2	M	3.42

Cuadro resumen de porcentaje de fallas encontradas

CUADRO RESUMEN		
FALLA	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
Abultamientos y hundimientos	20	40.82
ahuellamiento	20	40.82
peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	4	8.16
baches	5	10.2
TOTAL	49	100.00

En la TABLA 7, se aprecia las 04 fallas más comunes encontradas en la presente investigación, con su respectivo porcentaje de incidencia. Asimismo, las fallas más representativas con un 40.82 % fué abultamientos y hundimientos y ahuellamiento, dichas fallas son producidas por varios factores como, la variación de la temperatura, inadecuado espesor del pavimento y así como la mala conformación de la base. Seguido de estas fallas se tiene a los baches con un 10.2%, además de la falla peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados con un 8.16%.

3.7.5. ESTUDIO DE TRÁFICO DE LA VIA:

El estudio de tráfico tiene por finalidad cuantificar y dar a conocer el volumen de los vehículos que se movilizan por la carretera en estudio.

Las cargas de tránsito son los vehículos de todo tipo con sus respectivas cargas, consideradas aisladamente o en conjunto, mientras utilizan cualquier vía. Específicamente, es la carga que transmiten los vehículos hacia una vía cualquiera, es por esto, que es de suma importancia conocer el tipo de vehículos que van a transitar una determinada vía. Para este caso, los vehículos que recorren la carretera CA-507:Emp.PE-5N (San Ignacio) – La Coipa son los siguientes: motos lineales, furgonetas, autos, camionetas ,combis, camiones y tráiler.

Éstos últimos son los que ejercen mayor influencia en el deterioro del pavimento.

El flujo vehicular que circula en la red de pavimento es constante; es decir, no hay variaciones significativas de tránsito, en todo el trayecto estudiado el tránsito es el mismo, la clasificación de los vehículos que transitan en esta vía se detalla en el ANEXO A.

✓ Factor de corrección estacional

El factor de corrección estacional se determina a partir de una serie anual de tráfico registrada por una unidad de peaje, con la finalidad de hacer una corrección para eliminar las diversas fluctuaciones del volumen de tráfico por causa de las variaciones estacionales; las épocas de cosecha, siembra, lluvias, ferias semanales, vacaciones, festividades, etc., es necesario afectar los valores obtenidos durante un período de tiempo, por un factor de corrección que lleve a estos valores al Índice Medio Diario Anual. MTC (2014)

ESTIMACIÓN DE ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMDa) – ESTACIÓN UNICA

Se empleará la siguiente formula:

$$Ii = \frac{Ii}{7} \times F$$

$$Ii = \sum \frac{V}{7}$$

Donde:

IMDs= Índice medio diario semanal de la muestra vehicular tomada.

IMDa= Índice medio anual.

Vi= Volumen vehicular diario de cada uno de los días de conteo.

F.C.= Factor de corrección estacional.

NOTA: Dado que nuestro tramo en estudio se encuentra bastante alejado de algún peaje, asumiremos como factor de corrección estacional 1.

$$Ii = \frac{2105}{7} \times 1$$

$$Ii = 300.00 \text{ Veh/día}$$

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.2. APLICACIÓN DEL MÉTODO PCI

Se detalla la metodología que fué aplicada para el caso de nuestro tramo de carretera en estudio (Cruce El Limón – La Coipa), siguiendo los lineamientos establecidos por la norma ASTM D6433-03, Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos.

4.2.1 MUESTREO Y UNIDADES DE MUESTRA:

El muestreo se llevó a cabo siguiendo el procedimiento que a continuación detallo:

A. UNIDADES DE MUESTREO

Para Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7,30 m, el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango $230,0 \pm 93,0 \text{ m}^2$.

Para el cálculo de las unidades de muestreo se basa en el cuadro 06. Para nuestro cálculo se realizó una interpolación de los datos de la tabla para un ancho de calzada de 6.20 m.

Teniendo así el siguiente resultado:

) LONGITUD DE LA CARRETERA EN ESTUDIO: 08+300 km

) SECCIÓN DE ESTUDIO: Por el estado de la carretera este será estudiado en una sola sección en ambos carriles.

ANCHOS DE LA CARRETERA:

- 01. 5.53 m
- 02. 5.75 m
- 03. 6.40 m
- 04. 6.50 m
- 05. 6.98 m
- 06. 6.05 m

Ancho Promedio de la Carretera: 6.20 m

Tabla 6 Longitud de unidades de muestra

LONGITUD DE LAS UNIDADES DE MUESTRA	
ANCHO DE CALZADA (m)	LONGITUD DE LA UNIDAD DE MUESTREO (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.20 (Nuestro Caso)	X

Fuente: metodología PCI

Para esto Interpolamos:

$$\frac{6.2 - 6.0}{6.2 - 5.5} = \frac{x - 38.3}{x - 41.8}$$

$$X = 36.9 \text{ m}$$

Del resultado tenemos:

-) La Unidad de Muestra tendrá una longitud de 36.90 m.
-) El área de cada Unidad de Muestra en estudio será: 228.78 m² (Cumple con la Norma: “El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango 230,0 ± 93,0 m²).
-) Por la Longitud de la Carretera que es 08,300.00 m se contara con 225 Unidades de Muestreo.

B. DETERMINACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO PARA EVALUACIÓN:

Para el caso de la Carretera CA-507:EMP.PE-5N San Ignacio - Rumipite, cruce el Limón –La Coipa, cuya longitud es de 08+300 Km, se ha dividido en N = 225 unidades de muestreo de 36.90 m. cada una.

)Calculamos las Unidades de Muestreo Mínimas para estudiar aplicando la formula según la norma D6433-03

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

Dónde:

e= Error admisible en el cálculo del PCI de la sección, comúnmente, e = +/- 5 puntos del PCI.

s= Desviación estándar del PCI de una muestra a otra en la misma sección. Al realizar la inspección inicial se asume que la desviación estándar es 10 para pavimentos de CA y 15 para pavimentos PCC. Esta suposición debe ser comprobada de la forma como se describe a continuación después de haber determinado los valores del PCI.

N= Número total de Unidades de muestra en la sección.

Reemplazamos:

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

$$n = 15.00$$

Por lo tanto, corresponde estudiar 15 Unidades de muestra.

) Para un nivel de confiabilidad del 95% se necesitan estudiar 15 Unidades de Muestra como mínimo, en nuestro caso estudiaremos el 10% del total de unidades de muestra recomendado por la norma; es decir, estudiaremos 23 unidades de muestra.

) Nuestro tramo en estudio es de 08+300.00 km cuyo ancho de calzada promedio es de 6.20 m, las Unidades de Muestra tendrán una longitud de 36.90 m,

) Cada Unidad de muestra tendrá un área de 228.78 m².

) A lo largo de los 8.3 km de carretera, se estudió 23 Unidades de Muestra que representan el 10 % del total calculada.

) El intervalo de las Unidades de Muestreo que procederemos a estudiar se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$i = N/n$$

Dónde:

i = Intervalo de las Unidades de Muestreo que se procederá a estudiar.

N = Número total de Unidades de Muestra.

n = Número de Unidades de Muestra a ser inspeccionadas.

) Nuestro intervalo será: $i = 225/23 = 9.78$

) En resumen, nuestro tramo en estudio es de 08,300.00 m cuyo ancho de calzada promedio es de 6.20 m, las Unidades de Muestra tendrán una longitud de 36.90 m, por lo tanto, cada Unidad de muestra tendrá un área de 228.78 m². A lo largo de los 08,300.00 m de nuestra carretera en estudio se estudiarán 23 Unidades de Muestra, se tomarán 1 unidad de muestra y se dejará 9 Unidades de Muestra sin estudiar. Finalmente, del total de 08+300 km estudiaremos 00+848.70 km.

La ubicación de las Unidades de muestra a estudiar se adjunta en la Tabla de Distribución Siguiente:

Tabla 7 Ubicación de las unidades de muestra.

MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL (Km)	PROGRESIVA FINAL (Km)	LONGITUD (m)	ANCHO DE CALZADA (m)	AREA (m ²)	UNIDAD DE MUESTRA A EVALUAR
UM- 01	00+000.00	00+036.90	36.90	6.2	228.78	UM-01
UM- 02	00+036.90	00+073.80	36.90	6.2	228.78	UM-02
UM- 03	00+073.80	00+110.70	36.90	6.2	228.78	UM-03
UM- 04	00+110.70	00+147.60	36.90	6.2	228.78	UM-04
UM- 05	00+147.60	00+184.50	36.90	6.2	228.78	UM-05
UM- 06	00+184.50	00+221.40	36.90	6.2	228.78	UM-06
UM- 07	00+221.40	00+258.30	36.90	6.2	228.78	UM-07
UM- 08	00+258.30	00+295.20	36.90	6.2	228.78	UM-08
UM- 09	00+295.20	00+332.10	36.90	6.2	228.78	UM-09
UM- 10	00+332.10	00+369.00	36.90	6.2	228.78	UM-10
UM- 11	00+369.00	00+405.90	36.90	6.2	228.78	UM-11
UM- 12	00+405.90	00+442.80	36.90	6.2	228.78	UM-12
UM- 13	00+442.80	00+479.70	36.90	6.2	228.78	UM-13
UM- 14	00+479.70	00+516.60	36.90	6.2	228.78	UM-14
UM- 15	00+516.60	00+553.50	36.90	6.2	228.78	UM-15
UM- 16	00+553.50	00+590.40	36.90	6.2	228.78	UM-16
UM- 17	00+590.40	00+627.30	36.90	6.2	228.78	UM-17
UM- 18	00+627.30	00+664.20	36.90	6.2	228.78	UM-18
UM- 19	00+664.20	00+701.10	36.90	6.2	228.78	UM-19
UM- 20	00+701.10	00+738.00	36.90	6.2	228.78	UM-20
UM- 21	00+738.00	00+774.90	36.90	6.2	228.78	UM-21
UM- 22	00+774.90	00+811.80	36.90	6.2	228.78	UM-22
UM- 23	00+811.80	00+848.70	36.90	6.2	228.78	UM-23
UM- 24	00+848.70	00+885.60	36.90	6.2	228.78	UM-24
UM- 25	00+885.60	00+922.50	36.90	6.2	228.78	UM-25

UM- 26	00+922.50	00+959.40	36.90	6.2	228.78	UM-26
UM- 27	00+959.40	00+996.30	36.90	6.2	228.78	UM-27
UM- 28	00+996.30	01+033.20	36.90	6.2	228.78	UM-28
UM- 29	01+033.20	01+070.10	36.90	6.2	228.78	UM-29
UM- 30	01+070.10	01+107.00	36.90	6.2	228.78	UM-30
UM- 31	01+107.00	01+143.90	36.90	6.2	228.78	UM-31
UM- 32	01+143.90	01+180.80	36.90	6.2	228.78	UM-32
UM- 33	01+180.80	01+217.70	36.90	6.2	228.78	UM-33
UM- 34	01+217.70	01+254.60	36.90	6.2	228.78	UM-34
UM- 35	01+254.60	01+291.50	36.90	6.2	228.78	UM-35
UM- 36	01+291.50	01+328.40	36.90	6.2	228.78	UM-36
UM- 37	01+328.40	01+365.30	36.90	6.2	228.78	UM-37
UM- 38	01+365.30	01+402.20	36.90	6.2	228.78	UM-38
UM- 39	01+402.20	01+439.10	36.90	6.2	228.78	UM-39
UM- 40	01+439.10	01+476.00	36.90	6.2	228.78	UM-40
UM- 41	01+476.00	01+512.90	36.90	6.2	228.78	UM-41
UM- 42	01+512.90	01+549.80	36.90	6.2	228.78	UM-42
UM- 43	01+549.80	01+586.70	36.90	6.2	228.78	UM-43
UM- 44	01+586.70	01+623.60	36.90	6.2	228.78	UM-44
UM- 45	01+623.60	01+660.50	36.90	6.2	228.78	UM-45
UM- 46	01+660.50	01+697.40	36.90	6.2	228.78	UM-46
UM- 47	01+697.40	01+734.30	36.90	6.2	228.78	UM-47
UM- 48	01+734.30	01+771.20	36.90	6.2	228.78	UM-48
UM- 49	01+771.20	01+808.10	36.90	6.2	228.78	UM-49
UM- 50	01+808.10	01+845.00	36.90	6.2	228.78	UM-50
UM- 51	01+845.00	01+881.90	36.90	6.2	228.78	UM-51
UM- 52	01+881.90	01+918.80	36.90	6.2	228.78	UM-52
UM- 53	01+918.80	01+955.70	36.90	6.2	228.78	UM-53
UM- 54	01+955.70	01+992.60	36.90	6.2	228.78	UM-54
UM- 55	01+992.60	02+029.50	36.90	6.2	228.78	UM-55
UM- 56	02+029.50	02+066.40	36.90	6.2	228.78	UM-56
UM- 57	02+066.40	02+103.30	36.90	6.2	228.78	UM-57
UM- 58	02+103.30	02+140.20	36.90	6.2	228.78	UM-58
UM- 59	02+140.20	02+177.10	36.90	6.2	228.78	UM-59
UM- 60	02+177.10	02+214.00	36.90	6.2	228.78	UM-60
UM- 61	02+214.00	02+250.90	36.90	6.2	228.78	UM-61
UM- 62	02+250.90	02+287.80	36.90	6.2	228.78	UM-62
UM- 63	02+287.80	02+324.70	36.90	6.2	228.78	UM-63
UM- 64	02+324.70	02+361.60	36.90	6.2	228.78	UM-64
UM- 65	02+361.60	02+398.50	36.90	6.2	228.78	UM-65
UM- 66	02+398.50	02+435.40	36.90	6.2	228.78	UM-66
UM- 67	02+435.40	02+472.30	36.90	6.2	228.78	UM-67
UM- 68	02+472.30	02+509.20	36.90	6.2	228.78	UM-68
UM- 69	02+509.20	02+546.10	36.90	6.2	228.78	UM-69
UM- 70	02+546.10	02+583.00	36.90	6.2	228.78	UM-70
UM- 71	02+583.00	02+619.90	36.90	6.2	228.78	UM-71

UM- 72	02+619.90	02+656.80	36.90	6.2	228.78	UM-72
UM- 73	02+656.80	02+693.70	36.90	6.2	228.78	UM-73
UM- 74	02+693.70	02+730.60	36.90	6.2	228.78	UM-74
UM- 75	02+730.60	02+767.50	36.90	6.2	228.78	UM-75
UM- 76	02+767.50	02+804.40	36.90	6.2	228.78	UM-76
UM- 77	02+804.40	02+841.30	36.90	6.2	228.78	UM-77
UM- 78	02+841.30	02+878.20	36.90	6.2	228.78	UM-78
UM- 79	02+878.20	02+915.10	36.90	6.2	228.78	UM-79
UM- 80	02+915.10	02+952.00	36.90	6.2	228.78	UM-80
UM- 81	02+952.00	02+988.90	36.90	6.2	228.78	UM-81
UM- 82	02+988.90	03+025.80	36.90	6.2	228.78	UM-82
UM- 83	03+025.80	03+062.70	36.90	6.2	228.78	UM-83
UM- 84	03+062.70	03+099.60	36.90	6.2	228.78	UM-84
UM- 85	03+099.60	03+136.50	36.90	6.2	228.78	UM-85
UM- 86	03+136.50	03+173.40	36.90	6.2	228.78	UM-86
UM- 87	03+173.40	03+210.30	36.90	6.2	228.78	UM-87
UM- 88	03+210.30	03+247.20	36.90	6.2	228.78	UM-88
UM- 89	03+247.20	03+284.10	36.90	6.2	228.78	UM-89
UM- 90	03+284.10	03+321.00	36.90	6.2	228.78	UM-90
UM- 91	03+321.00	03+357.90	36.90	6.2	228.78	UM-91
UM- 92	03+357.90	03+394.80	36.90	6.2	228.78	UM-92
UM- 93	03+394.80	03+431.70	36.90	6.2	228.78	UM-93
UM- 94	03+431.70	03+468.60	36.90	6.2	228.78	UM-94
UM- 95	03+468.60	03+505.50	36.90	6.2	228.78	UM-95
UM- 96	03+505.50	03+542.40	36.90	6.2	228.78	UM-96
UM- 97	03+542.40	03+579.30	36.90	6.2	228.78	UM-97
UM- 98	03+579.30	03+616.20	36.90	6.2	228.78	UM-98
UM- 99	03+616.20	03+653.10	36.90	6.2	228.78	UM-99
UM- 100	03+653.10	03+690.00	36.90	6.2	228.78	UM-100
UM- 101	03+690.00	03+726.90	36.90	6.2	228.78	UM-101
UM- 102	03+726.90	03+763.80	36.90	6.2	228.78	UM-102
UM- 103	03+763.80	03+800.70	36.90	6.2	228.78	UM-103
UM- 104	03+800.70	03+837.60	36.90	6.2	228.78	UM-104
UM- 105	03+837.60	03+874.50	36.90	6.2	228.78	UM-105
UM- 106	03+874.50	03+911.40	36.90	6.2	228.78	UM-106
UM- 107	03+911.40	03+948.30	36.90	6.2	228.78	UM-107
UM- 108	03+948.30	03+985.20	36.90	6.2	228.78	UM-108
UM- 109	03+985.20	04+022.10	36.90	6.2	228.78	UM-109
UM- 110	04+022.10	04+059.00	36.90	6.2	228.78	UM-110
UM- 111	04+059.00	04+095.90	36.90	6.2	228.78	UM-111
UM- 112	04+095.90	04+132.80	36.90	6.2	228.78	UM-112
UM- 113	04+132.80	04+169.70	36.90	6.2	228.78	UM-113
UM- 114	04+169.70	04+206.60	36.90	6.2	228.78	UM-114
UM- 115	04+206.60	04+243.50	36.90	6.2	228.78	UM-115
UM- 116	04+243.50	04+280.40	36.90	6.2	228.78	UM-116
UM- 117	04+280.40	04+317.30	36.90	6.2	228.78	UM-117

UM- 118	04+317.30	04+354.20	36.90	6.2	228.78	UM-118
UM- 119	04+354.20	04+391.10	36.90	6.2	228.78	UM-119
UM- 120	04+391.10	04+428.00	36.90	6.2	228.78	UM-120
UM- 121	04+428.00	04+464.90	36.90	6.2	228.78	UM-121
UM- 122	04+464.90	04+501.80	36.90	6.2	228.78	UM-122
UM- 123	04+501.80	04+538.70	36.90	6.2	228.78	UM-123
UM- 124	04+538.70	04+575.60	36.90	6.2	228.78	UM-124
UM- 125	04+575.60	04+612.50	36.90	6.2	228.78	UM-125
UM- 126	04+612.50	04+649.40	36.90	6.2	228.78	UM-126
UM- 127	04+649.40	04+686.30	36.90	6.2	228.78	UM-127
UM- 128	04+686.30	04+723.20	36.90	6.2	228.78	UM-128
UM- 129	04+723.20	04+760.10	36.90	6.2	228.78	UM-129
UM- 130	04+760.10	04+797.00	36.90	6.2	228.78	UM-130
UM- 131	04+797.00	04+833.90	36.90	6.2	228.78	UM-131
UM- 132	04+833.90	04+870.80	36.90	6.2	228.78	UM-132
UM- 133	04+870.80	04+907.70	36.90	6.2	228.78	UM-133
UM- 134	04+907.70	04+944.60	36.90	6.2	228.78	UM-134
UM- 135	04+944.60	04+981.50	36.90	6.2	228.78	UM-135
UM- 136	04+981.50	05+018.40	36.90	6.2	228.78	UM-136
UM- 137	05+018.40	05+055.30	36.90	6.2	228.78	UM-137
UM- 138	05+055.30	05+092.20	36.90	6.2	228.78	UM-138
UM- 139	05+092.20	05+129.10	36.90	6.2	228.78	UM-139
UM- 140	05+129.10	05+166.00	36.90	6.2	228.78	UM-140
UM- 141	05+166.00	05+202.90	36.90	6.2	228.78	UM-141
UM- 142	05+202.90	05+239.80	36.90	6.2	228.78	UM-142
UM- 143	05+239.80	05+276.70	36.90	6.2	228.78	UM-143
UM- 144	05+276.70	05+313.60	36.90	6.2	228.78	UM-144
UM- 145	05+313.60	05+350.50	36.90	6.2	228.78	UM-145
UM- 146	05+350.50	05+387.40	36.90	6.2	228.78	UM-146
UM- 147	05+387.40	05+424.30	36.90	6.2	228.78	UM-147
UM- 148	05+424.30	05+461.20	36.90	6.2	228.78	UM-148
UM- 149	05+461.20	05+498.10	36.90	6.2	228.78	UM-149
UM- 150	05+498.10	05+535.00	36.90	6.2	228.78	UM-150
UM- 151	05+535.00	05+571.90	36.90	6.2	228.78	UM-151
UM- 152	05+571.90	05+608.80	36.90	6.2	228.78	UM-152
UM- 153	05+608.80	05+645.70	36.90	6.2	228.78	UM-153
UM- 154	05+645.70	05+682.60	36.90	6.2	228.78	UM-154
UM- 155	05+682.60	05+719.50	36.90	6.2	228.78	UM-155
UM- 156	05+719.50	05+756.40	36.90	6.2	228.78	UM-156
UM- 157	05+756.40	05+793.30	36.90	6.2	228.78	UM-157
UM- 158	05+793.30	05+830.20	36.90	6.2	228.78	UM-158
UM- 159	05+830.20	05+867.10	36.90	6.2	228.78	UM-159
UM- 160	05+867.10	05+904.00	36.90	6.2	228.78	UM-160
UM- 161	05+904.00	05+940.90	36.90	6.2	228.78	UM-161
UM- 162	05+940.90	05+977.80	36.90	6.2	228.78	UM-162
UM- 163	05+977.80	06+014.70	36.90	6.2	228.78	UM-163

UM- 164	06+014.70	06+051.60	36.90	6.2	228.78	UM-164
UM- 165	06+051.60	06+088.50	36.90	6.2	228.78	UM-165
UM- 166	06+088.50	06+125.40	36.90	6.2	228.78	UM-166
UM- 167	06+125.40	06+162.30	36.90	6.2	228.78	UM-167
UM- 168	06+162.30	06+199.20	36.90	6.2	228.78	UM-168
UM- 169	06+199.20	06+236.10	36.90	6.2	228.78	UM-169
UM- 170	06+236.10	06+273.00	36.90	6.2	228.78	UM-170
UM- 171	06+273.00	06+309.90	36.90	6.2	228.78	UM-171
UM- 172	06+309.90	06+346.80	36.90	6.2	228.78	UM-172
UM- 173	06+346.80	06+383.70	36.90	6.2	228.78	UM-173
UM- 174	06+383.70	06+420.60	36.90	6.2	228.78	UM-174
UM- 175	06+420.60	06+457.50	36.90	6.2	228.78	UM-175
UM- 176	06+457.50	06+494.40	36.90	6.2	228.78	UM-176
UM- 177	06+494.40	06+531.30	36.90	6.2	228.78	UM-177
UM- 178	06+531.30	06+568.20	36.90	6.2	228.78	UM-178
UM- 179	06+568.20	06+605.10	36.90	6.2	228.78	UM-179
UM- 180	06+605.10	06+642.00	36.90	6.2	228.78	UM-180
UM- 181	06+642.00	06+678.90	36.90	6.2	228.78	UM-181
UM- 182	06+678.90	06+715.80	36.90	6.2	228.78	UM-182
UM- 183	06+715.80	06+752.70	36.90	6.2	228.78	UM-183
UM- 184	06+752.70	06+789.60	36.90	6.2	228.78	UM-184
UM- 185	06+789.60	06+826.50	36.90	6.2	228.78	UM-185
UM- 186	06+826.50	06+863.40	36.90	6.2	228.78	UM-186
UM- 187	06+863.40	06+900.30	36.90	6.2	228.78	UM-187
UM- 188	06+900.30	06+937.20	36.90	6.2	228.78	UM-188
UM- 189	06+937.20	06+974.10	36.90	6.2	228.78	UM-189
UM- 190	06+974.10	07+011.00	36.90	6.2	228.78	UM-190
UM- 191	07+011.00	07+047.90	36.90	6.2	228.78	UM-191
UM- 192	07+047.90	07+084.80	36.90	6.2	228.78	UM-192
UM- 193	07+084.80	07+121.70	36.90	6.2	228.78	UM-193
UM- 194	07+121.70	07+158.60	36.90	6.2	228.78	UM-194
UM- 195	07+158.60	07+195.50	36.90	6.2	228.78	UM-195
UM- 196	07+195.50	07+232.40	36.90	6.2	228.78	UM-196
UM- 197	07+232.40	07+269.30	36.90	6.2	228.78	UM-197
UM- 198	07+269.30	07+306.20	36.90	6.2	228.78	UM-198
UM- 199	07+306.20	07+343.10	36.90	6.2	228.78	UM-199
UM- 200	07+343.10	07+380.00	36.90	6.2	228.78	UM-200
UM- 201	07+380.00	07+416.90	36.90	6.2	228.78	UM-201
UM- 202	07+416.90	07+453.80	36.90	6.2	228.78	UM-202
UM- 203	07+453.80	07+490.70	36.90	6.2	228.78	UM-203
UM- 204	07+490.70	07+527.60	36.90	6.2	228.78	UM-204
UM- 205	07+527.60	07+564.50	36.90	6.2	228.78	UM-205
UM- 206	07+564.50	07+601.40	36.90	6.2	228.78	UM-206
UM- 207	07+601.40	07+638.30	36.90	6.2	228.78	UM-207
UM- 208	07+638.30	07+675.20	36.90	6.2	228.78	UM-208
UM- 209	07+675.20	07+712.10	36.90	6.2	228.78	UM-209

UM- 210	07+712.10	07+749.00	36.90	6.2	228.78	UM-210
UM- 211	07+749.00	07+785.90	36.90	6.2	228.78	UM-211
UM- 212	07+785.90	07+822.80	36.90	6.2	228.78	UM-212
UM- 213	07+822.80	07+859.70	36.90	6.2	228.78	UM-213
UM- 214	07+859.70	07+896.60	36.90	6.2	228.78	UM-214
UM- 215	07+896.60	07+933.50	36.90	6.2	228.78	UM-215
UM- 216	07+933.50	07+970.40	36.90	6.2	228.78	UM-216
UM- 217	07+970.40	08+007.30	36.90	6.2	228.78	UM-217
UM- 218	08+007.30	08+044.20	36.90	6.2	228.78	UM-218
UM- 219	08+044.20	08+081.10	36.90	6.2	228.78	UM-219
UM- 220	08+081.10	08+118.00	36.90	6.2	228.78	UM-220
UM- 221	08+118.00	08+154.90	36.90	6.2	228.78	UM-221
UM- 222	08+154.90	08+191.80	36.90	6.2	228.78	UM-222
UM- 223	08+191.80	08+228.70	36.90	6.2	228.78	UM-223
UM- 224	08+228.70	08+265.60	36.90	6.2	228.78	UM-224
UM- 225	08+265.60	08+302.50	36.90	6.2	228.78	UM-225

4.2.2. CRITERIO DE SELECCIÓN DE UNIDADES DE MUESTRA:

En las visitas realizadas a la carretera en estudio, se pudo observar que el estado en el que se encuentra la vía es prácticamente homogéneo a lo largo de todo el tramo, se decidió tomar la muestra N°03 como primera muestra a estudiar, luego de acuerdo al intervalo calculado se prosigue hasta tener las 23 unidades de muestra en todo el tramo.

4.2.3 PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN:

- Se inspeccionó cada unidad de muestra seleccionada.

- Se registro el tramo y número de sección, así como el número de unidad de muestra.

- Se registró el tamaño de unidad de muestra medido con la wincha (de 36.9 metros de longitud, por 6.20 metros de ancho de calzada).

Se inspeccionó cada una de las fallas, cuantificando cada nivel de severidad y llenando la información obtenida en las hojas de registro.

Se repite este procedimiento para cada unidad de muestra a ser inspeccionada.

4.2.4. PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:

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

Para un mejor entendimiento de este método lo explicaremos a través de un ejemplo tomando la hoja de registro de la UM -02, realizando el siguiente procedimiento:

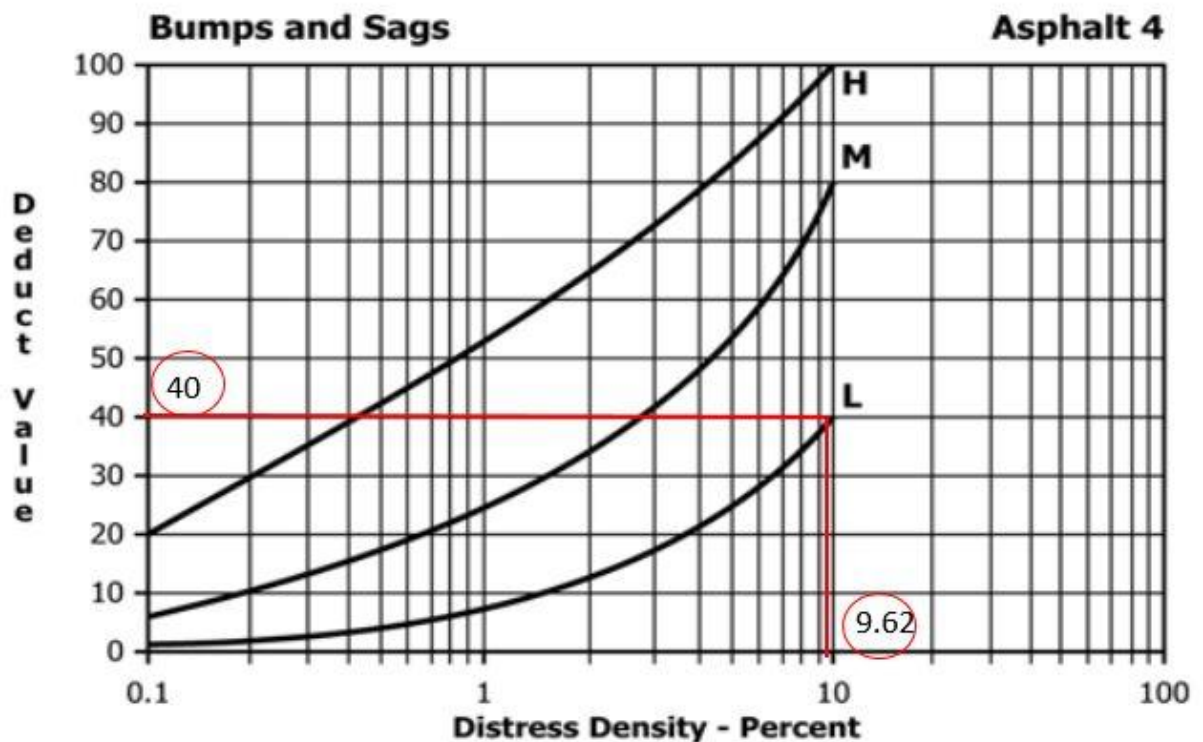
Etapa 1. Cálculo de los Valores Deducidos:

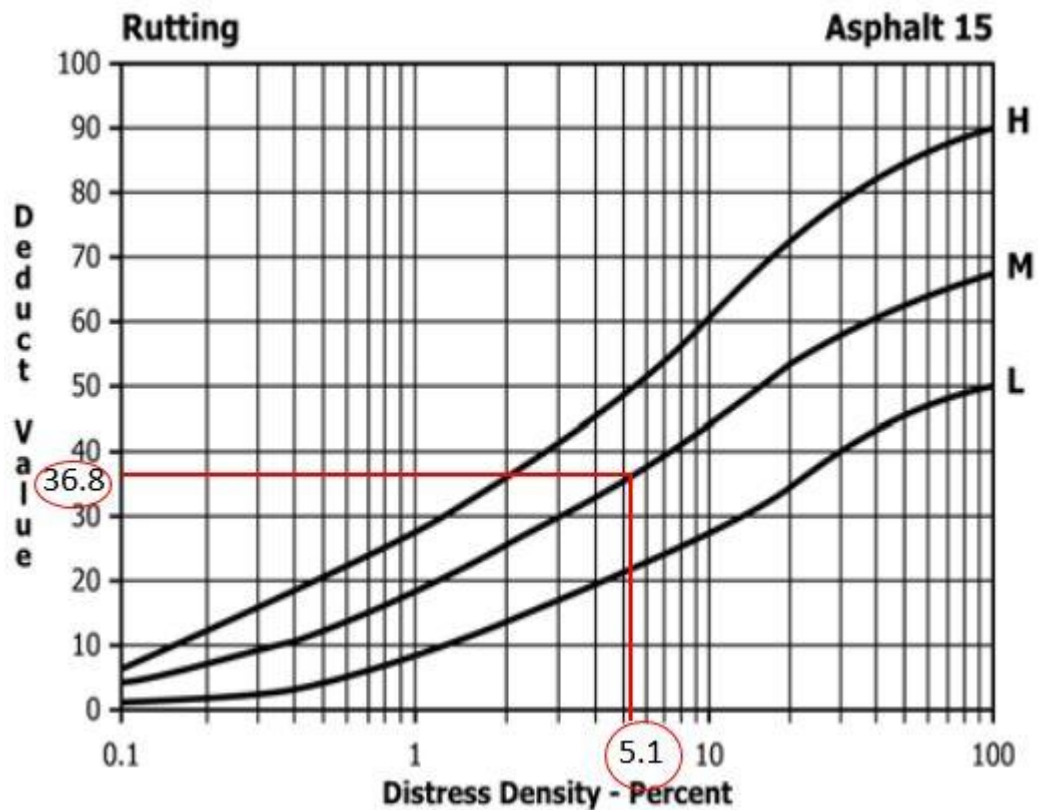
1. a. Se identificó cada falla de acuerdo a la clasificación e intensidad y registró en la columna FALLA y SEVERIDAD respectivamente, colocando su cantidad por falla en los cuadros de CANTIDAD.

1. b. Se totalizó cada tipo y nivel de severidad de daño y registró en la columna TOTAL del formato. El daño puede medirse en área, longitud o por número según su tipo.

1. c. Se dividió la cantidad de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo, expresando el resultado como porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.

1. d. Se determinó el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” (ANEXO A), de acuerdo con el tipo de falla inspeccionado, para nuestro ejemplo utilizamos los ábacos de abultamientos, hundimientos y ahuellamientos. de estos se obtuvieron 40 y 36.8 respectivamente.





Etap 2. Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m):

2. a. Si ninguno o tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. Para nuestro ejemplo tenemos dos valores deducidos que 2 y son 40 y 36.8.

2. b. Listar los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

2. c. Determinar el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando la Ecuación:

$$m = 1 + (9/98) (100 - HDV) \leq 10$$

Dónde:

mi: 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*.

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

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

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

3. a. Determinar el número de valores deducidos, “*q*”, mayores que 2.0.
3. b. Determinar el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.
3. c. Determinar el CDV con “*q*” y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección para pavimentos flexibles.
3. d. Reducir a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y se repite las etapas 3.a. a 3.c. hasta que *q* sea igual a 1.
3. e. El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

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

Etapa 5.

Para calcular el PCI del tramo en estudio este será el promedio de los PCI encontrados en las diferentes Unidades de Muestreo, solo si se evaluó el tramo completo o si se escogieron de manera aleatoria las unidades de muestreo a estudiar, no aplica si se utilizaron Unidades de Muestreo adicionales.

Etapa 6. Cálculo del PCI de la Sección:

Si las unidades de muestra inspeccionadas han sido escogidas al azar, entonces el PCI de la sección (PCIs) es calculado como el PCI ponderado del área en que se encuentran las unidades de muestra (PCIr) utilizando la siguiente ecuación.

$$PCI_s = PCI_r \frac{\sum_{i=1}^n (PCI_{ri} \times A_{ri})}{\sum_{i=1}^n A_{ri}}$$

Dónde:

PCI_r = PCI ponderado del área de las unidades de muestra. PCI_{ri} = PCI de la unidad de muestra aleatoria i.

A_{ri} = Área de la unidad de muestra aleatoria i.

n = Número de unidades de muestra aleatoria inspeccionadas.

Si existen unidades de muestra adicionales inspeccionadas, el PCI ponderado de área de las unidades adicionales inspeccionadas (PCI_a) es calculado empleando:

$$PCI_a = \frac{\sum_{i=1}^m (PCI_{ai} \times A_{ai})}{\sum_{i=1}^n A_{ai}}$$

Nota: En nuestro caso no existen Unidades de Muestra adicionales es por eso que no utilizaremos la formula anterior.

• El PCI de la sección de pavimento es calculado mediante la siguiente ecuación

$$PCI_s = \frac{PCI_r(A - \sum_{i=1}^m A_{ai}) + PCI_a(\sum_{i=1}^m A_{ai})}{A}$$

Dónde:

PCI_a = PCI ponderado del área de las unidades de muestra adicionales. PCI_{ai} = PCI de la unidad de muestra adicional i.

A_{ai} = Área de la unidad de muestra adicional i. A = Área de la sección.

m = Número de unidades de muestra adicionales inspeccionadas. PCI_s = PCI ponderado del área de la sección de pavimento.

Nota: En nuestro caso no existe Unidades de Muestra Adicionales por ende no necesitaremos utilizar la ecuacion anterior.

En resumen luego de sistematizar las hojas de registro de las 23 unidades de muestra obtenidas tenemos los valores PCI correspondiente tal como se detalla:

Tabla 8 Resumen de resultados evaluación PCI

RESUMEN DE RESULTADOS EVALUACION PCI						
UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	SECCION	AREA	PCI UNIDAD DE MUESTRA	ESTADO DEL PAVIMENTO
U 1	00+073.80	00+110.70	S 1	228.78	41	REGULAR
U 2	00+442.80	00+479.70	S 2	228.78	44	REGULAR
U 3	00+811.80	00+664.20	S 3	228.78	48	REGULAR
U 4	01+180.80	01+217.70	S 4	228.78	62	BUENO
U 5	01+549.80	01+586.70	S 5	228.78	63	BUENO
U 6	01+918.80	01+955.70	S 6	228.78	50	REGULAR
U 7	02+287.80	02+324.70	S 7	228.78	42	REGULAR
U 8	02+656.80	02+693.70	S 8	228.78	65	BUENO
U 9	03+025.80	03+062.70	S 9	228.78	26	MALO
U 10	03+394.80	03+431.70	S 10	228.78	59	BUENO
U 11	03+763.80	03+800.70	S 11	228.78	52	REGULAR
U 12	04+132.80	04+169.70	S 12	228.78	42	REGULAR
U 13	04+501.80	04+538.70	S 13	228.78	54	REGULAR
U 14	04+870.80	04+907.70	S 14	228.78	55	BUENO
U 15	05+239.80	05+276.70	S 15	228.78	54	REGULAR
U 16	05+608.80	05+645.70	S 16	228.78	68	BUENO
U 17	05+977.80	06+014.70	S 17	228.78	46	REGULAR
U 18	06+346.80	06+383.70	S 18	228.78	53	REGULAR
U 19	06+715.80	06+752.70	S 19	228.78	56	BUENO
U 20	07+084.80	07+121.70	S 20	228.78	60	BUENO
U 21	07+453.80	07+490.70	S 21	228.78	38	MALO
U 22	07+822.80	07+859.70	S 22	228.78	50	REGULAR
U 23	08+191.80	08+228.70	S 23	228.78	44	REGULAR
TOTAL PCI TRAMO EN ESTUDIO					50.96	REGULAR

4.3 INTERPRETACION DE RESULTADOS

Al término de la evaluación de todas las Unidades de Muestra y obtener el Índice de Condición de Pavimento (PCI) de cada una de las muestras, procedemos a calcular el PCI promedio de todo el tramo en estudio, con esto obtendremos una respuesta certera sobre el estado actual del pavimento flexible de la carretera **CA-507:EMP.PE-5N SAN IGNACIO - RUMIPITE, CRUCE EL LIMÓN –LA COIPA.**

A continuación, se muestra un cuadro de resumen de los resultados obtenidos.

Datos de la Vía

CUADRO RESUMEN	
LONGITUD DEL TRAMO EN ESTUDIO	8,300.00 m
ANCHO DE CALZADA PROMEDIO	6.2 m
ANCHO DE BERMA	0.5 m
CANTIDAD DE UNIDADES DE MUESTRA	23
LONGITUD DE UNIDAD DE MUESTRA	36.9 m
AREA DE UNIDAD DE MUESTRA	228.78 m ²

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

Analisis de resultados evaluación PCI

ANALISIS DE RESULTADOS EVALUACION PCI		
CANTIDAD DE UM	DESCRIPCION	PORCENTAJE
0	EXCELENTE	0.00%
0	MUY BUENO	0.00%
8	BUENO	34.78%
13	REGULAR	56.52%
2	MALO	8.70%
0	MUY MALO	0.00%
0	FALALDO	0.00%
TOTAL UM=23		100.00%

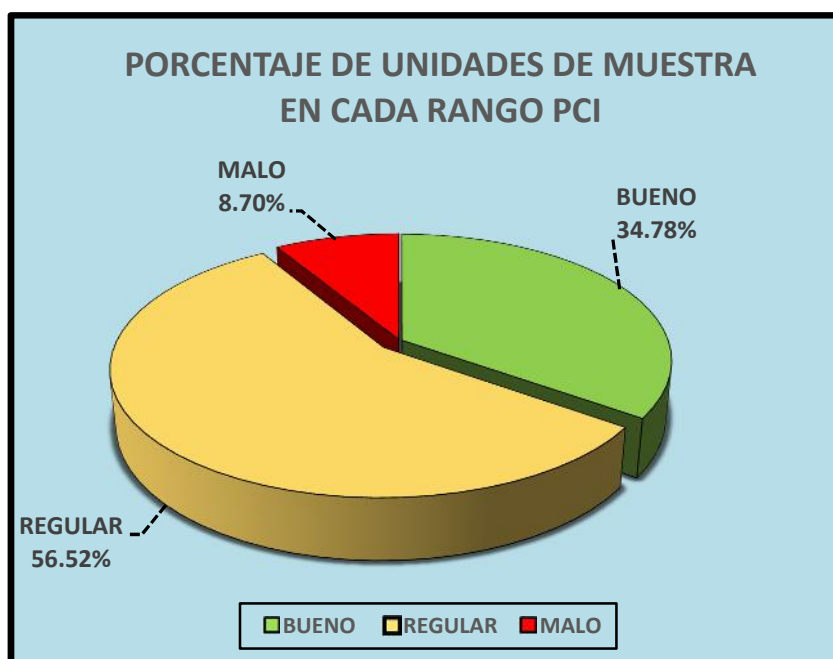


Figura 27 Representación grafica de los porcentajes de unidades de muestra en cada rango PCI.

4.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De todo el tramo en estudio podemos observar la existencia de 49 fallas, de ello la falla que se presenta en mayor cantidad es el ahuellamiento, abultamientos y hundimientos con un numero de 20 fallas respectivamente. En segundo lugar, los baches con un total de 5 fallas. En

tercer lugar, se tiene la peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados con un total de 4 fallas.

De las fallas encontradas, los abultamientos y hundimientos representan un 40.82%, los ahuellamientos un 40,82%, la peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados un 8.16% y los baches un 10.2% respectivamente.

De los resultados tenemos que el 34.78% de las Unidades de Muestra estudiadas presentan un estado Bueno, el 56.52% un estado regular, el 8.70% un estado estado Malo.

De acuerdo con evangelista y cabeza, (2020), concluye que para la metodología PCI se pudo identificar 10 tipos de fallas Desprendimiento de agregados (73.79%), Parcheo y bacheo (17.23%), Grieta de borde (2.84%), Grieta longitudinal y transversal (2.40%), Piel de cocodrilo (1.87%), Abultamiento y hundimiento (0.78%), Huecos (0.54%), Pulimiento deagregados (0.30%), Agrietamiento en bloque (0.23%) Ahuellamiento (0.02%).Siendo “Desprendimiento de agregados” con un 73.79% de incidencia, la falla más predominante para la metodología PCI.comparado con la presente investigación la falla tipo peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados se presenta con un porcentaje incidente por lo que se tiene que tener bastante consideración para tomar las medidas de mantenimiento correspondientes y evitar que estas se extiendan rápidamente.

De la misma forma Cascos Torres (2022), logró efectuar el inventario de fallas de las 98 UM evaluadas, encontrándose 1008 fallas en total en sus diferentes severidades, además se registró en el tramo en estudio 08 fallas de las 19 fallas que presenta el Manual de la ASTM D3433, siendo la de mayor incidencia la falla Peladura Por Intemperismo y Desprendimiento de Agregados con un 37.10 % del total de fallas.

Fallas encontradas e intervención a realizar.

FALLAS ENCONTRADAS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION					
UNIDAD DE MUESTRA	PROG. INICIAL	PROG. FINAL	AREA	FALLAS ENCONTRADAS	INTERVENCION
U 1	00+073.80	00+110.70	228.78	Abultamientos y hundimientos	Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.
U 2	00+442.80	00+479.70	228.78	Abultamientos y hundimientos,ahuellamiento	Reciclado en frio, parcheo superficial, parcial o profundo, además de Fresado y sobrecarpeta.
U 3	00+811.80	00+664.20	228.78	Abultamientos y hundimientos,ahuellamiento	Reciclado en frio, parcheo superficial, parcial o profundo, además de Fresado y sobrecarpeta.
U 4	01+180.80	01+217.70	228.78	Ahuellamiento,peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta, además de sello superficial.
U 5	01+549.80	01+586.70	228.78	Ahuellamiento,peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta, además de sello superficial.
U 6	01+918.80	01+955.70	228.78	Abultamientos y hundimientos,baches,ahuellamiento	Reciclado en frio, parcheo superficial, parcial o profundo. Además de Fresado y sobrecarpeta
U 7	02+287.80	02+324.70	228.78	Abultamientos y hundimientos,baches,ahuellamiento	Reciclado en frio, parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.
U 8	02+656.80	02+693.70	228.78	Ahuellamiento,peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	Sello superficial, parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.
U 9	03+025.80	03+062.70	228.78	Abultamientos y hundimientos,ahuellamiento	Parcheo superficial, parcial o profundo. Reciclado (fresado)en frio y sobrecarpeta.
U 10	03+394.80	03+431.70	228.78	Abultamientos y hundimientos,baches,ahuellamiento	Reciclado en frio, parcheo superficial, parcial o profundo, además de Fresado y sobrecarpeta
U 11	03+763.80	03+800.70	228.78	Abultamientos y hundimientos,ahuellamiento	Reciclado en frio, parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.

U 12	04+132.80	04+169.70	228.78	Abultamientos y hundimientos,ahuellamiento	Reciclado (fresado) en frio, parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.
U 13	04+501.80	04+538.70	228.78	Abultamientos y hundimientos,ahuellamiento	Reciclado en frio, parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.
U 14	04+870.80	04+907.70	228.78	Abultamientos y hundimientos,ahuellamiento	Reciclado en frio, parcheo parcial o profundo. Sobrecarpeta.
U 15	05+239.80	05+276.70	228.78	Abultamientos y hundimientos,ahuellamiento	Reciclado en frio, parcheo superficial, parcial o profundo, además de fresado y sobrecarpeta.
U 16	05+608.80	05+645.70	228.78	Baches,ahuellamiento	Parcheo superficial, parcial o profundo, además de fresado y sobrecarpeta.
U 17	05+977.80	06+014.70	228.78	Abultamientos y hundimientos,ahuellamiento,p eladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	Reciclado en frio, parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta
U 18	06+346.80	06+383.70	228.78	Abultamientos y hundimientos,ahuellamiento	Reciclado en frio, parcheo parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta
U 19	06+715.80	06+752.70	228.78	Abultamientos y hundimientos,ahuellamiento	Reciclado en frio, parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.
U 20	07+084.80	07+121.70	228.78	Abultamientos y hundimientos,ahuellamiento	Reciclado en frio, parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.
U 21	07+453.80	07+490.70	228.78	Abultamientos y hundimientos,baches,ahuellamiento	Reciclado en frio, parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.
U 22	07+822.80	07+859.70	228.78	Abultamientos y hundimientos,ahuellamiento	Reciclado en frio, parcheo superficial parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.
U 23	08+191.80	08+228.70	228.78	Abultamientos y hundimientos,baches,ahuellamiento	Reciclado en frio, parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.

4.5. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La hipótesis planteada fué, que La Carretera **CA-507:EMP.PE-5N SAN IGNACIO - RUMIPITE, CRUCE EL LIMÓN –LA COIPA**, presenta un estado **REGULAR** según el Índice de Condición de Pavimento, hipótesis que resultó **VERDADERA**.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se logró evaluar la condición de la capa de rodadura asfáltica de la carretera CA-507:EMP.PE-5N San Ignacio - Rumipite, cruce El Limón –La Coipa, a travez del método Indice de Condicion de pavimento (PCI) en una longitud de 08km+300m, la cual fué de una condicion REGULAR.
- Se realizó el levantamiento topográfico del tramo en estudio obteniendo una longitud de 08.30 km.
- Se identificó los deterioros y fallas y las causas de las mismas, odservando que las fallas más frecuentes localizadas durante la evaluación de la vía fuerón: Abultamientos y Hundimientos con un 40.82%, Ahuellamiento con un 40.82%, peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados con un 8.16% y baches con un 10.2%. Dichas fallas son causadas por excesivas cargas de trafico, calidad de los diseños de mezcla, calidad de los materiales, inadecuado drenaje y mal diseño del paquete estructural.
- Se determinó el IMD de la via logró clasificar a la vía según su jerarquía, siendo esta una vía perteneciente a la Red Vial vecinal CA-507:Emp.PE-5N (San Ignacio) – La Coipa., según su demanda es una carretera de tercera clase y según su orografía pertenece a una carretera Tipo 2.
- Se logró evaluar la condición de la capa de rodadura asfáltica de la carretera CA-507:EMP.PE-5N San Ignacio - Rumipite, cruce El Limón –La Coipa, a travez del método Indice de Condicion de pavimento donde se obtuvo un PCI de 50,96, esto significa que presenta un pavimento en estado REGULAR.
- Se propone algunas alternativas de solución tales como Reciclado en frio, sellado de grietas y parcheo parcial.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la Universidad Nacional de Cajamarca - Sede Jaén, Implemente sus gabinetes y laboratorios con materiales y equipos que faciliten a los estudiantes obtener registros de campo para posteriores investigaciones.

- Que la Universidad Nacional de Cajamarca articule esfuerzos y establezca realaciones a travez de firma de convenios con las Minicipalidades Provinciales y Distritales que permita brindar oportunidades en el desarrollo del conocimiento, investigación e innovación en el mantenimiento de vías en esta parte de la región.

- Realizar otras investigaciones sobre evaluación de pavimentos flexibles en esta via a fin de comparar resultados y deducir cual es el más adecuado en este tipo de intervenciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro Carrasco, L. A. (2018, p. 40). *Evaluación del deterioro de pavimento con método del índice de condición de pavimentos en la av. La Cultura, distrito Laredo, Trujillo*. Tesis, Universidad Nacional de Trujillo, Carrera Profesional de Ingeniería, Trujillo, Perú. Obtenido de <http://repositorio.uprit.edu.pe/bitstream/handle/UPRIT/56/Alfaro%20Carrasco%20Luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alonzo, L. y. (2005). *Carreteras*. . Yucatán, México: Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán.
- Campos Díaz, M. J. (2017). *Evaluación del estado del pavimento flexible según el índice de condición del pavimento (pci), de la carretera CP. Huambocancha Baja- CP. El Batán, provincia de Cajamarca- 2015*. Tesis, Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de ingeniería, Cajamarca, Perú. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1014>
- Coronado Iturbide, J. (2000, citado en Humpiri P. K, 2015 en Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de Puno). *Manual centro americano de mantenimiento de carreteras – Tomo III*. Guatemala. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/249337494.pdf>
- Montejo, A. (2002; p. 4). *Ingeniería de pavimentos para carreteras* (Segunda reimpresión de la segunda edición ed.). Colombia: Egora, Editores. Obtenido de file:///C:/Users/amaut/AppData/Local/Temp/Ingenieria_de_pavimentos_Alfonso_Montejo.pdf
- Núñez Álvarez, J. (2014). *Fallas presentadas en la construcción de carreteras asfaltadas*. Tesis, Universidad de Piura, Facultad de ingeniería, Piura. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2143/MAS_ICIV-L_028.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Paucar Curo, E. F. (2019). *Evaluación de pavimentos flexibles y rígidos aplicando las metodologías de inspección visual de zonas y rutas en riesgo e índice de condición del pavimento para el mantenimiento vial, caso de la Av. Floral y jr. Carabaya, Puno*. Tesis, Facultad de ingeniería civil y arquitectura, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12319/Paucar_Curo_Elvis_Franklin.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Puga Álvarez, C. N. (2018). *Evaluación funcional de pavimento rígido tramo avenida Loja (Cuenca)*. Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería, Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31534/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf>
- Rodríguez Velásquez, E. D. (2009). *Cálculo del Índice de Condición del Pavimento Flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla*. Tesis, Universidad de Piura, Departamento de Ingeniería Civil, Piura, Perú. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI_180.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sagastegui. (2016).
- Sánchez-Ramírez, J. (2017, p.24). *Evaluación del estado del pavimento de la av. Ramón Castilla, Chulucanas, mediante el método PCI*. Tesis, Universidad de Piura,

Departamento de Ingeniería Civil, Piura, Perú. Obtenido de
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2919/ICI_234.pdf?sequence=1&isAllowed=y

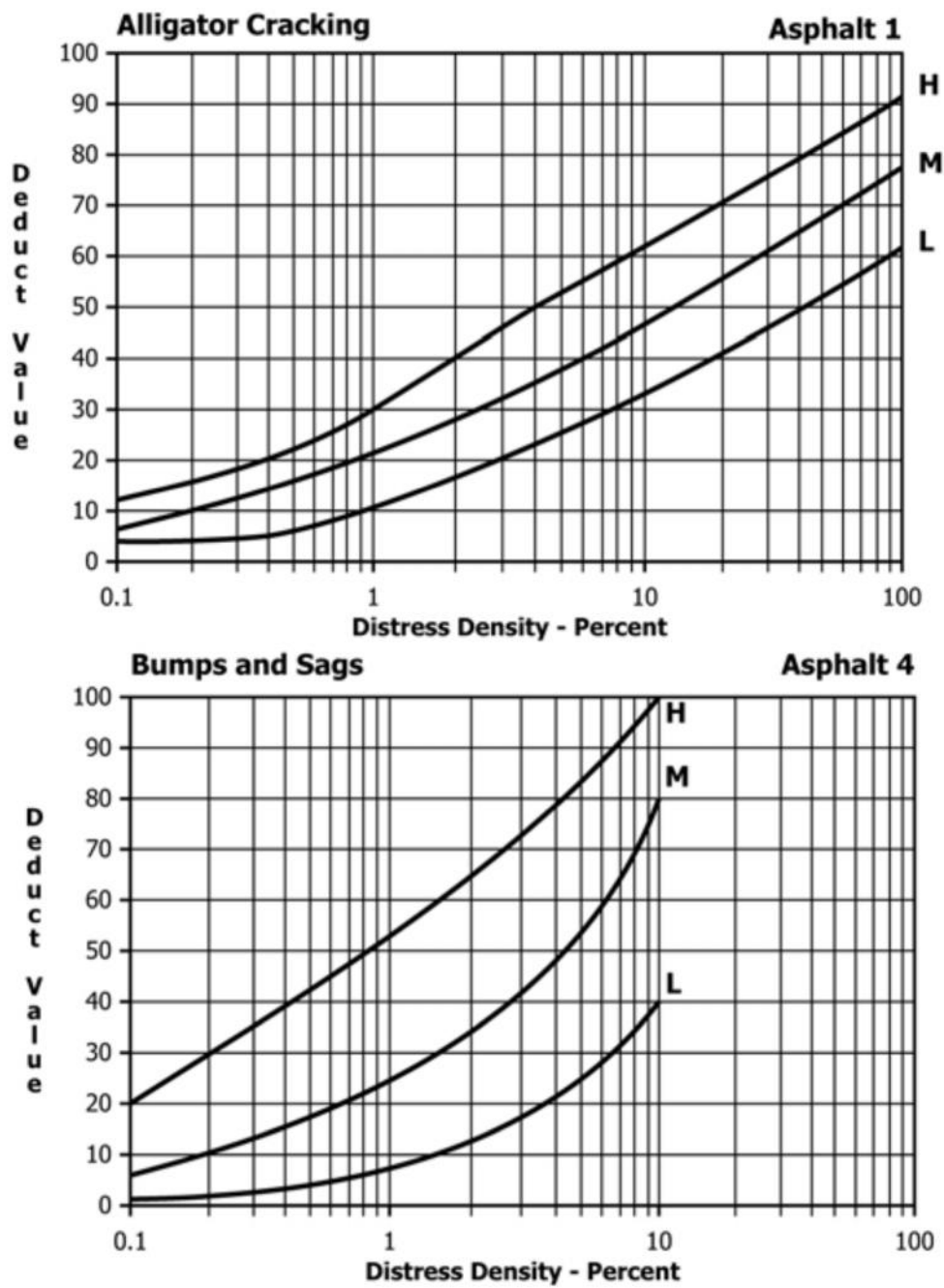
Thenoux, G. y. (2012). Evaluación técnica del pavimento y comparación de métodos de diseño de capas de refuerzo asfáltico. *Revista de ingeniería de construcción*. Obtenido de <https://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/view/364>

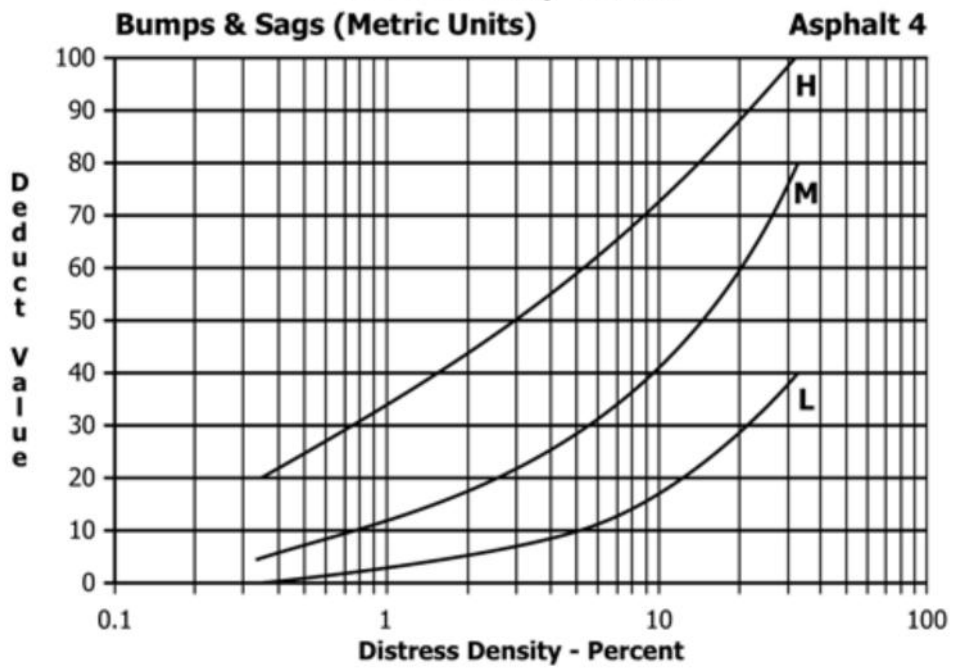
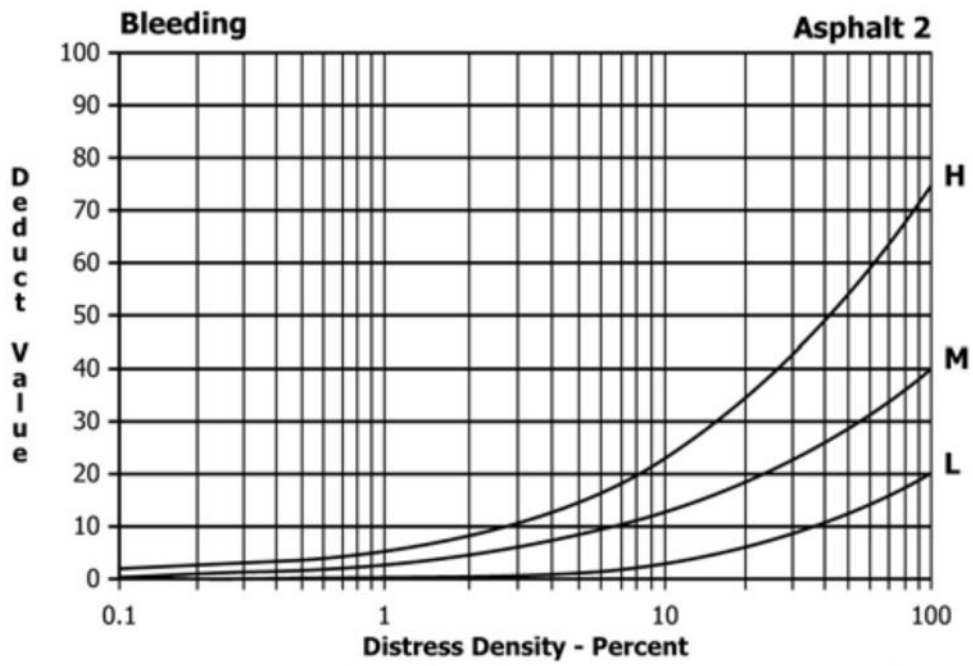
Vásquez, S. (2016).

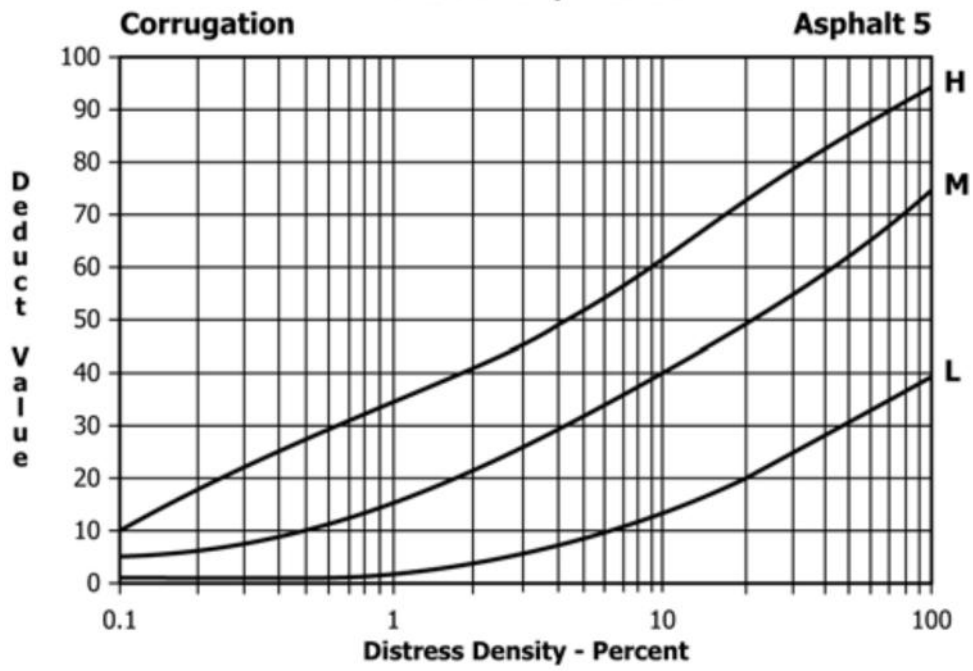
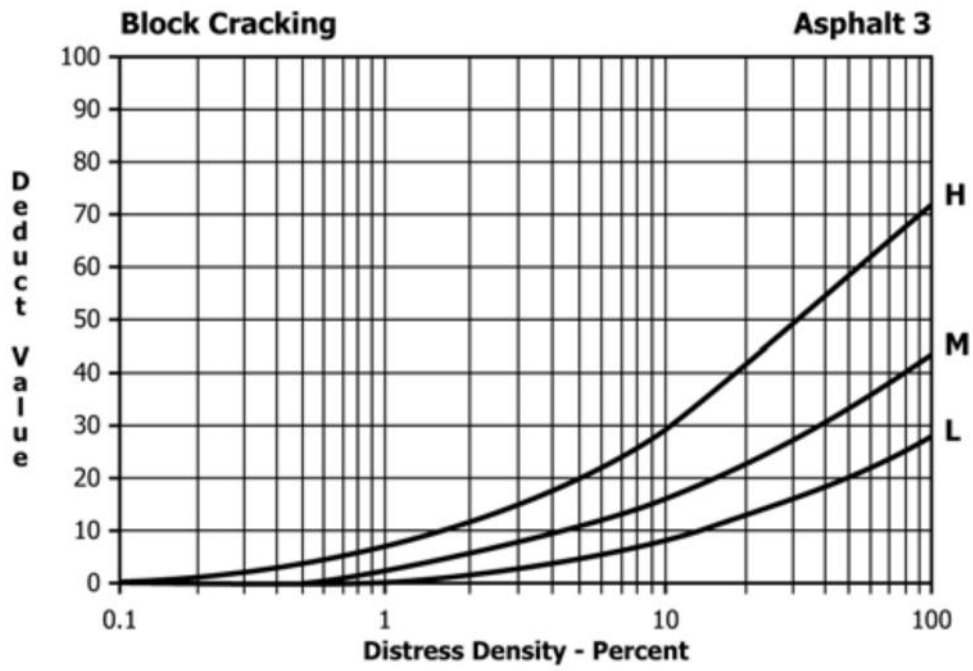
ANEXOS (A)

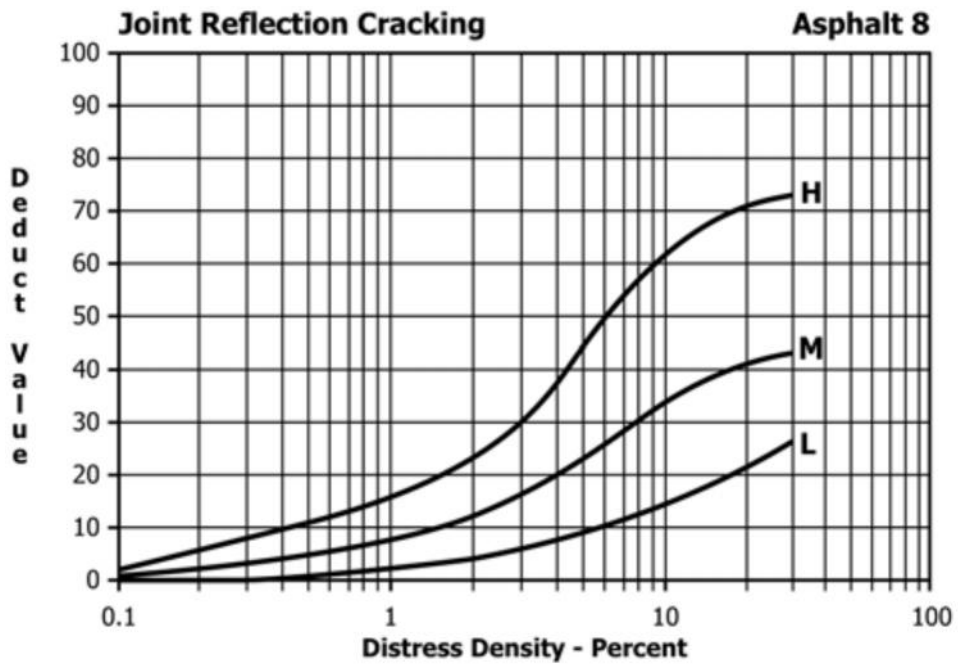
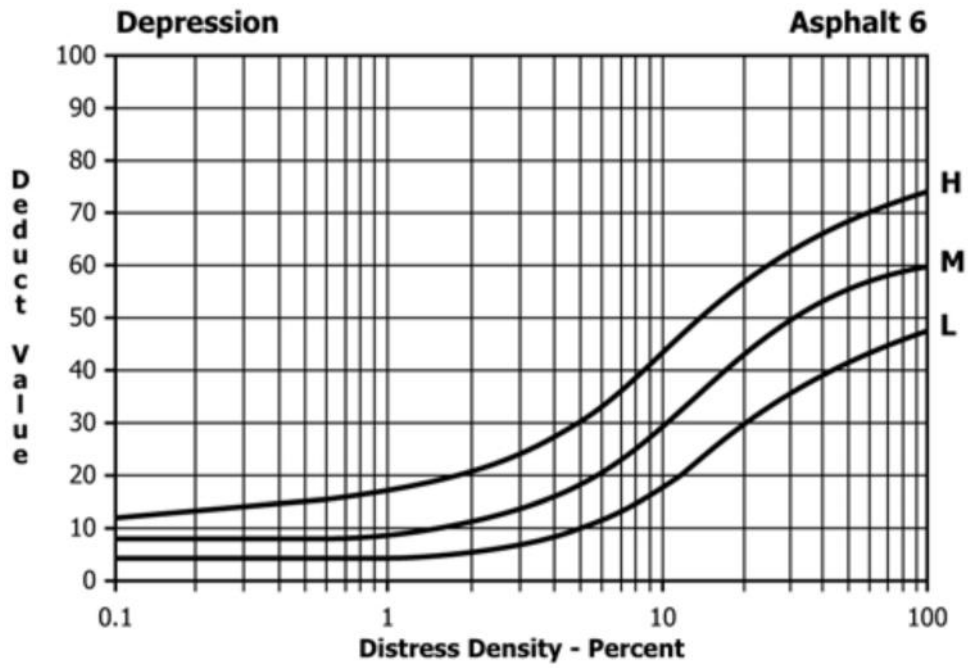
ÁBACOS DE ASTM D643

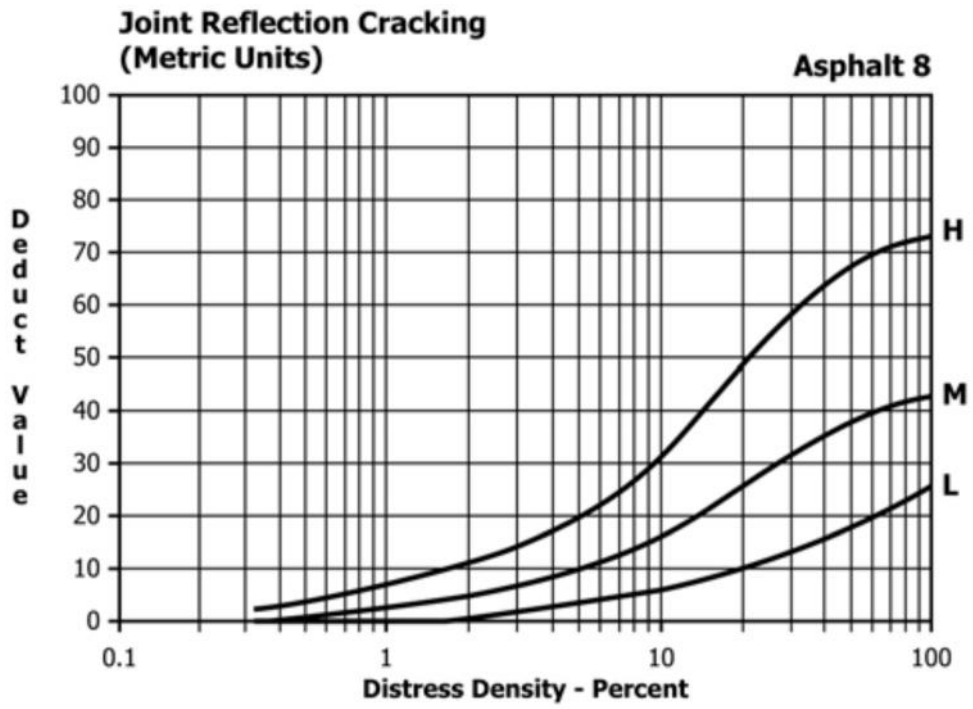
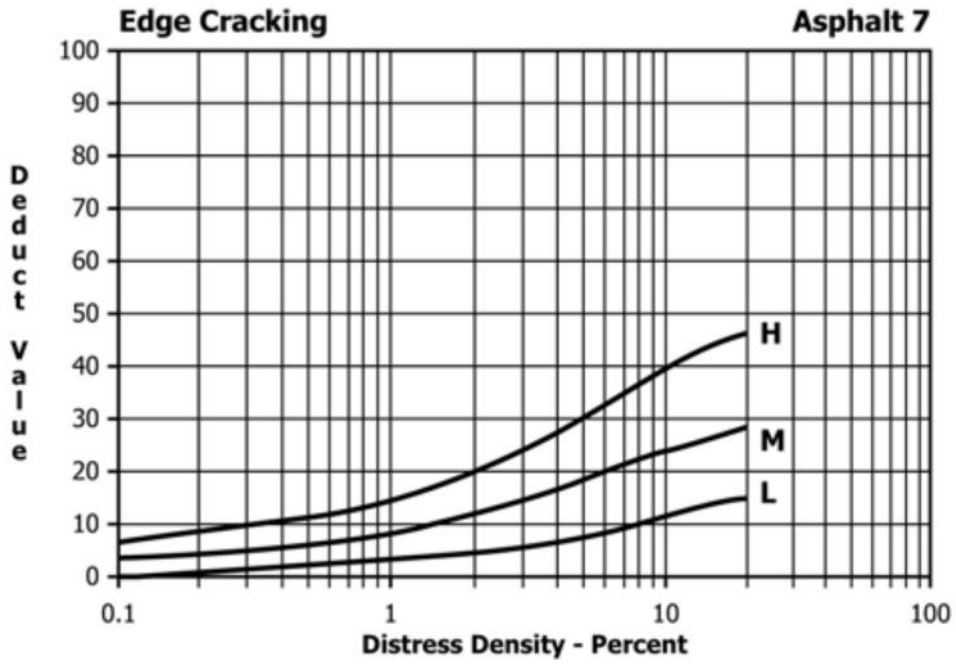
ÁBACOS DE ASTM D643-18 , METODO PCI PARA PAVIMENTO FLEXIBLE

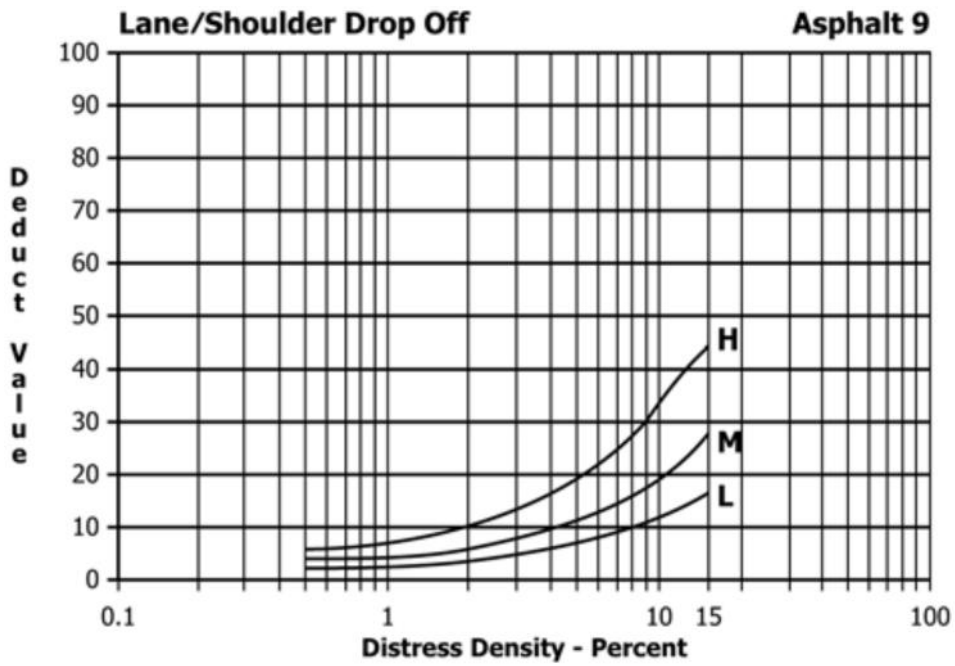
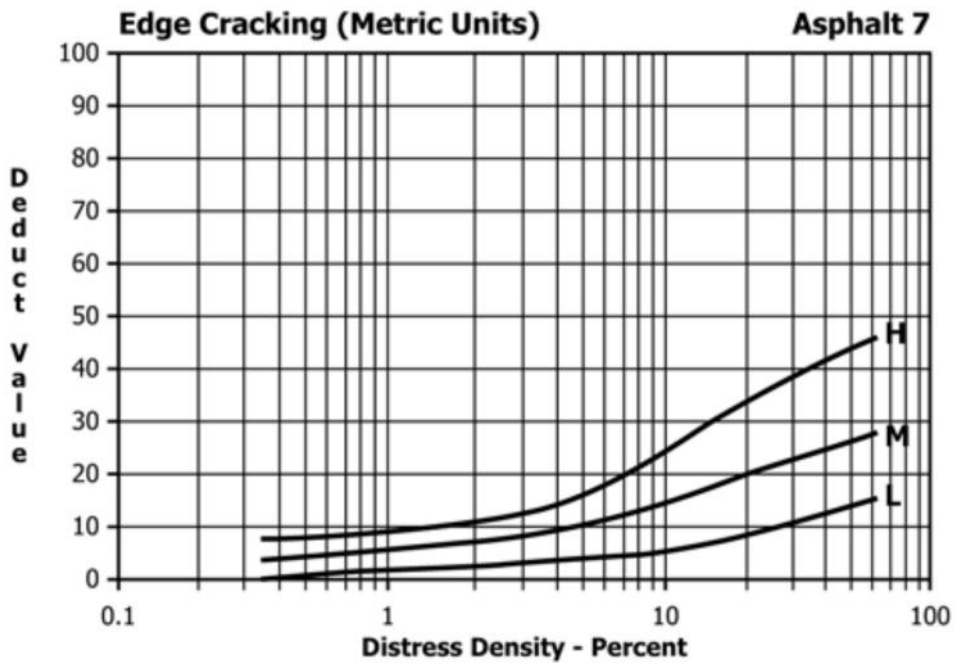


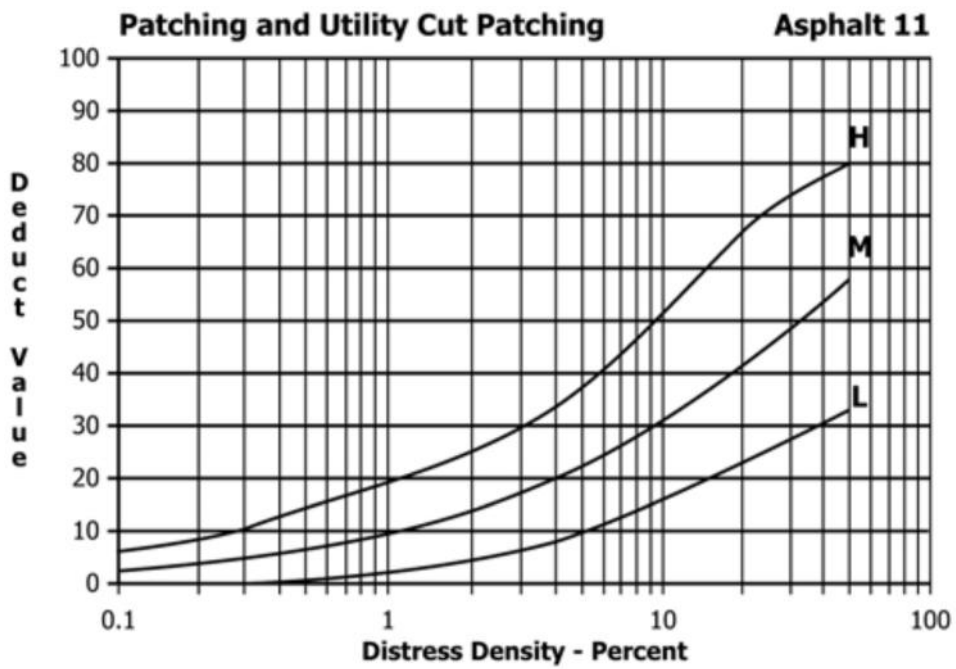
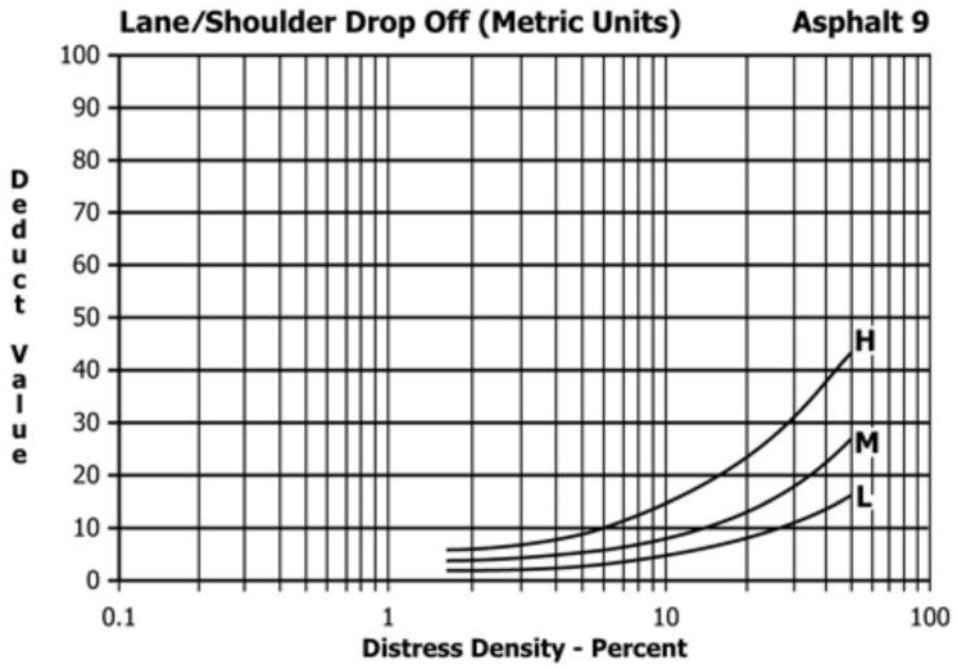


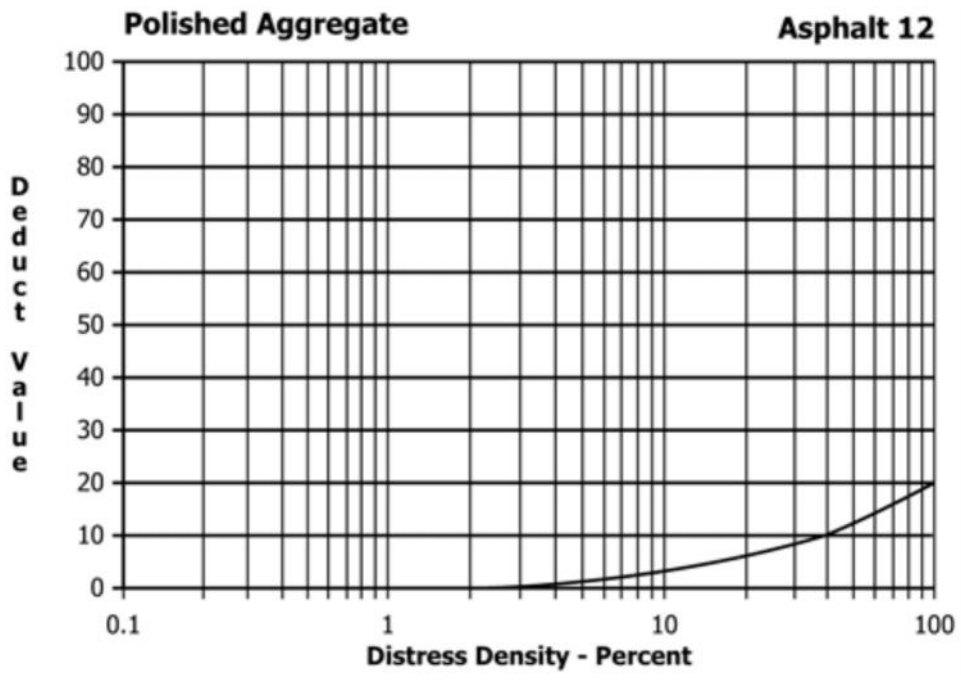
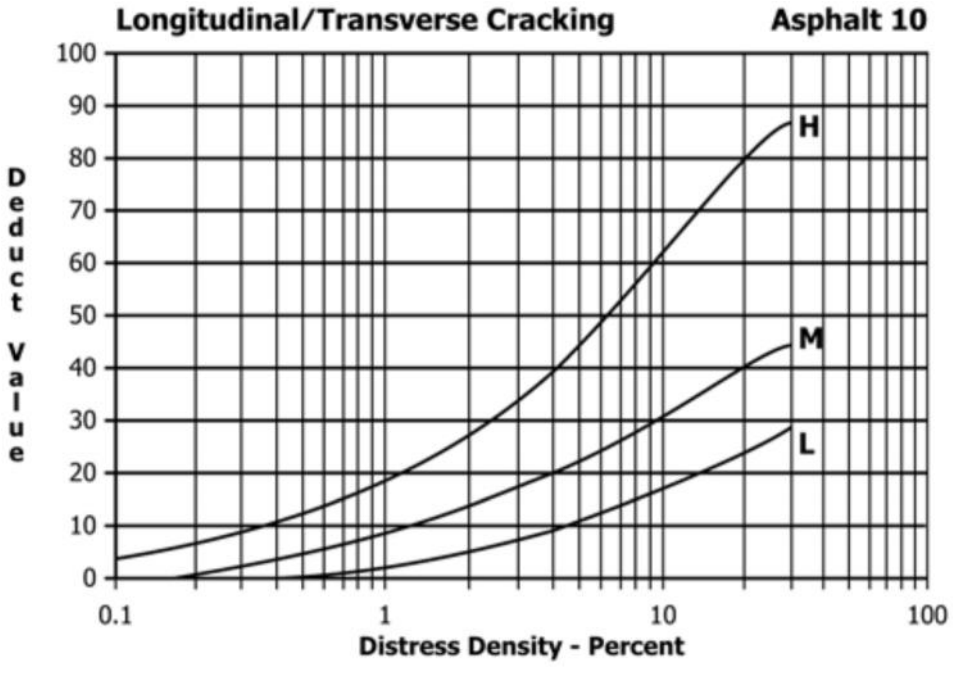


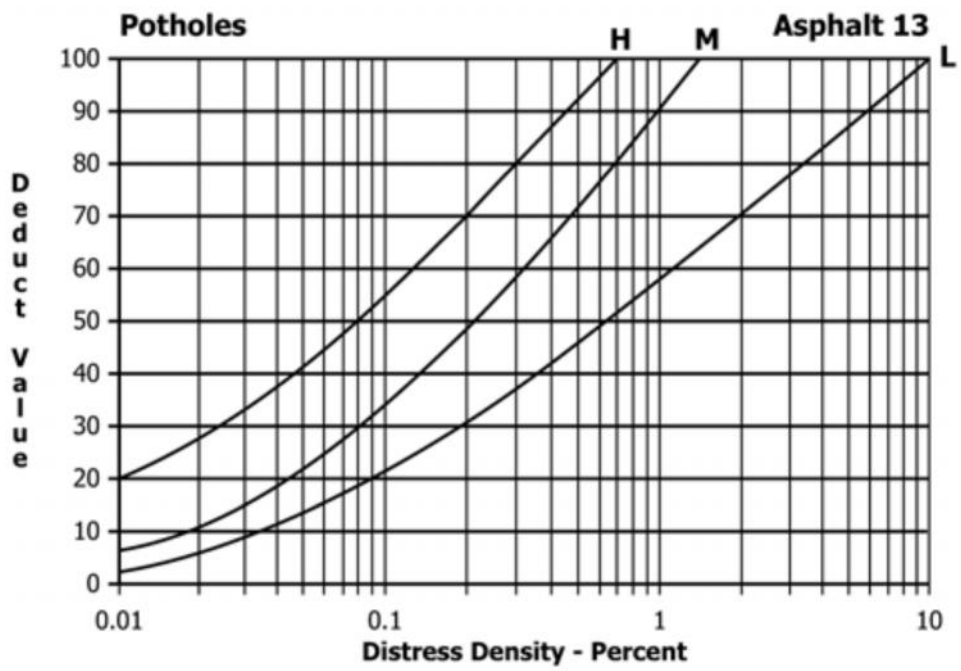
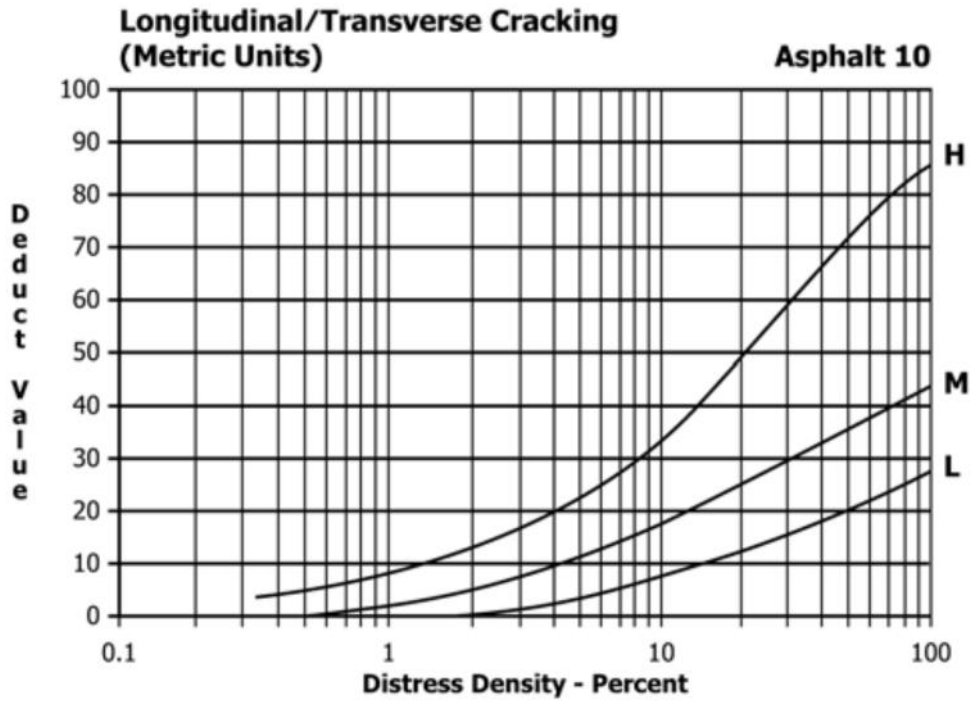


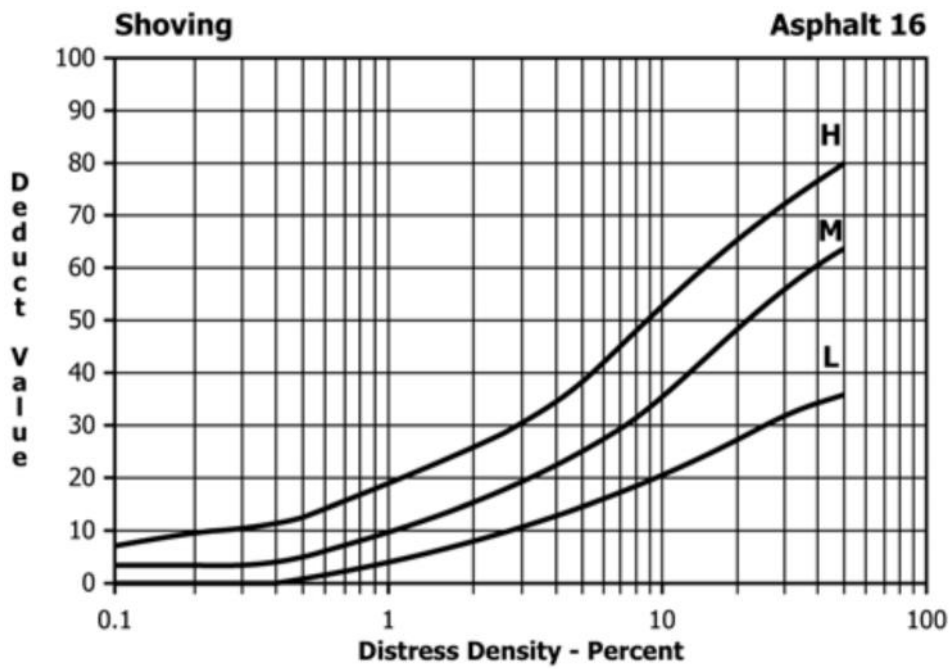
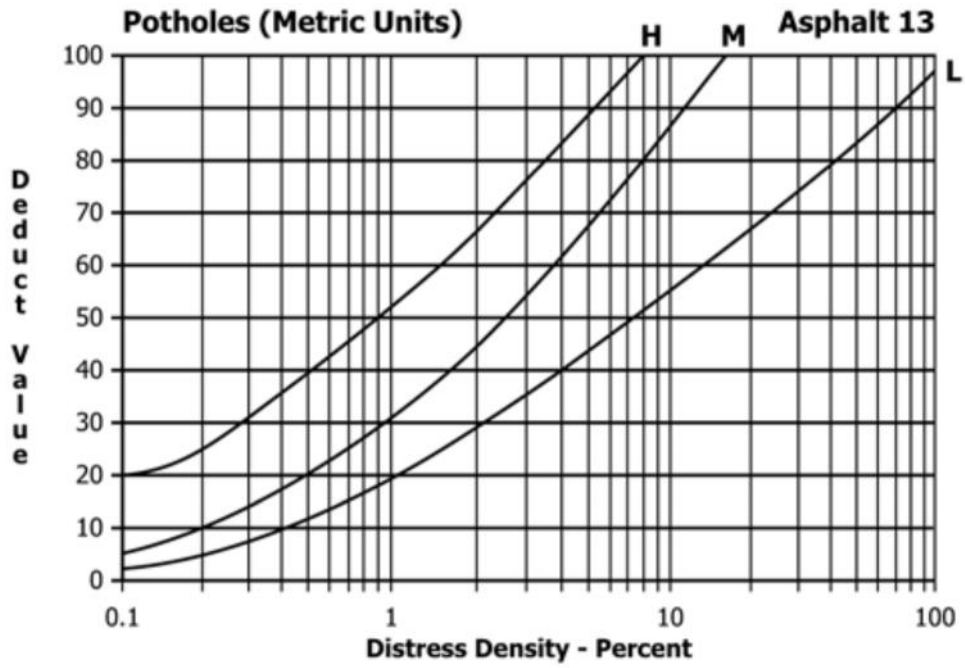


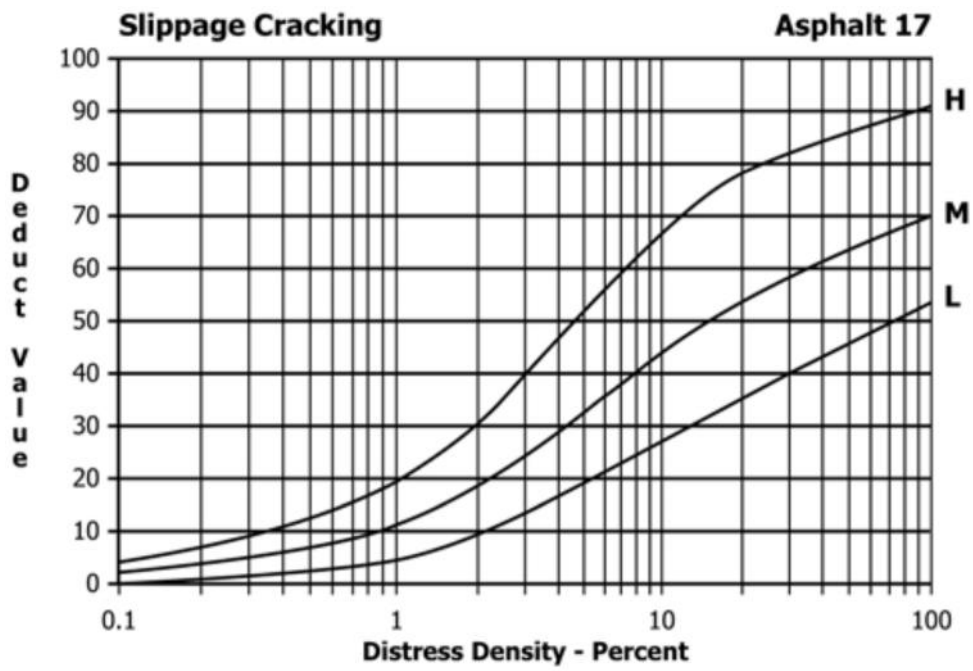
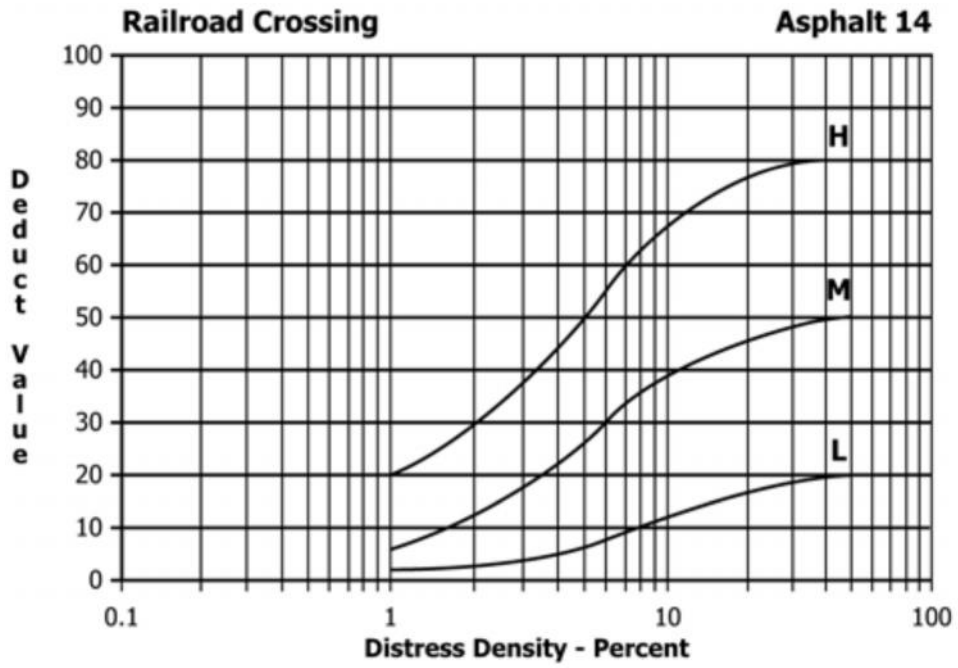


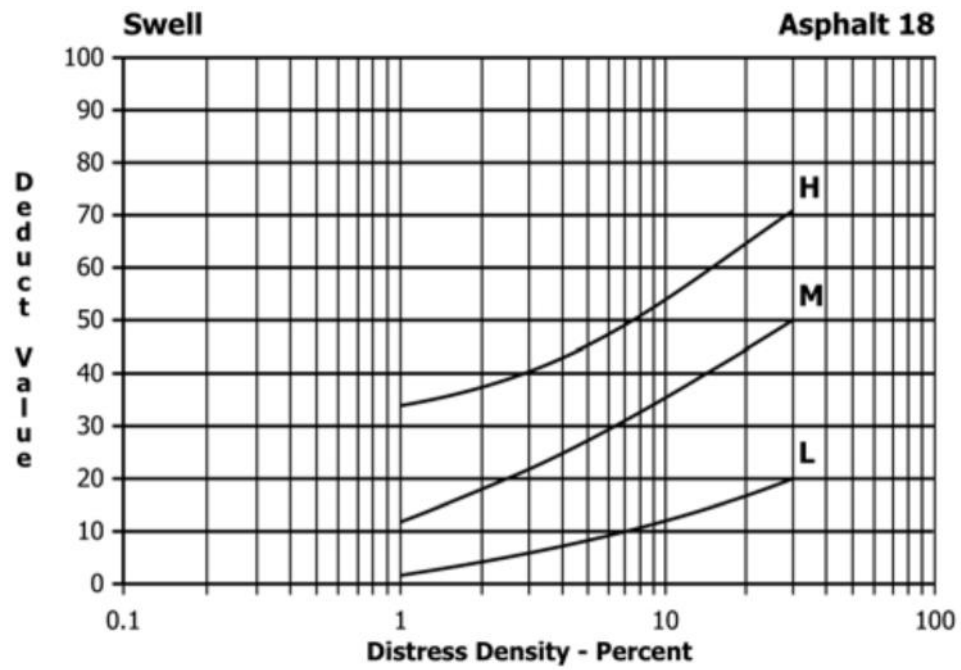
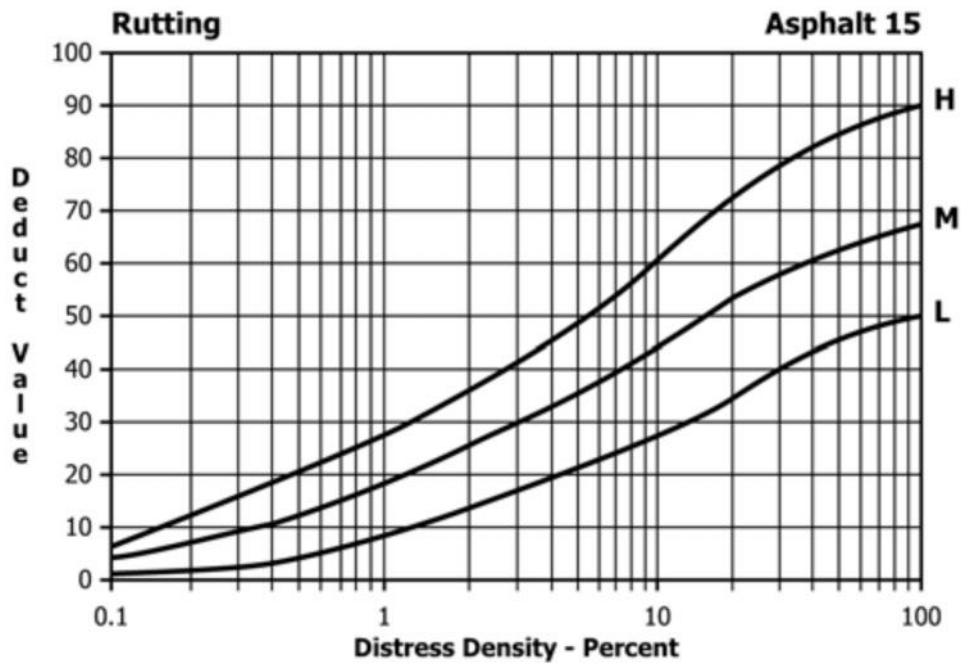


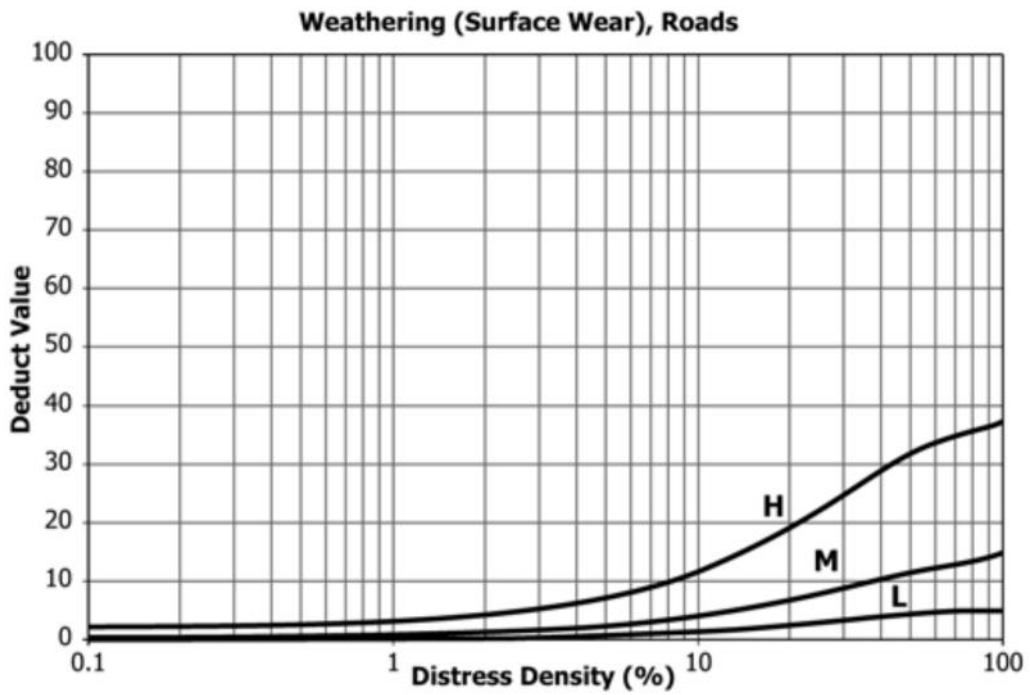
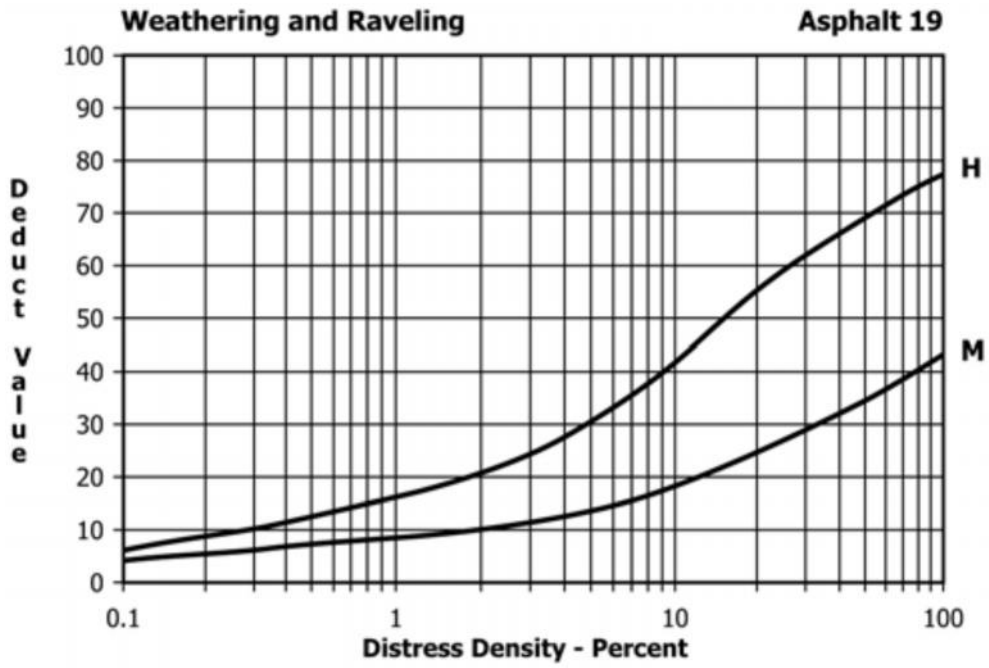


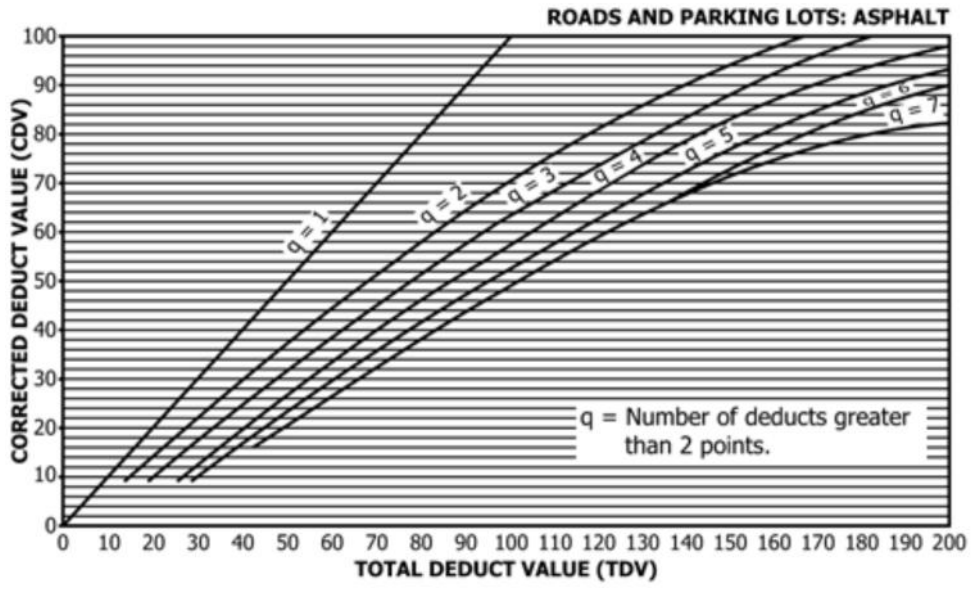


















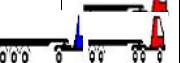







ANEXOS (B)

FORMATOS DE AFORO VEHICULAR

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO











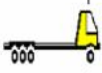
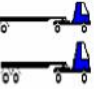
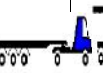


TRAMO DE LA CARRETERA				CRUCE EL LIMON - LA COIPA				ESTACION (KM)			05+000					
SENTIDO				E ← S →				CODIGO DE LA ESTACION			EC - 01					
UBICACIÓN				LA COIPA, SAN IGNACIO, CAJAMARCA				DIA Y FECHA		LUNES 13		03		2023		
DIA 1																
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3
DIAGRA. VEH.																
00-01	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-02	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-03	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03-04	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-05	E	3	8	11	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
	S	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05-06	E	2	16	16	0	6		0	0	8	0	0	0	0	0	0

	S	1	1	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06-07	E	2	6	5	0	4	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0
	S	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07-08	E	1	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08-09	E	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09-10	E	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	E	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	E	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	E	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	E	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	E	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	E	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	8	16	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
16-17	E	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	10	12	0	3		0	0	4	0	0	0	0	0	0
17-18	E	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	S	2	10	10	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
18-19	E	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	5	3	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
19-20	E	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	2	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
20-21	E	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	3	2	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
21-22	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	E	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL:		31	90	106	0	32	0	0	0	29	2	0	0	0	0	0

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA	CRUCE EL LIMON - LA COIPA			ESTACION (KM)	05+000		
SENTIDO		E ←		CODIGO DE LA ESTACION	EC - 01		
UBICACIÓN	LA COIPA, SAN IGNACIO, CAJAMARCA			DIA Y FECHA	MARTES 14	03	2023
DIA	2						












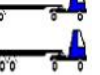



HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3
DIAGRA. VEH.																
00-01	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-02	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-03	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03-04	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-05	E	2	2	6	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05-06	E	8	14	14	0	10	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0

	S	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06-07	E	4	8	18	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0
	S	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07-08	E	1	6	6	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08-09	E	0	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09-10	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	E	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	E	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	E	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	E	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	8	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	6	18	20	0	3	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0
17-18	E	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	S	6	8	12	0	8	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
18-19	E	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	3	2	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
19-20	E	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	1	5	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
20-21	E	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
21-22	E	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL:		39	81	104	0	47	0	0	0	19	2	0	0	0	0	0

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO



TRAMO DE LA CARRETERA	CRUCE EL LIMON - LA COIPA			ESTACION (KM)	05+000		
SENTIDO		E ←		CODIGO DE LA ESTACION	EC - 01		
UBICACIÓN	LA COIPA, SAN IGNACIO, CAJAMARCA			DIA Y FECHA	MIERCOLES 15	03	2023
DIA	3						

HORA	SENTI DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3
DIAGRA. VEH.																
00-01	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-02	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-03	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03-04	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-05	E	1	9	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05-06	E	2	12	12	0	6	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0

	S	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06-07	E	5	10	8	0	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07-08	E	2	2	9	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08-09	E	1	2	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09-10	E	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	E	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	6	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	6	13	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
16-17	E	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	12	8	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
17-18	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	S	6	9	20	0	6	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
18-19	E	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	S	2	3	5	0	9	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
19-20	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-21	E	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	S	2	1	2	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
21-22	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL:		34	83	94	0	45	0	0	0	22	2	0	0	0	0	0

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		CRUCE EL LIMON - LA COIPA						ESTACION (KM)			05+000						
SENTIDO		<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> E ← S → </div>						CODIGO DE LA ESTACION			EC - 01						
UBICACIÓN		LA COIPA, SAN IGNACIO, CAJAMARCA						DIA Y FECHA		JUEVES 16		03		2023			
DIA		4															
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	
DIAGRA. VEH.																	
00-01	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
01-02	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
02-03	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
03-04	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
04-05	E	2	6	5	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

05-06	E	7	16	18	0	9	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
	S	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06-07	E	3	10	12	0	3	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07-08	E	2	3	4	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	S	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08-09	E	0	2	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09-10	E	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	E	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0		0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	E	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	E	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	2	16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	16	9	0	5	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0

17-18	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	6	12	13	0	6	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
18-19	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	8	3	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
19-20	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	1	2	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
20-21	E	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	2	3	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
21-22	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
22-23	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL:		34	88	97	0	38	0	0	0	26	2	0	0	0	0	0











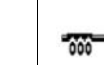




FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		CRUCE EL LIMON - LA COIPA						ESTACION (KM)		05+000							
SENTIDO		<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> E ← → S </div>						CODIGO DE LA ESTACION		EC - 01							
UBICACIÓN		LA COIPA, SAN IGNACIO, CAJAMARCA						DIA Y FECHA		VIERNES 17		03 2023					
DIA 5																	
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	
DIAGRA. VEH.																	
00-01	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
01-02	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
02-03	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
03-04	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
04-05	E	2	8	12	0	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

05-06	E	4	14	18	0	10	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0
	S	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06-07	E	3	8	10	0	4	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0
	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07-08	E	2	2	1	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	S	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08-09	E	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09-10	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	E	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	E	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	E	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	E	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	E	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	8	10	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
16-17	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	9	15	0	6	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0

17-18	E	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	7	7	10	0	2	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
18-19	E	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	7	4	0	2	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0
19-20	E	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	S	1	3	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
20-21	E	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	3	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
21-22	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL:		34	86	102	0	48	0	0	0	35	3	0	0	0	0	0

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		CRUCE EL LIMON - LA COIPA							ESTACION (KM)		05+000						
SENTIDO					E ←				S →		CODIGO DE LA ESTACION		EC - 01				
UBICACIÓN		LA COIPA, SAN IGNACIO, CAJAMARCA							DIA Y FECHA		SABADO 18		03		2023		
DIA		6															
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	
DIAGRA. VEH.																	
00-01	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
01-02	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
02-03	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
03-04	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
04-05	E	2	12	10	0	5	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

05-06	E	6	10	14	0	8	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0
	S	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06-07	E	2	8	10	0	5	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0
	S	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07-08	E	4	9	8	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08-09	E	0	2	4	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09-10	E	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-11	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-12	E	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	E	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14-15	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	6	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	4	8	14	0	5	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0

17-18	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	6	8	6	0	4	0	0	0	7	1	0	0	0	0	0
18-19	E	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	5	6	0	5	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
19-20	E	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	S	1	5	2	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
20-21	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	3	1	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
21-22	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23-24	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL:		38	89	103	0	45	0	0	0	35	3	0	0	0	0	0

FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA		CRUCE EL LIMON - LA COIPA						ESTACION (KM)		05+000							
SENTIDO								CODIGO DE LA ESTACION		EC - 01							
UBICACIÓN		LA COIPA, SAN IGNACIO, CAJAMARCA						DIA Y FECHA		DOMINGO 19		03 2023					
DIA 7																	
HOR A	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	
DIAGRA. VEH.																	
00-01	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01-02	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02-03	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03-04	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-05	E	5	12	8	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

05-06	E	4	11	10	0	6	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0
	S	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06-07	E	2	8	9	0	5	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0
	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07-08	E	1	9	10	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	S	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08-09	E	1	4	4	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	S	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09-10	E	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
10-11	E	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
11-12	E	1	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	S	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-13	E	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-14	E	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
14-15	E	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-16	E	3	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	S	0	4	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	1	9	12	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

17-18	E	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	2	11	11	0	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
18-19	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	7	2	0	5	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
19-20	E	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	3	6	2	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
20-21	E	1	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	S	2	5	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
21-22	E	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	S	1	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22-23	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	2	1	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0
23-24	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL:		40	101	109	0	48	0	0	0	36	3	0	0	0	0	0

ANEXOS (C)

HOJA DE REGISTRO DE DATOS

ANEXOS (D)

REGISTRO FOTOGRÁFICO

A continuación se presenta fotografías de las fallas encontradas en el tramo estudiado:

Fotografía 01. Toma de medidas de calzada, berma y cunetas del tramo en estudio.



Fotografía 02,03. Falla tipo abultamientos y hundimientos.





Fotografía 04. Falla tipo Ahuellamiento. Se presenta con gran incidencia a lo largo del tramo estudiado.



Fotografía 05. Falla tipo baches.

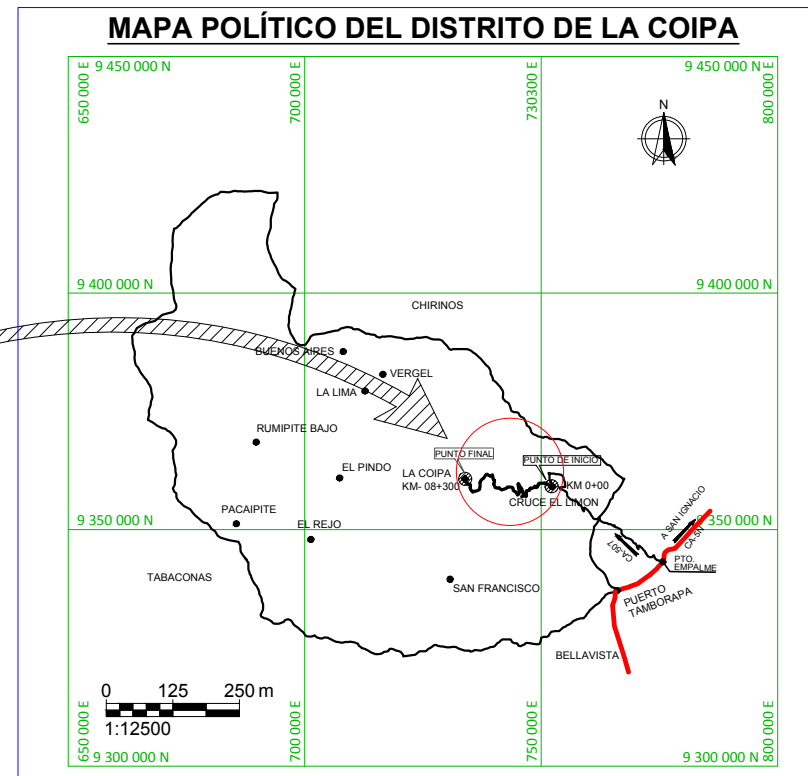
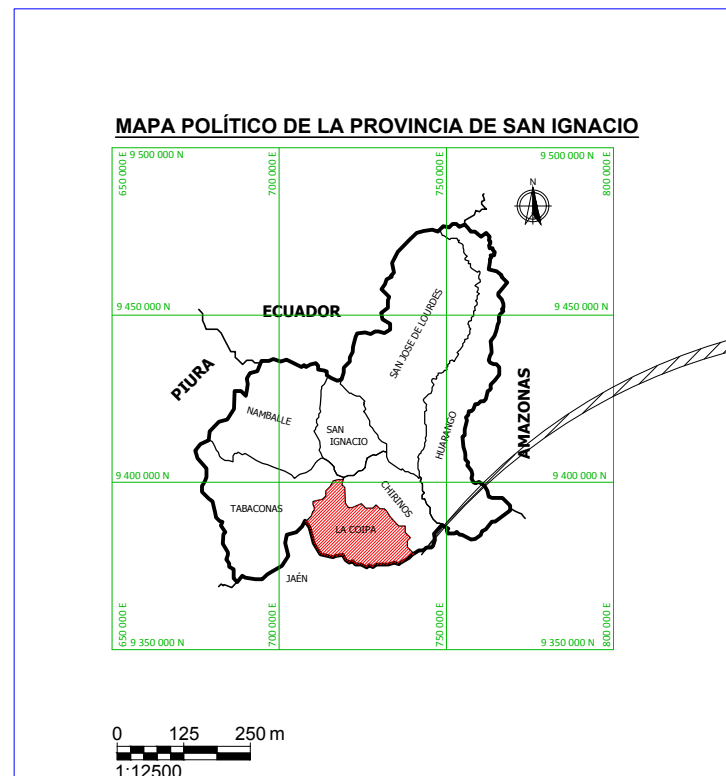
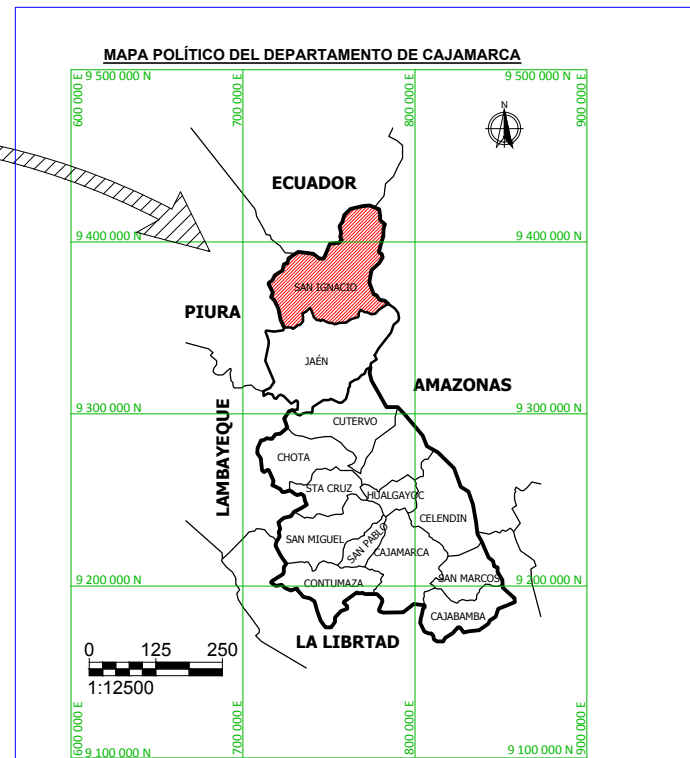
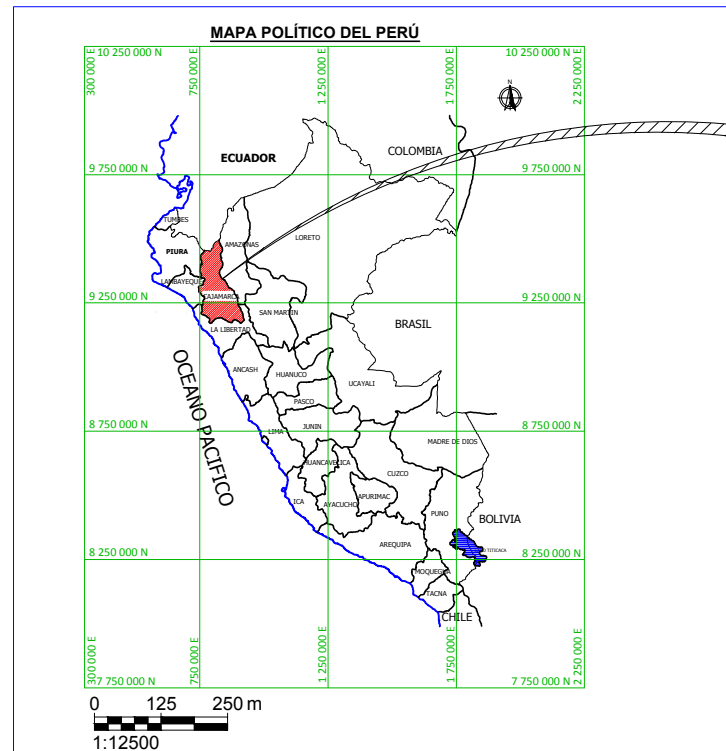


Fotografía 06. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados.



ANEXOS (E)

PLANOS



LEYENDA

DESCRIP.	SIMB.
CAPITAL C. POBLADO	●
CAPITAL DISTRITAL	◆
RED VIAL VECINAL	~~~~~
RED VIAL NACIONAL	— — — — —
RÍOS	— (blue)

CUADRO DE COORDENADAS – ZONA 17

PUNTO	COORDENADAS UTM WGS84		COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	NORTE (m)	ESTE (m)	LATITUD	LONGITUD
INICIO	9403211.42	735784.35	05° 23' 43.63"	-78° 52' 19.87"
FIN	9403355.16	732088.23	05° 23' 389.36"	-78° 54' 21.53"



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA CONDICION DE LA CAPA DE RODADURA ASFALTICA DE LA CARRETERA CA-507:EMP.PE-5N SAN IGNACIO-RUMIPITE,CRUCE EL LIMON LA COIPA"

ASESOR:
M en I. Ing. JOSE B. TORRES TAFUR

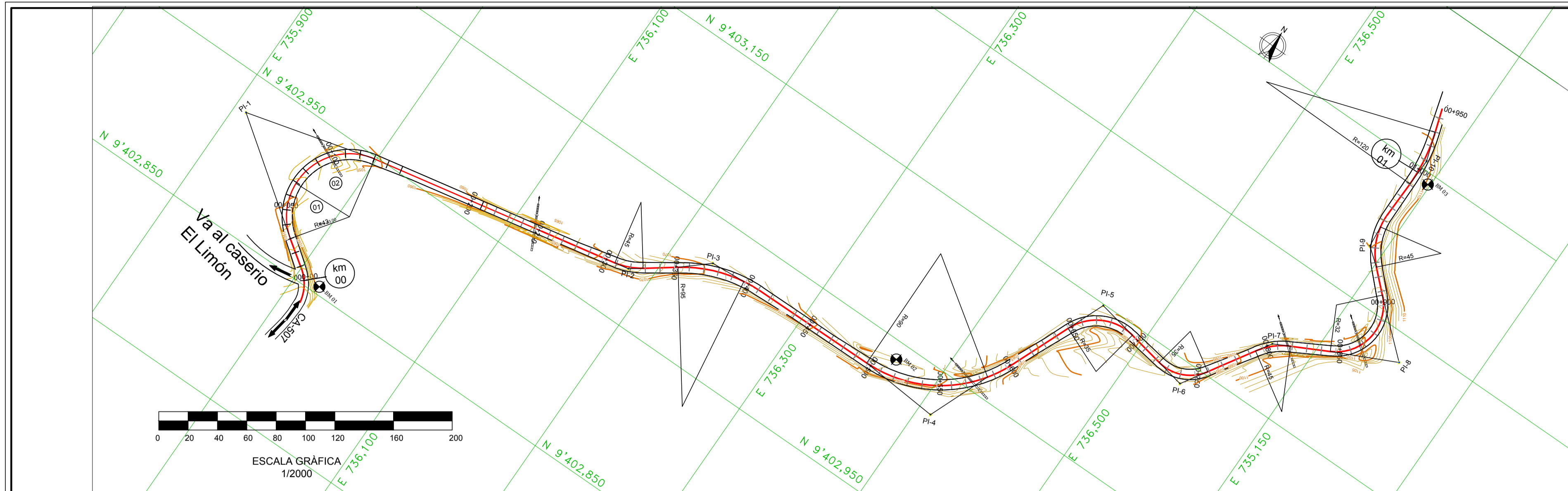
TESISTA:
Bach. CARLOS YAJAHUANCA BUSTAMANTE

PLANO:
UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

ESCALA: INDICADA
FECHA: NOVIEMBRE 2023

LAMINA N°

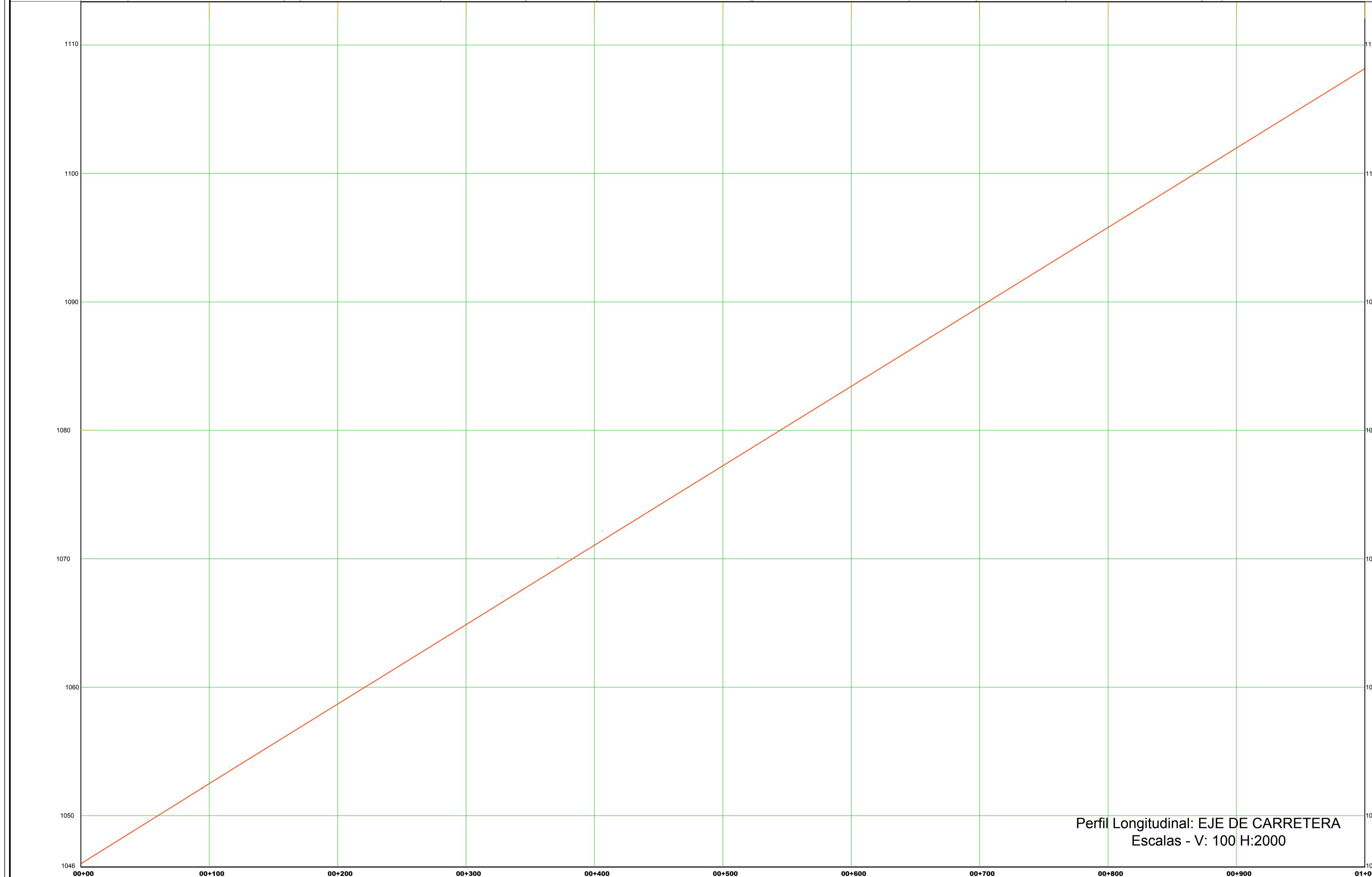
UL-01



LEYENDA

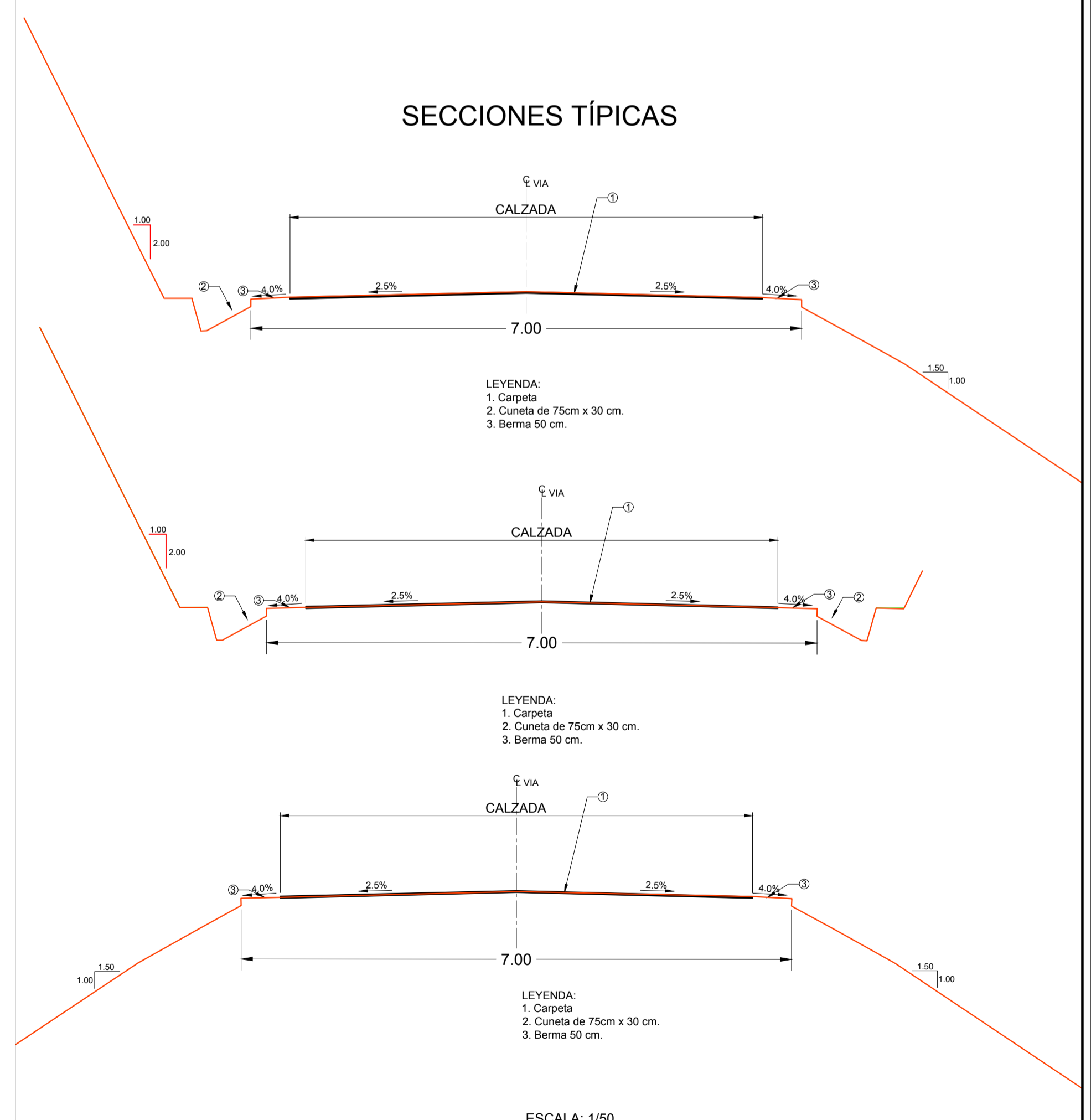
CODIGO	DESCRIPCIÓN
(KM)	KILÓMETRO
BM	BENCHMARK
—+—+—+—	ALCANTARILLA
⤵	CURVA DE NIVEL

**DATOS: SISTEMA DE PROYECCION UTM
HEMISFERIO SUR
ZONA 17M - PERU
DATUM: WGS 84**



**Perfil Longitudinal: EJE DE CARRETERA
Escala - V: 100 H:2000**

SECCIONES TÍPICAS



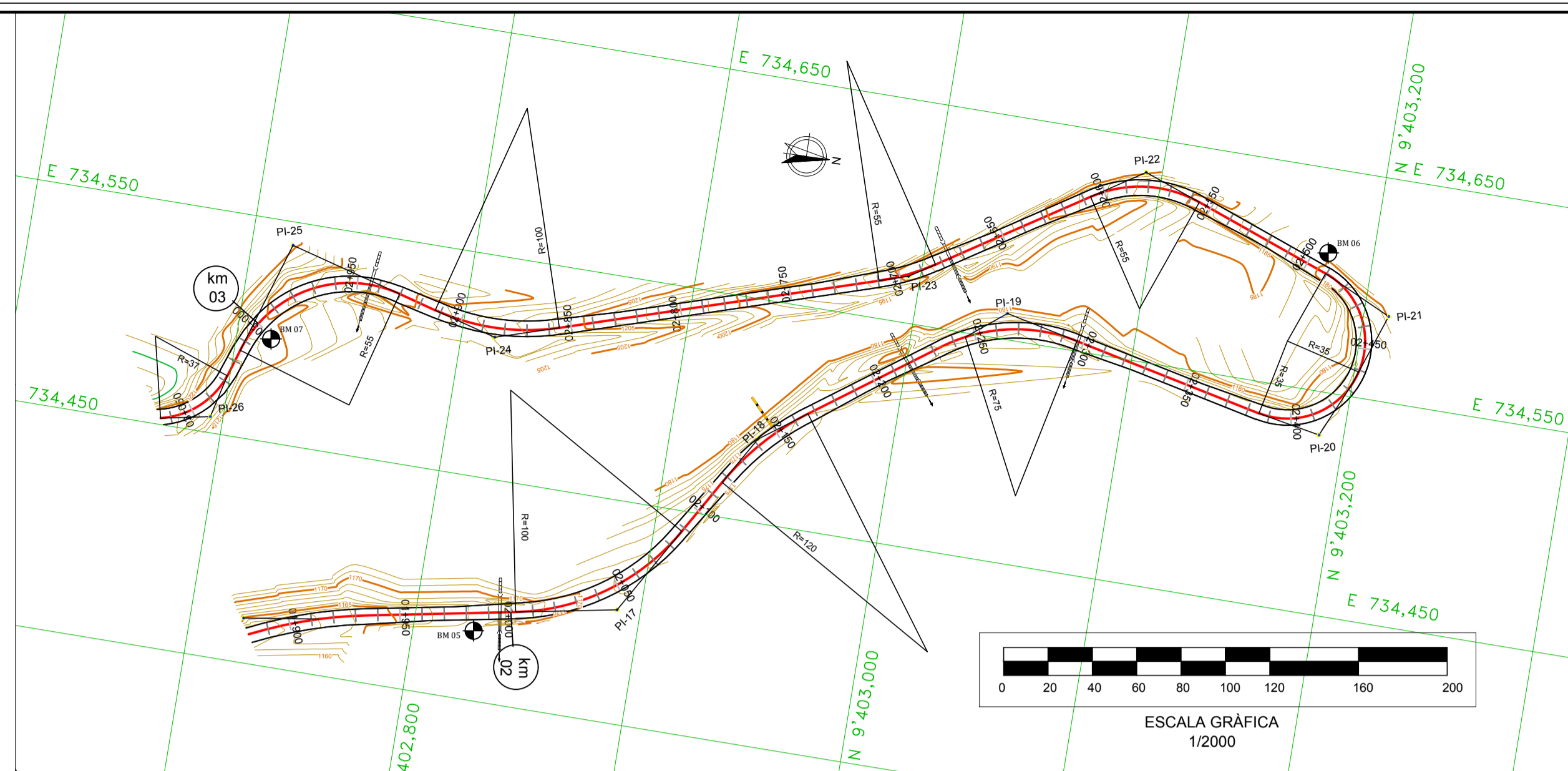
LEYENDA:
1. Carpeta
2. Cuneta de 75cm x 30 cm.
3. Berma 50 cm.

LEYENDA:
1. Carpeta
2. Cuneta de 75cm x 30 cm.
3. Berma 50 cm.

LEYENDA:
1. Carpeta
2. Cuneta de 75cm x 30 cm.
3. Berma 50 cm.

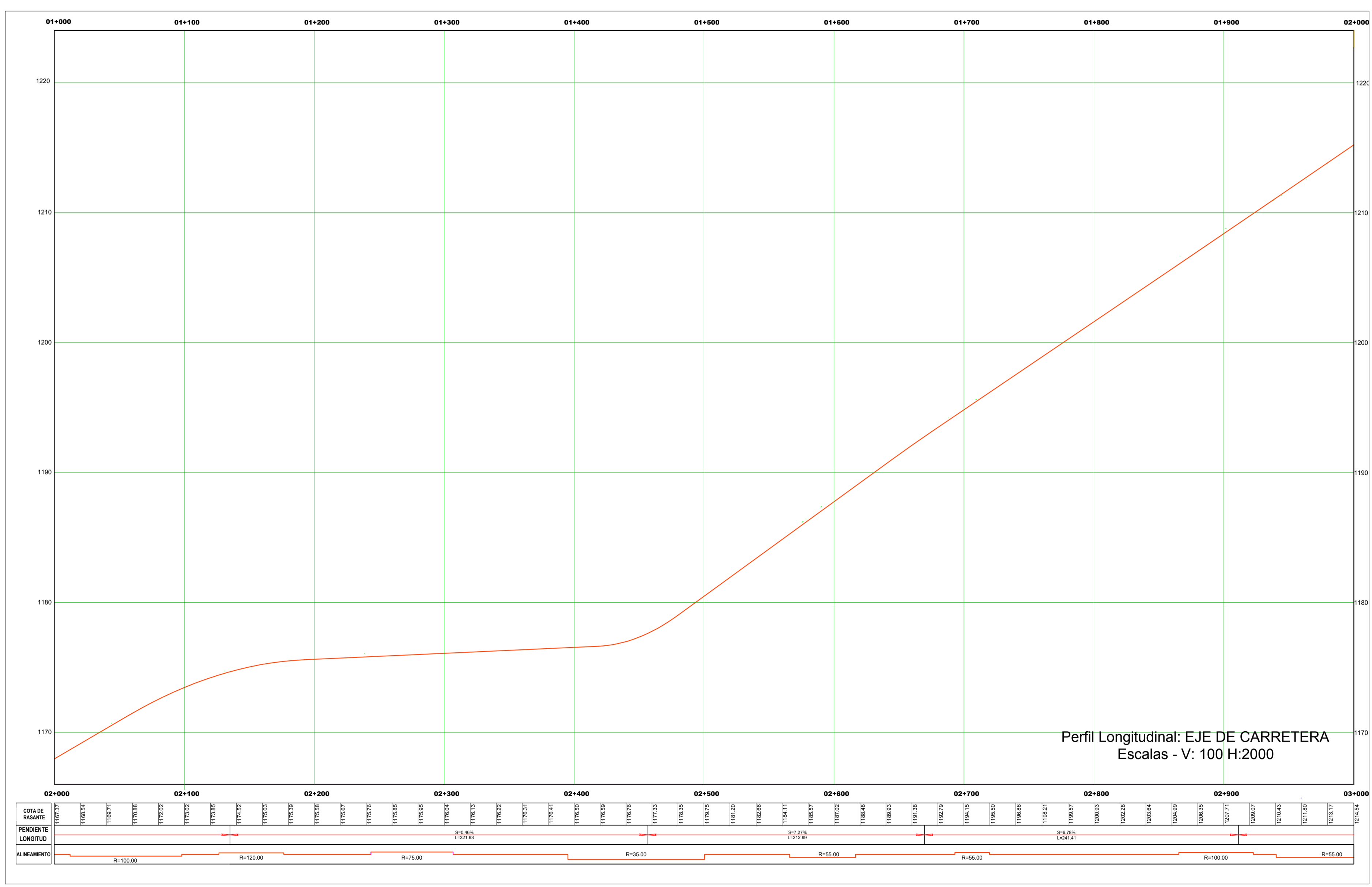
ESCALA: 1/50

ESTACION	ALINEAMIENTO
00+00	R=45.00
00+100	R=45.00
00+200	R=45.00
00+300	R=45.00
00+400	R=45.00
00+500	R=45.00
00+600	R=45.00
00+700	R=35.00
00+800	R=45.00
00+900	R=32.00
01+000	R=45.00

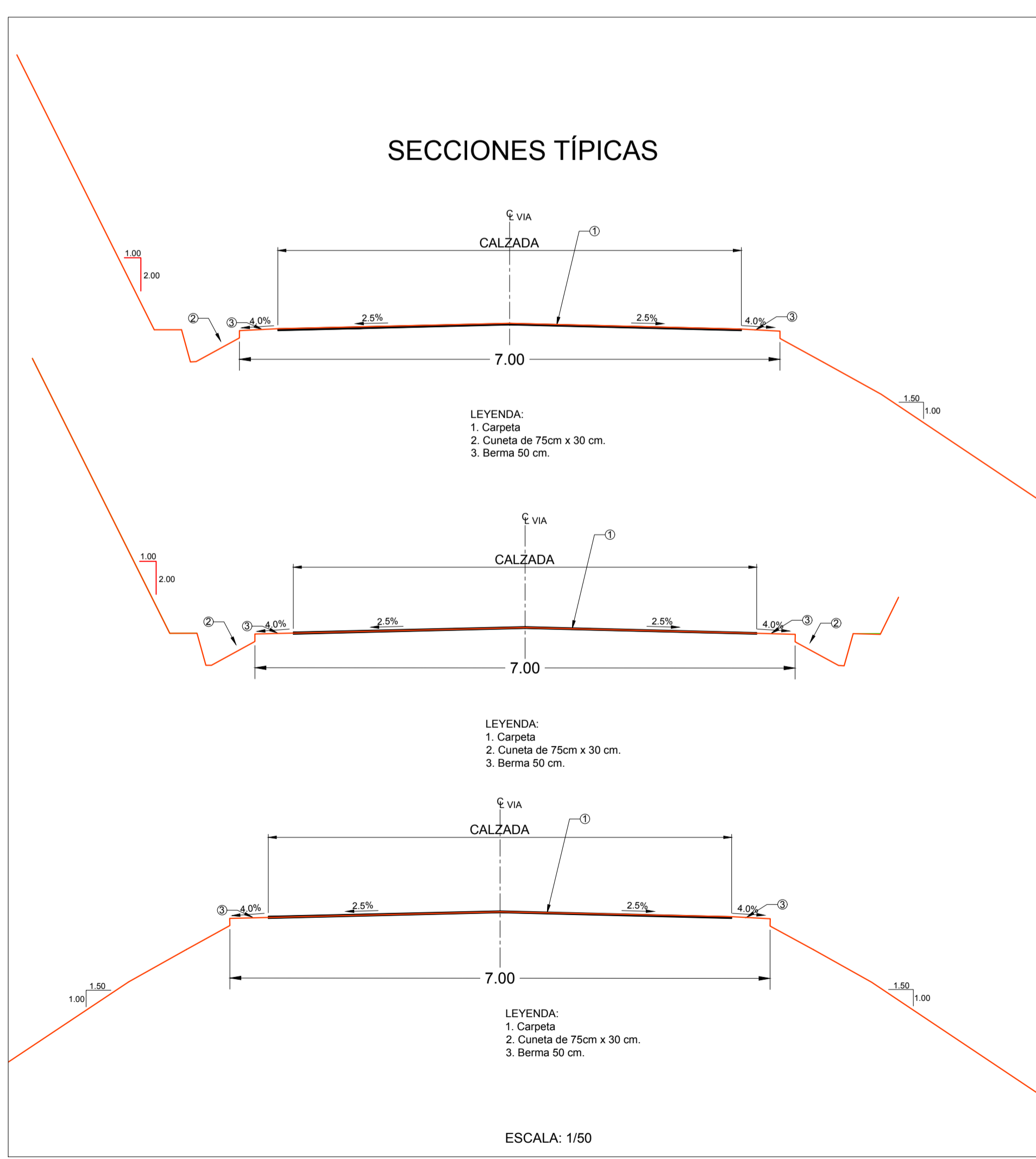


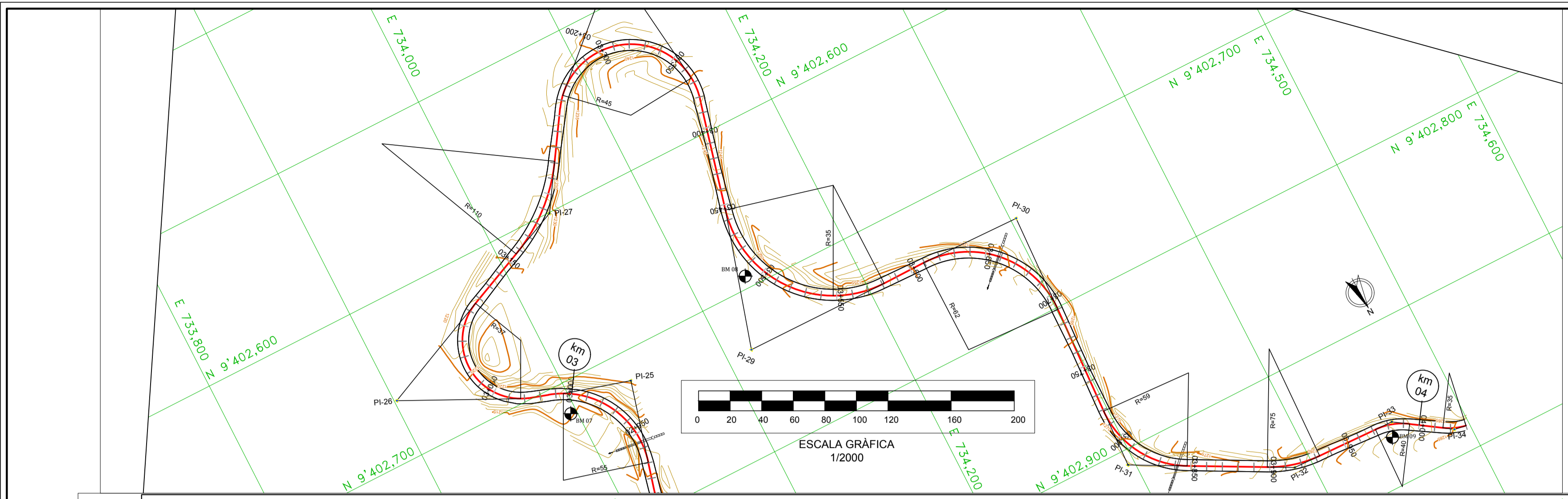
LEYENDA	
CODIGO	DESCRIPCIÓN
(KM)	KILÓMETRO
BM	BENCHMARK
	ALCANTARILLA
	CURVA DE NIVEL

DATOS: SISTEMA DE PROYECCION UTM
HEMISFERIO SUR
ZONA 17M - PERU
DATUM: WGS 84



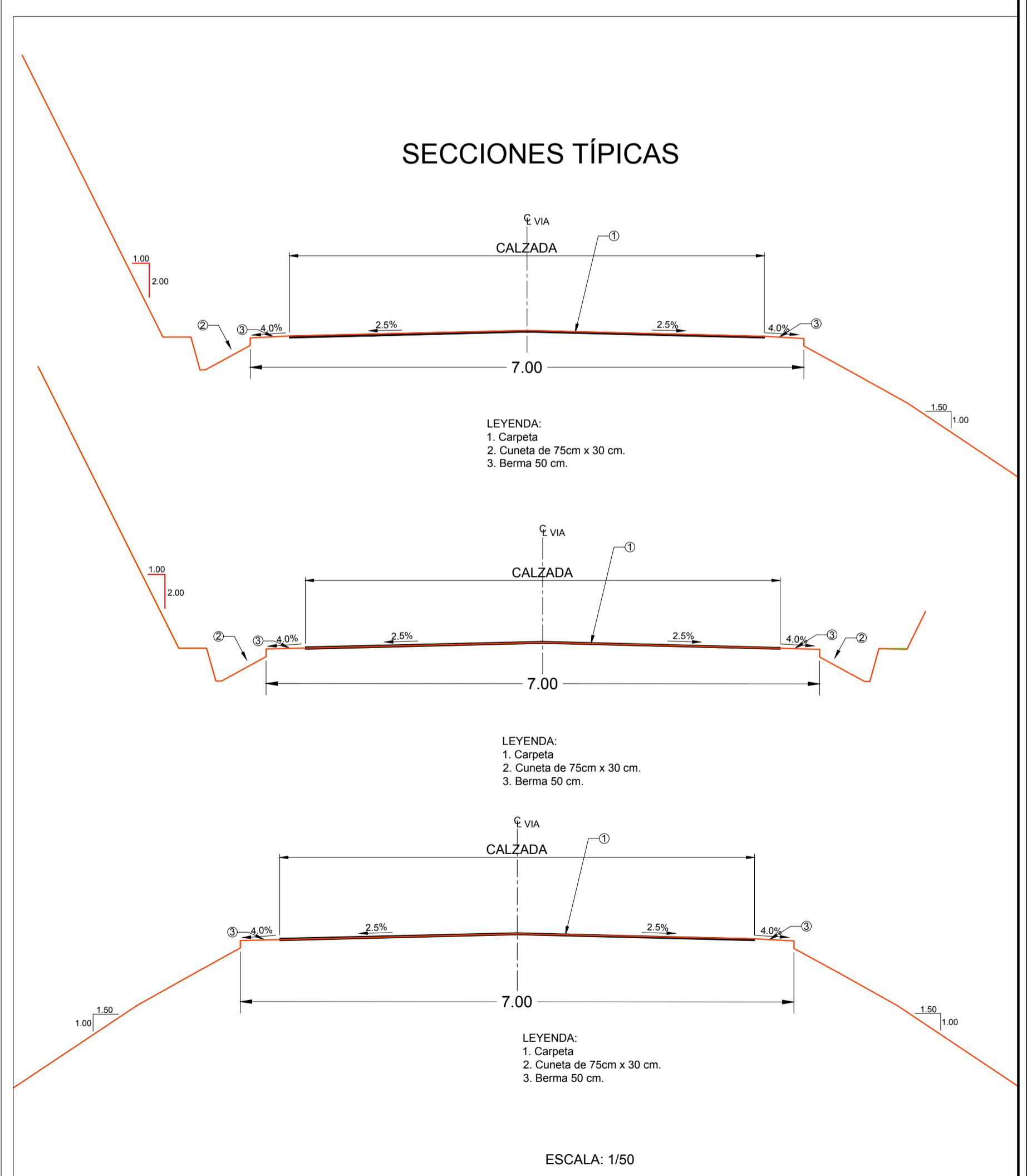
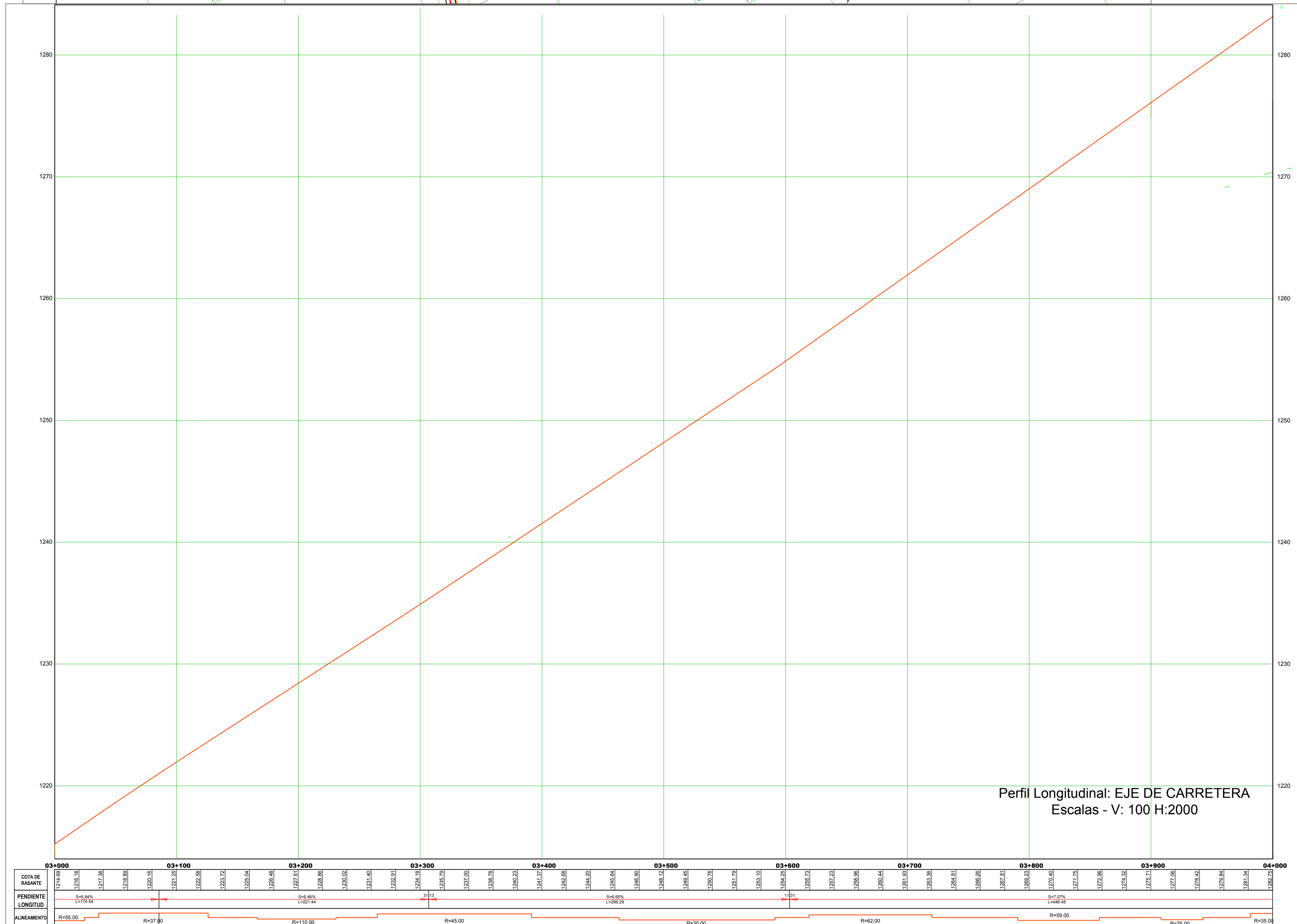
Perfil Longitudinal: EJE DE CARRETERA
Escalas - V: 100 H:2000

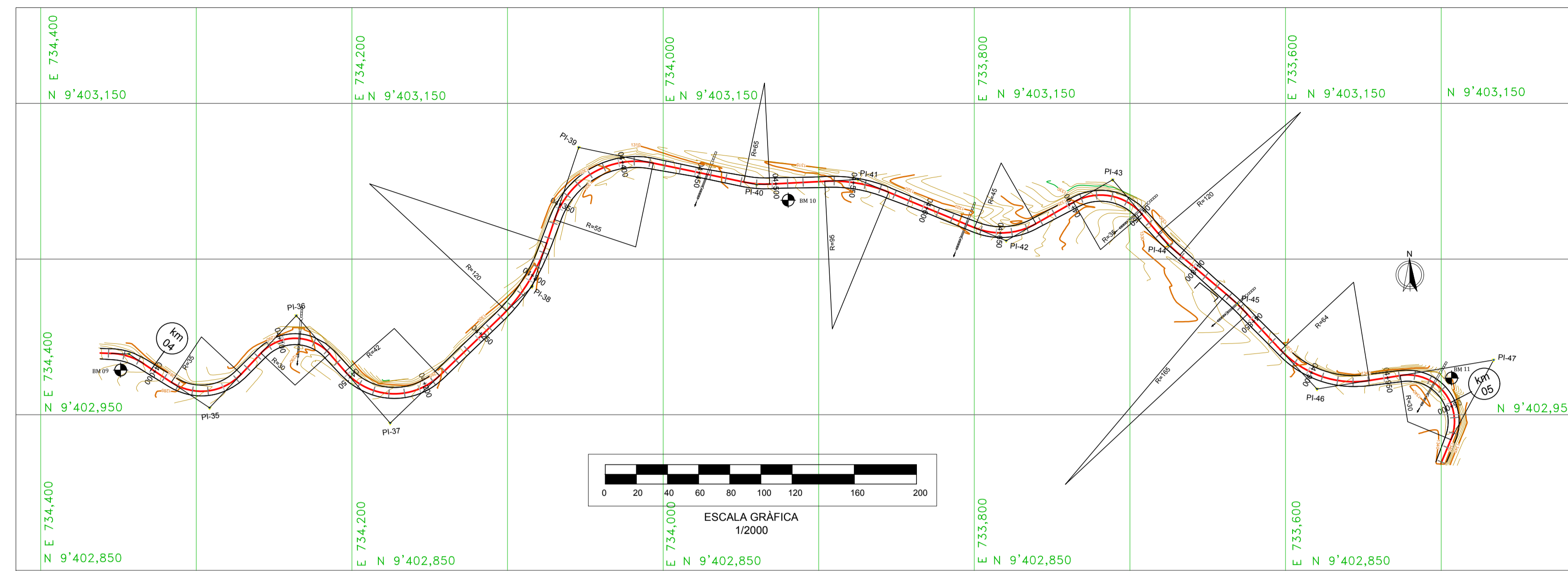




LEYENDA	
CODIGO	DESCRIPCIÓN
(KM)	KILÓMETRO
BM	BENCHMARK
	ALCANTARILLA
	CURVA DE NIVEL

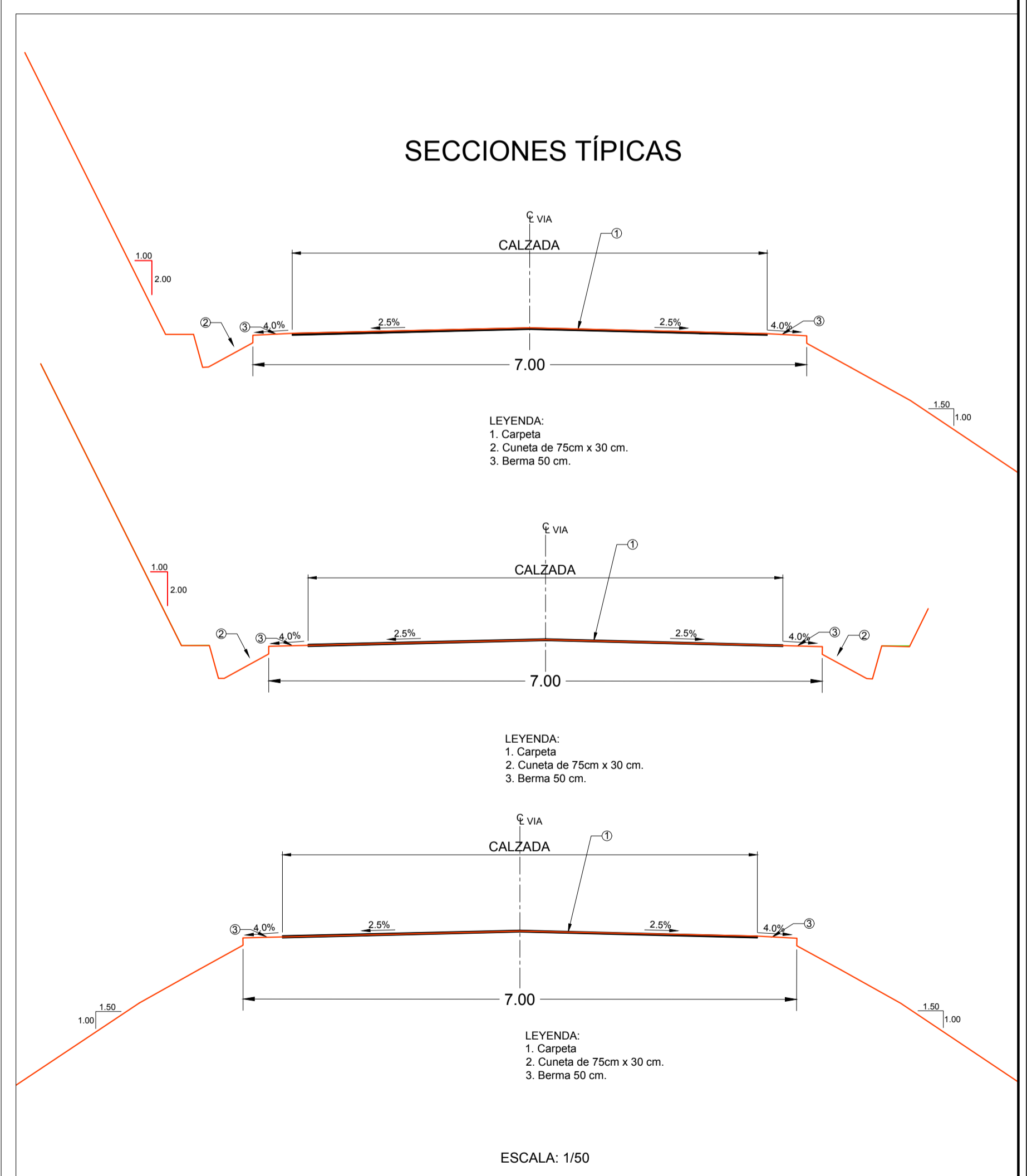
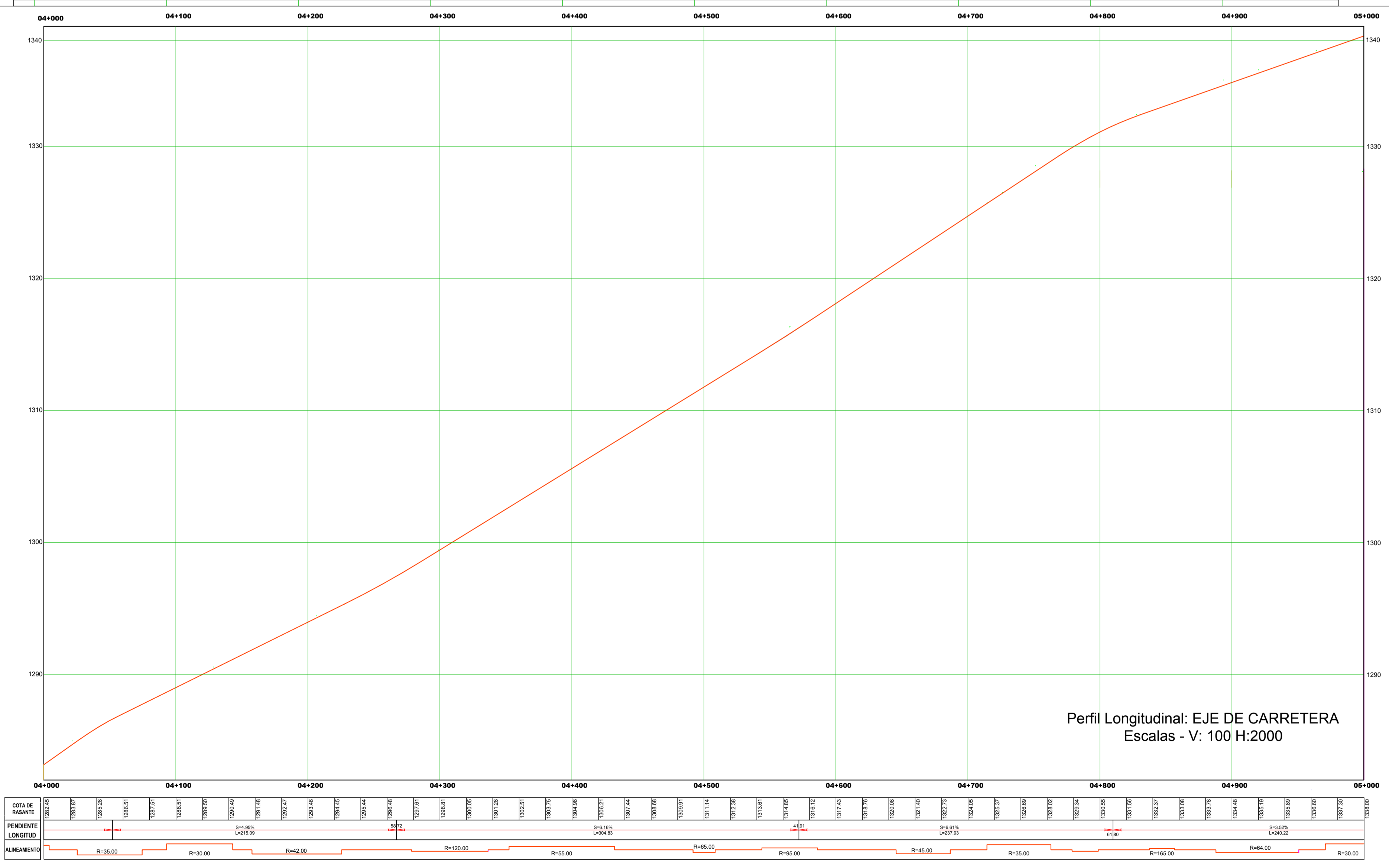
DATOS: SISTEMA DE PROYECCION UTM
 HEMISFERIO SUR
 ZONA 17M - PERU
 DATUM: WGS 84

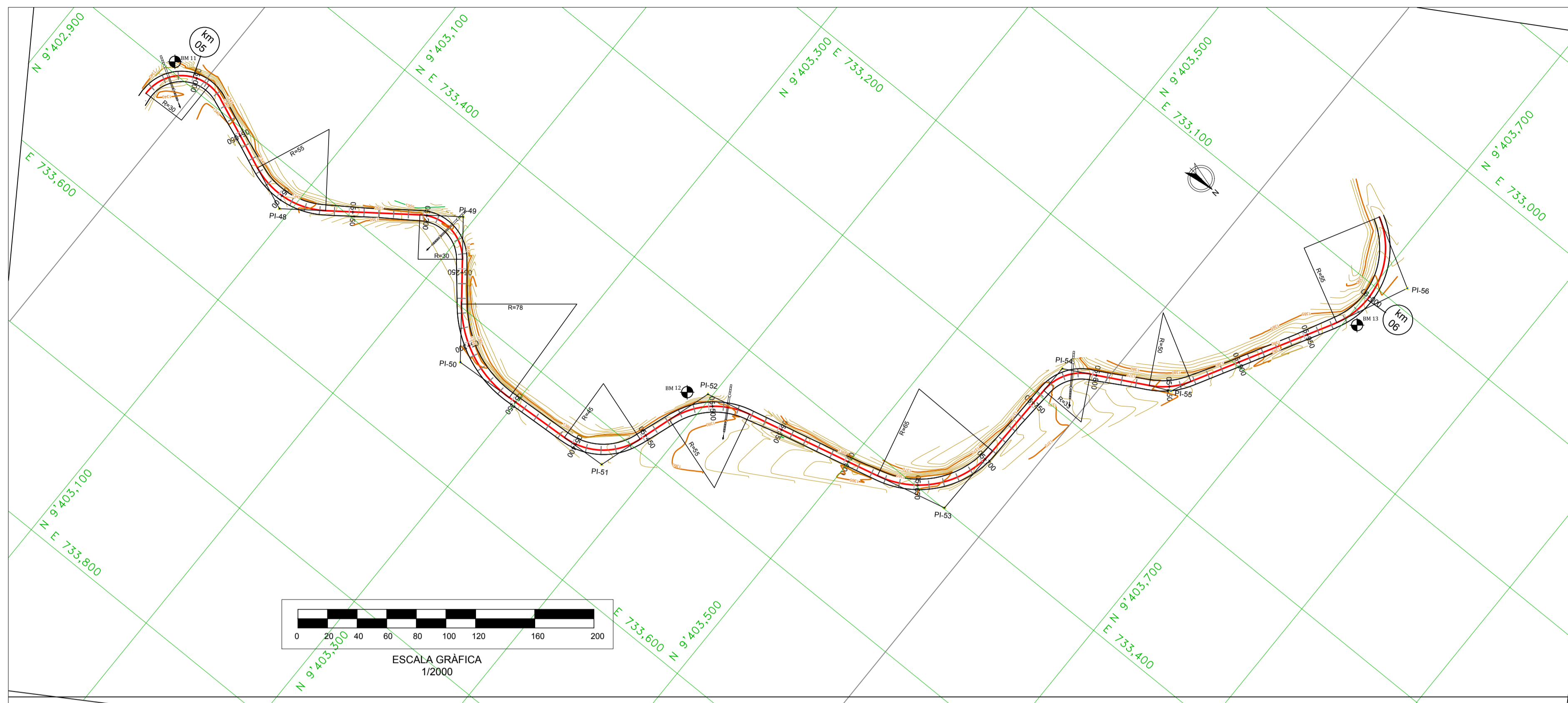




LEYENDA	
CODIGO	DESCRIPCIÓN
(KM)	KILÓMETRO
BM	BENCHMARK
	ALCANTARILLA
	CURVA DE NIVEL

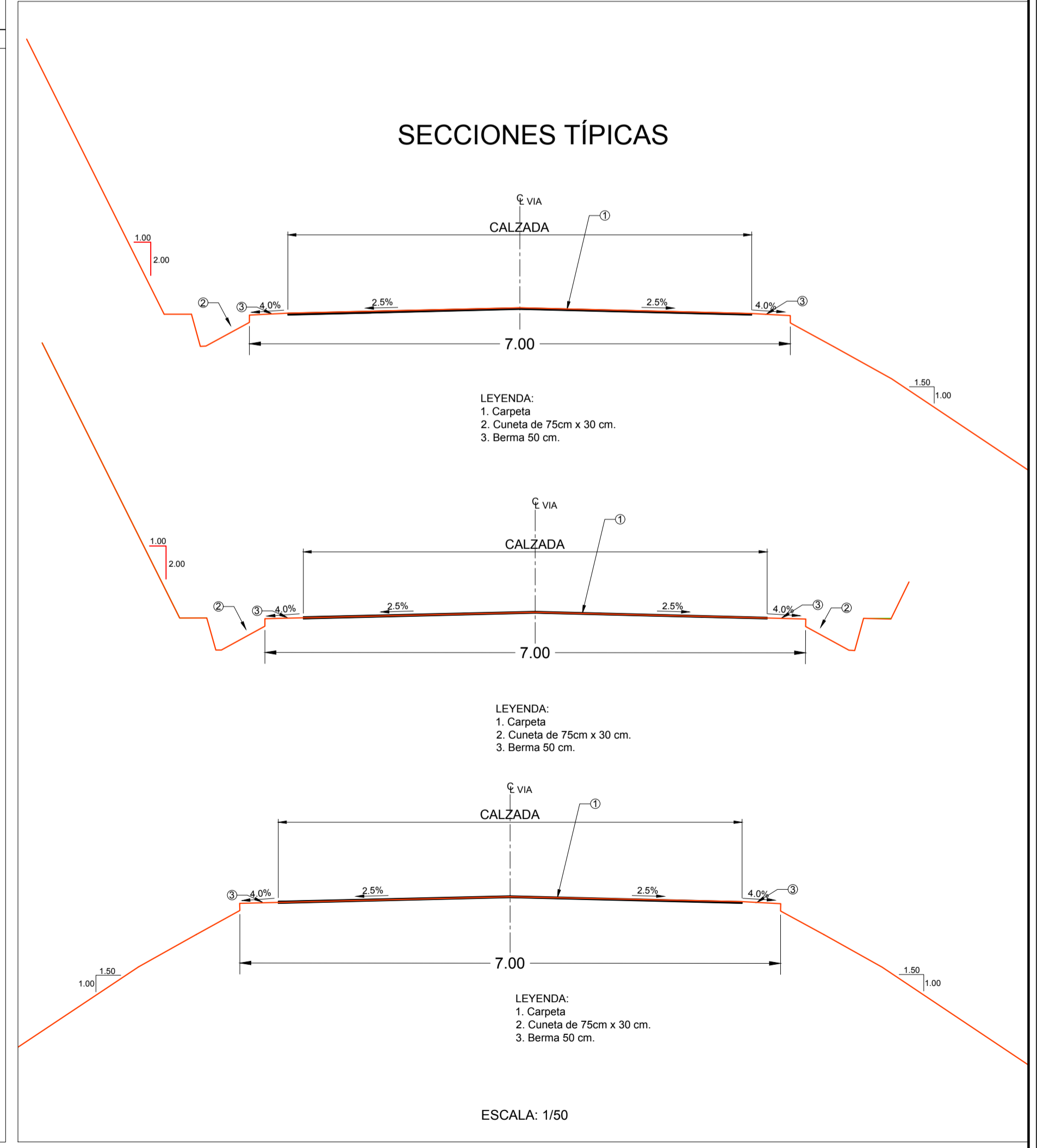
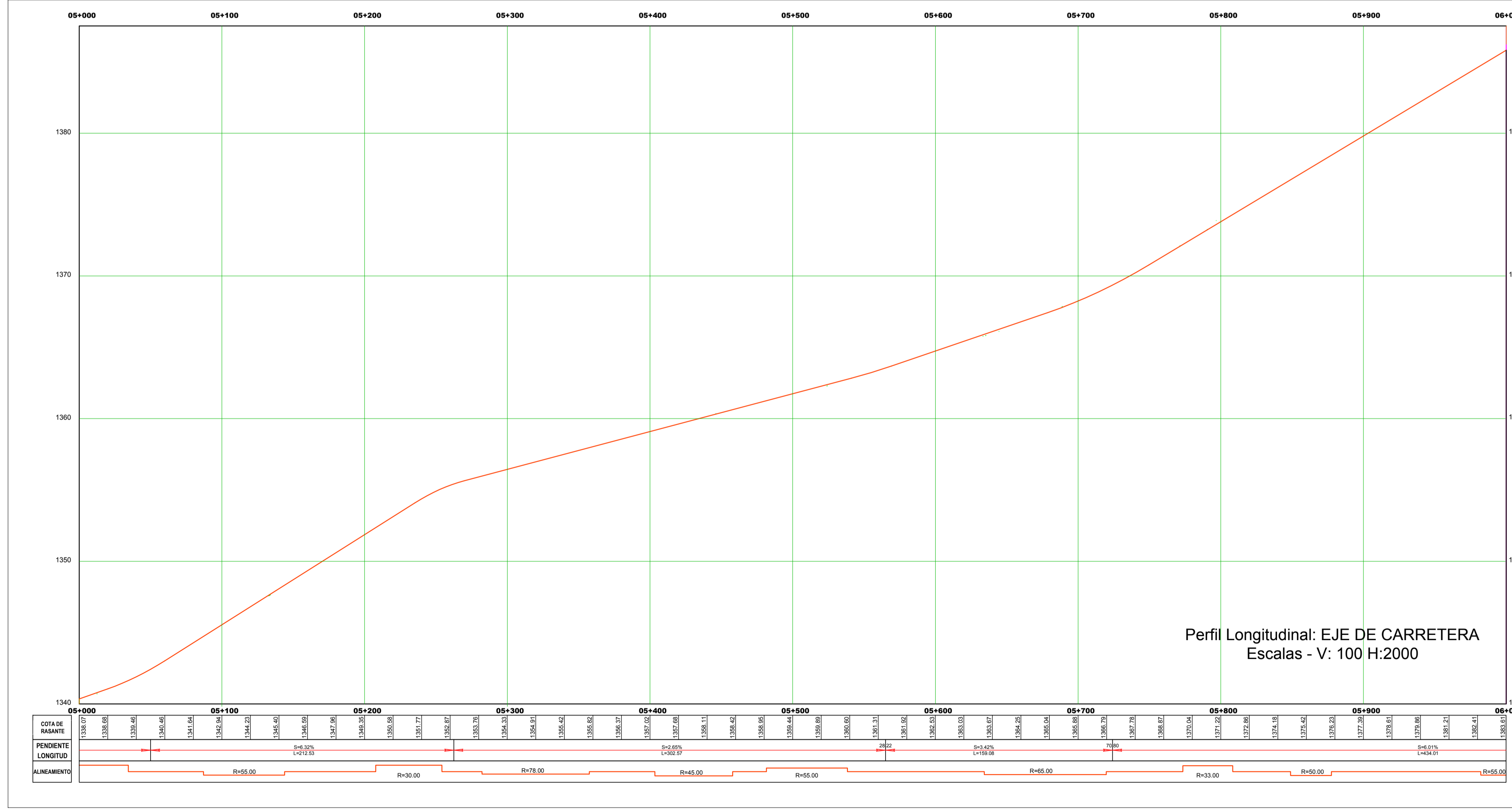
DATOS: SISTEMA DE PROYECCION UTM
 HEMISFERIO SUR
 ZONA 17M - PERU
 DATUM: WGS 84

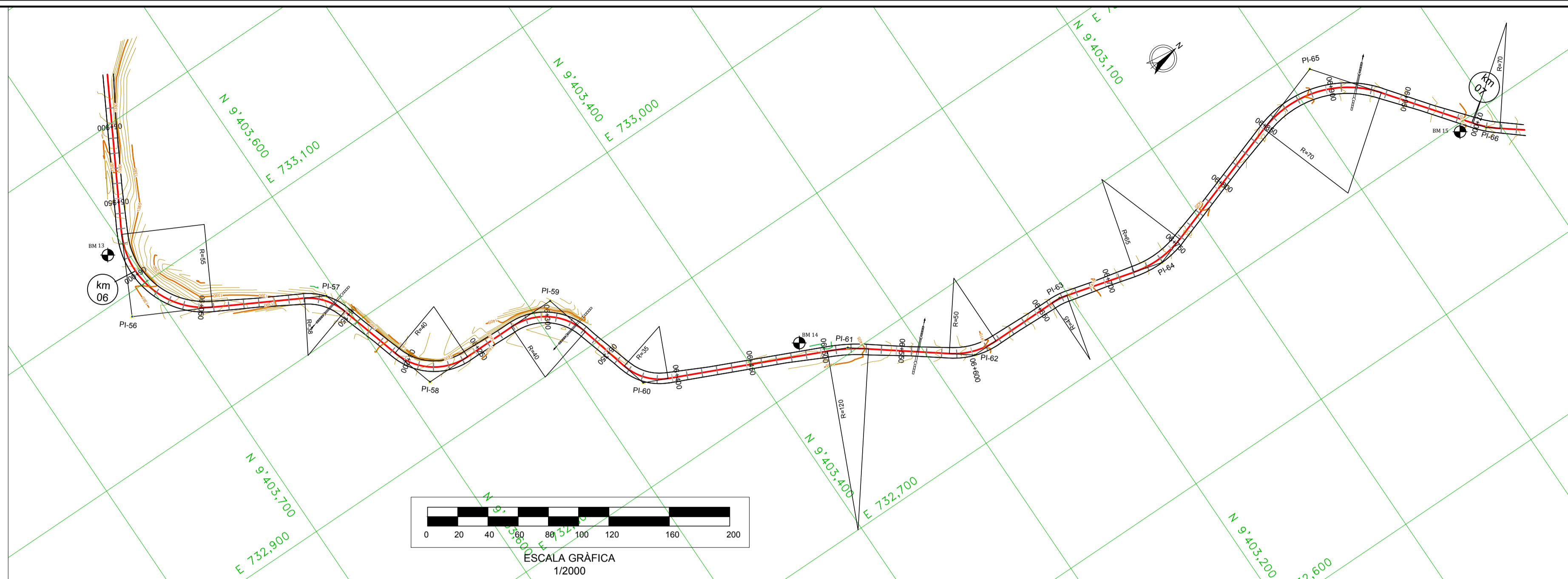




LEYENDA	
CODIGO	DESCRIPCIÓN
(KM)	KILÓMETRO
BM	BENCHMARK
	ALCANTARILLA
	CURVA DE NIVEL

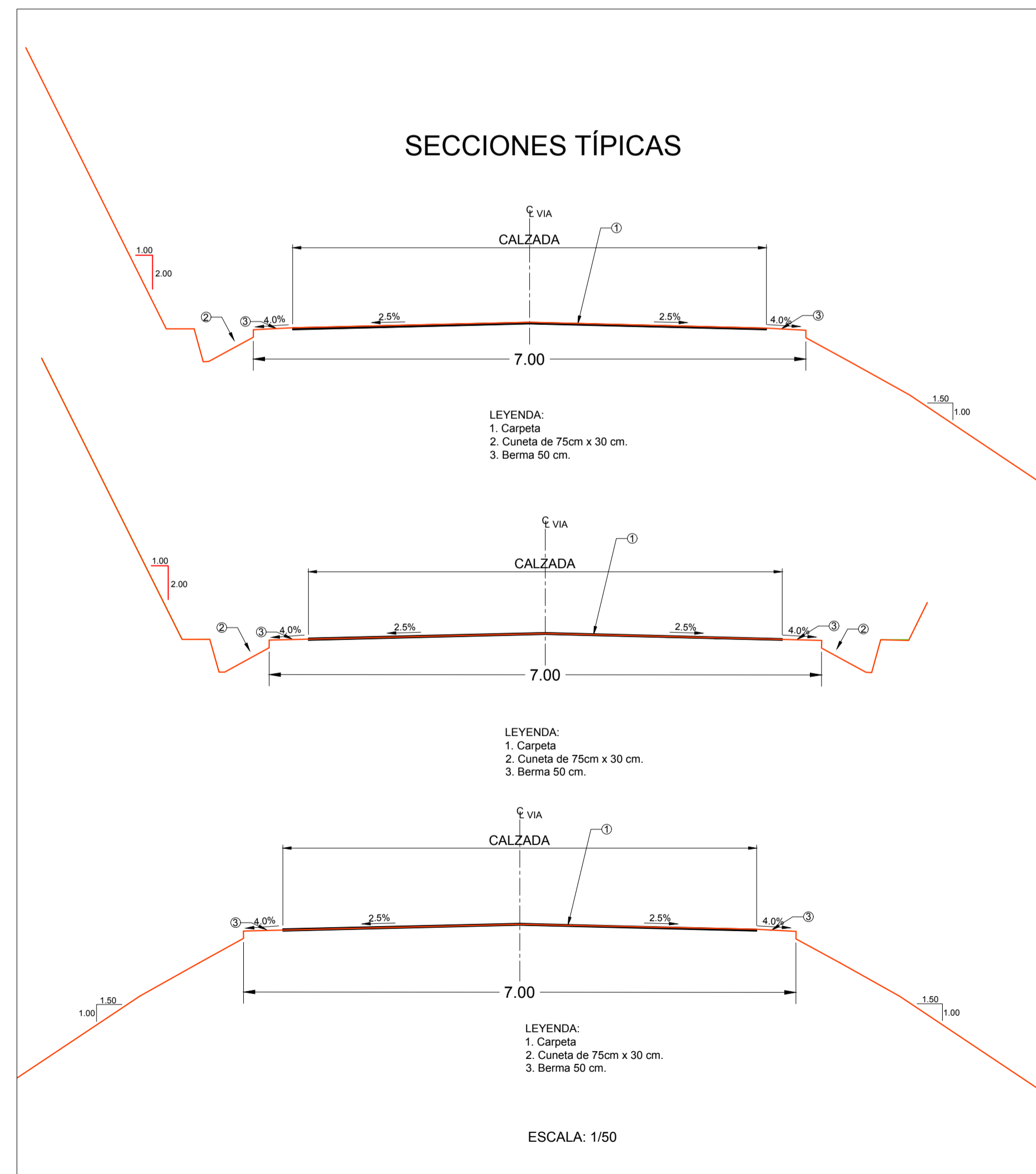
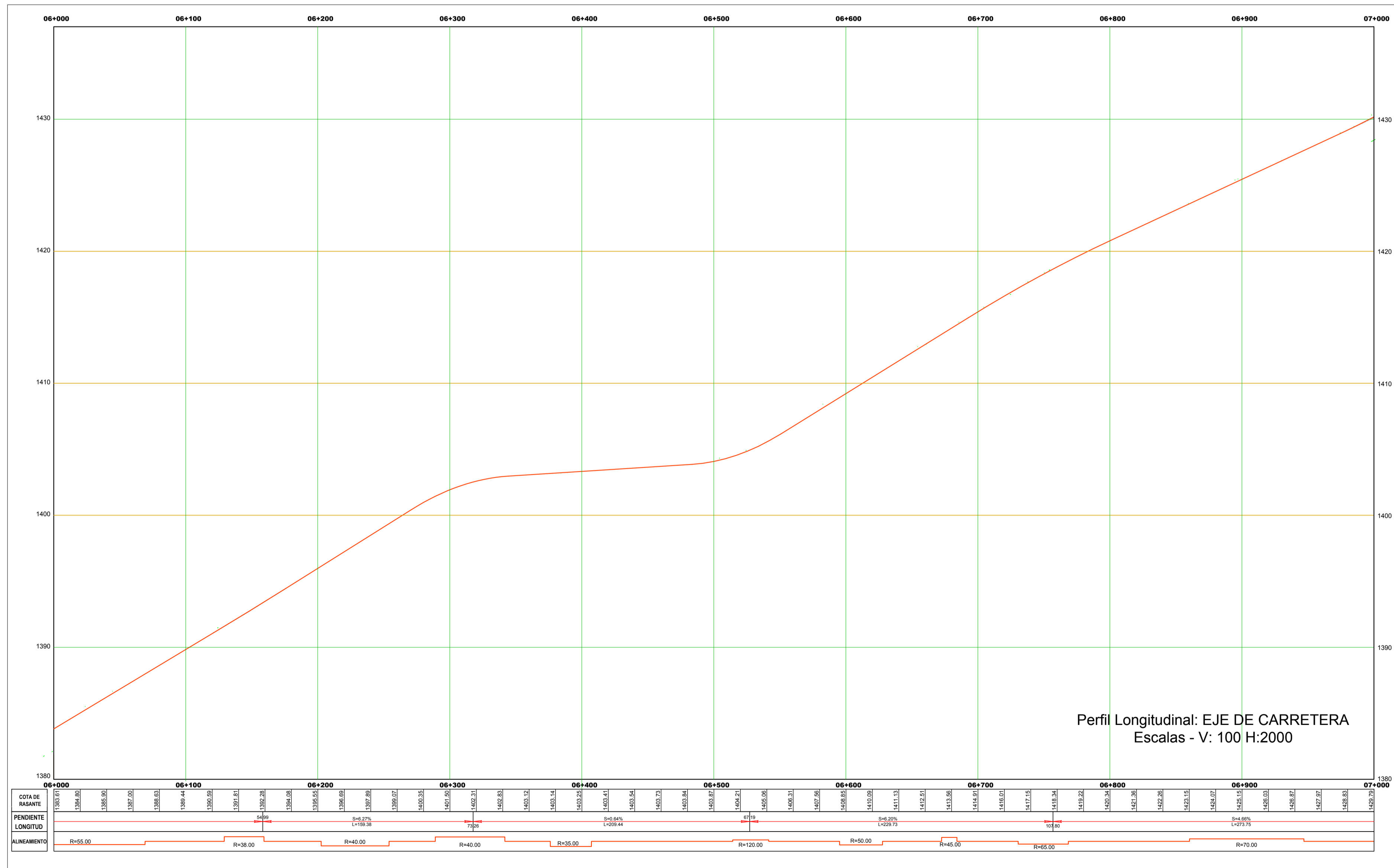
DATOS: SISTEMA DE PROYECCION UTM
HEMISFERIO SUR
ZONA 17M - PERU
DATUM: WGS 84



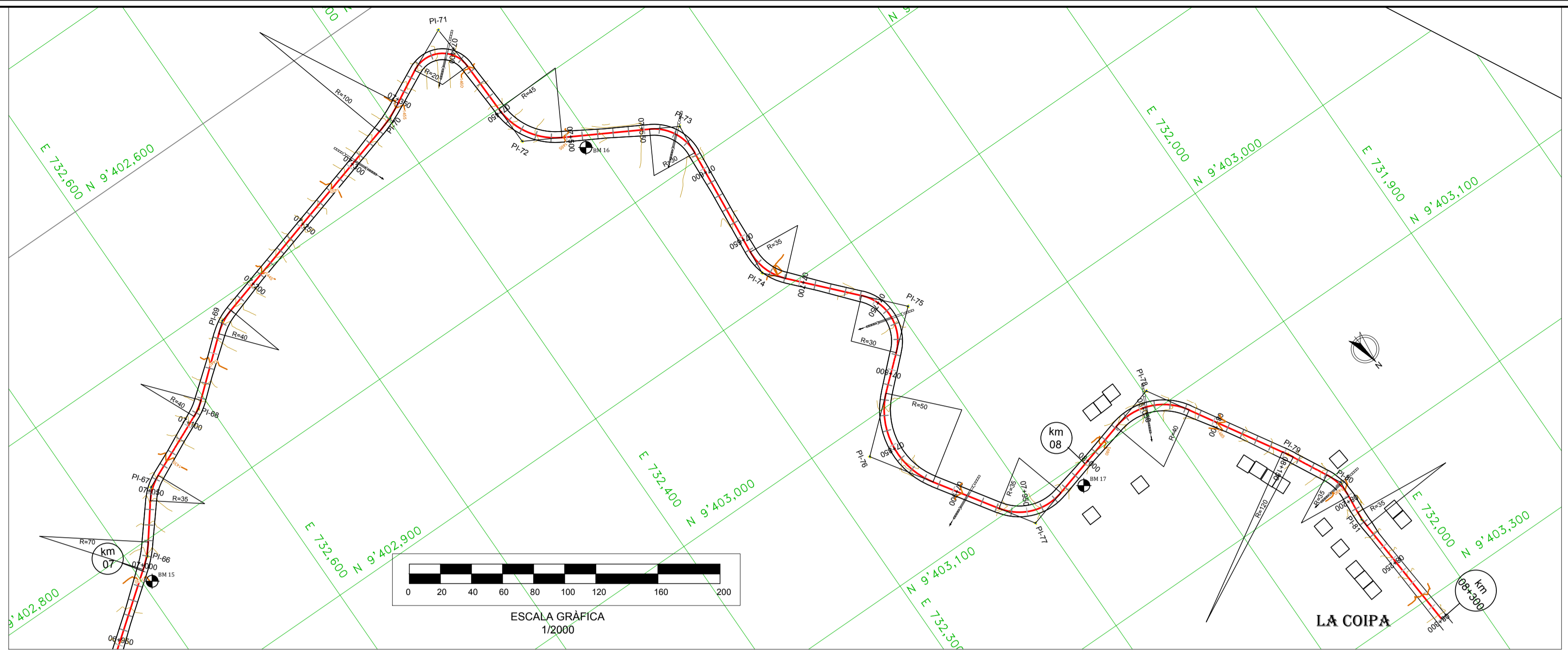


LEYENDA	
CODIGO	DESCRIPCIÓN
KM	KILÓMETRO
BM	BENCHMARK
	ALCANTARILLA
	CURVA DE NIVEL

DATOS: SISTEMA DE PROYECCION UTM
 HEMISFERIO SUR
 ZONA 17M - PERU
 DATUM: WGS 84

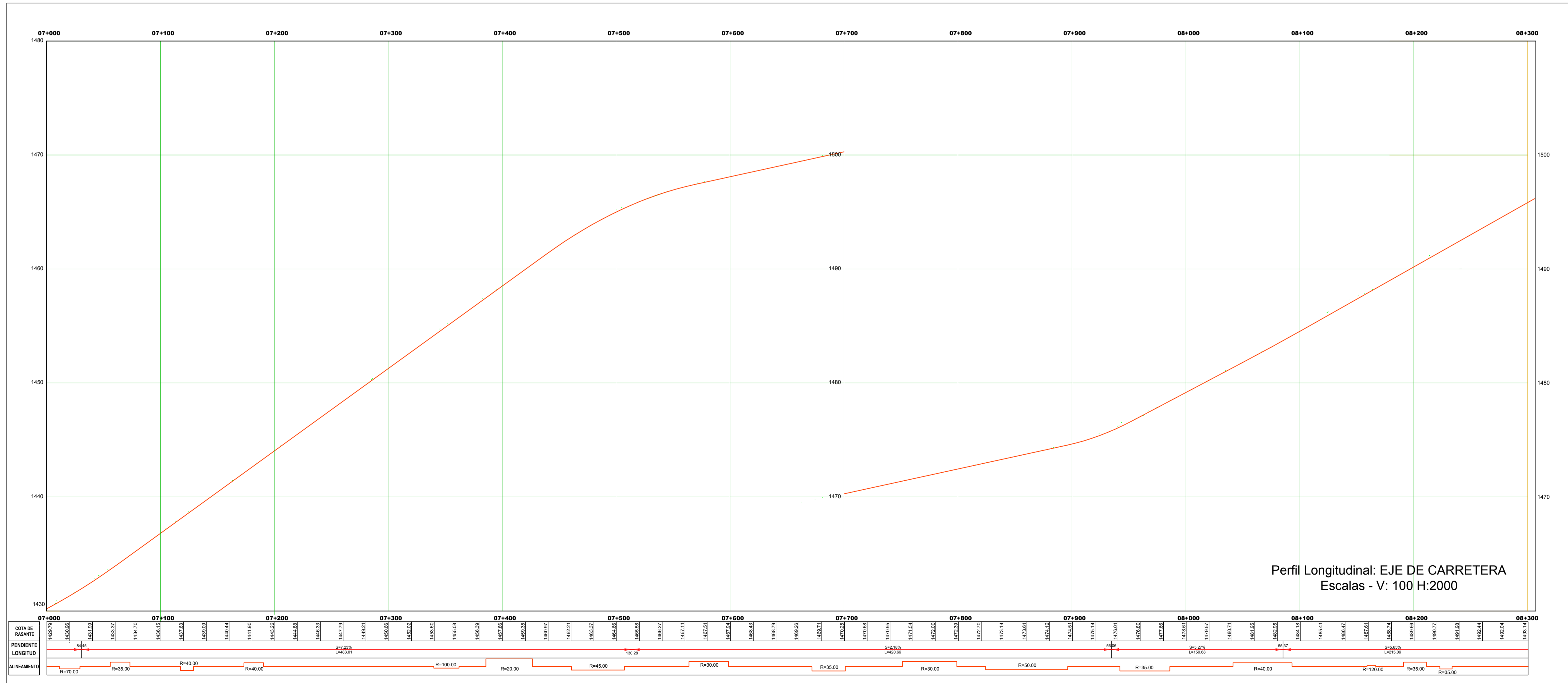


REVISIONES		DESCRIPCIÓN
N°	FECHA	

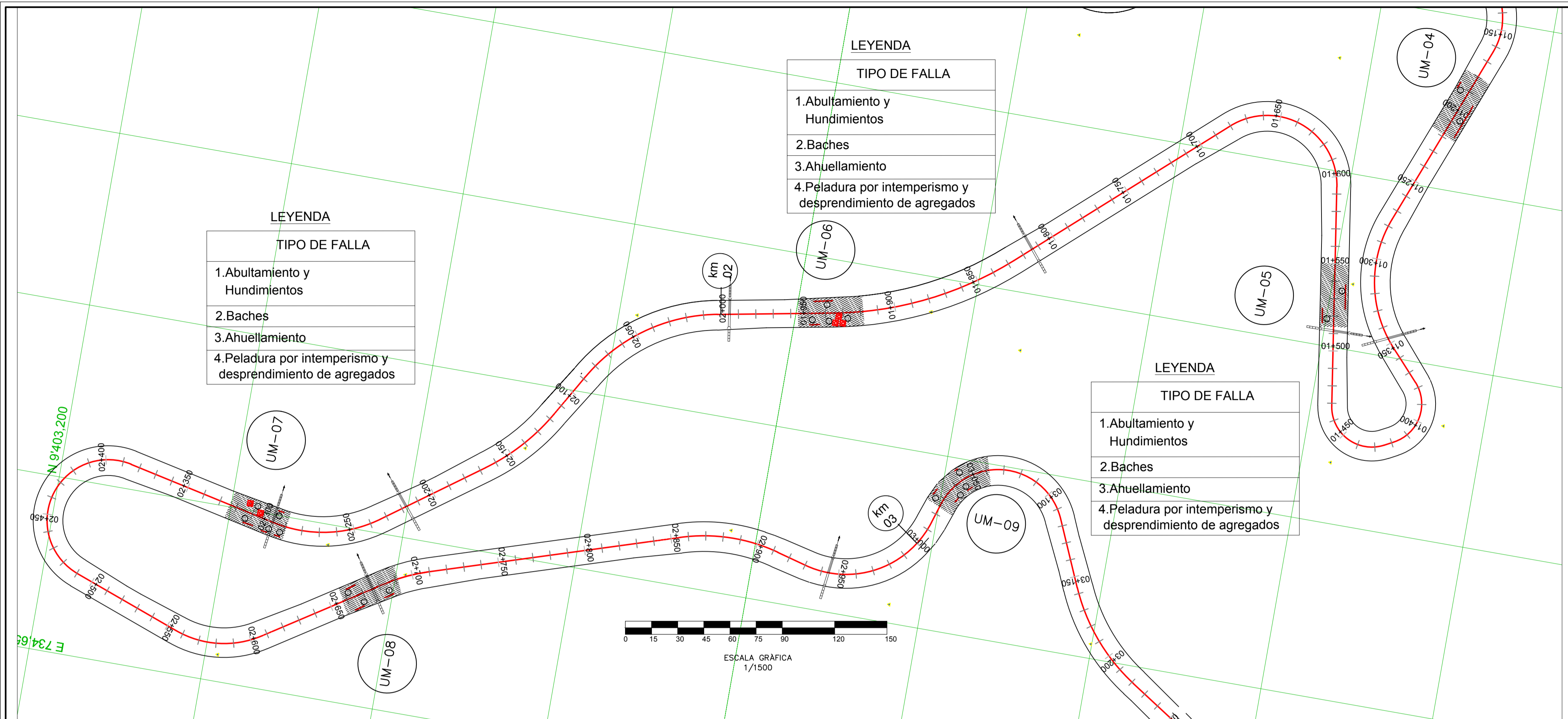


LEYENDA	
CODIGO	DESCRIPCIÓN
Ⓚ	KILÓMETRO
⊙ BM	BENCHMARK
⏏	ALCANTARILLA
⤵	CURVA DE NIVEL

DATOS: SISTEMA DE PROYECCION UTM
 HEMISFERIO SUR
 ZONA 17M - PERU
 DATUM: WGS 84



Perfil Longitudinal: EJE DE CARRETERA
 Escalas - V: 100 H:2000



LEYENDA

TIPO DE FALLA

1. Abultamiento y Hundimientos
2. Baches
3. Ahuellamiento
4. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados

LEYENDA

TIPO DE FALLA

1. Abultamiento y Hundimientos
2. Baches
3. Ahuellamiento
4. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados

LEYENDA

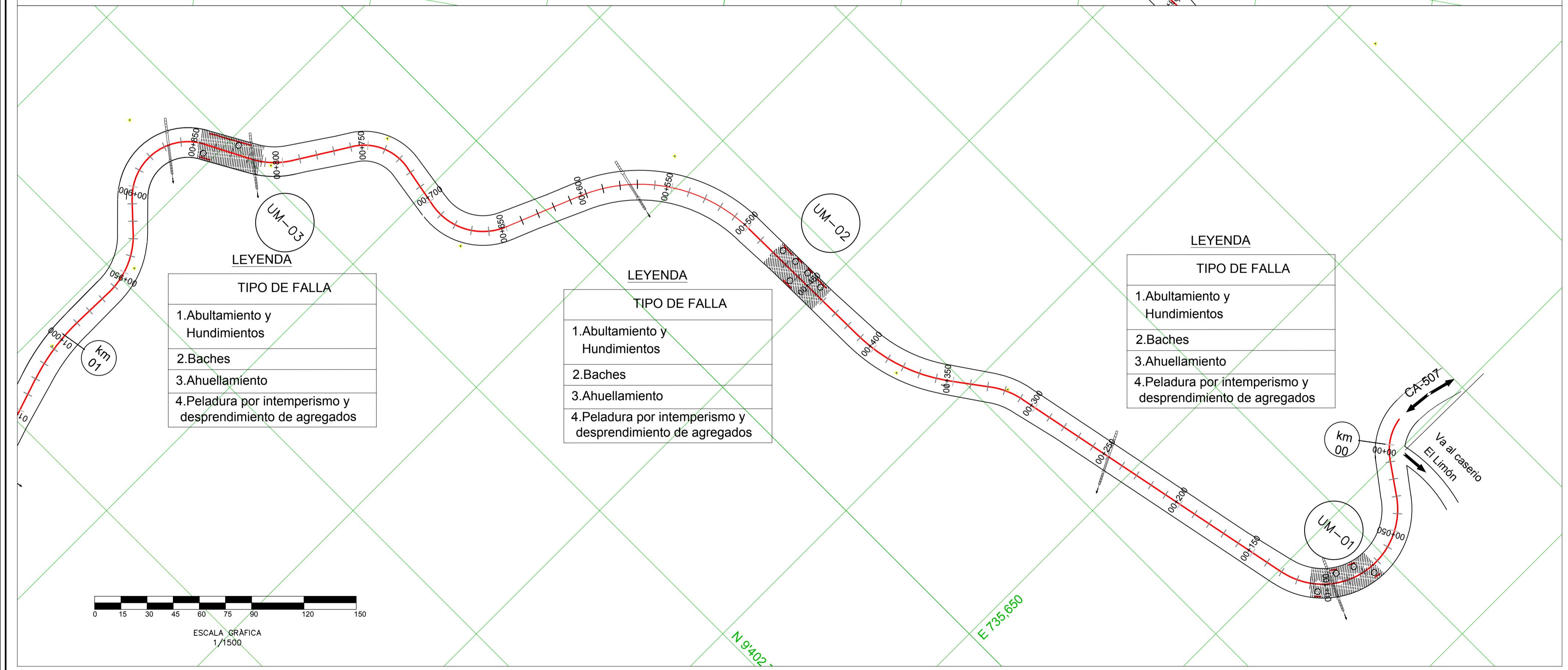
TIPO DE FALLA

1. Abultamiento y Hundimientos
2. Baches
3. Ahuellamiento
4. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados

LEYENDA

CODIGO	DESCRIPCION
●	POSTE DE LUZ EXISTENTE
—	MURO DE CONTENCION
⊙ BM	BENCHMARK
→	ALCANTARILLA PROYECTADA
1200	CURVA DE NIVEL
UM	UNIDAD DE MUESTRA

DATOS: SISTEMA DE PROYECCION UTM
HEMISFERIO SUR
ZONA 17M - PERU
DATUM: WGS 84



LEYENDA

TIPO DE FALLA

1. Abultamiento y Hundimientos
2. Baches
3. Ahuellamiento
4. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados

LEYENDA

TIPO DE FALLA

1. Abultamiento y Hundimientos
2. Baches
3. Ahuellamiento
4. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados

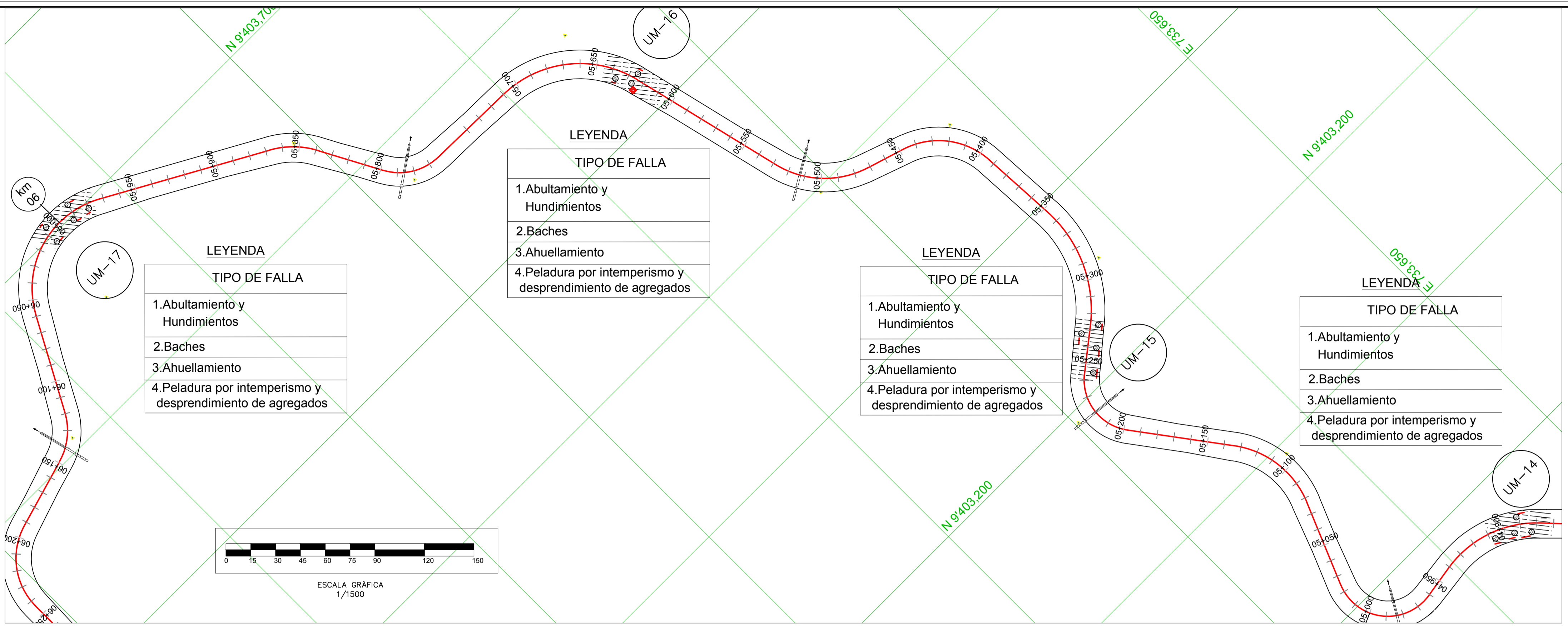
LEYENDA

TIPO DE FALLA

1. Abultamiento y Hundimientos
2. Baches
3. Ahuellamiento
4. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados

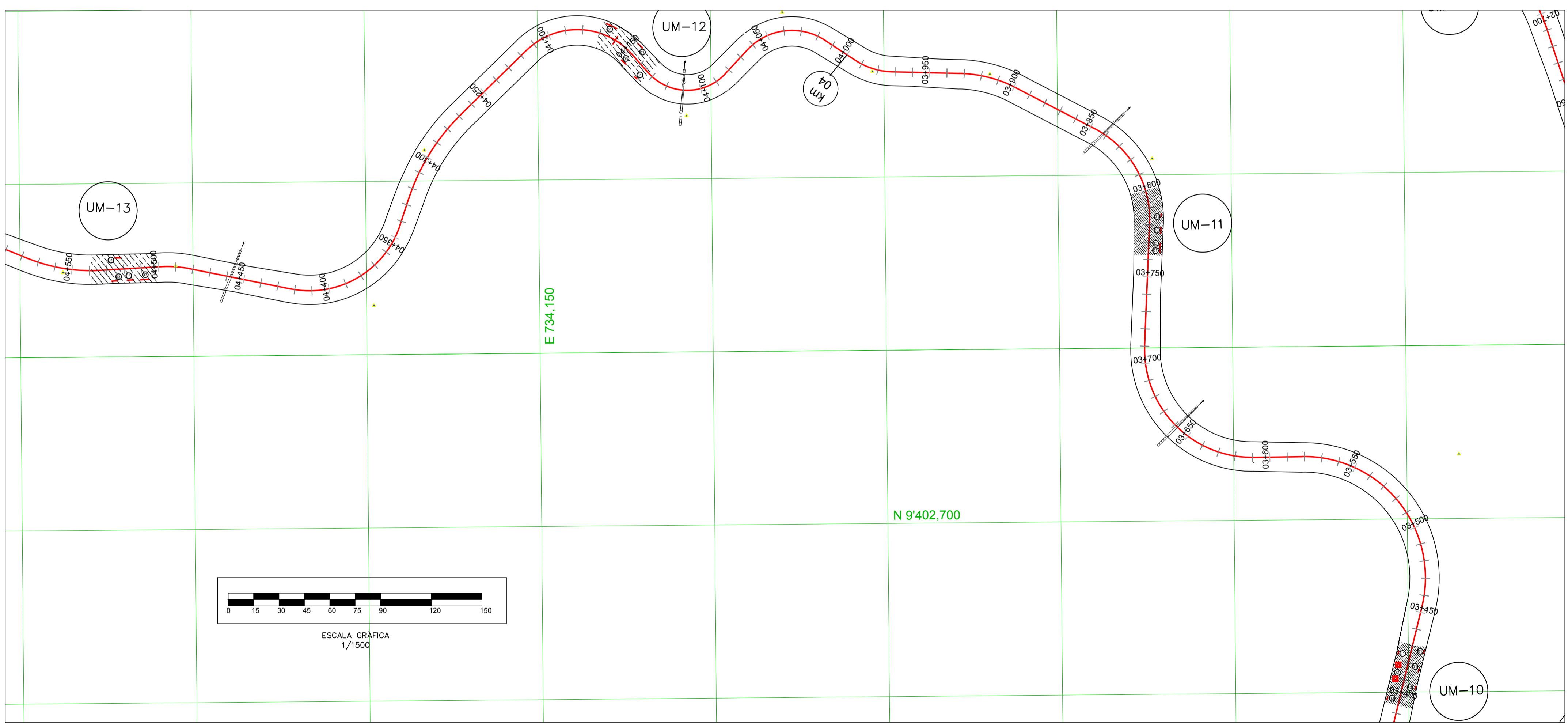
UBICACION DE UNIDADES DE MUESTRA

UM	PROG.INICIAL	PROG.FINAL	LONG.(M)	ANCHO CALZADA(M)	AREA (M2)
UM-01	00+073.80	00+110.70	36.90	6.20	228.78
UM-02	00+442.80	00+479.70	36.90	6.20	228.78
UM-03	00+811.80	00+848.70	36.90	6.20	228.78
UM-04	01+180.80	01+217.70	36.90	6.20	228.78
UM-05	01+549.80	01+586.70	36.90	6.20	228.78
UM-06	01+918.80	01+955.70	36.90	6.20	228.78
UM-07	01+287.80	02+324.70	36.90	6.20	228.78
UM-08	02+656.80	02+693.70	36.90	6.20	228.78
UM-09	03+025.80	03+062.70	36.90	6.20	228.78
UM-10	03+394.80	03+431.70	36.90	6.20	228.78
UM-11	03+763.80	03+800.70	36.90	6.20	228.78
UM-12	04+132.80	04+169.70	36.90	6.20	228.78
UM-13	04+501.80	04+538.70	36.90	6.20	228.78
UM-14	04+870.80	04+907.70	36.90	6.20	228.78
UM-15	05+239.80	05+276.70	36.90	6.20	228.78
UM-16	05+608.80	05+645.70	36.90	6.20	228.78
UM-17	05+977.80	06+014.70	36.90	6.20	228.78
UM-18	06+346.80	06+383.70	36.90	6.20	228.78
UM-19	06+715.80	06+752.70	36.90	6.20	228.78
UM-20	07+084.80	07+121.70	36.90	6.20	228.78
UM-21	07+453.80	07+490.70	36.90	6.20	228.78
UM-22	07+822.80	07+859.70	36.90	6.20	228.78
UM-23	08+191.80	08+228.70	36.90	6.20	228.78



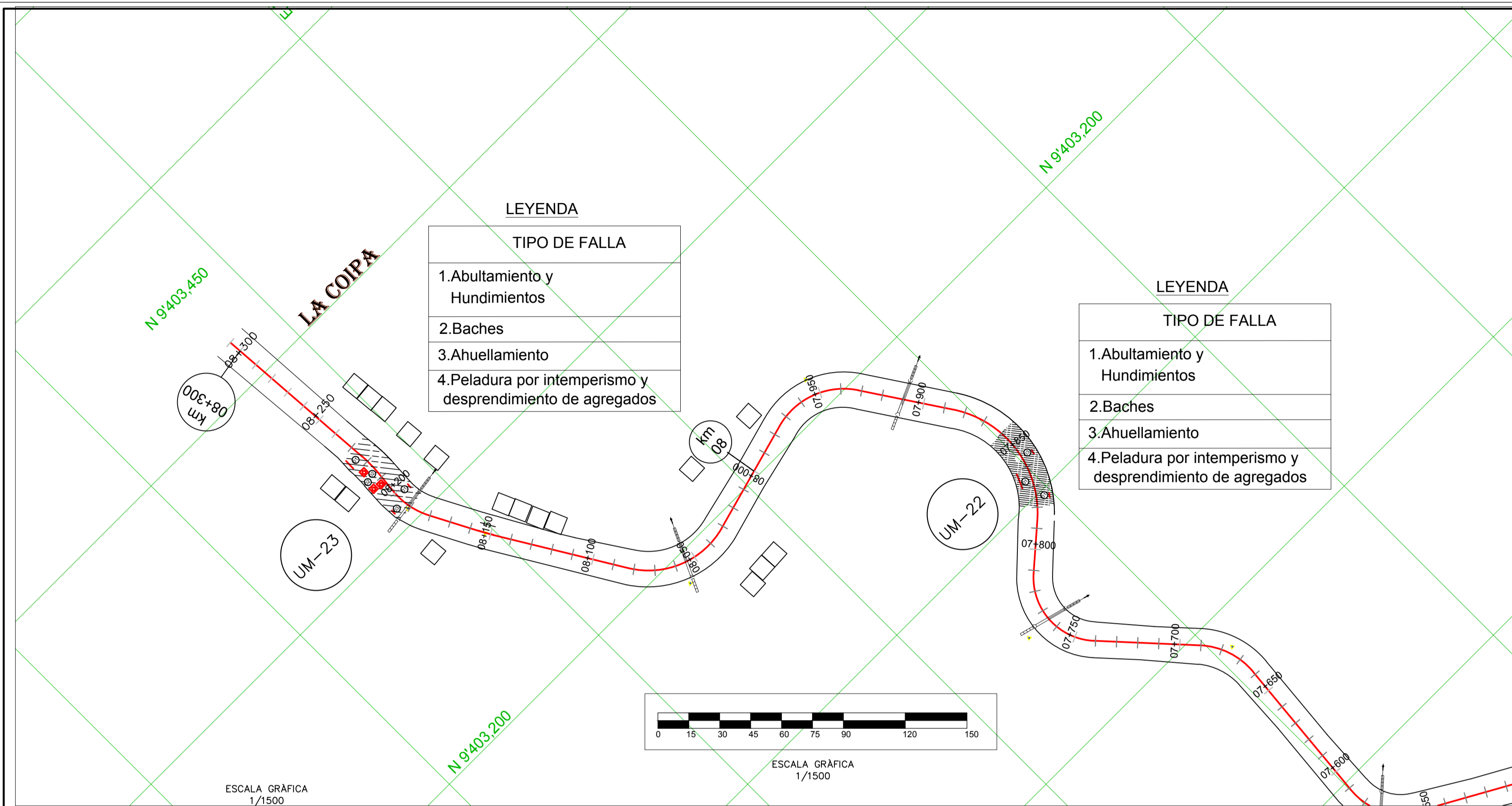
LEYENDA	
CODIGO	DESCRIPCION
●	POSTE DE LUZ EXISTENTE
▬	MURO DE CONTENCION
⊕	BENCHMARK
→	ALCANTARILLA PROYECTADA
1200	CURVA DE NIVEL
UM	UNIDAD DE MUESTRA

DATOS: SISTEMA DE PROYECCION UTM
HEMISFERIO SUR
ZONA 17M - PERU
DATUM: WGS 84



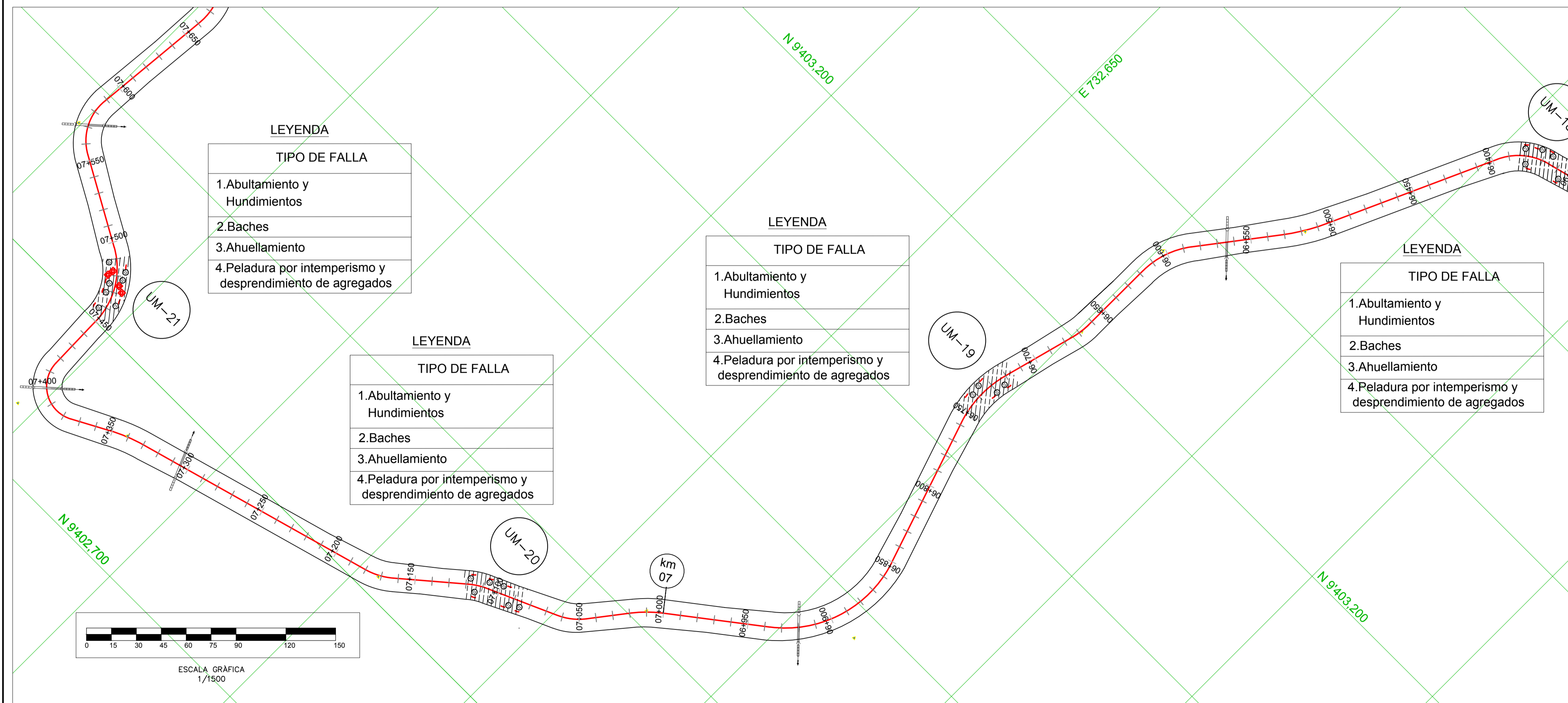
UBICACION DE UNIDADES DE MUESTRA

UM	PROG.INICIAL	PROG.FINAL	LONG.(M)	ANCHO CALZADA(M)	AREA (M2)
UM-01	00+073.80	00+110.70	36.90	6.20	228.78
UM-02	00+442.80	00+479.70	36.90	6.20	228.78
UM-03	00+811.80	00+848.70	36.90	6.20	228.78
UM-04	01+180.80	01+217.70	36.90	6.20	228.78
UM-05	01+549.80	01+586.70	36.90	6.20	228.78
UM-06	01+918.80	01+955.70	36.90	6.20	228.78
UM-07	01+287.80	02+324.70	36.90	6.20	228.78
UM-08	02+656.80	02+693.70	36.90	6.20	228.78
UM-09	03+025.80	03+062.70	36.90	6.20	228.78
UM-10	03+394.80	03+431.70	36.90	6.20	228.78
UM-11	03+763.80	03+800.70	36.90	6.20	228.78
UM-12	04+132.80	04+169.70	36.90	6.20	228.78
UM-13	04+501.80	04+538.70	36.90	6.20	228.78
UM-14	04+870.80	04+907.70	36.90	6.20	228.78
UM-15	05+239.80	05+276.70	36.90	6.20	228.78
UM-16	05+608.80	05+645.70	36.90	6.20	228.78
UM-17	05+977.80	06+014.70	36.90	6.20	228.78
UM-18	06+346.80	06+383.70	36.90	6.20	228.78
UM-19	06+715.80	06+752.70	36.90	6.20	228.78
UM-20	07+084.80	07+121.70	36.90	6.20	228.78
UM-21	07+453.80	07+490.70	36.90	6.20	228.78
UM-22	07+822.80	07+859.70	36.90	6.20	228.78
UM-23	08+191.80	08+228.70	36.90	6.20	228.78



LEYENDA	
CODIGO	DESCRIPCION
●	POSTE DE LUZ EXISTENTE
▬	MURO DE CONTENCION
⊙ BM	BENCHMARK
▬▬▬▬▬▬	ALCANTARILLA PROYECTADA
⤵	CURVA DE NIVEL
⊙ UM	UNIDAD DE MUESTRA

DATOS: SISTEMA DE PROYECCION UTM
HEMISFERIO SUR
ZONA 17M - PERU
DATUM: WGS 84



UBICACION DE UNIDADES DE MUESTRA					
UM	PROG.INICIAL	PROG.FINAL	LONG.(M)	ANCHO CALZADA(M)	AREA (M2)
UM-01	00+073.80	00+110.70	36.90	6.20	228.78
UM-02	00+442.80	00+479.70	36.90	6.20	228.78
UM-03	00+811.80	00+848.70	36.90	6.20	228.78
UM-04	01+180.80	01+217.70	36.90	6.20	228.78
UM-05	01+549.80	01+586.70	36.90	6.20	228.78
UM-06	01+918.80	01+955.70	36.90	6.20	228.78
UM-07	01+287.80	02+324.70	36.90	6.20	228.78
UM-08	02+656.80	02+693.70	36.90	6.20	228.78
UM-09	03+025.80	03+062.70	36.90	6.20	228.78
UM-10	03+394.80	03+431.70	36.90	6.20	228.78
UM-11	03+763.80	03+800.70	36.90	6.20	228.78
UM-12	04+132.80	04+169.70	36.90	6.20	228.78
UM-13	04+501.80	04+538.70	36.90	6.20	228.78
UM-14	04+870.80	04+907.70	36.90	6.20	228.78
UM-15	05+239.80	05+276.70	36.90	6.20	228.78
UM-16	05+608.80	05+645.70	36.90	6.20	228.78
UM-17	05+977.80	06+014.70	36.90	6.20	228.78
UM-18	06+346.80	06+383.70	36.90	6.20	228.78
UM-19	06+715.80	06+752.70	36.90	6.20	228.78
UM-20	07+084.80	07+121.70	36.90	6.20	228.78
UM-21	07+453.80	07+490.70	36.90	6.20	228.78
UM-22	07+822.80	07+859.70	36.90	6.20	228.78
UM-23	08+191.80	08+228.70	36.90	6.20	228.78