



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Diseño integral de la infraestructura vial para mejorar la  
transitabilidad vehicular de la trocha  
Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniera Civil**

**AUTORA:**

Adrianzén García, Sucet ([orcid.org/0000-0001-5954-9530](https://orcid.org/0000-0001-5954-9530))

**ASESOR:**

Mgtr. Cubas Armas, Marlon Robert ([orcid.org/ 0000-0001-9750-1247](https://orcid.org/0000-0001-9750-1247))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHICLAYO – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

El presente trabajo es dedicado, a **Dios**, por guiarme por el buen camino, a mis padres, por ser inspiradores y darme las fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados y poder cumplir cada una de las metas propuestas. A mis hermanos por su apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona.

***Sucet, Adrianzén García.***

## **Agradecimiento**

En primer lugar, a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas. Así mismo agradezco a mis padres José Sergio Adrianzén Ocupa y Aquilina García Tocto, que han sido el apoyo fundamental para lograr el objetivo propuesto, ya que, con su ejemplo y amor profundo, me encaminaron a luchar por los sueños anhelados, y siempre me dieron esperanzas y tuvieron fe en mí.

También agradezco al **Mg. Ing. Marlon, Cubas Armas** por el apoyo y conocimiento brindado.

***Sucet, Adrianzén García***

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>13</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	13
3.2. Variables y operacionalización .....	13
3.3. Población (criterios de selección selección), muestra y muestreo, unidad de análisis.....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	14
3.5. Procedimientos.....	15
3.6. Métodos de análisis de datos .....	14
3.7. Aspectos éticos .....	14
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>16</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>24</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>28</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>29</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>30</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>35</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Valores de estudios realizados para el diseño de infraestructura vial. .	6
Tabla 2. Operacionalización de variables.....	13
Tabla 3. Técnicas e instrumentos de investigación .....	15
Tabla 4. Vía Tabaconas – Huascaray, evaluación técnica.....	16
Tabla 5. Vía Tabaconas – Huascaray, kilómetros con mayores fallas. ....	16
Tabla 6. Resumen de los estudios realizados .....	18
Tabla 7. Parámetros de diseño de la infraestructura vial. ....	20
Tabla 8. Presupuesto del proyecto.....	22

## Índice de figuras

Figura 1. Costo estimado de construcción por km. ....	8
Figura 2. Comparación de parámetros de diseño. ....	9
Figura 3. Proceso requerido en la investigación.....	13
Figura 4. Métodos de análisis de datos.....	14
Figura 5. Principios éticos de la investigación.....	15
Figura 6. Porcentaje de falla en la vía.....	17
Figura 7. Porcentaje de CBR al 95%.....	19
Figura 8. Sección típica.....	20
Figura 9. Espesores del pavimento.....	21
Figura 10. Cronograma de ejecución.....	22
Figura 11. Brecha económica generada.....	23

## Resumen

La presente investigación, contempla el “Diseño integral de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca”, donde se aborda el problema ¿Con el diseño integral de la infraestructura vial se podrá mejorar la transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca?, debido a la problemática, se plantea como objetivo general diseñar la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca. Asimismo, como hipótesis se planteó: si se diseña la infraestructura vial entonces se mejora la transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.

La investigación se desarrolla mediante una metodología de enfoque cuantitativo, tipo aplicada y nivel descriptivo. Como resultados se obtuvo un IMDA de 48 y un ESAL de 195,569 EE; un CBR de 13.425%. Se diseñó un pavimento flexible con espesor de base de 15.00 cm y de carpeta asfáltica de 5.00 cm. La brecha económica inicial según el Ministerio de Economía y finanzas es de 68%, mediante este proyecto se puede reducir a un porcentaje de 0.04%, obteniendo así la construcción de este, a una brecha actual de 67.96%.

**Palabras clave:** Diseño de infraestructura vial, pavimento flexible, tráfico, suelos, brecha económica.

## **Abstract**

The present investigation contemplates the "Comprehensive design of the road infrastructure to improve the vehicular passability of the Tabaconas - Huascaray, San Ignacio, Cajamarca section trail", where the problem is addressed: With the integral design of the road infrastructure it will be possible to improve the vehicular passability of the Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca section trail?, due to the problem, the general objective is to design the road infrastructure to improve the vehicular passability of the Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca section trail. Likewise, as a hypothesis, it is proposed, "if the road infrastructure is designed, then the vehicular passability of the Tabaconas - Huascaray, San Ignacio, Cajamarca section trail is improved".

The research is developed through a quantitative approach methodology, applied type and descriptive level. As results, an IMDA of 48 and an ESAL of 195,569 EE were obtained. It was concluded with a flexible pavement design with a base thickness of 15.00 cm and an asphalt layer of 5.00 cm. The initial economic gap according to the Ministry of Economy and Bonds is 68%, through this project a percentage of 0.04% can be reduced, thus obtaining the construction of the same, a real gap of 67.96%.

**Keywords:** Road infrastructure design, flexible pavement, traffic, soils, economic gap.



## I. INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial tiene un rol muy grande en el mundo, siendo la columna vertebral más importante en el funcionamiento de economía. Según E Santos et al. (2021), la mayor demanda de servicios de infraestructura vial está directamente relacionada con el crecimiento acelerado de las ciudades. Devkota, Shakya y Sudmeier-Rieux (2019) en su artículo indica, los caminos rurales simbolizan oportunidades de sustento a nivel municipal, representan el crecimiento de los pueblos y ofrecen accesos a la alimentación, la educación, al trabajo y puestos de salud, entre otros. Chamorro et al. (2020), menciona, las interrupciones más frecuentes en las infraestructuras viales son en zonas rurales por la falta de mantenimiento y deficiencia de obras de drenaje. Vlahinić Lenz, Pavlić Skender y Mirković (2018), resalta, el transporte por carretera representa el porcentaje más alto de uso para el traslado de mercancías y personas.

De acuerdo con Gómez-Cabrera et al. (2020), los proyectos de infraestructura vial deben planificarse apropiadamente para garantizar la vida útil y evitar sobrecostos en el momento oportuno; de esta manera Mathew y Pulugurtha (2021) menciona, la falta de financiamiento y mantenimiento de carreteras obstaculizan el transporte adecuado entre pueblos; como menciona Okba, Zareef y Badawy (2021), la infraestructura vial es una colección de elementos estructurales que sirven al trabajo diario e influyen en el progreso de la humanidad; de acuerdo con Zhou et al. (2021), la edificación de vías rurales facilita en gran medida el desarrollo razonable de la agricultura, pero tiene un efecto perjudicial sobre la sostenibilidad ambiental; por último según Muttuvelu y Kjemms (2021), las intensas precipitaciones inundan las carreteras sin drenaje y debilitan la capa de rodadura de las vías de transporte.

En el Perú, Fiorella et al. (2020) hace mención que, la inversión en infraestructura vial en zonas rurales es indiferente por parte las autoridades municipales; conforme Horr (2021), para el diseño de una infraestructura vial segura es necesario realizar todos sus estudios básicos que requiera, para evitar posteriormente la deficiencia de la construcción, así mismo Suarez y Paucar (2021) menciona, la evaluación de carreteras permite entender el comportamiento de los daños superficiales a través del tiempo para poder ejecutar las correcciones adecuadas, por su parte Valencia-Alaix et al. (2020) en

su artículo menciona, la falta de construcción de carreteras no es el único problema para la comunicación entre localidades, también es la falta de mantenimiento que se ve reflejado en el deterioro de las vías existentes, causadas en su mayoría por las intensas lluvias que se presentan en la serranía de nuestro país.

Tabaconas es un distrito, donde su población se dedica netamente al cultivo de café, actualmente el tramo Tabaconas – Huascaray presenta deficiencias por falta de mantenimiento de la carretera, además no presenta obras de drenaje tanto longitudinal como transversal, ocasionando obstrucción de tránsito y daño de la infraestructura vial con efectos a largo plazo; debido a lo mencionado surge la necesidad de realizar el diseño de la infraestructura vial para tener fluides en el tránsito de vehículos y peatones que disponen de la trocha carrozable para dar un alcance o solución al problema mencionado, buscando mejorar la vía. El tramo en estudio tiene acceso a la vía departamental CU N.º 113, con desvío a la ruta vecinal R N.º 28: tramo comprendido desde el distrito Tabaconas, hasta el caserío Huascaray, mencionando que el tramo tiene una longitud de 8.731 Km, vía que conecta con la provincia de Jaén, Cajamarca y con la provincia de Huancabamba, Piura.

### **Problema de la investigación**

¿Con el diseño integral de la infraestructura vial se podrá mejorar la transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca?

### **Objetivos de la investigación**

Objetivo general

Diseñar la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.

Objetivos específicos

DIAGNOSTICAR el estado situacional del proyecto para mejorar la transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.

REALIZAR los estudios básicos de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.

DISEÑAR la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.

DETERMINAR el presupuesto de la infraestructura vial de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.

EVALUAR la mejora de la transitabilidad vehicular a través del cálculo de la brecha económica en base a los resultados del diseño de infraestructura vial de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.

### **Hipótesis de la investigación**

Si se diseña la infraestructura vial entonces se mejora la transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.

### **Justificación del problema**

a. Académicamente, se aplican conceptos y categorías relacionadas con el desarrollo de infraestructura vial y mejora de la ruta en mención, su impacto y complejidad en la búsqueda de alternativas de solución a los diferentes problemas viales que presenta la carretera actual; b. Técnicamente, la vía Tabaconas – Huascaray no cuenta con un diseño de infraestructura vial óptimo, causando el mal estado de tráfico vehicular; la investigación comprende la recolección de datos reales para ser aplicadas en el diseño de una propuesta técnica que solucione el problema identificado; c. Socialmente, la importancia del presente estudio tiene como prioridad mejorar el tránsito vehicular, buscando dar mejor calidad de vida a la población de Tabaconas, mediante los datos obtenidos se busca dar un alcance a las autoridades del distrito Tabaconas para que apliquen medidas frente al problema presentado.

## **II. MARCO TEÓRICO**

A nivel internacional, los investigadores Gomez y Bairon (2020), en su estudio tienen como objetivo general, estudiar la transitabilidad y presentar una propuesta para el mejoramiento del camino vecinal de la trocha el Cucharal ubicado en la ciudad de Fusagasugá, en su estudio utilizaron una metodología descriptiva no experimental, tomando como muestra un vía terciaria; concluyeron, para mejorar los problemas que presenta la vía en estudio, se tiene una velocidad de 30 Km/h, parámetro considerado en el diseño de la ruta vecinal para brindar seguridad y comodidad para los conductores, en cuanto al planteamiento del pavimento realizaron estudios de suelos mecánica de suelos para tener un reconociendo geológico teniendo presente las normativas vigentes dictadas por las autoridades de Colombia, el diseño final se realizó con el método de AASHTO-93.

Freire (2020), tiene como objetivo principal en su investigación, diseñar la geometría de la ruta Shuyo – Pinllopata en el ramal Km 20+000 – 24+000, Pujilí y Pangua de la ciudad de Cotopaxi, en su estudio trabajan una metodología descriptiva no experimental, el autor concluye, el estudio de tráfico actual es de 87 veh/día, clasificando a la vía en tercera clase, teniendo, una longitud de 2.8 Km, con una pendiente longitudinal máxima de 7.5%, considerándolo aceptable porque los vehículos que transitan por la vía son pesados, con la gradiente los vehículos no sufrirán esfuerzo innecesario y podrán mantener la velocidad de circulación adecuada respetando las indicaciones de seguridad vial; recomienda, realizar estudios complementarios para obtener un diseño factible y adecuado.

Suarez y Paucar (2019), en su publicación tienen como principal objetivo, proponer la mejora técnica de la vía, contemplando el diseño geométrico y pavimento, la metodología de la tesis es descriptiva no experimental, utilizaron como instrumento los manuales de diseño del su país y el manual AASHTO 93, concluyeron, la velocidad para el diseño será de 40 Km/h, además para realizar el diseño del pavimento de la vía es requisito fundamental conocer las características y capacidad portante del suelo.

A nivel nacional, los investigadores Quispe, Leon y Carlos (2021) en su tesis tienen como objetivo, plantear el diseño de señalización y diseño geométrico de la ruta para el aumento de vehículos, y la mejora de la seguridad vial del acceso rural La Mejorada – Paucará de la jurisdicción de Huancavelica, el estudio es no experimental, se concluyó, que se debe seguir las medidas de manual (DG-2018), obtuvieron un IMDA de 167 veh/día, el ancho mínimo de la vía es de 3.50 m, incluye optimizar el ensanche de la carretera y diseño de pavimento asfáltico con una vida útil de 10 años, mediante su alcance de mejoramiento se genera mayor demanda vehicular y reducir el tiempo de viaje.

Delzo (2018) el objetivo general de su investigación es, proponer un diseño geométrico de la vía de 10+00 km a nivel de señalización y pavimento de la ruta vecinal 5 (Nuevas Flores – Quivilla – Tingo Chico, Huánuco). El estudio concluye, que la vía en mención presenta un IMDA de 145 veh/día, el diseño considerado fue la mejor alternativa, la carretera se clasifica como vía de tercera clase, con 2 carriles con un ancho total de 6.00 m, la carretera presenta una pendiente longitudinal de 3%, el radio de giro mínimo es de 45.00 m y la velocidad de diseño considerada debido a los parámetros que presenta la vía, será de 40 Km/h. Melendez (2019) en su investigación tiene como objetivo, analizar el diseño geométrico vial Nacional de la ruta PE-3N en relación a la norma vigente de carreteras DG-2018, tramo Km. 136+00 – 141+00, el tesista concluye que el IMDA para el diseño es de 174 veh/d, del estudio de topografía se obtuvo un terreno Accidentado.

La siguiente tabla detalla algunos parámetros de diseño que obtuvieron algunos investigadores, teniendo como objetivo principal y común, realizar el diseño de la carpeta de rodadura vial para la mejora del tránsito vehicular de trochas carrozables de diferentes lugares de nuestro país, los tesistas mencionados realizaron estudios básicos, para el planteamiento del diseño de las vías mencionadas en el cuadro, para el desarrollo de sus investigaciones se basaron en la normativa vigente DG-2018, donde indica los parámetros que se deben de respetar para un adecuado tránsito vehicular, así mismo dar mejor calidad de vida a los beneficiarios que conforman la zona de estudio de sus investigaciones. Siendo el objetivo principal de las carreteras conectar ciudades para la comunicación y crecimiento de las mismas.

Tabla 1. Investigaciones, parámetros diseño de infraestructura vial.

<b>Autores</b>	<b>Longitud / Ciudad</b>	<b>IMDA (Veh/d)</b>	<b>Tipo de suelo</b>	<b>CBR (%)</b>	<b>Velocidad de Diseño (Km/h)</b>	<b>Espesores de pavimento</b>	<b>S/ x Km.</b>
López y Altamirano (2020)	10+160 Km Santa Rosa (Jaén)	179	CL y SC	5.10 y 7.1	30	Subbase: 30 cm Base: 30 cm Carpeta Asfáltica: 10 cm	26,181,638.46
Adrianzén y Torres (2020)	10+012 Km La Conga (Cajamarca)	146	CL	7.5	30	Subbase: 20cm Base: 20 cm Carpeta Asfáltica: 5 cm	17,790,023.14
Adrianzén y Herrera (2021)	9+160 Km Yorongos (San Martin)	151	CL	9.00	30	Subbase: 15cm Base: 15 cm Carpeta Asfáltica: 5 cm	4,175,288.52
Castillo (2021)	8+000 Km Collique (Lambayeque)	183	CL	5.0 y 10.0	40	Subbase: 20 cm Base: 15 cm Carpeta Asfáltica: 5 cm	9,580,922.77
Gonzales (2019)	7+026 Km Pomalca (Lambayeque)	132	CL	8.25	40	Base: 20 cm Carpeta Asfáltica: 10 cm	5,221,628.68
Soriano (2020)	3+000 Km La Morada (Cajamarca)	30	-	9.75	30	Base: 20 cm Carpeta Asfáltica: 5 cm	4,664,393.48

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Continuación de la tabla 1.

<b>Autores</b>	<b>Longitud / Lugar</b>	<b>IMDA (Veh/d)</b>	<b>Tipo de suelo</b>	<b>CBR (%)</b>	<b>Velocidad de Diseño (Km/h)</b>	<b>Espesores de pavimento</b>	<b>S/ x Km.</b>
Amanqui y Pauca (2021)	5+890 Km Caylloma (Arequipa)	198	SM	11.8	40	Subbase: 20cm Base: 15 cm Carpeta Asfáltica: 6.35 cm	8,163,420.17
Alvarado y Díaz (2021)	1+065 Km Laredo (La Libertad)	130	CL, ML y GM	10.41	30	Subbase: 20cm Base: 20 cm Carpeta Asfáltica: 5 cm	-
Ayalo y Florindez (2019)	8+284 Km Quillcaypirca (La Libertad)	115	CL, SC y SM	11	30	Subbase: 20cm Afirmado: 20 cm	5,408,428.58
Mishti (2020)	4+897 Km Papacancha (Ancash)	29	SM	13.74	30	Subbase: 20 cm Afirmado: 30 cm	-

Fuente: Elaboración propia.

Nota:

IMDA: Índice medio diario anual.

CBR: Capacidad portante del suelo.

SM: Arcilla limosa.

CL: Suelo arcilloso de baja plasticidad.

SC: Arena arcillosa.

ML: Suelo limoso de baja plasticidad.

GM: Graba limosa.

La presente gráfica, ha sido generada mediante la recolección del presupuesto total de las investigaciones similares al tema, donde se tiene como objetivo diseñar la carpeta de rodadura para mejorar el tránsito vehicular en trochas carrozables, citados algunos autores que se mencionan en el cuadro N° 01, del análisis del costo total de construcción de una vía que presentan un índice medio diario anual menor a 200 veh/día, el costo promedio por Km asciende a S/ 1,293,009.54 nuevos soles; al analizar los costos, se tiene un costo por km de S/ 1,060,126.07 nuevos soles.

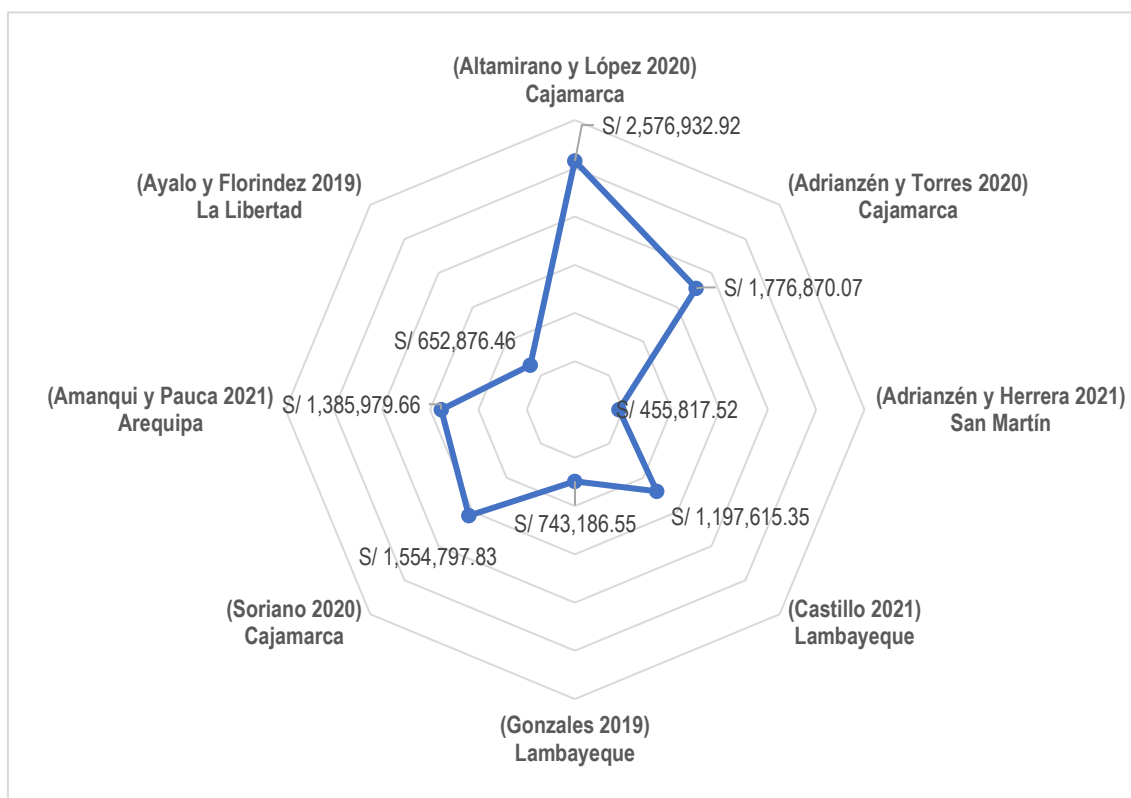


Figura 1. Costo estimado de construcción por km.

Fuente: Elaboración propia.

Del gráfico se tiene que, Amanqui y Pauca (2021), Soriano (2020), Castillo (2021) y Adrianzén y Torres (2020), están el rango promedio del costo por km (S/ 1,293,009.54 nuevos soles), mientras tanto Altamirano y López (2020) tienen un costo muy alejado, siendo este de S/. 2,576,932.92 nuevos soles, superando al costo promedio por S/1,283,923.38 nuevos soles, además, Gonzales (2019), Adrianzén y Herrera (2021) y Ayalo y Florindez (2019), están por debajo del costo promedio analizado, siendo menores en S/549,823.00, S/837,192.02, S/640,133.09 nuevos soles respectivamente.



De la misma manera se ha elaborado la siguiente gráfica mediante los datos de CBR, IMDA; y espesores de base y carpeta asfáltica. Todos los antecedentes citados en el cuadro N° 01, tienen un IMDA menos de 200 veh/día. Un CBR que varía de un suelo regular a bueno y presentan velocidades de 30 km/h y 40 km/h.

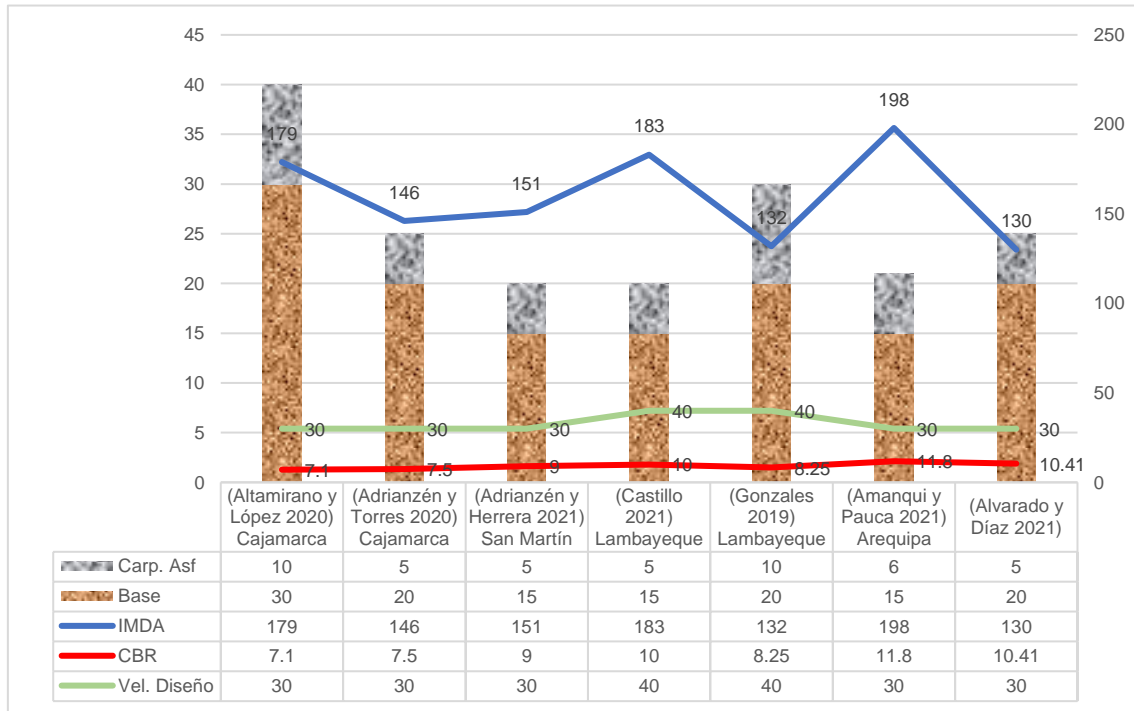


Figura 2. Comparación de parámetros de diseño.

Fuente: Elaboración propia.

De la figura 2 se puede decir que, Gonzales (2019), al realizar el estudio básico de suelos tiene un suelo regular, diseñando un pavimento con base granular de 20.00 cm y una carpeta asfáltica de 10.00 debido a que el IMDA que presenta es de 132 veh/día, mientras tanto, los investigadores Altamirano y López (2020), presentan un IMDA de 179 veh/día y al tener un CBR regular, plantean un asfalto con subbase de 30.00 cm, base de 30.00 cm y el espesor de la carpeta asfáltica de 10.00 cm.

## **Teorías relacionadas:**

**Infraestructura vial:** La infraestructura vial cumple un rol muy importante en la integración y crecimiento de países, conecta ciudades y permite el crecimiento de los pueblos, de igual manera permite el transporte de vehículos, alimentos, entre otros, según López et al., (2019). La estructura de la infraestructura vial está conformada por la vía y todos sus ramales, los cuales forman parte del diseño de carreteras y caminos, según el MTC (2006), Li y Chen (2018), la infraestructura vial es un componente básico del entorno del tráfico. Zhu et al. (2022) menciona en su artículo, los caminos rurales son una parte importante de la red vial. Además, Patrakeeva (2019) en su artículo describe: los proyectos de infraestructura vial son la herramienta más importante para acelerar el desarrollo y aumentar las inversiones en la economía regional; teniendo como objetivo planificar el uso del suelo.

**Diagnóstico de la vía:** El diagnóstico del estado situacional de una carretera, se realiza antes de iniciar los estudios básicos, mediante un recorrido para obtener la realidad en la que se encuentra la vía en estudio, de igual manera se conoce los medios para realizar el diseño, como por ejemplo la lejanía de una cantera, botadero de material excedente entre otros, mediante un informe se detalla toda la información obtenida en campo, Gonzales (2019).

## **Estudios básicos:**

Rasaizadi, Seyedabrishami y Saniee Abadeh (2021), el conteo de vehículos, conocido como estudio de tráfico, tiene como finalidad proporcionar datos para pronosticar el total de vehículos que transitaran a lo largo del tiempo por una carretera, dado que en zonas rurales el tráfico es irregular. El tránsito vehicular es un parámetro de diseño de carreteras, variable que determina los espesores adecuados para el diseño. El tráfico promedio diario anual simboliza el total de vehículos que pasaran por una vía, para calcular el IMDA se debe realizar el conteo de tráfico semanal (IMDS), el cual es multiplicado por el factor día, y factor de temporada de los anuarios estadísticos de la estación de referencia. Navarro & Bustamante (2021).

El estudio topográfico es el arte y conocimiento de efectuar medidas necesarias para determinar las posiciones relativas de puntos en la superficie terrestre. La topografía está plasmada en altimetría y planimetría, la planimetría estudia las

técnicas y sistemas que se sitúan para poner en marcha, para lograr representar a escala los detalles de un terreno, a través de la planimetría se obtiene el relieve y la altitud. Por otro la altimétrica mide la altura. del Río Santana et al. (2020). Además Zulkipli y Tahar (2018) en su artículo menciona que: la topografía implica un gran costo, mano de obra y tiempo, pero es de gran importancia porque proporciona información confiable para el diseño de carreteras.

La evaluación del suelo en el diseño de carreteras es de gran importancia porque permite conocer el tipo y CBR del suelo, su comportamiento. En obras de carreteras, el estudio de mecánica de suelos es efectuado para obtener las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo, se realiza a través de calicatas para obtener muestra y conocer el CBR y índice de plasticidad. Allende et al. (2014).

El estudio hidrológico e hidráulico, posee parámetros mínimos, los cuales deben cumplirse antes de que se comience con el diseño de una vía, el cual es fundamental desarrollarlo durante las primeras etapas de un proyecto; debido a las intensas lluvias, es primordial una evaluación hidrológica para determinar los caudales de diseño, además, es necesario diseñar obras de arte como los puentes, badenes, alcantarillas y cunetas. Para el diseño de obras de drenaje los caudales deben de ser calibrados utilizando un análisis de frecuencia de precipitación, el modelado debe poder determinar crecientes en los conductos principales. Gulliver (2019).

**Diseño geométrico:** La geometría de una carretera está compuesta por el dimensionamiento y selección de sus propiedades visibles, la persona encargada para realizar un adecuado proyecto debe escoger los elementos necesarios y calcular las medidas necesarias según las necesidades de la vía, el proyecto debe tener parámetros donde los usuarios mantengan velocidades uniformes, permitir la seguridad de circulación. Altamira (2020), Zhou et al. (2020).

**Diseño de pavimento:** El tráfico de vehículos mejora notoriamente con el pavimento. Las diferentes capas que constituyen el pavimento de una vía son, la carpeta asfáltica, la base y la subbase que descansan sobre la subrasante o

terreno natural, la estructura transmite la carga y distribuye el esfuerzo de los vehículos al suelo de fundación. De La Cruz & Paredes (2021).

**Drenaje de carreteras:** Según Jiménez-U, Peña y López (2022) el proceso de diseño para estructuras de drenaje de caminos implica estimar la escurrimiento directa para un periodo de diseño proyectado a partir de registros de precipitaciones diaria máxima, considerando en su investigación una data de más de 25 años. Yunianta, Suripin y Setiadji (2020) comentan en su artículo, el agua estancada en las carreteras tiene un impacto negativo, donde el drenaje pluvial tiene el potencial para evacuar la cantidad de agua de la escurrimiento.

**Seguridad vial y señalización:** El objetivo de la seguridad vial y señalización es dar a conocer a los conductores que transitan una vía, las restricciones, limitaciones y prohibiciones, donde aquel que no cumpla con las normas está cometiendo un delito (infracción). Las señales tienen como propósito prevenir accidentes, orienta mediante la información adecuada que indica en las señales a los conductores, ayudando a los que transitan a llegar de manera más segura y adecuada a su destino

**Impacto ambiental:** Tiene una gran importancia en el desarrollo de gestión ambiental que permite estimar el impacto que genera un proyecto considerando todas sus fases. Villegas, Cadavid y Awad (2018). Existen impactos positivos, siendo acciones que no causan daño al medio ambiente y los impactos negativos, cambian el medio ambiente mediante daños.

**Presupuesto:** El costo y presupuesto son términos relacionados, no se puede realizar un presupuesto de un proyecto sin tener el costo, un presupuesto constituye un costo por sí solo aplicado a un metrado de determinada unidad, existen costos directos y costos indirectos. El costo directo son aquellos gastos simbolizados por la adquisición de materiales, trabajadores, equipos, herramientas, entre otros. El costo indirecto es aquello que no está detallado en el costo directo (gastos generales y utilidades).

**La transitabilidad vehicular:** es el servicio que facilita la infraestructura vial, admitiendo el tránsito entre ciudades, originando la integración de países. Patrakeeva (2019). La demanda vehicular, son los vehículos que transitan por una vía específica.

### III. METODOLOGÍA

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

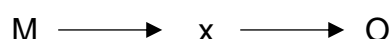
El propósito de la investigación es lograr cumplir los objetivos. El diseño de investigación es tipo no experimental transeccionales o transversales de tipo descriptivo con enfoque cuantitativo.

El diseño de la investigación es:

Descriptiva, porque el diseño de infraestructura vial se desarrolla, mediante parámetros obtenidos de los estudios básicos, logrando resultados confiables y validados.

No experimental, porque la investigadora no modifica o altera las variables de estudio.

La investigación se representa mediante el siguiente esquema:



Donde:

M: Muestra: Trocha tramo Tabaconas – Huascaray.

X: Transitabilidad vehicular.

O: Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.

#### 3.2. Variables y operacionalización

Tabla 2. Operacionalización de variables

VARIABLE	Definición Conceptual	Definición Operacional
V.I Diseño de Infraestructura Vial	La estructura de la infraestructura vial está conformada por la vía y todos sus ramales, los cuales forman parte del diseño de carreteras y caminos. MTC (2006).	El diseño de infraestructura vial comprende estudios de ingeniería básica, como la topografía, conteo vehicular, mecánica de suelos, hidráulica e hidrología, los cuales con tratados para realizar el diseño geométrico y diseño de pavimento.

V.D Transitabilidad Vehicular	La transitabilidad vehicular es el servicio que facilita la infraestructura vial, admitiendo el tránsito entre ciudades, originando la integración de países. Patrakeeva (2019).	A través de la infraestructura vial, diferentes pueblos se pueden conectar, siendo necesario conocer el nivel de servicio de la carretera y parámetros para un diseño óptimo.
-------------------------------------	--	---

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. Población (criterios de selección selección), muestra y muestreo, unidad de análisis

#### **Población:**

Constituida por el área de influencia del tramo denominado trocha carrozable en el distrito de Tabaconas.

#### **Muestra:**

Comprende la trocha carrozable Tabaconas – Huascaray, con una longitud de 8+630 Km de vía que va desde el centro poblado Tabaconas, hasta el caserío Huascaray, distrito Tabaconas.

#### **Unidad de análisis:**

Para obtener la muestra de una población, cada elemento o persona considerada con similitud en características son escogidas, como unidad de medida de análisis en este estudio se considera vías no pavimentadas.

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

Los datos son recolectados con el sumario de acciones que son necesarias para la obtención de la información detallada con el fin de cumplir objetivos. En la tabla 3 se detallan técnicas e instrumentos utilizados en la investigación.

Tabla 3. Técnicas e instrumentos de investigación

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
Observación directa.	Ficha: diagnostico.
Observación indirecta.	Ficha: resumen de resultados.
Exploración de documentos.	Matriz de categorías.

Fuente: Elaboración propia.

### **Validación de instrumentos**

La validez de los instrumentos es determinada por profesionales expertos en el tema en que se sé desarrolla la investigación para dar fiabilidad a los hallazgos.

### **Confiabilidad de resultados**

La tarea de realizar una actividad requerida de manera efectiva se conoce como confiabilidad de resultados. La confiabilidad de los datos adquiridos en campo se demuestra mediante la calibración de equipos topográficos y de los instrumentos utilizados en los ensayos de mecánica de suelos.

### **3.5. Procedimientos**

En la presente investigación las variables no son manipuladas porque han sido constituidas anteriormente, donde para realizar con los objetivos de estudio para el desarrollo del trabajo se respeta las características estipuladas en la normativa peruana de carreteras (DG-2018), así como las normas técnicas peruanas con el fin de dar el adecuado diseño de infraestructura vial, mediante la recolección de datos, fichas técnicas, estudios básicos de ingeniería.

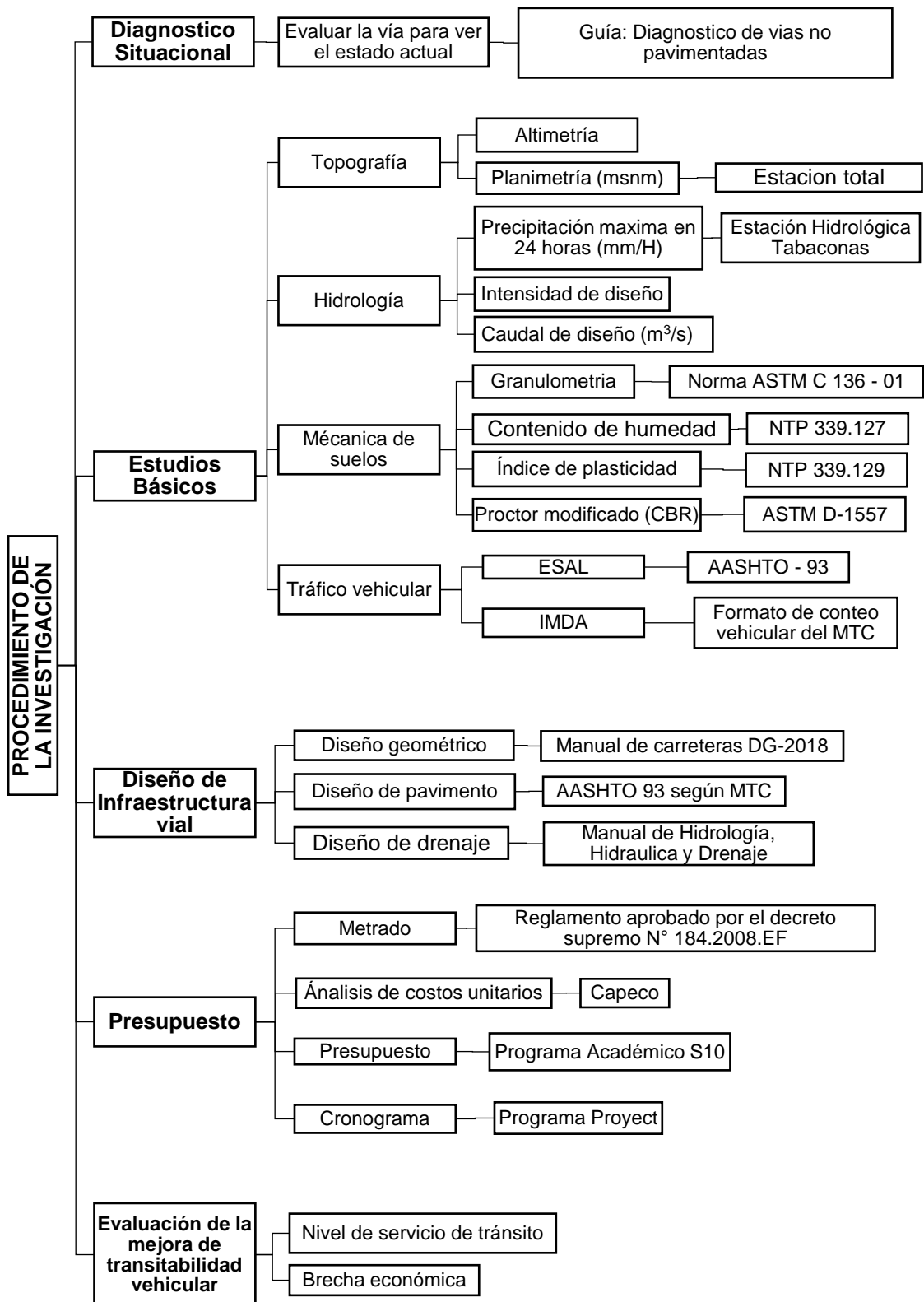


Figura 3. Proceso requerido en la investigación.

Fuente: Elaboración propia.



### 3.6. Métodos de análisis de datos

En el presente estudio se utiliza el método de análisis descriptivo de datos, consistiendo en la especificación de datos existentes en tendencia que llevan a nuevos hechos, la investigación se considera tipo propositiva, permitiendo dar resultados mediante la realidad caracterizada para el análisis respectivo, para interpretarlos y llegar al planteamiento de una propuesta de solución, a continuación, detallo el estudio a realizar.

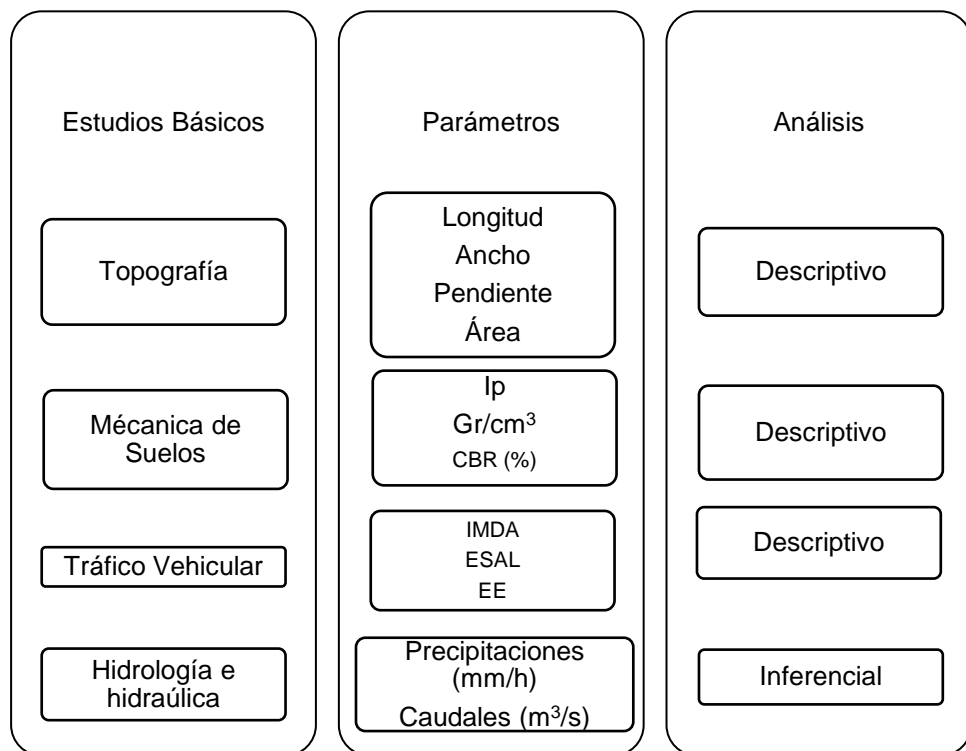


Figura 4. Métodos de análisis de datos.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.7. Aspectos éticos

Los datos indicados en investigación practican la autenticidad, obedeciendo la veracidad como de aportaciones bibliográficas, así mismo, la investigación es de autenticidad propia de la autora de acuerdo con las políticas de la casa de estudios, además, se respeta lo señalado en el manual y guía de estructura de la norma ISO 690.

La siguiente figura, detalla los principios que se han seguido al realizar la investigación.

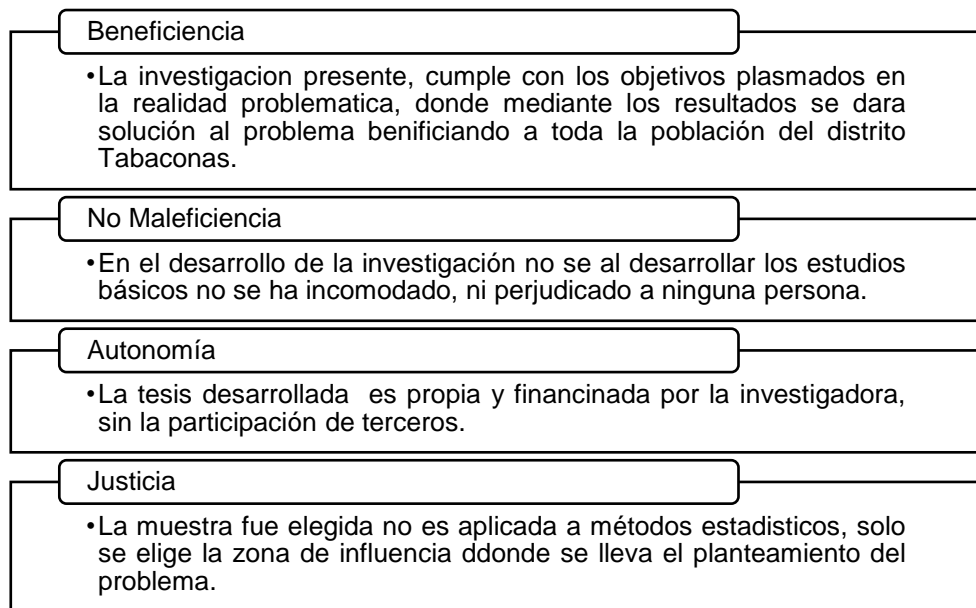


Figura 5. Principios éticos de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Primer objetivo: Diagnóstico situacional del proyecto

El diagnóstico vial de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray, ubicada en el norte del distrito Tabaconas, provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca. El recorrido que se realiza para llegar a la ciudad de Chiclayo es Tabaconas – Jaén – Chiclayo, con una distancia aproximada de 427 Km.

Tabla 4. Vía Tabaconas – Huascaray, evaluación técnica.

EVALUACIÓN TÉCNICA		
Red vial	Red vecinal	
Código de ruta	R N° 28: tramo comprendido desde el distrito Tabaconas hasta el caserío Huascaray.	
Longitud	8+630 Km	
Ancho de calzada	2.10 m a 2.80 m	
Pendiente	Superior a 8% en orografía longitudinal	
Infraestructura encontrada		Solución técnica
Drenaje	No presenta	Diseño
Subbase	Suelo Natural	Reparación
Base	Suelo Natural	Diseño

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Vía Tabaconas – Huascaray, kilómetros con mayores fallas.

Indicador	Km			
	2+510 – 2+690	3+020 – 3+160	4+555 – 4+665	8+500 – 8+630
Tipo de daño	Baches y huecos	Baches y huecos	Lodazal	Erosión
Severidad	1	2	1	1
Puntos críticos	-	-	-	-
Longitud (m)	80	140	110	145
Ancho promedio	2.10	2.10	2.80	2.10
Alcantarilla	-	-	-	-
Cuneta	-	-	-	-
Área de daño	378	294	308	304
Porcentaje de daño	36 %	28 %	22 %	29 %

Fuente: Elaboración propia.

Nota: En los anexos se detallan todos todas las fallas o defectos que presenta el tramo.

Los resultados mostrados han sido obtenidos mediante la inspección directa, basada en la guía para realizar el diagnóstico de la situación actual de carreteras sin asfaltar. El tramo es de un solo carril en ambos sentidos.

La trocha tiene una longitud total de 8+630 Km, el derecho de vía actual que varía de 2.10 m. a 2.80 m., carece de plazoletas de cruce, no hay drenaje transversal (alcantarillas, badenes y puentes), ni drenaje longitudinal (cunetas), Además, al encontrarse la vía en una zona netamente lluviosa la superficie de rodadura sufre fallas como encalamiento, baches y huecos, lodazal, erosión y deformaciones; problemas que dificultan el tránsito vehicular demandando más tiempo en llegar a sus destinos a los vehículos. La figura 6, muestra el porcentaje (%) de daños o fallas encontradas en el diagnóstico de la trocha.

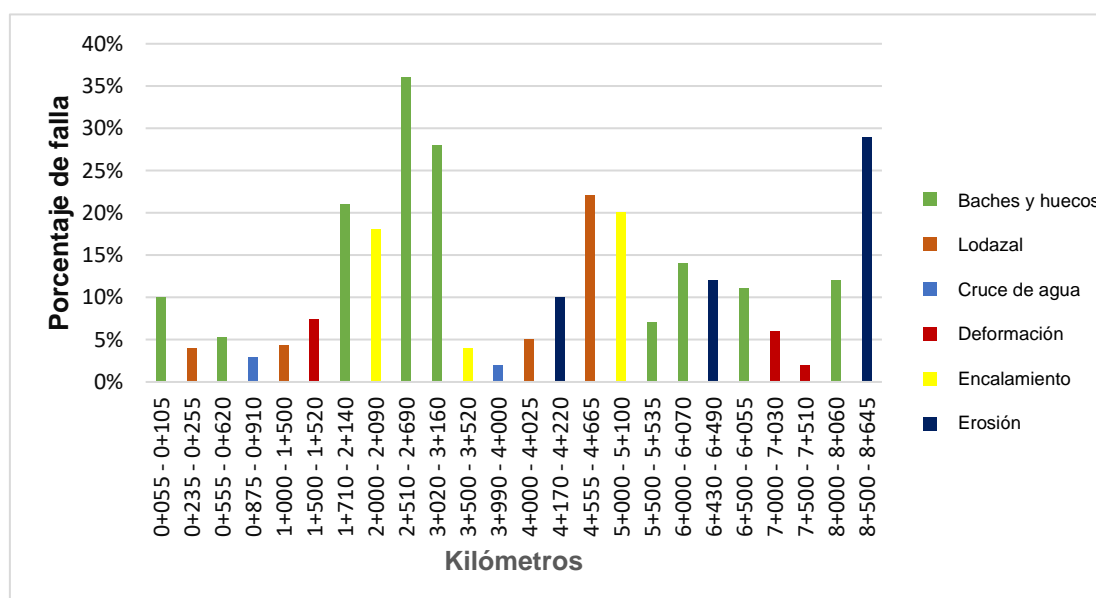


Figura 6. Porcentaje de falla en la vía

Fuente: Elaboración propia.

De la figura 6, se puede decir que el mayor tramo con fallas es el Km 2+510 – Km 2+690, prevaleciendo la falla de baches y huecos con un porcentaje de falla (36%). Obtenido el porcentaje de falla se determina que la trocha presenta un deterioro de 293, según la guía de diagnóstico de vías no pavimentadas, se clasifica como condición regular en conservación.

#### 4.2. Segundo objetivo: Realizar estudios básicos de infraestructura vial.

Los resultados de los estudios básicos realizados se detallan a continuación:

Tabla 6. Resumen de los estudios realizados

1	<b>Estudio de Topografía</b>		
	Orografía	Terreno accidentado, ondulado y escarpado	
	Longitud total de la vía	Km	8+630
	Ancho de la vía	mts	2.10 a 2.80
	Pendiente de la vía	%	Superior a 8% en orografía longitudinal
	Puntos de control	BMs	16
2	<b>Estudio de Mecánica de suelos</b>		
	Clasificación de suelo	AASHTO	SC – SP – GP - GC
	Granulometría promedio	% finos	16.7
	Índice de plasticidad	%	10
	Humedad promedio	%	12
	CBR	%	13.425
3	<b>Estudio de Tráfico</b>		
	Índice medio diario anual (IMDA)	Unidad	48
	ESAL	EE	195,569
4	<b>Estudio Hidrológico</b>		
	Caudal de cuneta	m <sup>3</sup> /s	0.17
	Caudal de alcantarilla	m <sup>3</sup> /s	1.31
	Caudal de baden	m <sup>3</sup> /s	3.16

Fuente: Elaboración propia.

Del estudio de topografía, se tiene que la vía tramo Tabaconas - Huascaray tiene una longitud de 8+630 Km, presenta una orografía variable (terreno ondulado, accidentado y escarpado) con pendientes longitudinales que se encuentran en los rangos de 3%-6%, 6%-8% y superiores a 8%, asimismo, para puntos de control se usaron 16 BMs.

En cuanto al estudio de mecánica de suelos, se realizó 1 calicata por Km debido a que es una carretera de bajo flujo vehicular, a lo largo de la vía se tiene un total 9 calicatas, los estratos se obtuvieron a una profundidad de 1.50 cm y 1.00 metro de ancho, de acuerdo a los análisis, el suelo a lo largo del tramo es, según SUCS son SC, SP, GP y GC. Para obtener el valor del CBR se realizó ensayos cada 2 km, obteniendo un porcentaje promedio de 13.425%, al 95% clasificándose como una subrasante buena.

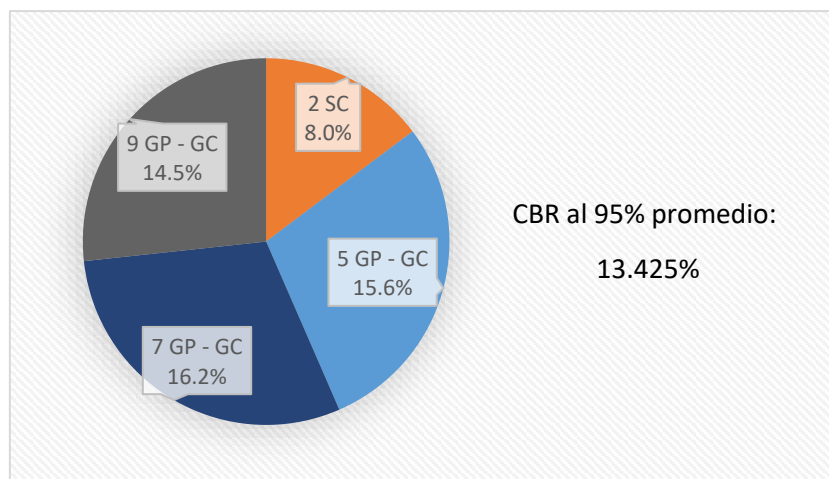


Figura 7. Porcentaje de CBR al 95%

Fuente: Elaboración propia.

Para el estudio de tráfico, en cuanto al conteo vehicular, se optó por una sola estación de control, la cual fue ubicada al principio de la vía Km 0+000. Del conteo de vehículos, se tiene que el IMDA es igual a 48 Veh/día, la mayoría de vehículos que circulan por la vía son ligeros, al 95% de contabilizados, de la misma manera el procesar los datos obtenidos se tiene que el ESAL es de 1995,569 EE.

En el estudio hidrológico, la precipitación máxima es de 116.57 mm en 24 horas, la intensidad de diseño es de 159.03 mm/h, obteniendo un coeficiente de escorrentía de 0.70, logrando calcular el caudal de aporte de 0.17 m<sup>3</sup>/s, valor que es necesario para el diseño hidráulico de cunetas, de igual manera el caudal para el diseño de cunetas es igual a 0.17 m<sup>3</sup>/s. Asimismo, el caudal de diseño para alcantarilla es de 1.31 m<sup>3</sup>/s y el caudal para el diseño de badenes es igual a 3.16 m<sup>3</sup>/s, valores que son necesarios para desarrollar un diseño óptimo de drenaje pluvial de la carretera para garantizar un buen funcionamiento y durabilidad de la vía.

### 4.3. Tercer objetivo: Diseño de la infraestructura vial

El diseño de infraestructura vial se realiza a partir de los resultados de los estudios previos o básicos de ingeniería. El diseño presente a respetado los lineamientos dispuestos por el manual de carreteras DG-2018.

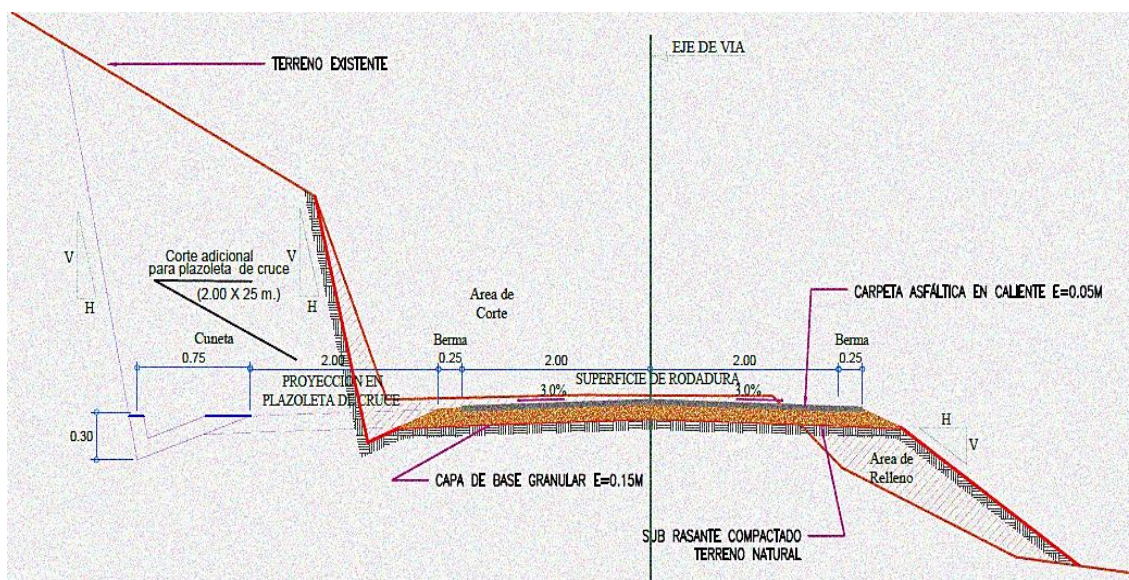


Figura 8. Sección típica.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Parámetros de diseño de la infraestructura vial.

Parámetros de diseño	
Longitud	8+630 Km
Velocidad de diseño	30 km/h
Ancho de calzada	4.00 metros
Berma	0.25 m a cada lado
Ancho de plataforma	4.50 metros
Plazoletas	Cada 500m (2m x 25m).
Bombeo	3%
Peralte máximo	8%
Peralte Mínimo	3%
Derecho de vía	16.00 metros
Taludes:	
- Talud de Corte (Material Suelto)	1:2
Cunetas Triangulares	0.75 m x 0.30 m
Pavimento	
Base Granular	Con material granular 15 cm.
Carpeta de Rodadura	Mezcla Asfáltica en caliente 5cm

Fuente: Elaboración propia.

El pavimento de la vía ha sido diseñado mediante los parámetros dados por el manual de carreteras - suelos, geología, geotecnia y pavimentos R.D. N° 10-2014-MTC/14), los espesores de las capas se detallan en la figura 9.

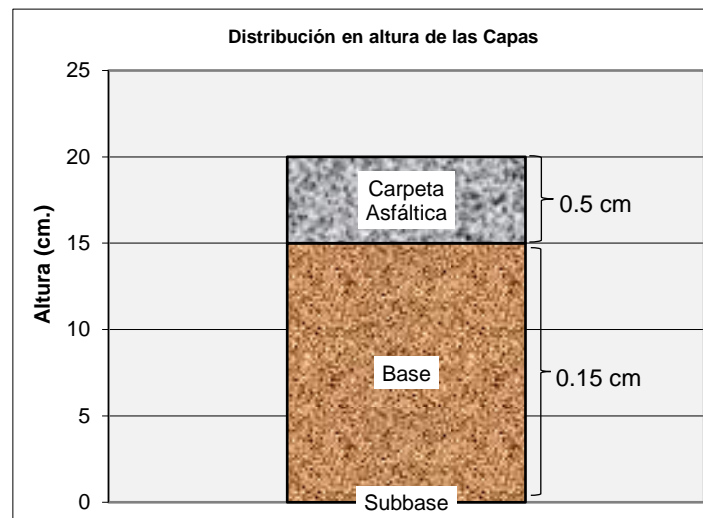


Figura 9. Espesores del pavimento.

Fuente: Elaboración propia.

Después de calcular el número estructural requerido, se definen los valores de los espesores tanto de la capa superficial como de la base granular, en esta investigación no se considera subbase granular, por no ser necesaria en vías de bajo volumen de tránsito según el manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos R.D. N° 10-2014-MTC/14).



#### 4.4. Cuarto objetivo: Presupuesto de la infraestructura vial

El presupuesto del proyecto es de S/. 9,148.877.97 nuevos soles.

Tabla 8. Presupuesto del proyecto.

PRESUPUESTO			
01	Obras preliminares	S/	933,972.60
02	Movimiento de tierras	S/	1,105,926.19
03	Base	S/	284,395.47
04	Pavimento asfáltico	S/	1,654,206.05
05	Obras de arte y drenaje	S/	1,774,203.31
06	Transporte	S/	507,106.23
07	Señalización y seguridad vial	S/	404,379.68
08	Impacto ambiental	S/	37,353.28
09	Programa de medidas contra el covid-19	S/	45,237.25
10	Plan de monitoreo arqueológico	S/	27,889.24
	Costo directo	S/	<b>6,774,669.30</b>
	Gastos generales	S/	352,821.38
	Utilidad	S/	338,733.47
	Sub total	S/	7,466,224.14
	IGV 18%	S/	1,343,920.35
	Costo de obra	S/	<b>8,810,144.5</b>
	Supervisión	S/	338,733.47
	Presupuesto de obra	S/	9,148,877.97

Fuente: Elaboración propia.

El proyecto en tendrá una duración de 6 meses en ejecución. Además, señalar que existen partidas que se realizan en el mismo tiempo.

CALENDARIO DE AVANCE DE OBRA							
► PROYECTO : "DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA, 2022"							
► LUGAR : TABACONAS							
► PLAZO DE EJECUCION : 180 DIAS							
ITEM	NOMBRE DE LA TAREA	MES1	MES2	MES3	MES4	MES5	MES6
01	OBRAS PRELIMINARES						
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
03	BASE						
04	PAVIMENTO ASFÁLTICO						
05	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE						
06	TRANSPORTE						
07	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL						
08	IMPACTO AMBIENTAL						
09	PROGRAMA DE MEDIDAS CONTRA EL COVID-						
10	PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO						

Figura 10. Cronograma de ejecución.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5. Quinto objetivo: Cálculo de la brecha económica considerando el diseño de infraestructura vial

Para calcular la brecha económica se consideró el diseño de la infraestructura vial del presente proyecto, es imprescindible tener en cuenta la reducción de la brecha económica que genera el proceso del proyecto. Para ver el incremento luego de aplicar el diseño, se hace una comparación con la economía real del sector correspondiente a la red vecinal no pavimentada.

Apenas el 12% de la población que se encuentra en la zona en el proyecto, cuenta con pavimentación, siendo un total de 17,850.12 km.

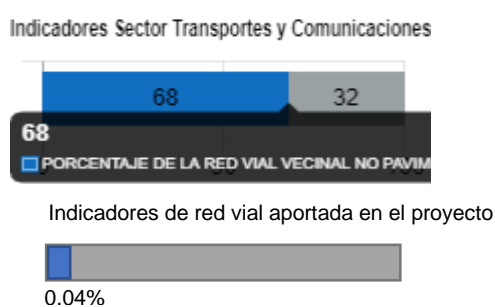


Figura 11. Brecha económica generada.

Fuente: Elaboración propia.

El 0.04% representa al porcentaje de vías no pavimentadas a nivel de red vecinal y presenta niveles de servicio insuficientes que genera el presente proyecto como beneficio. Según el Ministerio de Economía y Finanzas la brecha actual de vías vecinales no pavimentadas asciende al 68%, al calcular la brecha económica del proyecto se reduce en un 0.04%, obteniendo una brecha económica actual de 67.96%.

## V. DISCUSIÓN

Con base a los hallazgos se acepta que si se diseña la infraestructura vial se mejora la transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca, debido a que al realizar el estudio previo para el diseño, se llega a realizar estudios básicos, se sigue con los lineamientos de diseño vial de acuerdo a norma permitiendo mejorar la transitabilidad vehicular, mediante ello, al ejecutarse el proyecto vial, se tiene como objetivo dar una mejor calidad de vida a la personas que están dentro de la zona de influencia y a aquellas que hacen uso de la carretera en mención, acortando el tiempo de viaje mediante la solución técnica que se le da al proyecto.

En cuanto a la obtención de resultados del diagnóstico vial, hay relación con los investigadores Freire (2020) y Suarez y Paucar (2019), hacen mención que es necesario realizar un recorrido previo por la carretera para conocer el estado actual en la que se encuentra, de igual manera para identificar fallas o daños que no permiten el libre tránsito vehicular, esto se realiza mediante un inventario vial, guía que permite identificar acontecimientos que presenta la trocha, como el ancho de la calzada, de igual manera se identifica los cruces para el diseño de obras de arte, derrumbes, erosión, asimismo, conocer la zona y población donde se desarrollará el proyecto para evitar conflictos posteriores. En las investigaciones mencionadas se respetan los lineamientos dispuestos por sus países. Conforme a lo mencionado, sé afirma lo dicho por los autores mencionados en este párrafo, porque en la presente investigación se realizado un diagnóstico vial para conocer el estado actual del proyecto, teniendo como resultado que la carretera necesita un nuevo diseño para de esa manera mejorar la transitabilidad vehicular de la vía.

De los resultados de los estudios requeridos para el diseño de carreteras, se tiene un índice media diario anual de 48 veh/día y un ESAL de 195,569 EE, un CBR de 13.425%, el caudal para cunetas de 0.17 m<sup>3</sup>/s. los resultados tienen relación con los hallazgos de Amanqui y Pauca (2021), Alvarado y Díaz (2021), Ayalo y Florindez (2019) y Misti (2020), quienes obtuvieron una subrasante buena al realizar el estudio de mecánica de suelos buena, asimismo el IMDA que presentan es menor a 200 veh/día clasificando como las vías de bajo volumen

de tránsito, carreteras que no cumplen con los parámetros del manual de diseño geométrico. Sin embargo, Ayalo y Florindez (2019) y Misti (2020) a pesar de estar sus estudios en zonas lluviosas solamente proponen diseño de nivel afirmado. En la presente investigación se realiza el diseño del pavimento por estar una zona lluviosa con una precipitación anual de 1050.35 mm/año para dar solución al problema que se presenta actualmente. De lo mencionado se puede afirmar que realizar estudios básicos de ingeniería es fundamental para conocer los parámetros básicos para empezar el diseño de la infraestructura vial. (Freire 2020), en su investigación, al realizar estudios de ingeniería tuvo como resultado un IMDA de 87 veh/día, clasificando la vía de acuerdo a norma como trocha carrozable, con una velocidad de diseño de 30 Km/h, diseña su proyecto con una vida útil de 10 años, con una longitud de 7+026 Km/h, con un CBR de 8.25%, se tiene como espesores de pavimento subbase de 20.00 cm, base de 15.00 cm y una carpeta asfáltica de 10 cm. La investigación tiene similitud con los resultados obtenidos en el proyecto desarrollado, en cuanto al IMDA en el proyecto actual se tiene un IMDA de 48, de igual manera la velocidad de diseño es igual a la del proyecto, por ser zonas accidentadas, onduladas y escarpadas, la tesis mencionada a diseñado subbase porque su CBR es regular, en cambio la tesis en desarrollo tiene un CBR bueno de 13.425% donde ya no es necesario según los ejes equivalentes la dimensión de la subbase porque el material natural será compactado, luego se tiene una base de 15.00 cm, afirmado compactado, y una carpeta asfáltica de 5.00 cm.

Por otro lado, el estudio también apuntó a diseñar la infraestructura vial de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray. En este estudio la capacidad portante del suelo es de 13.425 % con el que se diseñó el pavimento con espesor de base = 15.00 cm y carpeta asfáltica de 5.00 cm. De la gráfica 02, se tiene que, Gonzales (2019), en su estudio de mecánica de suelos tiene un suelo regular, diseñando un pavimento con base granular de 20.00 cm y una carpeta asfáltica de 10.00 debido a que el IMDA que presenta es de 132 veh/día, mientras tanto, los investigadores Altamirano y López (2020), al tener un CBR regular y un IMDA de 179 veh/día, diseñan un pavimento con subbase de 30.00 cm, base de 30.00 cm y el espesor de la carpeta asfáltica de 10.00 cm. De lo mencionado, se puede afirmar que cuando se tiene buen material granular, no es necesario realizar

diseñar el valor de la subbase. Asimismo, Castillo (2021), Amanqui y Pauca (2021) y, Alvarado y Díaz (2021) presentan un CBR bueno, lo que implica un diseño de pavimento similar a la vía de estudio. De los antecedentes presentados se dice que los hallazgos obtenidos en el estudio si se asemejan a los resultados mostrados por los autores mencionados. Asimismo, de la gráfica 02, se puede decir que las vías en la sierra de Cajamarca se diseñan con una velocidad de 30.00 km/h, velocidad que se usa para el presente proyecto. Soriano (2020) en su investigación, para el diseño de la vía la Morada, Cajamarca, del estudio de tráfico obtuvo un IMDA de 30 veh/día, clasificando la vía como trocha carrozable debido al poco tráfico vehicular, asimismo del estudio de mecánica de suelos obtuvo un CBR de 9.75 %, clasificándose como una subrasante regular, de igual manera la velocidad con la que trabajó el diseño de la infraestructura vial es de 30 km/h; la investigación del autor mencionado tiene similitud con los datos de diseño de la vía actual, teniendo como calzada 4.00m, y bermas de 0.25 m a cada lado, en ambos proyectos se diseñaron cunetas de 0.75 m x 0.30 m, de igual manera para el diseño del pavimento usa solo 2 capas debido a que el CBR obtenido es bueno.

Por otro lado, del presupuesto analizado en la gráfica 01, mediante el costo total del presupuesto de “diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular de carreteras”, citados algunos autores que se mencionan en el cuadro N° 01, del análisis del costo total de construcción de una carretera que tienen que su IMDA es menor a 200 veh/día, se tiene que el costo promedio por km es de S/ 1,293,009.54 nuevos soles. La presente investigación al ser analizada muestra un costo por km de S/ 1,060,126.07 nuevos soles. En el gráfico se observa que, Amanqui y Pauca (2021), Soriano (2020), Castillo (2021) y Adrianzén y Torres (2020), están el rango promedio del costo por km (S/ 1,293,009.54 nuevos soles), mientras tanto Altamirano y López (2020) tienen un costo muy alejado, siendo este de S/. 2,576,932.92 nuevos soles, superando al costo promedio por S/1,283,923.38 nuevos soles, además, Gonzales (2019), Adrianzén y Herrera (2021) y Ayalo y Florindez (2019), están por debajo del costo promedio analizado, siendo menores en S/549,823.00, S/837,192.02, S/640,133.09 nuevos soles respectivamente. Debido a lo mencionado se puede afirmar que el presupuesto realizado en la presente investigación se encuentra

en el rango promedio de las investigaciones analizadas. de igual manera, al analizar el costo para el diseño de la infraestructura vial, Castillo (2021), para su proyecto de 8+000 km, determinó un monto total de obra de S/. 9,580,922.77; en la investigación realizada se tiene una longitud de 8+630 km, con un costo total de obra de S/. 9,148,877.97, valor similar. Siendo estudios similares.

En cuanto al cálculo realizado en brecha económica, la presente investigación al estar enfocada a red vial rural, se tiene una reducción de 0.04 % obteniendo inicialmente en el proyecto un 68% y al considerar la reducción que genera la brecha económica en el proyecto, se logra tener una brecha económica final de 67.96 %.

## VI. CONCLUSIONES

Se concluye que el diseño de la infraestructura vial mejora la transitabilidad vehicular en la trocha tramo Tabaconas - Huascaray.

Del diagnóstico situacional, se concluye que la trocha presenta deterioro a lo largo de la vía prevaleciendo la falla de baches y huecos, y la falla de lodazal, elementos que frenan tránsito de vehículos. La vía presenta una conservación regular, lo que permite tener claro el diseño de la infraestructura vial.

Los resultados de los estudios de ingeniería básica, en cuanto a la topografía se tiene pendientes mayores a 8% en orografía longitudinal, asimismo para realizar el levantamiento topográfico se consideró 18 puntos de control, la vía tiene una longitud de 8+630 km, el IMDA calculado es de 48 veh/día, con un ESAL de 195,569. El CBR de diseño obtenido fue de 13.425% clasificando como material bueno. Del estudio hidrológico se tiene caudales para cuneta de 0.17 m<sup>3</sup>/s, para alcantarillas el caudal de diseño de 1.31 m<sup>3</sup>/s y el caudal de diseño del baden es 3.16 m<sup>3</sup>/s.

Para el diseño de la infraestructura vial, se analizó datos obtenidos de los estudios previos de los parámetros dados por el manual de carreteras, la vía tiene una longitud de 8+630 km, el tramo presenta un tipo de terreno según las pendientes transversales, la orografía es accidentado, ondulado y escarpado, tiene una velocidad de diseño de 30 km/h, una cazada de 4.00 m, bermas de 0.25 m a cada lado, un ancho de plataforma de 4.50 m, asimismo, se tiene plazoletas de cruce cada 500.00 m, bombeo de 3%. El pavimento tiene como espesor en la base granular de 15.00 cm y una carpeta asfáltica de 5.00 cm

En relación al presupuesto elaborado mediante los metrados y conforme a los resultados de los estudios básicos, el costo general del proyecto asciende a S/. 9,148,877.97 nuevos soles.

Por último, se concluye que la transitabilidad vehicular mejora a un nivel de categoría bueno, asimismo la brecha económica disminuye en un 0.04% en la red vial vecinal de vías no pavimentadas con servicios inapropiados de la región Cajamarca.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda utilizar los datos obtenidos para una ejecución del proyecto que mejore la infraestructura vial y transitabilidad en la vía en estudio.

Se recomienda hacer operaciones de mantenimiento periódico y rutinario de la carretera, así como diseñar las obras de arte para garantizar un normal funcionamiento y mayor vida útil.

De igual manera se recomienda tomar como referencia datos obtenidos en los estudios básicos, donde se muestran resultados verídicos, el CBR que presenta es un suelo de buena calidad.

Asimismo, se recomienda respetar los parámetros establecidos según norma, utilizar como referencia los hallazgos obtenidos en la investigación, donde se tiene que la vía tiene una velocidad de diseño de 30 km/h, se han considerado plazoletas cada 500 m, las cunetas diseñadas son triangulares de 0.75 m x 0.30 m y el pavimento diseñado tiene espesores de base igual a 15.00 cm y carpeta asfáltica de 5.00 cm

Se recomienda actualizar los precios, porque están en constante cambio y utilizar el presupuesto como referencia. Para realizar costos y presupuestos, se debe deducir los metrados correctamente y elaborar el análisis de costos unitarios con precios actuales en la revista Capeco, se recomienda hacer cotizaciones de materiales y equipos que se van a emplear en la ejecución del proyecto.

Se recomienda realizar estudios de comparación de costos y análisis de costo beneficio sobre pavimentos deteriorados con el fin de proponer alternativas para la construcción de nuevos pavimentos.



## REFERENCIAS

- ADRIANZÉN y HERRERA, 2021. *Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular tramo Yorongos a centro poblado Belén, Rioja, San Martín* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86901>.
- ADRIANZÉN y TORRES, 2020. *Diseño de infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular: Cutervo – centro poblado la conga (km 0+000 - km 10+012.46)–Cajamarca 2020* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66138>.
- ALLENDE, T., OBREGÓN, C., ROSSELLO, C. y LÓPEZ, W., 2014. Evaluación geológica, geodinámica & geotécnica del tramo vial Ninacaca-Huachón (Cerro de Pasco) geological, geodynamics and geotechnicals assessment for ninacaca-huachón highway located in cerro pasco. [en línea], vol. 17, pp. 19-26. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/11493/10336>.
- ALTAMIRA, A.L., 2020. Diseño Geométrico de Caminos de Montaña: particularidades y desafíos. *Avances Investigación en Ingeniería* [en línea], vol. 17, no. 2, pp. 1-15. ISSN 1794-4953. DOI 10.18041/1794-4953/avances.2.7003. Disponible en: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/7003/6224>.
- ALTAMIRANO y LÓPEZ, 2020. *Diseño de Infraestructura vial para mejorar el servicio vehicular en Carretera Santa Rosa, Caserío Romerillo km 00+000 - 10+160, Jaén.* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- ALVARADO y DÍAZ, 2021. *Diseño de la Infraestructura Vial de la Avenida Trujillo y Vía Evitamiento hasta Carretera Industrial – Laredo – Trujillo – La Libertad 2021* [en línea]. Lima: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/83063>.
- AMANQUI y PAUCA, 2021. “*Diseño de infraestructura vial para mejorar la serviciabilidad vehicular carretera Madrigal - Lari km 0+000 al 5+890.35 Caylloma, Arequipa 2020*” [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/62670>.
- AYALO y FLORINDEZ, 2019. *Universidad Nacional De Trujillo Facultad De Ingeniería Escuela Profesional De Ingeniería Civil Estudio Del Diseño De Trocha Carrozable De Los Caseríos* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional de Trujillo. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12707>.
- CASTILLO, 2021. “*Diseño infraestructura vial para mejorar la accesibilidad vehicular ruta Centro Poblado Sipan – Collique Alto km. 00+000 al km. 8+346, Lambayeque- 2021*” [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/82580>.
- CHAMORRO, A., ECHAVEGUREN, T., ALLEN, E., CONTRERAS, M., DAGÁ, J., SOLMINIHAC, H. de y LARA, L.E., 2020. Sustainable risk management of

- rural road networks exposed to natural hazards: Application to volcanic lahars in Chile. *Sustainability (Switzerland)*, vol. 12, no. 17. ISSN 20711050. DOI 10.3390/SU12176774.
- DE LA CRUZ VEGA, S.A. y PAREDES CAHUANA, G.A., 2021. Diseño de infraestructura vial con pavimento flexible para mejora de transitabilidad de la avenida Industrial, Lurín, Lima. *Memoria. Investigaciones en Ingeniería* [en línea], vol. 21, pp. 108-114. DOI 10.36561/ing.21.9. Disponible en: <http://revistas.um.edu.uy/index.php/ingenieria/article/view/858>.
- DEL RÍO SANTANA, O., GÓMEZ CÓRDOVA, F. de J., LÓPEZ CARRILLO, N.V., SAENZ ESQUEDA, J.A. y ESPINOZA FRAIRE, A.T., 2020. Análisis comparativo de levantamiento topográfico tradicional y tecnología de Drones. *Revista de Arquitectura e Ingeniería* [en línea], vol. 14, no. 2, pp. 1-10. ISSN 1990-8830. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/1939/193963490001/html/>.
- DELZO, 2018. "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO Y SEÑALIZACIÓN DEL TRAMO 5 DE LA RED VIAL VECINAL EMPALME RUTA AN-111 – TINGO CHICO, PROVINCIAS DE HUAMALÍES Y DOS DE MAYO, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO" [en línea]. S.l.: Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/10153>.
- DEVKOTA, S., SHAKYA, N.M. y SUDMEIER-RIEUX, K., 2019. Framework for assessment of eco-safe rural roads in panchase geographic region in central–western Nepal hills. *Environments - MDPI*, vol. 6, no. 6. ISSN 20763298. DOI 10.3390/environments6060059.
- E SANTOS, E.A.N., DUTRA, C.T. d. S., CHINELLI, C.K., HAMMAD, A.W.A., HADDAD, A.N. y SOARES, C.A.P., 2021. The main impacts of infrastructure works on public roads. *Infrastructures* [en línea], vol. 6, no. 9, pp. 19-22. ISSN 24123811. DOI 10.3390/infrastructures6090118. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2412-3811/6/9/118/htm>.
- FIORELLA, A., APARICIO, M., DARWIN, C. y MARQUEZ, G., 2020. IMPACTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL SOBRE LA Trabajo de suficiencia profesional presentado para optar el Título profesional de. [en línea], Disponible en: [https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/2655/MongeAnny\\_Tesis\\_Licenciatura\\_2020.pdf?sequence=1](https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/2655/MongeAnny_Tesis_Licenciatura_2020.pdf?sequence=1).
- FREIRE, 2020. «Diseño Geométrico de la alternativa vial Shuyo-Pinllopata en el tramo Km 0 +000 - 4+000 perteneciente a los cantones Pujilí y Pangua de la Provincia de Cotopaxi» [en línea]. S.l.: Universidad Técnica de Ambato. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30683>.
- GÓMEZ-CABRERA, A., SANZ-BENLLOCH, A., MONTALBAN-DOMINGO, L., PONZ-TIENDA, J.L. y PELLICER, E., 2020. Identification of factors affecting the performance of rural road projects in Colombia. *Sustainability (Switzerland)* [en línea], vol. 12, no. 18. ISSN 20711050. DOI 10.3390/SU12187377. Disponible en: <https://com-mendeley-prod-publicsharing-pdfstore.s3.eu-west-1.amazonaws.com/6c75-CC-BY-2/10.3390/su12187377.pdf?X-Amz-Security->

Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEAAaCWV1LXdlc3QtMSJHMEUCIQCDMcgEAo  
xdzfMkxc43gH79GYhFyyvReYeUlduBbn%2B8hQlGM%2BcmFrivBVXf0%2  
FWChax8XZKuf1qj.

- GOMEZ, C. y BAIRON, L., 2020. *TRANSITABILIDAD DE LA VÍA TERCIARIA EN LA VEREDA EL CUCHARAL, MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ* [en línea]. S.I.: Universidad Católica De Colombia. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/25057>.
- GONZALES, 2019. *Diseño de infraestructura vial para accesibilidad del tramo Callanca km 0+000 a cruce de Carretera Saltur km 7+026, Pomalca, Chiclayo, Lambayeque 2018* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35397>.
- GULLIVER, J.S., 2019. Hydrologic and hydraulic analysis. , vol. 1, no. October.
- HORR, A.M., 2021. On new ideas for design of road infrastructure: Hybrid fatigue analyses. *Applied Sciences (Switzerland)* [en línea], vol. 11, no. 2, pp. 1-28. ISSN 20763417. DOI 10.3390/app11020759. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/2/759/htm>.
- JIMÉNEZ-U, M., PEÑA, L.E. y LÓPEZ, J., 2022. Non-stationary analysis for road drainage design under land-use and climate change scenarios. *Heliyon* [en línea], vol. 8, no. 2. ISSN 24058440. DOI 10.1016/j.heliyon.2022.e08942. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2405844022002304?token=551D896240D9FD45708E058AFD8FA2E45F6768CB60354E7B6D509A14225EC780240DB0631321FCE56A4D02A086E4F8B3&originRegion=us-east-1&originCreation=20220519145836>.
- LI, Y. y CHEN, Y., 2018. A New Method Based on Field Strength for Road Infrastructure Risk Assessment. *Journal of Advanced Transportation* [en línea], vol. 2018. ISSN 20423195. DOI 10.1155/2018/6379146. Disponible en: <https://downloads.hindawi.com/journals/jat/2018/6379146.pdf>.
- LÓPEZ, CAMPO, E., PARRA, MARÍA, F. y MONTAÑEZ, ANA, L., 2019. Análisis comparativo de la infraestructura vial entre Colombia y Ecuador en el siglo XXI Comparative analysis of road infrastructure between Colombia and. [en línea], vol. 40, no. 2018, pp. 12. Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a19v40n42/a19v40n42p17.pdf>.
- MATHEW, S. y PULUGURTHA, S.S., 2021. Systemic evaluation of spatio-temporal variations in travel time reliability due to a toll road over time. *Urban, Planning and Transport Research* [en línea], vol. 9, no. 1, pp. 36-59. DOI 10.1080/21650020.2020.1853601. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/21650020.2020.1853601>.
- MELLENDEZ, 2019. *Análisis técnico del diseño geométrico de la carretera nacional PE-3N, con relación al manual de carreteras DG-2018, tramo: KM. 136+000 – KM. 141+000* [en línea]. S.I.: UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN. Disponible en: [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/629/1/T026\\_71393625\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/629/1/T026_71393625_T.pdf).

- MISHTI, 2020. *Análisis del diseño geométrico de la trocha carrozable Huacho - Pampacancha, Quillo, Yungay, Ancash, con el manual de diseño geométrico 2018 TESIS* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75537>.
- MTC, 2006. Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial. [en línea], pp. 15. Disponible en: [www.ministeriodetransportes.com.pe](http://www.ministeriodetransportes.com.pe).
- MUTTUVELU, D.V. y KJEMS, E., 2021. A systematic review of permeable pavements and their unbound material properties in comparison to traditional subbase materials. *Infrastructures*, vol. 6, no. 12. ISSN 24123811. DOI 10.3390/infrastructures6120179.
- NAVARRO HUDIEL, S.J. y BUSTAMANTE ARTEAGA, F.J., 2021. Cálculo de tasa de crecimiento de tránsito para proyecciones de tráfico promedio diario anual en Nicaragua. *Revista Ciencia y Tecnología El Higo* [en línea], vol. 11, no. 1, pp. 43-68. ISSN 2413-192X. DOI <https://doi.org/10.5377/elhigo.v11i1.11717>. Disponible en: <https://doi.org/10.5377/elhigo.v11i1.11717>.
- OKBA, E., ZAREEF, A. y BADAWY, E., 2021. Sustainable infrastructure assessments in remote areas in Egypt. *HBRC Journal* [en línea], vol. 17, no. 1, pp. 231-253. ISSN 1687-4048. DOI 10.1080/16874048.2021.1937895. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/16874048.2021.1937895>.
- PATRAKEEVA, O.Y., 2019. TRANSPORT SYSTEM OF THE ROSTOV AGGLOMERATION: INFRASTRUCTURAL LIMITATIONS AND DIRECTIONS OF DEVELOPMENT 1 ИНФРАСТРУКТУРНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ 1. *Regionalnaya ekonomika. Yug Rossii* [en línea], vol. 3, pp. 134-143. DOI 10.15688/re.volsu.2019.3.14. Disponible en: [https://re.volsu.ru/8\\_Patrakeeva.pdf](https://re.volsu.ru/8_Patrakeeva.pdf).
- QUISPE, D.C., LEON, M. y CARLOS, J., 2021. *Carrera de Ingeniería Civil Propuesta de diseño geométrico y señalización para incrementar la demanda vehicular y mejorar la seguridad vial en la carretera La Mejorada-Paucará . Demecio De la Cruz Cueva Isaac Sem Saenz Paulino Asesor : Lima – Perú* [en línea]. S.l.: Universidad San Ignacio de Loyola. Disponible en: <https://repositorio.usil.edu.pe/items/c8f7e7df-4e75-433f-b5ff-2867177ef291>.
- RASAZADI, A., SEYEDABRISHAMI, S. y SANIEE ABADEH, M., 2021. Short-Term Prediction of Traffic State for a Rural Road Applying Ensemble Learning Process. *Journal of Advanced Transportation* [en línea], vol. 2021. ISSN 20423195. DOI 10.1155/2021/3334810. Disponible en: <https://downloads.hindawi.com/journals/jat/2021/3334810.pdf>.
- ROJAS y RINCON, 2019. *ESTUDIO TÉCNICO PARA EL MEJORAMIENTO DEL TRAZADO VIAL SIBATÉ–FUSAGASUGÁ CONTEMPLANDO LOS COMPONENTES DE TRANSITO, PAVIMENTO, DISEÑO GEOMÉTRICO Y PRESUPUESTO* [en línea]. S.l.: Univeridad Catolica de Colombia. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/24128>.
- SORIANO, 2020. “ *Diseño de la infraestructura vial tramo carretera 3N km 2 +*

- 000 – caserío La Morada , distrito Jorge Chávez , Cajamarca ” [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/54358>.
- SUAREZ, G.H. y PAUCAR, L.C., 2021. Evaluación del deterioro del pavimento asfáltico en el tramo Ramal de Aspuzana-Nuevo Progreso mediante la metodología VIZIR en el año 2021 Evaluation of the asphalt pavement deterioration on the Aspuzana- Nuevo Progreso branch using the VIZIR methodology. [en línea], no. 32. Disponible en: <https://www.aulavirtualusmp.pe/ojs/index.php/rc/article/view/2185/2598>.
- VALENCIA-ALAI, V.G., RESTREPO-BETANCUR, B., LIZARAZO-JIMENEZ, C. y PINEDA-MENDEZ, R.A., 2020. Estimation of safety performance functions (SPF) at signalized intersections in Medellín, Colombia. *DYNA (Colombia)*, vol. 87, no. 214, pp. 215-220. ISSN 00127353. DOI 10.15446/DYNA.V87N214.83880.
- VILLEGAS, M., CADAVID, L. y AWAD, G., 2018. Methodology for environmental impact assessment for infrastructure projects in Colombia. *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina* [en línea], vol. 28, no. 2, pp. 121-156. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/911/91158463007/html/>.
- VLAHINIĆ LENZ, N., PAVLIĆ SKENDER, H. y MIRKOVIĆ, P.A., 2018. The macroeconomic effects of transport infrastructure on economic growth: the case of Central and Eastern E.U. member states. *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja* [en línea], vol. 31, no. 1, pp. 1953-1964. ISSN 1331677X. DOI 10.1080/1331677X.2018.1523740. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/1331677X.2018.1523740>.
- YUNIANTA, A., SURIPIN y SETIADJI, B.H., 2020. Application of sustainable road drainage system: Simulation by using SWMM program. *Civil Engineering and Architecture*, vol. 8, no. 2, pp. 55-65. ISSN 23321121. DOI 10.13189/cea.2020.080203.
- ZHOU, X., HUANG, W., LI, J. y CHEN, D., 2020. Robust Geotechnical Design for Soil Slopes considering Uncertain Parameters. *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 2020. ISSN 15635147. DOI 10.1155/2020/5190580.
- ZHOU, Z., DUAN, J., LI, W. y GENG, S., 2021. Can rural road construction promote the sustainable development of regional agriculture in China? *Sustainability (Switzerland)*, vol. 13, no. 19. ISSN 20711050. DOI 10.3390/su131910882.
- ZHU, M., WANG, Z., CUI, H. y YAO, S., 2022. Rural Road Network Planning Based on 5G and Traffic Big Data. [en línea], vol. 2022. DOI <https://doi.org/10.1155/2022/1991757>. Disponible en: <https://downloads.hindawi.com/journals/jat/2022/1991757.pdf>.
- ZULKIPLI, M.A. y TAHAR, K.N., 2018. Multirotor UAV-Based Photogrammetric Mapping for Road Design. *International Journal of Optics* [en línea], vol. 2018. ISSN 16879392. DOI 10.1155/2018/1871058. Disponible en: <https://downloads.hindawi.com/journals/ijo/2018/1871058.pdf>.

## ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>V.D</b> <b>Diseño de Infraestructura Vial</b>	La infraestructura vial está conformada por la vía y todas sus arterias que forman parte de la estructura del diseño de carreteras y caminos. (MTC 2006).	El diseño de infraestructura vial comprende estudios de ingeniería básica, como la topografía, conteo vehicular, mecánica de suelos, hidráulica e hidrología, los cuales con tratados para realizar el diseño geométrico y diseño de pavimento.	Estado situacional	Informe preliminar	Razón
			Estudios básicos	Tráfico vehicular (veh/d)	
				Topografía (unid, m, %)	
				Mecánica de suelos (unid)	
				Hidrología e Hidráulica (m3, m2, ha)	
				Seguridad vial (unid, m)	
				Estudio de impacto ambiental. (+/-)	
			Diseño de infraestructura vial	Diseño geométrico (m)	
				Diseño de pavimento (m)	
				Diseño de obras de arte y drenaje (m3, m2, m)	
				Señalización y seguridad vial (unid)	
				Metrado (ml, m2, m3, kg, glb)	
			Presupuesto	Análisis de precio unitario (sol)	
				Presupuesto (sol)	
				Formula polinómica (%)	
Cronograma (mes)					
Razón					

---

<p>V.D</p> <p><b>Transitabilidad Vehicular</b></p>	<p>La transitabilidad vehicular es el servicio que facilita la infraestructura vial, admitiendo el tránsito entre ciudades, originando la integración de países. (Patrakeeva 2019).</p>	<p>Mediante la infraestructura vial, se puede conectar diferentes pueblos, por ello es necesario determinar el nivel de servicio de la vía, sus características para un buen diseño.</p>	<p>Nivel de tránsito vehicular</p>	<p>Demanda vehicular (veh/día)</p>	<p>Razón</p>
--	---	--	------------------------------------	------------------------------------	--------------

---

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Matriz de consistencia

TÍTULO: <b>Diseño integral de infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.</b>							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGÍA	
	Objetivo General:		Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Tipo de estudio	
¿Con el diseño integral de la infraestructura vial se podrá mejorar la transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca?	Diseñar la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.	Si se diseña la infraestructura vial es posible mejorar la transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.	Diseño de Infraestructura Vial	Diagnóstico de vía	Informe preliminar	Tipo no experimental	
	Objetivos Específicos:			Estudios básicos	Tráfico vehicular (veh/d)	<b>Diseño de investigación</b>	
	DIAGNOSTICAR el estado situacional del proyecto para mejorar la transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.				Topografía (unid, m, %)		Tipo descriptiva
	REALIZAR los estudios básicos de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular de la trocha tramo				Hidrología e Hidráulica (m3, m2, ha)		<b>Método de investigación</b>
				Seguridad vial (unid, m)	Estudio de impacto ambiental. (+/-)	Cuantitativa	
				Diseño de infraestructura vial	Diseño geométrico (m)	<b>Población</b>	
					Diseño de pavimento (m)		Constituida por el tramo denominado trocha carrozable en el distrito de Tabaconas.
				Presupuesto	Señalización y seguridad vial (unid)		
					Metrado (ml, m2, m3, kg, glb)		



Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.

DISEÑAR la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.

DETERMINAR el presupuesto de la infraestructura vial de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.

EVALUAR la mejora de la transitabilidad vehicular mediante el cálculo de la brecha económica a partir de los resultados del diseño de infraestructura vial de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.

Análisis de precio unitario (sol)  
Presupuesto (sol)  
Formula polinómica (%)  
Cronograma (mes)

**Muestra**

Comprende el tramo de estudio con una longitud de 8+712 Km de vía que va desde el centro poblado Tabaconas, hasta el caserío Huascaray, distrito Tabaconas.

Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores
Transitabilidad Vehicular	Nivel de tránsito vehicular	Demanda vehicular (veh/día)

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Diagnostico vial.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño integral de la infraestructura vial para mejorar la  
transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas –  
Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.

## DIAGNOSTICO VIAL



TABACONAS – PERÚ

2022.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El presente estudio nace como resultado de una necesidad ante las condiciones de deterioro de la trocha carrozable tramo Tabaconas, Huascaray, por lo cual existe la necesidad de mejorar esta vía permitiendo brindar un mejor servicio de transitabilidad vehicular en beneficio de los vecinos de Tabaconas en su conjunto.

### **1.1. Objetivo general**

A nivel local, se tiene como objetivo mejorar las condiciones de vida de la población, residente en los diversos sectores de Tabaconas capital con altos niveles de déficit de infraestructura vial, logrando concretar intervenciones de naturaleza física, social, ambiental, e institucional para el mejoramiento del entorno habitacional y mejorando la calidad de vida de la población cajamarquina.

“El proyecto tiene como objetivo mejorar las condiciones de transitabilidad vehicular de trocha.

## **II. DATOS DEL PROYECTO**

DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS – HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA.

El proyecto se localiza en Tabaconas capital, inicia en Tabaconas y termina en el caserío de Huascaray con una longitud de 8+630 Km.

- Distrito : Tabaconas
- Provincia : San Ignacio
- Región : Cajamarca

### **2.1. Accesibilidad**

Se puede acceder a la zona de estudio por el siguiente recorrido, Chiclayo – Jaén con una distancia de 298.4 Km, con un recorrido de 6 horas aproximadamente, Jaén – Tabaconas con una distancia de 107.1 Km, con un recorrido de 5 horas por camioneta.

Ilustración 1 Macro Localización

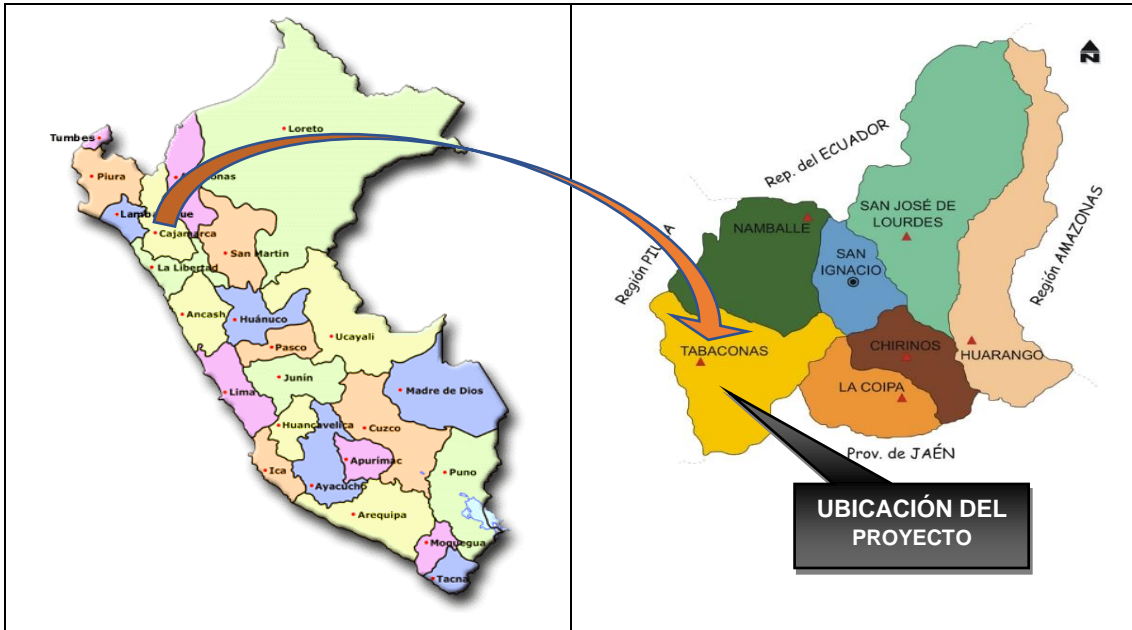


Ilustración 2 Micro Localización



## 2.2. Condición climática

Su clima es cálido, templado y frío, siendo variado y complejo. El clima se caracteriza por presentar estaciones de invierno y verano bien marcadas. El verano dura desde mayo hasta setiembre donde las lluvias son muy escasas, principalmente en los meses de julio y agosto.

El invierno dura desde octubre hasta abril, intensificándose las precipitaciones pluviales en los meses de enero, febrero y marzo donde los ríos incrementan su caudal.

### 2.3. Situación actual de la vía:

La vía actual se encuentra en situación de conservación regular, a simple vista se refleja la falta de mantenimiento, no cuenta con drenaje para evacuar aguas, presentado fallas al largo de la vía como erosión, encalamiento, baches y huecos, lodazal.

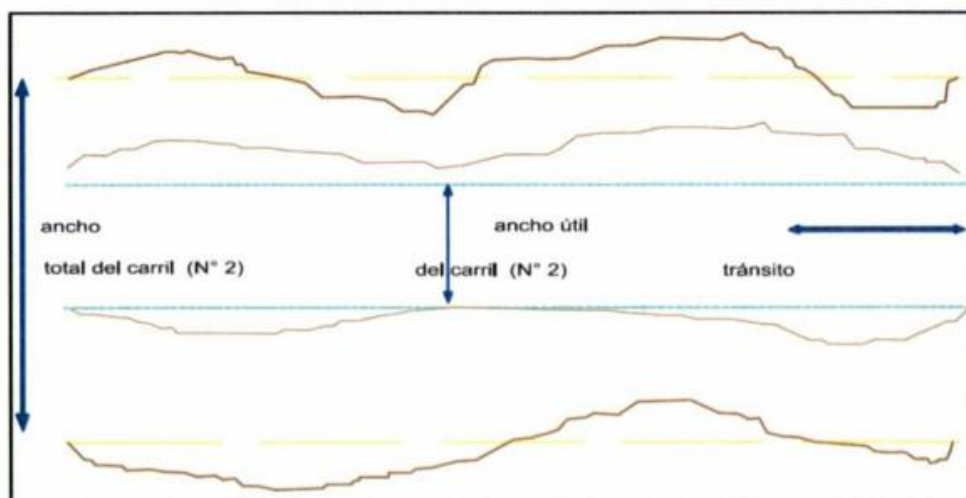
## III. DESCRIPCIÓN DEL DIAGNOSTICO VIAL

Previamente se realizó el reconocimiento del terreno, etapa en la cual se identifica las fallas que presenta la vía, se realiza el estudio de inventario vial para identificar obras de arte tanto longitudinal como transversal. Para llevar a cabo el trabajo de campo que consistió en lo siguiente:

### 3.1. DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DE VÍAS NO PAVIMENTADA

La presente investigación, se realiza mediante el instrumento de vías no pavimentadas, para obtener datos del estado actual de la trocha, siguiendo los lineamientos de la figura que se muestra a continuación.

**Figura 4.0.1**  
**Anchos de carreteras afirmadas**



Fuente: Elaboración propia

## DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DE VÍAS NO PAVIMENTADAS

En el siguiente cuadro se detalla el ancho actual que tiene la vía en estudio.

ÍTEM	INDICADOR				
1	<b>FAJA (CARRIL Y BERMA)</b>	Se identifican por su número y se describen por su uso, sentido y ancho. Considera el ancho de carril y bermas			
	<b>Tramo (km)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sentido</b>	<b>Ancho útil (m)</b>	<b>Ancho total (m)</b>
	I Km 0+000 - Km 0+500	Tránsito	A	2.40	3.00
	II Km 0+500 - Km 1+000	Tránsito	A	2.60	3.10
	III Km 1+000 - Km 1+500	Tránsito	A	2.40	3.10
	IV Km 1+500 - Km 2+000	Tránsito	A	2.60	3.20
	V Km 2+000 - Km 2+500	Tránsito	A	2.10	2.80
	VI Km 2+500 - Km 3+000	Tránsito	A	2.10	2.70
	VII Km 3+000 - Km 3+500	Tránsito	A	2.10	2.70
	VIII Km 3+500 - Km 4+000	Tránsito	A	2.10	2.90
	IX Km 4+000 - Km 4+500	Tránsito	A	2.80	3.20
	X Km 4+500 - Km 5+000	Tránsito	A	2.80	3.50
	XI Km 5+000 - Km 5+500	Tránsito	A	2.80	3.30
	XII Km 5+500 - Km 6+000	Tránsito	A	2.80	3.30
	XIII Km 6+000 - Km 6+500	Tránsito	A	2.60	3.20
	XIV Km 6+500 - Km 7+000	Tránsito	A	2.60	3.50
	XV Km 7+000 - Km 7+500	Tránsito	A	2.70	3.90
	XVI Km 7+500 - Km 8+000	Tránsito	A	2.70	3.80
	XVII Km 8+000 - Km 8+630	Tránsito	A	2.50	3.30

Fuente: Elaboración propia

El tramo de estudio actualmente se encuentra como trocha carrozable, no tiene afirmado, y visualmente no tiene mantenimiento.

### 3.2. TIPOS DE DAÑO

Hundimiento



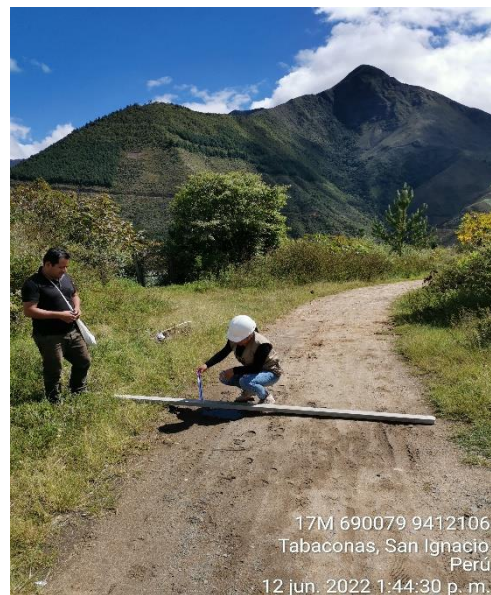
Lodazal



Erosión



Baches



En la vía se ha encontrado fallas como hundimiento, lodazal, erosión, baches y huecos, encalamiento, entre otros. Fallas que hacen que el tiempo de viaje sea mayor.

### 3.3. PUNTOS CRÍTICOS

2	<b>PUNTOS CRÍTICOS</b>		Referido los lugares, sectores o tramos de la vía que son afectados por fenómenos de la naturaleza que afectan la normal transitabilidad de las carreteras.			
	<b>Clase</b>		<b>Tramo</b>	<b>Inicio/fin (Km)</b>	<b>Lado</b>	<b>Observaciones</b>
	1	Inestabilidad de taludes	V	2+150 - 2+175	Derecho	Los fenómenos de la naturaleza que afectan la vía actual, son la erosión y huaycos debido a las intensas lluvias que se registran en la zona.
	2	Inestabilidad de taludes	IX	4+290 - 4+310	Derecho	
	3	Inestabilidad de taludes	X	4+800 - 4+825	Derecho	
4	Erosión	XIV	6+555 - 6+570	Derecho		

3	<b>ESTRUCTURA</b>		Las carreteras no pavimentadas se describen como Estructura de Carreteras No Pavimentadas. Incluye capas del pavimento y subrasante			
	<b>Tramo</b>		<b>(km)</b>	<b>Capa</b>		<b>Subrasante</b>
				<b>Tipo</b>	<b>Espesor (cm)</b>	<b>Tipo</b>
1	I	0+000 - 0+500	NING	7	SARE	
2	II	0+500 - 1+000	NING	7	SARE	
3	III	1+000 - 1+500	NING	7	SARE	
4	IV	1+500 - 2+000	NING	7	SARE	
5	V	2+000 - 2+500	NING	7	AREN	
6	VI	2+500 - 3+000	NING	7	AREN	
7	VII	3+000 - 3+500	NING	7	AREN	
8	VIII	3+500 - 4+000	NING	7	AREN	
9	IX	4+000 - 4+500	NING	7	AREN	
10	X	4+500 - 5+000	NING	7	AREN	
11	XI	5+000 - 5+500	NING	7	AREN	
12	XII	5+500 - 6+000	NING	7	AREN	
13	XIII	6+000 - 6+500	NING	7	AREN	
14	XIV	6+500 - 7+000	NING	7	AREN	
15	XV	7+000 - 7+500	NING	7	AREN	
16	XVI	7+500 - 8+000	NING	7	AREN	
17	XVII	8+000 - 8+630	NING	7	AREN	

El tramo de estudio actualmente se encuentra como trocha carrozable, no tiene afirmado, como se observa en las siguientes imágenes.





### 3.4. DAÑOS DE VÍA

DAÑOS		Los deterioros o fallas en la calzada son parámetros básicos para el diagnóstico de la condición de estas, para cada tipo de deterioro se definen 3 niveles de gravedad. El objeto del proceso es calificar la condición superficial de la capa de rodadura de la carretera no pavimentada por secciones de 500 m.									
Ubicación	Tipo de daño	Severidad	Área de daño Aij(m2)	Ancho de sección evaluada (m)	Longitud de sección evaluada (m)	Área de sección evaluada (m <sup>2</sup> )	Densidad (solo en baches)	% de extensión del deterioro	extensión promedio ponderada	Puntaje por cada tipo de deterioro	
1	0+055 - 0+105	Baches o huecos	2	120	2.40	500.00	1200	1	10%	10	10
1	0+235 - 0+255	Lodazal	1	48	2.40	500.00	1200		4%	4	4
2	0+555 - 0+620	Baches o huecos	1	68	2.60	500.00	1300	1	5%	5	5
2	0+875 - 0+910	Cruce de agua	1	38	2.60	500.00	1300		3%	3	3
3	1+000 - 1+500	Lodazal	1	52	2.40	500.00	1200		4%	4	4
4	1+500 - 1+520	Deformación	2	96	2.60	500.00	1300		7%	7	7
4	1+710 - 2+140	Baches o huecos	1	273	2.60	500.00	1300	2	21%	21	21
5	2+000 - 2+090	Encalamiento	1	189	2.10	500.00	1050	1	18%	18	18
6	2+510 - 2+690	Baches o huecos	1	378	2.10	500.00	1050		36%	36	36
7	3+020 - 3+160	Baches o huecos	2	294	2.10	500.00	1050	1	28%	28	28
8	3+500 - 3+520	Encalamiento	1	42	2.10	500.00	1050		4%	4	4
8	3+990 - 4+000	Cruce de agua	1	21	2.10	500.00	1050		2%	2	2
9	4+000 - 4+025	Lodazal	1	70	2.80	500.00	1400		5%	5	5

9	4+170 - 4+220	Erosión	1	140	2.80	500.00	1400		10%	10	10
10	4+555 - 4+665	Lodazal	1	308	2.80	500.00	1400		22%	22	22
11	5+000 - 5+100	Encalamiento	1	280	2.80	500.00	1400		20%	20	20
12	5+500 - 5+535	Baches o huecos	1	98	2.80	500.00	1400	2	7%	7	7
13	6+000 - 6+070	Baches o huecos	1	182	2.60	500.00	1300	2	14%	14	14
13	6+430 - 6+490	Erosión	1	156	2.60	500.00	1300		12%	12	12
14	6+500 - 6+055	Baches o huecos	2	143	2.60	500.00	1300	1	11%	11	11
15	7+000 - 7+030	Deformación	1	81	2.70	500.00	1350		6%	6	6
18	7+500 - 7+510	Deformación	2	27	2.70	500.00	1350		2%	2	2
17	8+000 - 8+060	Baches o huecos	1	126	2.10	500.00	1050	1	12%	12	12
17	8+500 - 8+630	Erosión	1	304	2.10	500.00	1050	2	29%	29	29
<b>Suma de puntaje de condición</b>											<b>293</b>
<b>Calificación de condición: (500- Suma de Puntaje de condición)</b>											<b>207</b>

De acuerdo a la calificación de condición de rodadura se podrá estimar el tipo de conservación a realizar en cada sección de 500 m de longitud:

<b>Tipos de Condición según su calificación de condición</b>	
<b>CONDICIÓN BUENO</b>	400
<b>CONDICIÓN REGULAR</b>	150 $\leq$ 400
<b>CONDICIÓN MALO</b>	$\leq$ 150

Tipos de conservación según calificación de condición										
RECONSTRUCCIÓN - REHABILITACIÓN			CONSERVACIÓN PERIÓDICA				CONSERVACIÓN RUTINARIA			
50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	

Al realizar el análisis de daño se tiene que la vía en estudio se encuentra en condición regular porque tiene un valor de 293 de porcentaje.

### 3.5. EVALUACIÓN DE POLVO

5	EVALUACIÓN VISUAL POLVO						
	Ubicación (faja) (Km)	Ancho de sección evaluada	Longitud de sección evaluada (m)	Clase	Nivel	Condición funcional	
1	Km 0+000 - Km 0+500	2.40	500	1	L	Baja por ser una carretera que se encuentra en una zona altamente lluviosa.	
2	Km 0+500 - Km 1+000	2.60	500	1	L		
3	Km 1+000 - Km 1+500	2.40	500	1	L		
4	Km 1+500 - Km 2+000	2.60	500	1	L		
5	Km 2+000 - Km 2+500	2.10	500	1	L		
6	Km 2+500 - Km 3+000	2.10	500	1	L		
7	Km 3+000 - Km 3+500	2.10	500	1	L		
8	Km 3+500 - Km 4+000	2.10	500	1	L		
9	Km 4+000 - Km 4+500	2.80	500	1	L		
10	Km 4+500 - Km 5+000	2.80	500	1	L		
11	Km 5+000 - Km 5+500	2.80	500	1	L		
12	Km 5+500 - Km 6+000	2.80	500	1	L		
13	Km 6+000 - Km 6+500	2.60	500	1	L		
14	Km 6+500 - Km 7+000	2.60	500	1	L		
15	Km 7+000 - Km 7+500	2.70	500	1	L		
16	Km 7+500 - Km 8+000	2.70	500	1	L		
17	Km 8+000 - Km 8+630	2.50	500	1	L		

### 3.6. DRENAJE

**Drenaje superficial – alcantarillas:** La trocha carrozable con cuenta con drenaje transversal (alcantarillas y badenes).

**Drenaje superficial – cunetas:** La trocha carrozable con cuenta con drenaje longitudinal.

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

La vía de estudio presenta varias fallas en todo el trayecto, como erosión, lodazal, hundimiento, baches y huecos.

Se recomienda realizar el diseño del drenaje transversal como longitudinal.

#### PANEL FOTOGRÁFICO



Anexo 4. Estudio topográfico.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Diseño integral de la infraestructura vial para mejorar la  
transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas –  
Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.**

## **ESTUDIO TOPOGRÁFICO**



**TABACONAS – PERÚ**

**2022.**

## **I. INTRODUCCIÓN**

El presente estudio nace como resultado de una necesidad ante las condiciones de deterioro de la trocha carrozable tramo Tabaconas, Huascaray, por lo cual existe la necesidad de mejorar esta vía permitiendo brindar un mejor servicio de transitabilidad vehicular en beneficio de los vecinos de Tabaconas en su conjunto.

### **1.1. Objetivo general**

A nivel local, se tiene como objetivo mejorar las condiciones de vida de la población, residente en los diversos sectores de Tabaconas capital con altos niveles de déficit de infraestructura vial, logrando concretar intervenciones de naturaleza física, social, ambiental, legal e institucional para el mejoramiento del entorno habitacional y mejorando la calidad de vida de la población cajamarquina.

“El proyecto tiene como objetivo mejorar las condiciones de transitabilidad vehicular de trocha.

## **II. DATOS DEL PROYECTO**

DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS – HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA.

El proyecto se localiza en Tabaconas capital, inicia en Tabaconas y termina en el caserío de Huascaray con una longitud de 8+630 Km.

- Distrito : Tabaconas
- Provincia : San Ignacio
- Región : Cajamarca

### **2.1. Accesibilidad**

Se puede acceder a la zona de estudio por el siguiente recorrido, Chiclayo – Jaén con una distancia de 298.4 Km, con un recorrido de 6 horas aproximadamente, Jaén – Tabaconas con una distancia de 107.1 Km, con un recorrido de 5 horas por camioneta.

Ilustración 1 Macro Localización

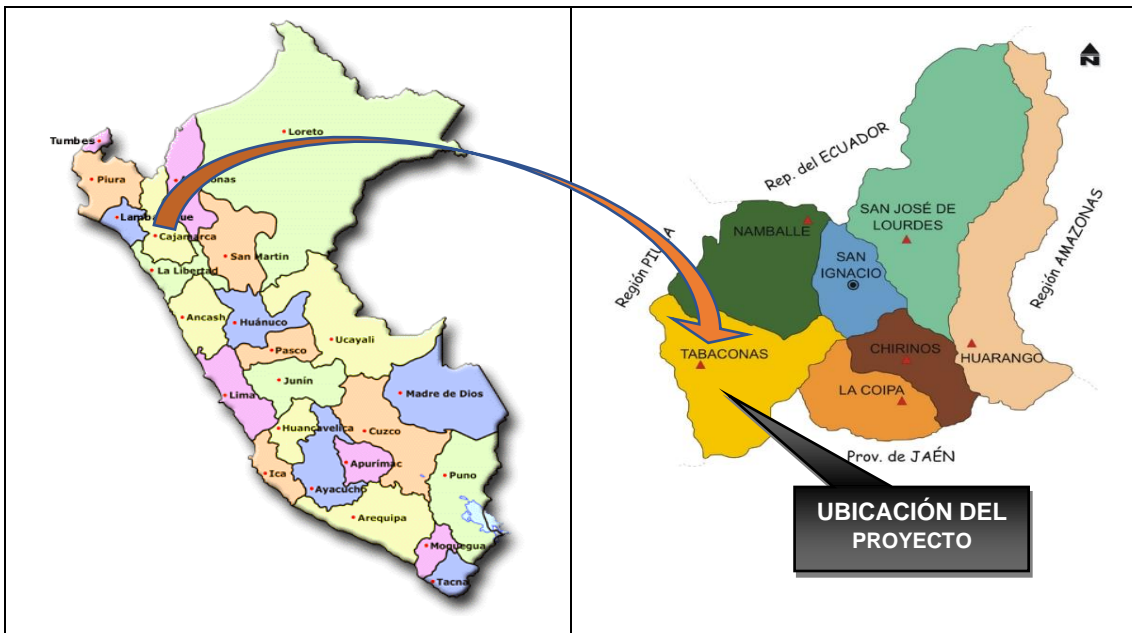
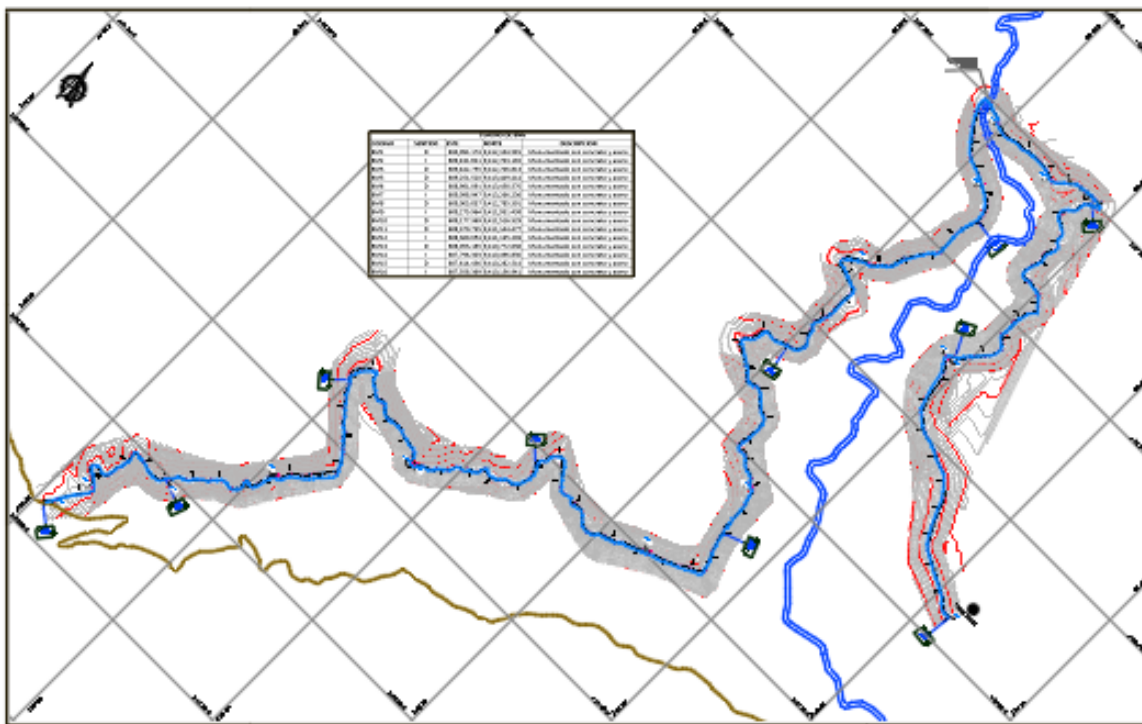


Ilustración 2 Plano Topográfico



## 2.2. Condición climática

Su clima es cálido, templado y frío, siendo variado y complejo. El clima se caracteriza por presentar estaciones de invierno y verano bien marcadas. El verano dura desde mayo hasta setiembre donde las lluvias son muy escasas, principalmente en los meses de julio y agosto.

El invierno dura desde octubre hasta abril, intensificándose las precipitaciones pluviales en los meses de enero, febrero y marzo donde los ríos incrementan su caudal.

### **2.3. Situación actual de la vía:**

La vía actual se encuentra en situación de conservación regular, a simple vista se refleja la falta de mantenimiento, no cuenta con drenaje para evacuar aguas, presentado fallas al largo de la vía como erosión, encalamiento, baches y huecos, lodazal.

## **III. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS TOPOGRÁFICOS**

Previamente se realizó el reconocimiento del terreno etapa en la cual se investiga, razona y se deduce el método más apropiado para llevar a cabo el trabajo de campo que consistió en lo siguiente:

### **3.1. Metodología de obtención de BM's:**

BM se define como Banco de marca, se utiliza para levantar o medir un terreno altimétricamente, el BM esta referenciado geodésicamente y esta fijo sobre el terreno o definido en el centro nacional de geografía del lugar o país que se realice el trabajo.

Los BM son los puntos que sirven para el cierre de nivelación del eje de trazo cada 500 metros y están constituidos por monumentos de fierro empotrado en concreto, por pintura sobre roca fija u otra señalización que permita su ubicación.

La ubicación de los hitos se determinó en función a las características del terreno; seleccionando los lugares más seguros y adecuados considerando: visibilidad, estabilidad del terreno, facilidad para instalación de los instrumentos, la no interferencia con otros trabajos del proyecto o durante el período de la construcción.



CUADRO DE PUNTOS DE CONTROL BM's				
SIMBOLOGÍA	COORDENADAS UTM WGS 84		COTA	DESCRIPCIÓN
	NORTE	ESTE	m.s.n.m	
BM1	9412104.58	690091.17	1855.35	CAM
BM2	9412484.19	689637.69	1858.81	TN
BM3	9412743.19	689431.82	1866.15	TN
BM4	9412739.84	689415.50	1866.12	TN
BM5	9413449.41	689251.52	1817.98	TN
BM6	9413458.56	688981.09	1803.82	TN
BM7	9413266.23	689098.946	1815.13	TN
BM8	9412785.59	689003.83	1845.19	TN
BM9	9411931.43	689275.96	1928.75	TN
BM10	9411516.52	689177.36	1960.90	TN
BM11	9411251.05	688504.99	2002.06	TN
BM12	9411144.47	688370.73	2017.88	TN
BM13	9410748.36	688075.66	2023.94	TN
BM14	9410496.83	687796.30	2050.26	TN
BM15	9410286.20	687613.54	2071.55	TN
BM16	9410156.94	687558.36	2080.66	TN

Fuente: Elaboración propia

### 3.2. Levantamiento topográfico

#### Generalidades

Se realizó el levantamiento topográfico en la trocha carrozable tramo Tabaconas – Huascaray, los cuales se muestran en las tablas adjuntas al presente informe.

En relación al tipo de topografía, por donde se desarrolla la vía a ensanchar, varía desde ondulada a accidentada, definiéndose la solución conforme lo establecen las Normas de Diseño de Carreteras DG -2018, para los tipos de topografía mencionada, teniendo en cuenta aprovechar al máximo la carretera existente para efectuar el menor movimiento de tierras.

#### Topografía

El alcance relativo de un levantamiento topográfico es la determinación, tanto en planimetría como en altimetría, de puntos del terreno necesarios para la representación fidedigna de un determinado terreno a fin de:

- Realizar el levantamiento topográfico, correspondiente al sitio de interés donde se construirán las obras propias de este proyecto.

- Generar toda la información del terreno por medio de nube de puntos, detallando las características topográficas de la quebrada, los cambios de pendiente.
- Aplicar conocimientos básicos de topografía para la generación de información primaria usando equipos de última tecnología.
- Elaborar planos topográficos.

### **3.3. Metodología**

El método topográfico usado fue el método indirecto, donde se realizó un levantamiento con estación total, luego se realizó el diseño en gabinete, posteriormente se realiza la nivelación con nivel de ingeniero ida y vuelta, y seccionamiento con eclímetro en cada estaca. Se usó el seccionamiento con eclímetro en cada estaca toda vez que se ha comprobado que se tiene mejores resultados en las triangulaciones y posteriores secciones transversales que hacerlas con sección total. Además, que la sección total tiene imprecisiones en lectura de alturas.

En resumen, la metodología del trabajo topográfico aplicado en el presente estudio ha comprendido los pasos siguientes:

- Colocación de una Poligonal Básica de Apoyo a lo largo del tramo.
- Levantamiento de detalle de los bordes de la plataforma actual de todo el tramo, así como los taludes inferior y superior, con el soporte de la Poligonal Básica de Apoyo, para afinar la locación del eje de trazo definitivo.
- Diseño en gabinete de acuerdo con las normas vigentes en el diseño de Carreteras
- Replanteo del Trazo Definitivo
- Toma de secciones transversales en forma directa con eclímetro y wincha
- Elaboración de la planimetría final del Estudio, hecho en base a la combinación de métodos indicados en los párrafos precedentes.

Por otro lado, aparte de lo enunciado en los párrafos precedentes, el trabajo topográfico con la precisión deseada tiene entre otros alcances,

permitir un adecuado diseño del sistema de drenaje y obras de arte, así como permite evaluar y dar solución a los problemas de inestabilidad de taludes y de zonas críticas con terrenos de paso obligado sin alternativas de hacer variantes.

### **3.4. Trabajo de campo**

Para abordar el trabajo de campo, la brigada ha utilizado equipos de topografía que permitan descargar toda la información para un trabajo de gabinete automatizado, eficiente y sin contratiempos, tomando en cuenta que cuando se trabaja en medios magnéticos, cualquier modificación o corrección que necesiten los planos será más viable, puesto que los archivos de trabajo se pueden volver a cargar sobre el computador las veces que sea necesario.

Cabe agregar que el diseño en la pantalla aumenta notablemente la precisión, puesto que las distancias medidas representan las reales porque la unidad con que se trabaja planimétrica mente corresponde a unidades de dibujo.

En el levantamiento topográfico objeto del presente estudio, comprendido entre los kilómetros 00+000 al 8+630, se ha utilizado el sistema de plano tri-ortogonal como referencia, donde el eje Z (cota) tiene la dirección de la vertical, el eje Y la dirección Norte y el eje X la dirección Este.

Las coordenadas planas están referidas al sistema nacional UTM, de modo que el Sistema WGS84 cuyo origen es el vértice inicial de la carretera objeto de estudio, se ha podido emplazar con facilidad sobre la cartografía nacional existente.

El sistema altimétrico de coordenadas está referido a la cota del nivel medio del mar. Para su obtención se han usado los pares de puntos proporcionados con los equipos topográficos de GPS diferencial.

Cabe indicar que los hitos de la red de la Poligonal Básica de Apoyo fueron incluidos dentro de la red de nivelación geométrica para darles cotas.

La cota para el BM de partida se determinó con los datos proporcionados por el GPS diferencial, habiéndose hecho el cierre con ida y vuelta entre BMs con la precisión que permiten las normas de diseño vial.

Finalmente, cabe mencionar que el levantamiento topográfico computarizado realizado en el tramo objeto del estudio, reduce en gran medida la posibilidad de errores que sí son frecuentes en el levantamiento topográfico tradicional donde se producen errores tales como: malas anotaciones con datos errados, escritura poco legible, ingreso de datos errados a la calculadora, mala digitación, trazado impreciso de líneas, interpolación errada en las curvas de nivel. Además, cualquier modificación o corrección en los planos será más viable, puesto que los archivos de trabajo se pueden volver a cargar sobre el computador las veces que sean necesarias.

### **3.5. Instrumentación y personal**

#### **Equipo empleado**

- Estación total
- Trípode metálico
- Prisma Modelo con su porta prisma (1 und)
- Bastones telescópicos metálicos de 2.5 m (2 und)
- 01 wincha y puntura
- 01 baterías

#### **Recursos humanos**

- 01 topógrafo
- 03 ayudantes

### **3.6. Trabajo de gabinete:**

En la fase de gabinete que consiste en el Procesamiento de los datos y la digitalización de los planos se ha empleado el programa AutoCAD Civil 3D 2020 obteniendo los planos de planta georreferenciados a curvas de nivel.

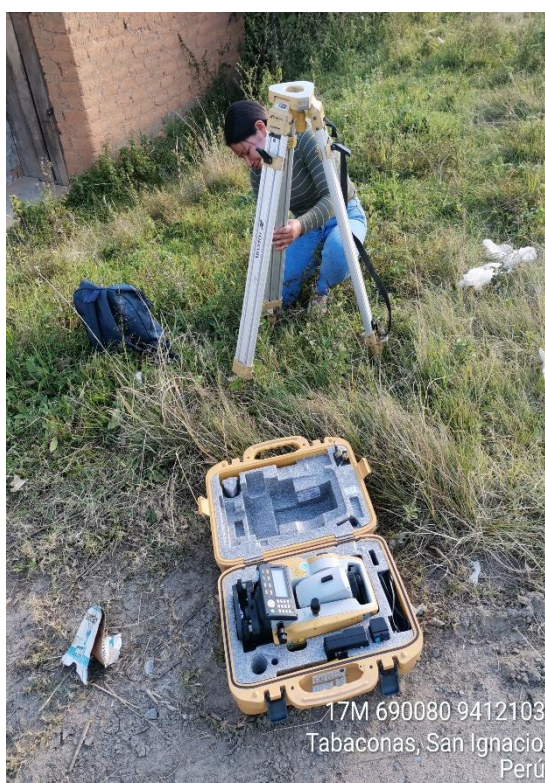
#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

La zona del proyecto presenta un terreno accidentado, ondulado y esarpado.

Los trabajos referentes al levantamiento topográfico están referidos a coordenadas de proyección UTM con datum horizontal y vertical (Elevación Geoidal): WGS-84

Se ha elaborado planos topográficos del área de estudio, la topografía sirve de base para la elaboración de los estudios a desarrollar.

#### PANEL FOTOGRÁFICO





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Diseño integral de la infraestructura vial para mejorar la  
transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas –  
Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.**

## **ESTUDIO DE TRÁFICO**



**TABACONAS – PERÚ**

**2022.**

## **I. INTRODUCCIÓN**

La evaluación económica y ambiental de una vía requiere de parámetros esenciales sobre las características del transporte en el área de influencia del proyecto vial. Estos parámetros se refieren a la cantidad y composición de los vehículos que transitan y transitarán por la vía en los periodos de diseño definidos.

Por ello, los estudios de tráfico son fundamentales para la determinación del diseño pavimento de una vía carrozable o cualquier proyecto de infraestructura vial.

### **1.1. Objetivo general**

Determinar el índice medio diario anual (IMDA), de tráfico de la trocha carrozable tramo Tabaconas - Huascaray.

## **II. DATOS DEL PROYECTO**

DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS – HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA.

El proyecto se localiza en Tabaconas capital, inicia en Tabaconas y termina en el caserío de Huascaray con una longitud de 8+630 Km.

- Distrito : Tabaconas
- Provincia : San Ignacio
- Región : Cajamarca

### **2.1. Accesibilidad**

Se puede acceder a la zona de estudio por el siguiente recorrido, Chiclayo – Jaén con una distancia de 298.4 Km, con un recorrido de 6 horas aproximadamente, Jaén – Tabaconas con una distancia de 107.1 Km, con un recorrido de 5 horas por camioneta.

Ilustración 1 Macro Localización

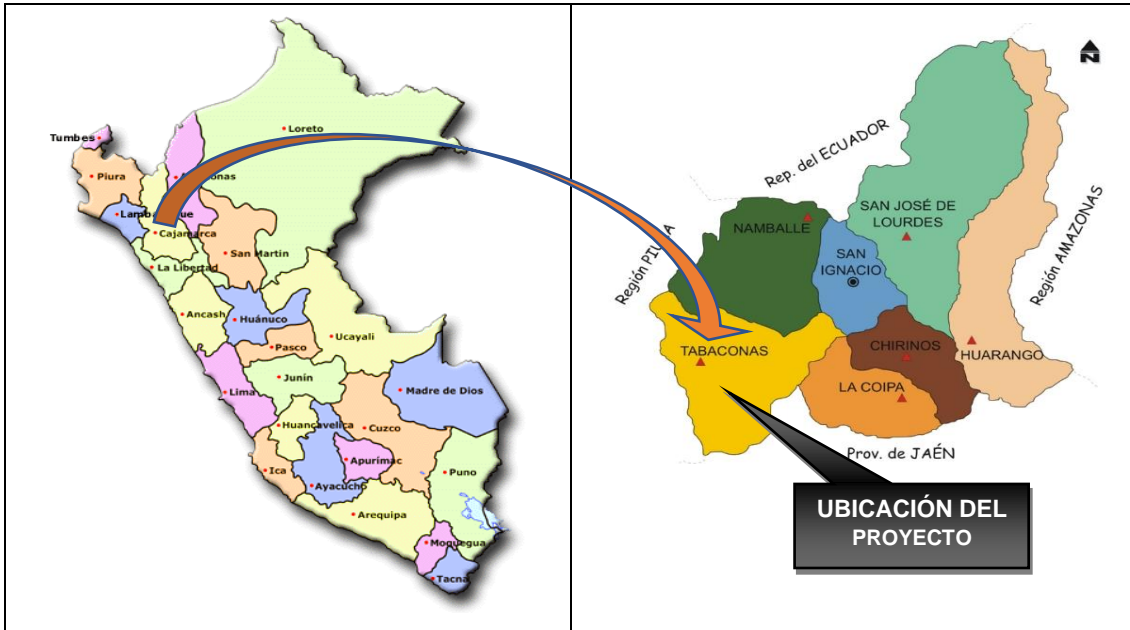


Ilustración 2 Micro Localización

## 2.2. Condición climática

Su clima es cálido, templado y frío, siendo variado y complejo. El clima se caracteriza por presentar estaciones de invierno y verano bien marcadas. El verano dura desde mayo hasta setiembre donde las lluvias son muy escasas, principalmente en los meses de julio y agosto. El invierno dura desde octubre hasta abril, intensificándose las precipitaciones pluviales en los meses de enero, febrero y marzo donde los ríos incrementan su caudal.

## 2.3. Situación actual de la vía:

La vía actual se encuentra en situación de conservación regular, a simple vista se refleja la falta de mantenimiento, no cuenta con drenaje para evacuar aguas, presentado fallas al largo de la vía como erosión, encalamiento, baches y huecos, lodazal.



### III. METODOLOGÍA

El tráfico se define como el desplazamiento de bienes y/o personas en los medios de transporte; mientras que el tránsito viene a ser el flujo de vehículos que circulan por la carretera, pero que usualmente se denomina tráfico vehicular.

Para la determinación del Índice Medio Diario Anual, producto final del estudio de tráfico, es necesario contar con la información primaria que constituye los aforos vehiculares en la carretera en estudio, para luego efectuar trabajos de gabinete y llevar a cabo el análisis de los resultados obtenidos, por lo tanto, como requisito mínimo para la elaboración del estudio de tráfico se llevan a cabo las siguientes etapas:

#### **Recopilación de Información en Campo (aforos vehiculares):**

La información básica para la elaboración del estudio procede de dos fuentes diferentes: referenciales y directas:

**Fuentes reverenciadas o secundarias:** Documentos oficiales, son las referidas a información del IMD y factores de corrección, existentes en el Ministerio de transportes y Comunicaciones (MTC) u otras Entidades.

**Fuentes Directas o primarias:** Recopilación de la información en campo a través de los aforos y conteos vehiculares, encuesta origen – destino, requeridos en los términos de referencia, en este caso para la carretera en intervención, se realizó en una (01) Estación de conteo, ubicada en el inicio de la vía Km 0+000 Tabaconas, como se indica en el cuadro siguiente:

ESTACIÓN	UBICACIÓN	TRAMO	LONGITUD	UBICACIÓN
E-01	Tabaconas	Tabaconas - Huascaray	8+630 Km	00+000 KM

Fuente: Elaboración Propia.

El trabajo de gabinete consistió en adecuar el Formato de Clasificación Vehicular (Formato N° 01), para ser utilizados en las estaciones de control preestablecidos en el trabajo de campo, el Formato N° 01, considera la toma de información de la hora, día y fecha del conteo, para cada tipo de vehículo según eje.

Antes de realizar el trabajo de campo y con el propósito de identificar y precisar in situ las estaciones predeterminadas, se realizó el reconocimiento de la vía en evaluación, para ubicar estratégicamente la estación necesaria para la aplicación del conteo volumétrico por tipo de vehículos.

En la composición del equipo, se contempló el número necesario de integrantes, de acuerdo a un rol previamente aprobado, que permita la adecuada rotación de los horarios establecidos y el cumplimiento de las diversas actividades de control.

El trabajo de campo, consistió en la aplicación de los formatos para el control de tráfico para el levantamiento de la información necesaria.

Se efectuó conteos de tráfico vehicular en 7 días, en la estación durante 24 horas. Se considerará una estación de conteo por el tramo homogéneo de demanda. Los conteos de tráfico deberán efectuarse según el formato del Ministerio de Transportes.

#### **Procesamiento de la Información Obtenida en Campo:**

Esta actividad corresponde íntegramente al trabajo de gabinete. La información del conteo de tráfico obtenido en campo, es procesada en formatos Excel mediante hojas de cálculo, donde se registran todos los vehículos por hora y día, por sentido (entrada y salida) y por tipo de vehículo.

La información obtenida del conteo tiene por objeto conocer los volúmenes de tráfico que soporta la carretera en estudio, así como la composición vehicular, variación diaria y horaria.

### 3.1. Determinación del IMD Anual.

Para convertir el volumen de tráfico obtenido en Índice Medio Diario Anual (IMD), de las estaciones principales, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{IMDA} = \frac{(\text{VDL1} + \text{VDL2} + \text{VDL3} + \text{VDL4} + \text{VDsab} + \text{VDdom} + \text{VDL5})}{\dots} \times \text{F.C.E.}$$

Donde:

$V_{DL1}, V_{DL2}, V_{DL3}, V_{DL4}$  y  $V_{DL5}$ ... Volúmenes de tráfico registrados en los días laborables

$V_{D \text{ sab}}$ ..... Volumen de tráfico registrado sábado

$V_{D \text{ dom}}$ ..... Volumen de tráfico registrado domingo

F.C.E..... Factor de corrección estacional

IMD Anual..... Índice Medio Diario Anual

#### **Análisis de la Información y Resultados Obtenidos:**

Comprende la elaboración de tablas y gráficos tanto a nivel descriptivo como analítico de la información. Donde los conteos volumétricos realizados tienen por objeto conocer los volúmenes de tráfico que soporta la carretera en estudio, así como su composición vehicular y variación diaria.

## IV. CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR: Mayo 2022

### 4.1. Resultados de los Conteos:

Luego de consolidar y procesar la información obtenida del conteo en la estación definida, se analizó los resultados de los volúmenes de tráfico por tipo de vehículo y sentido, y la suma de ambos sentidos.

En la estación E-1, ubicada en el tramo de estudio, se realizó el conteo vehicular durante 7 días, iniciándose el día 15 de mayo y concluyendo el día 21 de mayo del 2022, obteniéndose sobre la base del aforo: el

volumen vehicular, clasificación diaria por sentido (entrada y salida) y la consolidación de ambos sentidos, en el cuadro siguiente se indica la programación del trabajo de campo realizado:

DIAS	MAYO 2022												
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
SALIDA	XXX												
CONTEO E-1		XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX					
ENCUESTA O-D		XXX	XXX	XXX									
RETORNO									XXX				
GABINETE										XXX	XXX	XXX	XXX

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.2. Factor de Corrección Estacional:

Los volúmenes de tráfico varían cada mes dependiendo de las épocas de cosechas, lluvias, estaciones del año, festividades, vacaciones, etc.; siendo necesario para obtener el Índice Medio Diario Anual (IMD), hacer uso de un factor de corrección.

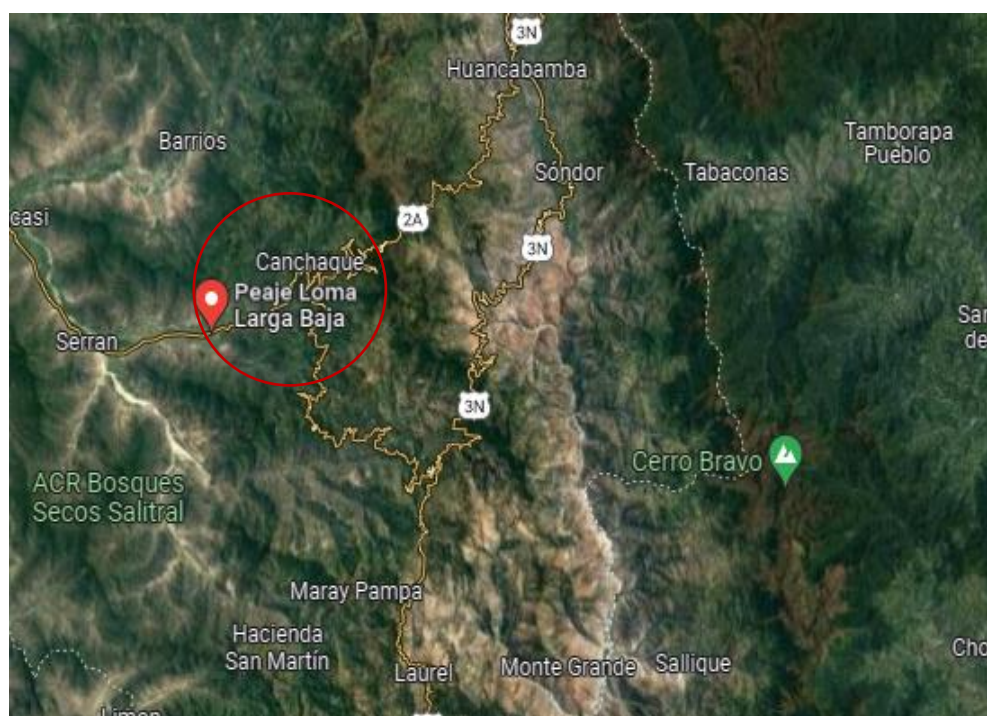
Este factor fue estimado según la información 2017 de las Factor de Corrección promedio para vehículos ligeros y pesados (2010 - 2016) del mes de mayo Información Base: Dirección General del Sistema Nacional de Inversión Pública.

Se toma como referencia la estación de peaje, porque corresponde a una ruta de penetración similar a la carretera en estudio, ver cuadro siguiente:

### 4.3. Factores de Corrección Estacional.

PEAJE LOMA LARGA BAJA		
Mes	Ligero	Pesado
Agosto	1.13757376050438	1.12638570555851

#### Ubicación del peaje de Loma Larga Baja



Elaboración: Propia

Fuente: información 2017: Factor de Corrección promedio para vehículos ligeros y pesados (2010 - 2016) del mes de Agosto  
Información Base: Dirección General del Sistema Nacional de Inversión Pública.

### 4.4. Índice Medio Diario Anual (IMDA):

Los datos de tráfico diarios obtenidos de los conteos de tráfico efectuados en campo, son solo representativos de los días en que fueron realizados. Cabe señalar que durante el año el tráfico de un camino varía constantemente, dependiendo del ciclo de actividades y de producción de la zona de influencia del proyecto. Por lo cual es

necesario calcular en Índice Medio Diario Anual (IMDa), para lo cual es necesario corregir los datos de tráfico obtenidos en conteos de tráfico al año, por lo que dichos factores de corrección serán obtenidos de la estación de peaje más próxima (peaje de Loma Larga Baja)

De la tabla de información 2017 del “Factores de Corrección promedio para vehículos ligeros y pesados (2010 – 2016)”, se puede determinar que la estación más próxima es la del Peaje de Loma Larga Baja, la misma que presenta los siguientes Factores para el mes de agosto.

**ESTACIÓN N° 01: Km 0+000, Tabaconas**

Se realizo los conteos de los vehículos menores con **49 IMD**, para el estudio el de vehículos ligeros y pesados no se consideró lo que son vehículos menores y se detalle en el cuadro siguiente:

<b>Tipo de Vehículos</b>	<b>IMD</b>	<b>Distrib. %</b>
Moto	10	44.4%
Moto Taxi	17	49.1%
Moto Bajaj	7	5.8%
Moto Carga	15	0.7%
Auto	0	0.0%
Station Wagon	0	0.0%
Pick Up	0	0.0%
Omnibus 2E y 3E	0	0.0%
Camión 2E	0	0.0%
Camión 3E	0	0.0%
Camión 4E	0	0.0%
Semi trayler	0	0.0%
Trayler	0	0.0%
<b>TOTAL IMD</b>	<b>48</b>	<b>100.0%</b>

Los resultados del conteo de tráfico, se muestra con mayor detalle en el Índice Medio Diario Anual (IMDA), según tramos homogéneos del flujo de tráfico encontrados en el trabajo de campo, a lo largo de la vía. Para una mejor interpretación se presenta el siguiente resultado:

**Resultados del IMD Anual Estación N° 01**

Estación	Ubicación	IMDA
E-01	Km 0+000 Tabaconas	48

Fuente: Conteo de tráfico – mayo del 2022

**Resultados del IMD Anual Estación N° 01**

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automovil + Station Wagon	12	10	9	8	6	10	7
Camioneta (Pickup/Panel)	18	18	17	19	16	18	19
C.Rural	5	6	4	6	4	6	5
Micro							
Bus 2E							
Bus 3E							
Camión 2E	8	7	9	8	11	7	9
Camión 3E							
TOTAL	43	41	39	41	37	41	40

Elaboración: propia.

**V. RESUMEN DE ESTUDIO DE TRAFICO:**

Debido a que la toma de datos ha sido realizada en la quincena del mes de mayo 2022, se ha tenido que tomar el factor de corrección del Peaje más cercano al proyecto, en este caso corresponde a la ESTACION DE PEAJE DE LOMA LARGA BAJA Factores de Corrección promedio para vehículos ligeros y pesados (2010 – 2016) del mes de mayo.

FCE vehículos ligeros: 1.13757376050438

FCE vehículos pesados: 1.12638570555851

Los resultados del conteo de tráfico, se muestra con mayor detalle en el Índice Medio Diario Anual (IMDA), según tramos homogéneos del flujo de tráfico encontrados en el trabajo de campo, a lo largo de la vía. Para una mejor interpretación se presenta el siguiente resultado:

## VI. PROYECCIÓN DE TRÁFICO NORMAL:

Para proyectar el tráfico futuro, es necesario determinar la tasa de crecimiento del tráfico normal “r”. Dicha tasa de crecimiento por lo general se correlaciona con las tasas de crecimiento poblacional para el tráfico ligero y PBI de la región para el tráfico pesado; para nuestro caso contamos con los siguientes datos:

### Región Cajamarca:

Para proyectar tráfico ligero : **0.57%** (Tasa de Crecimiento poblacional)

Para proyectar tráfico pesado : **1.29%** (PBI de la Región Cajamarca).

Los Resultados de la proyección del tráfico Normal se detallan en el Cuadro siguiente:

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	48	48	48	48	48	50	50	50	51	51	51
Automovil + Station Wagon	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12
Camioneta (Pickup/Panel)	21	21	21	21	21	22	22	22	22	22	22
C.Rural	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Micro											
Bus 2E											
Bus 3E											
Camión 2E	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10
Camión 3E											

Elaboración: propia.

### 6.1. Proyección de Tráfico Generado:

El tráfico generado es el que aparece como consecuencia de la mejora de la carretera, el mismo que es el 15% del tráfico normal, el cual representa a los usuarios que debido al menor costo de transporte demandaran el uso de la infraestructura.

Depende de la magnitud de la mejora. Clasificala por el nivel de impacto:

Estimaciones de tráfico generado por tipo de proyecto	
Tipo de intervención	% de tráfico normal
Proyecto de rehabilitación	10 %
Proyecto de mejoramiento	15 %

FUENTE: Manual MEF, Caminos Vecinales, Página 25



Los Resultados de la proyección del tráfico Generado, se detallan en el Cuadro siguiente:

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo		
Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automovil + Station Wagon	11	22.9
Camioneta (Pickup/Panel)	21	43.8
C.Rural	7	14.6
Micro		
Bus 2E		
Bus 3E		
Camión 2E	9	18.8
Camión 3E		
IMD	48	100

- Demanda Proyectada con proyecto**

$$T_n = T_0 * (1 + r)^n$$

Donde:

$T_n$  = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

$T_0$  = Tránsito actual (año base) en veh/día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

El proyecto de tráfico será a 10 años

- Tasa de Crecimiento x Región en %**

$r_{vp}$ =	<b>0.57%</b>	TC - Tasa de Crecimiento Anual de la Población
$r_{vc}$ =	<b>1.29%</b>	TC - Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional

Tráfico Proyectado - Con Proyecto											
Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	48	48	48	48	48	50	50	50	51	51	51
Automovil + Station Wagon	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12
Camioneta (Pickup/Panel)	21	21	21	21	21	22	22	22	22	22	22
C.Rural	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Micro											
Bus 2E											
Bus 3E											
Camión 2E	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10
Camión 3E											

**Del análisis de tráfico se tiene un IMDp de 10 años de 52 veh/día. Para el estudio presente.**





SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SAC

# **ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION**

**PROYECTO:**

**“DISEÑO INTEGRAL DE LA  
INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA  
TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA  
TRAMO TABACONAS - HUASCARAY, SAN  
IGNACIO, CAJAMARCA”.**

**JUNIO 2022**

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

INDICE

<b>I. MEMORIA DESCRIPTIVA .....</b>	<b>3</b>
1.1. INFORMACION PREVIA.....	3
1.1.1. DESCRIPCION.....	3
1.1.2. OBJETIVO DEL ESTUDIO .....	3
1.1.3. NORMATIVIDAD .....	4
1.2. SOLICITANTE.....	4
1.3. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	4
1.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA .....	6
1.5. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS DE LA ZONA.....	6
1.5.1. GEOLOGÍA.....	6
1.5.2. ASPECTOS GEOMORFOLOGÍCOS....	¡Error! Marcador no definido.
1.6. TRABAJOS EN CAMPO .....	7
1.6.1. CALICATAS O POZOS DE EXPLORACIÓN.....	7
1.6.2. MUESTREO Y REGISTRO DE EXCAVACIONES .....	8
1.7. INVESTIGACIONES REALIZADAS .....	8
1.8. ENSAYO DE LABORATORIO .....	9
1.8.1. ENSAYOS ESTÁNDAR.....	9
1.8.2. ENSAYOS ESPECIALES .....	11
1.8.3. ENSAYOS QUÍMICOS .....	12
1.9. CLASIFICACIÓN DEL SUELO.....	13
1.10. PERFILES ESTATIGRAFICOS .....	14
1.11. NIVEL DE LA NAPA FREÁTICA.....	17
1.12. VALOR CBR DE LA SUBRASANTE.....	17
1.13. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATIO. (ANEXO 2) .....	19
1.14. ANÁLISIS ADICIONALES.....	19
1.14.1. ANÁLISIS QUÍMICO DE SALES .....	19
<b>II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>21</b>
2.1. CONCLUSIONES.....	21
2.2. RECOMENDACIONES .....	22

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundario: Ricardo Fernández  
 REG. C.A. 169278



<b>III. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>24</b>
<b>IV. ANEXOS .....</b>	<b>25</b>
4.1. ANEXO 1: Perfil estratigráfico y Resumen del suelo.....	25
4.2. ANEXO 2: Resultados de ensayos de Laboratorio .....	25



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
-----  
Secundino Baza Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278

## ESTUDIO MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO:** "DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS - HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA".

### **I. MEMORIA DESCRIPTIVA**

#### **1.1. INFORMACION PREVIA**

##### **1.1.1. DESCRIPCION**

El estudio de Mecánica de Suelos es indispensable en todo tipo de obra civil, dado que, con éste, se determinan las características físico mecánicas del suelo donde se asentará la futura construcción, por tal motivo se ha contratado los servicios de la empresa Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C., para que realice el estudio de mecánica de suelos para el Proyecto: "**Diseño integral de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas - Huascaray, San Ignacio, Cajamarca**".

##### **1.1.2. OBJETIVO DEL ESTUDIO**

- El objetivo principal del presente informe del Estudio de Mecánica de Suelos (EMS), es determinar las características físico-mecánicas e identificación, clasificación; como también la determinación que conforman la subrasante o suelo de fundación de las áreas asignadas a la pavimentación.
- Otro de los objetivos es evaluar el terreno de fundación de las áreas a pavimentarse, como material de sub rasante, ya que esta es la capa en la que se apoya la estructura del pavimento, mediante EL ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.), que no es más que un ensayo de resistencia al corte del suelo, bajo condiciones de humedad y densidad debidamente controlados a fin de

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino RIVERA Fernández  
REG. C.A. 189278

que los proyectistas tengan datos actuales del material con el que van a tratar y así tomar sus propias conclusiones y criterios, para la elaboración del diseño de un pavimento adecuado; para la calidad del terreno existente en el área de estudio.

- Otro de los objetivos del informe es proporcionar las conclusiones de la configuración estratigráfica de la zona en estudio, como también proporcionar algunas recomendaciones o sugerencias; a fin de apoyar a los profesionales proyectistas a que logren con éxito la elaboración del diseño del pavimento, como en la ejecución de la obra misma.

### 1.1.3. NORMATIVIDAD

Los estudios están en concordancia con las especificaciones técnicas del Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013) y CE-010 de Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones.


### 1.2. SOLICITANTE

El presente Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) se elabora a solicitud de **Sucet Adrianzén García** quien ha contratado los servicios de la Empresa **SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**, para que realice el análisis de las muestras, para el Estudio de Mecánica de Suelos del Proyecto.

### 1.3. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El proyecto se encuentra ubicado en:

- Distrito: Huascaray
- Provincia: San Ignacio
- Departamento: Cajamarca



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
-----  
Secundino Barga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278

Figura 01: Mapa político del Perú.



Figura 02: Mapa del departamento de Cajamarca



Figura 03: Mapa del Provincial de San Ignacio

Distritos de la provincia de San Ignacio



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
-----  
Secundino Barga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278



#### 1.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA

El clima aquí es "desierto". Virtualmente no hay precipitaciones durante el año. De acuerdo con Köppen y Geiger clima se clasifica como BWh. La temperatura media anual es 21.3 °C. En un año, la precipitación es 208 mm.

El mes más seco es julio, con 0 mm de lluvia. La mayor cantidad de precipitación ocurre en marzo, con un promedio de 80 mm.

febrero es el mes más cálido del año. La temperatura en febrero promedios 25.3 °C. Las temperaturas medias más bajas del año se producen en agosto, cuando está alrededor de 18.5 °C.

#### 1.5. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS DE LA ZONA

##### 1.5.1. GEOLOGÍA.

##### Geología del área en estudio

La estratigrafía de la zona de Huascaray – San Ignacio - Cajamarca, está comprendida en el Eratema Cenozoico, Sistema Neogeno, Serie Miocena, cuya unidad estratigráfica es un Fm. Bellavista (N-be).

De acuerdo con la hoja geológica los materiales que predominan en la zona de estudio corresponden a materiales originarios de una Fm. Bellavista

La zonificación de la carta geológica cuadrángulo de San Ignacio (11-f), Serie "A" del INGEMMET muestra que el área en estudio está constituida como ya se ha mencionado por materiales originarios de un Fm. Bellavista y gracias al EMS se sabe que el tipo de suelo predominante son Arena arcillosas y Gravas mal gradadas con arcilla.



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
-----  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278

## Unidad Estratigráfica – Fm. Bellavista

Morfológicamente presenta formas en su materia suaves, pero disectada por numerosas quebradas, debido a lo cual sus afloramientos constituyen cortes verticales, en los tramos iniciales de las quebradas que la disectan.

### 1.6. TRABAJOS EN CAMPO

#### 1.6.1. CALICATAS O POZOS DE EXPLORACIÓN

Se programó la ejecución de nueve (09) calicatas o pozos de exploración “a cielo abierto”, ubicadas convenientemente y con profundidades suficientes variables. La ubicación de las calicatas se presenta a continuación:

Tabla 02: Descripción de las calicatas realizadas

Calicatas	Profundidad (m)	Nivel freático (m)	N.º Muestras	Progresivas(Km)
C-01	1.50	No presenta	01	0+000 - 1+150
C-02	1.50	No presenta	01	1+150 – 2+095
C-03	1.50	No presenta	01	2+095 – 3+186
C-04	1.50	No presenta	01	3+186 – 4+000
C-05	1.50	No presenta	01	4+000 – 5+243
C-06	1.50	No presenta	01	5+243 – 6+083
C-07	1.50	No presenta	01	6+083 – 7+123
C-08	1.50	No presenta	01	7+123 – 8+045
C-09	1.50	No presenta	01	8+045 – 8+719

**Fuente:** Elaboración propia

**Elaboración:** Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 119278

### 1.6.2. MUESTREO Y REGISTRO DE EXCAVACIONES

Las muestras de materiales obtenidas en los trabajos de campo fueron analizadas para determinar sus propiedades y características físico – mecánicas fundamentales, tales como, Análisis Granulométricos por tamizado, Límites de Consistencia, Humedad, CBR, Proctor, Gravedad específica, absorción y Análisis químicos (Sulfatos y Cloruros), ensayos ejecutados siguiendo las normas vigentes.

Se realizó registro de excavaciones de acuerdo con la norma NTP 339.150, describiendo el perfil estratigráfico y el tipo de material encontrado, la descripción comprende, clasificación visual, manual, tipo de suelo, forma de material granular, color y porcentaje aproximado de bloques, bolonería y cantos.

### 1.7. INVESTIGACIONES REALIZADAS

Las investigaciones efectuadas para el cumplimiento de los objetivos comprendieron dos fases:

- ✓ Exploraciones de campo y análisis.
- ✓ Trabajo de gabinete.

Las exploraciones de campo se refieren a las acciones desarrolladas, desde el reconocimiento del terreno y formulación del programa hasta la ejecución misma de los sondeos exploratorios y realización de ensayos “In Situ”, toma de muestras y descripción de materiales existentes.

Por medio de los ensayos efectuados se determinaron las características de los suelos de cimentación.

En gabinete se analizaron los resultados y se establecieron los parámetros de cálculo.

El proceso seguido para los fines propuestos fue el siguiente:

- ✓ Reconocimiento del terreno
- ✓ Distribución y ejecución de calicatas



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
-----  
Secundino Boga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278

- ✓ Tomas de muestras inalteradas y disturbadas
- ✓ Ejecución de ensayos
- ✓ Evaluación de los trabajos de campo
- ✓ Perfil Estratigráfico
- ✓ Análisis de las Propiedades Físico-mecánicas del Suelo
- ✓ Agresión del suelo a la cimentación
- ✓ Conclusiones y Recomendaciones

### 1.8. ENSAYO DE LABORATORIO

Los trabajos de laboratorio permitieron evaluar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos, mecánicos y químicos. Las muestras disturbadas de suelo, provenientes de una exploración, fueron sometidas a ensayos de acuerdo con las recomendaciones de la American Society of Testing and Materiales (ASTM). Los ensayos de laboratorio y labores de gabinete se realizaron en las instalaciones de la empresa de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C, ubicado en la Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Referencia: Al Costado de la Quinta Arellano Prolongación Bolognesi) – Chiclayo.

#### 1.8.1. ENSAYOS ESTÁNDAR

##### - NTP 339.127: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

Este ensayo tiene por finalidad, determinar el contenido de humedad de una muestra de suelo. El contenido de humedad de una masa de suelo está formado por la suma de sus aguas libre, capilar. La importancia del contenido de agua que presenta un suelo representa junto con la cantidad de aire, una de las características más importantes para explicar el comportamiento de este (especialmente en aquellos de textura más fina), como por ejemplo cambios de volumen, cohesión, estabilidad mecánica.

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Barrera Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 189278

**- NTP 339.128: SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.**

Este ensayo está basado en la identificación de los suelos según sus cualidades estructurales y su agrupación con relación a su comportamiento como materiales de construcción en ingeniería. La base de clasificación de los suelos está en las siguientes propiedades:

1. Porcentaje de grava, arena y finos.
2. Forma de la curva de distribución granulométrica.

**- NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.**

A la muestra se le remueve cualquier material retenido en el tamiz 425um (N°40). El límite líquido se determina realizando pruebas en las cuales se esparce una porción de la muestra en una copa de bronce, dividida en dos por un ranurador, y luego permitiendo que fluya debido a los impactos causados por las repetidas caídas de la copa en un dispositivo mecánico estándar. Se requiere realizar tres o más pruebas sobre un rango de contenidos de humedad y graficar o calcular la información de las pruebas para establecer una relación a partir de la cual se determine el límite líquido.

El límite plástico se determina presionando y enrollando alternadamente a un hilo de 3.2mm de diámetro (1/4 pulg.), una porción pequeña de suelo plástico hasta que su contenido de humedad se reduzca hasta el punto en que el hilo se quiebre y no pueda ser más presionado y reenrollado. El contenido de humedad del suelo en este punto se reporta como el límite plástico.

El índice de plasticidad se calcula como la diferencia entre el límite líquido y límite plástico.

**- NTP 339.134: SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS).**

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas. Son frecuentemente encontrados en combinación de dos o más tipos de suelos diferentes, como, por ejemplo: arenas, gravas, limo, arcillas y limo arcilloso, etc. La determinación del rango de tamaño de las partículas (gradación) es según la estabilidad del tipo de ensayos para la determinación de los límites de consistencia. Uno de los más usuales sistemas de clasificación de suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos.

**- NTP 339.135. SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte (Clasificación AASHTO).**

El sistema de clasificación para Construcción de Carreteras AASHTO, es también usado de manera general. Los suelos pueden ser también clasificados en grandes grupos, pueden ser porosos, de grano grueso o grano fino, granular o no granular y cohesivo, semi cohesivo y no cohesivo.

### 1.8.2. ENSAYOS ESPECIALES

**- MTC E 115 (NTP 339.141): Método de ensayo para determinar el Proctor modificado.**

Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 ó 152,4 mm (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Torres Fernández  
REG. C.A.P. 169278

pulg), produciendo una Energía de Compactación de (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)).

- **MTC E 132 (NTP 339.141): Método de ensayo para determinar el California Bearing Ratio (CBR)**

Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible.

Para aplicaciones donde el efecto del agua de compactación sobre el CBR es mínimo, tales como materiales no-cohesivos de granos gruesos, o cuando sea permisible para el efecto de diferenciar los contenidos de agua de compactación en el procedimiento de diseño, el CBR puede determinarse al óptimo contenido de agua de un esfuerzo de compactación especificado. El peso unitario seco especificado es normalmente el mínimo porcentaje de compactación permitido por la especificación de compactación de campo de la entidad usuaria.

### 1.8.3. ENSAYOS QUÍMICOS

- **NTP 339.152: Contenido de Sales Solubles Totales**

Establece la preparación de un extracto acuoso para la determinación del contenido de sales solubles en los suelos. Luego, el método de ensayo que se indica es ampliamente conocido como determinación de sólidos disueltos en aguas (TDS), por lo que también es aplicable, en segundo caso a una muestra de agua subterránea. Los datos que se obtengan con estos procedimientos pueden ser de utilidad principalmente en la construcción civil.

**- NTP 339.178: Contenido de Sulfatos Solubles en suelos y agua subterránea**

Establece un procedimiento para la determinación del contenido de ión sulfato soluble en suelos y aguas subterráneas. Se han considerado dos métodos: El método gravimétrico (Método A) y el método turbidimétrico (Método B). La selección del método dependerá de la concentración del ión sulfato en la muestra y de la exactitud deseada. El método A es una medida primaria del ión sulfato. Se puede aplicar directamente a muestras de suelo que contengan aproximadamente entre 20 mg/kg y 100 mg/kg y a muestras de agua subterránea con un contenido de ión sulfato superior a 10 mg/L. El método B ahorra tiempo, pero es más susceptible de interferencias que el método A. Este método se utiliza para rangos más bajos de sulfatos y donde no se requiere de una extrema exactitud y precisión. El método es directamente aplicable en el rango de 10 mg/kg a 100 mg/kg en muestras de suelo y en el rango de 1 mg/L a 40 mg/L en muestras de agua subterránea.

**- NTP 339.177: Contenido de Cloruros Solubles en suelos y agua subterránea**

Establece el procedimiento de ensayo para la determinación cuantitativa del ión cloruro soluble en agua contenido en suelos y agua subterránea. La presente NTP especifica el procedimiento para la determinación del contenido de ión cloruro soluble en agua mediante el método volumétrico de Mohr. Con este método se pueden analizar muestras de suelos cuyo contenido de cloruro sea de 10 mg/kg a 150 mg/kg y muestras de aguas con contenidos de 1,5 ppm a 100 ppm. Estos niveles también se pueden conseguir mediante dilución como se detalla en el procedimiento de ensayo.

**1.9. CLASIFICACIÓN DEL SUELO**

Las muestras ensayadas se han clasificado de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) y AASHTO, como se muestra en el siguiente cuadro:

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundario: Ricardo Fernández  
REG. SUP. 169278



Tabla 03: Descripción de la clasificación de suelo

N° Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Clasificación	
			SUCS	AASHTO
01	M-01	0.00-1.50	SC	A-2-6(0)
02	M-01	0.00-1.50	SC	A-2-6(0)
03	M-01	0.00-1.50	SP - SC	A-2-4(0)
04	M-01	0.00-1.50	GP - GC	A-2-4(0)
05	M-01	0.00-1.50	GP - GC	A-2-4(0)
06	M-01	0.00-1.50	GP - GC	A-2-6(0)
07	M-01	0.00-1.50	GP - GC	A-2-4(0)
08	M-01	0.00-1.50	GP - GC	A-2-4(0)
09	M-01	0.00-1.50	GP - GC	A-2-4(0)

**Fuente:** Elaboración propia

**Elaboración:** Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.

## 1.10. PERFILES ESTATIGRAFICOS

### CALICATA 01:

De 0.00m hasta 1.50m presenta Arena arcillosa de color marrón claro, con un índice de plasticidad de 10, una humedad natural de 14% y es de consistencia semi compacta. Identificado según clasificación SUCS como un SC y según clasificación AASHTO como un A-2-6 (0).

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Baza Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278

**CALICATA 02:**

De 0.00m hasta 1.50m presenta Arena arcillosa de color marrón claro, presenta un índice de plasticidad de 11, una humedad natural de 15%, es de consistencia semi compacta. Identificado según clasificación SUCS como un SC y según clasificación AASHTO como un A-2-6 (0).

**CALICATA 03:**

De 0.00m hasta 1.50m presenta Arena mal gradada con presencia de arcilla de color marrón claro, presenta un índice de plasticidad de 9, una humedad natural de 15%, es de consistencia semi compacta. Identificado según clasificación SUCS como un SP-SC y según clasificación AASHTO como un A-2-4 (0).

**CALICATA 04:**

De 0.00m hasta 1.50m presenta Grava mal gradada con arcilla de color marrón claro, presenta un índice de plasticidad de 8%, una humedad natural de 12%, es de consistencia semi compacta. Identificado según clasificación SUCS como un GP-GC y según clasificación AASHTO como un A-2-4 (0).

**CALICATA 05:**

De 0.00m hasta 1.50m presenta Grava mal gradada con arcilla de color marrón claro, presenta un índice de plasticidad de 10%, una humedad natural de 12%, es de consistencia semi compacta. Identificado según clasificación SUCS como un GP-GC y según clasificación AASHTO como un A-2-4 (0).



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
-----  
Secundino Baza Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278

**CALICATA 06:**

De 0.00m hasta 1.50m presenta Grava mal gradada con arcilla de color marrón claro, presenta un índice de plasticidad de 13%, una humedad natural de 11%, es de consistencia semi compacta. Identificado según clasificación SUCS como un GP-GC y según clasificación AASHTO como un A-2-6 (0).

**CALICATA 07:**


De 0.00m hasta 1.50m presenta Grava mal gradada con arcilla con presencia de limos de color marrón claro, presenta un índice de plasticidad de 7%, una humedad natural de 12%, es de consistencia semi compacta. Identificado según clasificación SUCS como un GP-GC y según clasificación AASHTO como un A-2-4 (0).

**CALICATA 08:**

De 0.00m hasta 1.50m presenta Grava mal gradada con arcilla de color marrón claro, presenta un índice de plasticidad de 9%, una humedad natural de 11%, es de consistencia semi compacta. Identificado según clasificación SUCS como un GP-GC y según clasificación AASHTO como un A-2-4 (0).

**CALICATA 09:**

De 0.00m hasta 1.50m presenta Grava mal gradada con arcilla de color marrón claro, presenta un índice de plasticidad de 8%, una humedad natural de 11%, es de consistencia semi compacta. Identificado según clasificación SUCS como un GP-GC y según clasificación AASHTO como un A-2-4 (0).



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
-----  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278

### 1.11. NIVEL DE LA NAPA FREÁTICA

Tabla 04: Registro de presencia de aguas subterráneas

Calicatas	Profundidad (m)	Nivel freático (m)	Fecha de la medición
C-01	1.50	No presenta	10/06/2022
C-02	1.50	No presenta	10/06/2022
C-03	1.50	No presenta	10/06/2022
C-04	1.50	No presenta	10/06/2022
C-05	1.50	No presenta	10/06/2022
C-06	1.50	No presenta	10/06/2022
C-07	1.50	No presenta	10/06/2022
C-08	1.50	No presenta	10/06/2022
C-09	1.50	No presenta	10/06/2022

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.

### 1.12. VALOR CBR DE LA SUBRASANTE

El CBR (California Bearing Ratio), describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos (evaluar la resistencia potencial de subrasante) denominado valor de la relación de soporte. El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.

Una vez que se haya clasificado los suelos y elaborado un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo de estudio, a partir del cual se determinara el programa de ensayos para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la Máxima Densidad Seca y a una penetración de 2.54mm. para cada sector de características homogéneas, se clasificara para que categoría de subrasante pertenece el sector o subtramo, según lo siguiente:

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
-----  
Secundino Barga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278

Tabla 05: Categorías de la subrasante

Categoría de Subrasante	CBR
S0: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR => 3% a CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	De CBR => 6% a CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	De CBR => 10% a CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR => 20% a CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	De CBR => 30%

**Fuente:** Cuadro 4.10 Categorías de Subrasante del Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos

**Elaboración:** Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.

El material existente en el área asignada de estudio se muestra a continuación en el siguiente cuadro de acuerdo con su categoría de subrasante:

Tabla 06: Resultados de la subrasante

Calicatas	Promedio CBR	Categoría de Subrasante
	95%	
02	8.0	Regular
05	15.6	Buena
07	16.2	Buena
09	14.5	Buena

**Fuente:** Elaboración propia

**Elaboración:** Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burgos Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278

**1.13. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATIO. (ANEXO 2)****1.14. ANALISIS ADICIONALES****1.14.1. ANÁLISIS QUÍMICO DE SALES**

El suelo bajo el cual se cimienta toda estructura tiene un efecto agresivo a la cimentación. Este efecto está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos, Cloruros, Sales Solubles Totales principalmente). Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrado por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.). Los principales elementos químicos para evaluar son los sulfatos por su acción química sobre el concreto del cimiento respectivamente (ver anexo III. Resultados de ensayos de Laboratorio). De los resultados de los análisis químicos obtenidos a partir de una muestra representativa del estrato que estará apoyado a la cimentación se tiene.

Tabla 07: Resumen de ensayos químicos

Sustancia	Contenido p.p.m.	Contenido %	Observación
Contenido de Cloruros	129	0.0129	Insignificante
Contenido de Sulfatos	84	0.0084	Insignificante

**Fuente:** Elaboración propia

**Elaboración:** Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.

El concreto que va a estar expuesto a soluciones debe cumplir con los requisitos según R.N.E., E – 060, Concreto Armado.



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
-----  
Secundino Balsa Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278

Tabla 08: requisitos para concreto expuesto a soluciones de sulfatos

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO4) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO4) en el agua, ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal*	f'c mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero
Insignificante	$0,0 \leq SO4 < 0,1$	$0 \leq SO4 < 150$	—	—	—
Moderada**	$0,1 \leq SO4 < 0,2$	$150 \leq SO4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0,50	28
Severa	$0,2 \leq SO4 < 2,0$	$1500 \leq SO4 < 10000$	V	0,45	31
Muy severa	$2,0 < SO4$	$1500 \leq SO4 < 10000$	Tipo V más puzolana***	0,45	31

**Fuente:** E 060 Concreto Armado (Tabla N°08) – Reglamento Nacional de Edificaciones

**Elaboración:** Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.

Para la protección contra la corrosión del refuerzo de acero en el concreto, las concentraciones máximas de iones de cloruro solubles en agua en el concreto endurecido a edades que van de 28 a 42 días, provenientes de los ingredientes (incluyendo agua agregados, materiales cementantes y aditivos) no deben exceder los límites según E - 060, Concreto Armado, de la Tabla 4.5.

Tabla 09: contenido máximo de Iones Cloruros para protección contra la corrosión

Tipo de elemento	Contenido máximo de iones de cloruro solubles en agua en el concreto (porcentaje en peso del cemento)
Concreto preesforzado	0,06
Concreto armado que en servicio estará expuesto a cloruros	0,15
Concreto armado que en servicio estará seco o protegido contra la humedad	1,00
Otras construcciones de concreto armado	0,30

**Fuente:** E 060 Concreto Armado (Tabla N°08) – Reglamento Nacional de Edificaciones

**Elaboración:** Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
-----  
Secundino Barga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIR. 119278

Tabla 10: Requisitos para concreto expuestos a soluciones de sulfatos

Presencia en el suelo en:	p.p.m	Grado de Alteración	Observaciones
Sulfatos	0-150	Insignificante	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
	150-1500	Moderado	
	1500-10000	Severo	
	>10000	Muy Severo	
Cloruros	>6000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos

**Fuente:** E 060 Concreto Armado (Tabla N°08) – Reglamento Nacional de Edificaciones

**Elaboración:** Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C.

Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá desplantada la cimentación contiene concentraciones insignificantes de sulfatos. Por lo tanto, el cemento a usar para la cimentación será Tipo I.

## II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 2.1. CONCLUSIONES

- El proyecto considera la elaboración del expediente del " **Diseño integral de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas - Huascaray, San Ignacio, Cajamarca**". las cual dicho estudio se elaboró con las especificaciones técnicas del Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013) y CE-010 de Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Los suelos en los cuales se realizará dicho proyecto se encuentran conformados por suelos de tipo, Arena arcillosa (SC), Grava mal gradada con arcillar (GP-GC).

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Barrera Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CTR. 189278



- Durante la excavación de las calicatas se encontró la presencia de nivel freático en las siguientes profundidades.
- Los materiales existentes en el área de estudio, presenta una capa de terreno natural a escala Buena (a nivel de subrasante) resistencia al corte dando un promedio de 13.6%, bajo condiciones de humedad y densidad controladas (CBR => 10% a CBR < 20%)
- Se concluye por lo tanto que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá desplantada la estructura contiene concentraciones nocivas de sulfatos con potencial insignificante de 84 p.p.m. (0 p.p.m. – 150 p.p.m.), por lo cual se sugiere que se trabaje con el “Cemento Portland Tipo I”.

## 2.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda eliminar todo el material de relleno durante el corte y todo terreno que contenga restos de materia orgánica.
- El Material Seleccionado con el que se construye el Relleno Controlado es compactado de la siguiente manera:
  - a) Si tiene más de 12% de finos, se compacta a una densidad mayor o igual del 90% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141, en todo su espesor.
  - b) Si tiene igual o menos de 12% de finos, se compacta a una densidad no menor del 95% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141, en todo su espesor.
  - c) En los Rellenos Controlados o de Ingeniería es obligatorio realizar controles de compactación en cada una de las capas compactadas, necesariamente a razón, de un control por cada 250 m<sup>2</sup> o fracción, con un mínimo de tres controles por capa. En

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Baza Fernández  
INGENIERO CIVIL  
REG. CPA. 189278

áreas pequeñas (igual o menores a 25 m<sup>2</sup>) un ensayo como mínimo. En cualquier caso, el espesor máximo a controlar es de 0,20 m de espesor.

- Se recomienda para la conformación de las capas de la estructura del pavimento; un material con las características físicas y mecánicas, aceptables dentro de las especificaciones para pavimentos (CE-010 Pavimentos Urbanos), estas deberán ser compactadas hasta alcanzar un grado de compactación 100% de la densidad máxima del Proctor modificado del material a utilizarse.
- Los materiales para utilizar en cada una de las capas antes mencionadas deberán ser verificadas por control de calidad, a fin de que cumplan con los requisitos mínimos establecidos en las especificaciones técnicas.
- La compactación de la Sub Base Granular y Base Granular definida deberá alcanzar un 100% de densidad máxima del Proctor modificado realizado en el laboratorio
- Se recomienda en obra hacer un control de calidad permanente para obtener buenos resultados en la construcción.
- Para el diseño final de los espesores de la estructura del pavimento, se deberá tener los resultados del estudio de tráfico y quedará definido por el Profesional Responsable.



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
-----  
Secundino Berge Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP 169278

### III. BIBLIOGRAFIA

- Juárez Badillo - Rico Rodríguez: Mecánica de Suelos, Tomos I, II.
- Ing. Carlos Crespo: Mecánica de suelos y Cimentaciones
- Diseño y Construcción de Pavimentos. Germán Vivar Romero
- Carreteras, Calles y Aeropistas: Principios Generales de la Mecánica de Suelos aplicados a la Pavimentación y Métodos para el Cálculo de Pavimentos Flexibles. Raúl Valle Rodas
- Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG – 2013. Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos. Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- Glosario de Términos de Uso Frecuente en los Proyectos de Infraestructura Vial.
- Manual de Ensayo de Materiales. Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- American Society for Testing and Materials (ASTM).
- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).
- CE-010 Pavimentos Urbanos, Reglamento Nacional de Edificaciones.
- E-050 Suelos y Cimentaciones, Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Propiedades Geofísicas de los Suelos. Joseph Bowles.



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
-----  
Secundino Biega Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278



**IV. ANEXOS**

- 4.1. ANEXO 1: Perfil estratigráfico y Resumen del suelo.**
- 4.2. ANEXO 2: Resultados de ensayos de Laboratorio**



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
-----  
Secundino Baza Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## CUADRO RESUMEN

"Diseño integral de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas - Huascaray, San Ignacio, Cajamarca."

N° Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Humedad natural (%)	Análisis granulométrico			Clasificación		Límites			Sales (%)	Cloruros (%)	Sulfatos (%)	Proctor		CBR	
				Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	SUCS	AASHTO	LL	LP	IP				Densidad máxima (gr/cm3)	Humedad óptima (%)	95%	100%
01	M-01	0.00-1.50	14	11.8	71.5	16.7	SC	A-2-6(0)	28	18	10	0.05	0.0118	0.0076	-	-	-	-
02	M-01	0.00-1.50	15	8.0	69.0	23.0	SC	A-2-6(0)	30	19	11	0.05	0.0120	0.0078	1.968	12.58	8.0	12.6
03	M-01	0.00-1.50	15	3.1	91.1	5.8	SP - SC	A-2-4(0)	27	18	9	0.06	0.0125	0.0082	-	-	-	-
04	M-01	0.00-1.50	12	56.7	32.8	10.5	GP - GC	A-2-4(0)	27	19	8	0.05	0.0116	0.0076	-	-	-	-
05	M-01	0.00-1.50	12	53.4	37.7	8.9	GP - GC	A-2-4(0)	27	18	10	0.05	0.0116	0.0076	2.109	9.41	15.6	27.2
06	M-01	0.00-1.50	11	47.9	42.8	9.3	GP - GC	A-2-6(0)	31	18	13	0.06	0.0127	0.0084	-	-	-	-
07	M-01	0.00-1.50	12	62.7	26.8	10.6	GP - GC	A-2-4(0)	25	18	7	0.06	0.0129	0.0084	2.118	9.68	16.2	26.2
08	M-01	0.00-1.50	11	63.2	31.1	5.7	GP - GC	A-2-4(0)	28	19	9	0.06	0.0123	0.0081	-	-	-	-
09	M-01	0.00-1.50	11	58.2	30.9	10.9	GP - GC	A-2-4(0)	26	18	8	0.05	0.0119	0.0078	2.107	9.28	14.5	26.3

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Abel Sánchez Vallejos  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO


SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Boga Fernández  
 INE 145278




# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**CLIENTE** : Sucet Adrianzén García

**PROYECTO** : "Diseño integral de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas - Huascaray, San Ignacio, Cajamarca."

**UBICACIÓN** : Tramo Tabaconas - Huascaray, San Ignacio, Cajamarca

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 10/06/2022

**FECHA DE EMISION** : 15/06/2022

**ING. ESPECIALISTA** : Secundino Burga Fernandez

**TECNICO LABORATORIO** : Abel Sánchez Vallejos

### NOTA :

El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE  
SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Abel Sánchez Vallejos  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIR. 189278

Responsable de laboratorio.



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.127 - 1998 (revisada el 2019)

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CALICATA** : C-01

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 0+000 - 1+150

Descripcion	1		
Peso de tara (g)	0		
Peso de la tara + muestra húmeda (g)	1200		
Peso de la tara + muestra seca (g)	1056		
Peso del agua contenida (g)	144		
Peso de la muestra seca (g)	1056		
Contenido de Humedad (%)	14		

Observaciones del ensayo:

- \* Muestra disturbada
- \* Pesado constante : 2 horas
- \* Horno controlado a : 110 +5°C
- \* Exclusión de algún material : No
- \* Más de un tipo de material : No
- \* Cumple con el peso mínimo requerido : Si

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Abel Sánchez Vallejos  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Secundino Baza Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP 149278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

## INFORME DE ENSAYO

### METODO DE ENSAYO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

### REFERENCIA NORMATIVA

NTP 339.128 - 1999 (revisada el 2019)

### TIPO DE PRODUCTO

Suelos

FECHA DE ENSAYO : 11/06/2022

### CÓDIGO ÚNICO

CI-75

RESP. LAB. : S.B.F.

### CALICATA

C-01

TEC. LAB. : A.S.V.

### MUESTRA

M-01

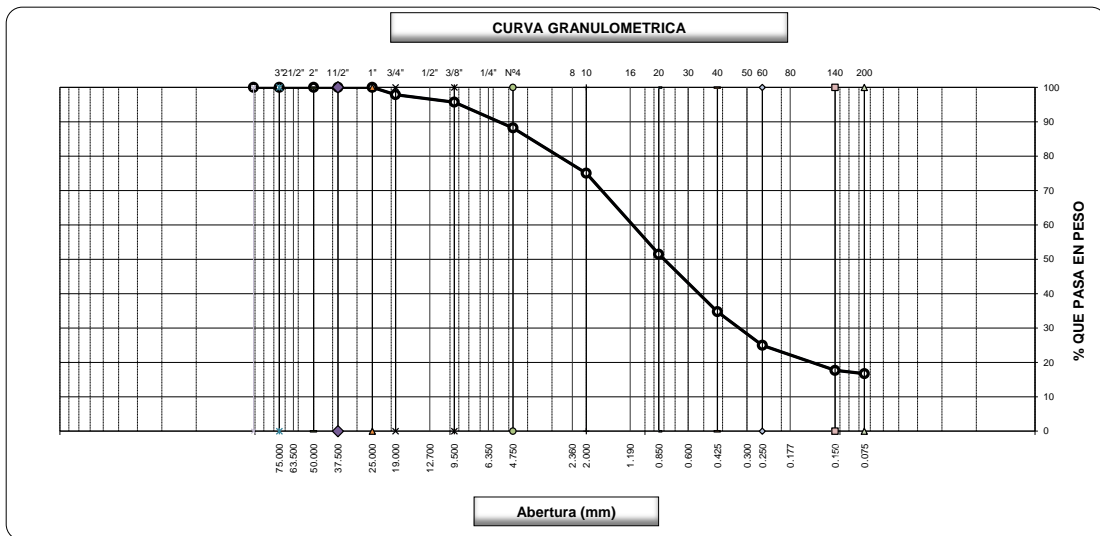
### PROFUNDIDAD (m)

0.35-1.20

### PROGRESIVA (km)

0+000 - 1+150

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Descripcion
5"	127.000					1. Peso de Material
4"	101.600					Peso Inicial Total (g) 900.0
3"	75.000					Peso Fraccion Fina Para Lavar (g) 560.1
2 1/2"	63.500					2. Caracteristicas
2"	50.000					Tamaño Maximo 1"
1 1/2"	37.500					Tamaño Maximo Nominal 3/4"
1"	25.000				100.0	Grava (%) 11.8
3/4"	19.000	19.3	2.1	2.1	97.9	Arena (%) 71.5
1/2"	12.700					Finos (%) 16.7
3/8"	9.500	19.49	2.2	4.3	95.7	3. Clasificacion
1/4"	6.350					Limite Liquido (%) 28
Nº 4	4.750	67.31	7.5	11.8	88.2	Limite Plastico (%) 18
Nº 8	2.360					Indice de Plasticidad (%) 10
Nº 10	2.000	83.75	13.2	25.0	75.0	Clasificacion SUCS SC
Nº 16	1.190					Clasificacion AASHTO A-2-6 { 0 }
Nº 20	0.850	149.56	23.6	48.5	51.5	4. Observaciones del ensayo
Nº 30	0.600					* Muestra disturbada
Nº 40	0.425	106.30	16.7	65.3	34.7	
Nº 50	0.300					
Nº 60	0.250	61.93	9.8	75.0	25.0	
Nº 80	0.180					
Nº 140	0.106	46.40	7.3	82.3	17.7	
Nº 200	0.075	6.06	1.0	83.3	16.7	
Pasante		106.10	16.7	100.0		



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Barba Fernández*  
 REG. C.R. 149278



Técnico de laboratorio.

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.





## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.129 - 1999 (revisada el 2019)

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**CALICATA** : C-01

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 0+000 - 1+150

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

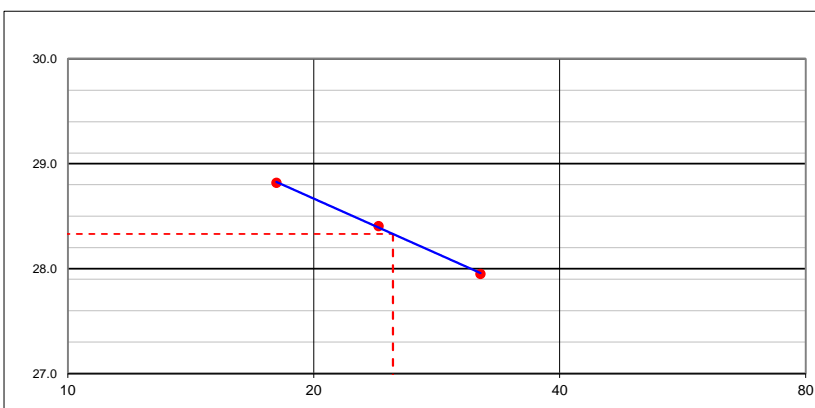
**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : A.S.V.

METODO MULTIPUNTO					
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
N° de Tarro	-	18	24	32	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	14.42	14.95	14.44	
Peso de Tarro + Suelo Seco	g	12.76	13.24	12.83	
Peso de Tarro	g	7.00	7.22	7.07	
Peso de Agua	g	1.66	1.71	1.61	
Peso del Suelo Seco	g	5.76	6.02	5.76	<b>Limite Liquido</b>
Contenido de Humedad	%	28.82	28.41	27.95	<b>28</b>
Numero de Golpes	-	18	24	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD					
N° de Tarro		16	28		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	22.98	22.25		
Peso de Tarro + Suelo seco	g	21.78	21.13		
Peso de Tarro	g	15.45	14.45		
Peso de Agua	g	1.20	1.12		
Peso de Suelo seco	g	6.33	6.68		<b>Limite Plastico</b>
Contenido de Humedad	%	18.96	16.77		<b>18</b>

### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



### Constantes Físicas de la Muestra

Limite Liquido	<b>28</b>
Limite Plastico	<b>18</b>
Indice de Plasticidad	<b>10</b>

### Observaciones del ensayo

- \* Muestra retenida Tamiz N°40 (%) : **65.3**
- \* Muestra disturbada
- \* Muestra seca al aire durante el ensayo

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Páez Fernández*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIVIL 149278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.152

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**CALICATA** : C-01

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 0+000 - 1+150

### DATOS DEL ENSAYO

	Identificación				Promedio
	1	2			
Muestra (N°)	1	2			
Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres (g)	57.50	57.38			
Peso Tarro + agua + sal (g)	98.95	107.38			
Peso Tarro Seco + sal (g)	57.52	57.41			
Peso de Sal (g)	0.02	0.03			
Peso de Agua (g)	41.45	50.00			
Porcentaje de Sal (%)	0.05	0.06			0.05

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE  
SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Barga Fernández*  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

### METODO DE ENSAYO

**CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA**

### REFERENCIA NORMATIVA

: NTP 339.177, NTP 339.178

**FECHA DE ENSAYO :** 11/06/2022

### TIPO DE PRODUCTO

: Suelos

**RESP. LAB. :** S.B.F.

### CÓDIGO ÚNICO

: CI-75

**TEC. LAB. :** A.S.V.

### CALICATA

: C-01

### MUESTRA

: M-01

### PROFUNDIDAD (m)

: 0.35-1.20

### PROGRESIVA (km)

: 0+000 - 1+150

### DATOS DEL ENSAYO

Descripción	Partes por millon (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL) (ppm)	118	0.0118	Insignificante
Contenido de sulfatos (SO4-2) (ppm)	76	0.0076	Insignificante

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Abel Sánchez Vallejos  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Secundino Barra Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.127 - 1998 (revisada el 2019)

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CALICATA** : C-01

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 1+150 - 2.095

Descripcion	1		
Peso de tara (g)	0		
Peso de la tara + muestra húmeda (g)	1200		
Peso de la tara + muestra seca (g)	1045		
Peso del agua contenida (g)	155		
Peso de la muestra seca (g)	1045		
Contenido de Humedad (%)	15		

Observaciones del ensayo:

\* Muestra disturbada

\* Pesado constante : 2 horas

\* Horno controlado a : 110 +5°C

\* Exclusión de algún material : No

\* Más de un tipo de material : No

\* Cumple con el peso mínimo requerido : Si

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE  
SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Abel Sánchez Vallejos  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Secundino Baya Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 149278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

## INFORME DE ENSAYO

### METODO DE ENSAYO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

### REFERENCIA NORMATIVA

NTP 339.128 - 1999 (revisada el 2019)

### TIPO DE PRODUCTO

Suelos

FECHA DE ENSAYO : 11/06/2022

### CÓDIGO ÚNICO

CI-75

RESP. LAB. : S.B.F.

### CALICATA

C-01

TEC. LAB. : A.S.V.

### MUESTRA

M-01

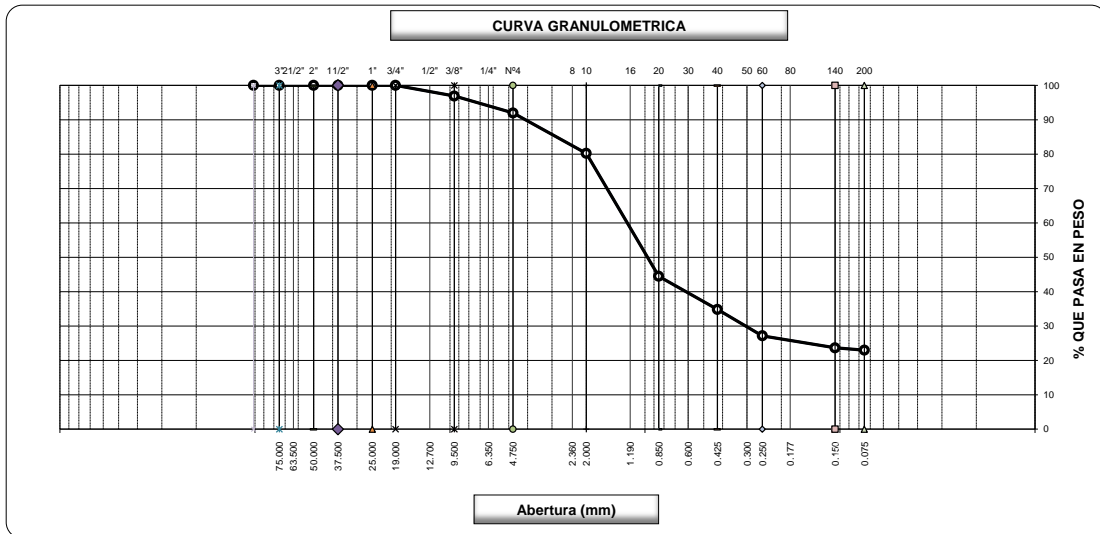
### PROFUNDIDAD (m)

0.35-1.20

### PROGRESIVA (km)

1+150 - 2.095

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Descripcion
5"	127.000					1. Peso de Material
4"	101.600					Peso Inicial Total (g) 900.0
3"	75.000					Peso Fraccion Fina Para Lavar (g) 560.1
2 1/2"	63.500					2. Caracteristicas
2"	50.000					Tamaño Maximo 3/4"
1 1/2"	37.500					Tamaño Maximo Nominal 3/8"
1"	25.000					Grava (%) 8.0
3/4"	19.000				100.0	Arena (%) 69.0
1/2"	12.700					Finos (%) 23.0
3/8"	9.500	28.10	3.1	3.1	96.9	3. Clasificacion
1/4"	6.350					Limite Liquido (%) 30
Nº 4	4.750	44.10	4.9	8.0	92.0	Limite Plastico (%) 19
Nº 8	2.360					Indice de Plasticidad (%) 11
Nº 10	2.000	71.70	11.8	19.8	80.2	Clasificacion SUCS SC
Nº 16	1.190					Clasificacion AASHTO A-2-6 { 0 }
Nº 20	0.850	217.73	35.8	55.6	44.4	4. Observaciones del ensayo
Nº 30	0.600					* Muestra disturbada
Nº 40	0.425	58.56	9.6	65.2	34.8	
Nº 50	0.300					
Nº 60	0.250	46.81	7.7	72.9	27.1	
Nº 80	0.180					
Nº 140	0.106	21.37	3.5	76.4	23.6	
Nº 200	0.075	4.12	0.7	77.0	23.0	
Pasante		139.81	23.0	100.0		



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Barba Fernández*  
 REG. C.R. 149278



Técnico de laboratorio.

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.



## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.129 - 1999 (revisada el 2019)

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**CALICATA** : C-01

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 1+150 - 2.095

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

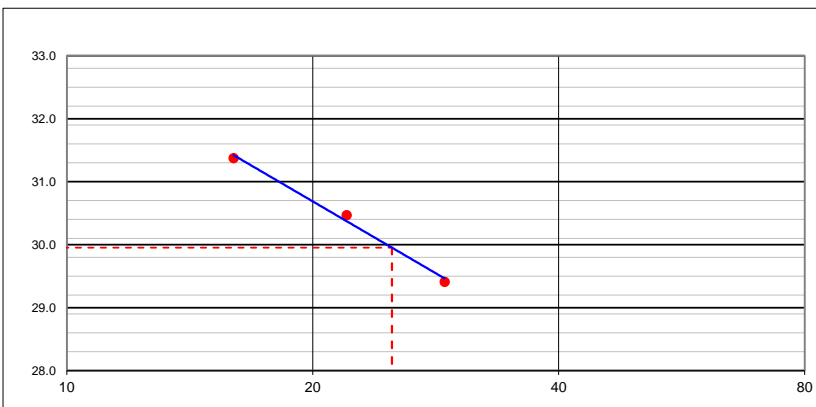
**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : A.S.V.

METODO MULTIPUNTO					
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
N° de Tarro	-	16	22	29	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	14.48	15.33	15.49	
Peso de Tarro + Suelo Seco	g	12.77	13.45	13.59	
Peso de Tarro	g	7.32	7.28	7.13	
Peso de Agua	g	1.71	1.88	1.90	
Peso del Suelo Seco	g	5.45	6.17	6.46	<b>Limite Liquido</b>
Contenido de Humedad	%	31.38	30.47	29.41	<b>30</b>
Numero de Golpes	-	16	22	29	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD					
N° de Tarro		21	33		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	22.85	21.25		
Peso de Tarro + Suelo seco	g	21.79	20.25		
Peso de Tarro	g	13.45	16.25		
Peso de Agua	g	1.06	1.00		
Peso de Suelo seco	g	8.34	4.00		<b>Limite Plastico</b>
Contenido de Humedad	%	12.71	25.00		<b>19</b>

### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



### Constantes Físicas de la Muestra

Limite Liquido	<b>30</b>
Limite Plastico	<b>19</b>
Indice de Plasticidad	<b>11</b>

### Observaciones del ensayo

- \* Muestra retenida Tamiz N°40 (%) : **65.2**
- \* Muestra disturbada
- \* Muestra seca al aire durante el ensayo

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Páez Fernández*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP 14278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.



\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.152

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**CALICATA** : C-01

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 1+150 - 2.095

### DATOS DEL ENSAYO

	Identificación				Promedio
	1	2			
Muestra (N°)	1	2			
Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres (g)	48.36	48.16			
Peso Tarro + agua + sal (g)	89.81	98.16			
Peso Tarro Seco + sal (g)	48.38	48.19			
Peso de Sal (g)	0.02	0.03			
Peso de Agua (g)	41.45	50.00			
Porcentaje de Sal (%)	0.05	0.06			0.05

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE  
SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Barga Fernández*  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

### METODO DE ENSAYO

**CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA**

### REFERENCIA NORMATIVA

: NTP 339.177, NTP 339.178

**FECHA DE ENSAYO :** 11/06/2022

### TIPO DE PRODUCTO

: Suelos

**RESP. LAB. :** S.B.F.

### CÓDIGO ÚNICO

: CI-75

**TEC. LAB. :** A.S.V.

### CALICATA

: C-01

### MUESTRA

: M-01

### PROFUNDIDAD (m)

: 0.35-1.20

### PROGRESIVA (km)

: 1+150 - 2.095

### DATOS DEL ENSAYO

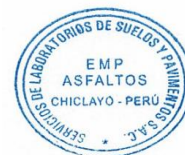
Descripción	Partes por millon (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL) (ppm)	120	0.012	Insignificante
Contenido de sulfatos (SO4-2) (ppm)	78	0.0078	Insignificante

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
**Abel Sánchez Vallejos**  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
**Secundino Bascuñán Fernández**  
ING. CIVIL  
REG. CIR. 189278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.141

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**CALICATA** : C-01

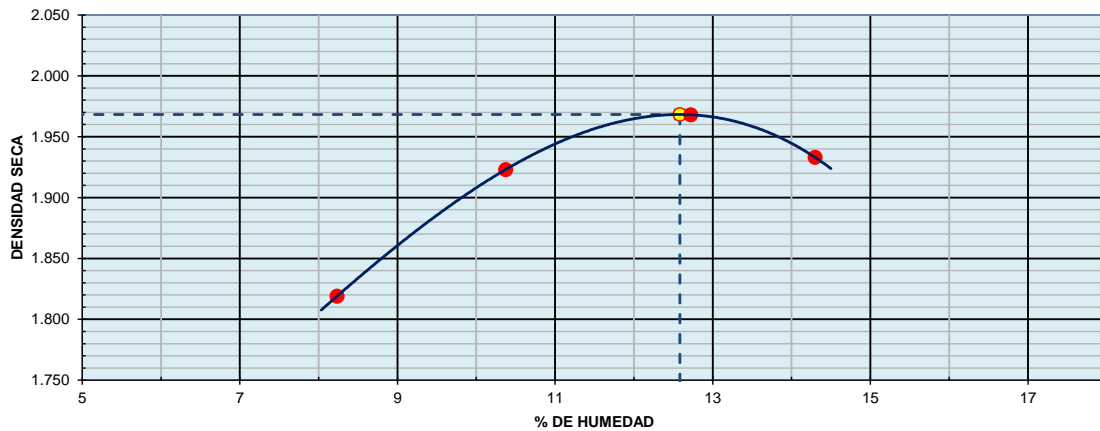
**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 1+150 - 2.095

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2105	PESO DEL MOLDE (g) :		6430	METODO	"C"
Número de ensayos		1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)		10574	10898	11099	11080	
Peso suelo húmedo compactado (g)		4144	4468	4669	4650	
Peso volumétrico húmedo		1.969	2.123	2.218	2.209	
Contenido de humedad						
Número de recipiente		1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)		475.5	511.5	508.6	498.9	
Peso suelo seco + tara (g)		451.5	476.4	467.0	453.5	
Peso de la tara (g)		160.0	138.0	140.0	136.0	
Peso de agua (g)		24.0	35.1	41.6	45.4	
Peso de suelo seco (g)		291.5	338.4	327.0	317.5	
Contenido de agua		8.23	10.37	12.72	14.30	
Peso volumétrico seco		1.819	1.923	1.968	1.933	
Densidad máxima seca:	<b>1.968</b>	g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima :	<b>12.58</b>	%

## GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Borja Fernández*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CTR. 169278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145

FECHA DE ENSAYO : 11/06/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : CI-75

TEC. LAB. : A.S.V.

CALICATA : C-01

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.35-1.20

PROGRESIVA (km) : 1+150 - 2.095

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
N° de molde	5		10		15	
N° capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	12804	12850	12224	12344	11943	12154
Peso de molde	8125	8125	7657	7657	7576	7576
Peso de suelo húmedo	4679	4725	4567	4687	4367	4578
Volumen del molde	2114	2114	2134	2134	2123	2123
Densidad húmeda	2.213	2.235	2.140	2.196	2.057	2.156
% de humedad	12.47	14.39	12.84	16.38	12.90	18.77
Densidad seca	1.968	1.954	1.896	1.887	1.822	1.815
<b>Contenido de humedad</b>						
N° de tarro	-		-		-	
Tarro + suelo húmedo	374.5	374.5	525.8	525.8	603.8	603.8
Tarro + suelo seco	348.5	345.0	481.9	471.5	550.8	530.5
Peso de agua	26.0	29.5	43.9	54.3	53.0	73.3
Peso de tarro	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0	140.0
Peso del suelo seco	208.5	205.0	341.9	331.5	410.8	390.5
% de humedad	12.47	14.39	12.84	16.38	12.90	18.77

Expasión											
Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expasión			Expasión			Expasión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
11/06/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12/06/22	14:30	22	12.1	0.31	0.3	25.6	0.65	0.6	62.5	1.59	1.4
13/06/22	14:30	42	27.8	0.71	0.6	45.4	1.15	1.0	77.4	1.97	1.7
14/06/22	14:30	65	42.5	1.08	0.9	62.5	1.59	1.4	92.8	2.36	2.0
15/06/22	14:30	95	57.4	1.46	1.3	84.7	2.15	1.9	106.5	2.71	2.4

Penetración	Carga Stand.	Molde N° 5				Molde N° 10				Molde N° 15			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
	kg/cm2	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025		28.5	1			21.5	1			14.8	1		
0.050		55.9	3			49.4	3			36.9	2		
0.075		91.5	5			79.5	4			60.5	3		
0.100	70.3	133.6	7	8.9	12.6	113.5	6	6.2	8.9	76.9	4	4.7	6.7
0.125		182.9	9			151.2	8			113.3	6		
0.150		223.6	11			182.4	9			142.5	7		
0.200	105.5	301.5	15	17.0	16.1	221.4	11	12.0	11.4	164.9	8	9.2	8.8
0.300		398.8	20			310.1	16			248.9	13		
0.400		475.8	24			391.5	20			316.2	16		
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
**Abel Sánchez Vallejos**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
**Secundino Benito Fernández**  
 REC. 574 189278

Responsable de laboratorio.



\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

**INFORME DE ENSAYO**

**METODO DE ENSAYO** : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

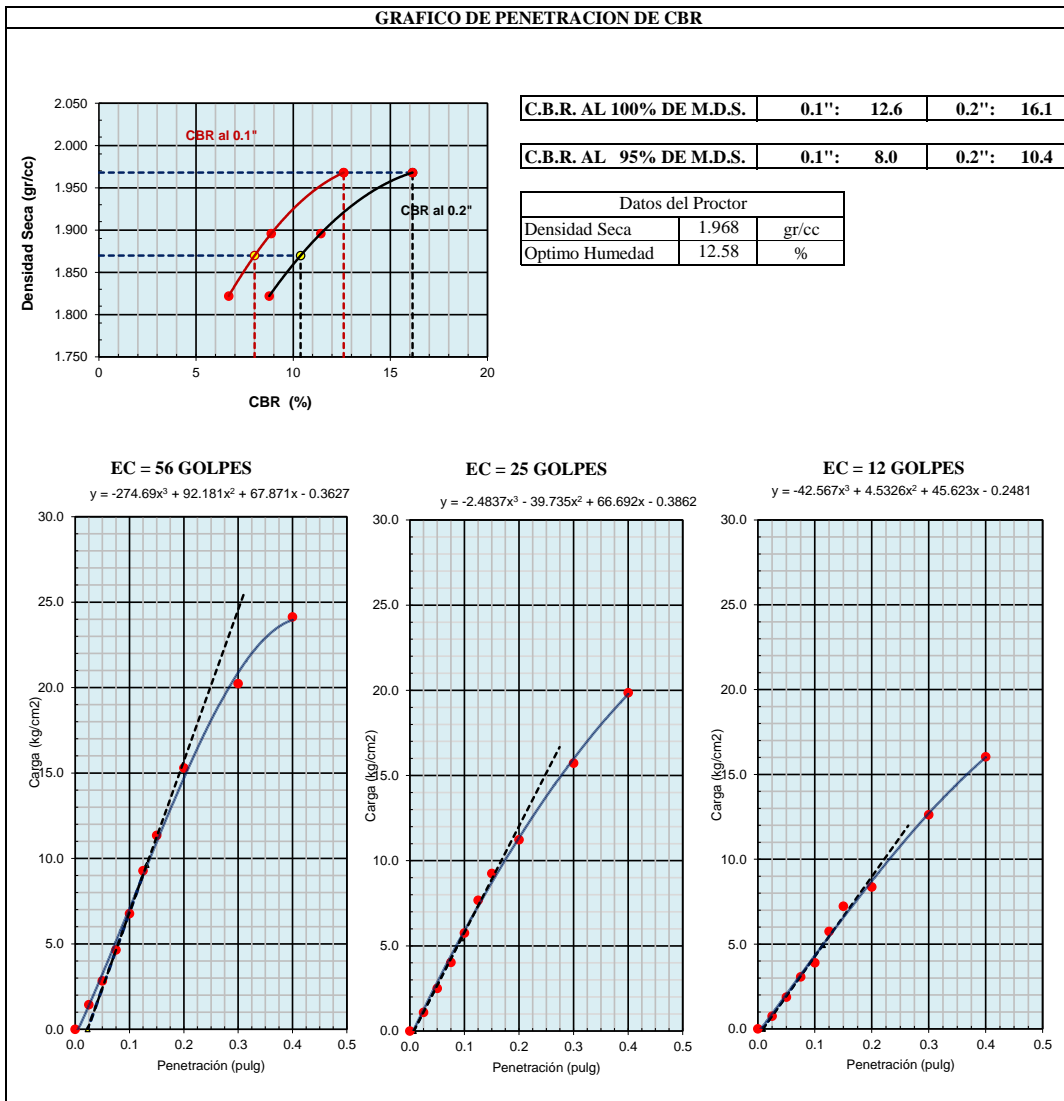
**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.145  
**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75  
**CALICATA** : C-01  
**MUESTRA** : M-01  
**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20  
**PROGRESIVA (km)** : 1+150 - 2.095

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Abel Sánchez Vallejos  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Estrella Fernández  
 REG. CTR. 149278



Técnico de laboratorio.

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.  
 \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.  
 \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.127 - 1998 (revisada el 2019)

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CALICATA** : C-03

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 2+095

Descripcion	1		
Peso de tara (g)	0		
Peso de la tara + muestra húmeda (g)	1200		
Peso de la tara + muestra seca (g)	1045		
Peso del agua contenida (g)	155		
Peso de la muestra seca (g)	1045		
Contenido de Humedad (%)	15		

Observaciones del ensayo:

\* Muestra disturbada

\* Pesado constante : 2 horas

\* Horno controlado a : 110 +5°C

\* Exclusión de algún material : No

\* Más de un tipo de material : No

\* Cumple con el peso mínimo requerido : Si

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE  
SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Abel Sánchez Vallejos  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Secundino Baya Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 149278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

## INFORME DE ENSAYO

### METODO DE ENSAYO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

### REFERENCIA NORMATIVA

NTP 339.128 - 1999 (revisada el 2019)

### TIPO DE PRODUCTO

Suelos

FECHA DE ENSAYO : 11/06/2022

### CÓDIGO ÚNICO

CI-75

RESP. LAB. : S.B.F.

### CALICATA

C-03

TEC. LAB. : A.S.V.

### MUESTRA

M-01

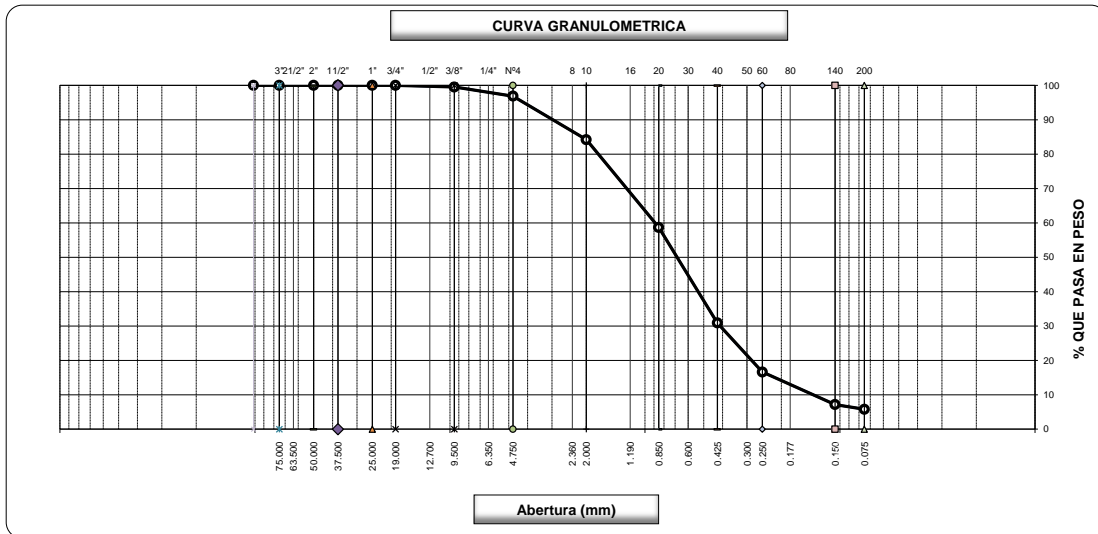
### PROFUNDIDAD (m)

0.35-1.20

### PROGRESIVA (km)

2+095

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Descripcion
5"	127.000					1. Peso de Material
4"	101.600					Peso Inicial Total (g) 900.0
3"	75.000					Peso Fraccion Fina Para Lavar (g) 472.4
2 1/2"	63.500					2. Caracteristicas
2"	50.000					Tamaño Maximo 3/4"
1 1/2"	37.500					Tamaño Maximo Nominal 3/8"
1"	25.000					Grava (%) 3.1
3/4"	19.000				100.0	Arena (%) 91.1
1/2"	12.700					Finos (%) 5.8
3/8"	9.500	4.34	0.5	0.5	99.5	3. Clasificacion
1/4"	6.350					Limite Liquido (%) 27
Nº 4	4.750	23.82	2.7	3.1	96.9	Limite Plastico (%) 18
Nº 8	2.360					Indice de Plasticidad (%) 9
Nº 10	2.000	61.82	12.7	15.8	84.2	Clasificacion SUCS SP - SC
Nº 16	1.190					Clasificacion AASHTO A-2-4 { 0 }
Nº 20	0.850	124.47	25.5	41.3	58.7	4. Observaciones del ensayo
Nº 30	0.600					* Muestra disturbada
Nº 40	0.425	135.54	27.8	69.1	30.9	
Nº 50	0.300					
Nº 60	0.250	69.56	14.3	83.4	16.6	
Nº 80	0.180					
Nº 140	0.106	46.25	9.5	92.9	7.1	
Nº 200	0.075	6.60	1.4	94.2	5.8	
Pasante		28.16	5.8	100.0		



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Barba Fernández*  
 REG. C.R. 149278



Técnico de laboratorio.

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.



## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.129 - 1999 (revisada el 2019)

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**CALICATA** : C-03

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 2+095

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

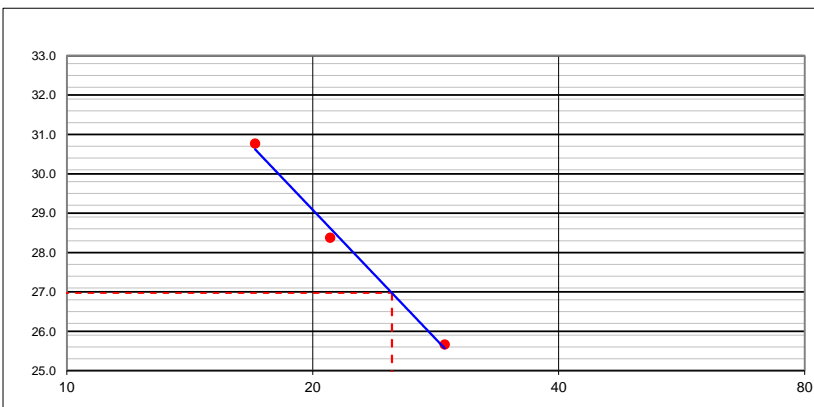
**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : A.S.V.

METODO MULTIPUNTO					
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
N° de Tarro	-	18	23	37	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	15.00	14.95	14.20	
Peso de Tarro + Suelo Seco	g	13.12	13.27	12.75	
Peso de Tarro	g	7.01	7.35	7.10	
Peso de Agua	g	1.88	1.68	1.45	
Peso del Suelo Seco	g	6.11	5.92	5.65	<b>Limite Liquido</b>
Contenido de Humedad	%	30.77	28.38	25.66	<b>27</b>
Numero de Golpes	-	17	21	29	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD					
N° de Tarro		35	27		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	21.85	21.45		
Peso de Tarro + Suelo seco	g	20.69	20.55		
Peso de Tarro	g	13.45	16.25		
Peso de Agua	g	1.16	0.90		
Peso de Suelo seco	g	7.24	4.30		<b>Limite Plastico</b>
Contenido de Humedad	%	16.02	20.93		<b>18</b>

### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



### Constantes Fisicas de la Muestra

Limite Liquido	<b>27</b>
Limite Plastico	<b>18</b>
Indice de Plasticidad	<b>9</b>

### Observaciones del ensayo

- \* Muestra retenida Tamiz N°40 (%) : **69.1**
- \* Muestra disturbada
- \* Muestra seca al aire durante el ensayo

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Puga Fernández*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIVIL 149278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.152

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**CALICATA** : C-03

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 2+095

### DATOS DEL ENSAYO

	Identificación				Promedio
	1	2			
Muestra (N°)	1	2			
Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres (g)	57.15	57.84			
Peso Tarro + agua + sal (g)	98.60	107.84			
Peso Tarro Seco + sal (g)	57.18	57.87			
Peso de Sal (g)	0.02	0.03			
Peso de Agua (g)	41.45	50.00			
Porcentaje de Sal (%)	0.06	0.06			0.06

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Barga Fernández*  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO**

**CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA**

**REFERENCIA NORMATIVA**

: NTP 339.177, NTP 339.178

**FECHA DE ENSAYO :** 11/06/2022

**TIPO DE PRODUCTO**

: Suelos

**RESP. LAB. :** S.B.F.

**CÓDIGO ÚNICO**

: CI-75

**TEC. LAB. :** A.S.V.

**CALICATA**

: C-03

**MUESTRA**

: M-01

**PROFUNDIDAD (m)**

: 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)**

: 2+095

### DATOS DEL ENSAYO

Descripción	Partes por millon (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL) (ppm)	125	0.0125	Insignificante
Contenido de sulfatos (SO4-2) (ppm)	82	0.0082	Insignificante

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Abel Sanchez Vallejos  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Secundino Braga Fernandez  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.127 - 1998 (revisada el 2019)

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CALICATA** : C-04

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 3+186

Descripcion	1		
Peso de tara (g)	0		
Peso de la tara + muestra húmeda (g)	1200		
Peso de la tara + muestra seca (g)	1072		
Peso del agua contenida (g)	128		
Peso de la muestra seca (g)	1072		
Contenido de Humedad (%)	12		

Observaciones del ensayo:

- \* Muestra disturbada
- \* Pesado constante : 2 horas
- \* Horno controlado a : 110 +5°C
- \* Exclusión de algún material : No
- \* Más de un tipo de material : No
- \* Cumple con el peso mínimo requerido : Si

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Abel Sánchez Vallejos  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Secundino Baya Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 149278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

## INFORME DE ENSAYO

### METODO DE ENSAYO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

### REFERENCIA NORMATIVA

NTP 339.128 - 1999 (revisada el 2019)

### TIPO DE PRODUCTO

Suelos

FECHA DE ENSAYO : 11/06/2022

### CÓDIGO ÚNICO

CI-75

RESP. LAB. : S.B.F.

### CALICATA

C-04

TEC. LAB. : A.S.V.

### MUESTRA

M-01

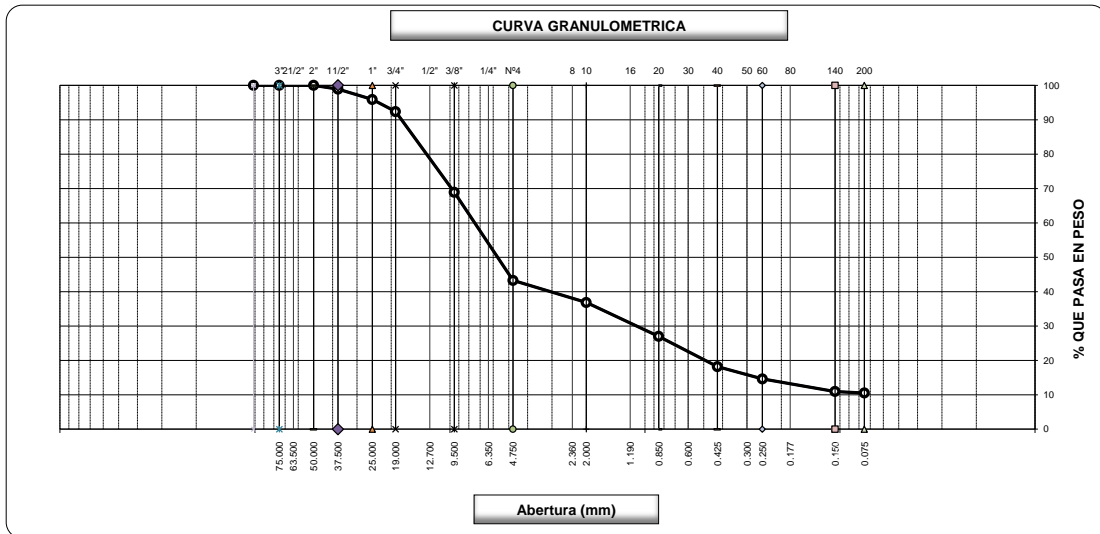
### PROFUNDIDAD (m)

0.35-1.20

### PROGRESIVA (km)

3+186

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Descripcion
5"	127.000					1. Peso de Material
4"	101.600					Peso Inicial Total (g) 4,123.0
3"	75.000					Peso Fraccion Fina Para Lavar (g) 505.0
2 1/2"	63.500					
2"	50.000				100.0	2. Caracteristicas
1 1/2"	37.500	45.5	1.1	1.1	98.9	Tamaño Maximo 2"
1"	25.000	124.5	3.0	4.1	95.9	Tamaño Maximo Nominal 1 1/2"
3/4"	19.000	145.0	3.5	7.6	92.4	Grava (%) 56.7
1/2"	12.700					Arena (%) 32.8
3/8"	9.500	968.00	23.5	31.1	68.9	Finos (%) 10.5
1/4"	6.350					
Nº 4	4.750	1,056.00	25.6	56.7	43.3	
Nº 8	2.360					3. Clasificacion
Nº 10	2.000	75.06	6.4	63.2	36.8	Limite Liquido (%) 27
Nº 16	1.190					Limite Plastico (%) 19
Nº 20	0.850	115.00	9.9	73.0	27.0	Indice de Plasticidad (%) 8
Nº 30	0.600					Clasificacion SUCS GP - GC
Nº 40	0.425	102.73	8.8	81.8	18.2	Clasificacion AASHTO A-2-4 { 0 }
Nº 50	0.300					
Nº 60	0.250	42.00	3.6	85.4	14.6	4. Observaciones del ensayo
Nº 80	0.180					* Muestra disturbada
Nº 140	0.106	42.63	3.7	89.1	10.9	
Nº 200	0.075	5.09	0.4	89.5	10.5	
Pasante		122.49	10.5	100.0		



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Berki Fernández*  
 REG. CIP 149278



Técnico de laboratorio.

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.



## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.129 - 1999 (revisada el 2019)

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**CALICATA** : C-04

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 3+186

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

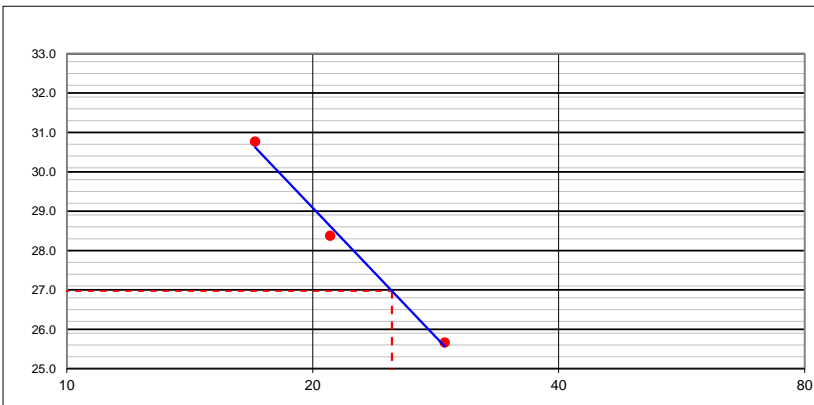
**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : A.S.V.

METODO MULTIPUNTO					
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
N° de Tarro	-	12	19	31	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	15.00	14.95	14.20	
Peso de Tarro + Suelo Seco	g	13.12	13.27	12.75	
Peso de Tarro	g	7.01	7.35	7.10	
Peso de Agua	g	1.88	1.68	1.45	
Peso del Suelo Seco	g	6.11	5.92	5.65	<b>Limite Liquido</b>
Contenido de Humedad	%	30.77	28.38	25.66	<b>27</b>
Numero de Golpes	-	17	21	29	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD					
N° de Tarro		35	27		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	22.35	20.45		
Peso de Tarro + Suelo seco	g	21.01	19.72		
Peso de Tarro	g	13.45	16.25		
Peso de Agua	g	1.34	0.73		
Peso de Suelo seco	g	7.56	3.47		<b>Limite Plastico</b>
Contenido de Humedad	%	17.72	21.04		<b>19</b>

### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



### Constantes Fisicas de la Muestra

Limite Liquido	<b>27</b>
Limite Plastico	<b>19</b>
Indice de Plasticidad	<b>8</b>

### Observaciones del ensayo

- \* Muestra retenida Tamiz N°40 (%) : **81.8**
- \* Muestra disturbada
- \* Muestra seca al aire durante el ensayo

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sanchez Vallejos*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Puga Fernández*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP 149278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.



\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.152

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**CALICATA** : C-04

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 3+186

### DATOS DEL ENSAYO

	Identificación				Promedio
	1	2			
Muestra (N°)	1	2			
Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres (g)	48.27	48.85			
Peso Tarro + agua + sal (g)	89.72	98.85			
Peso Tarro Seco + sal (g)	48.29	48.88			
Peso de Sal (g)	0.02	0.03			
Peso de Agua (g)	41.45	50.00			
Porcentaje de Sal (%)	0.05	0.06			0.05

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE  
SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Barga Fernández*  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

### METODO DE ENSAYO

**CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA**

### REFERENCIA NORMATIVA

: NTP 339.177, NTP 339.178

**FECHA DE ENSAYO :** 11/06/2022

### TIPO DE PRODUCTO

: Suelos

**RESP. LAB. :** S.B.F.

### CÓDIGO ÚNICO

: CI-75

**TEC. LAB. :** A.S.V.

### CALICATA

: C-04

### MUESTRA

: M-01

### PROFUNDIDAD (m)

: 0.35-1.20

### PROGRESIVA (km)

: 3+186

### DATOS DEL ENSAYO

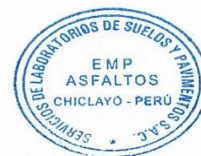
Descripción	Partes por millon (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL) (ppm)	116	0.0116	Insignificante
Contenido de sulfatos (SO4-2) (ppm)	76	0.0076	Insignificante

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Abel Sanchez Vallejos  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Secundino Burgos Fernandez  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 159278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.127 - 1998 (revisada el 2019)

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CALICATA** : C-05

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 4+000

Descripcion	1		
Peso de tara (g)	0		
Peso de la tara + muestra húmeda (g)	1200		
Peso de la tara + muestra seca (g)	1072		
Peso del agua contenida (g)	128		
Peso de la muestra seca (g)	1072		
Contenido de Humedad (%)	12		

Observaciones del ensayo:

- \* Muestra disturbada
- \* Pesado constante : 2 horas
- \* Horno controlado a : 110 +5°C
- \* Exclusión de algún material : No
- \* Más de un tipo de material : No
- \* Cumple con el peso mínimo requerido : Si

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Abel Sánchez Vallejos  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Secundino Baya Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 149278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

## INFORME DE ENSAYO

### METODO DE ENSAYO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

### REFERENCIA NORMATIVA

NTP 339.128 - 1999 (revisada el 2019)

### TIPO DE PRODUCTO

Suelos

FECHA DE ENSAYO : 11/06/2022

### CÓDIGO ÚNICO

CI-75

RESP. LAB. : S.B.F.

### CALICATA

C-05

TEC. LAB. : A.S.V.

### MUESTRA

M-01

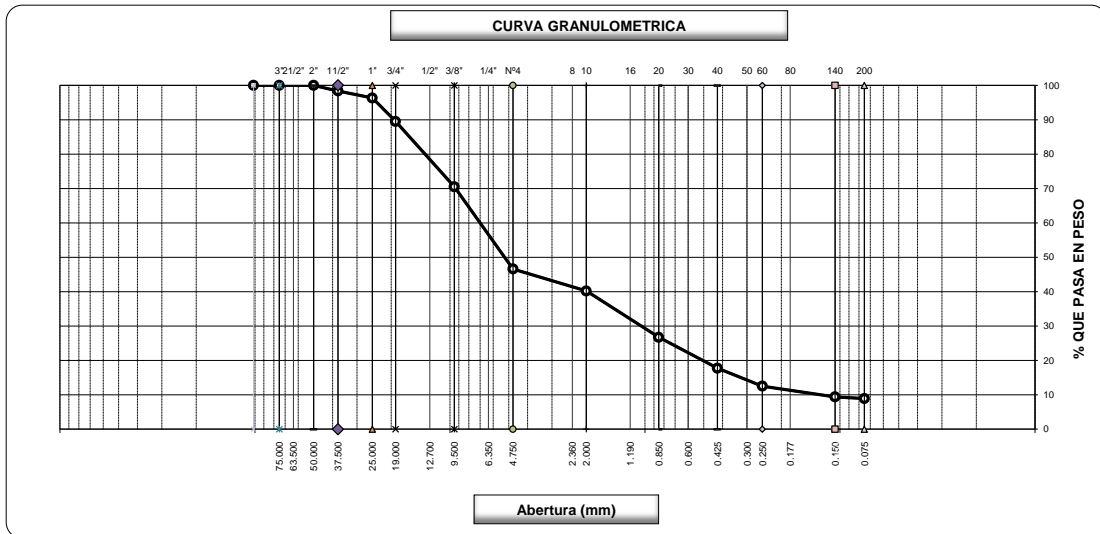
### PROFUNDIDAD (m)

0.35-1.20

### PROGRESIVA (km)

4+000

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Descripcion
5"	127.000					1. Peso de Material
4"	101.600					Peso Inicial Total (g) 6,650.0
3"	75.000					Peso Fraccion Fina Para Lavar (g) 595.5
2 1/2"	63.500					
2"	50.000				100.0	2. Características
1 1/2"	37.500	108.8	1.6	1.6	98.4	Tamaño Maximo 2"
1"	25.000	135.6	2.0	3.7	96.3	Tamaño Maximo Nominal 1 1/2"
3/4"	19.000	452.0	6.8	10.5	89.5	Grava (%) 53.4
1/2"	12.700					Arena (%) 37.7
3/8"	9.500	1,266.00	19.0	29.5	70.5	Finos (%) 8.9
1/4"	6.350					
Nº 4	4.750	1,590.00	23.9	53.4	46.6	
Nº 8	2.360					3. Clasificación
Nº 10	2.000	81.79	6.4	59.8	40.2	Limite Líquido (%) 27
Nº 16	1.190					Limite Plástico (%) 18
Nº 20	0.850	171.91	13.4	73.3	26.7	Indice de Plasticidad (%) 10
Nº 30	0.600					Clasificación SUCS GP - GC
Nº 40	0.425	115.06	9.0	82.3	17.7	Clasificación AASHTO A-2-4 { 0 }
Nº 50	0.300					
Nº 60	0.250	66.81	5.2	87.5	12.5	4. Observaciones del ensayo
Nº 80	0.180					* Muestra disturbada
Nº 140	0.106	40.19	3.1	90.6	9.4	
Nº 200	0.075	5.96	0.5	91.1	8.9	
Pasante		113.78	8.9	100.0		



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Bernal Fernández*  
 REG. C.R. 1149278



Técnico de laboratorio.

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.



## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.129 - 1999 (revisada el 2019)

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**CALICATA** : C-05

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 4+000

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

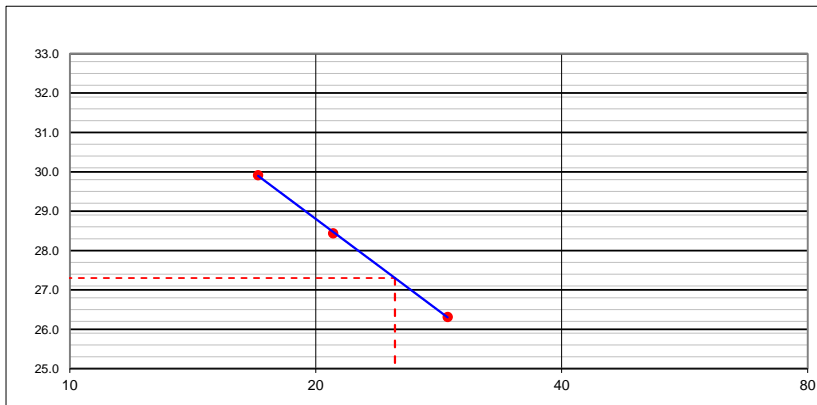
**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : A.S.V.

METODO MULTIPUNTO					
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
N° de Tarro	-	15	23	35	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	14.29	14.12	14.28	
Peso de Tarro + Suelo Seco	g	12.83	12.57	12.78	
Peso de Tarro	g	7.95	7.12	7.08	
Peso de Agua	g	1.46	1.55	1.50	
Peso del Suelo Seco	g	4.88	5.45	5.70	<b>Limite Liquido</b>
Contenido de Humedad	%	29.92	28.44	26.32	<b>27</b>
Numero de Golpes	-	17	21	29	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD					
N° de Tarro		35	27		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	21.15	20.35		
Peso de Tarro + Suelo seco	g	20.01	19.72		
Peso de Tarro	g	13.45	16.25		
Peso de Agua	g	1.14	0.63		
Peso de Suelo seco	g	6.56	3.47		<b>Limite Plastico</b>
Contenido de Humedad	%	17.38	18.16		<b>18</b>

### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



### Constantes Físicas de la Muestra

Límite Líquido	<b>27</b>
Límite Plástico	<b>18</b>
Índice de Plasticidad	<b>10</b>

### Observaciones del ensayo

- \* Muestra retenida Tamiz N°40 (%) : **82.3**
- \* Muestra disturbada
- \* Muestra seca al aire durante el ensayo

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Páez Fernández*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIVIL 149278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.



\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.152

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**CALICATA** : C-05

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 4+000

### DATOS DEL ENSAYO

	Identificación				Promedio
	1	2			
Muestra (N°)	1	2			
Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres (g)	48.27	48.85			
Peso Tarro + agua + sal (g)	89.72	98.85			
Peso Tarro Seco + sal (g)	48.29	48.88			
Peso de Sal (g)	0.02	0.03			
Peso de Agua (g)	41.45	50.00			
Porcentaje de Sal (%)	0.05	0.06			0.05

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Barga Fernández*  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO**

**CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA**

**REFERENCIA NORMATIVA**

: NTP 339.177, NTP 339.178

**FECHA DE ENSAYO :** 11/06/2022

**TIPO DE PRODUCTO**

: Suelos

**RESP. LAB. :** S.B.F.

**CÓDIGO ÚNICO**

: CI-75

**TEC. LAB. :** A.S.V.

**CALICATA**

: C-05

**MUESTRA**

: M-01

**PROFUNDIDAD (m)**

: 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)**

: 4+000

### DATOS DEL ENSAYO

Descripción	Partes por millon (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL) (ppm)	116	0.0116	Insignificante
Contenido de sulfatos (SO4-2) (ppm)	76	0.0076	Insignificante

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
**Abel Sánchez Vallejos**  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
**Secundino Burga Fernández**  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.141

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**CALICATA** : C-05

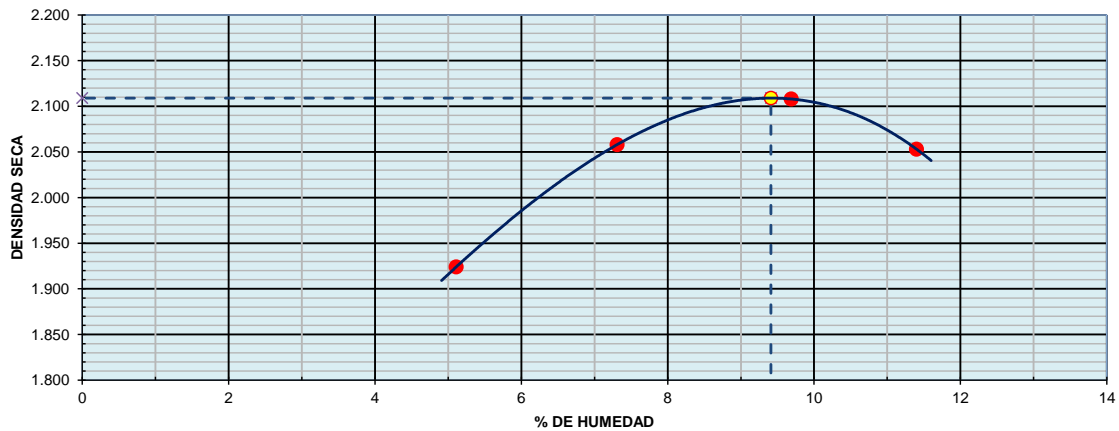
**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 4+000

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2105	PESO DEL MOLDE (g) :		6430	METODO	"C"
Número de ensayos		1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)		10688	11078	11298	11245	
Peso suelo húmedo compactado (g)		4258	4648	4868	4815	
Peso volumétrico húmedo		2.023	2.208	2.313	2.287	
Contenido de humedad						
Número de recipiente		1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)		503.5	495.0	460.0	490.0	
Peso suelo seco + tara (g)		486.8	471.5	432.0	454.9	
Peso de la tara (g)		160.0	150.0	143.0	147.0	
Peso de agua (g)		16.7	23.5	28.0	35.1	
Peso de suelo seco (g)		326.8	321.5	289.0	307.9	
Contenido de agua		5.11	7.31	9.69	11.40	
Peso volumétrico seco		1.924	2.058	2.108	2.053	
Densidad máxima seca:	<b>2.109</b>	g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima :	<b>9.41</b>	%

## GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Pérez Fernández*  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP 169278



Técnico de laboratorio.

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145

FECHA DE ENSAYO : 11/06/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : CI-75

TEC. LAB. : A.S.V.

CALICATA : C-05

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.35-1.20

PROGRESIVA (km) : 4+000

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
N° de molde	35		20		11	
N° capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	12399	12474	11765	11918	12895	13123
Peso de molde	7532	7532	7071	7071	8299	8299
Peso de suelo húmedo	4867	4942	4694	4847	4596	4824
Volumen del molde	2113	2113	2106	2106	2134	2134
Densidad húmeda	2.303	2.339	2.229	2.302	2.154	2.261
% de humedad	9.19	11.41	9.37	13.42	9.40	15.59
Densidad seca	2.109	2.099	2.038	2.030	1.969	1.956
<b>Contenido de humedad</b>						
N° de tarro	-		-		-	
Tarro + suelo húmedo	494.0	494.0	505.6	505.6	525.6	525.6
Tarro + suelo seco	465.9	459.8	476.0	464.7	494.2	476.3
Peso de agua	28.1	34.2	29.6	40.9	31.4	49.3
Peso de tarro	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0
Peso del suelo seco	305.9	299.8	316.0	304.7	334.2	316.3
% de humedad	9.19	11.41	9.37	13.42	9.40	15.59

Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
11/06/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12/06/22	14:30	22	12.1	0.31	0.3	25.6	0.65	0.6	62.5	1.59	1.4
13/06/22	14:30	42	27.8	0.71	0.6	45.4	1.15	1.0	77.4	1.97	1.7
14/06/22	14:30	65	42.5	1.08	0.9	62.5	1.59	1.4	92.8	2.36	2.0
15/06/22	14:30	95	57.4	1.46	1.3	84.7	2.15	1.9	106.5	2.71	2.4

Penetración													
Penetración pulg	Carga Stand. kg/cm2	Molde N° 35				Molde N° 20				Molde N° 11			
		Carga Dial (div) kg/cm2	Corrección kg/cm2	%	Carga Dial (div) kg/cm2	Corrección kg/cm2	%	Carga Dial (div) kg/cm2	Corrección kg/cm2	%			
0.000		0	0		0	0		0	0				
0.025		32.2	2		23.6	1		14.5	1				
0.050		62.6	3		61.5	3		26.5	1				
0.075		121.1	6		101.1	5		38.5	2				
0.100	70.3	206.9	10	19.1	27.2	145.4	7	12.3	17.5	68.9	3	9.9	14.0
0.125		316.2	16		201.1	10		105.5	5				
0.150		412.1	21		291.5	15		142.5	7				
0.200	105.5	562.1	29	36.1	34.3	381.4	19	23.9	22.7	268.5	14	18.7	17.8
0.300		798.8	41			561.5	28			399.5	20		
0.400		1023.1	52			751.4	38			534.5	27		
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Abel Sánchez Vallejos  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Benito Fernández  
 REG. EN 189278



Técnico de laboratorio.

Responsable de laboratorio.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

**INFORME DE ENSAYO**

**METODO DE ENSAYO** : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.145

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**TEC. LAB.** : A.S.V.

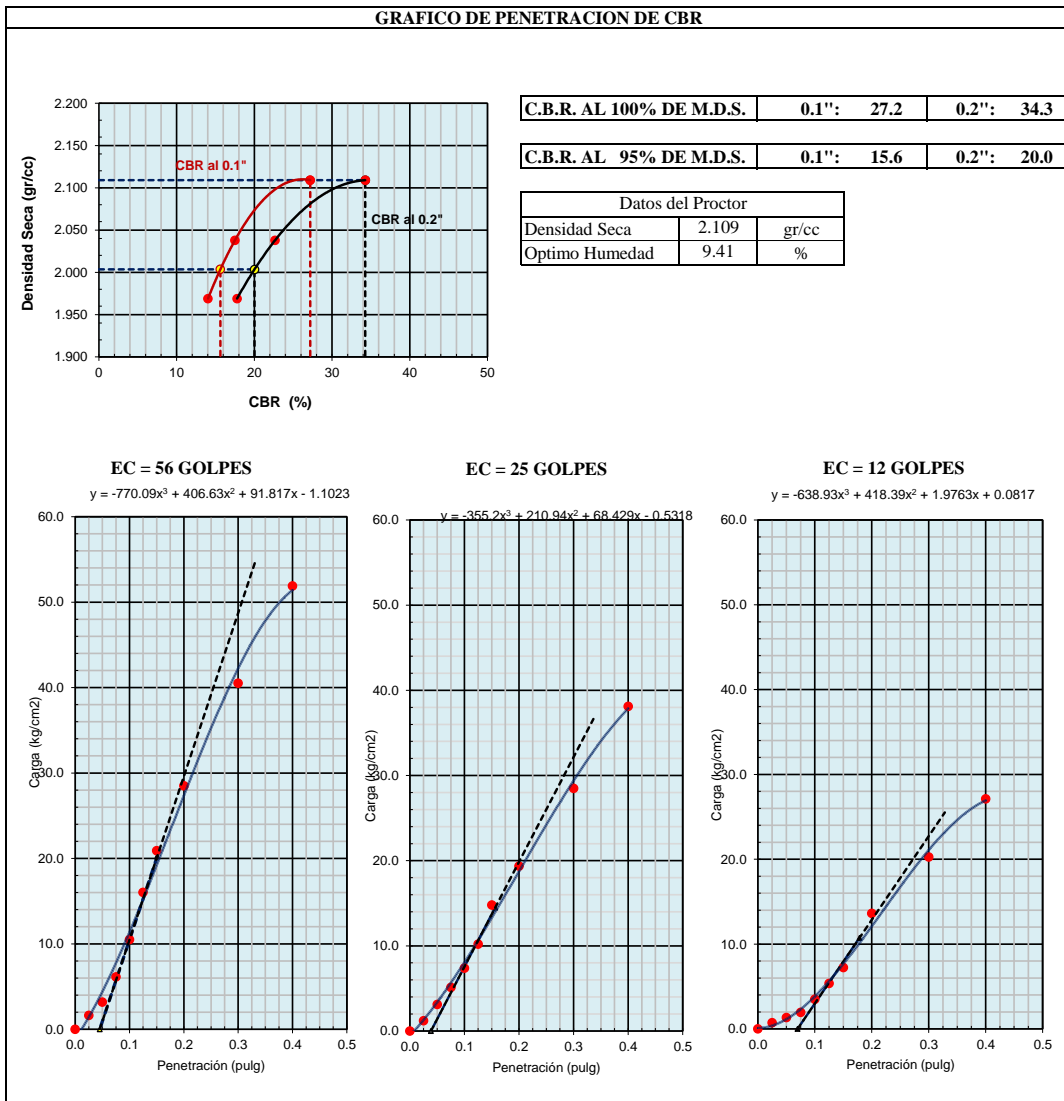
**CALICATA** : C-05

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 4+000

**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Abel Sánchez Vallejos  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Estrella Fernández  
 REG. CTR. 149278



Técnico de laboratorio.

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.127 - 1998 (revisada el 2019)

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CALICATA** : C-06

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 5+243 - 6+083

Descripcion	1		
Peso de tara (g)	0		
Peso de la tara + muestra húmeda (g)	1200		
Peso de la tara + muestra seca (g)	1084		
Peso del agua contenida (g)	116		
Peso de la muestra seca (g)	1084		
Contenido de Humedad (%)	11		

Observaciones del ensayo:

- \* Muestra disturbada
- \* Pesado constante : 2 horas
- \* Horno controlado a : 110 +5°C
- \* Exclusión de algún material : No
- \* Más de un tipo de material : No
- \* Cumple con el peso mínimo requerido : Si

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Abel Sánchez Vallejos  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Secundino Baya Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP 149278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

## INFORME DE ENSAYO

### METODO DE ENSAYO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

### REFERENCIA NORMATIVA

NTP 339.128 - 1999 (revisada el 2019)

### TIPO DE PRODUCTO

Suelos

FECHA DE ENSAYO : 11/06/2022

### CÓDIGO ÚNICO

CI-75

RESP. LAB. : S.B.F.

### CALICATA

C-06

TEC. LAB. : A.S.V.

### MUESTRA

M-01

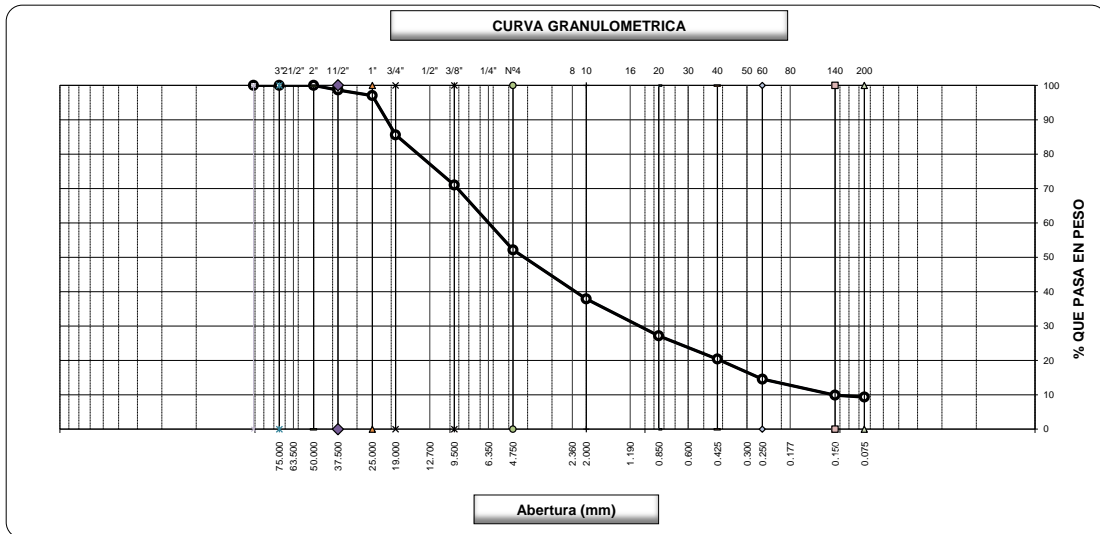
### PROFUNDIDAD (m)

0.35-1.20

### PROGRESIVA (km)

5+243 - 6+083

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Descripcion
5"	127.000					1. Peso de Material
4"	101.600					Peso Inicial Total (g) 8,608.0
3"	75.000					Peso Fraccion Fina Para Lavar (g) 660.9
2 1/2"	63.500					
2"	50.000				100.0	2. Caracteristicas
1 1/2"	37.500	115.5	1.3	1.3	98.7	Tamaño Maximo 2"
1"	25.000	141.1	1.6	3.0	97.0	Tamaño Maximo Nominal 1 1/2"
3/4"	19.000	984.0	11.4	14.4	85.6	Grava (%) 47.9
1/2"	12.700					Arena (%) 42.8
3/8"	9.500	1,257.00	14.6	29.0	71.0	Finos (%) 9.3
1/4"	6.350					
Nº 4	4.750	1,623.00	18.9	47.9	52.1	
Nº 8	2.360					3. Clasificacion
Nº 10	2.000	181.10	14.3	62.1	37.9	Limite Liquido (%) 31
Nº 16	1.190					Limite Plastico (%) 18
Nº 20	0.850	135.92	10.7	72.9	27.1	Indice de Plasticidad (%) 13
Nº 30	0.600					Clasificacion SUCS GP - GC
Nº 40	0.425	85.64	6.8	79.6	20.4	Clasificacion AASHTO A-2-6 { 0 }
Nº 50	0.300					
Nº 60	0.250	73.93	5.8	85.5	14.5	4. Observaciones del ensayo
Nº 80	0.180					* Muestra disturbada
Nº 140	0.106	59.02	4.7	90.1	9.9	
Nº 200	0.075	7.23	0.6	90.7	9.3	
Pasante		118.09	9.3	100.0		



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Berón Fernández*  
 REG. CIP 149228



Técnico de laboratorio.

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.



## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.129 - 1999 (revisada el 2019)

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**CALICATA** : C-06

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 5+243 - 6+083

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

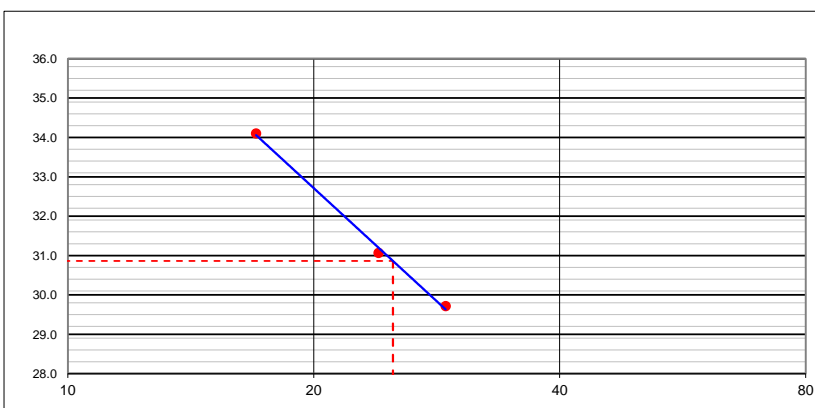
**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : A.S.V.

METODO MULTIPUNTO					
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
N° de Tarro	-	17	21	38	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	13.39	14.85	14.87	
Peso de Tarro + Suelo Seco	g	11.77	13.02	13.09	
Peso de Tarro	g	7.02	7.13	7.10	
Peso de Agua	g	1.62	1.83	1.78	
Peso del Suelo Seco	g	4.75	5.89	5.99	<b>Limite Liquido</b>
Contenido de Humedad	%	34.11	31.07	29.72	<b>31</b>
Numero de Golpes	-	17	24	29	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD					
N° de Tarro		35	27		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	22.15	22.35		
Peso de Tarro + Suelo seco	g	20.81	21.45		
Peso de Tarro	g	13.45	16.25		
Peso de Agua	g	1.34	0.90		
Peso de Suelo seco	g	7.36	5.20		<b>Limite Plastico</b>
Contenido de Humedad	%	18.21	17.31		<b>18</b>

### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



### Constantes Fisicas de la Muestra

Limite Liquido	<b>31</b>
Limite Plastico	<b>18</b>
Indice de Plasticidad	<b>13</b>

### Observaciones del ensayo

- \* Muestra retenida Tamiz N°40 (%) : **79.6**
- \* Muestra disturbada
- \* Muestra seca al aire durante el ensayo

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sanchez Vallejos*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Puga Fernández*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIVIL 149278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.152 **FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022  
**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos **RESP. LAB.** : S.B.F.  
**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75 **TEC. LAB.** : A.S.V.  
**CALICATA** : C-06  
**MUESTRA** : M-01  
**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20  
**PROGRESIVA (km)** : 5+243 - 6+083

DATOS DEL ENSAYO					
Muestra (N°)	Identificación				Promedio
	1	2			
Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres (g)	57.32	57.48			
Peso Tarro + agua + sal (g)	98.77	107.48			
Peso Tarro Seco + sal (g)	57.35	57.50			
Peso de Sal (g)	0.03	0.02			
Peso de Agua (g)	41.45	50.00			
Porcentaje de Sal (%)	0.07	0.04			0.06

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Barga Fernández*  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

### METODO DE ENSAYO

CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

### REFERENCIA NORMATIVA

: NTP 339.177, NTP 339.178

FECHA DE ENSAYO : 11/06/2022

### TIPO DE PRODUCTO

: Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

### CÓDIGO ÚNICO

: CI-75

TEC. LAB. : A.S.V.

### CALICATA

: C-06

### MUESTRA

: M-01

### PROFUNDIDAD (m)

: 0.35-1.20

### PROGRESIVA (km)

: 5+243 - 6+083

### DATOS DEL ENSAYO

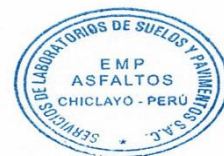
Descripción	Partes por millon (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL) (ppm)	127	0.0127	Insignificante
Contenido de sulfatos (SO4-2) (ppm)	84	0.0084	Insignificante

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Abel Sanchez Vallejos  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Secundino Burgos Fernandez  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 159278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.127 - 1998 (revisada el 2019)

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CALICATA** : C-07

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**COORDENADAS** : E 0625001 N 9236443

Descripcion	1		
Peso de tara (g)	0		
Peso de la tara + muestra húmeda (g)	1200		
Peso de la tara + muestra seca (g)	1069		
Peso del agua contenida (g)	131		
Peso de la muestra seca (g)	1069		
Contenido de Humedad (%)	12		

Observaciones del ensayo:

- \* Muestra disturbada
- \* Pesado constante : 2 horas
- \* Horno controlado a : 110 +5°C
- \* Exclusión de algún material : No
- \* Más de un tipo de material : No
- \* Cumple con el peso mínimo requerido : Si

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Abel Sánchez Vallejos  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Secundino Baya Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP 149278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

## INFORME DE ENSAYO

### METODO DE ENSAYO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

### REFERENCIA NORMATIVA

NTP 339.128 - 1999 (revisada el 2019)

### TIPO DE PRODUCTO

Suelos

FECHA DE ENSAYO : 11/06/2022

### CÓDIGO ÚNICO

CI-75

RESP. LAB. : S.B.F.

### CALICATA

C-07

TEC. LAB. : A.S.V.

### MUESTRA

M-01

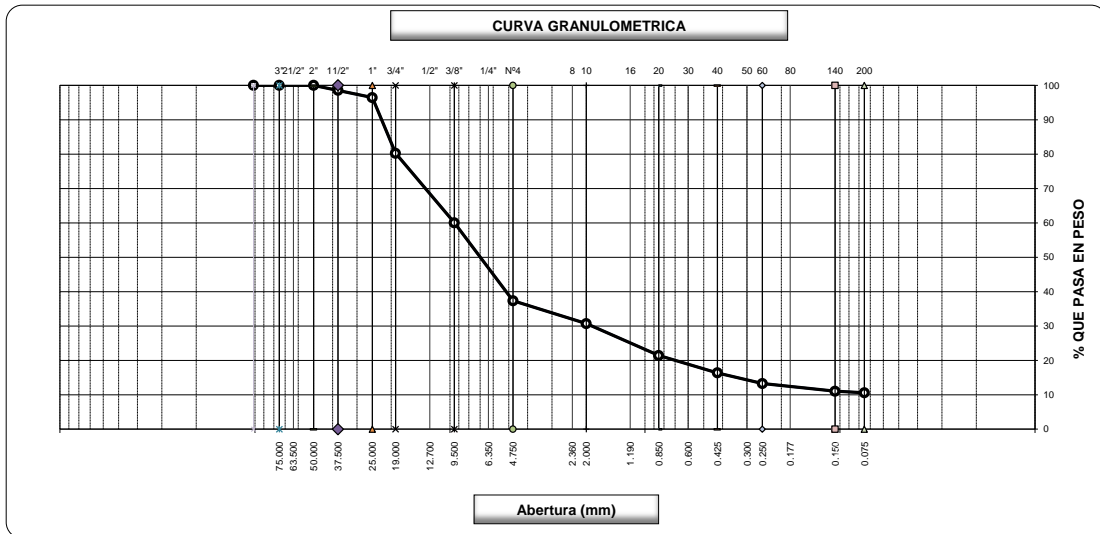
### PROFUNDIDAD (m)

0.35-1.20

### COORDENADAS

E 0625001 N 9236443

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Descripcion
5"	127.000					1. Peso de Material
4"	101.600					Peso Inicial Total (g) 6,308.00
3"	75.000					Peso Fraccion Fina Para Lavar (g) 423.09
2 1/2"	63.500					
2"	50.000				100.0	2. Caracteristicas
1 1/2"	37.500	91.5	1.5	1.5	98.6	Tamaño Maximo 2"
1"	25.000	132.4	2.1	3.6	96.5	Tamaño Maximo Nominal 1 1/2"
3/4"	19.000	1,023.0	16.2	19.8	80.2	Grava (%) 62.7
1/2"	12.700					Arena (%) 26.8
3/8"	9.500	1,274.00	20.2	40.0	60.0	Finos (%) 10.6
1/4"	6.350					
Nº 4	4.750	1,432.00	22.7	62.7	37.3	
Nº 8	2.360					3. Clasificacion
Nº 10	2.000	75.27	6.6	69.3	30.7	Limite Liquido (%) 25
Nº 16	1.190					Limite Plastico (%) 18
Nº 20	0.850	105.19	9.3	78.6	21.4	Indice de Plasticidad (%) 7
Nº 30	0.600					Clasificacion SUCS GP - GC
Nº 40	0.425	57.18	5.0	83.6	16.4	Clasificacion AASHTO A-2-4 { 0 }
Nº 50	0.300					
Nº 60	0.250	35.23	3.1	86.7	13.3	4. Observaciones del ensayo
Nº 80	0.180					* Muestra disturbada
Nº 140	0.106	25.29	2.2	89.0	11.0	
Nº 200	0.075	5.07	0.4	89.4	10.6	
Pasante		119.86	10.6	100.0		



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Berki Fernández*  
 REG. CIP 149228



Técnico de laboratorio.

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.



## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.129 - 1999 (revisada el 2019)

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**CALICATA** : C-07

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**COORDENADAS** : E 0625001 N 9236443

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

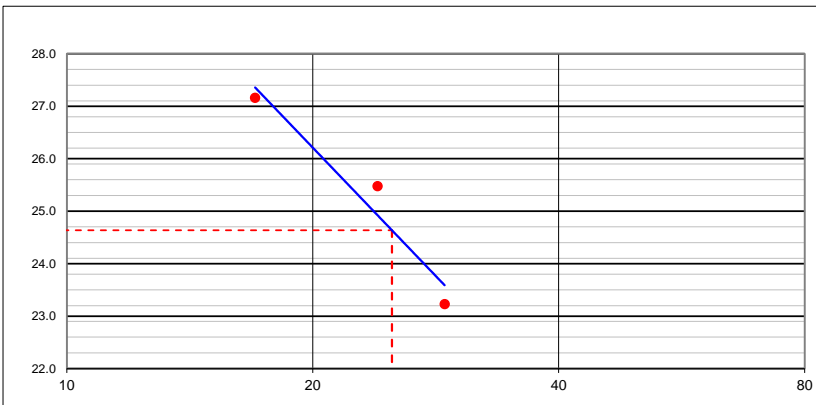
**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : A.S.V.

METODO MULTIPUNTO					
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
N° de Tarro	-	17	15	38	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	13.19	13.99	14.05	
Peso de Tarro + Suelo Seco	g	11.87	12.66	12.77	
Peso de Tarro	g	7.01	7.44	7.26	
Peso de Agua	g	1.32	1.33	1.28	
Peso del Suelo Seco	g	4.86	5.22	5.51	<b>Limite Liquido</b>
Contenido de Humedad	%	27.16	25.48	23.23	<b>25</b>
Numero de Golpes	-	17	24	29	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD					
N° de Tarro		35	27		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	20.32	21.35		
Peso de Tarro + Suelo seco	g	19.35	20.52		
Peso de Tarro	g	13.45	16.25		
Peso de Agua	g	0.97	0.83		
Peso de Suelo seco	g	5.90	4.27		<b>Limite Plastico</b>
Contenido de Humedad	%	16.44	19.44		<b>18</b>

### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



### Constantes Físicas de la Muestra

Limite Liquido	<b>25</b>
Limite Plastico	<b>18</b>
Indice de Plasticidad	<b>7</b>

### Observaciones del ensayo

- \* Muestra retenida Tamiz N°40 (%) : **83.6**
- \* Muestra disturbada
- \* Muestra seca al aire durante el ensayo

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Páez Fernández*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP 149278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.152

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**CALICATA** : C-07

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**COORDENADAS** : E 0625001 N 9236443

DATOS DEL ENSAYO					
	Identificación				Promedio
	1	2			
Muestra (N°)	1	2			
Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres (g)	57.43	57.17			
Peso Tarro + agua + sal (g)	98.43	107.17			
Peso Tarro Seco + sal (g)	57.46	57.19			
Peso de Sal (g)	0.03	0.02			
Peso de Agua (g)	41.00	50.00			
Porcentaje de Sal (%)	0.07	0.04			0.06

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE  
SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Barga Fernández*  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

### METODO DE ENSAYO

CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

### REFERENCIA NORMATIVA

: NTP 339.177, NTP 339.178

FECHA DE ENSAYO : 11/06/2022

### TIPO DE PRODUCTO

: Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

### CÓDIGO ÚNICO

: CI-75

TEC. LAB. : A.S.V.

### CALICATA

: C-07

### MUESTRA

: M-01

### PROFUNDIDAD (m)

: 0.35-1.20

### COORDENADAS

: E 0625001 N 9236443

### DATOS DEL ENSAYO

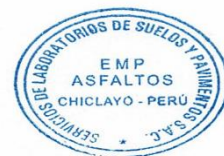
Descripción	Partes por millon (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL) (ppm)	129	0.0129	Insignificante
Contenido de sulfatos (SO4-2) (ppm)	84	0.0084	Insignificante

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Abel Sanchez Vallejos  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Secundino Burgos Fernandez  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 159278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.141

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**CALICATA** : C-07

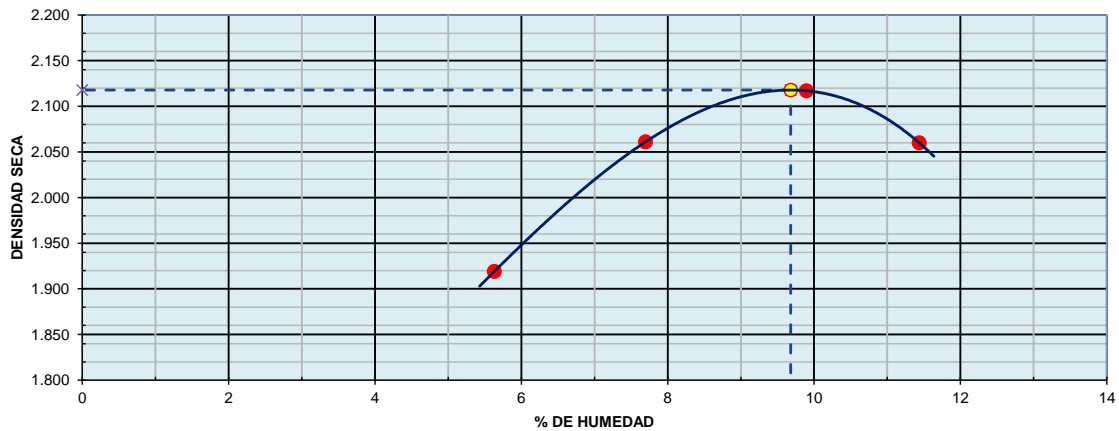
**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20


**COORDENADAS** : E 0625001 N 9236443

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2108	PESO DEL MOLDE (g) :		6423	METODO	"C"
Número de ensayos		1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)		10697	11102	11328	11262	
Peso suelo húmedo compactado (g)		4274	4679	4905	4839	
Peso volumétrico húmedo		2.028	2.220	2.327	2.296	
Contenido de humedad						
Número de recipiente		1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)		439.0	481.3	523.1	566.1	
Peso suelo seco + tara (g)		415.6	446.9	476.0	508.0	
Peso de la tara (g)		0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (g)		23.4	34.4	47.1	58.1	
Peso de suelo seco (g)		415.6	446.9	476.0	508.0	
Contenido de agua		5.63	7.70	9.89	11.44	
Peso volumétrico seco		1.919	2.061	2.117	2.060	
Densidad máxima seca:	<b>2.118</b>	g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima :	<b>9.68</b>	%

## GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
**Abel Sánchez Vallejos**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
**Secundino Pérez Fernández**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP 169278



Técnico de laboratorio.

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145

FECHA DE ENSAYO : 11/06/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : CI-75

TEC. LAB. : A.S.V.

CALICATA : C-07

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.35-1.20

COORDENADAS : E 0625001 N 9236443

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
N° de molde	4		9		19	
N° capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	12682	12736	11913	12056	12014	12226
Peso de molde	7844	7844	7145	7145	7371	7371
Peso de suelo húmedo	4838	4892	4768	4911	4643	4855
Volumen del molde	2086	2086	2123	2123	2134	2134
Densidad húmeda	2.319	2.345	2.246	2.313	2.176	2.275
% de humedad	9.43	11.38	9.63	13.52	9.94	15.55
Densidad seca	2.119	2.105	2.049	2.038	1.979	1.969
<b>Contenido de humedad</b>						
N° de tarro	-		-		-	
Tarro + suelo húmedo	419.5	419.5	532.0	532.0	496.3	496.3
Tarro + suelo seco	398.0	394.0	500.2	488.9	466.8	452.4
Peso de agua	21.5	25.5	31.8	43.1	29.5	43.9
Peso de tarro	170.0	170.0	170.0	170.0	170.0	170.0
Peso del suelo seco	228.0	224.0	330.2	318.9	296.8	282.4
% de humedad	9.43	11.38	9.63	13.52	9.94	15.55

Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
11/06/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12/06/22	14:30	22	12.1	0.31	0.3	25.6	0.65	0.6	62.5	1.59	1.4
13/06/22	14:30	42	27.8	0.71	0.6	45.4	1.15	1.0	77.4	1.97	1.7
14/06/22	14:30	65	42.5	1.08	0.9	62.5	1.59	1.4	92.8	2.36	2.0
15/06/22	14:30	95	57.4	1.46	1.3	84.7	2.15	1.9	106.5	2.71	2.4

Penetración												
Penetración pulg	Carga Stand. kg/cm2	Molde N° 4				Molde N° 9				Molde N° 19		
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	
0.000		0.0	0			0.0	0			0.0	0	
0.025		32.5	2			25.5	1			19.5	1	
0.050		87.4	4			62.5	3			48.1	2	
0.075		151.5	8			113.5	6			90.5	5	
0.100	70.3	228.5	12	18.4	26.2	154.8	8	13.4	19.1	126.8	6	9.7
0.125		321.1	16			231.5	12			182.2	9	
0.150		405.4	21			301.2	15			226.5	11	
0.200	105.5	582.4	30	35.8	33.9	421.5	21	25.5	24.2	315.5	16	18.7
0.300		844.5	43			572.5	29			431.5	22	
0.400		1093.5	55			719.5	36			516.9	26	
0.500												

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
**Abel Sánchez Vallejos**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
**Secundino Pérez Fernández**  
 REG. SUP. 189278

Responsable de laboratorio.



\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

**INFORME DE ENSAYO**

**METODO DE ENSAYO** : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.145

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**CALICATA** : C-07

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

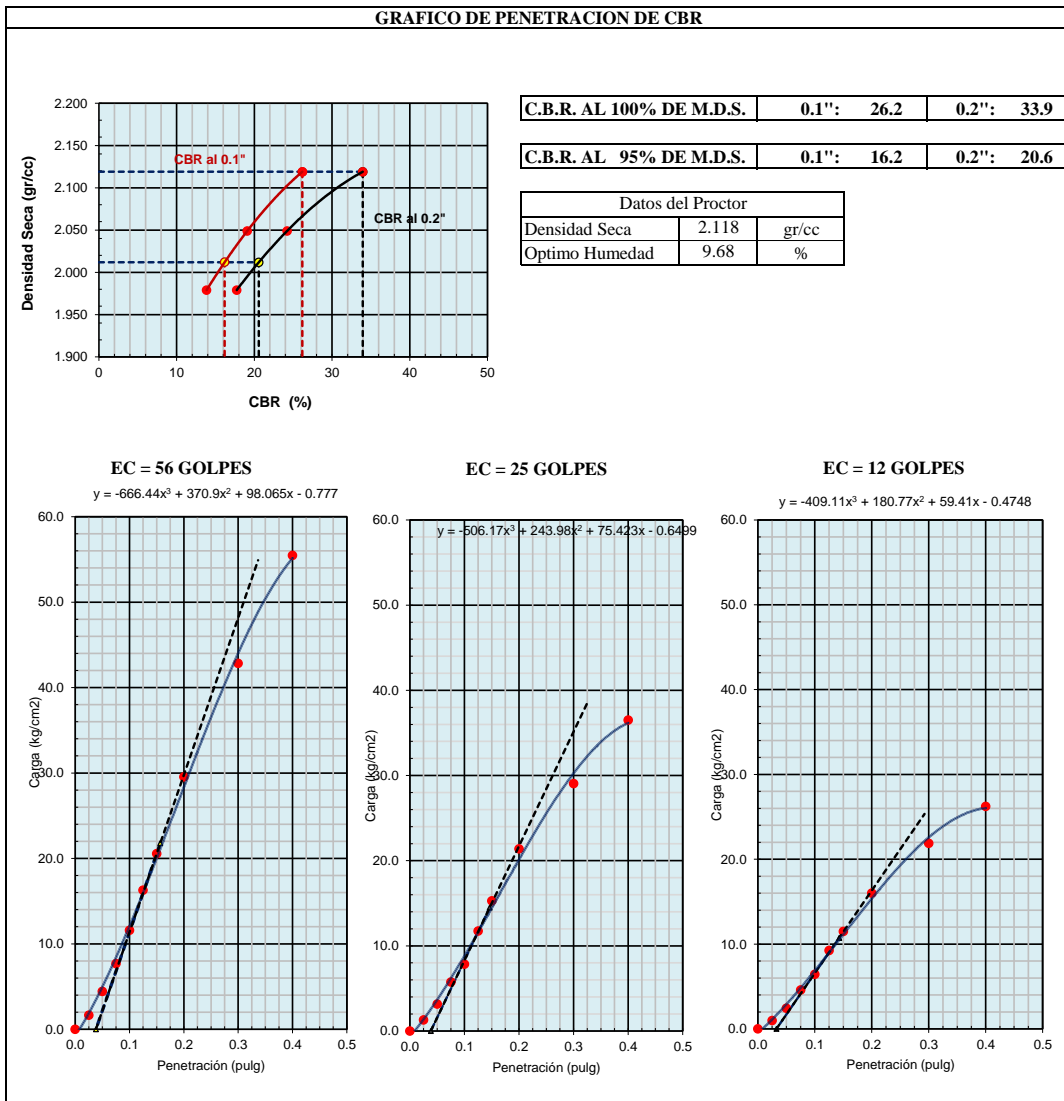
**COORDENADAS** : E 0625001 N 9236443

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Abel Sánchez Vallejos  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Estrella Fernández  
 REG. CTR. 149278



Técnico de laboratorio.

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.127 - 1998 (revisada el 2019)

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CALICATA** : C-08

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA** : 7+123 - 8+045

Descripcion	1		
Peso de tara (g)	0		
Peso de la tara + muestra húmeda (g)	1200		
Peso de la tara + muestra seca (g)	1078		
Peso del agua contenida (g)	122		
Peso de la muestra seca (g)	1078		
Contenido de Humedad (%)	11		

Observaciones del ensayo:

- \* Muestra disturbada
- \* Pesado constante : 2 horas
- \* Horno controlado a : 110 +5°C
- \* Exclusión de algún material : No
- \* Más de un tipo de material : No
- \* Cumple con el peso mínimo requerido : Si

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Abel Sánchez Vallejos  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Secundino Baya Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 149278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

## INFORME DE ENSAYO

### METODO DE ENSAYO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

### REFERENCIA NORMATIVA

NTP 339.128 - 1999 (revisada el 2019)

### TIPO DE PRODUCTO

Suelos

FECHA DE ENSAYO : 11/06/2022

### CÓDIGO ÚNICO

CI-75

RESP. LAB. : S.B.F.

### CALICATA

C-08

TEC. LAB. : A.S.V.

### MUESTRA

M-01

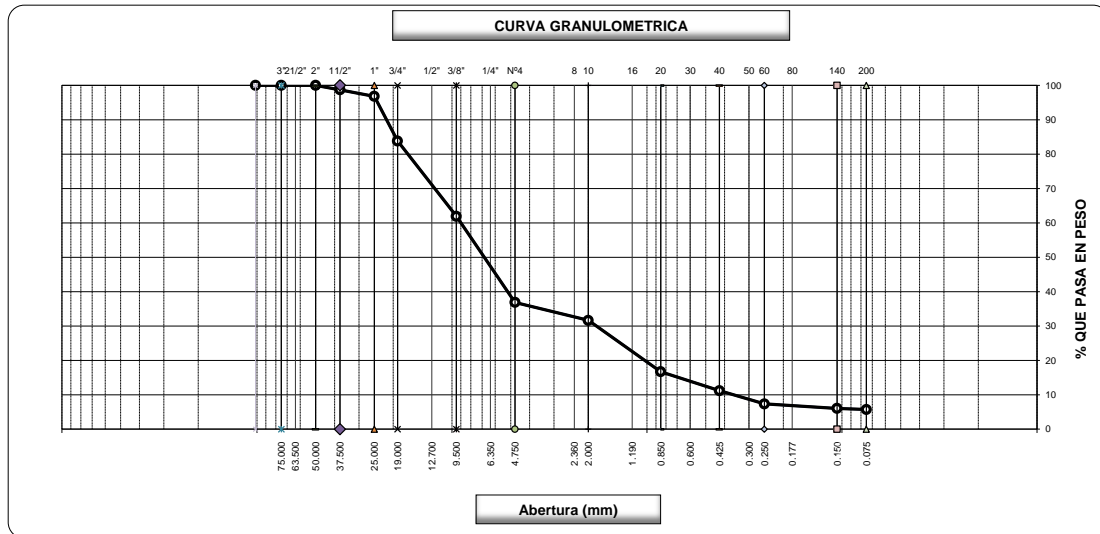
### PROFUNDIDAD (m)

0.35-1.20

### PROGRESIVA

7+123 - 8+045

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Descripcion		
5"	127.000					1. Peso de Material		
4"	101.600					Peso Inicial Total (g) 6,506.0		
3"	75.000					Peso Fraccion Fina Para Lavar (g) 489.8		
2 1/2"	63.500					2. Características		
2"	50.000				100.0		Tamaño Máximo 2"	
1 1/2"	37.500	84.5	1.3	1.3	98.7		Tamaño Máximo Nominal 1 1/2"	
1"	25.000	123.0	1.9	3.2	96.8		Grava (%) 63.2	
3/4"	19.000	845.0	13.0	16.2	83.8	Arena (%) 31.1		
1/2"	12.700					Finos (%) 5.7		
3/8"	9.500	1,424.00	21.9	38.1	61.9	3. Clasificación		
1/4"	6.350						Límite Líquido (%) 28	
Nº 4	4.750	1,632.00	25.1	63.2	36.9		Límite Plástico (%) 19	
Nº 8	2.360						Índice de Plasticidad (%) 9	
Nº 10	2.000	69.18	5.2	68.4	31.6		Clasificación SUCS GP - GC	
Nº 16	1.190						Clasificación AASHTO A-2-4 { 0 }	
Nº 20	0.850	198.81	15.0	83.3	16.7		4. Observaciones del ensayo	
Nº 30	0.600							* Muestra disturbada
Nº 40	0.425	73.17	5.5	88.8	11.2			
Nº 50	0.300							
Nº 60	0.250	51.32	3.9	92.7	7.3			
Nº 80	0.180							
Nº 140	0.106	17.17	1.3	94.0	6.0			
Nº 200	0.075	4.18	0.3	94.3	5.7			
Pasante		75.99	5.7	100.0				



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Berki Fernández*  
 REG. C.R. 149228



Técnico de laboratorio.

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.



## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.129 - 1999 (revisada el 2019)

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**CALICATA** : C-08

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA** : 7+123 - 8+045

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

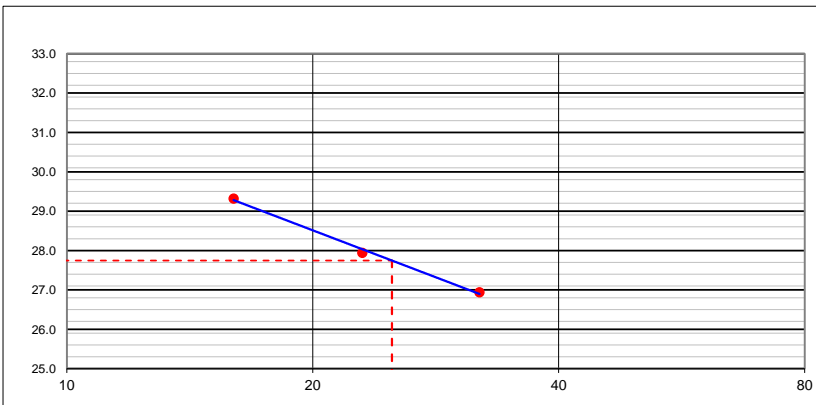
**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : A.S.V.

METODO MULTIPUNTO					
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
N° de Tarro	-	12	26	31	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	13.93	15.17	14.78	
Peso de Tarro + Suelo Seco	g	12.37	13.39	13.22	
Peso de Tarro	g	7.05	7.02	7.43	
Peso de Agua	g	1.56	1.78	1.56	
Peso del Suelo Seco	g	5.32	6.37	5.79	<b>Limite Liquido</b>
Contenido de Humedad	%	29.32	27.94	26.94	<b>28</b>
Numero de Golpes	-	16	23	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD					
N° de Tarro		35	27		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	20.15	22.35		
Peso de Tarro + Suelo seco	g	19.12	21.38		
Peso de Tarro	g	13.45	16.25		
Peso de Agua	g	1.03	0.97		
Peso de Suelo seco	g	5.67	5.13		<b>Limite Plastico</b>
Contenido de Humedad	%	18.17	18.91		<b>19</b>

### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



### Constantes Fisicas de la Muestra

Limite Liquido	<b>28</b>
Limite Plastico	<b>19</b>
Indice de Plasticidad	<b>9</b>

### Observaciones del ensayo

- \* Muestra retenida Tamiz N°40 (%) : **88.8**
- \* Muestra disturbada
- \* Muestra seca al aire durante el ensayo

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sanchez Vallejos*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Puga Fernández*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP 14278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.152

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**CALICATA** : C-08

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA** : 7+123 - 8+045

DATOS DEL ENSAYO					
Muestra (N°)	Identificación				Promedio
	1	2			
Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres (g)	48.48	48.82			
Peso Tarro + agua + sal (g)	89.93	98.82			
Peso Tarro Seco + sal (g)	48.50	48.86			
Peso de Sal (g)	0.02	0.04			
Peso de Agua (g)	41.45	50.00			
Porcentaje de Sal (%)	0.05	0.08			0.06

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Barga Fernández*  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

### METODO DE ENSAYO

CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

### REFERENCIA NORMATIVA

: NTP 339.177, NTP 339.178

FECHA DE ENSAYO : 11/06/2022

### TIPO DE PRODUCTO

: Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

### CÓDIGO ÚNICO

: CI-75

TEC. LAB. : A.S.V.

### CALICATA

: C-08

### MUESTRA

: M-01

### PROFUNDIDAD (m)

: 0.35-1.20

### PROGRESIVA

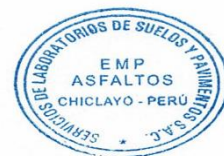
: 7+123 - 8+045

### DATOS DEL ENSAYO

Descripción	Partes por millon (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL) (ppm)	123	0.0123	Insignificante
Contenido de sulfatos (SO4-2) (ppm)	81	0.0081	Insignificante

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sanchez Vallejos*  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Echea Fernández*  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 159278



Técnico de laboratorio.

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.127 - 1998 (revisada el 2019)

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CALICATA** : C-05

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 8+719

Descripcion	1		
Peso de tara (g)	0		
Peso de la tara + muestra húmeda (g)	1200		
Peso de la tara + muestra seca (g)	1081		
Peso del agua contenida (g)	119		
Peso de la muestra seca (g)	1081		
Contenido de Humedad (%)	11		

Observaciones del ensayo:

- \* Muestra disturbada
- \* Pesado constante : 2 horas
- \* Horno controlado a : 110 +5°C
- \* Exclusión de algún material : No
- \* Más de un tipo de material : No
- \* Cumple con el peso mínimo requerido : Si

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Abel Sánchez Vallejos  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Secundino Baya Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 149278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.



## INFORME DE ENSAYO

### METODO DE ENSAYO

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

### REFERENCIA NORMATIVA

NTP 339.128 - 1999 (revisada el 2019)

### TIPO DE PRODUCTO

Suelos

FECHA DE ENSAYO : 11/06/2022

### CÓDIGO ÚNICO

CI-75

RESP. LAB. : S.B.F.

### CALICATA

C-05

TEC. LAB. : A.S.V.

### MUESTRA

M-01

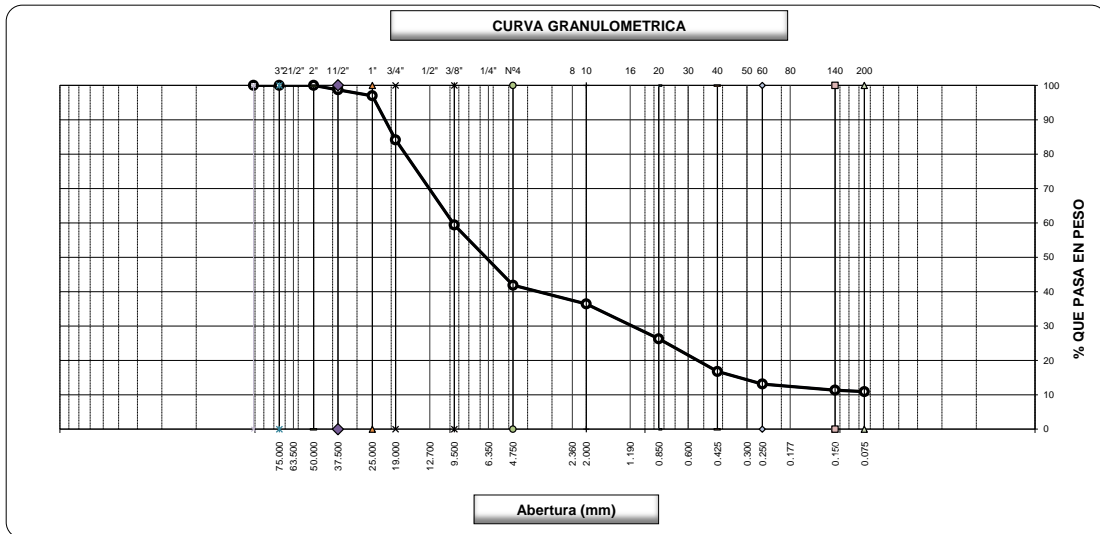
### PROFUNDIDAD (m)

0.35-1.20

### PROGRESIVA (km)

8+719

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Descripcion
5"	127.000					1. Peso de Material
4"	101.600					Peso Inicial Total (g) 7,106.0
3"	75.000					Peso Fraccion Fina Para Lavar (g) 508.5
2 1/2"	63.500					
2"	50.000				100.0	2. Características
1 1/2"	37.500	91.5	1.3	1.3	98.7	Tamaño Maximo 2"
1"	25.000	123.0	1.7	3.0	97.0	Tamaño Maximo Nominal 1 1/2"
3/4"	19.000	912.0	12.8	15.9	84.2	Grava (%) 58.2
1/2"	12.700					Arena (%) 30.9
3/8"	9.500	1,760.00	24.8	40.6	59.4	Finos (%) 10.9
1/4"	6.350					
Nº 4	4.750	1,245.60	17.5	58.2	41.9	
Nº 8	2.360					3. Clasificación
Nº 10	2.000	66.15	5.4	63.6	36.4	Limite Líquido (%) 26
Nº 16	1.190					Limite Plástico (%) 18
Nº 20	0.850	123.00	10.1	73.7	26.3	Indice de Plasticidad (%) 8
Nº 30	0.600					Clasificación SUCS GP - GC
Nº 40	0.425	115.49	9.5	83.2	16.8	Clasificación AASHTO A-2-4 { 0 }
Nº 50	0.300					
Nº 60	0.250	44.48	3.7	86.9	13.1	4. Observaciones del ensayo
Nº 80	0.180					* Muestra disturbada
Nº 140	0.106	21.78	1.8	88.7	11.3	
Nº 200	0.075	4.98	0.4	89.1	10.9	
Pasante		132.65	10.9	100.0		



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Berki Fernández*  
 REG. CIP 149228



Técnico de laboratorio.

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.



## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : LIMITE LÍQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.129 - 1999 (revisada el 2019)

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**CALICATA** : C-05

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 8+719

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

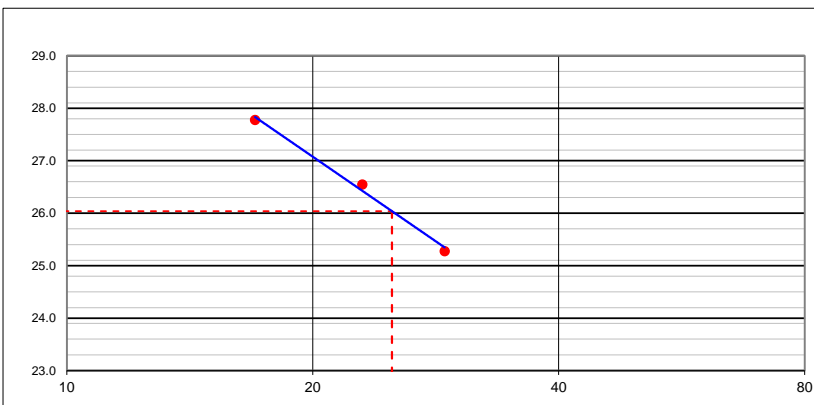
**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : A.S.V.

METODO MULTIPUNTO					
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
N° de Tarro	-	13	20	32	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	13.18	14.27	14.97	
Peso de Tarro + Suelo Seco	g	11.93	12.77	13.38	
Peso de Tarro	g	7.43	7.12	7.09	
Peso de Agua	g	1.25	1.50	1.59	
Peso del Suelo Seco	g	4.50	5.65	6.29	<b>Limite Liquido</b>
Contenido de Humedad	%	27.78	26.55	25.28	<b>26</b>
Numero de Golpes	-	17	23	29	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD					
N° de Tarro		35	27		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	g	21.15	20.35		
Peso de Tarro + Suelo seco	g	19.98	19.70		
Peso de Tarro	g	13.45	16.25		
Peso de Agua	g	1.17	0.65		
Peso de Suelo seco	g	6.53	3.45		<b>Limite Plastico</b>
Contenido de Humedad	%	17.92	18.84		<b>18</b>

### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



### Constantes Fisicas de la Muestra

Limite Liquido	<b>26</b>
Limite Plastico	<b>18</b>
Indice de Plasticidad	<b>8</b>

### Observaciones del ensayo

- \* Muestra retenida Tamiz N°40 (%) : **83.2**
- \* Muestra disturbada
- \* Muestra seca al aire durante el ensayo

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Puga Fernández*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIVIL 149278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.



\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.152

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**CALICATA** : C-05

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 8+719

### DATOS DEL ENSAYO

	Identificación				Promedio
	1	2			
Muestra (N°)	1	2			
Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres (g)	57.17	57.43			
Peso Tarro + agua + sal (g)	100.15	107.43			
Peso Tarro Seco + sal (g)	57.20	57.45			
Peso de Sal (g)	0.03	0.02			
Peso de Agua (g)	42.98	50.00			
Porcentaje de Sal (%)	0.07	0.04			0.05

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE  
SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Barga Fernández*  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278

Responsable de laboratorio.



Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

### METODO DE ENSAYO

CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

### REFERENCIA NORMATIVA

: NTP 339.177, NTP 339.178

FECHA DE ENSAYO : 11/06/2022

### TIPO DE PRODUCTO

: Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

### CÓDIGO ÚNICO

: CI-75

TEC. LAB. : A.S.V.

### CALICATA

: C-05

### MUESTRA

: M-01

### PROFUNDIDAD (m)

: 0.35-1.20

### PROGRESIVA (km)

: 8+719

### DATOS DEL ENSAYO

Descripción	Partes por millon (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL) (ppm)	119	0.0119	Insignificante
Contenido de sulfatos (SO4-2) (ppm)	78	0.0078	Insignificante

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sanchez Vallejos*  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Echea Fernández*  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 159278



Técnico de laboratorio.

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.141

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**TEC. LAB.** : A.S.V.

**CALICATA** : C-05

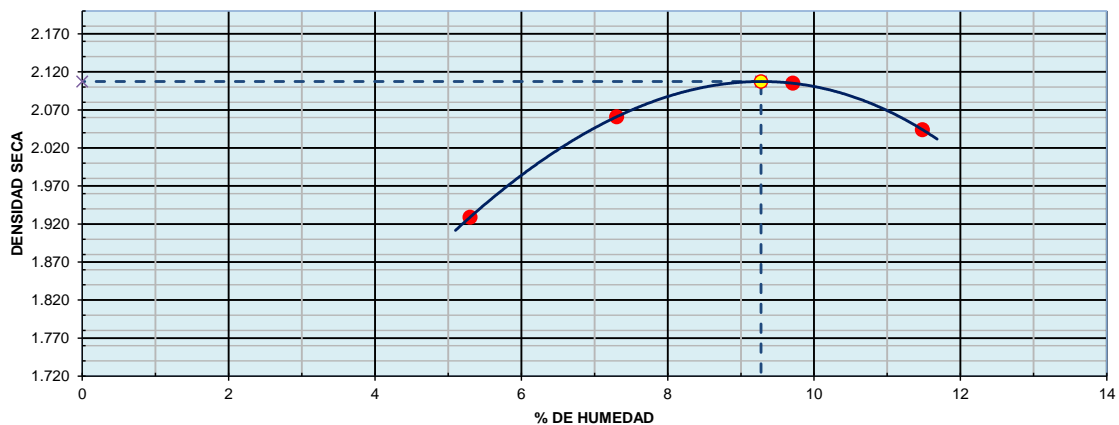
**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 8+719

DATOS DE ENSAYO						
Densidad volumétrica						
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2108	PESO DEL MOLDE (g) :		6423	METODO	"C"
Número de ensayos		1	2	3	4	
Peso molde + molde (g)		10705	11084	11292	11226	
Peso suelo húmedo compactado (g)		4282	4661	4869	4803	
Peso volumétrico húmedo		2.031	2.211	2.310	2.278	
Contenido de humedad						
Número de recipiente		1	2	3	4	
Peso suelo húmedo + tara (g)		484.8	526.0	488.0	516.0	
Peso suelo seco + tara (g)		468.2	500.0	457.2	478.1	
Peso de la tara (g)		155.0	144.0	140.0	148.0	
Peso de agua (g)		16.6	26.0	30.8	37.9	
Peso de suelo seco (g)		313.2	356.0	317.2	330.1	
Contenido de agua		5.30	7.30	9.71	11.48	
Peso volumétrico seco		1.929	2.061	2.105	2.044	
Densidad máxima seca:	<b>2.107</b>	g/cm <sup>3</sup>		Humedad óptima :	<b>9.28</b>	%

## GRAFICO DENSIDAD - HUMEDAD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Abel Sánchez Vallejos*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Pérez Fernández*  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP 169278



Técnico de laboratorio.

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.145

FECHA DE ENSAYO : 11/06/2022

TIPO DE PRODUCTO : Suelos

RESP. LAB. : S.B.F.

CÓDIGO ÚNICO : CI-75

TEC. LAB. : A.S.V.

CALICATA : C-05

MUESTRA : M-01

PROFUNDIDAD (m) : 0.35-1.20

PROGRESIVA (km) : 8+719

DATOS DE ENSAYO						
<b>Densidad volumétrica</b>						
N° de molde	17		23		30	
N° capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso molde + suelo húmedo	12932	12983	12752	12884	12445	12674
Peso de molde	8053	8053	7910	7910	7910	7910
Peso de suelo húmedo	4879	4930	4842	4974	4535	4764
Volumen del molde	2108	2108	2165	2165	2109	2109
Densidad húmeda	2.315	2.339	2.236	2.297	2.150	2.259
% de humedad	9.78	11.42	9.65	13.30	9.27	15.34
Densidad seca	2.109	2.099	2.039	2.027	1.968	1.959
<b>Contenido de humedad</b>						
N° de tarro	-		-		-	
Tarro + suelo húmedo	462.5	462.5	524.6	524.6	591.5	591.5
Tarro + suelo seco	435.6	431.5	492.5	481.8	554.9	534.1
Peso de agua	27.0	31.0	32.1	42.8	36.6	57.4
Peso de tarro	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0
Peso del suelo seco	275.6	271.5	332.5	321.8	394.9	374.1
% de humedad	9.78	11.42	9.65	13.30	9.27	15.34

Expansión											
Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Expansión			Expansión			Expansión		
			Dial	mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%
11/06/22	14:30	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12/06/22	14:30	22	12.1	0.31	0.3	25.6	0.65	0.6	62.5	1.59	1.4
13/06/22	14:30	42	27.8	0.71	0.6	45.4	1.15	1.0	77.4	1.97	1.7
14/06/22	14:30	65	42.5	1.08	0.9	62.5	1.59	1.4	92.8	2.36	2.0
15/06/22	14:30	95	57.4	1.46	1.3	84.7	2.15	1.9	106.5	2.71	2.4

Penetración													
Penetración	Carga Stand.	Molde N° 17				Molde N° 23				Molde N° 30			
		Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección	Carga	Corrección		
pulg	kg/cm2	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025		34.6	2			23.6	1			13.6	1		
0.050		79.5	4			61.5	3			38.8	2		
0.075		125.0	6			85.5	4			67.5	3		
0.100	70.3	199.5	10	18.5	26.3	126.5	6	12.8	18.2	91.5	5	8.0	11.3
0.125		284.5	14			188.9	10			120.1	6		
0.150		385.5	20			275.5	14			184.5	9		
0.200	105.5	561.5	28	34.8	33.0	369.5	19	25.2	23.9	245.5	12	15.5	14.7
0.300		761.1	39			600.8	30			365.9	19		
0.400		998.5	51			745.4	38			456.9	23		
0.500													

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Abel Sánchez Vallejos  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

Técnico de laboratorio.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Pérez Fernández  
 REG. SUP. 189278

Responsable de laboratorio.



\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

\* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.145

**FECHA DE ENSAYO** : 11/06/2022

**TIPO DE PRODUCTO** : Suelos

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CÓDIGO ÚNICO** : CI-75

**TEC. LAB.** : A.S.V.

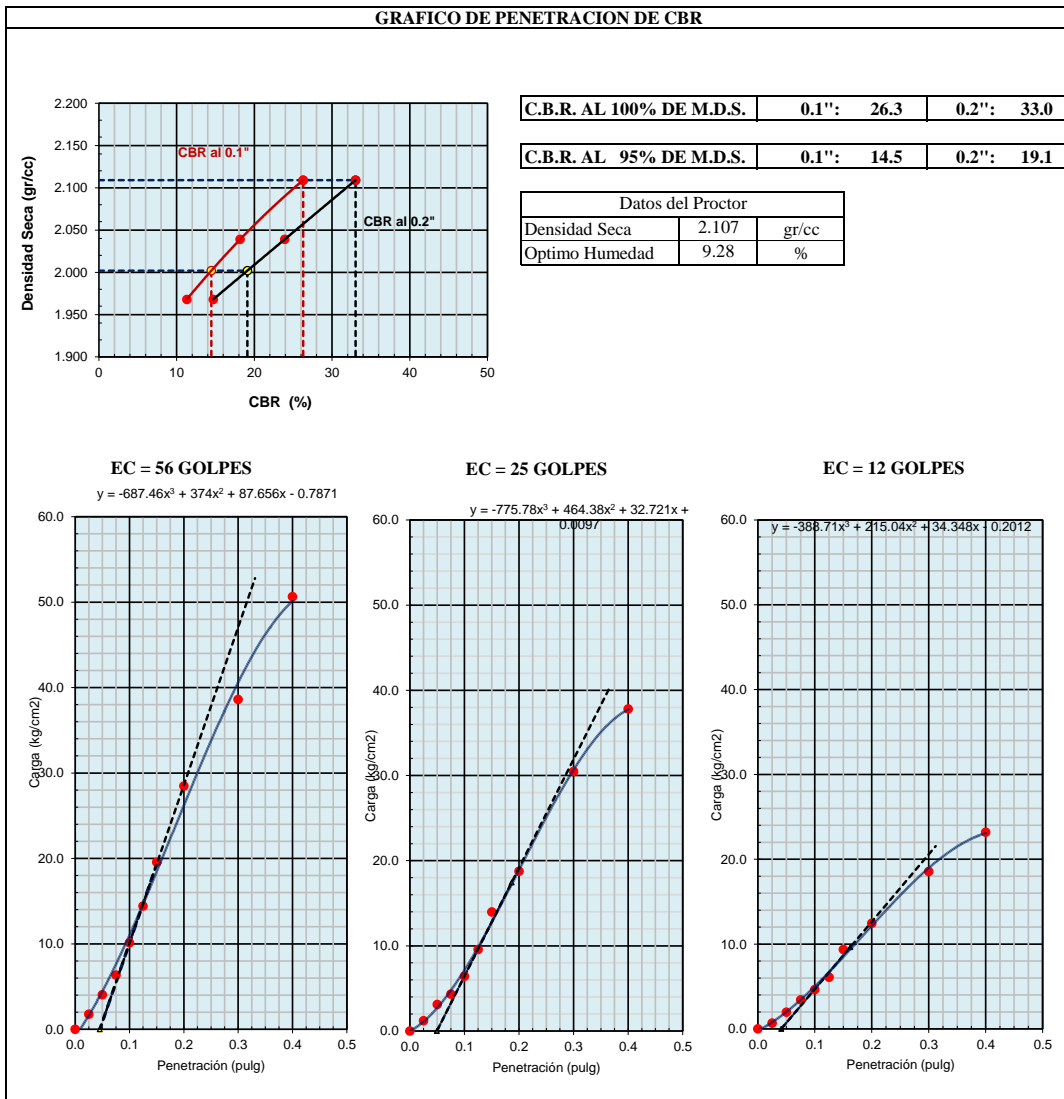
**CALICATA** : C-05

**MUESTRA** : M-01

**PROFUNDIDAD (m)** : 0.35-1.20

**PROGRESIVA (km)** : 8+719

### GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Abel Sánchez Vallejos  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Bataña Fernández  
 REG. CTR. 149278



Técnico de laboratorio.

Responsable de laboratorio.

Fin de documento.

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.
- \* Las copias de este informe no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe de ensayo es imparcial, confidencial; estando destinado única y exclusivamente al cliente.

Anexo 7. Estudio hidrológico.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Diseño integral de la infraestructura vial para mejorar la  
transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray,  
San Ignacio, Cajamarca.**

**ESTUDIO HIDROLÓGICO**



**TABACONAS – PERÚ  
2022.**



# ESTUDIO DE HIDROLOGÍA

## I. INTRODUCCIÓN

El presente estudio de Hidrología para la tesis: **DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA, 2022**, contiene toda la información requerida, desarrollándose con el objetivo de que las obras de arte proyectadas drenen adecuadamente el flujo de agua provenientes de las cuencas y/o microcuencas aportantes, siendo la parte fundamental la obtención de caudales de diseño para diferentes períodos de retorno.

La propuesta presentada en la elaboración del Estudio Hidrológico tiene su punto de partida en el reconocimiento de la zona del proyecto con el objetivo de determinar la estación hidrometeorológica a usar y luego realizar un tratamiento estadístico de los datos de precipitación. Posteriormente con los datos de la geografía local obtenidas por los servidores nacionales y/o internacionales se realizará la delimitación de cuencas y/o microcuencas con sus parámetros geomorfológicos y finalmente se obtendrá los caudales máximos de diseño para distintos períodos de retorno según las estructuras proyectadas (cunetas, badenes y alcantarillas).

Para la elaboración del presente estudio se ha hecho uso de los registros de parámetros hidrometeorológicos de la estación Tabaconas con registros suficientemente confiables. Los métodos usados obedecen a estudios aceptados por la comunidad científica y las buenas prácticas de Ingeniería.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La vía a intervenir, es el tramo Tabaconas-Huascaray, el cual sirve de comunicación entre el centro poblado de Tabaconas con el resto de las ciudades aledañas, lugar donde los pobladores realizan distintas actividades económicas.

Actualmente, la vía se encuentra en estado regular y malo por diferentes tramos, presentando baches generalmente en las partes altas, tramos que no presentan cunetas, falta de alcantarillas para drenar el agua correctamente, badenes, y otros, los cual se irán detallando a lo largo del informe.

Por lo antes expuesto, los pobladores solicitan la pronta intervención de la vía para que puedan movilizarse de una manera confortable, dirigirse a sus centros de trabajo u otras necesidades.

### III. OBJETIVOS

#### OBJETIVO PRINCIPAL

El objetivo principal del presente informe para la elaboración del expediente técnico: “**DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA, 2022**” es desarrollar un documento que incluya el análisis Hidrológico y obtención de caudales para distintos períodos de retorno según las obras de arte proyectadas, con la finalidad de drenar adecuadamente el flujo de agua provenientes de las cuencas y/o microcuencas aportantes.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar en gabinete del área de estudio y las características geomorfológicas, hidrológicas y de cobertura superficial en áreas de ubicación de ríos, arroyos, taludes, llanuras de inundación, depresiones, montes, etc.
- Realizar la caracterización fisiográfica de las cuencas más importantes dentro del área del proyecto a partir de la información cartográfica, topográfica y aerofotográfica disponible.
- Proyectar obras de arte en puntos específicos para drenar el agua proveniente de las microcuencas, según requiera cada caso.
- Estimar los caudales máximos en los ríos y quebradas para realizar el diseño hidráulico de obras de arte.

### IV. UBICACIÓN DEL PROYECTO

#### Ubicación Política

Región : Cajamarca.  
Provincia : San Ignacio.  
Distrito : Tabaconas.

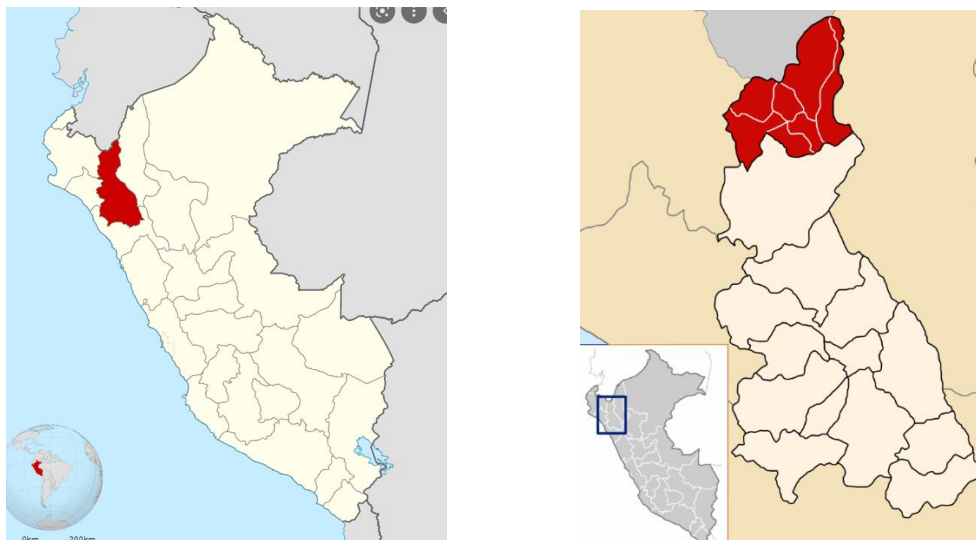
#### Ubicación Geográfica

En coordenadas UTM Sistema WGS-84 –18S el eje de la vía, tiene las siguientes coordenadas.

Tabla 1: Ubicación del camino vecinal

NOMBRE DEL TRAMO	LONG. (KM)	INICIO DE TRAMO		FIN DE TRAMO	
		COORDENADAS		COORDENADAS	
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
Tabaconas-Huascaray	8+630	690091.155	9412100.898	687528.534	9410121.339

**Ilustración 1: Ubicación Política: Departamental, Provincial y Distrital del camino vecinal**



*Fuente: El Consultor*

## **Ubicación Hidrográfica**

El área de estudio, hidrográficamente está ubicada en la Unidad Hidrográfica del Alto Huallaga, el cual desemboca sus quebradas en el río del mismo nombre para después aportar sus aguas directamente a la Región Hidrográfica del Amazonas.

A continuación se muestra una tabla resumen de la ubicación política, hidrográfica y geográfica de todos los tramos del proyecto.

**Tabla 2: Ubicación política, hidrográfica y geográfica**

<b>UBICACIÓN POLÍTICA</b>	<b>UBICACIÓN HIDROGRÁFICA</b>	<b>UBICACIÓN GEOGRÁFICA</b>
<b>Departamento:</b> Cajamarca <b>Provincia:</b> San Ignacio <b>Distrito:</b> Tabaconas <b>C.N./C.P.:</b> Tabaconas	<b>Unidad Hidrográfica Nivel 1:</b> Región Hidrográfica del Amazonas <b>Unidad Hidrográfica Nivel 2:</b> Alto Amazonas <b>Unidad Hidrográfica Nivel 3:</b> Marañón <b>Unidad Hidrográfica Nivel 4:</b> Alto Marañón <b>Unidad Hidrográfica Nivel 5:</b> Alto Chinchipe	<b>Inicio del Tramo:</b> 690091.155E, 9412100.898N <b>Fin del Tramo:</b> 687528.534E, 9410121.339N  <b>Datum:</b> UTM WG S84, zona 17 S (UTM84-17S) <b>Cartas Nacionales:</b> Ver tabla 3.

## **V. ESTUDIOS DE CAMPO**

Dentro de la evaluación hidrológica de campo se lograron identificar características generales de las microcuencas hasta los puntos de interés, el cual será de gran apoyo para el cálculo de caudales mediante la metodología SCS (si así lo requiera) y MRM que se detallan en su capítulo correspondiente.

Para los puntos de intersección entre quebradas menores y eje de la carretera, se identificaron las huellas máximas de agua y ancho natural de paso del flujo, datos que serán necesarios al momento de definir las obras de arte del proyecto.

Las cuencas aportantes de flujo se caracterizan por ser relativamente llanas, lo cual en algunos casos permiten que se tenga tiempos de concentración grandes del flujo hasta el punto de interés, influyendo directamente en los caudales calculados.

El uso de esta información es de suma importancia para tener una mayor aproximación en el coeficiente de escorrentía de las microcuencas (C), el cual se detallará en el capítulo correspondiente.

**Ilustración 2:**  
**CRUCE DE AGUA, PUNTO CRÍTICO QUE NO PERMITE EL LIBRE TRANSITO VEHICULAR**



*Fuente: El Consultor*

## **VI. CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA**

### **A. INFORMACIÓN SATELITAL NECESARIA PARA LA CARTOGRAFÍA**

Para la delimitación las microcuencas de los tramos de la carretera se usó preliminarmente la carta nacional obtenida de la página web [geogpsperu.com](http://geogpsperu.com), el cual se encuentra en la zona sur 17 del sistema WGS-84, el resumen se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 3: Carta nacional para la delimitación preliminar de microcuencas.**

NOMBRE	CÓDIGO	ZONA	CUADRÍCULA	HEMISFERIO
Huancabamba	11-e	17	M	Sur

La dificultad de trazar microcuencas con cartas nacionales se da cuando estos tienen áreas menos a 10km<sup>2</sup>, por lo cual se recurre al mapa topográfico ASTER GDEM (Aster Global Digital Elevation Model), diseñado por la NASA y el Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón (METI), el cual es proporcionado en el geoservidor del Ministerio del Ambiente, donde se obtuvo el formato DEM (Modelo Digital de Elevaciones) con la siguiente codificación: S06W080.

## B. CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA DE LAS MICROCUENCAS

Se han determinado las características físicas de las cuencas de interés del estudio, que cruzan la vía y que requieren de estructuras de cruce, el cual consiste en la evaluación de los parámetros geomorfológicos que influirán en la respuesta hídrica de la cuenca.

### ÁREA (A)

El área de la cuenca tiene importancia porque sirve de base para la determinación de otros elementos como tiempos de escurrimiento, coeficientes de escorrentía, caudales etc. siendo este último el más susceptible a la modificación de este parámetro ya que ambos crecen de manera proporcional.

Para la aplicación de las metodologías de cálculo de caudales se ha considerado dos categorías de cuencas: principales y secundarias los cuales se muestran en la Tabla 4.

Las cuencas principales serán aquellas que cumplan con un área mayor a 10 km<sup>2</sup> o en su defecto menores a 10 km<sup>2</sup> siempre y cuando contemplen una estructura importante. Todos los demás casos serán considerados cuencas secundarias.

Tabla 4: Clasificación de cuencas

Tipo de cuenca	Área (Km <sup>2</sup> )	Método de cálculo	Estructura a Diseñar
Secundarias	< 10	Racional	Alcantarillas, badenes y drenaje longitudinal
Principales	> 10	S.C.S. o cálculo directo con registro de caudales	Defensas Ribereñas y Puentes

### LONGITUD AXIAL (La)

Es la distancia en línea recta entre la parte más alta de la subcuenca hasta la intersección con el emplazamiento de la obra de arte, este parámetro es de utilidad para los casos en donde no se puede obtener la longitud del río principal, por lo cual el valor de longitud de río será el 80% de la longitud axial, cabe mencionar que por la forma de una cuenca hay ríos que llegan a tener valores superiores a la longitud axial.

### PERÍMETRO (P)

La proyección horizontal del parteaguas de la subcuenca (línea divisoria), es un parámetro secundario que nos da la longitud total de la envolvente de la microcuenca.

### LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL (L)

La longitud de cauce (o longitud hidráulica) es la longitud medida a lo largo del curso de agua principal, esta corriente es el curso de agua central y más largo de la cuenca y la única que conduce escorrentía hacia la salida.

### **PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL (S%)**

Para los cálculos de la respuesta de la cuenca frente a precipitaciones, resulta necesaria la individualización de su cauce principal, y la posterior determinación de su longitud y pendiente.

Para los cálculos prácticos de la hidrología se requiere un valor único por medio del cual pueda caracterizarse la pendiente de un cauce, ya sea considerado en toda su longitud o en un tramo del mismo. Para el presente informe, toda pendiente será calculada considerándose la declividad media del cauce, el cual se calcula como la relación de la variación de la altura respecto a la longitud del cauce principal, mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{H_{\max} - H_{\min}}{L_c} = \frac{\Delta H}{L_c} \times 100 = S\%$$

**Ecuación 1: Pendiente de cauce principal**

Donde:

$\Delta h$ : Desnivel del cauce (Cota máxima-Cota mínima).

$L_c$  : Longitud del cauce

Por lo general, tal valor es necesario para ser utilizado como uno de los parámetros que intervienen en los cálculos de crecidas. La pendiente influye sobre la velocidad del escurrimiento y el tiempo de recorrido y en consecuencia sobre la configuración o forma del hidrograma.

### **COEFICIENTE DE COMPACIDAD (K<sub>c</sub>)**

Está definido por la siguiente relación:

$$K_c = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

**Ecuación 2: coeficiente de compacidad**

Dónde:

A = Área de la subcuenca en Km<sup>2</sup>.

P = Perímetro de la subcuenca en Km.

Para una forma de subcuenca circular le corresponderá el valor de la unidad e indicará una respuesta rápida de la subcuenca a la presencia de eventos máximos de precipitación.

### **FACTOR DE FORMA (Ff)**

Está definido por la siguiente relación:

$$F_f = \frac{A}{L^2}$$

**Ecuación 3: Factor de forma**

Dónde:

A = Área de la subcuenca en Km<sup>2</sup>.

L = Longitud del cauce principal en Km.

El factor de forma indica la forma que presenta la cuenca, mientras este parámetro se acerque más a la unidad, entonces tendrá una forma más redondeada, de lo contrario la forma será alargada.



## **TIEMPO DE CONCENTRACIÓN**

Es el tiempo requerido por una gota para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca. Transcurrido el tiempo de concentración se considera que toda la cuenca contribuye a la salida. Como existe una relación inversa entre la duración de una tormenta y su intensidad (a mayor duración disminuye la intensidad), entonces se asume que la duración crítica es igual al tiempo de concentración  $t_c$ , según la disponibilidad de información de la cuenca se proponen los siguientes métodos recomendados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones:

### **Método Kirpich (1940)**

Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto se debe multiplicar  $t_c$  por 0.4; para canales de concreto se debe multiplicar por 0.2; no se debe hacer ningún ajuste para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.

$$t_c = 0.01947 \times \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

**Ecuación 4: Fórmula de Kirpich**

Donde:

$t_c$  : Tiempo de concentración (hr)

$L$  : Longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida (m)  $S$  :  
pendiente promedio del cauce (m/m)

### **Método de California Culverts Practice (1942)**

Esencialmente es la ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California.

$$t_c = 0.0195 \times \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

**Ecuación 5: Fórmula de California Culverts Practice**

Donde:

$t_c$  : Tiempo de concentración (hr)

$L$  : Longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida (m)

$H$  : Diferencia de altura entre el punto más alto del cauce principal y la salida (m/m)

### **Método Racional Modificado, o ecuación de Témez**

Tiempo de concentración estimado para el método Racional modificado

$$t_c = 0.3 \times \left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.76}$$

**Ecuación 6: Tiempo de concentración para MRM**

Donde:

$t_c$  : Tiempo de concentración (hr)

$L$  : Longitud del cauce mayor (km)

$S$  : Pendiente promedio de la cuenca (m/m)

### **Método de Bransby-Williams**

Tiempo de concentración estimado para el método Racional modificado

$$t_c = \frac{L}{1.5 \times D} \sqrt{\frac{M^2}{F}}$$

### **Ecuación 7: Fórmula de Bransby-Williams**

Donde:

$t_c$  : Tiempo de concentración (hr)

$L$  : Longitud del cauce mayor (km)

$D$  : Diámetro del círculo de área equivalente al área de la cuenca (km)  $M$  :  
Área de la cuenca (km<sup>2</sup>)

$F$  : Pendiente media del cauce principal (%)

Generalmente entre todos los métodos estudiados se usa el de menor valor por ser el más desfavorable, otras bibliografías mencionan que el valor más cercano al dato real es el del promedio de todos los datos calculados, si se haría uso del menor valor calculado, al tener cuencas pequeñas (< 15Km<sup>2</sup>) los tiempos de concentración tenderían a bajar abruptamente por lo que las obras de arte en carreteras estarían sobredimensionadas. Por lo tanto, en el presente informe se usará la fórmula de Témez por tener un valor bastante cercano al del promedio de los tiempos de concentración con otras metodologías.

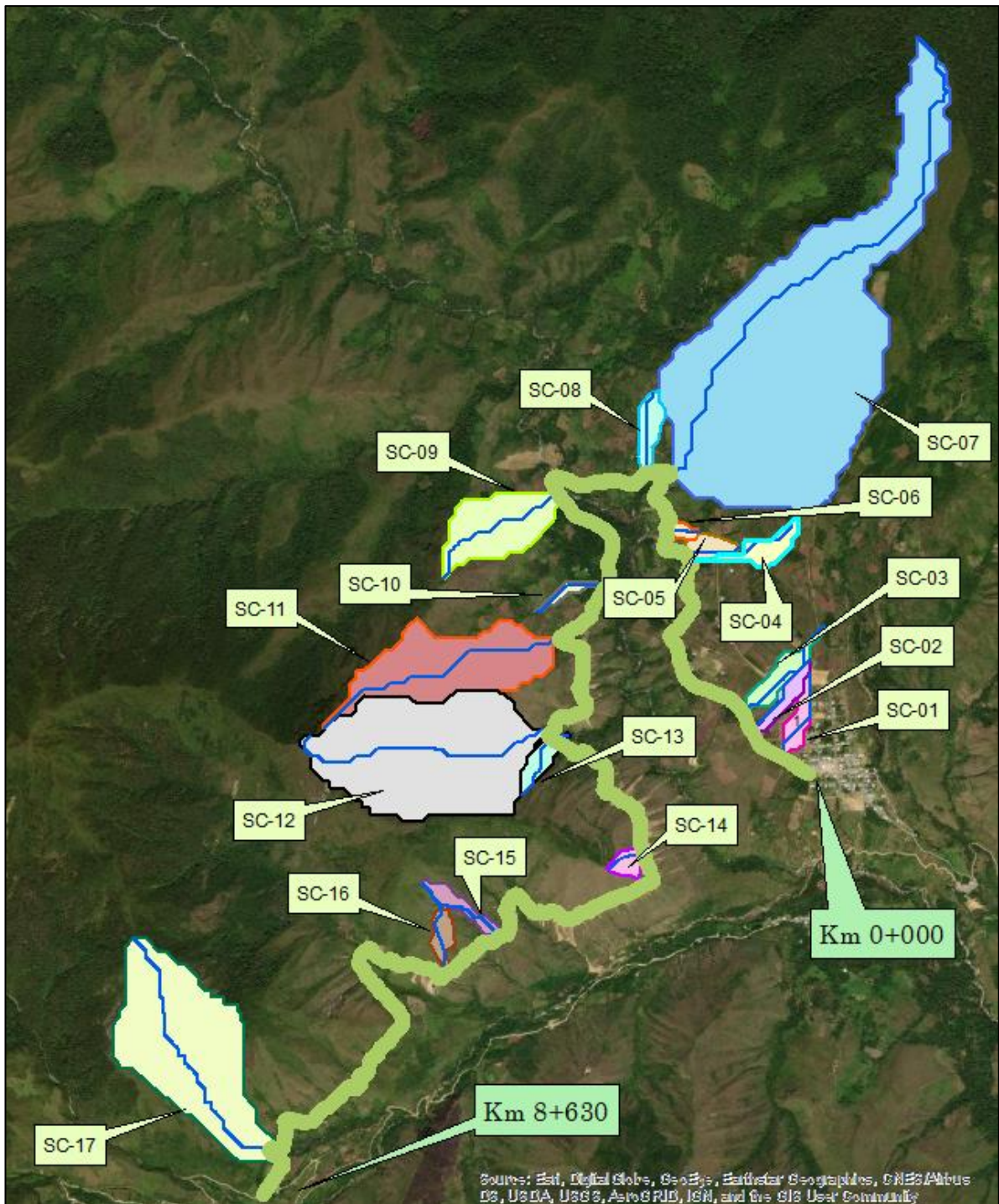
A continuación, se muestran los parámetros antes mencionados para las subcuencas (SC) delimitadas para en la intersección con la vía.

**i. TRAMO: TABACONAS-HUASCARAY**

**Tabla 5: Parámetros geomorfológicos del camino vecinal**

SUB CUENCA	PROG. (km)	ESTRUCT.	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	PER. (Km)	LONG. AXIAL (Km)	ANCHO (Km)	LONG. RÍO PRINC. (Km)	COTA MAS ALTA (msnm)	COTA MAS BAJA (msnm)	DESNIVEL	PENDIENTE	FACTOR DE FORMA	ÍNDICE DE COMPAC.	TIEMPO DE CONC (min)
SC-01	0+180	BADEN	0.02541	0.95	0.40	0.06	0.46	1943.75	1884.26	59.49	0.13	0.12	1.67	14.64
SC-02	0+340	BADEN	0.02303	0.95	0.42	0.05	0.46	1952.04	1888.50	63.54	0.14	0.11	1.76	14.46
SC-03	0+460	BADEN	0.03701	1.21	0.53	0.07	0.60	1970.99	1891.79	79.19	0.13	0.10	1.77	17.87
SC-04	1+370	ALCANT.	0.03233	1.30	0.53	0.06	0.60	2021.98	1888.41	133.57	0.22	0.09	2.02	16.33
SC-05	1+440	ALCANT.	0.02133	0.63	0.25	0.08	0.27	1958.86	1876.37	82.48	0.31	0.30	1.21	8.26
SC-06	1+610	ALCANT.	0.00875	0.39	0.16	0.05	0.16	1906.84	1872.64	34.20	0.22	0.36	1.16	5.86
SC-07	1+960	BADEN	1.21014	6.31	2.42	0.50	2.83	2375.62	1857.55	518.07	0.18	0.15	1.60	54.86
SC-08	2+090	BADEN	0.03202	0.89	0.41	0.08	0.39	1961.63	1851.27	110.36	0.28	0.21	1.40	11.25
SC-09	2+660	ALCANT.	0.13220	1.65	0.69	0.19	0.77	2301.28	1829.69	471.58	0.61	0.22	1.27	16.29
SC-10	3+230	ALCANT.	0.01097	0.72	0.37	0.03	0.36	1999.45	1873.86	125.59	0.35	0.09	1.93	10.01
SC-11	3+565	BADEN	0.24936	2.89	1.19	0.21	1.29	2671.67	1896.54	775.13	0.60	0.15	1.62	24.03
SC-12	4+210	BADEN	0.50305	3.12	1.14	0.44	1.33	2701.74	1935.80	765.95	0.58	0.28	1.23	24.84
SC-13	4+285	BADEN	0.02655	0.80	0.32	0.08	0.41	2153.24	1891.77	261.47	0.64	0.16	1.37	9.86
SC-14	5+060	ALCANT.	0.01560	0.50	0.18	0.09	0.18	2090.58	1976.04	114.53	0.64	0.49	1.13	5.29
SC-15	6+190	ALCANT.	0.02585	0.98	0.46	0.06	0.47	2268.70	2018.98	249.72	0.53	0.12	1.70	11.46
SC-16	6+500	ALCANT.	0.02219	0.74	0.33	0.07	0.34	2176.76	2014.21	162.55	0.48	0.19	1.38	9.13
SC-17	8+320	ALCANT.	0.41327	3.07	1.23	0.34	1.43	2687.00	2083.90	603.10	0.42	0.20	1.34	27.88

Ilustración 3: Delimitación de microcuencas Prog. 0+000 – 08+630



## **VII. METODOLOGÍA**

El presente trabajo comprende la realización de actividades de campo y gabinete necesarias para cumplir con los objetivos planteados dentro del campo de la Hidrología.

Se realizó la visita de campo al área de interés, con la finalidad de identificar las características de la subcuenca hidrográfica y específicamente de ríos y quebradas en estudio, tales como cobertura vegetal, hidrografía, tipos y usos de suelos de la subcuenca.

Para calcular el caudal correspondiente a la crecida máxima probable de las obras de arte proyectadas, se determinó con períodos de retorno de 71 años para alcantarillas de paso y badenes, 35 años para alcantarillas de alivio y 30 años para cunetas, datos que serán sustentados en su capítulo correspondiente.

El método racional aplicable para cuencas áreas menores, usa parámetros de intensidad de precipitación, coeficiente de escorrentía (C) y área de la microcuenca, que a su vez incluye las características de cobertura vegetal de la subcuenca, pendiente media y período de retorno para el cual de diseño. Mientras que el HEC-HMS es un programa computacional del sistema de modelamiento hidrológico del cuerpo de ingenieros de la armada de los Estados Unidos de Norteamérica, posee componentes integrados de análisis hidrológico, almacenamiento de datos y capacidad de manejo y facilidades para gráficos y reportes. La interfase gráfica (GUI) que posee el HEC – HMS permite contener los componentes de la cuenca, entrada de datos para los componentes y vista de los resultados. La GUI tiene la capacidad para esquematizar la representación de una red de elementos hidrológicos (por ejemplo, subcuencas, tránsito a lo largo de segmentos de cauces, confluencias, etc.).

Debido a que no se presentan área de cuencas significativas (>10 km<sup>2</sup>), en el presente informe solo se aplicará el método racional para pequeñas cuencas.

La duración de la tormenta de diseño, se considera igual al tiempo de concentración de la subcuenca, ya que desde ese momento toda el área está contribuyendo a la escorrentía superficial que pasa por el punto de salida (donde se construirá la obra de paso), o sea es la duración de tormenta más desfavorable.

El tiempo de concentración fue calculado a partir de la ecuación de Temez, desarrollada para pequeñas cuencas montañosas.

## **VIII. MARCO TEÓRICO**

Antes de realizar los distintos modelos hidrológicos y metodologías para la determinación del caudal en máximas avenidas, se realizaron ajustes probabilísticos para determinar la precipitación para los periodos de retorno requeridos y con ello determinar los caudales de diseño. En el presente estudio se determinarán los caudales con el método racional debido a que se presentan pequeñas áreas de cuenca y si el caso requiere mayor análisis se usará adicionalmente la metodología del HEC-HMS a partir de los hietogramas generados para la estación Tabaconas.

### **A. MODELOS PROBABILÍSTICOS**

Los modelos probabilísticos se caracterizan por ser independientes en el tiempo, es decir son modelos donde la secuencia en el tiempo de las variables no interesa y estas siguen la ley de una determinada distribución de frecuencias o la ley de un determinado modelo probabilístico. Se ha considerado

emplear los siguientes modelos probabilísticos: Normal, Log Normal de 2 parámetros, Pearson Tipo III, Log Pearson Tipo III y Gumbel.

### i. Distribución Normal

La función de densidad de probabilidad normal se define como:

$$f(x) = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{S}\right)^2}$$

**Ecuación 8: Distribución de probabilidad Normal**

Donde:

- $f(x)$  : función densidad normal de la variable  $x$
- $X$  : Variable independiente
- $\mu$  : parámetro de localización, igual a la media aritmética de  $x$ .
- $S$  : parámetro de escala, igual a la desviación estándar de  $x$ .

### ii. Distribución Log Normal

Esta distribución es una extensión de la distribución Normal, en la cual los valores logarítmicos de una secuencia son considerados como normalmente distribuidos.

$$f(x) = \frac{1}{x \cdot \sigma_y \sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left[-\frac{(\ln x - \mu_y)^2}{2\sigma_y^2}\right]; x > 0$$

**Ecuación 9: Distribución de probabilidad Log Normal**

Donde:

- $y$  :  $\log(x)$
- $f(x)$  : densidad de probabilidad  $x$
- $x$  : variable aleatoria
- $\mu_y$  : media de los logaritmos naturales de  $x$
- $\sigma_y$  : desviación estándar de los logaritmos naturales de  $x$
- $e$  : base de los logaritmos naturales

### iii. Distribución Pearson Tipo III

La función de densidad de probabilidad es la siguiente:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha_1 \Gamma(\beta_1)} \left[ \frac{x - \delta_1}{\alpha_1} \right]^{\beta_1 - 1} e^{-\frac{x - \delta_1}{\alpha_1}}$$

**Ecuación 10: Distribución de probabilidad Pearson tipo III**

Donde:

- $\alpha_1, \beta_1, \delta_1$  : Parámetros de la función
- $\Gamma(\beta_1)$  : Función Gamma.

Los parámetros  $\alpha_1, \beta_1, \delta_1$  se evalúan a partir de los datos de intensidades observadas (en este caso estimadas a partir de la lluvia máxima en 24 horas), mediante el siguiente sistema de ecuaciones.

$$\bar{x} = \alpha_1 \beta_1 + \delta_1 \quad ; \quad S^2 = \alpha_1^2 \beta_1 \quad ; \quad \gamma = \frac{2}{\sqrt{\beta_1}}$$

**Ecuación 11: Parámetros de la función Pearson Tipo III**

Dónde:

X : media de los datos

S<sup>2</sup> : variancia de los datos

γ : coeficiente de sesgo, definido como:  $\bar{x} = 0$ :

#### iv. Distribución Log Pearson Tipo III

Si se toman los logaritmos de la variable aleatoria y suponiendo que estos se comportan según la distribución Pearson Tipo III, se tiene la función Log Pearson Tipo III. Para la solución se sigue el mismo procedimiento que la distribución Pearson Tipo III.

La función de distribución de probabilidades es:

$$F(y) = \int_0^y \frac{y^{\rho-1} e^{-y}}{\Gamma(\rho)} dy$$

**Ecuación 12: Distribución Log Pearson Tipo III**

Con

$$y = \frac{\ln x}{\beta}$$

Donde:

β : Parámetro de escala ( $0 < \beta < \infty$ )

ρ : Parámetro de forma ( $0 < \rho < \infty$ )

Γ / β : Función Gamma

S<sub>y</sub> : Desviación estándar de los valores logarítmicos.

C<sub>s</sub> : Coeficiente de asimetría de los valores logarítmicos.

## v. Distribución Gumbel

La distribución de Valores Tipo I conocida como distribución Gumbel o Doble Exponencial, tiene como función de distribución de probabilidades la siguiente expresión:

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

**Ecuación 13: Distribución de probabilidad acumulada Gumbel**

Utilizando el método de momentos se tiene:

$$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma}$$

**Ecuación 14: Parámetro de concentración para distribución de Gumbel**

$$\beta = \mu - 0.45\sigma$$

**Ecuación 15: Parámetro de localización para distribución de Gumbel**

## B. SELECCIÓN DEL MODELO PROBABILISTICO ADECUADO

Para la selección del modelo probabilístico adecuado se emplean los métodos gráfico y estadístico.

### i. Método de Chi cuadrado

Determinado por la cantidad de frecuencias esperadas y observadas en una distribución con cierta cantidad de intervalos (k):

$$k = 1 + 1.33 \times \log N$$

**Ecuación 16: Cantidad de intervalos**

Donde:

N: Número de datos disponibles

Luego se realiza la comparación con la siguiente fórmula:

$$K_c^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(\theta_i - e_i)^2}{e_i}$$

**Ecuación 17: Valor de chi cuadrado**

Donde:

$K_c^2$  : Valor de chi cuadrado

$\theta_i$  : Datos observados

$e_i$  : Datos esperada



## ii. Método de Kolmogorov - Smirnov

La Prueba Estadística de Kolmogorov - Smirnov, consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia  $D$  que hay entre la función de distribución observada  $F_0(Q_m)$  y la estimada  $F(Q_m)$ .

$$D = \max|F_0(Q_m) - F(Q_m)|$$

**Ecuación 18: Diferencia máxima entre distribución observada y estimada**

Con un valor crítico  $d$  que depende del número de datos y el nivel de significancia seleccionado (Tabla N° 1). Si  $D < d$ , se acepta la hipótesis. Esta prueba tiene la ventaja sobre la prueba chi-cuadrado de que compara los datos con el modelo estadístico sin necesidad de agruparlos. La función de distribución de probabilidad observada se calcula como:

$$F_0(Q_m) = 1 - \frac{m}{n + 1}$$

**Ecuación 19: Distribución de probabilidad observada**

Donde:

$m$ : es el número de orden del dato  $Q_m$  en una lista de mayor a menor y  $n$  es el número total de datos.

**Tabla 6: Valores críticos  $d$  para la prueba Kolmogorov - Smirnov de bondad de ajuste**

TAMAÑO DE LA MUESTRA	$\alpha=0.10$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.30	0.34	0.40
20	0.26	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32
30	0.22	0.24	0.29
40	0.19	0.21	0.25
N grande	$1.22/\sqrt{n}$	$1.36/\sqrt{n}$	$1.63/\sqrt{n}$

### C. MÉTODO RACIONAL

El Método Racional es uno de los más utilizados para la estimación del caudal máximo asociado a determinada lluvia de diseño. Se utiliza normalmente en el diseño de obras de drenaje urbano y rural. Y tiene la ventaja de no requerir de datos hidrométricos para la determinación de caudales máximos.

La expresión utilizada por el Método Racional es:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

**Ecuación 20: Descarga máxima de diseño por el método racional**

Donde:

Q: Descarga máxima de diseño (m<sup>3</sup>/s)

C: Coeficiente de escorrentía (Ver tabla 9).

I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/hr) A: Área de la cuenca (hectáreas)

La ecuación análoga para el sistema métrico con el área en Km<sup>2</sup> es  $Q=0.278 \cdot CIA$ , las fórmulas que definen los factores de la fórmula general, son los siguientes:

#### a. Intensidad de Precipitación (I)

$$I = \frac{10^K T r^m}{t^n}$$

**Ecuación 21: Intensidad de precipitación**

Donde:

I: Intensidad máxima (mm/hr) Tr:

Período de Retorno (años)

t: Duración de la tormenta (minutos)

El cálculo de la intensidad de precipitación máxima por la metodología de Dick Peschke, se detallará en el capítulo correspondiente

#### b. Coeficiente de Escorrentía (C):

Este parámetro relaciona las condiciones de terreno como cobertura vegetal, tipos de suelos y pendiente, para el presente proyecto el coeficiente a usar será entre 0.15 y 0.20 por presentar suelos permeables, bosques con alta vegetación y pendiente pronunciada.

**Tabla 7: Coeficiente de escorrentía – Método Racional**

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		Pronunciada >50%	Alta >20%	Media >5%	Suave >1%	Despreciable <1%
SIN VEGETACIÓN	Impermeable	0.8	0.75	0.7	0.65	0.6
	Semipermeable	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
CULTIVOS	Impermeable	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5
	Semipermeable	0.6	0.55	0.5	0.45	0.4
	Permeable	0.4	0.35	0.3	0.25	0.2
PASTOS, VEGETACION LIGERA	Impermeable	0.65	0.6	0.55	0.5	0.45
	Semipermeable	0.55	0.5	0.45	0.4	0.35
	Permeable	0.35	0.3	0.25	0.2	0.15
HIERVA, GRAMA	Impermeable	0.6	0.55	0.5	0.45	0.4
	Semipermeable	0.5	0.45	0.4	0.35	0.3
	Permeable	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1
BOSQUES, DENSA VEGETACION	Impermeable	0.55	0.5	0.45	0.4	0.35
	Semipermeable	0.45	0.4	0.35	0.3	0.25
	Permeable	0.25	0.2	0.15	0.1	0.05

## IX. ANÁLISIS HIDROLÓGICO

### A. INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA

La información hidrológica utilizada en el estudio es la hidrometeorológica de la precipitación máxima de 24 horas, de los últimos 15 años de registro histórico (1989– 2019) de la estación Tabaconas, que se encuentra en el distrito de Tabaconas, Provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca (Latitud: 5° 18' "S"; Longitud: 79° 17' "W") con una altitud de 1605 m.s.n.m.

**Tabla 8: Precipitaciones máximas 24 horas de la Estación Tabaconas.**

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	MÁXIMO
1989		20.40		22.60				5.70	12.60	35.80	9.00	15.00	35.80
1990	28.00	35.20	19.40	23.80	17.80	18.40			7.20	34.20	26.40		35.20
1991	15.00	24.80	36.00	33.00				8.50		8.00	7.30	30.80	36.00
1992	9.20	22.00	12.00	25.00	15.40	13.60	11.40	11.60	30.00	37.00		27.00	37.00
1993	30.90	23.20	44.60	34.00	21.60	12.60	9.80	21.40			24.00	45.40	45.40
1994	21.90		53.00	44.50	30.20	7.30	27.50	5.00	10.80			10.80	53.00
1995	7.90	7.40	27.70	28.30	28.00	5.70	20.40	5.40	9.20	15.10	22.40	22.10	28.30
1996	27.80	28.30	36.00	18.20	7.20	9.00	14.20	7.30	10.30	12.50	23.20	17.60	36.00
1997	12.80	20.00	14.90	23.00	12.60	12.40	17.40	12.30		37.70	15.10	12.60	37.70
1998	35.10	16.40	33.30	75.90	11.80	13.60	12.30	4.00	6.40	35.10	13.20	17.50	75.90
1999	19.50	8.10	19.00	27.30	30.70	34.40	7.00	11.20	23.40	10.70		25.20	34.40
2000	17.80	21.10	33.00	24.70	2.60	37.00	13.10	9.40	31.70	4.10	8.90	20.10	37.00
2001	39.40	7.20	37.50	24.70	8.60	22.60	33.20	4.80	16.00	11.90	29.90	37.00	39.40
2002	40.70	19.20	15.90	22.00	25.60	3.70	14.70	4.30	4.90	42.00	27.60	28.20	42.00
2003	23.70	16.90	39.00	20.10	21.80	19.20	16.60	5.30	14.90	9.50	25.20	15.60	39.00
2004	22.00	6.60	32.10	28.00	15.70	17.00	9.10	2.00	15.60	22.60	25.80	45.30	45.30
2005	23.70	33.70	31.90	20.60	10.30	13.40	6.00	2.50	17.50	8.20	25.80	26.70	33.70
2006	18.60	21.60	41.10	29.20	15.80	21.70	11.60	16.40		26.70	16.50	34.60	41.10
2007	21.40	16.40	19.40	21.70	30.50	13.50	16.10	11.70		27.50	40.20	23.20	40.20
2008	9.80	35.20	19.20	20.30	16.20	10.60	9.60	22.30	8.20	26.20	25.60	19.60	35.20
2009	22.20	15.40	31.70	24.50	18.10	14.50	28.70	9.50	17.30	13.90	36.30	41.40	41.40
2010	17.20	50.50	27.40	25.40	22.80		6.40	15.70	11.40	26.30	19.00	33.50	50.50
2011	26.80	31.00	47.20	20.00	31.80	22.20	18.60	12.20	22.30	32.00	34.20	23.70	47.20
2012	22.70	22.60	12.50	12.80	62.90	30.70	13.00	10.60	12.40	25.90	31.00	39.70	62.90
2013	23.70	22.80	26.10	22.50	34.30	14.40	17.00	15.40	27.60	34.20	4.00	34.70	34.70
2014	14.50	20.90	51.70	13.10	24.00	21.20	20.90	22.10	15.70	19.80	24.40	25.60	51.70
2015	65.90	15.30	43.70	14.10	18.10	15.50	19.70	5.30	7.00	54.20	19.90	26.20	65.90
2016	37.10	18.80	37.40	24.90		13.20	25.50	13.50	42.00	4.80	15.20		42.00
2017		19.10	48.00	23.00	14.80	16.80	15.60	13.60	8.80	27.40	16.00	22.20	48.00
2018	28.60	23.40	10.50	12.90	46.10	14.70	9.60			14.50	53.30	21.00	53.30
2019	15.80	24.80	18.20	25.90	12.30	5.50		5.60	13.20	18.20	26.00	43.20	43.20

Fuente: Senamhi

## B. ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24 HORAS

Se han ajustado los datos máximos 24 horas a las funciones de probabilidad Normal, Log normal (2 parámetros), Log Pearson Tipo III y Gumbel. En los Cuadros se muestran los ajustes a las distribuciones antes indicadas de las precipitaciones máximas en 24 horas de la estación Tabaconas.

**Tabla 9: Ajuste estadístico para la distribución Normal**

<b>CÁLCULO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS INSTÁNTANEOS ANUALES USANDO UNA DISTRIBUCIÓN NORMAL</b>					
N°	T (años)	P	w	z	P(mm.)
1	2	0.5000	1.17741	-0.003	66.75
2	5	0.2000	1.79412	0.839	80.21
3	10	0.1000	2.14597	1.280	87.26
4	20	0.0500	2.44775	1.643	93.07
5	25	0.0400	2.53727	1.749	94.76
6	50	0.0200	2.79715	2.053	99.61
7	100	0.0100	3.03485	2.325	103.97
8	200	0.0050	3.25525	2.575	107.96
9	500	0.0020	3.52551	2.877	112.79

**Tabla 10: Ajuste estadístico para la distribución Log Normal**

<b>CÁLCULO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS INSTÁNTANEOS ANUALES USANDO UNA DISTRIBUCIÓN LOG. NORMAL</b>						
N°	T (años)	P	w	z	Yt=LogXi + z.σy	P(mm.)
1	2	0.5000	1.17741	-0.003	1.814	65.16
2	5	0.2000	1.79412	0.839	1.893	78.25
3	10	0.1000	2.14597	1.280	1.935	86.11
4	20	0.0500	2.44775	1.643	1.969	93.19
5	25	0.0400	2.53727	1.749	1.979	95.36
6	50	0.0200	2.79715	2.053	2.008	101.86
7	100	0.0100	3.03485	2.325	2.034	108.08
8	200	0.0050	3.25525	2.575	2.057	114.10
9	500	0.0020	3.52551	2.877	2.086	121.85

**Tabla 11: Ajuste estadístico para la distribución Log Pearson Tipo III**

<b>CÁLCULO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS INSTÁNTANEOS ANUALES USANDO UNA DISTRIBUCIÓN LOG. PEARSON III</b>							
N°	T (años)	P	w	z	Kt	Yt=LogXi + Kt.σy	P(mm.)
1	2	0.5	1.17741	-0.003	-0.144	1.80065214	63.19
2	5	0.2	1.79412	0.839	0.767	1.88665562	77.03
3	10	0.1	2.14597	1.280	1.332	1.939955507	87.09
4	20	0.05	2.44775	1.643	1.847	1.988570814	97.40
5	25	0.04	2.53727	1.749	2.005	2.003544017	100.82
6	50	0.02	2.79715	2.053	2.482	2.048508428	111.82
7	100	0.01	3.03485	2.325	2.939	2.091666107	123.50
8	200	0.005	3.25525	2.575	3.382	2.133486657	135.98
9	500	0.002	3.52551	2.877	3.952	2.187232809	153.90

**Tabla 12: Ajuste estadístico para la distribución Gumbel**

Datos Adicionales de Tabla	
De tabla, N=	15
$\mu_y =$	0.5128
$\sigma_y =$	1.0206

PRECIPITACIONES MÁXIMAS INSTANTÁNEOS ANUALES USANDO UNA DISTRIBUCIÓN GUMBEL			
N°	T (años)	K*	P (mm.)
1	2	-0.1433	64.51
2	5	0.9672	82.26
3	10	1.7025	94.01
4	20	2.4078	105.29
5	25	2.6315	108.86
6	50	3.3207	119.88
7	100	4.0048	130.81
8	200	4.686470843	141.71
9	500	5.585740999	156.08

**Tabla 13: Pruebas de bondad de ajuste Kolmogorov – Smirnov de la estación Tabaconas**

**Prueba Kolmorov - Smirnov para Distribución Normal**

Intervalo	Probabilidad	Z	Normal	N° Datos	Frec. Rango	Frec. Acum.	$\Delta$
			LS (mm)				
1	0.125	-1.15035	48.4177	1	0.0323	0.03225806	0.0927
2	0.250	-0.67449	56.0232	8	0.2581	0.29032258	0.0403
3	0.375	-0.31864	61.7107	5	0.1613	0.4516129	0.0766
4	0.500	0.00000	66.8035	6	0.1935	0.64516129	0.1452
5	0.625	0.31864	71.8962	2	0.0645	0.70967742	0.0847
6	0.750	0.67449	77.5837	3	0.0968	0.80645161	0.0565
7	0.875	1.15035	85.1893	3	0.0968	0.90322581	0.0282
8	1.000		116.5692	3	0.0968	1	0.0000
				31.0000	1.0000		
<b>Se toma el máximo del valor de <math>\Delta</math> =</b>							<b>0.1452</b>

**Prueba Kolmorov - Smirnov para Distribución Log Normal**

Intervalo	Probabilidad	Z	Log LS	LN	N° Datos	Frec. Rango	Frec. Acum.	$\Delta$
				LS (mm)				
1	0.125	-1.15035	1.7057	50.7828	1	0.0323	0.0323	0.0927
2	0.250	-0.67449	1.7506	56.3153	8	0.2581	0.2903	0.0403
3	0.375	-0.31864	1.7842	60.8429	5	0.1613	0.4516	0.0766
4	0.500	0.00000	1.8143	65.2051	5	0.1613	0.6129	0.1129
5	0.625	0.31864	1.8444	69.8801	3	0.0968	0.7097	0.0847
6	0.750	0.67449	1.8779	75.4983	2	0.0645	0.7742	0.0242
7	0.875	1.15035	1.9228	83.7234	4	0.1290	0.9032	0.0282
8	1.000			116.5692	3	0.0968	1.0000	0.0000
					31.0000	0.9032		
<b>Se toma el máximo del valor de <math>\Delta</math> =</b>								<b>0.1129</b>

**Prueba Kolmorov - Smirnov para Distribución Log Pearson III**

Intervalo	Probabilidad	Z	Kt	Log LS	Normal	N° Datos	Frec. Rango	Frec. Acum.	$\Delta$
					LS (mm)				
1	0.125	-1.15035	-1.068	1.7135	51.7009	1	0.0322581	0.0323	0.0927
2	0.250	-0.67449	-0.726	1.7458	55.6908	8	0.2580645	0.2903	0.0403
3	0.375	-0.31864	-0.433	1.7735	59.3548	3	0.0967742	0.3871	0.0121
4	0.500	0.00000	-0.141	1.8010	63.2352	4	0.1290323	0.5161	0.0161
5	0.625	0.31864	0.179	1.8312	67.7902	4	0.1290323	0.6452	0.0202
6	0.750	0.67449	0.572	1.8683	73.8342	4	0.1290323	0.7742	0.0242
7	0.875	1.15035	1.159	1.9237	83.8852	4	0.1290323	0.9032	0.0282
8	1.000				116.5692	3	0.0967742	1.0000	0.0000
						31	1		
<b>Se toma el máximo del valor de <math>\Delta</math> =</b>									<b>0.0927</b>

### Prueba Kolmorov - Smirnov para Distribución Gumbel

Intervalo	Probabilidad	T	ym	K	Gumbel	N° Datos	Frec. Rango	Frec. Acum.	$\Delta$
					CL (mm)				
1	0.125	1.14286	-0.7321	-1.2198	47.30808908	1	0.0322581	0.0323	0.0927
2	0.250	1.33333	-0.3266	-0.8225	53.65775206	3	0.0967742	0.1290	0.1210
3	0.375	1.60000	0.0194	-0.4835	59.0760412	8	0.2580645	0.3871	0.0121
4	0.500	2.00000	0.3665	-0.1433	64.51257263	7	0.2258065	0.6129	0.1129
5	0.625	2.66667	0.7550	0.2373	70.59658911	3	0.0967742	0.7097	0.0847
6	0.750	4.00000	1.2459	0.7183	78.28393589	3	0.0967742	0.8065	0.0565
7	0.875	8.00000	2.0134	1.4703	90.30343926	3	0.0967742	0.9032	0.0282
8	1.000				116.5692	3	0.0967742	1.0000	0.0000
						31	1		
<b>Se toma el máximo del valor de <math>\Delta</math> =</b>									<b>0.1210</b>

De las dos tablas anteriores, se observa que la función que más se ajusta es la función Log Pearson III.

A continuación, se calculará las precipitaciones máximas anuales en 24 horas, para distintos períodos de retorno. Debido a que en la estación Tabaconas se realiza en dos lecturas, una a las 7 de la mañana y otras a las 7 de la noche, se suele dar un factor de seguridad del 13% adicional, pero como las cuencas en estudio son menores a 4.0 km<sup>2</sup> no se aplicará dicho criterio:

Tabla 14: Precipitaciones máximas anuales en 24 horas Estación Tabaconas

LOG PEARSON III	
Periodo de Retorno	Precipitación (mm)
2	63.19
5	77.03
10	87.09
20	97.40
25	100.82
50	111.82
100	123.50
200	135.98
500	153.90

Coeficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas Fuente: D. F. Campos A., 1978	
Duraciones (horas)	Coeficiente
24	1
18	0.91
12	0.8
8	0.68
6	0.61
5	0.57
4	0.52
3	0.46
2	0.39
1	0.3



### **C. INTENSIDADES DE PRECIPITACIÓN PARA EL CÁLCULO DE AVENIDAS EN PEQUEÑAS SUBCUENCAS.**

Las precipitaciones máximas con sus periodos de retorno, son útiles para determinar caudales máximos en cuencas grandes, en el caso de las áreas que involucran la vía, en su mayoría son pequeñas y tienen tiempos de concentración en minutos, por tanto, se tiene que encontrar precipitaciones para tiempos de concentración cortos.

Para poder estimarlas se recurrió al principio conceptual, referente a los valores extremos de lluvias de alta intensidad y corta duración que aparecen en el mayor de los casos, marginalmente dependientes de la localización geográfica, con base en el hecho de que estos eventos de lluvia están asociados con celdas atmosféricas las cuales tienen propiedades físicas similares en la mayor parte del mundo.

#### **CURVAS IDF**

Las curvas IDF son una de las herramientas más importantes para el diseño hidrológico de caudales máximos mediante metodologías como el método racional, método racional modificado o de Temez, y HEC-HMS, ya que las curvas IDF dependen del lugar de medición de la lluvia.

Debido a la falta de pluviógrafos en las estaciones próximas al sitio de proyecto, que permitan una determinación directa de las curvas de intensidad - duración - frecuencia, se trabajó sobre la base de registros de precipitaciones máximas en 24 horas de la estación Tabaconas.

La precipitación máxima probable es aquella magnitud de lluvia que ocurre sobre una cuenca particular, en la cual generará un gasto de avenida, para que virtualmente no existe riesgo de ser excedido.

Los diversos procedimientos de estimación de la precipitación máxima probable no están normalizados, ya que varían principalmente con la cantidad y calidad de los datos disponibles; además, cambian con el tamaño de la cuenca, su emplazamiento y su topografía, con los tipos de temporales que producen las precipitaciones extremas y con el clima. Los métodos de estimación de fácil y rápida aplicación son los empíricos y el estadístico.

Aunque existe un número importante de distribuciones de probabilidad empleadas en hidrología, son sólo unas cuantas las comúnmente utilizadas, debido a que los datos hidrológicos de diversos tipos han probado en repetidas ocasiones ajustes satisfactorios a un cierto modelo teórico. En este proyecto se empleó la distribución Normal, por ser la que se ajusta con más precisión.

El método de desagregación de las precipitaciones máximas se realizó mediante la fórmula Dyck y Peschke.

$$P_d = P_{24h} \left( \frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

**Ecuación 22: Lluvia máxima de duración "d"**

**Tabla 15 Precipitaciones Máximas para diferentes Periodos de Retorno**

PRECIPITACIONES MAXIMAS (mm) PARA DIFERENTES PERIODOS DE DURACION									
Duracion	Periodo de Retorno (Años)								
	2	5	10	20	25	50	100	200	500
24	63.19	77.03	87.09	97.40	100.82	111.82	123.50	135.98	153.90
18	57.50	70.10	79.25	88.64	91.75	101.75	112.38	123.75	140.05
12	50.55	61.62	69.67	77.92	80.66	89.45	98.80	108.79	123.12
8	42.97	52.38	59.22	66.23	68.56	76.04	83.98	92.47	104.65
6	38.55	46.99	53.12	59.42	61.50	68.21	75.33	82.95	93.88
5	36.02	43.91	49.64	55.52	57.47	63.74	70.39	77.51	87.72
4	32.86	40.06	45.29	50.65	52.43	58.14	64.22	70.71	80.03
3	29.07	35.43	40.06	44.81	46.38	51.44	56.81	62.55	70.79
2	24.64	30.04	33.96	37.99	39.32	43.61	48.16	53.03	60.02
1	18.96	23.11	26.13	29.22	30.25	33.55	37.05	40.80	46.17

**Tabla 16 Intensidades Máximas para diferentes Periodos de Retorno**

INTENSIDADES MAXIMAS (mm/min) PARA DIFERENTES PERIODOS DE DURACION									
Duracion	Periodo de Retorno (Años)								
	2	5	10	20	25	50	100	200	500
24	2.63	3.21	3.63	4.06	4.20	4.66	5.15	5.67	6.41
18	3.19	3.89	4.40	4.92	5.10	5.65	6.24	6.87	7.78
12	4.21	5.14	5.81	6.49	6.72	7.45	8.23	9.07	10.26
8	5.37	6.55	7.40	8.28	8.57	9.50	10.50	11.56	13.08
6	6.42	7.83	8.85	9.90	10.25	11.37	12.56	13.83	15.65
5	7.20	8.78	9.93	11.10	11.49	12.75	14.08	15.50	17.54
4	8.21	10.01	11.32	12.66	13.11	14.54	16.05	17.68	20.01
3	9.69	11.81	13.35	14.94	15.46	17.15	18.94	20.85	23.60
2	12.32	15.02	16.98	18.99	19.66	21.80	24.08	26.52	30.01
1	18.96	23.11	26.13	29.22	30.25	33.55	37.05	40.80	46.17

Con el cuadro anterior se puede graficar las curvas IDF. Asimismo, se debe buscar la ecuación de la curva IDF para describir de forma estadística las tres variables involucradas (I, Tr y t), por lo cual se utiliza una regresión lineal múltiple para determinar K, m y n:

$$I = \frac{10^K T_r^m}{t^n}$$

**Ecuación 23: Intensidad de precipitación**

Donde:

- I: Intensidad máxima (mm/hr) Tr:
- Período de Retorno (años)
- t: Duración de la tormenta (minutos)

Finalmente se tiene la ecuación de intensidad válida para las microfrecuencias:

$$I = \frac{224.60}{t} T^{0.16} \cdot 0.62$$

**Ecuación 24: Aproximación de Intensidad de precipitación para la zona de estudio**

Siendo la ecuación conocida se puede reemplazar en ella valores para cualquier  $T_r$  y  $t$ , obteniéndose como resultados la intensidad. A continuación, se muestra algunos valores de Intensidades según dicha ecuación y su respectiva curva IDF.

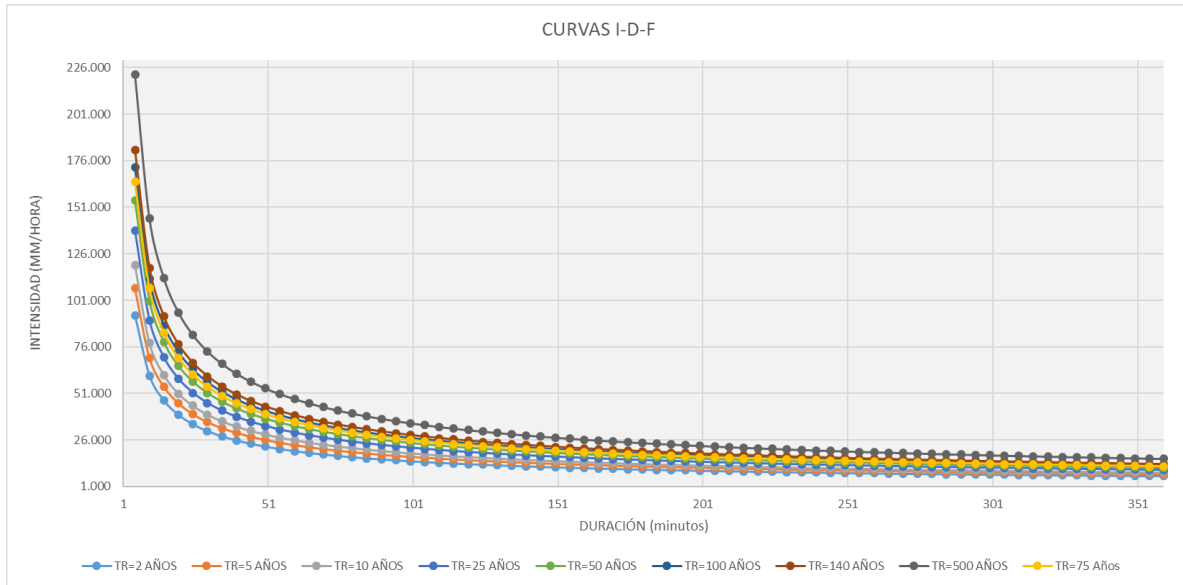
**Tabla 17: Intensidades máximas para duraciones de 5 – 1440 minutos**

INTENSIDADES MÁXIMAS (mm/h)									
Duración (minutos)	Periodo de retorno (años)								
	2	5	10	25	50	75	100	140	500
5	92.918	107.384	119.805	138.456	154.470	164.684	172.337	181.741	222.204
10	60.611	70.047	78.149	90.315	100.761	107.424	112.416	118.550	144.944
15	47.208	54.557	60.867	70.343	78.479	83.668	87.557	92.334	112.891
20	39.537	45.692	50.977	58.913	65.727	70.073	73.329	77.331	94.547
25	34.456	39.820	44.426	51.342	57.281	61.068	63.906	67.394	82.398
30	30.794	35.587	39.704	45.885	51.192	54.577	57.113	60.230	73.639
35	28.002	32.362	36.105	41.726	46.552	49.630	51.937	54.771	66.964
40	25.790	29.805	33.252	38.429	42.874	45.709	47.833	50.443	61.674
45	23.984	27.718	30.924	35.738	39.872	42.508	44.483	46.911	57.355
50	22.476	25.975	28.979	33.491	37.364	39.835	41.686	43.961	53.748
55	21.193	24.493	27.326	31.580	35.233	37.562	39.308	41.453	50.682
60	20.087	23.214	25.899	29.931	33.393	35.601	37.255	39.288	48.035
65	19.120	22.096	24.652	28.490	31.785	33.887	35.462	37.397	45.723
70	18.266	21.110	23.551	27.218	30.366	32.374	33.878	35.727	43.681
75	17.506	20.231	22.571	26.085	29.102	31.026	32.468	34.240	41.862
80	16.823	19.442	21.691	25.067	27.967	29.816	31.202	32.904	40.230
85	16.206	18.729	20.895	24.148	26.941	28.722	30.057	31.697	38.754
90	15.645	18.080	20.172	23.312	26.008	27.728	29.017	30.600	37.413
95	15.132	17.488	19.510	22.548	25.156	26.819	28.066	29.597	36.186
100	14.661	16.943	18.903	21.846	24.373	25.984	27.192	28.676	35.060
105	14.227	16.442	18.343	21.199	23.651	25.215	26.387	27.826	34.022
110	13.825	15.977	17.825	20.600	22.982	24.502	25.641	27.040	33.060
115	13.451	15.545	17.343	20.043	22.361	23.840	24.948	26.309	32.166
120	13.103	15.142	16.894	19.524	21.782	23.222	24.302	25.628	31.333
125	12.777	14.766	16.474	19.039	21.241	22.645	23.698	24.991	30.555
130	12.472	14.413	16.081	18.584	20.734	22.105	23.132	24.394	29.825
135	12.185	14.082	15.711	18.157	20.257	21.596	22.600	23.833	29.139
140	11.915	13.770	15.363	17.754	19.808	21.118	22.099	23.305	28.493
145	11.660	13.475	15.034	17.374	19.384	20.666	21.626	22.806	27.884
150	11.419	13.197	14.723	17.015	18.983	20.238	21.179	22.335	27.307
155	11.190	12.933	14.428	16.675	18.603	19.833	20.755	21.888	26.761
160	10.974	12.682	14.149	16.351	18.243	19.449	20.353	21.464	26.242
165	10.767	12.444	13.883	16.044	17.900	19.084	19.970	21.060	25.749
170	10.571	12.217	13.630	15.752	17.574	18.736	19.606	20.676	25.280
175	10.384	12.000	13.388	15.473	17.262	18.404	19.259	20.310	24.832

INTENSIDADES MÁXIMAS (mm/h)									
Duración (minutos)	Periodo de retorno (años)								
	2	5	10	25	50	75	100	140	500
180	10.205	11.794	13.158	15.206	16.965	18.087	18.928	19.960	24.404
185	10.034	11.596	12.938	14.952	16.681	17.784	18.611	19.626	23.996
190	9.871	11.407	12.727	14.708	16.409	17.494	18.307	19.306	23.604
195	9.714	11.226	12.525	14.474	16.149	17.216	18.016	19.000	23.230
200	9.563	11.052	12.331	14.250	15.899	16.950	17.737	18.705	22.870
205	9.419	10.885	12.144	14.035	15.658	16.694	17.470	18.423	22.524
210	9.280	10.725	11.965	13.828	15.428	16.448	17.212	18.151	22.192
215	9.146	10.570	11.793	13.629	15.205	16.211	16.964	17.890	21.873
220	9.018	10.422	11.627	13.437	14.991	15.983	16.725	17.638	21.565
225	8.894	10.278	11.467	13.252	14.785	15.763	16.495	17.395	21.268
230	8.774	10.140	11.313	13.074	14.586	15.551	16.273	17.161	20.982
235	8.659	10.006	11.164	12.902	14.394	15.346	16.059	16.935	20.706
240	8.547	9.877	11.020	12.736	14.209	15.148	15.852	16.717	20.439
245	8.439	9.753	10.881	12.575	14.029	14.957	15.652	16.506	20.181
250	8.335	9.632	10.746	12.419	13.856	14.772	15.458	16.302	19.931
255	8.233	9.515	10.616	12.268	13.687	14.592	15.271	16.104	19.689
260	8.135	9.402	10.489	12.122	13.525	14.419	15.089	15.912	19.455
265	8.040	9.292	10.367	11.981	13.367	14.251	14.913	15.727	19.228
270	7.948	9.186	10.248	11.844	13.214	14.087	14.742	15.546	19.008
275	7.859	9.082	10.133	11.710	13.065	13.929	14.576	15.372	18.794
280	7.772	8.982	10.021	11.581	12.921	13.775	14.415	15.202	18.586
285	7.688	8.885	9.912	11.455	12.781	13.626	14.259	15.037	18.385
290	7.606	8.790	9.807	11.333	12.644	13.480	14.107	14.877	18.189
295	7.526	8.698	9.704	11.215	12.512	13.339	13.959	14.721	17.998
300	7.449	8.608	9.604	11.099	12.383	13.201	13.815	14.569	17.812
305	7.373	8.521	9.507	10.986	12.257	13.068	13.675	14.421	17.632
310	7.300	8.436	9.412	10.877	12.135	12.937	13.539	14.277	17.456
315	7.228	8.353	9.319	10.770	12.016	12.810	13.406	14.137	17.285
320	7.158	8.272	9.229	10.666	11.900	12.687	13.276	14.001	17.118
325	7.090	8.194	9.142	10.565	11.787	12.566	13.150	13.868	16.955
330	7.024	8.117	9.056	10.466	11.676	12.448	13.027	13.738	16.796
335	6.959	8.042	8.972	10.369	11.569	12.333	12.907	13.611	16.641
340	6.896	7.969	8.891	10.275	11.463	12.221	12.789	13.487	16.490
345	6.834	7.898	8.811	10.183	11.361	12.112	12.675	13.366	16.342
350	6.773	7.828	8.733	10.093	11.260	12.005	12.563	13.248	16.198
355	6.714	7.760	8.657	10.005	11.162	11.900	12.453	13.133	16.057
360	6.657	7.693	8.583	9.919	11.067	11.798	12.347	13.020	15.919

De las intensidades determinadas para los diferentes periodos de retorno, se puede obtener la gráfica de las curvas intensidad – duración – frecuencia (IDF).

Ilustración 14: Curva Intensidad – Duración – Frecuencia, estación Tabaconas



## D. ESTIMACIÓN DE CAUDALES

### Periodos de retorno para el cálculo de avenidas

Una vez que se dispone de la información básica de planimetría y de los datos de precipitación, se debe buscar un método que logre proporcionar los caudales de diseño para brindar seguridad a las estructuras hidráulicas. De este modo se facilita el drenaje longitudinal y transversal de la escorrentía natural sobre la vía.

Los criterios para estimar la avenida de cálculo que deben soportar las estructuras de drenaje, han sido definidos por diseñadores e investigadores de la materia. El principio es que las avenidas deben de ser calculadas según su periodo de repetición o retorno en el tiempo.

Para la determinación del periodo de retorno de los puentes se debe considerar dos aspectos, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla ante la socavación. Según Yevjevich el riesgo de falla de una estructura está en función a:

$$R = 1 - (1 - p)^N$$

Ecuación 25: Riesgo asociado a probabilidad y vida útil

Donde

R, es el riesgo de falla de la estructura.

p, es la probabilidad de no ocurrencia de la falla. N, es el periodo de vida de la estructura.

Y el tiempo de retorno está en función al riesgo de falla según:

$$T_r = \frac{1}{\left[1 - (1 - R)^{\frac{1}{N}}\right]}$$

Ecuación 26: Periodo de Retorno Asociado a Riesgo y Años de Vida

Donde

Tr, es el tiempo de retorno del evento

A continuación, se resume el cálculo de periodos de retorno para cada obra de arte:

Tabla 18: Obtención de periodos de retorno para obras de arte

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (%)	VIDA ÚTIL	Tr (años)
Puentes*	25	40	140
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30	25	71
Alcantarillas de paso de quebradas menores y descarga de agua de cuentas	35	15	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40	15	30
Subdrenes	40	15	30
Defensas Ribereñas	25	40	140

\* Para obtención de luz y NAME, y para cálculos de socavación se recomienda Tr=500años

### Estimación de caudales de Diseño por el Método Racional

Dentro de los parámetros necesarios para aplicar el presente método, se encuentra el coeficiente de escorrentía, el cual según la Tabla N 09, al estar en una zona boscosa con permeabilidad y pendiente media, alta y baja (>1%, >5% y >20%) se tendría valores de C=0.10, C=0.15 y C=0.20, según requiera el caso.

Los Resultados de la generación de caudales máximos mediante el Método Racional se muestran en la siguiente tabla.

#### a. ALCANTARILLAS DE PASO Y BADENES

Tabla 19: Caudales generados para alcantarillas de paso y badenes

SUB CUENCA	PROG. (km)	ESTRUCT.	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	Coef. Escorr. C	LONG. RÍO PRINC. (m)	COTA MAS ALTA (msnm)	COTA MAS BAJA (msnm)	DESNIVEL	PENDIENTE	TIEMPO DE CONC (min)	INTENSIDAD (mm)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)
										TEMEZ		
SC-01	0+180	BADEN	0.03	0.25	457.56	1943.75	1884.26	59.49	0.13	14.64	<b>84.93</b>	<b>0.15</b>
SC-02	0+340	BADEN	0.02	0.20	457.58	1952.04	1888.50	63.54	0.14	14.46	<b>85.58</b>	<b>0.11</b>
SC-03	0+460	BADEN	0.04	0.25	597.49	1970.99	1891.79	79.19	0.13	17.87	<b>75.12</b>	<b>0.19</b>
SC-04	1+370	ALCANT.	0.03	0.20	603.62	2021.98	1888.41	133.57	0.22	16.33	<b>79.39</b>	<b>0.14</b>
SC-05	1+440	ALCANT.	0.02	0.25	267.57	1958.86	1876.37	82.48	0.31	8.26	<b>120.81</b>	<b>0.18</b>
SC-06	1+610	ALCANT.	0.01	0.25	156.19	1906.84	1872.64	34.20	0.22	5.86	<b>149.36</b>	<b>0.09</b>
SC-07	1+960	BADEN	1.21	0.25	2833.80	2375.62	1857.55	518.07	0.18	54.86	<b>37.62</b>	<b>3.16</b>
SC-08	2+090	BADEN	0.03	0.15	392.43	1961.63	1851.27	110.36	0.28	11.25	<b>99.89</b>	<b>0.13</b>
SC-09	2+660	ALCANT.	0.13	0.15	774.76	2301.28	1829.69	471.58	0.61	16.29	<b>79.51</b>	<b>0.44</b>
SC-10	3+230	ALCANT.	0.01	0.15	356.24	1999.45	1873.86	125.59	0.35	10.01	<b>107.33</b>	<b>0.05</b>
SC-11	3+565	BADEN	0.25	0.15	1287.88	2671.67	1896.54	775.13	0.60	24.03	<b>62.58</b>	<b>0.65</b>
SC-12	4+210	BADEN	0.50	0.15	1330.77	2701.74	1935.80	765.95	0.58	24.84	<b>61.31</b>	<b>1.29</b>
SC-13	4+285	BADEN	0.03	0.20	405.79	2153.24	1891.77	261.47	0.64	9.86	<b>108.37</b>	<b>0.16</b>
SC-14	5+060	ALCANT.	0.02	0.20	178.69	2090.58	1976.04	114.53	0.64	5.29	<b>159.03</b>	<b>0.14</b>
SC-15	6+190	ALCANT.	0.03	0.25	470.95	2268.70	2018.98	249.72	0.53	11.46	<b>98.78</b>	<b>0.18</b>
SC-16	6+500	ALCANT.	0.02	0.20	340.15	2176.76	2014.21	162.55	0.48	9.13	<b>113.65</b>	<b>0.14</b>
SC-17	8+320	ALCANT.	0.41	0.20	1432.74	2687.00	2083.90	603.10	0.42	27.88	<b>57.09</b>	<b>1.31</b>

#### b. CUNETAS - TODOS LOS TRAMOS

El caudal de diseño se ha obtenido a partir del método racional con un período de retorno de 30 años, para las franjas de ladera comprendidas entre 100 y 250m, con pendientes entre 5 y 50% que son las condiciones presentes en la zona de estudio.

$$Q_a = \frac{C \cdot I \cdot A}{3.6}$$

Donde:  $Q_a$ , C, A e I son los parámetros ya mencionados en la fórmula racional.

Del cálculo hidrológico se tiene:

$$I = \frac{224.60 \cdot 0.16}{0.616 \cdot t}; TR=30 \text{ años}$$

**Tabla 20: Caudales generados para cunetas – Todos los tramos**

DESCRIPCIÓN	CARRETERA	TALUD	UNIDAD
Coefficiente de escorrentía	0.70	0.20	-
Ancho tributario	3.00	100.00	m
Longitud de área tributaria	250.00	250.00	m
Área	0.00075	0.025	km <sup>2</sup>
Pendiente	0.12	0.50	m/m
Tiempo de concentración	9.39	7.16	min
Intensidad	96.63	114.21	mm/hr
Caudal aportante	0.01	0.16	m <sup>3</sup> /s
	<b>Q. total</b>	<b>0.17</b>	<b>m<sup>3</sup>/s</b>

Según la tabla anterior, el caudal total proveniente de la superficie de rodadura y taludes a evacuar es de 0.17 m<sup>3</sup>/s.



## **F. CONCLUSIONES**

1. Para el cálculo de caudales máximos según el periodo de retorno dado, se usaron la información pluviométrica de la Estación Tabaconas por tener mayor área de influencia en el proyecto, los cuales fueron procesados estadísticamente según lo establece el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC.
2. Los caudales de diseño obtenidos para alcantarillas de paso y badenes se muestra en la tabla 19.
3. El caudal de diseño para las cunetas en todos los tramos es de 0.17 m<sup>3</sup>/s (Tabla 20)

## ANEXOS

### INFORMACION METEOROLOGICA

ESTACIÓN: TABACONAS  
 LATITUD: 5° 18' "S"  
 LONGITUD: 79° 17' "W"  
 ALTURA: 1605

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA  
 PROVINCIA: SAN INGNACIO  
 DISTRITO: TABACONAS

PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAXIMA
1989	S/D	20.4	S/D	22.6	S/D	S/D	S/D	5.7	12.6	35.8	9.00	15.00	35.80
1990	28.00	35.20	19.40	23.80	17.80	18.40	S/D	S/D	7.20	34.20	26.40	S/D	35.20
1991	15.00	24.80	36.00	33.00	S/D	S/D	S/D	8.50	S/D	8.00	7.30	30.80	36.00
1992	9.20	22.00	12.00	25.00	15.40	13.60	11.40	11.60	30.00	37.00	S/D	27.00	37.00
1993	30.90	23.20	44.60	34.00	21.60	12.60	9.80	21.40	S/D	S/D	24.00	45.40	45.40
1994	21.90	S/D	53.00	44.50	30.20	7.30	27.50	5.00	10.80	S/D	S/D	10.80	53.00
1995	7.90	7.40	27.70	28.30	28.00	5.70	20.40	5.40	9.20	15.10	22.40	22.10	28.30
1996	27.80	28.30	36.00	18.20	7.20	9.00	14.20	7.30	10.30	12.50	23.20	17.60	36.00
1997	12.80	20.00	14.90	23.00	12.60	12.40	17.40	12.30	S/D	37.70	15.10	12.60	37.70
1998	35.10	16.40	33.30	75.90	11.80	13.60	12.30	4.00	6.40	35.10	13.20	17.50	75.90
1999	19.50	8.10	19.00	27.30	30.70	34.40	7.00	11.20	23.40	10.70	S/D	25.20	34.40
2000	17.80	21.10	33.00	24.70	2.60	37.00	13.10	9.40	31.70	4.10	8.90	20.10	37.00
2001	39.40	7.20	37.50	24.70	8.60	22.60	33.20	4.80	16.00	11.90	29.90	37.00	39.40
2002	40.70	19.20	15.90	22.00	25.60	3.70	14.70	4.30	4.90	42.00	27.60	28.20	42.00
2003	23.70	16.90	39.00	20.10	21.80	19.20	16.60	5.30	14.90	9.50	25.20	15.60	39.00
2004	22.00	6.60	32.10	28.00	15.70	17.00	9.10	2.00	15.60	22.60	25.80	45.30	45.30
2005	23.70	33.70	31.90	20.60	10.30	13.40	6.00	2.50	17.50	8.20	25.80	26.70	33.70
2006	18.60	21.60	41.10	29.20	15.80	21.70	11.60	16.40	S/D	26.70	16.50	34.60	41.10
2007	21.40	16.40	19.40	21.70	30.50	13.50	16.10	11.70	S/D	27.50	40.20	23.20	40.20
2008	9.80	35.20	19.20	20.30	16.20	10.60	9.60	22.30	8.20	26.20	25.60	19.60	35.20
2009	22.20	15.40	31.70	24.50	18.10	14.50	28.70	9.50	17.30	13.90	36.30	41.40	41.40
2010	17.20	50.50	27.40	25.40	22.80	S/D	6.40	15.70	11.40	26.30	19.00	33.50	50.50
2011	26.80	31.00	47.20	20.00	31.80	22.20	18.60	12.20	22.30	32.00	34.20	23.70	47.20
2012	22.70	22.60	12.50	12.80	62.90	30.70	13.00	10.60	12.40	25.90	31.00	39.70	62.90
2013	23.70	22.80	26.10	22.50	34.30	14.40	17.00	15.40	27.60	34.20	4.00	34.70	34.70
2014	14.50	20.90	51.70	13.10	24.00	21.20	20.90	22.10	15.70	19.80	24.40	25.60	51.70
2015	65.90	15.30	43.70	14.10	18.10	15.50	19.70	5.30	7.00	54.20	19.90	26.20	65.90
2016	37.10	18.80	37.40	24.90	S/D	13.20	25.50	13.50	42.00	4.80	15.20	S/D	42.00
2017	S/D	19.10	48.00	23.00	14.80	16.80	15.60	13.60	8.80	27.40	16.00	22.20	48.00
2018	28.60	23.40	10.50	12.90	46.10	14.70	9.60	S/D	S/D	14.50	53.30	21.00	53.30
2019	15.80	24.80	18.20	25.90	12.30	5.5	S/D	5.60	13.20	18.20	26.00	43.20	43.20

FUENTE: SENAMHI - LIMA

# **MAPA TEMÁTICO**

## **DELIMITACIÓN DE CUENCAS**

Anexo 8. Estudio hidráulico.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Diseño integral de la infraestructura vial para mejorar la  
transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas – Huascaray,  
San Ignacio, Cajamarca.**

**ESTUDIO HIDRAÚLICO**



**TABACONAS – PERÚ**

**2022.**

# ESTUDIO HIDRÁULICO

## I. INTRODUCCIÓN

El presente estudio de Hidráulica para la tesis: **DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA, 2022**, contiene toda la información requerida desarrollándose con el objetivo de realizar el diseño hidráulico de las obras de arte proyectadas, de tal forma de que el agua fluya adecuadamente sin alterar el buen funcionamiento de la carretera ante una crecida con determinado periodo de retorno.

La propuesta presentada para la elaboración del Estudio Hidráulico tiene su punto de partida en la obtención de caudales del estudio Hidrológico para posteriormente realizar el diseño hidráulico de las obras de arte validando todos los parámetros con lo observado en campo mediante los métodos establecidos dentro del manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La vía a intervenir, es el tramo Tabaconas-Huascaray, el cual sirve de comunicación entre el centro poblado de Tabaconas con el resto de pueblos aledaños, lugar donde los pobladores realizan distintas actividades económicas.

Actualmente, la vía se encuentra en estado regular y malo por diferentes tramos, presentando baches generalmente en las partes altas, tramos que no presentan cunetas, falta de alcantarillas para drenar el agua correctamente, badenes, y otros, los cual se irán detallando a lo largo del informe.

Por lo antes expuesto, los pobladores solicitan la pronta intervención de la vía para que puedan movilizarse de una manera confortable, dirigirse a sus centros de trabajo u otras necesidades.

## III. OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal del presente informe para la elaboración del expediente técnico: **“DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA, 2022”** es desarrollar un documento que incluya el diseño hidráulico de las obras de arte proyectadas, con la finalidad de drenar adecuadamente el flujo de agua y no alterar el buen funcionamiento de la carretera.

### OBJETIVO ESPECÍFICO

- Realizar el diseño hidráulico de las alcantarillas de paso, badenes y cunetas proyectados en la vía a partir de los caudales de diseño obtenidos en el estudio Hidrológico.

## IV. UBICACIÓN DEL PROYECTO

### Ubicación Política

Región : Cajamarca.  
Provincia : San Ignacio.  
Distrito : Tabaconas.

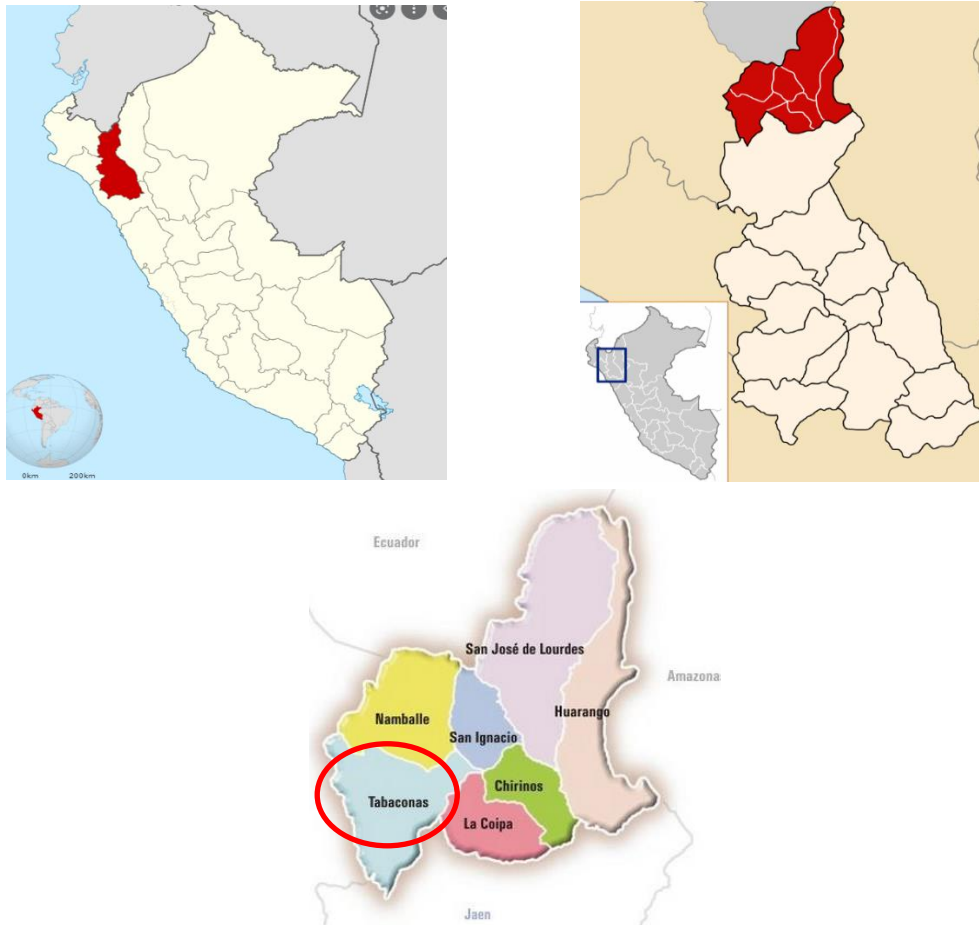
## Ubicación Geográfica

En coordenadas UTM Sistema WGS-84 –18S el eje de la vía, tiene las siguientes coordenadas.

**Tabla 1: Ubicación del camino vecinal**

NOMBRE DEL TRAMO	LONG. (KM)	INICIO DE TRAMO		FIN DE TRAMO	
		COORDENADAS		COORDENADAS	
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
Tabaconas-Huascaray	8+630	690091.155	9412100.898	687528.534	9410121.339

**Ilustración 1: Ubicación Política: Departamental, Provincial y Distrital del camino vecinal**



*Fuente: El Consultor*

## V. ESTUDIOS DE CAMPO

Dentro de la evaluación hidráulica de campo se lograron identificar características generales del terreno, como cruces de agua con el trazo de la vía, en donde se plantearon preliminarmente posibles estructuras hidráulicas para el paso del flujo.

Para los puntos de intersección entre grandes pasos de quebradas y eje de la carretera se identificaron las huellas de agua en los badenes y sus posibles fallas hidráulicas (mal dimensionamiento hidráulico), datos que fueron necesarios al momento de redimensionarlos.

Para los puntos de intersección entre pequeñas quebradas y ejes de carretera, se identificó el cauce del riachuelo para el planteamiento preliminar de las alcantarillas, y posteriormente en gabinete, definir la obra de arte.

Además, se identificó posibles puntos de desfogue de agua provenientes de las cunetas, con el fin de no alterar los taludes inferiores de la carretera.

Dentro de la identificación y observación de los puentes actuales, se muestra que hasta la actualidad tienen buen desempeño estructural e hidráulico, por lo cual solo se recomienda la descolmatación periódica de su cauce con el fin de no alterar la sección hidráulica debajo del puente.

### Ilustración 2:

#### CRUCE DE AGUA, PUNTO CRÍTICO QUE NO PERMITE EL LIBRE TRANSITO VEHICULAR



Fuente: El Consultor

## VI. CAUDALES DE DISEÑO

Los caudales de diseño obtenidos en el estudio Hidrológico, se muestran a continuación:

### a. ALCANTARILLAS DE PASO Y BADENES

Tabla 2: Caudales generados para alcantarillas de paso y badenes

SUB CUENCA	PROG. (km)	ESTRUCT.	ÁREA (Km2)	Coef Escorr . C	LONG. RÍO PRINC. (m)	COTA MAS ALTA (msnm)	COTA MAS BAJA (msnm)	DESNIVE L	PENDI ENTE	TIEMPO DE CONC (min)	INTENSID AD (mm)	CAUDAL (m3/s)
										TEMEZ		
SC-01	0+180	BADEN	0.03	0.25	457.56	1943.75	1884.26	59.49	0.13	14.64	84.93	0.15
SC-02	0+340	BADEN	0.02	0.20	457.58	1952.04	1888.50	63.54	0.14	14.46	85.58	0.11
SC-03	0+460	BADEN	0.04	0.25	597.49	1970.99	1891.79	79.19	0.13	17.87	75.12	0.19
SC-04	1+370	ALCANT.	0.03	0.20	603.62	2021.98	1888.41	133.57	0.22	16.33	79.39	0.14
SC-05	1+440	ALCANT.	0.02	0.25	267.57	1958.86	1876.37	82.48	0.31	8.26	120.81	0.18
SC-06	1+610	ALCANT.	0.01	0.25	156.19	1906.84	1872.64	34.20	0.22	5.86	149.36	0.09
SC-07	1+960	BADEN	1.21	0.25	2833.80	2375.62	1857.55	518.07	0.18	54.86	37.62	3.16
SC-08	2+090	BADEN	0.03	0.15	392.43	1961.63	1851.27	110.36	0.28	11.25	99.89	0.13
SC-09	2+660	ALCANT.	0.13	0.15	774.76	2301.28	1829.69	471.58	0.61	16.29	79.51	0.44
SC-10	3+230	ALCANT.	0.01	0.15	356.24	1999.45	1873.86	125.59	0.35	10.01	107.33	0.05
SC-11	3+565	BADEN	0.25	0.15	1287.88	2671.67	1896.54	775.13	0.60	24.03	62.58	0.65
SC-12	4+210	BADEN	0.50	0.15	1330.77	2701.74	1935.80	765.95	0.58	24.84	61.31	1.29
SC-13	4+285	BADEN	0.03	0.20	405.79	2153.24	1891.77	261.47	0.64	9.86	108.37	0.16
SC-14	5+060	ALCANT.	0.02	0.20	178.69	2090.58	1976.04	114.53	0.64	5.29	159.03	0.14
SC-15	6+190	ALCANT.	0.03	0.25	470.95	2268.70	2018.98	249.72	0.53	11.46	98.78	0.18
SC-16	6+500	ALCANT.	0.02	0.20	340.15	2176.76	2014.21	162.55	0.48	9.13	113.65	0.14
SC-17	8+320	ALCANT.	0.41	0.20	1432.74	2687.00	2083.90	603.10	0.42	27.88	57.09	1.31

### b. CUNETAS TODOS LOS TRAMOS

Tabla 3 Caudales generados para cunetas

DESCRIPCIÓN	CARRETERA	TALUD	UNIDAD
Coeficiente de escorrentía	0.70	0.20	-
Ancho tributario	3.00	100.00	m
Longitud de área tributaria	250.00	250.00	m
Área	0.00075	0.025	km2
Pendiente	0.12	0.50	m/m
Tiempo de concentración	9.39	7.16	min
Intensidad	96.63	114.21	mm/hr
Caudal aportante	0.01	0.16	m3/s
<b>Q. total</b>		<b>0.17</b>	<b>m3/s</b>



Según la tabla anterior, el caudal total proveniente de la superficie de rodadura y taludes a evacuar es de 0.17 m<sup>3</sup>/s.

## VII. DISEÑO HIDRÁULICO

Las obras de drenaje a lo largo de la carretera están compuestas principalmente por sistemas de conducción a pelo libre, es decir, flujo a gravedad gobernados por la ecuación de Manning.

$$Q = \frac{A^{\frac{5}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}}{P^{\frac{2}{3}} \cdot n}$$

Ecuación 1: Ecuación de Manning

Donde:

Q : Caudal admisible (m<sup>3</sup>/s)

A : Área de la Sección hidráulica (m<sup>2</sup>)

P : Perímetro moja (m)

S : Pendiente longitudinal del flujo (m/m)

n : Coeficiente de rugosidad de Manning

Los coeficientes de rugosidad de Manning a usar en el siguiente proyecto se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 4: Números de Manning usados en el proyecto**

TIPO DE SUPERFICIE	n DE MANNING
Tierra suelta	0.025
Roca suelta	0.035
Concreto	0.013
Alcantarillas TMC	0.023

- DRENAJE TRANSVERSAL: BADENES**

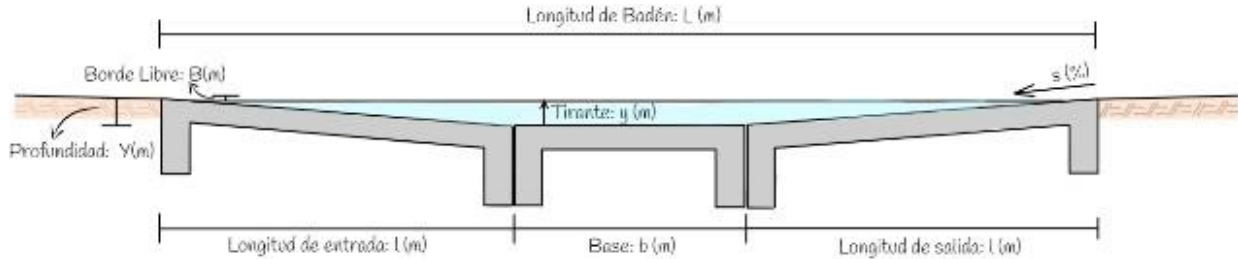
Estas estructuras superficiales, muy usadas en vías terciarias, generalmente construidas en concreto, permiten simultáneamente el paso del tránsito vehicular y de pequeñas quebradas o arroyos. Su diseño corresponde al de un canal asumiendo flujo uniforme (expresión de Manning), verificando que la lámina o nivel de agua no supere una altura de 30 cm para un caudal de diseño con periodo de retorno de 75 años. Su sección es generalmente triangular, pero en caso de que se requiera una mayor capacidad, la sección trapezoidal es recomendable.

Las estructuras tipo badén son soluciones efectivas cuando el nivel de la rasante de la carretera coincide con el nivel de fondo del cauce del curso natural que intercepta su alineamiento, porque permite dejar pasar flujo de sólidos esporádicamente que se presentan con mayor intensidad durante periodos lluviosos y donde no ha sido posible la proyección de una alcantarilla o puente.

Los materiales comúnmente usados en la construcción de badenes son la piedra y el concreto, pueden construirse badenes de piedra acomodada y concreto, que forman parte de la superficie de rodadura de la carretera y también con paños de losas de concreto armado. Los badenes con superficie de rodadura de paños de concreto se recomiendan en carreteras de primer orden, sin embargo, queda a criterio del especialista el tipo de material a usar para cada caso en particular, lo cual está directamente relacionado con el tipo de material que transporta el curso natural.

El diseño de badenes debe contemplar necesariamente la construcción de obras de protección contra la socavación y uñas de cimentación en la entrada y salida, así como también losas de aproximación en la entrada y salida del badén.

**Ilustración 3: Sección típica de badén trapezoidal**



Donde:

- s (%) : Pendiente longitudinal entrada/salida del badén (Recomendable 8% o menor)
- l (m) : Longitud de ingreso y salida transversal del badén
- b (m) : Base del baden (para badenes pequeños este valor tiende a ser cero)
- B (m) : Borde libre del badén (recomendable entre 0.03-0.05 m).
- y (m) : Tirante del flujo
- Y (m) : Profundidad del baden ( $Y = y + B$ )
- L (m) : Longitud total del baden (base + longitud de entrada y salida transversal)
- Z : Talud de longitud de entrada y salida
- St (%) : Pendiente transversal de badén (recomendable 3% o menor)

Las ecuaciones para el cálculo del caudal de diseño se muestran a continuación:

$$A = (b + z \cdot y) y$$

**Ecuación 2: Área de la sección Hidráulica**

$$P = b + 2(1 + z^2)^{0.5} y$$

**Ecuación 3: Perímetro mojado de la sección Hidráulica**

$$R = \frac{A}{P}$$

**Ecuación 4: Radio Hidráulico de la sección Hidráulica**

$$V = S_t^{0.5} \cdot n^{-1} \cdot R^{\frac{2}{3}}$$

**Ecuación 5: Ecuación de Manning para el cálculo de velocidad**

$$Q = V \cdot A$$

**Ecuación 6: Ecuación de Continuidad**

## **CONSIDERACIONES DE DISEÑO:**

### **Material sólido de arrastre:**

El material de arrastre es un factor importante en el diseño del badén, recomendándose que no sobrepase el perímetro mojado contemplado y no afecte los lados adyacentes de la carretera. Debido a que el material sólido de arrastre constituido por lodo, palizada u otros objetos flotantes, no es posible cuantificarlo, se debe recurrir a la experiencia del especialista, a la recopilación de antecedentes y al estudio integral de la cuenca, para lograr un diseño adecuado y eficaz.

### **Protección contra la socavación:**

Es importante que el badén proyectado cuente con obras de protección contra la socavación, a fin de evitar su colapso. Según se requiera, la protección debe realizarse tanto aguas arriba como aguas abajo de la estructura, mediante la colocación de enrocados, gaviones, pantallas de concreto u otro tipo de protección contra la socavación, en función al tipo de material que transporta el curso natural. Asimismo, si el estudio lo amerita, con la finalidad de reducir la energía hidráulica del flujo a la entrada y salida del badén, se recomienda construir disipadores de energía, siempre y cuando estas estructuras no constituyan riesgos de represamientos u obstrucciones.

El diseño del badén también deberá contemplar uñas de cimentación tanto a la entrada como a la salida de la estructura, dichas uñas deberán desplantarse preferentemente sobre material resistente a procesos erosivos.

### **Pendiente longitudinal del badén:**

El diseño hidráulico del badén debe adoptar pendientes longitudinales de ingreso y salida de la estructura de tal manera que el paso de vehículos a través de él, sea de manera confortable y no implique dificultades para los conductores y daño a los vehículos. **Pendiente transversal del badén:**

Con la finalidad de reducir el riesgo de obstrucción del badén con el material de arrastre que transporta curso natural, se recomienda dotar al badén de una pendiente transversal que permita una adecuada evacuación del flujo.

Se recomienda pendientes transversales para el badén entre 2 y 3%.

### **Borde libre**

El diseño hidráulico del badén también debe contemplar mantener un borde libre mínimo entre el nivel del flujo máximo esperado y el nivel de la superficie de rodadura, a fin de evitar probables desbordes que afecten los lados adyacentes de la plataforma vial. Generalmente, el borde libre se asume igual a la altura de agua entre el nivel de flujo máximo esperado y el nivel de la línea de energía, sin embargo, se recomienda adoptar valores entre 0.03 y 0.05 m.

Teniendo en cuenta el confort del vehículo al momento de pasar el badén, se presenta los diseños con una dimensión mínima de 6 metros.

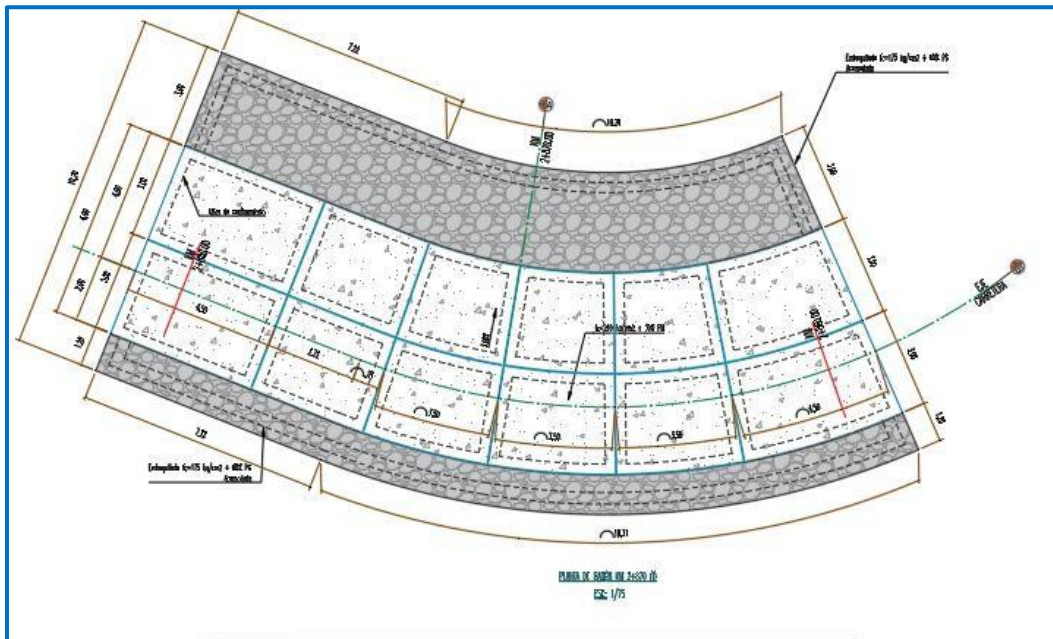
A continuación, se detalla el diseño hidráulico de badenes:

**Tabla 5: Dimensiones geométricas de badenes proyectados**

N°	Tipo	Ubicación	Long Ing/Salida	Base del Badén (b)	Long. Total	Ancho	Qaporte	30% en épocas extraordinarias	Pendiente Longitudinal (%)	Pendiente Transversal (%)	Profundidad (Y)	Borde Libre(B)	Tirante de Flujo (y)	(Z)	(Z) asumido	S% Longitudinal recalculada	Area (A)	Perimetro (P)	Radio Hidraulico (R <sub>h</sub> )	Coefficiente de Manning del concreto	Q diseño	Chequeo
1	RECTO	0+180	2.00	2.00	6.00	6.00	0.150	0.195	8.0%	3.00	0.3	0.05	0.25	6.67	6.67	22.22	0.92	6.04	0.15	0.013	3.46	CONFORME
2	RECTO	0+340	3.50	1.00	8.00	6.00	0.109	0.142	8.0%	3.00	0.3	0.05	0.25	11.67	11.67	38.89	0.98	8.03	0.12	0.013	3.17	CONFORME
3	CURVO	0+460	3.50	1.00	8.00	6.00	0.193	0.251	8.0%	3.00	0.3	0.05	0.25	11.67	11.67	38.89	0.98	8.03	0.12	0.013	3.17	CONFORME
4	CURVO	1+960	3.50	3.00	10.00	6.00	3.161	4.110	8.0%	3.00	0.3	0.05	0.25	11.67	11.67	38.89	1.48	10.03	0.15	0.013	5.56	CONFORME
5	CURVO	2+090	3.50	3.00	10.00	6.00	0.133	0.173	8.0%	3.00	0.3	0.05	0.25	11.67	11.67	38.89	1.48	10.03	0.15	0.013	5.56	CONFORME
6	CURVO	3+565	3.50	1.00	8.00	6.00	0.650	0.845	8.0%	3.00	0.3	0.05	0.25	11.67	11.67	38.89	0.98	8.03	0.12	0.013	3.17	CONFORME
7	CURVO	4+210	3.50	3.00	10.00	6.00	1.285	1.671	8.0%	3.00	0.3	0.05	0.25	11.67	11.67	38.89	1.48	10.03	0.15	0.013	5.56	CONFORME
8	RECTO	4+285	3.50	1.00	8.00	6.00	0.160	0.208	8.0%	3.00	0.3	0.05	0.25	11.67	11.67	38.89	0.98	8.03	0.12	0.013	3.17	CONFORME

Las longitudes de ingreso y salida del flujo en los badenes curvos son recomendables, siempre y cuando se cumpla que la dimensión principal en el plano sea la longitud calculada del badén (Long. Total). Los anchos de emboquillados inicial y final también son recomendables, dependen de la topografía y serán definidos a criterio del diseñador estructural.

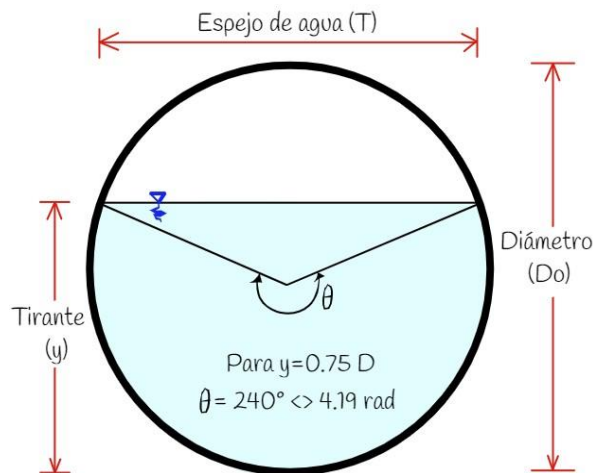
**Ilustración 4: Vista en planta de badén curvo**





Se calculará los caudales máximos que pueden pasar por las alcantarillas de diámetros comerciales (36"), teniendo en cuenta que una alcantarilla no puede trabajar a presión (sección hidráulica llena), por tal motivo para que la alcantarilla trabaje como un canal cerrado, se diseñará para un tirante igual a los 3/4 de su diámetro (borde libre de 25%).

**Ilustración 6: Secciones Típicas de alcantarilla circular parcialmente llena**



**CONSIDERACIONES DE DISEÑO**

- Q = Caudal en m<sup>3</sup>/s que se obtiene de la fórmula de Manning.
- D = Diámetro
- n = Rugosidad.
- S = Pendiente en m/m. (0.025)
- Y = Tirante normal en m. Considerando 25% de borde libre
- A = Área hidráulica en m<sup>2</sup> (Ecuación 33).
- T = Espejo de agua en m.
- P = Perímetro de la longitud de arco mojada.
- R = Radio hidráulico en m.

$$A = \frac{D^2}{8} (\theta - \sin \theta)$$

**Ecuación 7: Área de sección hidráulica circular parcialmente llena**

**CARACTERÍSTICAS TMC:**

- Tubería Alcantarillado NTP ISO 4435
- Serie 20, Rigidez a 20°C: 2 KN/m<sup>2</sup>
- Coefficiente de rugosidad tubería TMC (n): 0.023

En la siguiente tabla se muestra los caudales máximos que soportan las alcantarillas propuestas de diámetros comerciales.

**Tabla 6: Caudal máximo de alcantarillas TMC comerciales con  $s=0.025$**

DIÁM. (")	DIÁM. (m)	BORDE LIBRE	TIRANTE (m)	ÁNG. SEXAG	ÁNG. RADIAL	ÁREA (m <sup>2</sup> )	PERÍMETRO MOJADO	RADIO HIDRÁULICO	PENDIENTE	n DE MANNING	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)
36"	0.90	25%	0.675	240	4.1888	0.51	1.88	0.27	0.025	0.023	1.48
48"	1.20	25%	0.900	240	4.1888	0.91	2.51	0.36	0.025	0.023	3.18
64"	1.50	25%	1.125	240	4.1888	1.42	3.14	0.45	0.025	0.023	5.76
72"	1.80	25%	1.350	240	4.1888	2.05	3.77	0.54	0.025	0.023	9.37

### DISEÑO DE ALCANTARILLAS DE PASO (CABEZAL ALA - ALA)

Con los datos del cálculo hidrológico, se procede a dar los diámetros mínimos de alcantarillas de paso.

**Tabla 7: Diámetros mínimos para alcantarillas de paso – Todos los tramos**

PROG	Qaportante cuenca (m <sup>3</sup> /s)	DIÁMETRO MÍNIMO	Qsop (m <sup>3</sup> /s)	VERIFICACIÓN
1+370	0.14	36"	1.48	CUMPLE
1+440	0.18	36"	1.48	CUMPLE
1+610	0.09	36"	1.48	CUMPLE
2+660	0.44	36"	1.48	CUMPLE
3+230	0.05	36"	1.48	CUMPLE
5+060	0.14	36"	1.48	CUMPLE
6+190	0.18	36"	1.48	CUMPLE
6+500	0.14	36"	1.48	CUMPLE
8+320	1.31	36"	1.48	CUMPLE

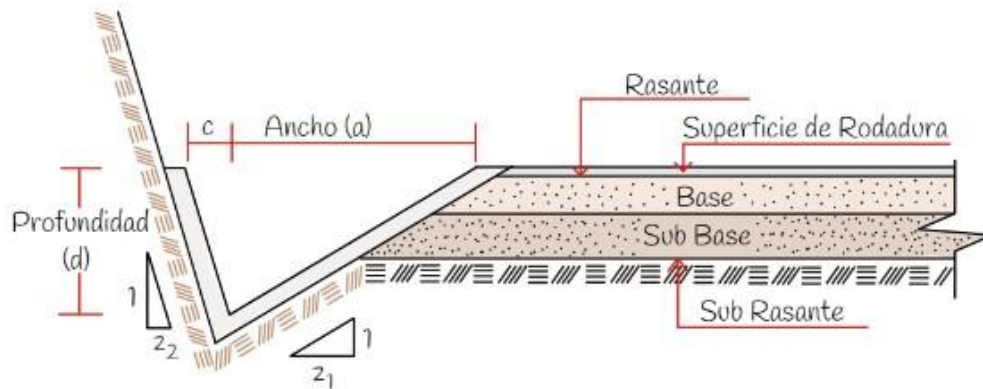
De la tabla anterior se observa que cumplen los diámetros propuestos con el diseño hidráulico ( $Q_{soporta\ la\ alcantarilla} > Q_{aporta\ la\ cuenca}$ ).

- **DRENAJE LONGITUDINAL: CUNETAS**

Con el objetivo de captar, conducir y evacuar adecuadamente el agua que fluye a lo largo de la superficie de la plataforma, tanto de la propia carretera como de lo aportado por los taludes superiores adyacentes, se realiza el cálculo y diseño hidráulico de cunetas.

Para el presente proyecto el tipo de cuneta propuesto es de sección triangular, donde las dimensiones serán calculadas de acuerdo a lo establecido en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, tomando en cuenta los datos recogidos en campo.

**Ilustración 7: Sección Típica de cuneta triangular**



En la ilustración 25, se observa la sección típica de una cuneta triangular, donde  $z_1$  y  $z_2$  corresponden a los taludes interior y exterior respectivamente.

**CONSIDERACIONES DE DISEÑO:**

**- TALUD INTERIOR:**

Depende por cuestiones de seguridad, de la velocidad y volumen de diseño de la carretera, Índice Medio Diario Anual IMDA (veh/día), según lo indicado en la siguiente tabla:

**Tabla 8: Inclinación máxima para el talud interior de una cuneta**

V.D. (km/hr)	I.M.D.A. (veh/día)		
	<750		>750
<70	1 : 02	(*)	1 : 03
	1 : 03		
>70	1 : 03		1 : 04

(\*) Solo para casos muy especiales

De acuerdo al diseño geométrico de la carretera, se tiene que el IMDA (veh/día) es de 51 y la velocidad de diseño es de 30 km/h, por lo cual se tiene un talud de 1:03, entonces:

$$z_1=3$$

**- TALUD EXTERIOR:**

Los tipos de inclinación considerados en los taludes de corte, los cuales fueron tomados del informe de geología y posteriormente homogenizado por tramos, se resumen en la siguiente tabla:



**Tabla 9: Taludes de corte para las progresivas del eje de la vía**

PROGRESIVA Km. - Km.	TALUD DE CORTE (H:V)	OBSERVACIONES
0+000 - 1+000	1 : 2	Terreno normal
1+000 - 2+000	1 : 2	Terreno normal
2+000 - 3+000	1 : 2	Terreno normal
3+000 - 4+000	1 : 2	Terreno normal
4+000 - 5+000	1 : 2	Terreno normal
5+000 - 6+000	1 : 2	Terreno normal
6+000 - 7+000	1 : 2	Terreno normal
7+000 - 8+000	1 : 2	Terreno normal
8+000 - 8+630	1 : 2	Terreno normal

De acuerdo a los taludes de corte (H:V), el talud predominante en más del 50% de la carretera es de 1:2 , por lo tanto se tiene:

Terreno normal: (H:V) = (1 : 2) , entonces  $z=0.5$

**- PENDIENTE LONGITUDINAL:**

De acuerdo al diseño geométrico se tiene las siguientes pendientes.

$$s_{\min}=0.5\% \quad ; \quad s_{\max}=12\%$$

**- DIMENSIONES MÍNIMAS PARA LA SECCIÓN TRIANGULAR:**

**Tabla 10: Dimensiones mínimas para cunetas triangulares**

REGIÓN	PROFUNDIDAD (D)	ANCHO (A)
	(M)	(M)
Seca (<400 mm/año)	0.2	0.5
Lluviosa (De 400 a <1600 mm/año)	0.3	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000 mm/año)	0.4	1.2
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30*	1.2

\* Sección Trapezoidal con un ancho mínimo de fondo de 0.30m

**Fuente: Tabla N°34 del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje)**

Para la obtención de la precipitación acumulada anual, se usaron las precipitaciones acumuladas en 24 horas (recogidos en dos lecturas realizadas a las 07 y 19 horas) de la Estación Convencional Tabaconas y debido a que la precipitación acumulada anual es un dato referencial para las dimensiones mínimas de cunetas, la información presentada en la siguiente tabla fue descargada directamente de la página del SNIRH-ANA ([www.snirh.ana.gob.pe](http://www.snirh.ana.gob.pe)).

**Tabla 12: Precipitación acumulada anual – Estación Tabaconas**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1985	59.29	56.29	54.6	76.59	140.99	71.14	41.2	49.8	38.39	42.39	81.5	157.69	869.87
1965	65	79	91	141.8	88.69	74.5	52	60.79	57.9	71.9	103.4	92.19	978.17
1966	123.9	49.5	109	132.39	115.8	39.4	44	23.45		98.6	67.69	126.9	930.63
1967	232.19	218.8	81.9	95.1	107.59	35.79	86.69	57.97	7	110.19	51.59	74.19	1159
1968	117.3	73.09	144.5	48.1	25.1	56.7	79.1	63.29	114.4	70.5	40.4	27.39	859.87
1969	69.19	131.39	58.29	159.19	60.29	75.19	24.39	86.19	78.8	87.29	138.8	230.89	1199.9
1970	142.3	135.5	117.3	84.39	132.3	59.29	50	40.79	98.89	94	105.3	142.1	1202.16
1971	144.16	128.06	198.38	91.02	115.16	133.09	25.81	112.39	87.33	216.07	60.68	104.68	1416.83
1972	117.04	110.98	145.42	139.06	63.01	91.39	61.9	26.76	92.6	11.71	52.1	59.98	971.95
1973	98.2	76.98	136.51	173.26	105.97	88.32	85.21	63.91	57.78	35.01	80.92	155.16	1157.23
1974	83.73	113.67	63.71	109.21	45.7	117.15	65.64	64.19	76.1	96.63	119.09	85.69	1040.51
1975	151.3	109.79	124.84	61.68	123.93	34.81	43.47		6.38	100.9	17.1	0.34	774.54
1976	160.37	85.33	175.9	42.87	90.36	63.12	70.42	110.2	43.17	23.33	40.19	41.02	946.28
1977	141.99	187.65	123.89	202.39	60.75	73.11	56.25	41.59	48.12	137.14	82.12	91.22	1246.22
1978	69.43	62.87	140.65	100.72	139.07	90.49	62.28	58.5	57.51	56.12	97.94	61.78	997.36
1979	73.33	66.35	169.21	157.43	36.15	23.68	68.53	56.97	74.71	35.46	11.44	50.57	823.83
1980	88.71	48.74	128.68	44.71	40.37	94.36	33.91	13.12	13.32	131.41	189.54	145.94	972.81
1981	58.12	159.87	64.74	107	64.45	89.28	44.49	85.78	26.38	120.73	32.91	176.91	1030.66
1982	90.89	62.42	89.99	164.3	121.59	41.2	28.6	48.77	41.5	92.5	77.3	132.67	991.73
1983	175.8	85.5	179.6	67.19	150.03	33	16.2	13.74	30.93	77.4	35.5	90.69	955.58
1984	63	233.39	134.53		101	130	76.5	76	38.59	100.19	70.39	114.59	1138.18
1986	124.69	42.19	73	124.19	44.79	13.69	51.7	51.52	74.8	71.69	103.69	256.89	1032.84
1987	91.3	119.3	75.46	133.8	89.38				52.39	94.5	15.3	112	783.43
1988	187.8	102	45.4	109.09	116.19	13.5	37.29	32.7	44.79	102.59	158.03	110.05	1059.43
1992	58.2	97.69	88.09	89.8	55.2	77.09	59.7	52.59	90.19	123.8			792.35
1993	109.3	119.4	212.69	85.19	83.19	73.3	38.9	94	74.06	94.6	48.79	244.5	1277.92
1994	100.59		189.19	198.1	106.59	43.2	61.9	20.1	65.3	25.11	81.72	90.9	982.7
1995	37	41.5	101.59	113.3	108.59	28.5	61.29	10.39	27.6	47	114.5	116	807.26
1996	112.8	108.5	122.8	70.6	51.5	36	31.1	30.89	27.2	58.34	68.5	51.7	769.93
1998	83.09	108	154.8	231.1	65	47.5	41.59	18.39	21.1	148.89	72.5	40.29	1032.25
1999	119.9	70.59	75.99	106.9	181.3	66.69	30.79	28	79.99	32.29	28.24	153.19	973.87
2000	56.29	112.8	184	138.6	41.79	129.5	46.7	32	103.8	16.7	40.9	123.8	1026.88
2001	151.5	36.69	108.59	119.3	56.09	98.3	106.3	28.89	50.79	53.79	133	113	1056.24
2002	84.09	124.09	113.19	151.5	94	16	65.59	19.6	16.1	93.9	117.8	108.3	1004.16
2003	91.3	82.8	104.3	118.4	104.59	101.09	42.79	23.29	36.9	45.5	76.69	58.4	886.05
2004	46.7	32.79	122.69	87.09	65.5	52.29	37.79	8.3	40.4	132.69	127.19	154.5	907.93
2005	83.69	178.69	202.6	148.19	72	60.4	19.2	5.5	60.29	56.2	81.39	164.6	1132.75
2006	162.6	151.19	231.19	121.09	60.29	78.5	39.79	45.4	22.13	92.1	99.09	184.69	1288.06
2007	134.19	85.69	144.1	120.09	95.8	119.3	58.29	61.79		146.8	279	112.8	1357.85
2008	83.9	248.69	115.09	118.4	87.89	54	64	69.59	31	111.5	129.89	30	1143.95
2009	154.69	110.4	159.1	158.69	69.19	61.03	100	48.2	72.59	49.7	114.2	150.3	1248.09
2010	107.8	155.3	127.9	124	96.5	88.44	17.6	21.7	42.5	44.29	76.09	116.4	1018.52
2011	77.69	153.19	144.1	128.58	74.09	107.79	125.8	39.5	107.58	130	74.49	161.39	1324.2
2012	175.1	163.69	122.13	56.4	128.3	86.89	82.8	41.95	45	163.8	178.75	201.19	1446
2013	136.6	120.4	121.5	80.3	195.1	88.9	76.8	54.79	67.19	116.3	18.39	173.39	1249.66

De la tabla anterior, se tiene que la precipitación acumulada anual promedio (p.a.a.p.) para un registro de 29 años en el período de 1985 al 2013 (Sin datos 1989, 1990, 1991) es de 1050.35 mm/año.

Por lo tanto, según la Tabla 11, las dimensiones mínimas de la cuneta triangular son:

$$\text{Profundidad (d)} = 0.30\text{m}$$

$$\text{Ancho (a)} = 0.75\text{m}$$

#### **- CAUDAL APORTANTE:**

El caudal de diseño se ha obtenido a partir del método racional con un período de retorno de 30 años, para las franjas de ladera comprendidas entre 100 y 250m, con pendientes entre 5 y 50% que son las condiciones presentes en la zona de estudio.

Del diseño hidrológico (Tabla 4), se tiene que el máximo caudal aportante de las cunetas es de 0.17 m<sup>3</sup>/s.

#### **- COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING:**

De acuerdo al Manual de hidrología, hidráulica y drenaje se tienen los siguientes coeficientes de rugosidad para los revestimientos de la cuneta:

$$\text{Tierra suelta: } n=0.025$$

$$\text{Roca suelta: } n=0.035$$

$$\text{Concreto: } n=0.013$$

#### **DISEÑO HIDRÁULICO DE CUNETAS**

Dentro del diseño hidráulico de las cunetas, para el cálculo de caudal que soportan se usará la fórmula de Manning aplicable para canales abiertos, teniendo los siguientes parámetros:

Tirante: es la profundidad de la cuneta = 0.3 m

$$A = 0.5 y^2 \cdot (z_1 + z_2)$$

**Ecuación 8: Área de la sección hidráulica de la cuneta**

$$P = y \cdot \left( (1 + z_1^2)^{0.5} + (1 + z_2^2)^{0.5} \right)$$

**Ecuación 9: Perímetro mojado de la cuneta**

$$Q = A^{\frac{5}{3}} \cdot s^{\frac{1}{2}} \cdot P^{-\frac{2}{3}} \cdot n^{-1}$$

**Ecuación 10: Caudal admisible por la cuneta**

Y para la verificación de velocidad máximas admisibles, se realizará mediante la ecuación de continuidad y tabla de velocidades admisibles para distintas superficies del manual de hidrología, hidráulica y drenaje:

Tabla 13: Velocidad admisible para varios tipos de superficie

TIPO DE SUPERFICIE	VELOCIDAD LÍMITE ADMISIBLE (m/s)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 - 0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60 - 0.90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60 - 1.20
Arcilla grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20 - 1.50
Hierba	1.20 - 1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40 - 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 - 4.50
Concreto	4.50 - 6.00

**- CUNETAS EN TERRENO NORMAL CON TALUD EXTERIOR (H : V) = (1 : 2)**

En terreno normal, consideramos los siguientes parámetros:

Talud Externo :  $z_2=0.5$   
 Talud interno :  $z_1 = 2.5$   
 Coeficiente de Manning :  $n=0.027$   
 Pendiente más crítica :  $12\%$   
 Velocidad límite admisible :  $V_{max}=0.9 \text{ m/s}$

Por lo cual, de las ecuaciones 8, 9 y 10 se tiene:

Área de la sección hidráulica :  $A=0.135 \text{ m}^2$   
 Perímetro mojado :  $P=1.143 \text{ m}$   
 Caudal :  $Q=0.421 \text{ m}^3/\text{s}$

Luego, el caudal que soporta la cuneta (0.421 m<sup>3</sup>/s) es mayor al caudal aportante por la cuenca (0.17 m<sup>3</sup>/s), entonces CUMPLE el diseño.

La máxima velocidad admisible en cunetas sin revestimiento es de 0.9 m/s, de la ecuación de continuidad ( $V=Q/A$ ) se tiene:

$$V = 3.12 > 0.90 \text{ m/s} \dots \text{NO CUMPLE}$$

Al tener velocidades altas y evitar la erosión y desgaste prematuro de las cunetas se procederá a revestirlas, verificamos la pendiente mínima que requiere revestimiento con:

$$s_{min} := \left( V_{max} \cdot n \cdot P^{\frac{2}{3}} \cdot A^{\frac{-2}{3}} \right)^2 = 0.006$$

Para pendientes longitudinales mayores a 0.5% se recomienda revestir la cuneta con concreto ( $n=0.013$ ), por lo cual se tiene el siguiente nuevo caudal:

$$Q = 0.875 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caudal soportado (0.875 m<sup>3</sup>/s) > Caudal aportante (0.17 m<sup>3</sup>/s), por lo tanto, CUMPLE con el diseño.

## A. RESÚMEN DE OBRAS DE ARTE PROYECTADAS

A continuación, se muestra una tabla resumen de todas las obras de arte proyectadas para el camino vecinal:

Tabla 14: Obras de arte proyectadas

No.	PROG.	ESTRUCTURA	MATERIAL	TIPO	FUENTE DE AGUA	COORDENADAS UTM	
						ESTE	NORTE
1	0+180	BADEN	CONCRETO	RECTO	QUEBRADA	689935.715	9412184.33
2	0+340	BADEN	CONCRETO	RECTO	QUEBRADA	689822.573	9412292.07
3	0+460	BADEN	CONCRETO	CURVO	QUEBRADA	689771.216	9412400.19
4	1+370	ALCANT.	TMC ø 36"	ALA-ALA	QUEBRADA	689543.614	9413089.51
5	1+440	ALCANT.	TMC ø 36"	ALA-ALA	QUEBRADA	689501.173	9413138.06
6	1+610	ALCANT.	TMC ø 36"	ALA-ALA	QUEBRADA	689427.322	9413230.74
7	1+960	BADEN	CONCRETO	CURVO	QUEBRADA	689432.8	9413511.56
8	2+090	BADEN	CONCRETO	CURVO	QUEBRADA	689311.192	9413492.13
9	2+660	ALCANT.	TMC ø 36"	ALA-ALA	QUEBRADA	688937.824	9413376.96
10	3+230	ALCANT.	TMC ø 36"	ALA-ALA	QUEBRADA	689120.756	9412949.33
11	3+565	BADEN	CONCRETO	CURVO	QUEBRADA	688936.395	9412711.32
12	4+210	BADEN	CONCRETO	CURVO	QUEBRADA	688887.715	9412258.71
13	4+285	BADEN	CONCRETO	RECTO	QUEBRADA	688953.05	9412222.76
14	5+060	ALCANT.	TMC ø 36"	ALA-ALA	QUEBRADA	689327.66	9411689.59
15	6+190	ALCANT.	TMC ø 36"	ALA-ALA	QUEBRADA	688602.219	9411304.6
16	6+500	ALCANT.	TMC ø 36"	ALA-ALA	QUEBRADA	688364.245	9411146.29
17	8+320	ALCANT.	TMC ø 36"	ALA-ALA	QUEBRADA	687590.996	9410342.54

RESUMEN		
ESTRUCTURA	DIMENSION	CANTIDAD
ALCANTARILLA	TMC ø 36"	9
BADEN	6m RECTO	1
BADEN	8m RECTO	2
BADEN	8m CURVO	2
BADEN	10m CURVO	3
TOTAL		17

## VIII. CONCLUSIONES

1. Del diseño hidráulico, se tiene los siguientes resultados:

### BADENES:

N°	Tipo	Ubicación	Long Ing/Salida	Base del Badén (b)	Long. Total	Ancho	Qaporte	30% en épocas extraordinarias	Pendiente Longitudinal (%)	Pendiente Transversal (%)	Profundidad (Y)	Borde Libre(B)	Tirante de Flujo (y)	(Z)	(Z) asumido	S% Longitudinal recalculada	Area (A)	Perimetro (P)	Radio Hidraulico (R <sub>h</sub> )	Coefficiente de Manning del concreto	Q diseño	Chequeo
1	RECTO	0+180	2.00	2.00	6.00	6.00	0.150	0.195	8.0%	3.00	0.3	0.05	0.25	6.67	6.67	22.22	0.92	6.04	0.15	0.013	3.46	CONFORME
2	RECTO	0+340	3.50	1.00	8.00	6.00	0.109	0.142	8.0%	3.00	0.3	0.05	0.25	11.67	11.67	38.89	0.98	8.03	0.12	0.013	3.17	CONFORME
3	CURVO	0+460	3.50	1.00	8.00	6.00	0.193	0.251	8.0%	3.00	0.3	0.05	0.25	11.67	11.67	38.89	0.98	8.03	0.12	0.013	3.17	CONFORME
4	CURVO	1+960	3.50	3.00	10.00	6.00	3.161	4.110	8.0%	3.00	0.3	0.05	0.25	11.67	11.67	38.89	1.48	10.03	0.15	0.013	5.56	CONFORME
5	CURVO	2+090	3.50	3.00	10.00	6.00	0.133	0.173	8.0%	3.00	0.3	0.05	0.25	11.67	11.67	38.89	1.48	10.03	0.15	0.013	5.56	CONFORME
6	CURVO	3+565	3.50	1.00	8.00	6.00	0.650	0.845	8.0%	3.00	0.3	0.05	0.25	11.67	11.67	38.89	0.98	8.03	0.12	0.013	3.17	CONFORME
7	CURVO	4+210	3.50	3.00	10.00	6.00	1.285	1.671	8.0%	3.00	0.3	0.05	0.25	11.67	11.67	38.89	1.48	10.03	0.15	0.013	5.56	CONFORME
8	RECTO	4+285	3.50	1.00	8.00	6.00	0.160	0.208	8.0%	3.00	0.3	0.05	0.25	11.67	11.67	38.89	0.98	8.03	0.12	0.013	3.17	CONFORME

N°	Tipo	Progresiva	Geometría	Ancho (m)	Largo (m)	b(m)	L1 (m)	L2(m)	EMBOQUILLADO		DISIPADOR DE ENERGÍA HIDRÁULICA			
									Superior (m)	Inferior (m)	TIPO	PROFUNDIDA	PASO	CONTRAPASO
1	I	0+180	RECTO	6.00	6.00	2.00	2	2	5.00	5.00	No requiere	-	-	-
2	I	0+340	RECTO	6.00	8.00	1.00	3.5	3.5	5.00	5.00	No requiere	-	-	-
3	I	0+460	CURVO	6.00	8.00	1.00	3.5	3.5	5.00	5.00	No requiere	-	-	-
4	I	1+960	CURVO	6.00	10.00	3.00	3.5	3.5	5.00	3.00	Escalonado	1.8	0.60m	0.6
5	I	2+090	CURVO	6.00	10.00	3.00	3.5	3.5	5.00	5.00	No requiere	-	-	-
6	I	3+565	CURVO	6.00	8.00	1.00	3.5	3.5	5.00	5.00	No requiere	-	-	-
7	I	4+210	CURVO	6.00	10.00	3.00	3.5	3.5	5.00	5.00	No requiere	-	-	-
8	I	4+285	RECTO	6.00	8.00	1.00	3.5	3.5	5.00	5.00	No requiere	-	-	-

Donde las longitudes de ingreso y salida transversal y anchos de emboquillado son recomendables, las longitudes finales de estos parámetros serán definidos por el diseñador estructural.

### ALCANTARILLAS DE PASO (CABEZAL ALA - ALA):

PROG	Qaporte cuenca (m3/s)	DIÁMETRO MÍNIMO	Qsop (m3/s)	VERIFICACIÓN
1+370	0.14	36"	1.48	CUMPLE
1+440	0.18	36"	1.48	CUMPLE
1+610	0.09	36"	1.48	CUMPLE
2+660	0.44	36"	1.48	CUMPLE
3+230	0.05	36"	1.48	CUMPLE
5+060	0.14	36"	1.48	CUMPLE
6+190	0.18	36"	1.48	CUMPLE
6+500	0.14	36"	1.48	CUMPLE
8+320	1.31	36"	1.48	CUMPLE

**CUNETAS:**

La sección de la cuneta propuesta es de 0.75 x 0.30 m con capacidades máximas de 0.421 m<sup>3</sup>/s en terreno normal, siendo esta última mayor al caudal aportante máximo calculado  $Q_a=0.17$  m<sup>3</sup>/s.

Para terreno normal (con talud exterior igual a 0.5), a partir de una pendiente longitudinal de 0.5% la velocidad del flujo es mayor que la velocidad máxima admisible ( $>0.90$  m/s), por lo cual para evitar la erosión y el desgaste prematuro de las cunetas se recomienda revestirlas con concreto.

**IX. RECOMENDACIONES**

1. Hacer el mantenimiento periódico de las alcantarillas y badenes.
2. Realizar el mantenimiento periódico de las cunetas.
3. En tiempos de estiaje, realizar la limpieza y descolmatación de los ríos aguas arriba y debajo del puente con el fin de no alterar el buen funcionamiento de la vía en los puntos de cruce puente - carretera.

Anexo 9. Diseño geométrico.

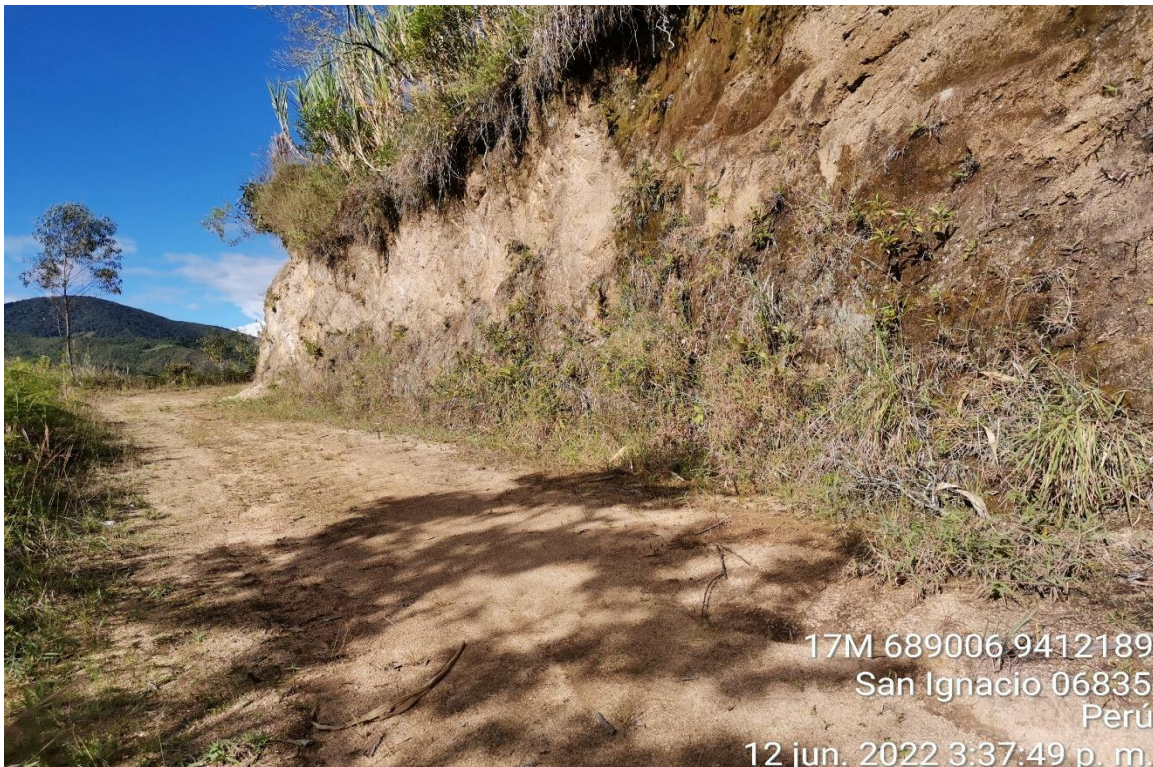


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño integral de la infraestructura vial para mejorar la  
transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas –  
Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.

**DISEÑO GEOMÉTRICO**



TABACONAS – PERÚ

2022.



# DISEÑO GEOMÉTRICO

## I. NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO

La norma de diseño aplicable para el diseño geométrico es la correspondiente al Manual de Carreteras Diseño Geométrico (DG -2018) que forma parte de los Manuales de Carreteras establecidos por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado por D.S N°034-2008-MTC.

El Manual de Carreteras "Diseño Geométrico (DG-2018) es la actualización del manual de Diseño Geométrico (DG--2014), aprobado por R.D. N° 028-2014-MTC/14.

## II. ZONA DEL PROYECTO

La tesis "**DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA, 2022**", presenta la siguiente longitud y coordenadas de inicio – fin:

**Tabla N° 01**  
**Longitud de los tramos de estudio**

Tramo	Longitud	COORDENADAS INICIO	COORDENADAS FINAL
Tabaconas-Huascaray	L= 8+630 Km	690091.155E, 9412100.898N	687528.534E, 9410121.339N

Fuente: Elaboración propia

## III. CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS

### 3.1. Clasificación por Demanda

De acuerdo a la demanda, el tramo del área del proyecto presenta un índice Medio Diario Anual (IMDA) menor a 200 veh/día tal como se indica en la Tabla N°02. Asimismo, según la evaluación en trabajos de campo, esta vía transitable no alcanza las características geométricas de una carretera. Por lo que son clasificados como **TROCHA CARROZABLE**.

**Tabla N° 02**  
**IMDA Identificado en la vía**

Estación	Nombre	Índice Medio Diario Anual
E-01	Tabaconas	IMDA= 48 veh/día

Fuente: Elaboración propia

### 3.2. Clasificación por Orografía

El tramo de la zona del proyecto presenta pendientes transversales al eje de la vía con rangos entre 11% - 50%, 51% - 100% y más de 100%. Asimismo, sus pendientes longitudinales se encuentran en los rangos de 3% - 6%, 6% - 8% y superiores a 8%, por lo que la zona presenta una orografía variable (terreno plano, ondulado, accidentado y escarpado). Sin embargo, para el

análisis del diseño geométrico se consideró la orografía más crítica en cuanto a pendientes, es decir, **TERRENO ESCARPADO**.

**Tabla N° 03**  
**Clasificación por Orografía**

<b>-Clasificación por orografía</b>	<b>TIPOS 2, 3 Y 4</b>		
<b>Progresiva</b>	<b>Pendiente transversal al eje</b>	<b>Orografía</b>	<b>Tipo</b>
Km 0+000 - Km 1+000	18% - 80%	ONDULADO	TIPO 2
		ACCIDENTADO	TIPO 3
Km 1+000 - Km 2+000	30% - 89%	ONDULADO	TIPO 2
		ACCIDENTADO	TIPO 3
Km 2+000 - Km 3+000	12%-91%	ONDULADO	TIPO 2
		ACCIDENTADO	TIPO 3
Km 3+000 - Km 4+000	42% -90%	ONDULADO	TIPO 2
		ACCIDENTADO	TIPO 3
Km 4+000 - Km 5+000	34% - 130%	ONDULADO	TIPO 2
		ACCIDENTADO	TIPO 3
		ESCARPADO	TIPO 4
Km 5+000 - Km 6+000	49%-134%	ONDULADO	TIPO 2
		ACCIDENTADO	TIPO 3
		ESCARPADO	TIPO 4
Km 6+000 - Km 7+000	32% - 118%	ONDULADO	TIPO 2
		ACCIDENTADO	TIPO 3
		ESCARPADO	TIPO 4
Km 7+000 - Km 8+000	46% -90%	ONDULADO	TIPO 2
		ACCIDENTADO	TIPO 3
Km 8+000 - Km 8+630	15% - 153%	ONDULADO	TIPO 2
		ACCIDENTADO	TIPO 3
		ESCARPADO	TIPO 4

**Fuente:** Elaboración propia

#### **IV. VEHÍCULOS DE DISEÑO**

Las características físicas y la proporción de vehículos de distintos tamaños que circulan por las carreteras, son elementos clave en su definición geométrica. Por ello, se hace necesario examinar todos los tipos de vehículos, establecer grupos y seleccionar el tamaño representativo dentro de cada grupo para su uso en el proyecto. Estos vehículos seleccionados, con peso representativo, dimensiones y características de operación, utilizados para establecer los criterios de los proyectos de las carreteras, son conocidos como vehículos de diseño.

Al seleccionar el vehículo de diseño hay que tomar en cuenta la composición del tráfico que utiliza o utilizará la vía. Normalmente, hay una participación suficiente de vehículos pesados para condicionar las características del proyecto de carretera. Por consiguiente, el vehículo de diseño normal será el vehículo comercial rígido (camiones y/o buses).

Las características de los vehículos tipo indicados, definen los distintos aspectos del dimensionamiento geométrico y estructural de una carretera. Así, por ejemplo:

- El ancho del vehículo adoptados incide en los anchos del carril, calzada, bermas y sobreebanco de la sección transversal, el radio mínimo de giro, intersecciones y gálibo.
- La distancia entre los ejes influye en el ancho y los radios mínimos internos y externos de los carriles.
- La relación de peso bruto total/potencia, guarda relación con el valor de las pendientes admisibles.

#### **4.1. Dimensiones Vehículo Ligero**

De acuerdo al Reglamento Nacional de Vehículos, se consideran como vehículos ligeros aquellos correspondientes a las categorías L (vehículos automotores con menos de cuatro ruedas) y M1 (vehículos automotores de cuatro ruedas diseñados para el transporte de pasajeros con ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor)

Las dimensiones Máximas de los Vehículos a emplear en el diseño geométrico serán las establecidas en el Reglamento de Pesos y Dimensión vehicular para la circulación Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018).

#### **4.2. Dimensiones Vehículo Pesado**

De acuerdo al Reglamento Nacional de Vehículos, se consideran como vehículos pesados, los pertenecientes a las categorías M (vehículos automotores de cuatro ruedas diseñados para el transporte de pasajeros, excepto la M1), N (vehículos automotores de cuatro ruedas o más, diseñados y contruidos para el transporte de mercancías), O (remolques y semirremolques) y S (combinaciones especiales de los M, N y O)

**Tabla N° 04**

**Datos básicos de los vehículos de tipo m utilizados para el dimensionamiento de carreteras según reglamento nacional de vehículos (d.s. n° 058-2003-mtc o el que se encuentre vigente)**

Tipo de vehículo	Alto	Ancho	Vuelo	Ancho	Largo	Vuelo	Separación	Vuelo	Radio mín.
	total	Total	lateral	ejes	total	delantero	ejes	trasero	rueda exterior
Vehículo ligero (VL)	1,30	2,10	0,15	1,80	5,80	0,90	3,40	1,50	7,30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4,10	2,60	0,00	2,60	13,20	2,30	8,25	2,65	12,80
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	4,10	2,60	0,00	2,60	14,00	2,40	7,55	4,05	13,70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4,10	2,60	0,00	2,60	15,00	3,20	7,75	4,05	13,70
Ómnibus articulado (BA-1)	4,10	2,60	0,00	2,60	18,30	2,60	6,70 / 1,90 / 4,00	3,10	12,80
Semirremolque simple (T2S1)	4,10	2,60	0,00	2,60	20,50	1,20	6,00 / 12,50	0,80	13,70
Remolque simple (C2R1)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	10,30 / 0,80 / 2,15 / 7,75	0,80	12,80
Semirremolque doble (T3S2S2)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	5,40 / 6,80 / 1,40 / 6,80	1,40	13,70
Semirremolque remolque (T3S2S1S2)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	5,45 / 5,70 / 1,40 / 2,15 / 5,70	1,40	13,70
Semirremolque simple (T3S3)	4,10	2,60	0,00	2,60	20,50	1,20	5,40 / 11,90	2,00	1

Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

#### 4.3. Giro Mínimo Vehículos Tipo

El espacio mínimo absoluto para ejecutar un giro de 180° en el sentido del movimiento de las agujas del reloj, queda definido por la trayectoria que sigue la rueda delantera izquierda del vehículo (trayectoria exterior) y por la rueda trasera derecha (trayectoria interior). Además de la trayectoria exterior, debe considerarse el espacio libre requerido por la sección en volado que existe entre el primer eje y el parachoques, o elemento más sobresaliente.

La trayectoria exterior queda determinada por el radio de giro mínimo propio del vehículo y es una característica de fabricación.

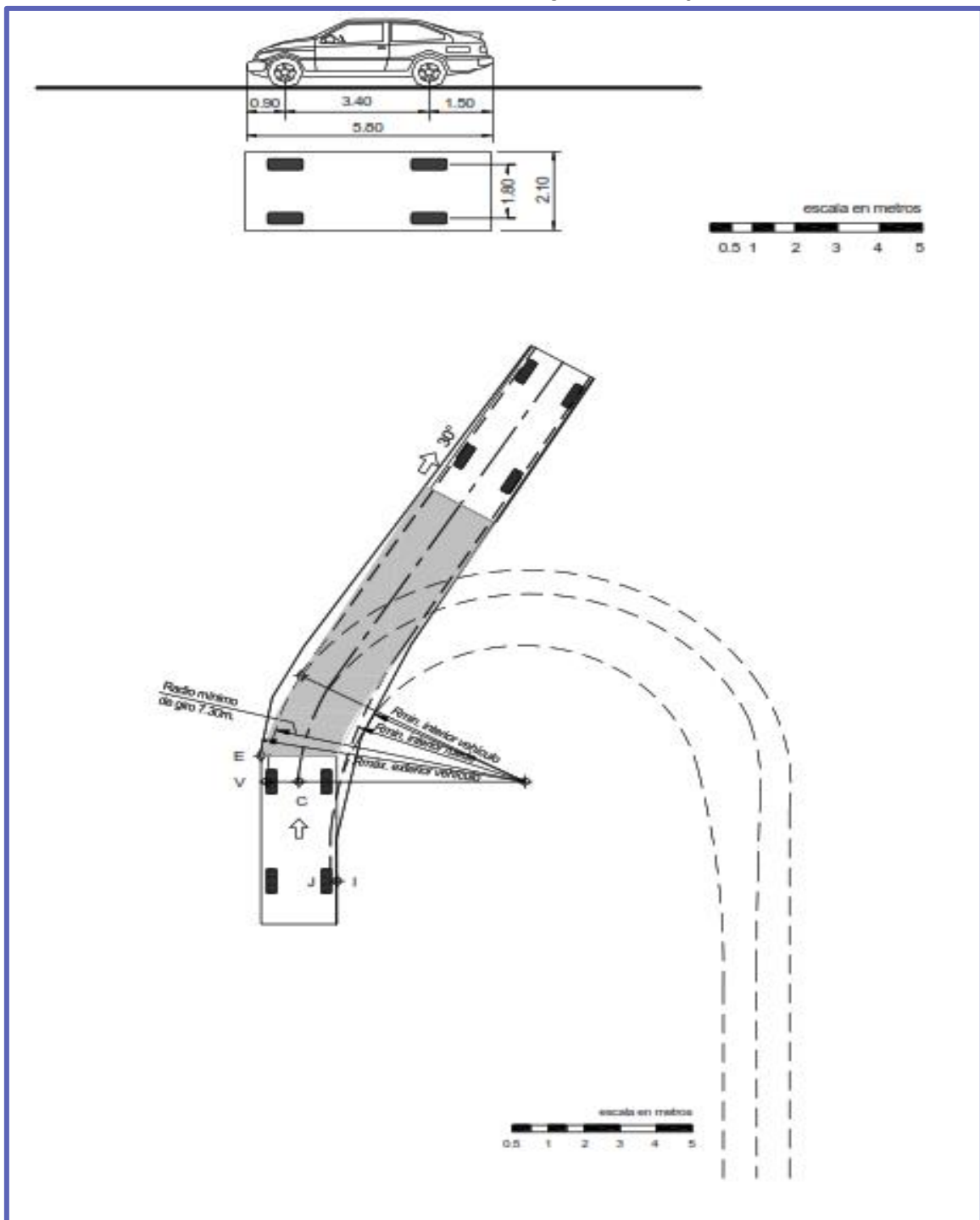
La trayectoria interior depende de la trayectoria exterior, del ancho del vehículo, de la distancia entre el primer y último eje y de la circunstancia que estos ejes pertenecen a un camión del tipo unidad rígida o semirremolque articulado.

**Tabla N° 05**  
**Vehículo ligero (VL) Radios máximos/mínimos y ángulos**

<b>Ángulo trayectoria</b>	<b>Rmáx exterior vehículo (E)</b>	<b>Rmín interior vehículo (I)</b>	<b>Rmín Interior Rueda (J)</b>	<b>Ángulo máximo dirección</b>
<b>30°</b>	7,76 m	5,14 m	5,28 m	17,8°
<b>60°</b>	7,84 m	4,73 m	4,88 m	24,2°
<b>90°</b>	7,87 m	4,59 m	4,74 m	26,4°
<b>120°</b>	7,88 m	4,54 m	4,69 m	27,3°
<b>150°</b>	7,88 m	4,52 m	4,67 m	27,6°
<b>180°</b>	7,88 m	4,51 m	4,66 m	27,7°

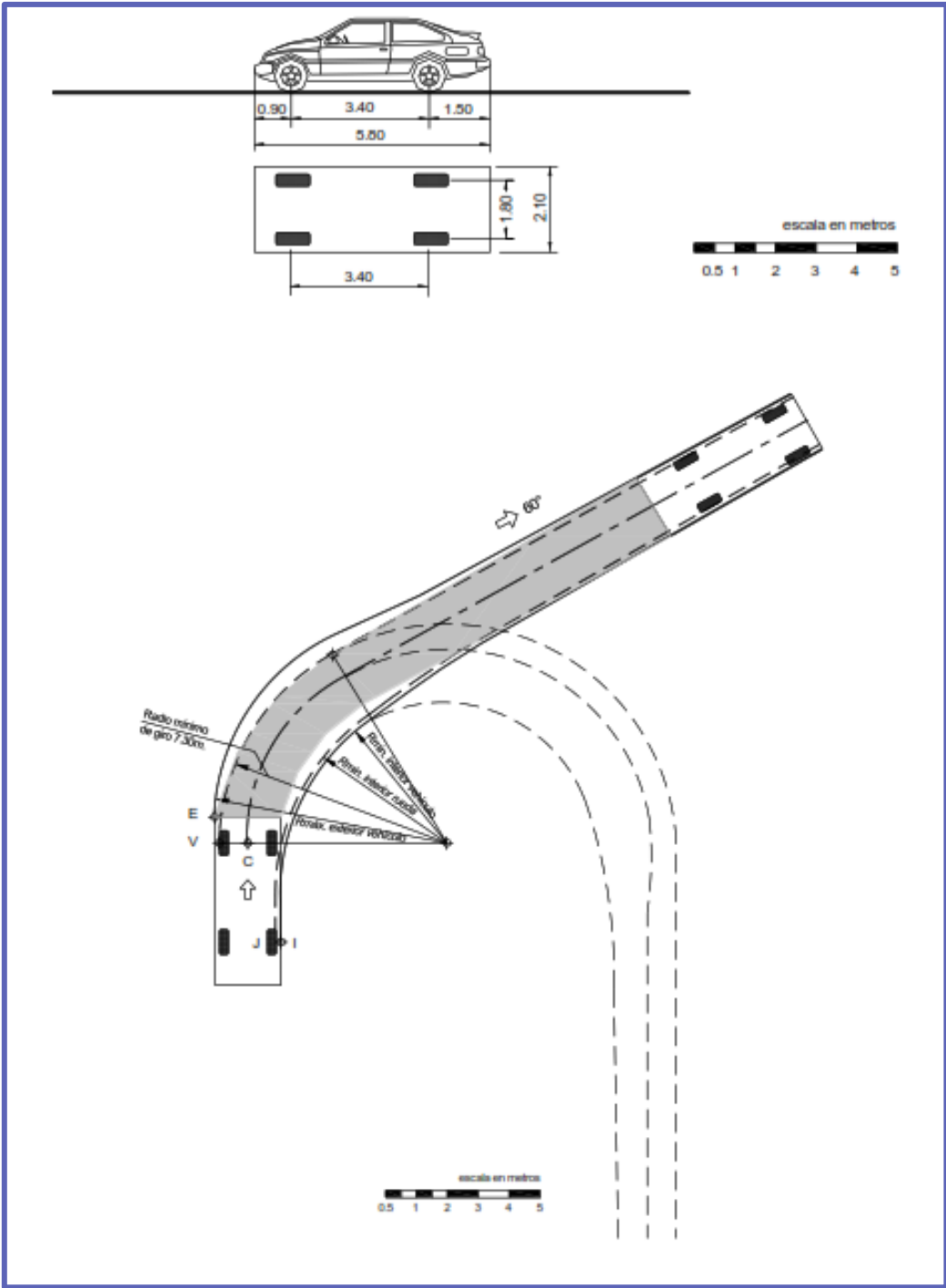
Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

Figura N° 01  
Giro mínimo para vehículos ligeros (VL) Trayectoria 30°



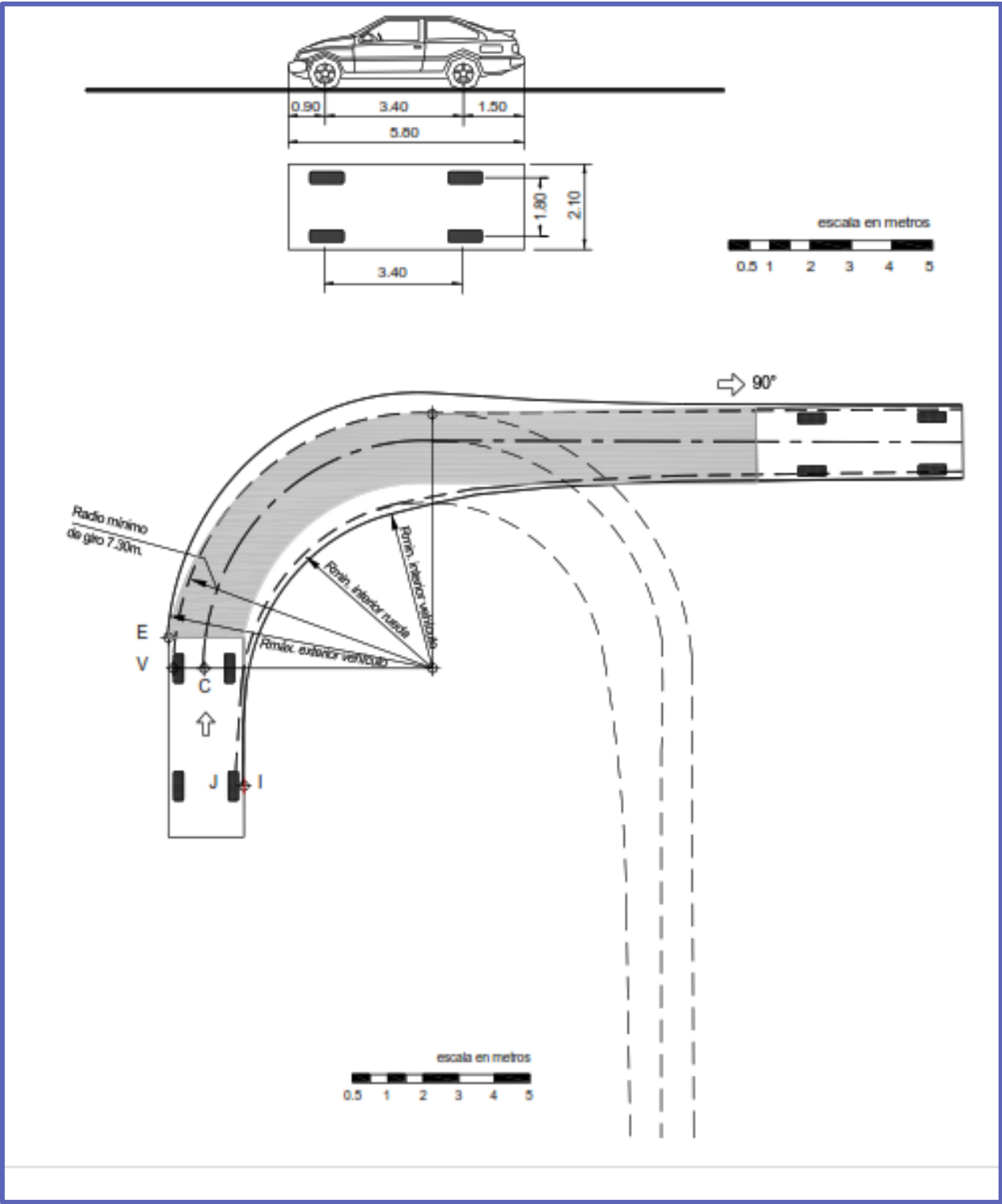
Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

Figura N° 02  
Giro mínimo para vehículos ligeros (VL) Trayectoria 60°



Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

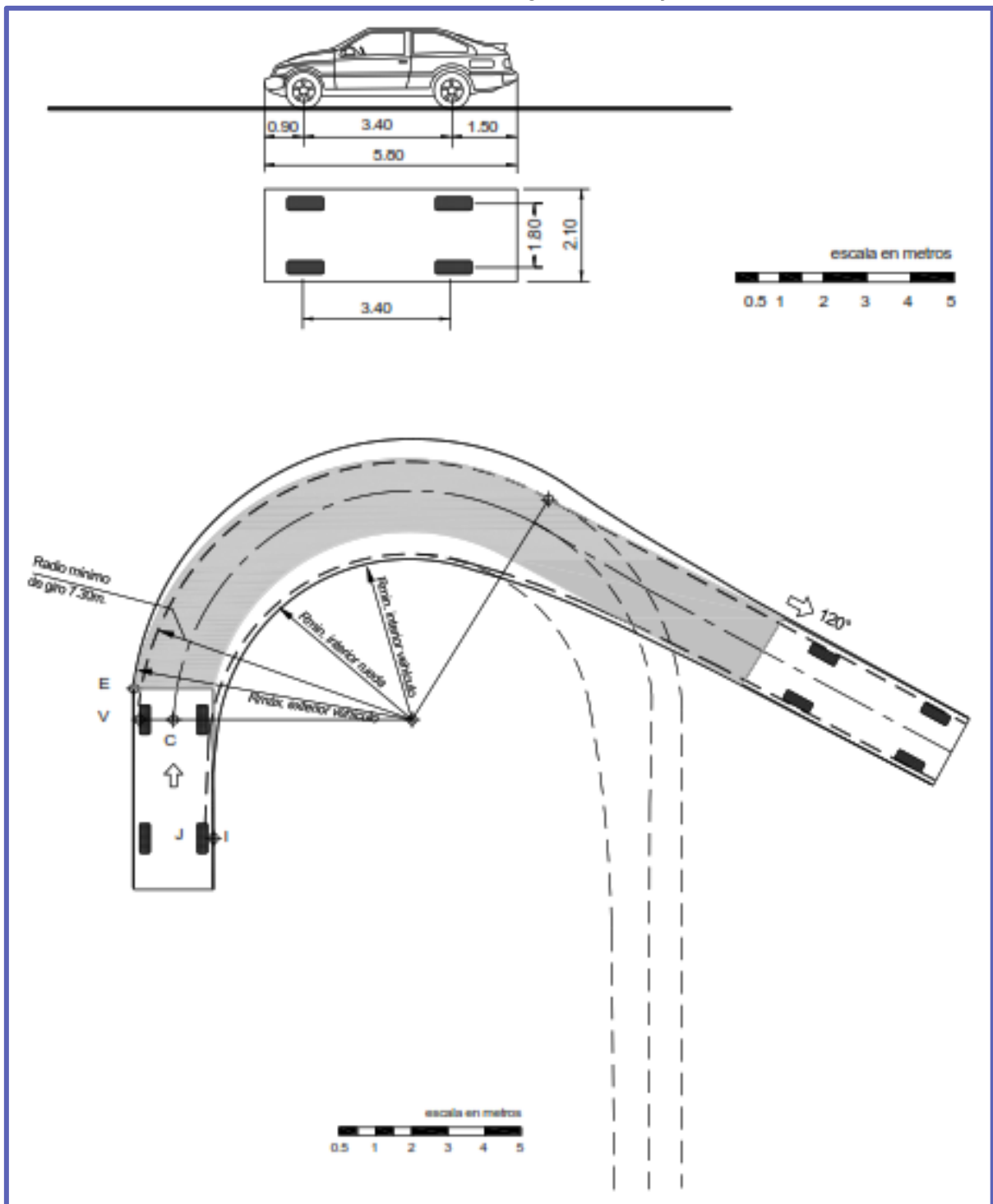
Figura N° 03  
Giro mínimo para vehículos ligeros (VL) Trayectoria 90°



Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

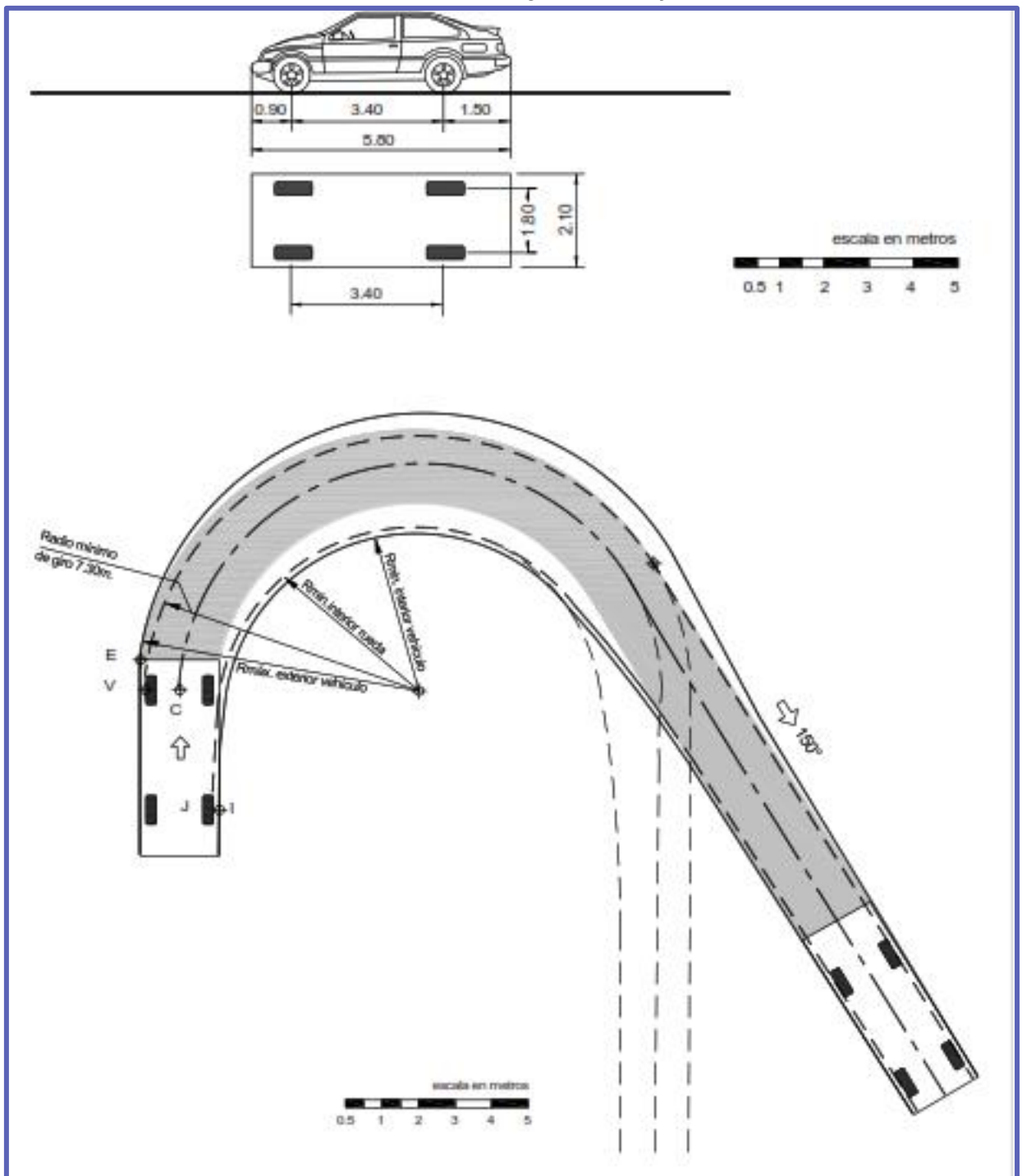


Figura N° 04  
Giro mínimo para vehículos ligeros (VL) Trayectoria 120°



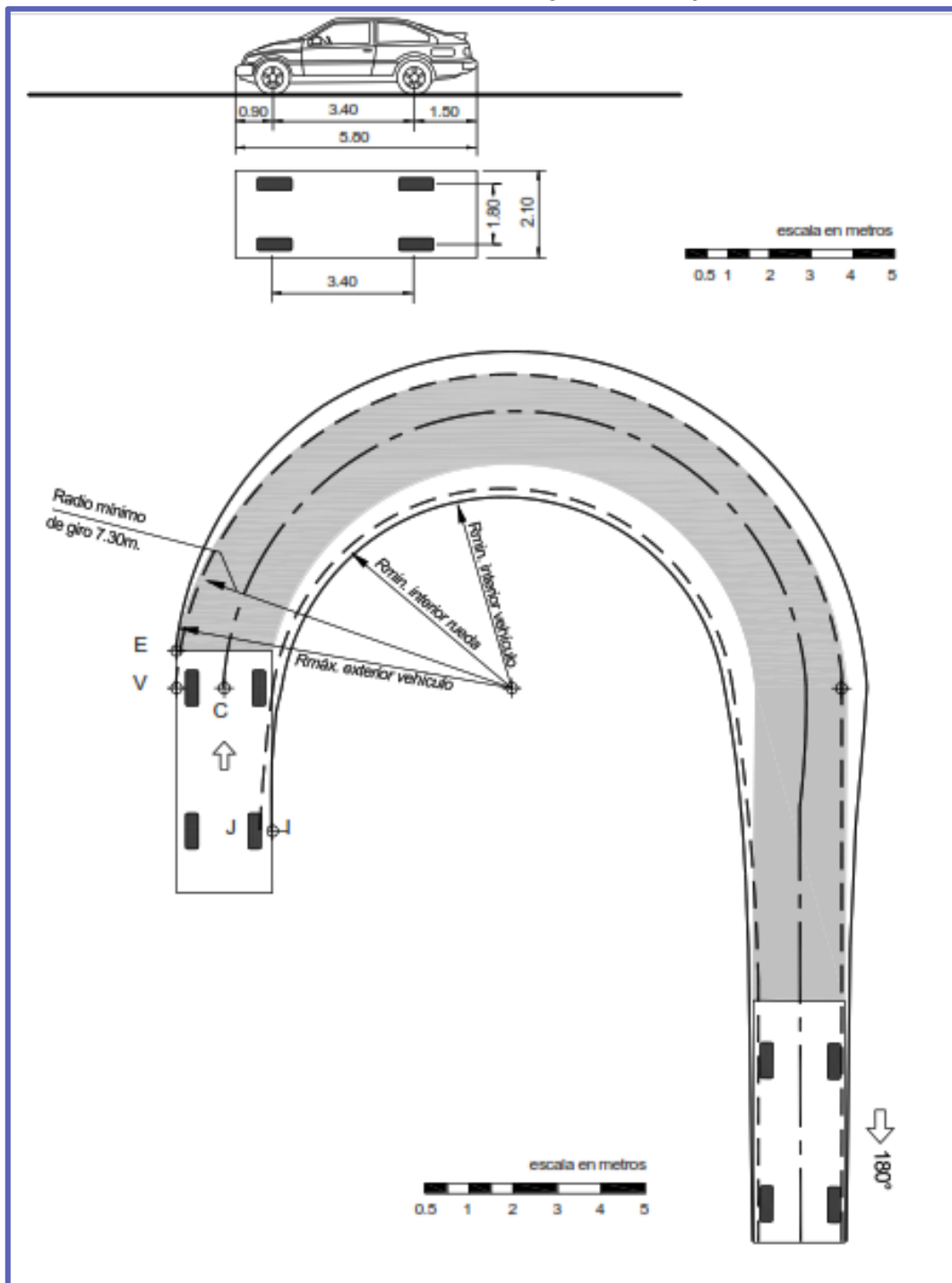
Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

Figura N° 05  
Giro mínimo para vehículos ligeros (VL) Trayectoria 150°



Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

Figura N° 06  
Giro mínimo para vehículos ligeros (VL) Trayectoria 180°



Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

## V. CARACTERÍSTICAS DEL TRÁNSITO

### 5.1. Índice Medio Diario Anual (IMDA)

La carretera se diseña para un volumen de tránsito que se determina por la demanda diaria que cubrirá hasta el final del periodo de diseño, calculado como el número de vehículos promedio que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual, normalmente determinada por el MTC para las diversas zonas del país.

El parámetro fundamental para el diseño de la carretera es el IMDA (Intensidad Media Diaria Anual), el cual nos permite dar una idea cuantitativa de la importancia de la vía en estudio

Los valores de IMDA para tramos específicos de carretera, proporcionan la información necesaria para determinar las características de diseño de la carretera, su clasificación y desarrollar los programas de mejoras y mantenimiento. Los valores vehículo/día son importantes para evaluar los programas de seguridad y medir el servicio proporcionado por el transporte en carretera.

Mediante Trabajo de campo se determinó el IMDA estimado para el tramo considerado en el proyecto mediante conteo durante 07 días, estableciendo la siguiente estación de control:

**Tabla N° 06**  
**IMDA en la vía**

<b>Estación</b>	<b>Nombre</b>	<b>Indice Medio Diario Anual</b>
Estación 1	Tabaconas	IMDA= 48 veh/día

**Fuente:** Elaboración propia

### 5.2. Clasificación por Tipo de Vehículo

Expresa en porcentaje la participación que le corresponde en el IMDA a las diferentes categorías de vehículos, debiendo diferenciarse por lo menos las siguientes:

- Categoría L: Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas; Motos,
- Categoría M: Vehículo automotores de cuatro ruedas Transporte de pasajeros: Buses rurales interurbanos
- Categoría N: Vehículos automotores diseñados para el transporte de mercadería: Camiones de unidad simple para transporte de carga
- Categoría O: Remolques (incluidos semirremolques)
- Categoría S: Casas rodantes, Ambulancias, vehículo para transporte de valores, vehículo funerario.

### 5.3. Velocidad de diseño

En el caso de los tramos a intervenir en el proyecto el diseño se adapta en lo posible a las inflexiones del terreno y, particularmente, la velocidad de diseño deberá ser bastante baja cuando se trate de sectores o tramos de orografía más accidentada. Se entiende que la velocidad directriz será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad sobre una sección determinada de la carretera, cuando prevalezcan las condiciones de diseño. La selección de la velocidad directriz se ha realizado de acuerdo de velocidades de operación en el tramo de la carretera, determinándose que la velocidad de diseño en toda la vía será de 30 Km/h.

**Velocidad directriz = 30 KM/H**

**Tabla N° 07**  
**Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.**

Clasificación	Orografía	Velocidad De Diseño De Un Tramo Homogéneo Vtr (Km/H)											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
Autopista de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Autopista de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de tercera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												

Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

#### 5.4. Distancia de visibilidad

Distancia de visibilidad es la longitud continua hacia adelante del camino, que es visible al conductor del vehículo para ejecutar con seguridad las diversas maniobras a que se vea obligado o que decida efectuar. En diseño se consideran dos distancias, la de visibilidad suficiente para detener el vehículo (visibilidad de parada), y la necesaria para que un vehículo adelante a otro que viaje a velocidad inferior, en el mismo sentido (visibilidad de paso o adelantamiento).

##### 5.4.1. Distancia de visibilidad de parada

Distancia de visibilidad de parada es la longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto inmóvil que se encuentra en su trayectoria.

Para efecto de la determinación de la visibilidad de parada se considera que el objetivo inmóvil tiene una altura  $\geq$  a 0.15 m y que los ojos del conductor se ubican a 1.07 m por encima de la rasante de la carretera.

**Tabla N° 08**  
**Distancia de visibilidad de parada (metros)**

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada			Pendiente en subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114
90	164	174	187	148	141	136
100	194	207	223	174	167	160
110	227	243	262	203	194	186
120	283	293	304	234	223	214
130	310	338	375	267	252	238

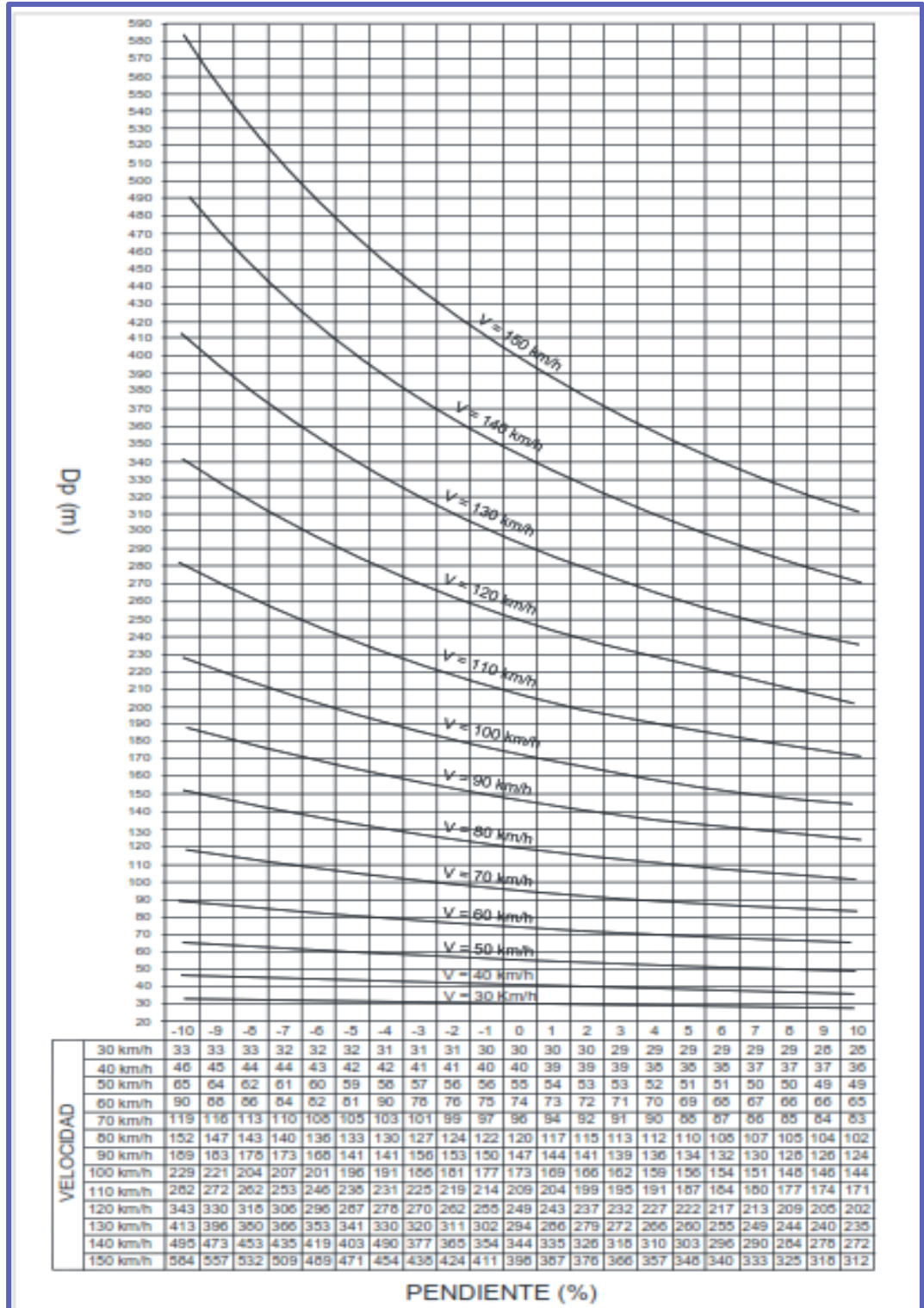
Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

Del cuadro anterior para una  $V_d=30$  Km/h. consideramos la distancia de visibilidad de parada:

**Distancia de V.P = 35 m.**

La distancia de visibilidad de parada también puede determinarse en función a la siguiente figura:

**Figura N° 07**  
**Distancia de Visibilidad de Parada (Dp)**



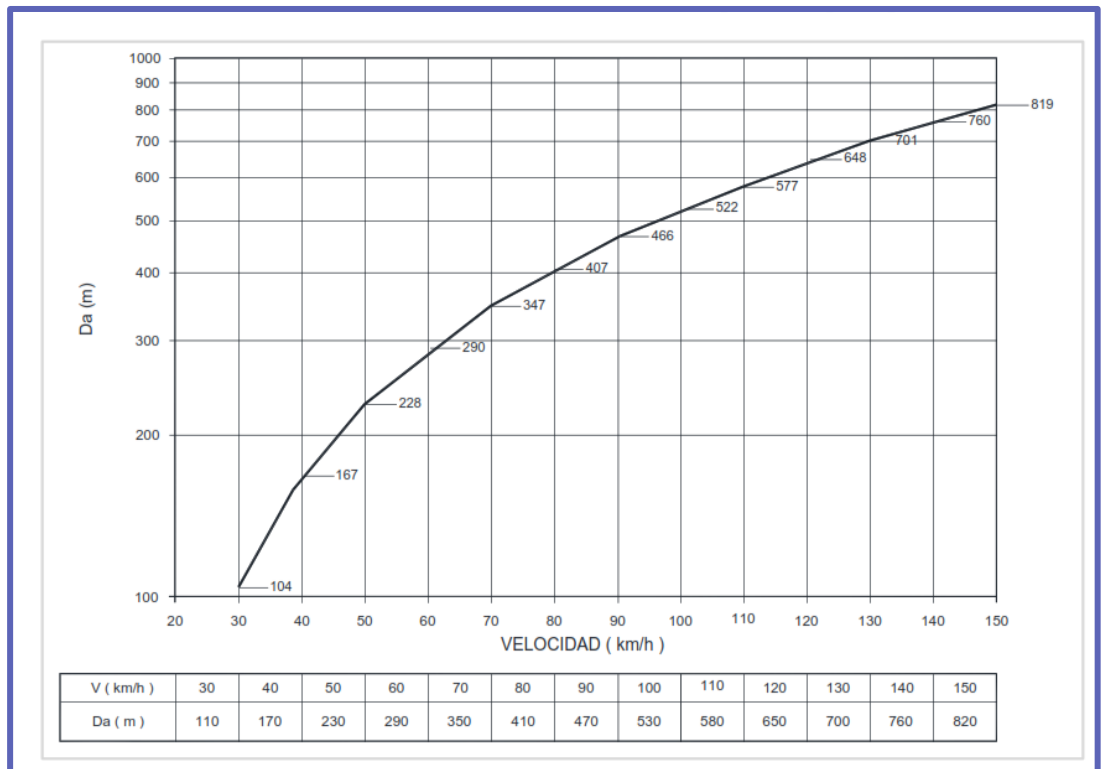
Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

#### 5.4.2. Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento

Si bien la distancia de visibilidad de adelantamiento no es aplicable en nuestro proyecto por ser una carretera de un solo carril en cada sentido en la que se proyectará plazoletas de cruce mínimo cada 500m; se considerará solamente en aquellas zonas, que según perfil longitudinal hay un cambio considerable de pendiente en subida a pendiente en bajada y viceversa.

La distancia de visibilidad de parada se puede determinar mediante la siguiente figura:

**Figura N° 08**  
**Distancia de Visibilidad de Paso o Adelantamiento (Da)**



**Fuente:** Manual de carreteras diseño geométrico



## VI. DISEÑO GEOMÉTRICO PLANTA, PERFIL Y SECCIONES TRANSVERSALES.

### 6.1. Diseño Geométrico en Planta

#### Consideraciones:

- Deben evitarse tramos con alineamientos rectos demasiado largos. Tales tramos son monótonos durante el día, y en la noche aumenta el peligro de deslumbramiento de las luces del vehículo que avanza en sentido opuesto. Es preferible reemplazar grandes alineamientos, por curvas de grandes radios.
- Para las autopistas de primer y segundo nivel, el trazado deberá ser más bien una combinación de curvas de radios amplios y tangentes no extensas.
- En el caso de ángulos de deflexión  $\Delta$  pequeños, iguales o inferiores a  $5^\circ$ , los radios deberán ser suficientemente grandes para proporcionar longitud de curva mínima L obtenida con la fórmula siguiente:

$$L > 30 (10 - \Delta), \Delta < 5^\circ$$

(L en metros;  $\Delta$  en grados)

No se usará nunca ángulos de deflexión menores de  $59'$  (minutos).

La longitud mínima de curva (L) será:

**Tabla N° 09**  
**Longitud de curva mínima**

Carretera red nacional	L (m)
Autopista	6 V
Carreteras de dos carriles	3 V

Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

V = Velocidad de diseño (km/h)

- No se requiere curva horizontal para pequeños ángulos de deflexión, en el siguiente cuadro se muestran los ángulos de inflexión máximos para los cuales no es requerida la curva horizontal:

**Tabla N° 10**  
**Deflexión Máxima Aceptable**

Velocidad de diseño	Deflexión máxima aceptable en curva circular
30	$2^\circ 30'$
40	$2^\circ 15'$
50	$1^\circ 50'$
60	$1^\circ 30'$
70	$1^\circ 20'$
80	$1^\circ 10'$

Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

Para el tramo en estudio el ángulo de deflexión máximo para lo que no se requiere curva horizontal consideraremos la que corresponde a una velocidad directriz de 30Km/h.:

$$\Delta_{\text{max. SIN CURVA CIRCULAR}} = 2^{\circ} 30'$$

### 6.1.1. Tangentes

Las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente, en función a la velocidad de diseño, serán las indicadas en la tabla:

**Tabla N° 11**  
**Longitudes de tramos en tangente**

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

**Fuente:** Manual de carreteras diseño geométrico

Donde:

$L_{\text{mín.s}}$  : Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario).

$L_{\text{mín.o}}$  : Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido).

$L_{\text{máx}}$  : Longitud máxima deseable (m).

V: Velocidad de diseño (km/h)

Las longitudes de tramos en tangente presentada en la Tabla N°11, están calculadas con las siguientes fórmulas:

$$L_{\text{mín.s}} : 1.39 V$$

$$L_{\text{mín.o}} : 2.78 V$$

$$L_{\text{máx}} : 16.70V$$

Para los tramos en estudio:

$$L_{\text{mín}} = 42.00\text{m.}$$

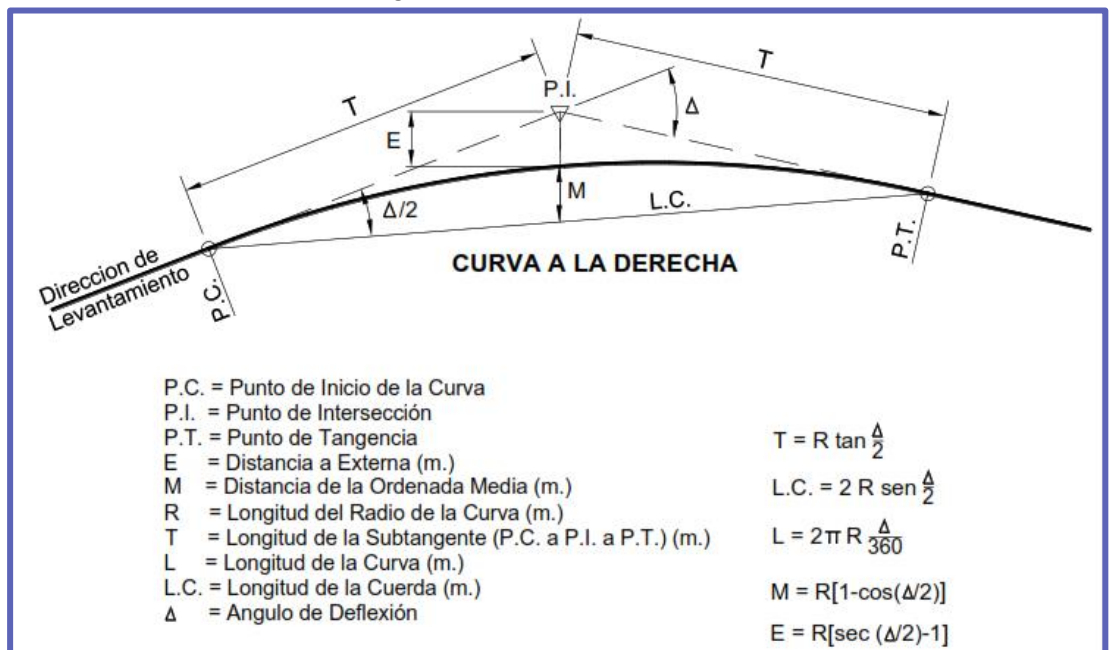
$$L_{\text{mín}} = 84.00\text{m}$$

Sin embargo, las aperturas existentes y las condiciones de orografía de los tramos en estudio no permiten llegar a los valores mínimos de tangentes. Además, bajo la premisa de optimizar las explanaciones y mantener en lo posible las vías existentes, se trató de considerar longitud de tangentes aceptables de tal modo que se cumplan los radios mínimos de curvas circulares.

### 6.1.2. Curvas horizontales

El alineamiento horizontal de una vía diseñado para una velocidad directriz suele estar conformado por curvas horizontales circulares simples, que son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales.

Figura N° 09  
Simbología de la Curva Circular



Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

#### 6.1.2.1. Radios mínimos

En las curvas circulares simples se tiene como parámetros básicos un radio mínimo y un peralte máximo, del cual debe evitarse el empleo de curvas de radio mínimo. En general deberá tratarse de usar curvas de radio amplio, reservando el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas según la orografía del terreno.

Los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones de seguridad y comodidad, para cuyo cálculo puede utilizarse la siguiente fórmula:

$$R_{\text{mín}} = \frac{V^2}{127 (P_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})}$$

Donde:

Rmin: Radio Mínimo

V : Velocidad de diseño

Pmax : Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno)

Fmax : Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V

Según lo indicado en la clasificación de carretera por orografía, las condiciones más críticas del diseño geométrico serán mediante la evaluación en terreno escarpado. Por lo tanto en terreno escarpado favorables para una Vd = 30 Km/h se empleará un peralte máximo normal de 12%. Para lo cual el radio mínimo es:

**Radio mínimo = 25m.**

**Tabla N° 12**  
**Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras**

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área urbana	30	4	0.17	33.7	35
	40	4	0.17	60	60
	50	4	0.16	98.4	100
	60	4	0.15	149.2	150
	70	4	0.14	214.3	215
	80	4	0.14	280	280
	90	4	0.13	375.2	375
	100	4	0.12	492.1	495
	110	4	0.11	635.2	635
	120	4	0.09	872.2	875
Área rural (con peligro de hielo)	130	4	0.08	1,108.9	1,110
	30	6	0.17	30.8	30
	40	6	0.17	54.8	55
	50	6	0.16	89.5	90
	60	6	0.15	135	135
	70	6	0.14	192.9	195
	80	6	0.14	252.9	255

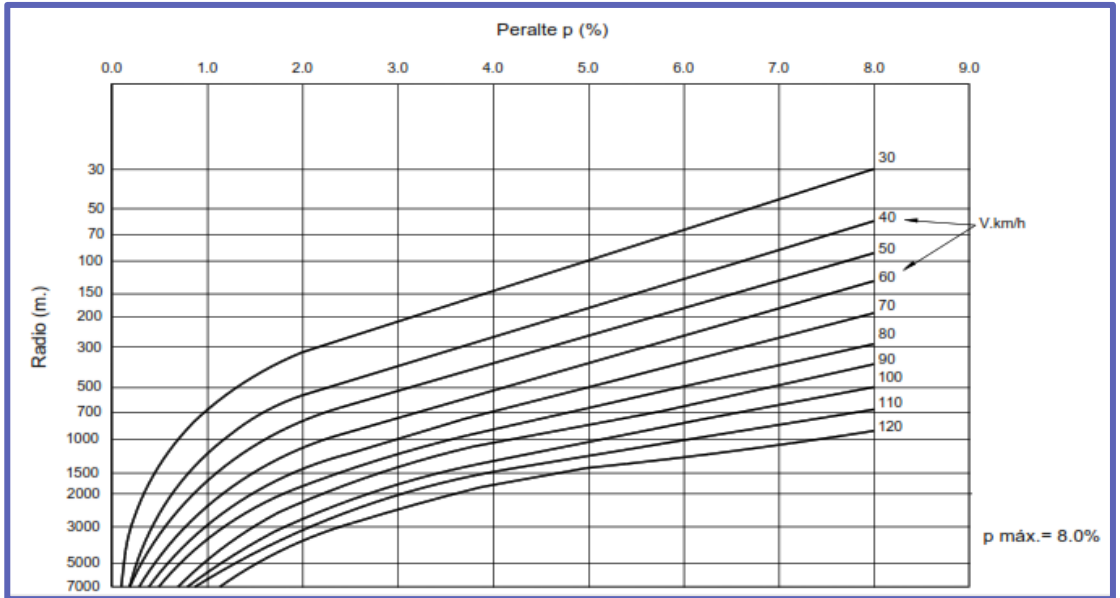
Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	p máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
	90	6	0.13	335.9	335
	100	6	0.12	437.4	440
	110	6	0.11	560.4	560
	120	6	0.09	755.9	755
	130	6	0.08	950.5	950
Área rural (plano u ondulada)	30	8	0.17	28.3	30
	40	8	0.17	50.4	50
	50	8	0.16	82	85
	60	8	0.15	123.2	125
	70	8	0.14	175.4	175
	80	8	0.14	229.1	230
	90	8	0.13	303.7	305
	100	8	0.12	393.7	395
	110	8	0.11	501.5	500
	120	8	0.09	667	670
	130	8	0.08	831.7	835
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12	0.17	24.4	25
	40	12	0.17	43.4	45
	50	12	0.16	70.3	70
	60	12	0.15	105	105
	70	12	0.14	148.4	150
	80	12	0.14	193.8	195
	90	12	0.13	255.1	255
	100	12	0.12	328.1	330
	110	12	0.11	414.2	415
	120	12	0.09	539.9	540
	130	12	0.08	665.4	665

Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

**6.1.2.2. Relación de peralte, radio y velocidad específica**

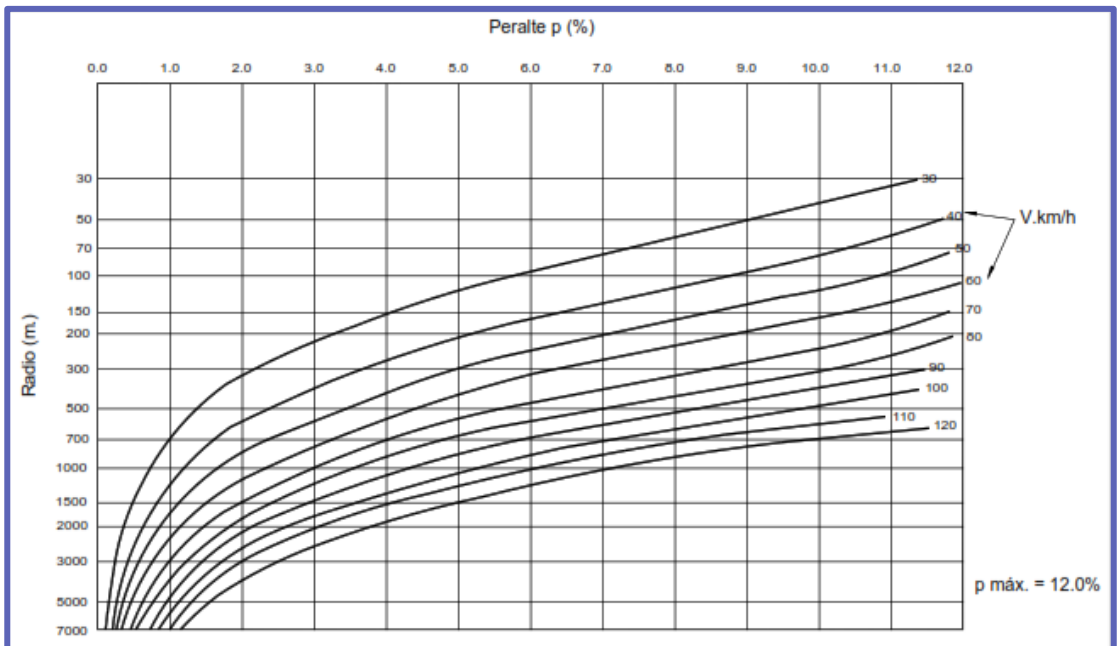
Las siguientes figuras, permiten obtener el peralte y el radio, para una curva que se desea proyectar, con una velocidad específica de diseño.

**Figura N° 10**  
**Relación Velocidad y Radio para Peralte 8%**



Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

**Figura N° 11**  
**Relación Velocidad y Radio para Peralte 12%**



Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

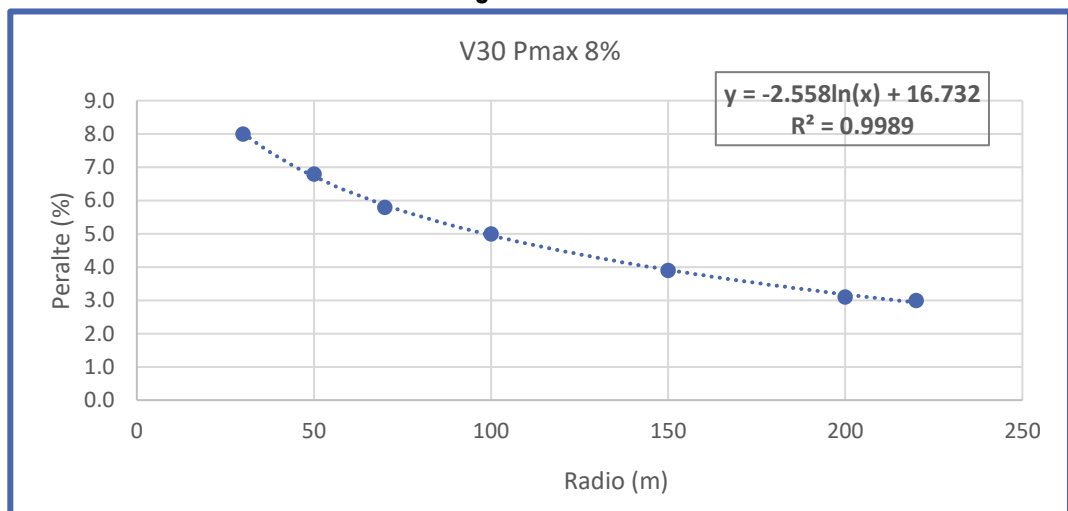
Lo que se busca durante el diseño geométrico de la vía es optimizar el servicio, comodidad y seguridad. Así pues, como en la zona donde se encuentran ubicados los tramos en estudio suele haber temporadas de lluvias intensas, se procuró proyectar peraltes de 8%. Dicho de este modo se usó la relación velocidad de diseño, radio y peralte según lo indicado en la Figura N°10, obteniendo de este modo la siguiente relación el cual se usó durante el diseño geométrico de los tramos en estudio:

**Tabla N° 13**  
**Valores Interpolados de Peralte en Función de Radios**

Radio (x)	Peralte (y)
30	8.0
50	6.8
70	5.8
100	5
150	3.9
200	3.1
220	3.0
220<R	3.0

Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

**Figura N° 12**  
**Ecuación que Relaciona Radio y Peralte en Función a la Figura N°10**



Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

En los tramos evaluados del proyecto, según la topografía presente en cada uno de ellos, se tiene curvas de volteo muy cerradas y, por el mismo criterio de optimizar un control en el movimiento de tierras y en la que no se tiene otra opción técnica favorable, se proyectará curvas circulares con radio mínimo de 11m en aquellos casos críticos antes mencionados,

indicando oportunamente que en aquellos casos se reducirá la velocidad de diseño (20 km/h). Este valor mínimo de radio en curvas cerradas se obtuvo a partir de la fórmula de cálculo de radio mínimo indicado en la sección 6.1.2.1. y considerando como valor de fricción transversal máxima 0.17 según la siguiente tabla:

**Tabla N° 14**  
**Fricción Transversal Máxima en Curvas**

Velocidad de diseño Km/h	Fmáx
30 (o menos)	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

Por ende, para el tramo en estudio, con presencia de zonas críticas en la que no se tiene otra opción técnica favorable se reducirá la velocidad de diseño a 20 Km/h, para lo cual el radio mínimo es:

**Radio mínimo = 11m.**

### 6.1.3. Curvas de transición:

Las curvas de transición, son espirales que tienen por objeto evitar las discontinuidades en la curvatura del trazo, por lo que, en su diseño deberán ofrecer las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos del trazo.

Con tal finalidad y a fin de pasar de la sección transversal con bombeo (correspondiente a los tramos en tangente), a la sección de los tramos en curva provistos de peralte y sobreebanco, es necesario intercalar un elemento de diseño, con una longitud en la que se realice el cambio gradual, a la que se conoce con el nombre de longitud de transición.



### 6.1.3.1. Parámetro de la curva de transición

Para determinar el parámetro mínimo ( $A_{min}$ ), que corresponde a una clotoide calculada para distribuir la aceleración transversal no compensada, a una tasa  $J$  compatible con la seguridad y comodidad, se emplea la siguiente fórmula.

$$A_{min} = \sqrt{\frac{VR}{46.656J} \left( \frac{V^2}{R} - 1.27p \right)}$$

Donde:

$V$  : Velocidad de diseño (Km/h)

$R$  : Radio de curvatura (m)

$J$  : Variación uniforme de la aceleración ( $m/s^3$ )

$P$  : Peralte correspondiente a  $V$  y  $R$  (%)

Se adoptarán para  $J$  los valores indicados en la siguiente tabla:

**Tabla N° 15**  
**Variación de la Aceleración Transversal por Unidad de Tiempo**

<b>V (km/h)</b>	$V < 80$	$80 < V < 100$	$100 < V < 120$	$V > 120$
<b>J (<math>m/s^3</math>)</b>	0.5	0.4	0.4	0.4
<b>J<sub>máx</sub> (<math>m/s^3</math>)</b>	0.7	0.8	0.5	0.4

Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

### 6.1.3.2. Parámetros mínimos y deseables:

En el caso de carreteras de tercera clase y cuando se use curva de transición, la longitud de la espiral no será menor que  $L_{min}$  ni mayor que  $L_{max}$ , según las siguientes fórmulas:

$$L_{min} = 0.0178 \frac{V^3}{R}$$

$$L_{máx.} = (24R)^{0.5}$$

Donde:

$R$ : Radio de la curvatura circular horizontal

$L_{min}$  : Longitud mínima de la curva de transición

$L_{máx}$  : Longitud máxima de la curva de transición en metros

$V$ : Velocidad específica en km/h

Además, se debe tolerar una longitud de curva mínima entre las espirales de transición, con la finalidad que se pueda desarrollar el peralte en una longitud al menos igual a  $V/3.6$ . Por ende, la longitud de curva mínima es:

**Longitud de curva mínimo = 8.33m.**

### 6.1.3.3. Radios que permiten prescindir de la curva de transición

En el caso de carreteras de Tercera Clase y cuando el radio de las curvas horizontales sea superior al señalado en la Tabla N°16, se podrá prescindir de curvas de transición.

En el tramo en estudio se prescindirá de la curva de transición en los siguientes casos:

✓  $V=30$  y  $R_{\min}=55$

**Tabla N° 16**

**Radios que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de Tercera Clase**

Velocidad de diseño Km/h	Radio M
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210
70	290
80	380
90	480

Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

### 6.1.4. Curvas compuestas

Consisten en dos o más curvas simples de diferente radio, orientadas en la misma dirección, y dispuestas una a continuación de la otra

#### 6.1.4.1. Caso excepcional

Según la norma DG-2018 en el caso de usar una curva compuesta de tres centros denominada policéntrica, deberán respetarse las siguientes condiciones:

- El radio de una de las curvas no será mayor de 1.5 veces el radio de la otra.
- Para armonizar los valores del peralte y sobreebanco de cada una de las curvas vecinas, se empleará una transición de peralte.
- Para una sucesión de curvas de radio decreciente cada curva debe ser de longitud suficiente para permitir una desaceleración gradual

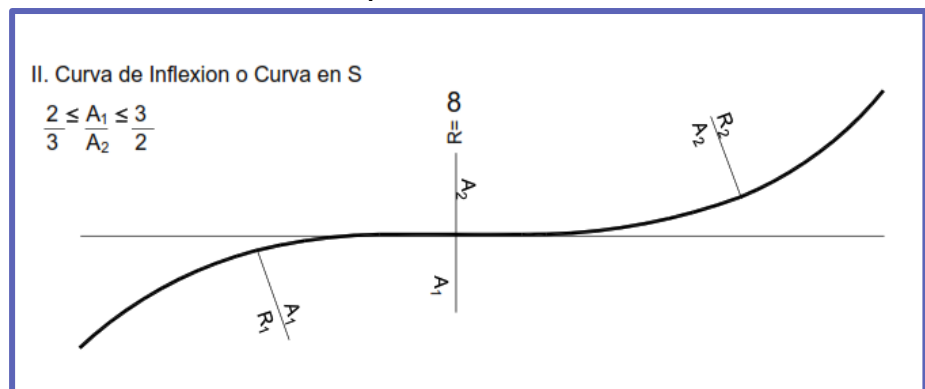
Como se indicó en la sección 6.1.2, se tendrá curvas de volteo muy cerradas, en cuyos casos se proyectará curvas compuestas con radio mínimo de 11m.

#### 6.1.4.2. Curvas vecinas del mismo sentido

Según la norma DG-2018, se trata de evitar el empleo de curvas del mismo sentido, cuando están separadas por un tramo en tangente de una longitud menor a 400m, en longitudes menores excepcionalmente puede utilizarse una curva policéntrica. Dicho de este modo la norma da ciertas configuraciones recomendables acorde a la forma que toma la vía respecto a su topografía. Así pues, en los tramos en estudio hay presencia de configuraciones curvas de inflexión o curvas en “S”, para lo cual la norma da las siguientes recomendaciones:

- Podrá o no existir un tramo en tangente entre las clotoides de parámetros  $A_1$  y  $A_2$ , los cuales deberán cumplir con las normas generales respecto de la velocidad de diseño y radio enlazado, pudiendo ser iguales o del mismo orden de magnitud, respetando la relación indicada en la siguiente figura.

Figura N° 13  
Consideraciones para Curvas en S



Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

- A falta de espacio o dificultad para conseguir una tangencia exacta en el punto de radio infinito, se puede aceptar una leve longitud de traslape de las clotoides, o la generación de un tramo en tangente de ajuste. La longitud de traslape o ajuste no deberá superar la siguiente relación:

$$\Delta L_{(m)} = 0.05 \frac{A_1 + A_2}{2}$$

Si bien los caminos vecinales en estudio presentan curvas cuyo radio es menor a 55m (según lo indicado en la sección 6.1.3.3.) y, además, presentan configuración de curvas en “S” y/o curvas compuestas en algunos tramos, según la DG-2018 requieren espirales de transición. Sin embargo, hay ciertas desventajas y/o incidencias debido propiamente a la topografía del camino vecinal y las aperturas existentes en la que no se tiene otra opción técnica favorable; así pues, a lo largo del camino vecinal proyectado que requieren curvas en “S” y/o curvas compuestas y curvas de radio menores a 55m, se dificulta la inclusión de longitudes de transición bajo el criterio de optimizar el movimiento de tierras, dejando solamente la configuración de curvas con radios mínimos sin espirales de transición.

#### 6.1.5. Transición de peralte

Siendo el peralte la inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo, la transición de peralte viene a ser la traza del borde de la calzada, en la que se desarrolla el cambio gradual de la pendiente de dicho borde, entre la que corresponde a la zona en tangente, y la que corresponde a la zona peraltada de la curva.

Para efectos de la presente norma, el peralte máximo se calcula con la siguiente fórmula:

$$ip_{m\acute{a}x} = 1.8 - 0.01 V$$

Dónde:

$ip_{m\acute{a}x}$  : Máxima inclinación de cualquier borde de la calzada respecto al eje de la vía (%).

V : Velocidad de diseño (km/h).

La longitud del tramo de transición del peralte tendrá por tanto una longitud mínima definida por la fórmula:

$$L_{m\acute{i}n} = \frac{p_f - p_i}{ip_{m\acute{a}x}} B$$

Dónde:

$L_{m\acute{i}n}$  : Longitud mínima del tramo de transición del peralte (m).

$p_f$  : Peralte final con su signo (%)

$p_i$  : Peralte inicial con su signo (%)

B : Distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte (m).

Se ha considerado los valores de la tabla N°17, para definir las longitudes mínimas de transición de bombeo y de transición de peralte.

✓ Lmin (peralte) = 38m; V=30; P=8%; Lmin(bombeo)= 10.00m

**Tabla N° 17**  
**Valores De Peralte**

Velocidad de diseño (Km/h)	Valor del peralte						Longitud mínima de transición de bombeo (m)**
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	Longitud mínima de transición de peralte (m)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	58	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	33	44	55	66	11
60	12	24	36	48	60	72	12
70	13	26	39	52	65	79	13
80	14	29	43	58	72	86	14
90	15	31	46	61	77	92	15

**Fuente:** Manual de carreteras diseño geométrico

\* Longitud de transición basada en la rotación de un carril

\*\* Longitud basada en 2% de bombeo

### 6.1.6. Sobreechancho

Es el ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

Valores del Sobre ancho:

$$Sa = n \left( R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Dónde:

Sa : Sobreechancho (m)

N : Número de carriles

R : Radio (m)

L : Distancia entre eje posterior y parte frontal (m)

V : Velocidad de diseño (km/h)

En los casos donde las curvas presenten un radio menor o igual a 30m se considerará un sobreechancho de 1.20m, debido al elevado peralte que generan según fórmula.

## 6.2. Diseño Geométrico de Perfil

### 6.2.1. Consideraciones de diseño

- En terreno plano, por razones de drenaje, la rasante estará sobre el nivel del terreno.
- En terreno ondulado, por razones de economía, en lo posible la rasante seguirá las inflexiones del terreno.
- En terreno accidentado, en lo posible la rasante deberá adaptarse al terreno, evitando los tramos en contrapendiente, para evitar alargamientos innecesarios.
- En terreno escarpado el perfil estará condicionado por la divisoria de aguas.
- Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas, que presenten variaciones graduales de los lineamientos, compatibles con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.
- Los valores especificados para pendiente máxima y longitud crítica, podrán estar presentes en el trazado si resultan indispensables. Sin embargo, la forma y oportunidad de su aplicación serán las que determinen la calidad y apariencia de la carretera terminada.
- Deberán evitarse las rasantes de "lomo quebrado" (dos curvas verticales de mismo sentido, unidas por una alineación corta). Si las curvas son convexas se generan largos sectores con visibilidad restringida, y si ellas son cóncavas, la visibilidad del conjunto resulta antiestética y se crean falsas apreciaciones de distancia y curvatura.
- En pendientes que superan la longitud crítica, establecida como deseable para la categoría de carretera en proyecto, se deberá analizar la factibilidad de incluir carriles para tránsito lento.
- En pendientes de bajada, largas y pronunciadas, es conveniente disponer, cuando sea posible, carriles de emergencia que permitan maniobras de frenado.

### 6.2.2. Pendientes

#### 6.2.2.1. Pendiente mínima

- Si la calzada posee bombeo de 2% y no existe bermas y/o cunetas, se podrá adoptar excepcionalmente sectores con pendientes de hasta 0.2%
- Si el bombeo es de 2.5% excepcionalmente podrá adoptarse pendientes iguales a cero.
- Si existe bermas, la pendiente mínima deseable será de 0.5% y la mínima excepcional de 0.35.
- En zonas de transición de peralte, en el que la pendiente transversal se anula, la pendiente mínima deberá ser de 0.5%.

**Pendiente Mínima = 0.5%.**

### 6.2.2.2. Pendiente máxima

Para el tramo en estudio, según la tabla N°18, la pendiente máxima es:

**Pendiente Máxima = 10%.**

**Tabla N° 18**  
**Pendientes máximas (%)**

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			10,00	10,0
40 km/h																9,00	8,00	9,00	10,00	
50 km/h											7,00	7,00			8,00	9,00	8,00	8,00	8,00	
60 km/h					6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	8,00	9,00	8,00	8,00		
70 km/h			5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00		7,00	7,00		
80 km/h	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00		6,00	6,00			7,00	7,00		
90km/h	4,50	4,50	5,00		5,00	5,00	6,00		5,00	5,00			6,00				6,00	6,00		
100km/h	4,50	4,50	4,50		5,00	5,00	6,00		5,00				6,00							
110 km/h	4,00	4,00			4,00															
120 km/h	4,00	4,00			4,00															
130 km/h	3,50																			

Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

### 6.2.2.3. Pendientes máximas excepcionales

Excepcionalmente, el valor de la pendiente máxima podrá incrementarse hasta en 1%, para todos los casos. Deberá justificarse técnica y económicamente la necesidad de dicho incremento.

Para carreteras de Tercera Clase deberán tenerse en cuenta además las siguientes consideraciones:

- En el caso de ascenso continuo y cuando la pendiente sea mayor del 5%, se proyectará, más o menos cada tres kilómetros, un tramo de descanso de una longitud no menor de

500 m con pendiente no mayor de 2%. La frecuencia y la ubicación de dichos tramos de descanso, contará con la correspondiente evaluación técnica y económica.

- En general, cuando se empleen pendientes mayores a 10%, los tramos con tales pendientes no excederán de 180 m.
- La máxima pendiente promedio en tramos de longitud mayor a 2.000 m, no debe superar el 6%.
- En curvas con radios menores a 50 m de longitud debe evitarse pendientes mayores a 8%, para evitar que las pendientes del lado interior de la curva se incrementen significativamente.

Sin embargo, los tramos en estudio presentan en ciertas zonas pendientes elevadas debido a la orografía del terreno, por lo que la subrasante se está proyectando tramos en tangente de longitudes menores de 180m con pendientes máxima excepcionales superiores al 10% Tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla N° 19**  
**Pendientes máximas excepcionales (%)**

Tramo (Progresiva)	Longitud	Pendiente Máxima Excepcional
Km 1+894.10 - Km 1+925.10	31.00m	11.58%
Km 6+622.50 – Km 6+663.94	41.45m	10.77%

### 6.2.3. Curvas verticales

Para definir el diseño del alineamiento vertical se ha tomado en cuenta la rasante de la actual carretera como prioridad; asimismo facilidades de drenaje, costos de construcción y valores estéticos.

Para el alineamiento vertical se ha buscado mantener en lo posible un desarrollo homogéneo de la calzada, sin embargo, se mantuvieron puntos obligados en mantener la sub-rasante por encima de la vía existente por requerimiento del estudio de Suelos.

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 2% para las carreteras afirmadas. La longitud de la curva vertical será igual al Índice K multiplicado por el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes (A).

Tramo en estudio: La diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 2% para las carreteras afirmadas la longitud de curva vertical es:



$$\text{LONGITUD DE CURVA VERTICAL} = KA.$$

Dónde:

K: Parámetro de curvatura

L: Longitud de la curva vertical

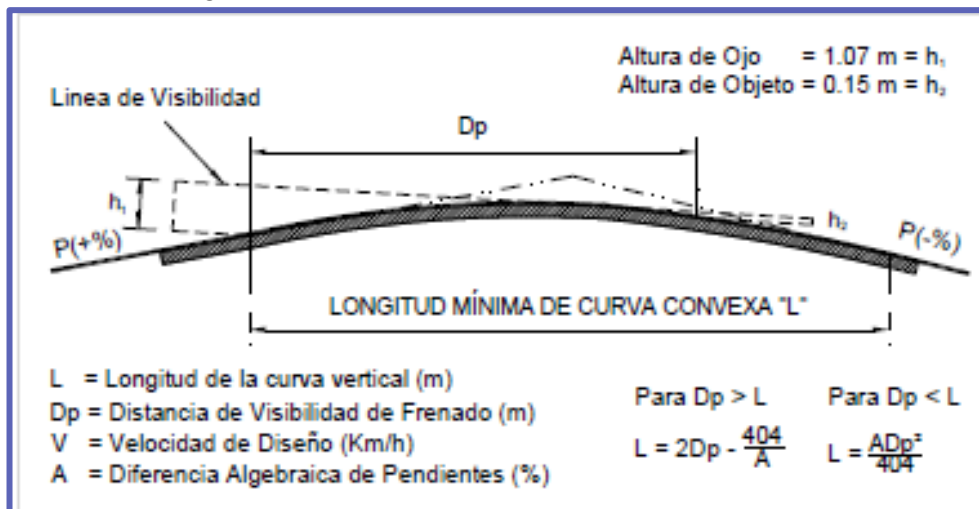
A: Valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes

### 6.2.3.1. Longitud de curvas convexas

Para el tramo en estudio se tomará los valores de la tabla N°20, por tanto, los valores del Índice K para el cálculo de curva vertical convexa longitud controlada por la visibilidad de parada, para el tramo en estudio es:

$$K = 1.9 \text{ (v=30km/h)}$$

Figura N° 14  
Longitudes Mínimas De Curvas Verticales Cónvexas



Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

**Tabla N° 20**  
**Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de Tercera Clase**

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura K
20	20	0,6		
30	35	1,9	200	46
40	50	3,8	270	84
50	65	6,4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

**Longitud de Curva Vertical Convexa**

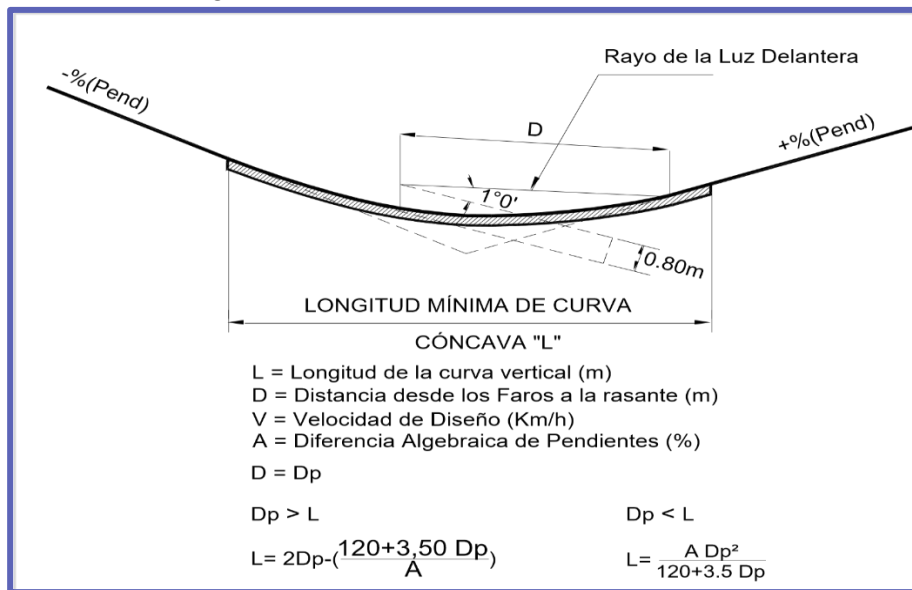
**LCV= 35.00 m (V=30km/h)**

**6.2.3.2. Longitud de las curvas cóncavas**

Para el tramo en estudio se tomará los valores de la tabla N°21, por tanto, los valores del Índice K para el cálculo de curva vertical cóncava, para el tramo en estudio es:

**K = 6 (v=30km/h)**

**Figura N° 15**  
**Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas**



Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

**Tabla N° 21**  
**Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de Tercera Clase**

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

**PARA EL TRAMO EN ESTUDIO SE TIENE:**

**Longitud de Curva Vertical Cóncava**  
**LCV= 35.00 m (V=30km/h)**

### 6.3. Diseño Geométrico de la Sección Transversal

#### 6.3.1. Elementos de la sección transversal

##### 6.3.1.1. Calzada

###### a) Trochas Carrozables

Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un carril como mínimo con plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

Tomando en consideración las recomendaciones del manual de carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018), y de las características topográficas y funcionales de la vía se ha determinado un ancho de calzada de 4m, para velocidad directriz de 20 - 30 Km/h.

**Ancho de calzada mínimo = 4.00m.**

##### 6.3.1.2. Ancho de la plataforma

El ancho de la plataforma a rasante terminada resulta de la suma del ancho en calzada y del ancho de las bermas, sin embargo, para caminos vecinales se va proyectar bermas con función de transición a cunetas de ancho 0.25m, siendo el ancho de plataforma de 4.50 m.

**Ancho de plataforma = 4.50m.**

##### 6.3.1.3. Plazoletas

En caminos de un solo carril con dos sentidos de tránsito, se construirán ensanches en la plataforma, cada 500 m como mínimo, cuya longitud debe ser de 25m y un ancho de 2.00m.

#### 6.3.2. Bombeo

Según la geografía de la zona y en base a los Estudio de Hidrología se tiene un rango de Precipitación < 500mm/año

**Bombeo =3.0 %**

**Tabla N° 22**  
**Valores del bombeo de la calzada**

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,0	2,5
Tratamiento superficial	2.5	2,5-3,0
Afirmado	3.0 – 3.5	3,0-4,0

Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

### 6.3.3. Peralte

Inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.

El peralte máximo área rural (en terreno accidentado o escarpado) tendrá como valor máximo normal 8%.

**Peralte máximo = 8%**

**Tabla N° 23**  
**Valores de peralte máximo**

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)	
	Absoluto	Normal
Atravesamiento de zonas urbanas	6,0%	4,0%
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8,0%	6,0%
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12,0	8,0%
Zona rural con peligro de hielo	8,0	6,0%

Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

#### 6.3.4. Derecho de Vía o faja de dominio

##### 6.3.4.1. Consideraciones

La faja del terreno que conforma el Derecho de Vía es un bien de dominio público inalienable e imprescriptible, cuyas definiciones y condiciones de uso se encuentran establecidas en el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado con Decreto Supremo N° 034-2008-MTC y sus modificatorias, bajo los siguientes conceptos:

- Del ancho y aprobación del Derecho de Vía.
- De la libre disponibilidad del Derecho de Vía.
- Del registro del Derecho de Vía.
- De la propiedad del Derecho de Vía.
- De la propiedad restringida.
- De las condiciones para el uso del Derecho de Vía.

##### 6.3.4.2. Ancho y aprobación del derecho de la vía

El Ancho y aprobación del derecho de vía para los tramos en estudio, de acuerdo a la tabla es:

**Ancho de mínimo de derecho de vía = 16**

**Tabla N° 24**

**Anchos Mínimos de Derecho de Vía**

Clasificación	Anchos mínimos (m)
Autopistas Primera Clase	40
Autopistas Segunda Clase	30
Carretera Primera Clase	25
Carretera Segunda Clase	20
Carretera Tercera Clase	16

Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

#### 6.3.5. Taludes

El talud es la inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes. Dicha inclinación es la tangente del ángulo formado por el plano de la superficie del terreno y la línea teórica horizontal.

Los taludes para las secciones en corte, variarán de acuerdo a las características geo mecánicas del terreno; su altura, inclinación y otros detalles de diseño o tratamiento, se determinarán en

función al estudio de mecánica de suelos o geológicos correspondientes, condiciones de drenaje superficial y subterráneo, según sea el caso, con la finalidad de determinar las condiciones de su estabilidad, aspecto que debe contemplarse en forma prioritaria durante el diseño del proyecto, especialmente en las zonas que presenten fallas geológicas o materiales inestables, para optar por la solución más conveniente, entre diversas alternativas.

Tipo de suelo predominante en el tramo de estudio: Material suelto, teniendo en consideración la Tabla N°25 y Tabla N°26.

- Talud de Corte (Material Suelto) : 1:2
- Talud de Relleno : 1:1.5

**Tabla N° 25**  
**Valores referenciales para taludes en corte**  
**(relación H:V)**

Clasificación de materiales de corte		Roca fija	Roca suelta	Material		
				Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte	<5 m	1:10	1:6-1:4	1:1 -1:3	1:1	2:1
	5-10 m	1:10	1:4-1:2	1:1	1:1	*
	>10 m	1:8	1:2	*	*	*

Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

(\*) Requerimiento de banquetas y/o estudio de estabilidad.

**Tabla N° 26**  
**Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes)**

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1,5	1:1,75	1:2
Arena	1:2	1:2,25	1:2,5
Enrocado	1:1	1:1,25	1:1,5

Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

### 6.3.6. Cunetas

Son canales construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y su superficiales, procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes, a fin de proteger la estructura del pavimento.

La sección transversal es triangular, que se adapta mejor a la sección transversal de la vía. Según el Estudio de Hidrología e Hidráulica se tiene cunetas revestidas abiertas para zonas de Material

Suelta (MS) y cunetas sin revestir abiertas para zonas de Roca Suelta (RS) y Roca Fija (RF), esto debido a las velocidades hidráulicas calculadas.

La dimensión de la cuneta se deduce a partir del cálculo hidráulicos, teniendo en cuenta su pendiente longitudinal, intensidad de precipitaciones pluviales, área de drenaje y naturaleza del terreno.

Los elementos constitutivos de una cuneta son su talud interior, su fondo y su talud exterior.

Las pendientes longitudinales mínimas absolutas es de **0,5%**.

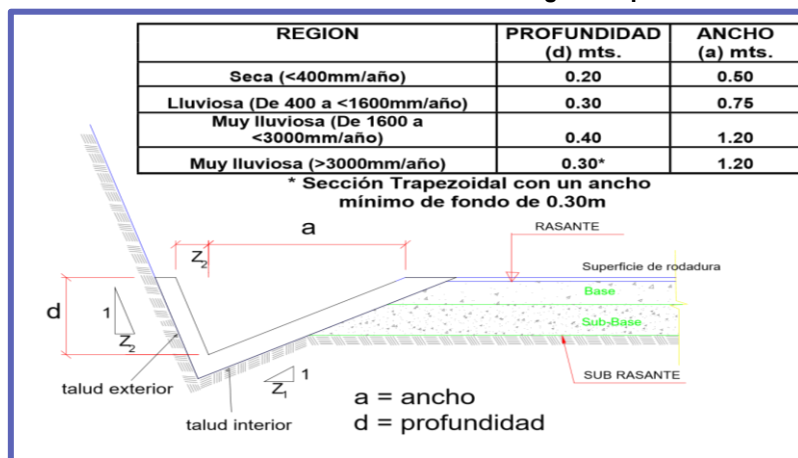
**Dimensión Mínima:** Dimensiones mínimas recomendados, de acuerdo a la precipitación promedio anual, se muestran en la tabla N°28.

**Tabla N° 28**  
**Dimensiones mínimas**

REGIÓN	PROFUNDIDAD (D) (M)	ANCHO (A) (M)
Seca (<400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600 mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30*	1.20

Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

**Figura N° 16**  
**Dimensión Mínima de Cuneta Triangular Típica**

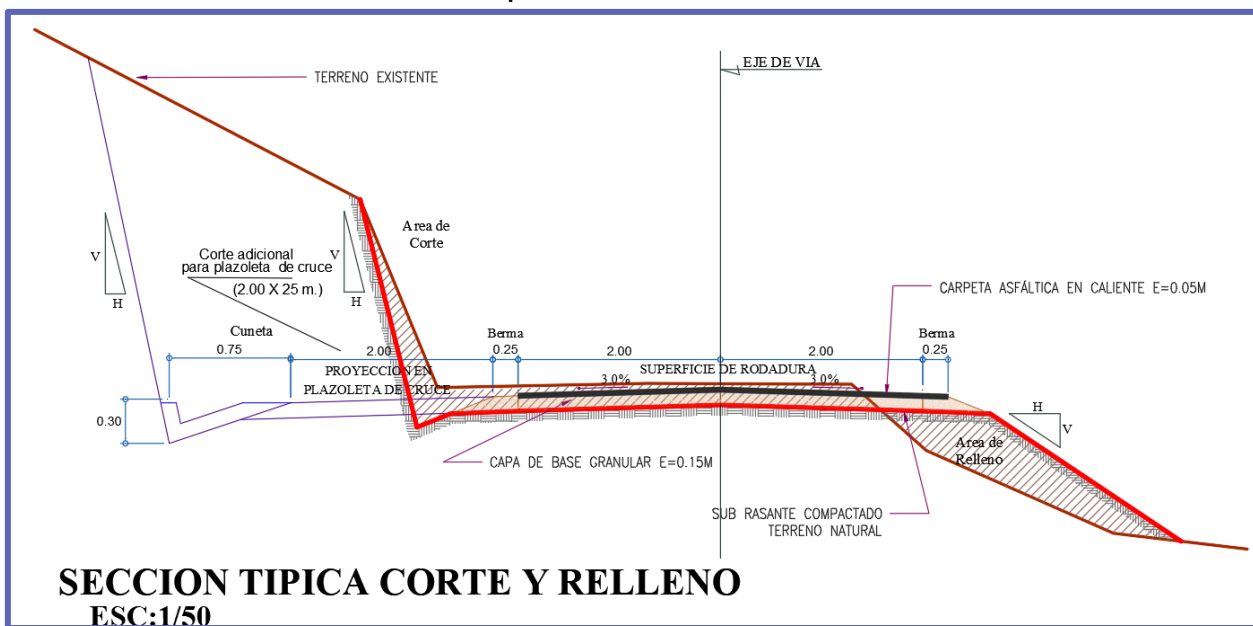


Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico

**Cuneta: 0.75mx0.30m**

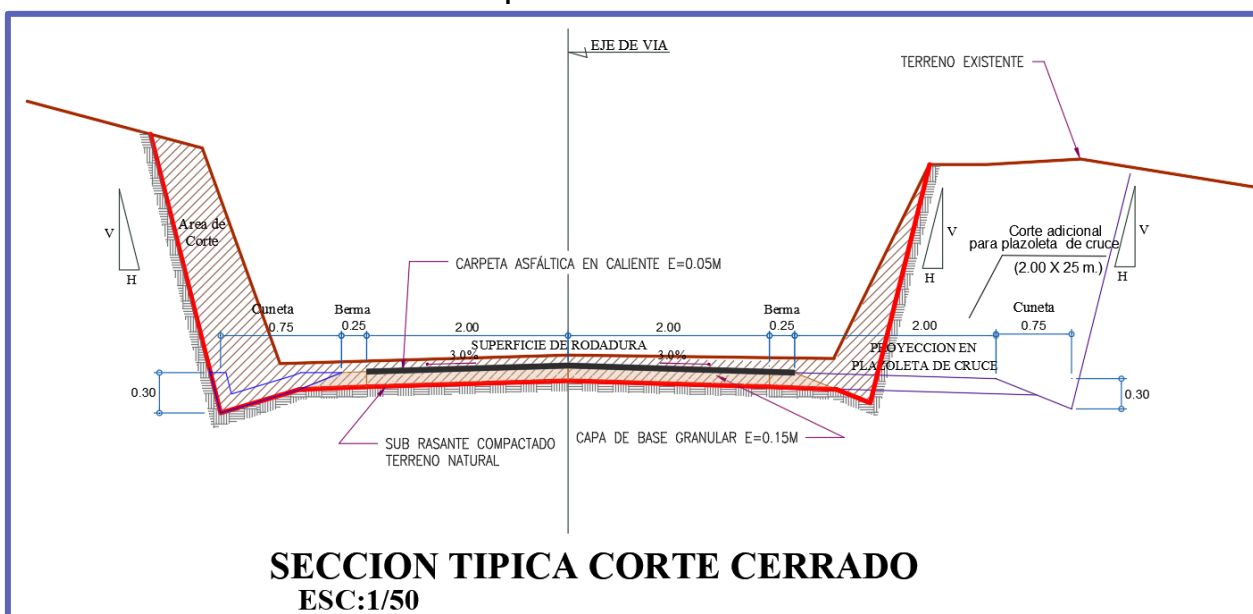


**Figura N° 17**  
**Sección Típica en Corte Relleno**



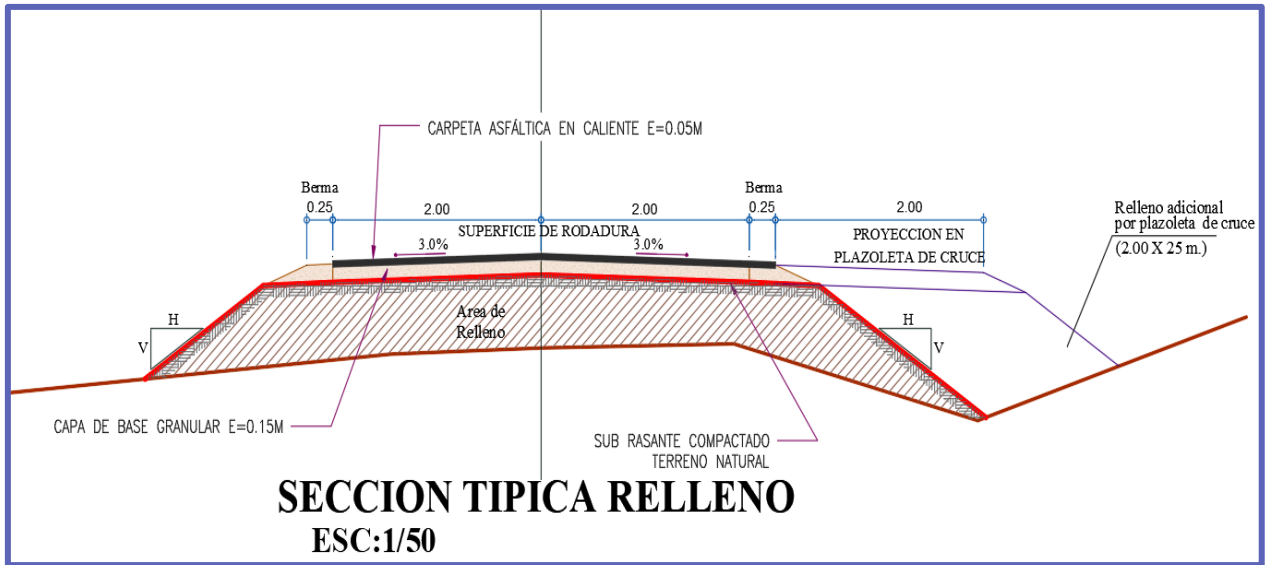
Fuente: Elaboración Propia

**Figura N° 18**  
**Sección Típica en Corte Cerrado**



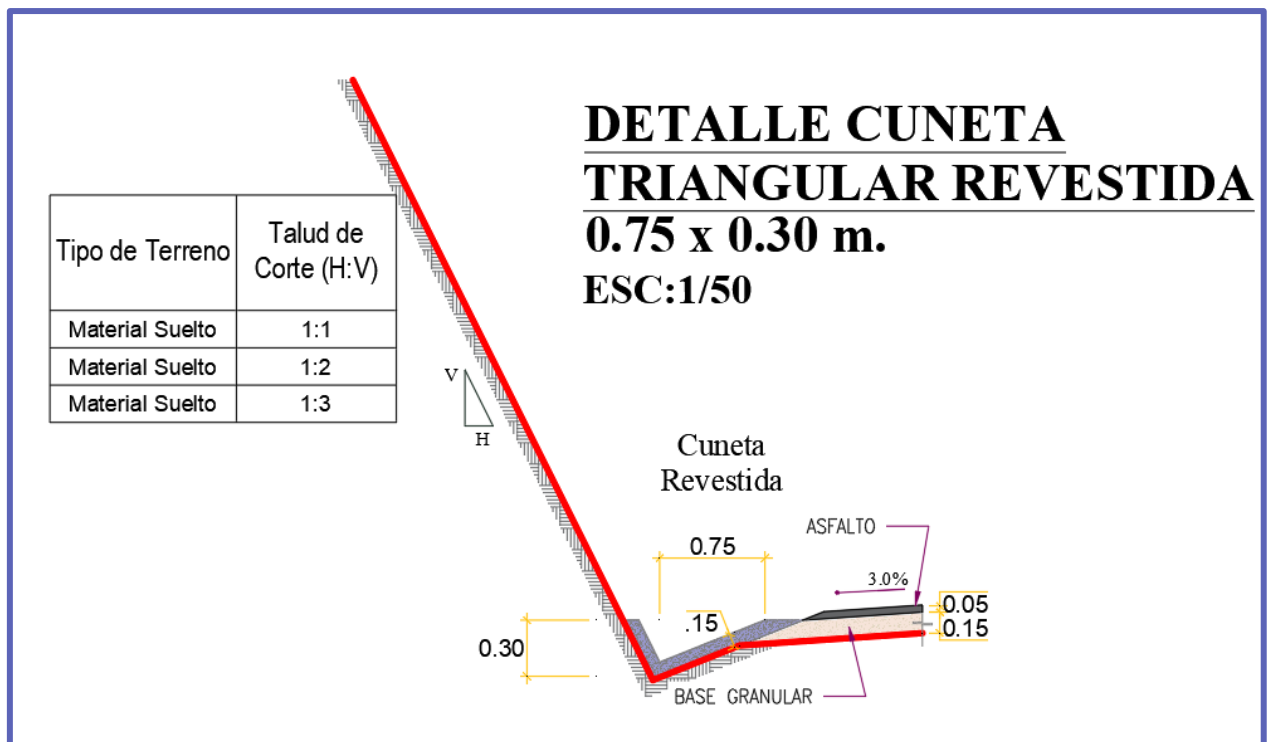
Fuente: Elaboración Propia

**Figura N° 19**  
**Sección Típica en Relleno**



Fuente: Elaboración Propia

**Figura N° 20**  
**Sección Típica en Cunetas Revestidas**



Fuente: Elaboración Propia

## VII. RESUMEN DE DISEÑO VIAL

A continuación, se presenta un resumen del Diseño Vial de los Caminos Vecinales en estudio:

<b>Características generales de la vía</b>		
	Tramo 1	L= 8+630 Km
<b>Clasificación de la carretera</b>		
	Clasificación de acuerdo a la Demanda	Trocha carrozable
	Clasificación según condiciones Orográficas	Topografía ondulada, accidentada y escarpada (Tipo 2, 3 y 4)
<b>Criterio para el diseño geométrico</b>		
Índice medio diario anual (IMDA)		
	Estación E-01 Tabaconas	IMDA= 52 veh/día
Velocidad de Diseño		
	Velocidad Directriz	30 km/hora
	Velocidad directriz en curva para radios excepcionales	20 km/hora
Distancia de visibilidad		
	Distancia de visibilidad de parada	35 m
<b>Diseño geométrico</b>		
<b>En Planta</b>		
	Curva circular	
	- Radio Mínimo	25m
	- Radio Mínimo en curva de vuelta	11m (Quebradas y/o puntos críticos)
	Curva de transición	
	- Longitud mínima de curva de transición	30m
	Transición de peralte	Lmin (peralte) = 38m; V=30km/h; P=8%; Lmin(bombeo) = 10.00m
	Sobreechancho	De acuerdo a la fórmula de las normas DG-2018 y 1.20m para curvas de radios $\leq 30m$
<b>En perfil</b>		
	Pendiente mínima	0.5%
	Pendiente máxima	10%
	Pendientes máximas excepcionales	Mayores a 10% en tramos en tangentes con longitudes menores a 180m
	Curvas verticales	
	-Longitud de Curva convexa	K = 1.9, LCV=35m(v=30km/h)
	-Longitud de las curvas cóncavas	K = 6 , LCV=35m (v=30km/h)
<b>Sección transversal</b>		
	Calzada	4.00 m
	Berma	0.25m a cada lado
	Ancho de plataforma	4.50 metros

	Plazoletas	Cada 500m (2m x 25m).
	Bombeo	3%
	Peralte máximo	8%
	Peralte Mínimo	3%
	Derecho de vía	16.00 metros
	Taludes:	
	-Talud de Corte (Material Suelta)	1:2
	Cunetas Triangulares	0.75mx0.30 m
	Pavimento	
	Base Granular	Con material granular 15 cm.
	Carpeta de Rodadura	Mezcla Asfáltica en caliente 5cm

## VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✚ Los diseños se realizaron con la normativa actual de acuerdo al ministerio de transportes y comunicaciones (MTC).
- ✚ En el proyecto se considera la construcción de un tramo de longitud 8+630 Km de camino vecinal.
- ✚ En planta se proyectará curvas horizontales de radio mínimo 25m para velocidad directriz de 30 km/h y radios mínimos de 12m en curvas de volteo.
- ✚ En perfil se proyectará curvas verticales simétricas de radio mínimo 35m para curvas cóncavas y 200m para curvas convexas en casos de cambio visible y considerable de pendiente de subida y bajada y viceversa. Se proyectará además la subrasante con pendientes máximas de 10% y mínima de 0.5%, además con la finalidad de mantener las aperturas de los caminos existentes y una optimización en el movimiento de tierras se consideró pendientes mayores a 10% en tramos no mayores de 180m.
- ✚ En sección transversal el ancho de la plataforma será de 4.50m y ancho de cunetas de 0.75m. Los taludes serán acordes al estudio geológico para material suelto, roca suelta y roca fija. En los tramos con alturas de relleno considerables, zonas identificadas como peligrosas y como estabilidad para obras de arte, se requerirá muros de contención de concreto ciclópeo y/o concreto armado:
- ✚ Se proyectará plazoletas de cruce mínimo cada 500m de 2.00m x 25.00m.
- ✚ Se proyectará sobrecanchos en las curvas horizontales acorde al valor de su radio, velocidad y distancia del camión de diseño, considerando una medida de 1.20m para radios menores e iguales de 30m.

**ANEXOS**

**ANEXO 1.- INVENTARIO DE  
PLAZOLETAS DE CRUCE  
PROYECTADAS**

INVENTARIO DE PLAZOLETAS DE CRUCE PROYECTADAS					
N°	PROGRESIVA		LONGITUD (m)	ANCHO (m)	LADO
	INICIO	FINAL			
1	0+480	0+505	25.00	2.00	Izquierdo
2	0+860	0+885	25.00	2.00	Derecho
3	1+755	1+780	25.00	2.00	Izquierdo
4	2+408	2+433	25.00	2.00	Izquierdo
5	3+140	3+165	25.00	2.00	Izquierdo
6	3+610	3+635	25.00	2.00	Izquierdo
7	4+430	4+455	25.00	2.00	Derecho
8	5+260	5+285	25.00	2.00	Derecho
9	5+810	5+835	25.00	2.00	Derecho
10	6+377	6+402	25.00	2.00	Izquierdo
11	7+350	7+375	25.00	2.00	Derecho
12	8+115	8+140	25.00	2.00	Derecho

**ANEXO 2.- REPORTE DE  
ELEMENTOS DE TRAZO  
HORIZONTAL POR KM.**



TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS HORIZONTALES

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS CURVAS HORIZONTALES KM 0+000 - KM 1+000

# CURVA	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN	RADIO	LONGITUD DE CURVA	EXTERNA (E)	ORDENAD A MEDIA (M)	PC	PI	PT	COORDENADAS PC	COORDENADAS PI	COORDENADAS PT	PERALTE	SA
PI.1	32°26'09"	60	33.97	2.49	2.39	0+006.51	0+023.96	0+040.48	(690084.68E, 9412101.57N)	(690067.32E, 9412103.3673N)	(690053.63E, 9412114.20N)	6.3%	1.3
PI.2	11°01'39"	150	28.87	0.7	0.69	0+068.27	0+082.75	0+097.14	(690031.84E, 9412131.44N)	(690020.49E, 9412140.4212N)	(690007.62E, 9412147.07N)	3.9%	0.6
PI.3	32°43'00"	100	57.1	4.22	4.05	0+229.71	0+259.07	0+286.81	(689889.84E, 9412207.92N)	(689863.76E, 9412221.3932N)	(689849.10E, 9412246.82N)	5.0%	0.8
PI.4	8°40'10"	150	22.7	0.43	0.43	0+347.38	0+358.75	0+370.08	(689818.85E, 9412299.30N)	(689813.17E, 9412309.1457N)	(689809.05E, 9412319.74N)	3.9%	0.6
PI.5	24°48'00"	100	43.28	2.39	2.33	0+423.74	0+445.73	0+467.03	(689789.56E, 9412369.74N)	(689781.57E, 9412390.2297N)	(689765.73E, 9412405.48N)	5.0%	0.8
PI.6	28°09'46"	80	39.32	2.48	2.4	0+510.45	0+530.52	0+549.77	(689734.45E, 9412435.59N)	(689719.99E, 9412449.5089N)	(689700.68E, 9412454.95N)	5.5%	1
PI.7	12°45'54"	150	33.42	0.94	0.93	0+555.14	0+571.92	0+588.56	(689695.52E, 9412456.41N)	(689679.37E, 9412460.9638N)	(689664.62E, 9412468.97N)	3.9%	0.6
PI.8	12°19'05"	150	32.25	0.87	0.87	0+607.78	0+623.97	0+640.03	(689647.73E, 9412478.15N)	(689633.50E, 9412485.8773N)	(689617.96E, 9412490.39N)	3.9%	0.6
PI.9	20°15'42"	100	35.36	1.58	1.56	0+674.83	0+692.70	0+710.19	(689584.54E, 9412500.10N)	(689567.38E, 9412505.0786N)	(689553.01E, 9412515.70N)	5.0%	0.8
PI.10	37°25'36"	60	39.19	3.35	3.17	0+747.67	0+767.99	0+786.86	(689522.87E, 9412537.96N)	(689506.52E, 9412550.0380N)	(689500.88E, 9412569.56N)	6.3%	1.3
PI.11	5°40'18"	150	14.85	0.18	0.18	0+827.47	0+834.90	0+842.32	(689489.61E, 9412608.58N)	(689487.54E, 9412615.7181N)	(689486.20E, 9412623.03N)	3.9%	0.6
PI.12	24°25'50"	100	42.64	2.32	2.26	0+889.57	0+911.21	0+932.20	(689473.70E, 9412669.49N)	(689473.70E, 9412690.7766N)	(689461.32E, 9412708.54N)	5.0%	0.8
PI.13	97°28'22"	25	42.53	12.91	8.51	0+955.67	0+984.16	0+998.20	(689447.91E, 9412727.78N)	(689431.62E, 9412751.1603N)	(689456.91E, 9412764.27N)	8.0%	1.2

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS CURVAS HORIZONTALES KM 1+000 - KM 2+000

# CURVA	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN	RADIO	LONGITUD DE CURVA	EXTERNA (E)	ORDENAD A MEDIA (M)	PC	PI	PT	COORDENADAS PC	COORDENADAS PI	COORDENADAS PT	PERALTE	SA
PI.14	31°47'16"	60	33.29	2.38	2.29	1+002.39	1+019.47	1+035.68	(689460.63E, 9412766.20N)	(689475.80E, 9412774.0671N)	(689484.55E, 9412788.74N)	6.3%	1.3
PI.15	9°43'16"	100	16.97	0.36	0.36	1+039.51	1+048.01	1+056.48	(689486.51E, 9412792.03N)	(689490.87E, 9412799.3380N)	(689496.39E, 9412805.80N)	5.0%	0.8
PI.16	5°38'25"	150	14.77	0.18	0.18	1+065.61	1+073.00	1+080.38	(689502.33E, 9412812.74N)	(689507.13E, 9412818.3594N)	(689511.36E, 9412824.42N)	3.9%	0.6
PI.17	5°17'01"	150	13.83	0.16	0.16	1+094.04	1+100.96	1+107.87	(689519.17E, 9412835.63N)	(689523.13E, 9412841.3032N)	(689527.59E, 9412846.59N)	3.9%	0.6
PI.18	89°54'17"	50	78.46	20.65	14.62	1+122.45	1+172.36	1+200.90	(689537.00E, 9412857.73N)	(689569.20E, 9412895.8723N)	(689531.11E, 9412928.14N)	6.7%	1.5
PI.19	56°55'55"	30	29.81	4.13	3.63	1+202.22	1+218.48	1+232.03	(689530.11E, 9412928.99N)	(689517.70E, 9412939.4989N)	(689519.73E, 9412955.64N)	8.0%	1.2
PI.20	11°32'15"	60	12.08	0.31	0.3	1+240.58	1+246.64	1+252.66	(689520.81E, 9412964.12N)	(689521.56E, 9412970.1342N)	(689521.11E, 9412976.18N)	6.3%	1.3
PI.21	17°15'20"	80	24.09	0.92	0.91	1+273.43	1+285.56	1+297.52	(689519.54E, 9412996.88N)	(689518.62E, 9413008.9884N)	(689521.33E, 9413020.82N)	5.5%	1
PI.22	14°04'55"	60	14.75	0.46	0.45	1+303.53	1+310.94	1+318.28	(689522.67E, 9413026.68N)	(689524.33E, 9413033.9000N)	(689524.18E, 9413041.31N)	6.3%	1.3
PI.23	49°12'45"	30	25.77	3	2.72	1+322.21	1+335.94	1+347.97	(689524.10E, 9413045.24N)	(689523.82E, 9413058.9751N)	(689534.04E, 9413068.16N)	8.0%	1.2
PI.24	100°49'29"	25	43.99	14.23	9.07	1+350.08	1+380.32	1+394.08	(689535.61E, 9413069.57N)	(689558.09E, 9413089.7818N)	(689534.02E, 9413108.07N)	8.0%	1.2
PI.25	9°35'25"	100	16.74	0.35	0.35	1+397.44	1+405.82	1+414.17	(689531.34E, 9413110.10N)	(689524.66E, 9413115.1769N)	(689518.92E, 9413121.29N)	5.0%	0.8
PI.26	41°04'30"	30	21.51	2.04	1.91	1+424.50	1+435.74	1+446.01	(689511.86E, 9413128.82N)	(689504.17E, 9413137.0156N)	(689492.98E, 9413138.14N)	8.0%	1.2
PI.27	7°17'02"	100	12.71	0.2	0.2	1+451.28	1+457.64	1+463.99	(689487.74E, 9413138.67N)	(689481.40E, 9413139.3029N)	(689475.20E, 9413140.74N)	5.0%	0.8
PI.28	25°39'16"	60	26.87	1.54	1.5	1+472.08	1+485.74	1+498.94	(689467.32E, 9413142.56N)	(689454.01E, 9413145.6378N)	(689440.68E, 9413142.65N)	6.3%	1.3
PI.29	119°38'16"	20	41.76	19.78	9.95	1+501.82	1+536.20	1+543.58	(689437.88E, 9413142.02N)	(689404.32E, 9413134.5013N)	(689414.38E, 9413167.39N)	8.0%	1.2
PI.30	7°42'32"	100	13.45	0.23	0.23	1+544.45	1+551.19	1+557.90	(689414.64E, 9413168.22N)	(689416.61E, 9413174.6656N)	(689417.70E, 9413181.31N)	5.0%	0.8
PI.31	17°44'57"	60	18.59	0.73	0.72	1+564.14	1+573.51	1+582.73	(689418.70E, 9413187.47N)	(689420.22E, 9413196.7168N)	(689424.48E, 9413205.06N)	6.3%	1.3
PI.32	60°33'53"	25	26.43	3.95	3.41	1+588.70	1+603.30	1+615.12	(689427.19E, 9413210.38N)	(689433.83E, 9413223.3772N)	(689425.77E, 9413235.55N)	8.0%	1.2
PI.33	65°38'16"	25	28.64	4.75	3.99	1+616.03	1+632.15	1+644.67	(689425.26E, 9413236.31N)	(689416.36E, 9413249.7469N)	(689424.93E, 9413263.40N)	8.0%	1.2
PI.34	84°14'00"	25	36.75	8.7	6.46	1+661.40	1+684.00	1+698.15	(689433.83E, 9413277.57N)	(689445.85E, 9413296.7144N)	(689428.01E, 9413310.59N)	8.0%	1.2
PI.35	47°20'21"	25	20.66	2.3	2.1	1+698.79	1+709.75	1+719.45	(689427.50E, 9413310.99N)	(689418.85E, 9413317.7156N)	(689417.94E, 9413328.64N)	8.0%	1.2
PI.36	53°20'51"	30	27.93	3.57	3.19	1+725.40	1+740.47	1+753.33	(689417.45E, 9413334.56N)	(689416.19E, 9413349.5806N)	(689403.39E, 9413357.54N)	8.0%	1.2
PI.37	107°35'20"	30	56.33	20.79	12.28	1+780.90	1+821.88	1+837.23	(689379.98E, 9413372.10N)	(689345.18E, 9413393.7434N)	(689376.33E, 9413420.38N)	8.0%	1.2
PI.38	48°12'31"	30	25.24	2.87	2.62	1+846.66	1+860.08	1+871.90	(689383.49E, 9413426.50N)	(689393.69E, 9413435.2277N)	(689393.99E, 9413448.65N)	8.0%	1.2
PI.39	68°51'06"	30	36.05	6.37	5.25	1+881.69	1+902.25	1+917.74	(689394.20E, 9413458.43N)	(689394.65E, 9413478.9824N)	(689413.99E, 9413485.98N)	8.0%	1.2
PI.40	155°11'32"	12	32.5	43.87	9.42	1+934.38	1+988.94	1+966.88	(689429.64E, 9413491.64N)	(689480.95E, 9413510.2042N)	(689426.59E, 9413514.88N)	8.0%	1.2
PI.41	12°28'38"	100	21.78	0.6	0.59	1+970.88	1+981.81	1+992.66	(689422.60E, 9413515.22N)	(689411.71E, 9413516.1603N)	(689400.88E, 9413514.72N)	5.0%	0.8

PARÁMETROS GEOMETRICOS CURVAS HORIZONTALES KM 2+000 - KM 3+000													
# CURVA	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN	RADIO	LONGITUD DE CURVA	EXTERNA (E)	ORDENAD A MEDIA (M)	PC	PI	PT	COORDENADAS PC	COORDENADAS PI	COORDENADAS PT	PERALTE	SA
PI:42	6°54'40"	100	12.06	0.18	0.18	2+018.91	2+024.94	2+030.97	(689374.86E, 9413511.27N)	(689368.87E, 9413510.4741N)	(689363.02E, 9413508.97N)	5.0%	0.8
PI:43	31°02'35"	25	13.55	0.95	0.91	2+044.11	2+051.06	2+057.66	(689350.30E, 9413505.68N)	(689343.57E, 9413503.9455N)	(689336.92E, 9413505.93N)	8.0%	1.2
PI:44	75°59'22"	15	19.89	4.03	3.18	2+059.92	2+071.64	2+079.82	(689334.75E, 9413506.57N)	(689323.52E, 9413509.9138N)	(689317.56E, 9413499.83N)	8.0%	1.2
PI:45	21°30'53"	30	11.27	0.54	0.53	2+083.52	2+089.22	2+094.79	(689315.67E, 9413496.64N)	(689312.77E, 9413491.7288N)	(689308.27E, 9413488.23N)	8.0%	1.2
PI:46	7°12'25"	100	12.58	0.2	0.2	2+099.42	2+105.72	2+112.00	(689304.62E, 9413485.38N)	(689299.65E, 9413481.5122N)	(689295.20E, 9413477.05N)	5.0%	0.8
PI:47	64°33'44"	30	33.8	5.48	4.64	2+133.20	2+152.16	2+167.01	(689280.24E, 9413462.03N)	(689266.86E, 9413448.6019N)	(689248.99E, 9413454.91N)	8.0%	1.2
PI:48	12°34'08"	100	21.94	0.6	0.6	2+190.42	2+201.44	2+212.36	(689226.91E, 9413462.71N)	(689216.53E, 9413466.3785N)	(689205.60E, 9413467.70N)	5.0%	0.8
PI:49	12°54'37"	150	33.8	0.96	0.95	2+226.55	2+243.52	2+260.35	(689191.51E, 9413469.40N)	(689174.67E, 9413471.4325N)	(689157.79E, 9413469.65N)	3.9%	0.6
PI:50	19°35'39"	60	20.52	0.89	0.88	2+279.80	2+290.16	2+300.32	(689138.44E, 9413467.61N)	(689128.14E, 9413466.5200N)	(689118.80E, 9413462.04N)	6.3%	1.3
PI:51	30°27'24"	30	18.87	1.55	1.47	2+301.89	2+311.65	2+320.76	(689117.38E, 9413467.31N)	(689108.58E, 9413472.6018N)	(689098.95E, 9413458.18N)	8.0%	1.2
PI:52	29°34'07"	30	15.48	1.03	0.99	2+330.10	2+338.02	2+345.59	(689089.79E, 9413460.60N)	(689082.01E, 9413462.0285N)	(689074.53E, 9413459.43N)	8.0%	1.2
PI:53	35°44'47"	60	37.43	3.04	2.9	2+368.90	2+388.25	2+406.33	(689052.50E, 9413451.78N)	(689034.22E, 9413445.4355N)	(689015.68E, 9413450.96N)	6.3%	1.3
PI:54	24°41'10"	30	12.93	0.71	0.69	2+433.54	2+440.10	2+446.46	(688989.61E, 9413458.73N)	(688983.32E, 9413460.6073N)	(688978.38E, 9413464.94N)	8.0%	1.2
PI:55	21°27'11"	30	16.21	1.13	1.09	2+449.91	2+458.21	2+466.11	(688975.80E, 9413467.21N)	(688968.56E, 9413472.6018N)	(688961.38E, 9413474.18N)	8.0%	1.2
PI:56	10°35'50"	60	11.1	0.26	0.26	2+478.97	2+484.53	2+490.07	(688948.74E, 9413476.48N)	(688943.26E, 9413477.4807N)	(688938.06E, 9413479.47N)	6.3%	1.3
PI:57	25°52'01"	30	13.54	0.78	0.76	2+507.44	2+514.33	2+520.98	(688921.84E, 9413485.67N)	(688915.40E, 9413488.1321N)	(688908.54E, 9413487.54N)	8.0%	1.2
PI:58	98°09'07"	15	25.7	7.9	5.17	2+529.23	2+546.53	2+554.92	(688900.32E, 9413486.83N)	(688883.09E, 9413485.3365N)	(688887.01E, 9413468.48N)	8.0%	1.2
PI:59	21°27'11"	60	22.47	1.07	1.05	2+567.83	2+579.20	2+590.30	(688889.93E, 9413455.91N)	(688882.51E, 9413444.6921N)	(688868.95E, 9413435.48N)	6.3%	1.3
PI:60	7°28'43"	80	10.44	0.17	0.17	2+607.15	2+612.38	2+617.59	(688898.51E, 9413421.60N)	(688891.47E, 9413417.2951N)	(688893.85E, 9413412.64N)	5.5%	1
PI:61	17°42'55"	80	24.74	0.97	0.95	2+631.56	2+644.03	2+656.30	(688920.21E, 9413400.20N)	(688925.89E, 9413389.0980N)	(688934.67E, 9413380.25N)	5.5%	1
PI:62	7°44'29"	80	10.81	0.18	0.18	2+668.66	2+674.07	2+679.47	(688943.38E, 9413371.48N)	(688947.19E, 9413367.6344N)	(688950.45E, 9413363.31N)	5.5%	1
PI:63	33°06'40"	60	34.67	2.59	2.49	2+730.97	2+748.81	2+765.65	(688891.48E, 9413322.20N)	(688892.22E, 9413307.9687N)	(688899.00E, 9413301.91N)	6.3%	1.3
PI:64	7°40'06"	150	20.08	0.34	0.34	2+806.90	2+816.95	2+826.98	(689047.80E, 9413287.91N)	(689057.26E, 9413284.4979N)	(689066.18E, 9413279.85N)	3.9%	0.6
PI:65	82°20'33"	80	114.97	26.28	19.78	2+901.53	2+971.50	3+016.50	(689132.30E, 9413245.41N)	(689194.35E, 9413213.0944N)	(689170.59E, 9413147.29N)	5.5%	1

PARÁMETROS GEOMETRICOS CURVAS HORIZONTALES KM 3+000 - KM 4+000													
# CURVA	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN	RADIO	LONGITUD DE CURVA	EXTERNA (E)	ORDENAD A MEDIA (M)	PC	PI	PT	COORDENADAS PC	COORDENADAS PI	COORDENADAS PT	PERALTE	SA
PI:66	23°38'14"	100	41.25	2.17	2.12	3+061.46	3+082.39	3+102.72	(689155.32E, 9413105.00N)	(689148.21E, 9413085.3197N)	(689149.59E, 9413064.44N)	5.0%	0.8
PI:67	51°29'05"	30	26.96	3.31	2.98	3+168.20	3+182.67	3+195.16	(689153.91E, 9412999.10N)	(689154.87E, 9412984.6658N)	(689144.17E, 9412974.93N)	8.0%	1.2
PI:68	14°52'44"	50	12.98	0.42	0.42	3+209.15	3+215.68	3+222.14	(689133.82E, 9412965.51N)	(689128.99E, 9412961.1193N)	(689125.45E, 9412955.63N)	6.7%	1.5
PI:69	18°50'58"	50	16.45	0.68	0.67	3+301.55	3+309.85	3+318.00	(689082.40E, 9412888.90N)	(689077.90E, 9412881.9244N)	(689075.90E, 9412873.87N)	6.7%	1.5
PI:70	39°53'49"	30	20.89	1.91	1.8	3+352.07	3+362.96	3+372.96	(689067.67E, 9412840.81N)	(689065.04E, 9412830.2424N)	(689056.25E, 9412823.82N)	8.0%	1.2
PI:71	10°32'07"	60	11.03	0.25	0.25	3+389.83	3+395.36	3+400.86	(689042.62E, 9412813.88N)	(689038.15E, 9412810.6141N)	(689034.36E, 9412806.59N)	6.3%	1.3
PI:72	43°41'08"	25	19.06	1.93	1.79	3+426.51	3+436.53	3+445.57	(689016.76E, 9412787.94N)	(689009.88E, 9412780.6477N)	(688999.87E, 9412780.13N)	8.0%	1.2
PI:73	28°59'34"	25	12.65	0.82	0.8	3+454.31	3+460.77	3+466.96	(688991.15E, 9412779.67N)	(688984.69E, 9412779.3370N)	(688979.21E, 9412775.91N)	8.0%	1.2
PI:74	131°59'20"	25	57.59	36.45	14.83	3+513.88	3+570.02	3+571.47	(688939.40E, 9412751.07N)	(688891.78E, 9412721.3438N)	(688895.73E, 9412705.83N)	8.0%	1.2
PI:75	80°17'27"	30	42.04	9.25	7.07	3+641.93	3+667.23	3+683.97	(689013.44E, 9412686.37N)	(689037.76E, 9412679.3765N)	(689034.97E, 9412654.23N)	8.0%	1.2
PI:76	13°32'55"	60	14.19	0.42	0.42	3+712.44	3+719.57	3+726.63	(689031.83E, 9412625.93N)	(689031.04E, 9412618.8418N)	(689031.94E, 9412611.77N)	6.3%	1.3
PI:77	10°17'19"	80	14.37	0.32	0.32	3+727.98	3+735.19	3+742.35	(689032.11E, 9412610.43N)	(689033.01E, 9412603.2813N)	(689032.63E, 9412596.09N)	5.5%	1
PI:78	5°38'29"	120	11.82	0.15	0.15	3+745.00	3+750.91	3+756.81	(689032.49E, 9412593.45N)	(689032.17E, 9412587.5411N)	(689032.44E, 9412581.63N)	4.5%	0.7
PI:79	29°26'54"	30	15.42	1.02	0.99	3+772.25	3+780.14	3+787.67	(689033.13E, 9412566.21N)	(689033.48E, 9412558.3350N)	(689029.92E, 9412551.30N)	8.0%	1.2
PI:80	19°17'06"	60	20.2	0.86	0.85	3+789.91	3+800.10	3+810.11	(689028.91E, 9412549.31N)	(689024.30E, 9412540.2139N)	(689022.95E, 9412530.11N)	6.3%	1.3
PI:81	25°21'08"	30	13.27	0.75	0.73	3+812.44	3+819.19	3+825.72	(689022.64E, 9412527.79N)	(689021.75E, 9412521.1023N)	(689018.08E, 9412515.44N)	8.0%	1.2
PI:82	78°48'20"	15	20.63	4.41	3.41	3+833.17	3+845.49	3+853.80	(689014.03E, 9412509.19N)	(689007.33E, 9412498.8477N)	(689016.17E, 9412490.27N)	8.0%	1.2
PI:83	39°32'13"	30	20.7	1.88	1.77	3+856.27	3+867.06	3+876.97	(689017.95E, 9412488.54N)	(689025.69E, 9412481.0345N)	(689026.87E, 9412470.32N)	8.0%	1.2
PI:84	47°35'44"	25	20.77	2.32	2.13	3+888.65	3+899.67	3+909.41	(689028.16E, 9412458.72N)	(689029.37E, 9412447.7602N)	(689038.28E, 9412441.27N)	8.0%	1.2
PI:85	78°41'58"	25	34.34	7.33	5.67	3+910.92	3+931.42	3+945.26	(689039.50E, 9412440.38N)	(689056.07E, 9412428.3090N)	(689047.47E, 9412409.70N)	8.0%	1.2
PI:86	52°50'41"	30	27.67	3.5	3.13	3+955.83	3+970.74	3+983.50	(689043.04E, 9412400.10N)	(689036.80E, 9412386.5637N)	(689022.23E, 9412383.37N)	8.0%	1.2

PARÁMETROS GEOMETRICOS CURVAS HORIZONTALES KM 4+000 - KM 5+000													
# CURVA	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN	RADIO	LONGITUD DE CURVA	EXTERNA (E)	ORDENAD A MEDIA (M)	PC	PI	PT	COORDENADAS PC	COORDENADAS PI	COORDENADAS PT	PERALTE	SA
Pl:87	15°14'28"	50	13.3	0.45	0.44	4+004.60	4+011.29	4+017.90	(689001.63E, 9412378.85N)	(688995.09E, 9412377.4131N)	(688989.16E, 9412374.31N)	6.7%	1.5
Pl:88	32°28'24"	30	17	1.25	1.2	4+042.01	4+050.74	4+059.01	(688967.80E, 9412363.14N)	(688960.06E, 9412359.0880N)	(688951.36E, 9412359.83N)	8.0%	1.2
Pl:89	90°24'46"	25	39.45	10.48	7.39	4+078.76	4+103.94	4+118.21	(688931.68E, 9412361.50N)	(688906.59E, 9412363.6314N)	(688904.64E, 9412338.53N)	8.0%	1.2
Pl:90	44°43'25"	50	39.03	4.07	3.76	4+122.19	4+142.76	4+161.21	(688904.33E, 9412334.56N)	(688902.74E, 9412314.0523N)	(688887.17E, 9412300.60N)	6.7%	1.5
Pl:91	106°42'53"	25	46.56	16.89	10.08	4+164.48	4+198.09	4+211.05	(688884.70E, 9412298.47N)	(688859.27E, 9412276.4896N)	(688887.63E, 9412258.45N)	8.0%	1.2
Pl:92	8°28'23"	100	14.79	0.27	0.27	4+229.75	4+237.15	4+244.53	(688903.41E, 9412248.42N)	(688909.66E, 9412244.4453N)	(688916.43E, 9412241.43N)	5.0%	0.8
Pl:93	13°26'59"	60	14.08	0.42	0.41	4+269.90	4+276.98	4+283.99	(688939.61E, 9412231.12N)	(688946.07E, 9412228.2496N)	(688951.69E, 9412223.95N)	6.3%	1.3
Pl:94	21°59'36"	60	23.03	1.12	1.1	4+300.18	4+311.84	4+323.21	(688964.55E, 9412214.11N)	(688973.81E, 9412207.0220N)	(688979.74E, 9412196.98N)	6.3%	1.3
Pl:95	81°11'45"	15	21.26	4.76	3.61	4+325.13	4+337.98	4+346.39	(688980.71E, 9412195.33N)	(688987.25E, 9412184.2641N)	(688999.19E, 9412189.03N)	8.0%	1.2
Pl:96	64°47'56"	30	33.93	5.53	4.67	4+370.02	4+389.06	4+403.95	(689021.14E, 9412197.80N)	(689038.82E, 9412204.8618N)	(689052.74E, 9412191.87N)	8.0%	1.2
Pl:97	40°54'53"	25	17.85	1.68	1.58	4+459.42	4+468.75	4+477.27	(689093.29E, 9412154.02N)	(689100.11E, 9412147.6584N)	(689109.43E, 9412147.31N)	8.0%	1.2
Pl:98	71°44'32"	20	25.04	4.68	3.79	4+481.19	4+495.65	4+506.23	(689113.34E, 9412147.17N)	(689127.79E, 9412146.6380N)	(689131.81E, 9412132.75N)	8.0%	1.2
Pl:99	10°15'54"	60	10.75	0.24	0.24	4+507.54	4+512.93	4+518.29	(689132.18E, 9412131.49N)	(689133.68E, 9412126.3100N)	(689136.08E, 9412121.48N)	6.3%	1.3
Pl:100	53°48'09"	30	25.79	3	2.73	4+530.35	4+544.10	4+556.14	(689163.11E, 9412103.69N)	(689175.28E, 9412098.3693N)	(689185.27E, 9412085.70N)	8.0%	1.2
Pl:101	32°09'09"	30	16.83	1.22	1.17	4+562.31	4+570.96	4+579.15	(689139.82E, 9412080.00N)	(689136.46E, 9412072.0343N)	(689137.86E, 9412063.50N)	8.0%	1.2
Pl:102	29°37'15"	30	15.51	1.03	1	4+584.35	4+592.28	4+599.86	(689138.70E, 9412058.37N)	(689139.99E, 9412050.5427N)	(689137.23E, 9412043.10N)	8.0%	1.2
Pl:103	115°10'35"	20	40.2	17.31	9.28	4+614.60	4+646.10	4+654.81	(689132.12E, 9412029.28N)	(689121.19E, 9411999.7344N)	(689152.57E, 9412002.41N)	8.0%	1.2
Pl:104	79°48'09"	30	28.17	3.64	3.25	4+662.38	4+677.60	4+690.55	(689203.16E, 9412103.05N)	(689175.28E, 9412004.3420N)	(689185.27E, 9411992.87N)	8.0%	1.2
Pl:105	35°03'26"	30	18.36	1.46	1.39	4+711.34	4+720.81	4+729.70	(689198.94E, 9411977.19N)	(689205.16E, 9411970.0461N)	(689214.36E, 9411967.77N)	8.0%	1.2
Pl:106	34°35'49"	30	18.11	1.42	1.36	4+747.94	4+757.28	4+766.05	(689232.07E, 9411963.40N)	(689241.14E, 9411961.1571N)	(689247.34E, 9411954.16N)	8.0%	1.2
Pl:107	41°20'29"	25	18.04	1.72	1.61	4+780.97	4+790.40	4+799.01	(689257.22E, 9411943.00N)	(689263.48E, 9411935.9373N)	(689272.84E, 9411934.77N)	8.0%	1.2
Pl:108	79°13'53"	15	20.74	4.47	3.44	4+799.33	4+811.75	4+820.08	(689273.83E, 9411934.73N)	(689285.48E, 9411933.1837N)	(689296.27E, 9411929.79N)	8.0%	1.2
Pl:109	25°51'30"	30	13.54	0.78	0.76	4+836.58	4+843.47	4+850.12	(689287.32E, 9411904.32N)	(689287.75E, 9411897.4489N)	(689291.15E, 9411891.45N)	8.0%	1.2
Pl:110	26°54'56"	30	14.09	0.85	0.82	4+859.49	4+866.67	4+873.59	(689295.76E, 9411883.30N)	(689299.30E, 9411877.0473N)	(689299.62E, 9411869.88N)	8.0%	1.2
Pl:111	7°16'37"	150	19.05	0.3	0.3	4+914.48	4+924.02	4+933.53	(689301.46E, 9411829.02N)	(689301.89E, 9411819.4928N)	(689303.52E, 9411810.10N)	3.9%	0.6
Pl:112	19°56'33"	60	20.88	0.92	0.91	4+942.42	4+952.97	4+963.31	(689305.04E, 9411801.34N)	(689306.85E, 9411790.9439N)	(689305.00E, 9411780.56N)	6.3%	1.3
Pl:113	42°54'31"	25	18.72	1.86	1.73	4+970.53	4+980.36	4+989.25	(689303.73E, 9411773.45N)	(689302.01E, 9411763.7721N)	(689307.34E, 9411755.52N)	8.0%	1.2

PARÁMETROS GEOMETRICOS CURVAS HORIZONTALES KM 5+000 - KM 6+000													
# CURVA	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN	RADIO	LONGITUD DE CURVA	EXTERNA (E)	ORDENAD A MEDIA (M)	PC	PI	PT	COORDENADAS PC	COORDENADAS PI	COORDENADAS PT	PERALTE	SA
Pl:114	35°35'35"	30	18.64	1.51	1.44	4+993.45	5+003.08	5+012.09	(689309.61E, 9411751.99N)	(689314.83E, 9411743.8963N)	(689314.37E, 9411734.28N)	8.0%	1.2
Pl:115	38°46'44"	30	20.3	1.8	1.7	5+017.56	5+028.12	5+037.87	(689314.10E, 9411728.81N)	(689313.59E, 9411718.2630N)	(689319.80E, 9411709.72N)	8.0%	1.2
Pl:116	29°43'43"	30	15.57	1.04	1	5+040.15	5+048.11	5+055.72	(689321.14E, 9411707.87N)	(689325.82E, 9411701.4329N)	(689326.70E, 9411693.52N)	8.0%	1.2
Pl:117	19°08'51"	60	20.05	0.85	0.84	5+058.43	5+068.55	5+078.48	(689326.99E, 9411690.82N)	(689328.10E, 9411680.7609N)	(689332.44E, 9411671.62N)	6.3%	1.3
Pl:118	8°21'35"	100	14.59	0.27	0.27	5+102.67	5+109.98	5+117.26	(689342.83E, 9411649.77N)	(689345.97E, 9411643.1746N)	(689348.11E, 9411636.19N)	5.0%	0.8
Pl:119	91°57'55"	25	40.13	10.98	7.63	5+138.79	5+164.66	5+178.91	(689354.43E, 9411615.61N)	(689362.02E, 9411590.8800N)	(689337.04E, 9411584.14N)	8.0%	1.2
Pl:120	20°46'00"	80	29	1.33	1.31	5+187.66	5+202.32	5+216.66	(689328.60E, 9411581.86N)	(689314.45E, 9411578.0409N)	(689302.57E, 9411569.45N)	5.5%	1
Pl:121	10°29'46"	150	27.48	0.63	0.63	5+227.19	5+240.97	5+254.67	(689294.03E, 9411563.28N)	(689282.86E, 9411555.2058N)	(689270.41E, 9411549.30N)	3.9%	0.6
Pl:122	10°58'15"	150	28.72	0.69	0.69	5+294.01	5+308.42	5+322.73	(689234.87E, 9411532.44N)	(689221.85E, 9411526.2718N)	(689207.90E, 9411522.69N)	3.9%	0.6
Pl:123	11°55'47"	150	31.23	0.82	0.81	5+332.00	5+347.67	5+363.23	(689198.93E, 9411520.38N)	(689183.75E, 9411516.4866N)	(689169.70E, 9411509.53N)	3.9%	0.6
Pl:124	4°51'25"	150	12.72	0.13	0.13	5+374.50	5+380.86	5+387.22	(689159.60E, 9411504.54N)	(689153.90E, 9411501.7149N)	(689147.98E, 9411499.39N)	3.9%	0.6
Pl:125	6°54'18"	150	18.08	0.27	0.27	5+400.71	5+409.76	5+418.79	(689135.42E, 9411494.45N)	(689127.00E, 9411491.1324N)	(689119.04E, 9411486.83N)	3.9%	0.6
Pl:126	17°13'07"	60	18.03	0.68	0.68	5+430.65	5+439.73	5+448.68	(689108.60E, 9411481.20N)	(689100.61E, 9411476.8774N)	(689091.70E, 9411475.12N)	6.3%	1.3
Pl:127	36°54'25"	30	19.32	1.63	1.54	5+450.70	5+460.71	5+470.03	(689089.71E, 9411474.73N)	(689079.89E, 9411472.7894N)	(689073.20E, 9411465.34N)	8.0%	1.2
Pl:128	34°32'55"	30	18.09	1.42	1.35	5+475.30	5+484.63	5+493.39	(689069.68E, 9411461.42N)	(689063.44E, 9411454.4772N)	(689054.37E, 9411452.30N)	8.0%	1.2
Pl:129	17°45'36"	30	9.3	0.36	0.36	5+496.61	5+501.30	5+505.91	(689051.24E, 9411451.54N)	(689046.68E, 9411450.4479N)	(689042.68E, 9411448.01N)	8.0%	1.2
Pl:130	33°14'09"	25	14.5	1.09	1.04	5+507.32	5+514.78	5+521.82	(689041.48E, 9411447.29N)	(689035.10E, 9411443.4113N)	(689027.64E, 9411443.67N)	8.0%	1.2
Pl:131	47°24'12"	25	20.68	2.3	2.11	5+524.16	5+535.14	5+544.85	(689025.30E, 9411443.75N)	(689014.33E, 9411444.1209N)	(689006.63E, 9411436.30N)	8.0%	1.2
Pl:132	92°49'05"	50	81	22.52	15.52	5+556.69	5+609.21	5+637.69	(688998.32E, 9411427.86N)	(688961.47E, 9411390.4324N)	(688925.90E, 9411429.08N)	6.7%	1.5
Pl:133	67°13'38"	50	58.67	10.04	8.36	5+646.85	5+680.09	5+705.52	(688919.70E, 9411435.82N)	(688897.19E, 9411460.2717N)	(688865.93E, 9411448.98N)	6.7%	1.5
Pl:134	43°31'56"	20	15.2	1.54	1.43	5+707.85	5+715.84	5+723.05	(688863.73E, 9411448.19N)	(688856.22E, 9411445.4773N)	(688848.91E, 9411448.68N)	8.0%	1.2
Pl:135	43°21'46"	25	18.92	1.9	1.77	5+723.70	5+733.64	5+742.62	(688848.31E, 9411448.95N)	(688839.21E, 9411452.9375N)	(688829.85E, 9411449.59N)	8.0%	1.2
Pl:136	65°42'29"	30	34.4	5.71	4.8	5+749.47	5+768.85	5+783.88	(688823.40E, 9411447.28N)	(688805.16E, 9411440.7553N)	(688791.71E, 9411454.70N)	8.0%	1.2
Pl:137	13°28'48"	80	18.82	0.56	0.55	5+853.63	5+863.08	5+872.45	(688743.27E, 9411504.89N)	(688736.71E, 9411511.6946N)	(688731.91E, 9411519.84N)	5.5%	1
Pl:138	114°21'08"	12	23.95	10.14	5.5	5+878.04	5+896.64	5+901.99	(688729.07E, 9411524.66N)	(688719.63E, 9411540.6868N)	(688708.92E, 9411525.48N)	8.0%	1.2
Pl:139	25°12'28"	25	11	0.62	0.6	5+903.20	5+908.79	5+914.20	(688708.22E, 9411524.49N)	(688705.00E, 9411519.9149N)	(688700.15E, 9411517.15N)	8.0%	1.2
Pl:140	72°41'02"	25	31.71	6.04	4.86	5+916.91	5+935.30	5+948.62	(688697.79E, 9411515.81N)	(688681.81E, 9411506.7153N)	(688685.73E, 9411488.75N)	8.0%	1.2
Pl:141	73°08'59"	15	19.15	3.68	2.95	5+951.03	5+962.16	5+970.18	(688686.25E, 9411486.39N)	(688688.63E, 9411475.5190N)	(688678.91E, 9411470.09N)	8.0%	1.2
Pl:142	86°34'59"	15	22.67	5.61	4.08	5+971.31	5+985.44	5+993.98	(688677.92E, 9411469.54N)	(688665.58E, 9411462.6534N)	(688671.72E, 9411449.93N)	8.0%	1.2

PARÁMETROS GEOMETRICOS CURVAS HORIZONTALES KM 6+000 - KM 7+000													
# CURVA	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN	RADIO	LONGITUD DE CURVA	EXTERNA (E)	ORDENAD A MEDIA (M)	PC	PI	PT	COORDENADAS PC	COORDENADAS PI	COORDENADAS PT	PERALTE	SA
Pt:143	40°03'17"	60	41.95	3.86	3.63	6+021.84	6+043.71	6+063.78	(688683.83E, 9411424.84N)	(688693.34E, 9411405.1386N)	(688687.94E, 9411383.95N)	6.3%	1.3
Pt:144	65°01'25"	25	28.37	4.65	3.92	6+091.27	6+107.21	6+119.64	(688681.15E, 9411357.31N)	(688677.21E, 9411341.8656N)	(688661.56E, 9411338.91N)	8.0%	1.2
Pt:145	46°15'01"	25	20.18	2.18	2.01	6+135.48	6+146.15	6+155.66	(688646.00E, 9411335.98N)	(688635.51E, 9411333.9988N)	(688629.68E, 9411325.05N)	8.0%	1.2
Pt:146	27°42'15"	30	14.51	0.9	0.87	6+158.21	6+165.61	6+172.72	(688628.29E, 9411322.91N)	(688624.25E, 9411316.7114N)	(688617.80E, 9411313.10N)	8.0%	1.2
Pt:147	48°43'52"	30	25.52	2.93	2.67	6+189.17	6+202.76	6+214.69	(688603.44E, 9411305.07N)	(688591.58E, 9411298.4311N)	(688578.77E, 9411302.97N)	8.0%	1.2
Pt:148	91°18'50"	15	23.91	6.46	4.52	6+224.87	6+240.22	6+248.78	(688569.17E, 9411306.37N)	(688554.71E, 9411311.4911N)	(688549.92E, 9411296.91N)	8.0%	1.2
Pt:149	46°38'45"	25	20.35	2.22	2.04	6+253.44	6+264.22	6+273.80	(688548.46E, 9411292.47N)	(688545.09E, 9411282.2349N)	(688535.34E, 9411277.65N)	8.0%	1.2
Pt:150	38°39'00"	25	16.86	1.49	1.41	6+280.67	6+289.44	6+297.54	(688529.12E, 9411274.73N)	(688521.18E, 9411271.0003N)	(688517.31E, 9411263.13N)	8.0%	1.2
Pt:151	67°26'57"	20	23.54	4.05	3.37	6+301.95	6+315.30	6+325.49	(688515.37E, 9411259.18N)	(688509.47E, 9411247.1961N)	(688496.15E, 9411248.04N)	8.0%	1.2
Pt:152	78°58'21"	15	20.67	4.44	3.42	6+329.27	6+341.63	6+349.94	(688492.38E, 9411248.28N)	(688480.05E, 9411249.0653N)	(688476.92E, 9411237.11N)	8.0%	1.2
Pt:153	37°19'33"	30	19.54	1.67	1.58	6+356.23	6+366.36	6+375.77	(688475.33E, 9411231.03N)	(688472.76E, 9411221.2262N)	(688464.78E, 9411214.99N)	8.0%	1.2
Pt:154	20°00'36"	30	10.48	0.46	0.46	6+404.79	6+410.08	6+415.27	(688441.92E, 9411197.11N)	(688437.75E, 9411193.8557N)	(688434.94E, 9411189.37N)	8.0%	1.2
Pt:155	38°35'34"	30	20.21	1.79	1.69	6+424.05	6+434.56	6+444.26	(688430.29E, 9411181.91N)	(688424.73E, 9411173.0032N)	(688418.82E, 9411169.51N)	8.0%	1.2
Pt:156	25°16'18"	30	13.23	0.74	0.73	6+463.39	6+470.12	6+476.63	(688396.78E, 9411163.15N)	(688390.44E, 9411160.9079N)	(688385.66E, 9411156.18N)	8.0%	1.2
Pt:157	113°57'16"	25	49.72	20.87	11.38	6+481.99	6+520.45	6+531.71	(688381.84E, 9411152.40N)	(688354.50E, 9411125.3477N)	(688340.88E, 9411161.32N)	8.0%	1.2
Pt:158	61°10'26"	30	32.03	4.85	4.17	6+533.83	6+551.56	6+565.86	(688340.13E, 9411163.29N)	(688333.85E, 9411179.8758N)	(688316.29E, 9411182.37N)	8.0%	1.2
Pt:159	14°26'37"	100	25.21	0.8	0.79	6+600.59	6+613.27	6+625.80	(688291.90E, 9411187.25N)	(688269.35E, 9411189.0311N)	(688257.65E, 9411193.88N)	5.0%	0.8
Pt:160	37°15'26"	80	52.02	4.42	4.19	6+631.33	6+658.29	6+683.35	(688252.55E, 9411196.00N)	(688227.64E, 9411206.3307N)	(688201.55E, 9411199.47N)	5.5%	1
Pt:161	38°52'17"	30	20.35	1.81	1.71	6+695.07	6+705.66	6+715.43	(688190.21E, 9411196.49N)	(688179.98E, 9411193.7971N)	(688170.32E, 9411198.13N)	8.0%	1.2
Pt:162	38°52'51"	30	20.36	1.81	1.71	6+726.61	6+737.20	6+746.97	(688160.11E, 9411202.70N)	(688150.45E, 9411207.0292N)	(688145.64E, 9411216.47N)	8.0%	1.2
Pt:163	90°59'53"	15	23.82	6.4	4.49	6+748.43	6+763.70	6+772.26	(688144.98E, 9411121.3728N)	(688138.05E, 9411231.3728N)	(688134.57E, 9411224.21N)	8.0%	1.2
Pt:164	66°48'44"	30	34.98	5.94	4.96	6+774.87	6+794.66	6+809.85	(688122.27E, 9411222.99N)	(688104.79E, 9411213.7031N)	(688089.38E, 9411226.11N)	8.0%	1.2
Pt:165	17°35'48"	60	18.43	0.71	0.71	6+847.08	6+856.37	6+865.51	(688060.38E, 9411249.45N)	(688053.15E, 9411255.2756N)	(688048.01E, 9411263.01N)	6.3%	1.3
Pt:166	94°53'34"	20	33.12	9.57	6.47	6+870.25	6+892.04	6+903.38	(688045.39E, 9411266.97N)	(688033.34E, 9411285.1190N)	(688016.28E, 9411271.57N)	8.0%	1.2
Pt:167	32°20'50"	30	16.94	1.24	1.19	6+925.30	6+934.00	6+942.24	(687999.11E, 9411257.93N)	(687992.30E, 9411252.5173N)	(687989.44E, 9411244.30N)	8.0%	1.2
Pt:168	61°29'41"	30	32.2	4.91	4.22	6+963.43	6+981.28	6+995.63	(687982.48E, 9411224.29N)	(687976.61E, 9411207.4304N)	(687988.62E, 9411194.23N)	8.0%	1.2

PARÁMETROS GEOMETRICOS CURVAS HORIZONTALES KM 7+000 - KM 8+000													
# CURVA	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN	RADIO	LONGITUD DE CURVA	EXTERNA (E)	ORDENAD A MEDIA (M)	PC	PI	PT	COORDENADAS PC	COORDENADAS PI	COORDENADAS PT	PERALTE	SA
Pt:169	31°53'44"	30	16.7	1.2	1.15	7+013.38	7+021.95	7+030.08	(688000.57E, 9411181.10N)	(688006.34E, 9411174.7641N)	(688007.89E, 9411166.33N)	8.0%	1.2
Pt:170	45°26'57"	25	19.83	2.1	1.94	7+033.10	7+043.57	7+052.93	(688008.44E, 9411163.37N)	(688010.33E, 9411153.0685N)	(688018.99E, 9411147.19N)	8.0%	1.2
Pt:171	20°40'41"	50	18.04	0.83	0.81	7+054.47	7+063.59	7+072.52	(688020.27E, 9411146.32N)	(688027.82E, 9411141.2056N)	(688033.08E, 9411133.75N)	6.7%	1.5
Pt:172	21°53'50"	30	11.47	0.56	0.55	7+091.40	7+097.21	7+102.87	(688043.96E, 9411118.32N)	(688047.30E, 9411113.5720N)	(688052.17E, 9411110.42N)	8.0%	1.2
Pt:173	32°34'14"	25	14.21	1.05	1	7+111.40	7+118.70	7+125.61	(688059.34E, 9411105.78N)	(688065.47E, 9411101.8109N)	(688068.50E, 9411095.17N)	8.0%	1.2
Pt:174	37°16'34"	60	39.04	3.32	3.15	7+133.13	7+153.37	7+172.17	(688071.62E, 9411088.32N)	(688080.01E, 9411069.9116N)	(688097.84E, 9411060.34N)	6.3%	1.3
Pt:175	36°59'49"	30	19.37	1.63	1.55	7+178.62	7+188.66	7+198.00	(688103.53E, 9411057.29N)	(688112.38E, 9411052.5452N)	(688116.59E, 9411043.43N)	8.0%	1.2
Pt:176	29°55'46"	30	15.67	1.05	1.02	7+200.76	7+208.78	7+216.43	(688117.74E, 9411040.92N)	(688121.11E, 9411033.6435N)	(688127.65E, 9411029.01N)	8.0%	1.2
Pt:177	21°46'46"	60	22.81	1.1	1.08	7+216.95	7+228.49	7+239.76	(688128.07E, 9411028.71N)	(688137.50E, 9411022.0451N)	(688143.77E, 9411012.36N)	6.3%	1.3
Pt:178	17°15'54"	60	18.08	0.69	0.68	7+243.18	7+252.29	7+261.26	(688145.64E, 9411009.48N)	(688150.59E, 9411001.8348N)	(688157.59E, 9410996.00N)	6.3%	1.3
Pt:179	23°05'35"	30	12.09	0.62	0.61	7+265.02	7+271.15	7+277.11	(688160.47E, 9410993.60N)	(688165.18E, 9410989.6782N)	(688167.98E, 9410984.22N)	8.0%	1.2
Pt:180	11°42'06"	50	10.21	0.26	0.26	7+298.22	7+303.34	7+308.43	(688177.59E, 9410965.44N)	(688179.93E, 9410960.8748N)	(688183.14E, 9410956.88N)	6.7%	1.5
Pt:181	77°25'56"	25	33.79	7.04	5.49	7+310.52	7+330.56	7+344.31	(688184.45E, 9410955.25N)	(688197.01E, 9410939.6329N)	(688184.50E, 9410923.98N)	8.0%	1.2
Pt:182	8°21'02"	150	21.86	0.4	0.4	7+404.94	7+415.89	7+426.80	(688146.66E, 9410876.61N)	(688139.83E, 9410868.0507N)	(688134.31E, 9410858.59N)	3.9%	0.6
Pt:183	24°01'07"	60	25.15	1.34	1.31	7+431.60	7+444.36	7+456.75	(688131.89E, 9410854.45N)	(688125.45E, 9410843.4283N)	(688115.09E, 9410835.98N)	6.3%	1.3
Pt:184	43°31'10"	30	22.79	2.3	2.14	7+492.60	7+504.57	7+515.38	(688085.98E, 9410815.06N)	(688076.26E, 9410808.0660N)	(688074.02E, 9410796.30N)	8.0%	1.2
Pt:185	58°00'35"	30	30.37	4.3	3.76	7+519.53	7+536.16	7+549.90	(688073.25E, 9410792.23N)	(688070.14E, 9410775.8915N)	(688054.64E, 9410769.87N)	8.0%	1.2
Pt:186	58°50'17"	30	30.81	4.44	3.87	7+553.88	7+570.79	7+584.68	(688050.93E, 9410768.43N)	(688035.16E, 9410762.3091N)	(688032.24E, 9410745.65N)	8.0%	1.2
Pt:187	11°03'45"	100	19.31	0.47	0.47	7+610.89	7+620.58	7+630.20	(688027.72E, 9410719.83N)	(688026.04E, 9410710.2933N)	(688022.57E, 9410701.25N)	5.0%	0.8
Pt:188	90°50'58"	12	19.03	5.1	3.58	7+640.35	7+652.53	7+659.38	(688018.93E, 9410691.77N)	(688014.57E, 9410680.4050N)	(688003.26E, 9410684.94N)	8.0%	1.2
Pt:189	136°37'01"	12	28.61	20.47	7.56	7+662.10	7+692.27	7+690.72	(688000.73E, 9410685.95N)	(687972.73E, 9410697.1825N)	(687985.37E, 9410669.79N)	8.0%	1.2
Pt:190	59°27'46"	30	31.13	4.55	3.95	7+694.75	7+711.88	7+725.88	(687987.06E, 9410666.13N)	(687994.24E, 9410650.5709N)	(687984.48E, 9410636.48N)	8.0%	1.2
Pt:191	69°33'59"	15	18.21	3.26	2.68	7+736.59	7+747.01	7+754.80	(687978.39E, 9410627.68N)	(687972.46E, 9410619.1178N)	(687962.36E, 9410621.69N)	8.0%	1.2
Pt:192	69°30'42"	25	30.33	5.43	4.46	7+771.80	7+789.15	7+802.13	(687945.88E, 9410625.87N)	(687929.07E, 9410630.1492N)	(687919.18E, 9410615.90N)	8.0%	1.2
Pt:193	28°48'00"	30	14.03	0.84	0.82	7+804.14	7+811.29	7+818.18	(687918.04E, 9410614.24N)	(687913.96E, 9410608.3703N)	(687907.68E, 9410604.97N)	8.0%	1.2
Pt:194	51°27'07"	15	13.47	1.65	1.49	7+819.92	7+827.15	7+833.39	(687906.14E, 9410604.13N)	(687899.78E, 9410600.6905N)	(687898.52E, 9410593.58N)	8.0%	1.2
Pt:195	55°34'47"	15	14.55	1.96	1.73	7+833.81	7+841.72	7+848.36	(687898.44E, 9410593.16N)	(687897.06E, 9410585.3808N)	(687889.85E, 9410582.13N)	8.0%	1.2
Pt:196	24°31'45"	30	12.84	0.7	0.68	7+852.57	7+859.09	7+865.41	(687886.02E, 9410580.40N)	(687880.08E, 9410577.7097N)	(687875.79E, 9410572.80N)	8.0%	1.2
Pt:197	9°43'42"	80	13.58	0.29	0.29	7+867.81	7+874.62	7+881.39	(687874.21E, 9410570.99N)	(687869.73E, 9410565.8668N)	(687864.45E, 9410561.57N)	5.5%	1
Pt:198	15°08'56"	60	15.86	0.53	0.52	7+890.44	7+898.41	7+906.30	(687857.43E, 9410555.86N)	(687851.24E, 9410550.8306N)	(687846.58E, 9410544.35N)	6.3%	1.3
Pt:199	32°09'43"	30	16.84	1.22	1.17	7+909.28	7+917.93	7+926.12	(687844.84E, 9410541.93N)	(687839.79E, 9410534.9140N)	(687834.78E, 9410531.66N)	8.0%	1.2
Pt:200	41°09'10"	25	17.96	1.7	1.59	7+944.93	7+954.31	7+962.89	(687814.35E, 9410524.58N)	(687805.66E, 9410521.0498N)	(687801.43E, 9410512.67N)	8.0%	1.2
Pt:201	37°15'27"	25	16.26	1.38	1.31	7+967.99	7+976.42	7+984.25	(				

PARÁMETROS GEOMETRICOS CURVAS HORIZONTALES KM 8+000 - KM 8+630

# CURVA	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN	RADIO	LONGITUD DE CURVA	EXTERNA (E)	ORDENAD A MEDIA (M)	PC	PI	PT	COORDENADAS PC	COORDENADAS PI	COORDENADAS PT	PERALTE	SA
PI203	74°35'07"	25	32.54	6.42	5.11	8+004.28	8+023.32	8+036.83	(687776.21E, 9410481.49N)	(687771.68E, 9410462.9950N)	(687752.65E, 9410462.45N)	8.0%	1.2
PI204	21°00'32"	60	22	1.02	1.01	8+063.98	8+075.11	8+085.98	(687725.51E, 9410461.67N)	(687714.39E, 9410461.3530N)	(687703.89E, 9410465.04N)	6.3%	1.3
PI205	14°41'56"	60	15.39	0.5	0.49	8+093.82	8+101.56	8+109.21	(687696.50E, 9410467.64N)	(687689.20E, 9410470.2075N)	(687681.48E, 9410470.84N)	6.3%	1.3
PI206	124°53'53"	12	26.16	13.94	6.45	8+143.96	8+166.96	8+170.12	(687646.85E, 9410473.67N)	(687623.92E, 9410475.5376N)	(687635.50E, 9410455.66N)	8.0%	1.2
PI207	41°52'05"	25	18.27	1.77	1.65	8+175.77	8+185.33	8+194.04	(687638.35E, 9410450.78N)	(687643.16E, 9410442.5192N)	(687641.23E, 9410433.15N)	8.0%	1.2
PI208	16°30'35"	50	14.41	0.52	0.52	8+194.28	8+201.53	8+208.69	(687641.18E, 9410432.92N)	(687639.72E, 9410425.8115N)	(687640.34E, 9410418.58N)	6.7%	1.5
PI209	31°36'14"	30	16.55	1.18	1.13	8+210.89	8+219.38	8+227.44	(687640.52E, 9410416.39N)	(687641.24E, 9410407.9282N)	(687637.42E, 9410400.35N)	8.0%	1.2
PI210	26°42'35"	30	13.99	0.83	0.81	8+233.32	8+240.44	8+247.31	(687634.78E, 9410395.09N)	(687631.58E, 9410388.7312N)	(687631.57E, 9410381.61N)	8.0%	1.2
PI211	12°49'36"	60	13.43	0.38	0.38	8+252.53	8+259.28	8+265.97	(687631.57E, 9410376.38N)	(687631.57E, 9410369.6381N)	(687630.07E, 9410363.06N)	6.3%	1.3
PI212	95°13'06"	20	33.24	9.67	6.52	8+275.26	8+297.17	8+308.50	(687628.00E, 9410354.00N)	(687623.13E, 9410332.6358N)	(687602.30E, 9410339.43N)	8.0%	1.2
PI213	35°48'48"	30	18.75	1.53	1.45	8+317.69	8+327.39	8+336.44	(687593.56E, 9410342.28N)	(687584.34E, 9410345.2877N)	(687575.11E, 9410342.33N)	8.0%	1.2
PI214	131°48'25"	12	27.61	17.39	7.1	8+342.54	8+369.37	8+370.14	(687569.31E, 9410340.48N)	(687543.76E, 9410332.2983N)	(687566.89E, 9410318.70N)	8.0%	1.2
PI215	4°20'10"	150	11.35	0.11	0.11	8+384.15	8+389.83	8+395.51	(687578.97E, 9410311.60N)	(687583.86E, 9410308.7241N)	(687588.53E, 9410305.48N)	3.9%	0.6
PI216	98°52'10"	25	43.14	13.44	8.74	8+430.03	8+459.24	8+473.17	(687616.88E, 9410285.79N)	(687640.87E, 9410269.1288N)	(687620.71E, 9410248.00N)	8.0%	1.2
PI217	10°37'10"	150	27.8	0.65	0.64	8+493.72	8+507.66	8+521.52	(687606.53E, 9410233.13N)	(687596.90E, 9410223.0464N)	(687589.30E, 9410211.36N)	3.9%	0.6
PI218	5°25'12"	150	14.19	0.17	0.17	8+603.28	8+610.38	8+617.47	(687544.73E, 9410142.81N)	(687540.86E, 9410136.8624N)	(687536.45E, 9410131.30N)	3.9%	0.6

**ANEXO 3.- REPORTE DE  
ELEMENTOS DE TRAZO VERTICAL  
POR KM.**

**TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS VERTICALES**

**CUADRO DE CURVAS VERTICALES KM 0+000 - KM 1+000**

No.	PVI ESTACION	PVI ELEVACION	ENTRADA	SALIDA	A (Grade Change)	TIPO DE CURVA	LONGITUD DE CURVA	K	RADIO
1	0+000.00	1854.8		-1.66%					
2	0+132.81	1852.594	-1.66%	3.59%	5.25%	Sag	100.00m	17.06	1903.044
3	0+258.76	1857.121	3.59%	-1.74%	5.33%	Crest	80.00m	33	1500.985
4	0+347.01	1855.589	-1.74%	3.78%	5.52%	Sag	50.00m	17.35	906.51
5	0+424.26	1858.508	3.78%	-0.71%	4.49%	Crest	70.00m	10.08	1558.403
6	0+615.25	1857.148	-0.71%	4.76%	5.48%	Sag	100.00m	48.67	1826.337
7	0+789.66	1865.456	4.76%	-0.54%	5.30%	Crest	100.00m	25.65	1886.276
8	0+981.89	1864.421	-0.54%	-6.12%	5.58%	Crest	80.00m	14.26	1433.069

**CUADRO DE CURVAS VERTICALES KM 1+000 - KM 2+000**

No.	PVI ESTACION	PVI ELEVACION	ENTRADA	SALIDA	A (Grade Change)	TIPO DE CURVA	LONGITUD DE CURVA	K	RADIO
9	1+121.27	1855.891	-6.12%	-1.99%	4.13%	Sag	80.00m	32.56	1936.302
10	1+251.80	1853.294	-1.99%	-7.75%	5.76%	Crest	80.00m	13.879	1387.887
11	1+359.89	1844.914	-7.75%	-5.05%	2.70%	Sag	50.00m	18.514	1851.38
12	1+440.96	1840.818	-5.05%	-1.58%	3.47%	Sag	50.00m	14.413	1441.306
13	1+655.43	1837.422	-1.58%	-5.64%	4.05%	Crest	60.00m	14.799	1479.888
14	1+741.85	1832.55	-5.64%	-7.87%	2.23%	Crest	50.00m	22.393	2239.266
15	1+859.10	1823.322	-7.87%	-11.58%	3.71%	Crest	70.00m	18.879	1887.899
16	1+977.60	1809.602	-11.58%	5.10%	16.68%	Sag	105.00m	6.294	629.412

**CUADRO DE CURVAS VERTICALES KM 2+000 - KM 3+000**

No.	PVI ESTACION	PVI ELEVACION	ENTRADA	SALIDA	A (Grade Change)	TIPO DE CURVA	LONGITUD DE CURVA	K	RADIO
17	2+140.97	1817.94	5.10%	-5.54%	10.64%	Crest	140.00m	13.154	1315.404
18	2+278.77	1810.307	-5.54%	-2.77%	2.77%	Sag	90.00m	32.543	3254.288
19	2+391.18	1807.189	-2.77%	-8.40%	5.62%	Crest	90.00m	16.006	1600.627
20	2+556.08	1793.343	-8.40%	6.52%	14.92%	Sag	90.00m	6.033	603.252
21	2+663.53	1800.352	6.52%	1.70%	4.83%	Crest	80.00m	16.577	1657.739
22	2+743.21	1801.704	1.70%	8.72%	7.03%	Sag	50.00m	7.114	711.43
23	2+907.95	1816.078	8.72%	5.84%	2.89%	Crest	90.00m	31.167	3116.698

**CUADRO DE CURVAS VERTICALES KM 3+000 - KM 4+000**

No.	PVI ESTACION	PVI ELEVACION	ENTRADA	SALIDA	A (Grade Change)	TIPO DE CURVA	LONGITUD DE CURVA	K	RADIO
24	3+139.97	1829.621	5.84%	9.19%	3.35%	Sag	50.00m	14.913	1491.302
25	3+222.53	1837.208	9.19%	2.93%	6.26%	Crest	105.00m	16.766	1676.629
26	3+352.06	1841	2.93%	7.11%	4.18%	Sag	70.00m	16.747	1674.686
27	3+496.93	1851.297	7.11%	5.76%	1.35%	Crest	50.00m	36.981	3698.082
28	3+694.61	1862.674	5.76%	8.39%	2.64%	Sag	100.00m	37.907	3790.706
29	3+874.70	1877.789	8.39%	4.90%	3.49%	Crest	50.00m	14.314	1431.402

**CUADRO DE CURVAS VERTICALES KM 4+000 - KM 5+000**

No.	PVI ESTACION	PVI ELEVACION	ENTRADA	SALIDA	A (Grade Change)	TIPO DE CURVA	LONGITUD DE CURVA	K	RADIO
30	4+012.34	1884.534	4.90%	5.48%	0.58%	Sag	50.00m	86.477	8647.702
31	4+090.45	1888.812	5.48%	-0.92%	6.40%	Crest	85.00m	13.29	1328.984
32	4+182.38	1887.969	-0.92%	3.71%	4.63%	Sag	50.00m	10.811	1081.078
33	4+265.88	1891.065	3.71%	7.29%	3.58%	Sag	50.00m	13.96	1395.988
34	4+357.37	1897.734	7.29%	4.18%	3.11%	Crest	50.00m	16.065	1606.5
35	4+462.58	1902.128	4.18%	9.84%	5.66%	Sag	50.00m	8.836	883.617
36	4+650.83	1920.644	9.84%	3.29%	6.54%	Crest	85.00m	12.988	1298.751
37	4+746.49	1923.791	3.29%	5.97%	2.68%	Sag	50.00m	18.683	1868.262
38	4+876.23	1931.533	5.97%	6.14%	0.18%	Sag	50.00m	284.546	28454.583

**CUADRO DE CURVAS VERTICALES KM 5+000 - KM 6+000**

No.	PVI ESTACION	PVI ELEVACION	ENTRADA	SALIDA	A (Grade Change)	TIPO DE CURVA	LONGITUD DE CURVA	K	RADIO
39	5+318.66	1958.71	6.14%	2.81%	3.33%	Crest	80.00m	23.995	2399.527
40	5+513.23	1964.175	2.81%	3.79%	0.98%	Sag	50.00m	51.016	5101.609
41	5+652.60	1969.456	3.79%	8.15%	4.36%	Sag	80.00m	18.34	1833.954
42	5+808.75	1982.183	8.15%	2.99%	5.16%	Crest	80.00m	15.491	1549.129
43	5+972.21	1987.065	2.99%	-0.84%	3.83%	Crest	105.00m	27.434	2743.352

**CUADRO DE CURVAS VERTICALES KM 6+000 - KM 7+000**

No.	PVI ESTACION	PVI ELEVACION	ENTRADA	SALIDA	A (Grade Change)	TIPO DE CURVA	LONGITUD DE CURVA	K	RADIO
44	6+119.46	1985.828	-0.84%	9.86%	10.70%	Sag	100.00m	9.344	934.392
45	6+317.49	2005.356	9.86%	5.40%	4.46%	Crest	80.00m	17.918	1791.781
46	6+517.50	2016.149	5.40%	-10.77%	16.16%	Crest	210.00m	12.991	1299.114
47	6+698.94	1996.611	-10.77%	0.97%	11.74%	Sag	70.00m	5.963	596.304
48	6+857.11	1998.146	0.97%	-3.20%	4.17%	Crest	70.00m	16.777	1677.693
49	6+966.37	1994.648	-3.20%	6.50%	9.70%	Sag	70.00m	7.217	721.728



**CUADRO DE CURVAS VERTICALES KM 7+000 - KM 8+000**

No.	PVI ESTACION	PVI ELEVACION	ENTRADA	SALIDA	A (Grade Change)	TIPO DE CURVA	LONGITUD DE CURVA	K	RADIO
50	7+092.74	2002.859	6.50%	0.94%	5.55%	Crest	100.00m	18.009	1800.896
51	7+233.77	2004.191	0.94%	5.99%	5.04%	Sag	80.00m	15.868	1586.764
52	7+384.26	2013.199	5.99%	5.52%	0.47%	Crest	80.00m	171.332	17133.248
53	7+563.11	2023.07	5.52%	0.91%	4.61%	Crest	80.00m	17.338	1733.796
54	7+676.02	2024.092	0.91%	7.44%	6.53%	Sag	80.00m	12.25	1225.041

**CUADRO DE CURVAS VERTICALES KM 8+000 - KM 8+630**

No.	PVI ESTACION	PVI ELEVACION	ENTRADA	SALIDA	A (Grade Change)	TIPO DE CURVA	LONGITUD DE CURVA	K	RADIO
55	8+000.37	2048.209	7.44%	5.88%	1.55%	Crest	150.00m	96.467	9646.699
56	8+227.64	2061.574	5.88%	3.56%	2.32%	Crest	80.00m	34.496	3449.607
57	8+422.04	2068.497	3.56%	6.16%	2.60%	Sag	50.00m	19.21	1920.976
58	8+561.39	2077.088	6.16%	3.21%	2.95%	Crest	80.00m	27.117	2711.732
59	8+630.19	2079.299	3.21%						

Anexo 10. Diseño de pavimento.



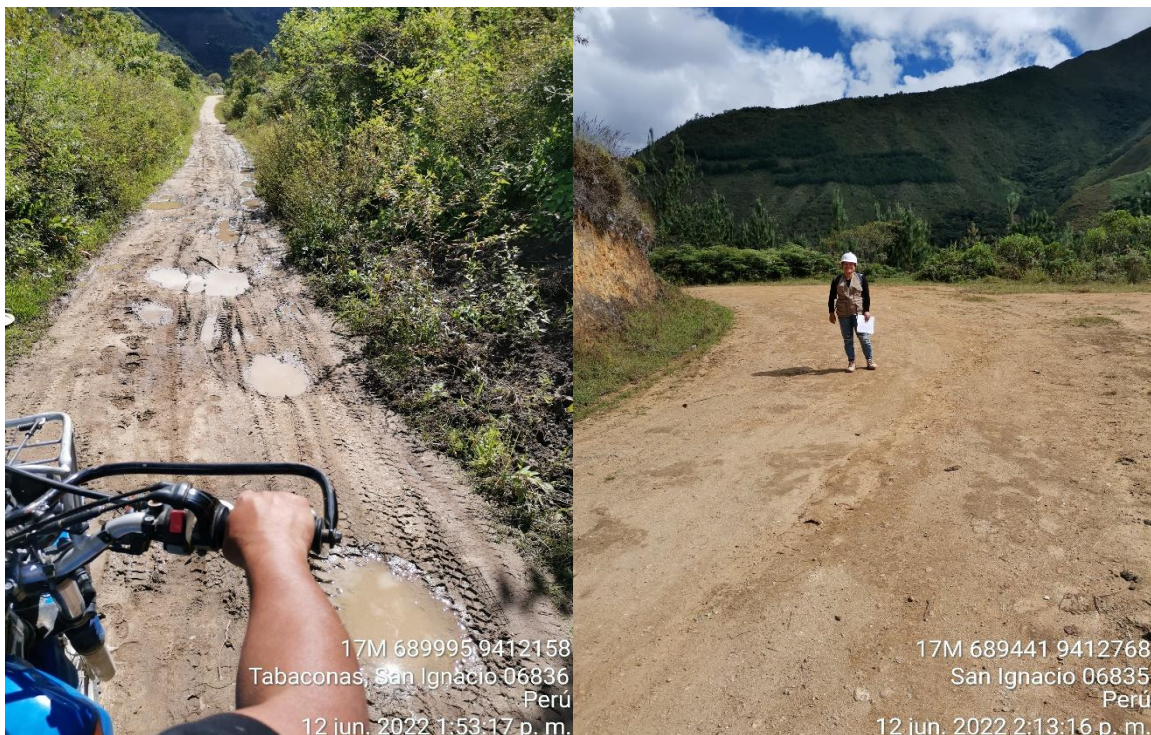
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño integral de la infraestructura vial para mejorar la  
transitabilidad vehicular de la trocha tramo Tabaconas –  
Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.

## DISEÑO DE PAVIMENTO



TABACONAS – PERÚ

2022.

# DISEÑO DE PAVIMENTO

**PROYECTO:** "DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS - HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA".

## 1.0. INTRODUCCIÓN

Se ha realizado el diseño de la estructura de pavimento, en base al tráfico previsto a la capacidad soporte de la vía y a las condiciones ambientales de la zona, aplicando el método AASHTO versión 1993 y el Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos R.D. N° 10-2014-MTC/14.

En primer lugar, trataremos los factores externos a la vía como es el clima, las precipitaciones y otros. Luego analizaremos las cargas aplicadas de tráfico, los espesores de la estructura existente y finalmente se verificará la capacidad soporte de la subrasante. Variables que se interrelacionan para determinar el diseño representativo de la demanda actual de la vía.

Esta información ha servido para definir los puntos o sectores de carretera, donde se tienen que efectuar mejoras, ya sea de suelos o de drenaje, debido a las visibles fallas observadas sobre el pavimento. El diseño del pavimento se ha efectuado a nivel de pavimento flexible. Esta alternativa ha sido definida con técnicas concordantes al fin requerido, de acuerdo con la metodología desarrollada y recomendaciones del Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos R.D. N° 10-2014-MTC/14.

Previo al diseño de pavimento se realizó el estudio de tráfico y cálculo de Ejes equivalentes, para de esta manera poder seguir las recomendaciones del manual antes mencionado y escoger la mejor alternativa de diseño para las secciones del pavimento.

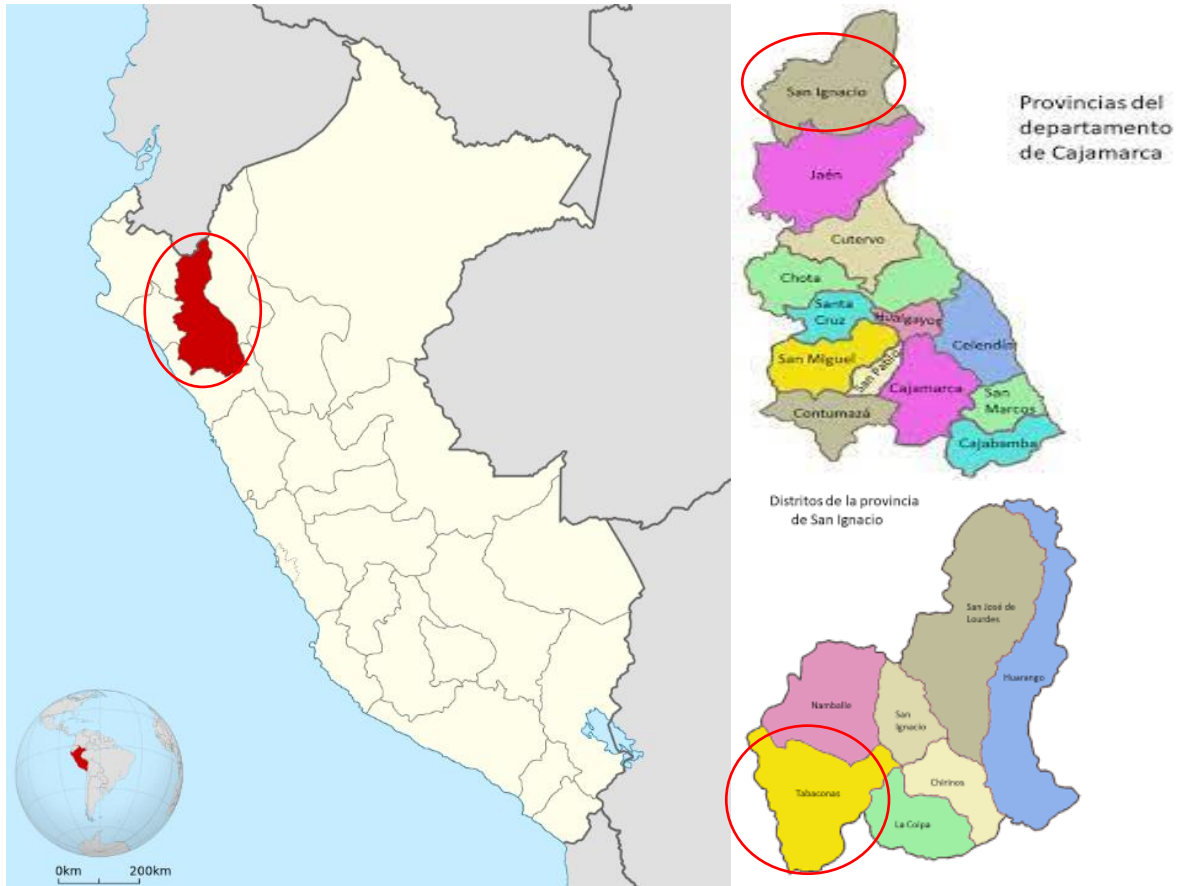
El proceso de diseño consiste en la resolución de la Ecuación AASHTO, con ayuda de una hoja Excel programada para esta resolución, de esta manera obteniendo los espesores de la capa superficial y la base del pavimento.

## 2.0. UBICACIÓN

El proyecto se encuentra ubicado en:

- Distrito : Huascaray
- Provincia : San Ignacio
- Departamento : Cajamarca

FIGURA 01: Ubicación del proyecto



### 3.0. ANÁLISIS DE TRÁFICO

El estudio de tráfico, tiene por finalidad cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que circulan por el tramo de la carretera del ESTUDIO “DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS - HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA”, con una longitud de 8+630 Km, provincia de San Ignacio en la Región Cajamarca, para finalmente realizar el cálculo de Ejes equivalentes.

El IMD obtenido en el estudio de tráfico y utilizado para el cálculo de Ejes Equivalentes se detalla a continuación:

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo		
Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automóvil	9	18,75
Camioneta	22	45,83
C.R.	7	14,58
Micro	0	0,00
Bus Grande	0	0,00
Camión 2E	10	20,83
Camión 3E	0	0,00

Camión 4E	0	0,00
Semi Trayler 2S1 /2S2	0	0,00
Semi Trayler 2S3	0	0,00
Semi Trayler 3S1 /3S2	0	0,00
Semi Trayler ≥3S3	0	0,00
Trayler 2T2	0	0,00
Trayler 2T3	0	0,00
Trayler 3T2	0	0,00
Trayler ≥3T3	0	0,00
<b>IMD</b>	<b>48</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.1. EJES EQUIVALENTES

El cálculo de ejes equivalentes (EE) se realiza para determinar el deterioro causado sobre el pavimento por ejes simples de dos ruedas cargados con 8.2 Ton. De peso con neumáticos a la presión de 80 lb/pulg<sup>2</sup>; para dicho cálculo se emplea la siguiente fórmula:

$$Nrep \text{ de } EE_{8.2tn} = \sum [ EE_{día-carril} * Fca * 365 ]$$

Donde:

Parámetros	Descripción
<b>Nrep de EE 8.2t</b>	Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn
<b>EE<sub>día-carril</sub></b>	<p>EE<sub>día-carril</sub> = Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo Pesado del tipo seleccionado y por el Factor de Presión de neumáticos. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:</p> <p><b>EE<sub>día-carril</sub> = IMD<sub>i</sub> x Fd x Fc x Fvp<sub>i</sub> x Fp<sub>i</sub></b></p> <p>donde:</p> <p>IMD<sub>i</sub>: corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado (i)</p> <p>Fd: Factor Direccional, según Cuadro N° 6.1.</p> <p>Fc: Factor Carril de diseño, según Cuadro N° 6.1.</p> <p>Fvp<sub>i</sub>: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.</p> <p>Fp<sub>i</sub>: Factor de Presión de neumáticos, según Cuadro N° 6.13.</p>
<b>Fca</b>	Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado (según <a href="#">cuadro 6.2</a> )
<b>365</b>	Número de días del año
<b>Σ</b>	Sumatoria de Ejes Equivalentes de todos los tipos de vehículo pesado, por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año.

Fuente: Manual de Carreteras sección de Suelos y Pavimentos

### 3.2. PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO

- FACTOR DIRECCIONAL Y FACTOR CARRIL

El factor de distribución direccional expresado como una relación, que corresponde al número de vehículos pesados que circulan en una dirección o sentido de tráfico, normalmente corresponde a la mitad del total de tránsito circulante en ambas direcciones, pero en algunos casos puede ser mayor en una dirección que en otra.

El factor de distribución carril expresado como una relación, que corresponde al carril que recibe el mayor número de EE, donde el tránsito por dirección mayormente se canaliza por ese carril.

**Cuadro 6.1**  
**Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño**

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Fuente: Manual de Carreteras sección de Suelos y Pavimentos

- **TASAS DE CRECIMIENTO Y PROYECCIÓN**

Para el cálculo del crecimiento de tránsito se utiliza la fórmula de progresión geométrica que se detalla a continuación:

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

Donde:

$T_n$  = Tránsito proyectado al año en vehículo por día.

$T_0$  = Tránsito actual (año base) en vehículo por día.

$n$  = año futuro de proyección.

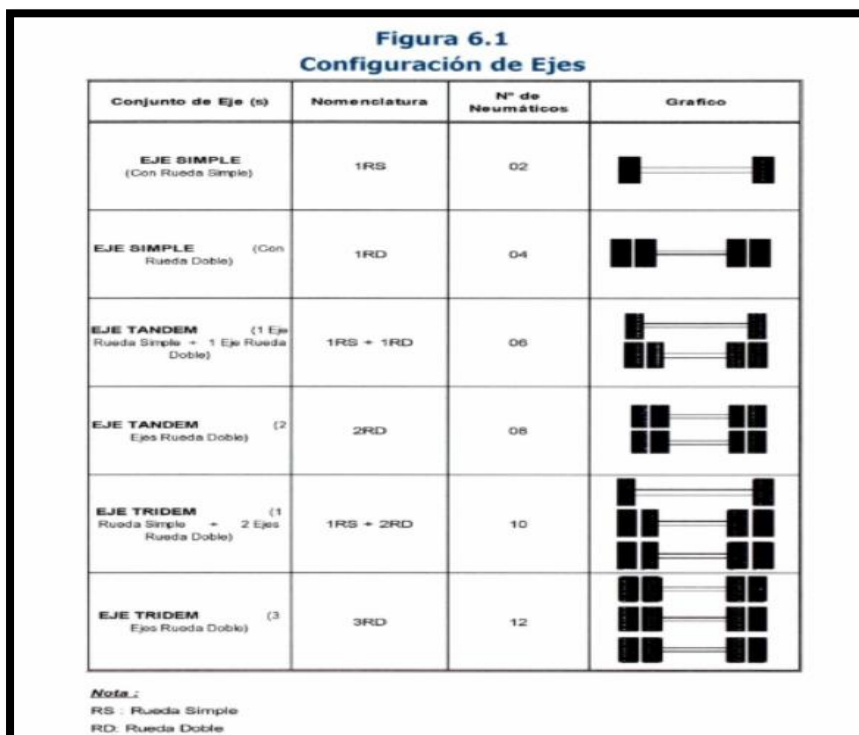
$r$  = tasa anual de crecimiento de tránsito.

DEMANDA PROYECTADA		
Tipo de Vehículo	IMDpi	Distribución (%)
Automovil	9	18,49
Camioneta	23	45,21
C.R.	7	14,38
Micro	0	0,00
Bus Grande	0	0,00
Camión 2E	11	21,91
Camión 3E	0	0,00
Camión 4E	0	0,00
Semi Trayler 2S1 /2S2	0	0,00
Semi Trayler 2S3	0	0,00
Semi Trayler 3S1 /3S2	0	0,00
Semi Trayler ≥3S3	0	0,00
Trayler 2T2	0	0,00
Trayler 2T3	0	0,00
Trayler 3T2	0	0,00
Trayler ≥3T3	0	0,00
<b>IMD</b>	<b>51</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Elaboración propia

- FACTOR VEHÍCULO PESADO

Para el diseño de pavimento, la demanda que corresponde al tráfico pesado de camiones es la que preponderantemente tiene importancia.



**Cuadro 6.3**  
**Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE)**  
**Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos**

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>a,2 tn</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	EE <sub>S1</sub> = [ P / 6.6 ] <sup>4.0</sup>
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	EE <sub>S2</sub> = [ P / 8.2 ] <sup>4.0</sup>
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	EE <sub>TA1</sub> = [ P / 14.8 ] <sup>4.0</sup>
Eje Tandem ( 2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	EE <sub>TA2</sub> = [ P / 15.1 ] <sup>4.0</sup>
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	EE <sub>TR1</sub> = [ P / 20.7 ] <sup>3.9</sup>
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	EE <sub>TR2</sub> = [ P / 21.8 ] <sup>3.9</sup>

P = peso real por eje en toneladas

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

- **FACTOR DE PRESIÓN DE NEUMÁTICO**

El ingeniero responsable para los pavimentos flexibles tomará en cuenta para el cálculo de EE, un factor de ajuste por presión de neumáticos, de tal manera de computar el efecto adicional de deterioro que producen las presiones de los neumáticos sobre el pavimento flexible (En este caso se tomará 1).

### 3.3. PROCESO DE CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES

<b>PERIODO DE DISEÑO</b>	<b>10</b>	<b>AÑOS</b>		
Tasa de Crecimiento por Región en %	r <sub>vp</sub> =	<b>0,57</b>	<b>Tasa de Crecimiento de vehículos ligeros (REGIÓN CAJAMARCA)</b>	<b>(vehículos de pasajeros)</b>
	r <sub>vc</sub> =	<b>1,29</b>	<b>Tasa de Crecimiento de vehículos pesados (REGIÓN CAJAMARCA)</b>	<b>(vehículos de carga)</b>

<b>FUERZA DE PRESIÓN (Fb)</b>	<b>1</b>
<b>FACTOR DIRECCIONAL (Fd)</b>	<b>1</b>
<b>FACTOR CARRIL (Fc)</b>	<b>1</b>

	EJE DELANTERO	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES			Fvp.
		1	2	3	
<b>Bus Grande</b>	1,27	1,37			<b>2,63</b>
<b>2E</b>	1,27	3,24			<b>4,50</b>
<b>3E</b>	1,27	2,02			<b>3,28</b>
<b>4E</b>	1,27	1,51			<b>2,77</b>
<b>2S1 /2S2</b>	1,27	3,24	2,02		<b>6,52</b>
<b>2S3</b>	1,27	3,24	1,71		<b>6,21</b>
<b>3S1 /3S2</b>	1,27	2,02	2,02		<b>5,30</b>
<b>≥3S3</b>	1,27	2,02	1,71		<b>4,99</b>
<b>2T2</b>	1,27	3,24	3,24	3,24	<b>10,98</b>



2T3	1,27	3,24	3,24	2,02	9,76
3T2	1,27	2,02	3,24	3,24	9,76
≥3T3	1,27	2,02	3,24	2,02	8,54

#### DEMANDA PROYECTADA

Para la proyección de la demanda utilizar la siguiente fórmula:

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

DEMANDA PROYECTADA		
Tipo de Vehículo	IMDpi	Distribución (%)
Automovil	9	18,49
Camioneta	23	45,21
C.R.	7	14,38
Micro	0	0,00
Bus Grande	0	0,00
Camión 2E	11	21,91
Camión 3E	0	0,00
Camión 4E	0	0,00
Semi Trayler 2S1 /2S2	0	0,00
Semi Trayler 2S3	0	0,00
Semi Trayler 3S1 /3S2	0	0,00
Semi Trayler ≥3S3	0	0,00
Trayler 2T2	0	0,00
Trayler 2T3	0	0,00
Trayler 3T2	0	0,00
Trayler ≥3T3	0	0,00
<b>IMD</b>	<b>51</b>	<b>100,00</b>

#### FACTOR DE CRECIMIENTO ACUMULADO:

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Fca V. Ligeros=	10,26
Fca V. Pesados=	10,60

#### EJES EQUIVALENTES POR CADA TIPO DE VEHÍCULO:

$$EE_{\text{día-carril}} = IMD_{PI} * F_D * F_C * F_{VPI} * F_{PI}$$

#### EJES EQUIVALENTES POR CADA TIPO DE VEHÍCULO

Tipo de Vehículo		
------------------	--	--

	<b>EE<sub>día-carril</sub></b>	<b>Distribución (%)</b>
Bus Grande	0	0,00
Camión 2E	51	100,00
Camión 3E	0	0,00
Camión 4E	0	0,00
Semi Trayler 2S1 /2S2	0	0,00
Semi Trayler 2S3	0	0,00
Semi Trayler 3S1 /3S2	0	0,00
Semi Trayler ≥3S3	0	0,00
Trayler 2T2	0	0,00
Trayler 2T3	0	0,00
Trayler 3T2	0	0,00
Trayler ≥3T3	0	0,00
IMD	51	100,00

**NUMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2tn**

$$N_{rep} \text{ de } EE_{8.2tn} = \sum [(EE_{día-carril} * Fca * 365)]$$

$$N_{rep} \text{ de } EE_{8.2tn} = 195569 \text{ EE}$$

#### 4.0. SELECCIÓN DE BASE GRANULAR Y CAPA SUPERFICIAL

El estudio de tráfico para el presente proyecto dio como resultado final la cantidad de 195569 EE. Con este dato y apoyados del Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos R.D. N° 10-2014-MTC/14, se seleccionó el tipo de base granular y capa superficial recomendado, el cual también se diseñó con los criterios establecidos en el método AASHTO 93.

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 50mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 50mm	150 mm
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 60mm	150 mm
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm	150 mm
	T <sub>P4</sub>	750 001	1,000,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 70mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm

Fuente: Manual de Carreteras sección de Suelos y Pavimentos

## 5.0. DISEÑO DE PAVIMENTO

### 5.1. MÉTODO AASHTO – 93

La ecuación básica de diseño a la que llegó AASHTO para el diseño de pavimentos flexibles, desde un desarrollo analítico, se encuentra plasmada también en monogramas de cálculo, éstos esencialmente basados en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASHTO. La ecuación de diseño para pavimentos flexible modificada para la versión actual se detallará en líneas posteriores.

### 5.2. FÓRMULA AASHTO

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 9.36 \times \text{Log}_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}_{10}(M_r) - 8.07$$

DONDE:

SN	=	Número Estructural
W18	=	Tráfico (Número de ESAL's)
Zr	=	Desviación Estándar Normal
So	=	Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
$\Delta$ PSI	=	Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
Po	=	Serviciabilidad Inicial
Pt	=	Serviciabilidad Final
Mr	=	Módulo de Resiliencia

### 5.3. VARIABLES DE DISEÑO

- **NÚMERO ESTRUCTURAL (SN)**

En base a este número estructural, se identifican y determinan un conjunto de espesores de cada capa de la estructura del pavimento, que deben ser construidas sobre la subrasante para soportar las cargas vehiculares con aceptable serviciabilidad durante el periodo establecido en el proyecto.

En el método utilizado para el presente diseño, esta será la variable que se obtendrá por métodos iterativos para la igualdad de la ecuación que se detalla en el presente diseño.

- **EJES EQUIVALENTES ESAL (W18)**

<b>ESAL's(W18) =</b>	<b>195.569,00</b>
<b>ESAL's(W18) =</b>	<b>1,96E+05</b>

- **CONFIABILIDAD**

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. También se puede entender a la confiabilidad como un factor de seguridad, de ahí que su uso se debe al mejor de los criterios.

$$R (\%) = 70,00 \quad \%$$

**Cuadro 12.6**  
Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>F0</sub>	75.000	150.000	65%
	T <sub>F1</sub>	150.001	300.000	70%
	T <sub>F2</sub>	300.001	500.000	75%
	T <sub>F3</sub>	500.001	750.000	80%
	T <sub>F4</sub>	750.001	1.000.000	80%
Resto de Caminos	T <sub>F5</sub>	1.000.001	1.500.000	85%
	T <sub>F6</sub>	1.500.001	3.000.000	85%
	T <sub>F7</sub>	3.000.001	5.000.000	85%
	T <sub>F8</sub>	5.000.001	7.500.000	90%
	T <sub>F9</sub>	7.500.001	10'000.000	90%
	T <sub>F10</sub>	10'000.001	12'500.000	90%
	T <sub>F11</sub>	12'500.001	15'000.000	90%
	T <sub>F12</sub>	15'000.001	20'000.000	95%
	T <sub>F13</sub>	20'000.001	25'000.000	95%
	T <sub>F14</sub>	25'000.001	30'000.000	95%
	T <sub>F15</sub>		>30'000.000	95%

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

**Cuadro 12.8**  
Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr)  
Para una sola etapa de diseño (10 o 20 años)  
Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>F0</sub>	75,000	150,000	-0.385
	T <sub>F1</sub>	150,001	300,000	-0.524
	T <sub>F2</sub>	300,001	500,000	-0.674
	T <sub>F3</sub>	500,001	750,000	-0.842
	T <sub>F4</sub>	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T <sub>F5</sub>	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T <sub>F6</sub>	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T <sub>F7</sub>	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T <sub>F8</sub>	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T <sub>F9</sub>	7,500,001	10'000.000	-1.282
	T <sub>F10</sub>	10'000.001	12'500.000	-1.282
	T <sub>F11</sub>	12'500.001	15'000.000	-1.282
	T <sub>F12</sub>	15'000.001	20'000.000	-1.645
	T <sub>F13</sub>	20'000.001	25'000.000	-1.645
	T <sub>F14</sub>	25'000.001	30'000.000	-1.645
	T <sub>F15</sub>		>30'000.000	-1.645

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Fuente: Manual de Carreteras sección de Suelos y Pavimentos

- **DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr)**

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

$$Zr = -0,524$$

- **ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):**

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

Para pavimentos flexibles	0.40 – 0.50
En construcción nueva	0,45

$$So = 0,450$$

- **SERVICIABILIDAD ( $\Delta$  PSI):**

El Índice de Serviciabilidad Presente, es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor de 0 refleja el peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece.

ÍNDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

P <sub>o</sub> =	3,8
P <sub>t</sub> =	2,0

$\Delta$ PSI =	P <sub>o</sub> - P <sub>t</sub>
----------------	---------------------------------

$\Delta$ PSI =	1,80
----------------	------

- **MÓDULO RESILIENTE (MR):**

El módulo resiliente es una medida de la rigidez del suelo de sub rasante, el cual, para su cálculo, deberá determinarse mediante el ensayo de resiliencia determinado de acuerdo a las recomendaciones del AASHTO.

El módulo resiliente se obtiene a partir del CBR y este es obtenido del estudio de suelos, cuyo valor promedio es igual a: CBR = 13.425%.

Fórmula para calcular el módulo resiliente:

$$Mr = 2555 \times CBR^{0.64}$$

CBR =	13,425 %
-------	----------

Mr =	13466,54 PSI
------	--------------

- **CALIDAD DE DRENAJE:**

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1,20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1,00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0,80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0,60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0,40

m2 =	1,3
------	-----

m3 =	1
------	---

- **NÚMERO ESTRUCTURAL:**

Es el número que expresa la resistencia del pavimento en términos del valor de soporte del suelo, este número estructural, dependerá de los valores de espesor de base granular y capa superficial como se detalla a continuación:

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

SN	=	Número Estructural.
a <sub>1,2,3</sub>	=	Coefficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase.
d <sub>1,2,3</sub>	=	Espesores (en cm) de las capas: superficial, base y subbase.
m <sub>2,3</sub>	=	Coefficiente de drenaje para las capas: superficial, base y subbase.

a1 =	0,17	/cm
------	------	-----

a2 =	0,052	/cm
------	-------	-----

a3 =	0	/cm
------	---	-----

#### 5.4. RESOLUCIÓN DE LA ECUACIÓN AASHTO

Se procedió a despejar la ecuación AASHTO donde la variable del Número estructural estará sólo en un miembro de la igualdad, a continuación, se muestran los coeficientes y variables de cada miembro en la ecuación:

$$\log_{10}(W_{18}) - Z_r \times S_o + 0.20 + 8.07$$

$$9.36 \times \log_{10}(SN + 1) + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_r)$$

En el proceso de diseño ya se tienen todas las variables a excepción del número estructural; por lo que este es calculado al tanteo, hasta que ambos miembros sean iguales o la diferencia entre estos sea mínima.

Obtenido el número estructural, pasamos a denominar a este, "NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO"; y con las variables antes descritas encontraremos un "NÚMERO ESTRUCTURAL CALCULADO"

Número Estructural requerido **SN = 1,846**

Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Sea aproximadamente Igual a ( Ecuación II):

$$\text{Log}_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.20 + 8.07$$

**13,797 ... Ecuación I**

$$9.36 \times \text{Log}_{10}(SN+1) + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}_{10}(Mr)$$

**13,798 ... Ecuación II**

Fuente: Hoja de cálculo de diseño de pavimento flexible

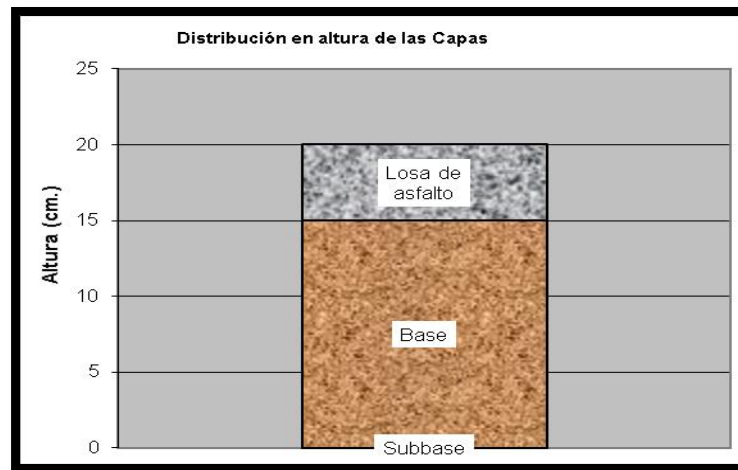
Teniendo ya el número estructural requerido, se procede a definir valores de espesores en la capa superficial y base granular (no se considera la sub base granular, por no ser necesaria en caminos de bajo volumen de tránsito según el Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos R.D. N° 10-2014-MTC/14); al definir estos valores se colocan en la hoja de cálculo ya programada, y esta nos mostrará la similitud entre ambos números estructurales, siendo el diseño óptimo, cuando el número estructural calculado sea igual o mayor al número estructural requerido.

Espesor de capa Superficial	<b>D1 =</b>	<b>5,00 Cm</b>
	<b>D2 =</b>	<b>15,00 Cm</b>
	<b>D3 =</b>	<b>0,00 Cm</b>
	<b>Número Estructural requerido</b>	<b>SN = 1,846</b>
	<b>Número Estructural calculado</b>	<b>SN = 1,864</b>
Comparando ambos "SN"		<b>CUMPLE</b>

Fuente: Hoja de cálculo de diseño de pavimento flexible

De esta manera quedan definidos los valores de espesores de la capa superficial y la base granular en el diseño de pavimentos para el proyecto "DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS - HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA".





Fuente: Hoja de cálculo de diseño de pavimento flexible

## 6.0. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La cantidad de ejes equivalentes calculados para el presente proyecto es de 195.569,00 EE.
- El CBR de diseño utilizado en el presente proyecto es de 13.425%
- El Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos R.D. N° 10-2014-MTC/14); nos da los principales parámetros y recomendaciones para el proceso de diseño de pavimento.
- El proceso de diseño concluye con la obtención de espesores para la base granular y la capa superficial, siendo la base granular igual a 15 cm. Y la capa superficial Asfalto en caliente de 5 cm.
- Para la elaboración de los planos de diseño geométrico en las secciones y planteamiento en general se deberán considerar los espesores obtenidos en el presente diseño.

**Presupuesto**

Presupuesto	0201056	DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA, 2022		
Subpresupuesto	001	DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS-HUASCARAY. SAN IGNACIO, CAJAMARCA,2022		
Cliente	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TABACONAS		Costo al	03/07/2022
Lugar	CAJAMARCA - SAN IGNACIO - TABACONAS			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>933,972.60</b>
01.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	gb	1.00	862,330.20	862,330.20
01.02	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	km	8.63	2,450.44	21,147.30
01.03	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	mes	3.00	13,911.70	41,735.10
01.04	ACCESOS A DME	m2	1,600.00	2.35	3,760.00
01.05	CAMPAMENTOS	gb	1.00	5,000.00	5,000.00
<b>02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>1,105,926.19</b>
02.01	DESBROCE Y LIMPIEZA	ha	5.18	3,047.16	15,784.29
02.02	EXCAVACIÓN EN MATERIAL SUELTO	m3	128,257.85	4.88	625,898.31
02.03	TERRAPLEN CON MATERIAL PROPIO	m3	283.90	8.96	2,543.74
02.04	CONFORMACION Y ACOMODO DE MATERIAL EXCEDENTE EN EL DME	m3	127,973.95	2.83	362,166.28
02.05	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE	m2	42,354.71	2.35	99,533.57
<b>03</b>	<b>BASE</b>				<b>284,395.47</b>
03.01	BASE GRANULAR	m3	8,352.29	34.05	284,395.47
<b>04</b>	<b>PAVIMENTO ASFÁLTICO</b>				<b>1,654,206.05</b>
04.01	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	42,354.71	1.08	45,743.09
04.02	CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE	m3	2,117.74	298.13	631,361.83
04.03	CEMENTO ASFÁLTICO DE PENETRACION 60/70	kg	286,190.78	2.39	683,995.96
04.04	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	l	50,825.65	3.00	152,476.95
04.05	FILLER MINERAL	kg	123,358.09	1.14	140,628.22
<b>05</b>	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>				<b>1,774,203.31</b>
<b>05.01</b>	<b>CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO</b>				<b>1,086,775.90</b>
05.01.01	CUNETAS TRIANGULARES REVESTIDAS	m	8,630.00	125.93	1,086,775.90
<b>05.02</b>	<b>ALCANTARILLAS</b>				<b>352,049.02</b>
05.02.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	203.99	106.35	21,694.34
05.02.02	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	1,385.60	51.12	70,831.87
05.02.03	COMPACTACION DEL SUELO DE FUNDACION	m2	203.99	4.74	966.91
05.02.04	CAMA DE ASIENTO	m2	62.69	28.98	1,816.76
05.02.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE ALCANTARILLA TMC Ø 36"	m	69.66	2,126.46	148,129.20
05.02.06	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3	20.63	77.58	1,600.48
05.02.07	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - ALCANTARILLA	m2	374.29	86.63	32,424.74
05.02.08	CONCRETO SIMPLE F'C = 175 KG/CM2 + 30% P.M	m3	71.87	390.55	28,068.83
05.02.09	EMBOQUILLADO DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA	m3	82.52	155.29	12,814.53
05.02.10	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 30 MT	m3	1,364.98	24.69	33,701.36
<b>05.03</b>	<b>BADENES</b>				<b>335,378.39</b>
05.03.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	430.28	106.35	45,760.28
05.03.02	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	1,310.92	51.12	67,014.23
05.03.03	COMPACTACION DEL SUELO DE FUNDACION	m2	288.21	4.74	1,366.12
05.03.04	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3	4.04	77.58	313.42
05.03.05	BASE DE MATERIAL GRANULAR (e=0.15m)	m2	288.21	6.02	1,735.02
05.03.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - BADEN	m2	142.87	72.89	10,413.79
05.03.07	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	m3	262.46	516.28	135,502.85
05.03.08	JUNTA DE DILATACION DE BADEN	m	307.62	30.45	9,367.03
05.03.09	EMBOQUILLADO DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA	m3	203.74	155.29	31,638.78
05.03.10	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 30 MT	m3	1,306.88	24.69	32,266.87
<b>06</b>	<b>TRANSPORTE</b>				<b>507,106.23</b>
06.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR ENTRE 120 m. y 1,000 m.	m3-k	8,352.29	3.82	31,905.75
06.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR A DISTANCIA MAYOR A 1,000 m.	m3-k	97,654.82	1.44	140,622.94
06.03	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA ENTRE 120 m y 1,000 m	m3-k	1,878.27	3.82	7,174.99
06.04	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA A DISTANCIA MAYOR A 1,000 m.	m3-k	6,980.65	1.44	10,052.14
06.05	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA DISTANCIAS ENTRE 120 M Y 1000 M	m3-k	81,553.50	3.54	288,699.39
06.06	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA DISTANCIAS MAYORES DE 1000 M	m3-k	19,896.54	1.44	28,651.02
<b>07</b>	<b>SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL</b>				<b>404,379.68</b>

### Presupuesto

Presupuesto 0201056 DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA, 2022

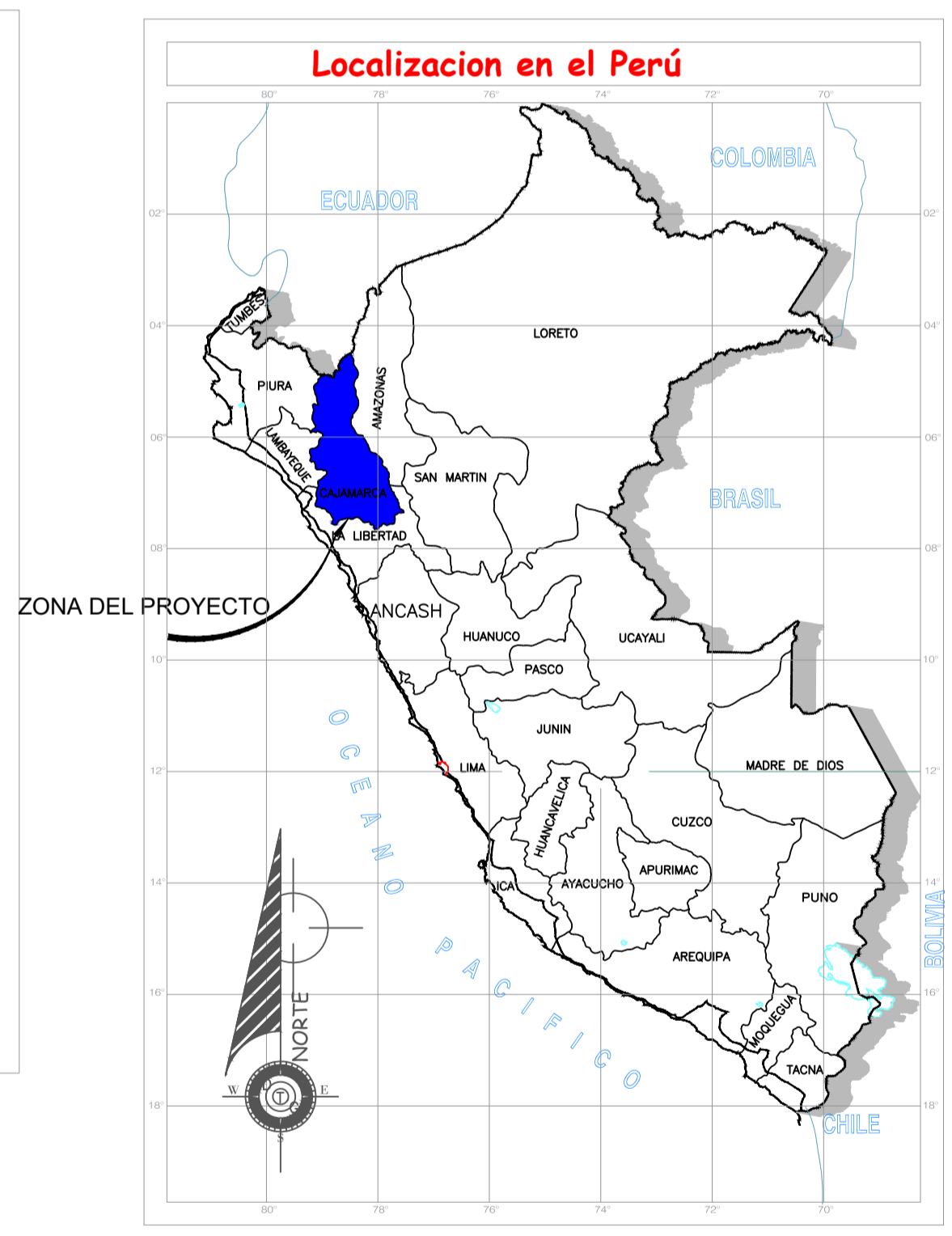
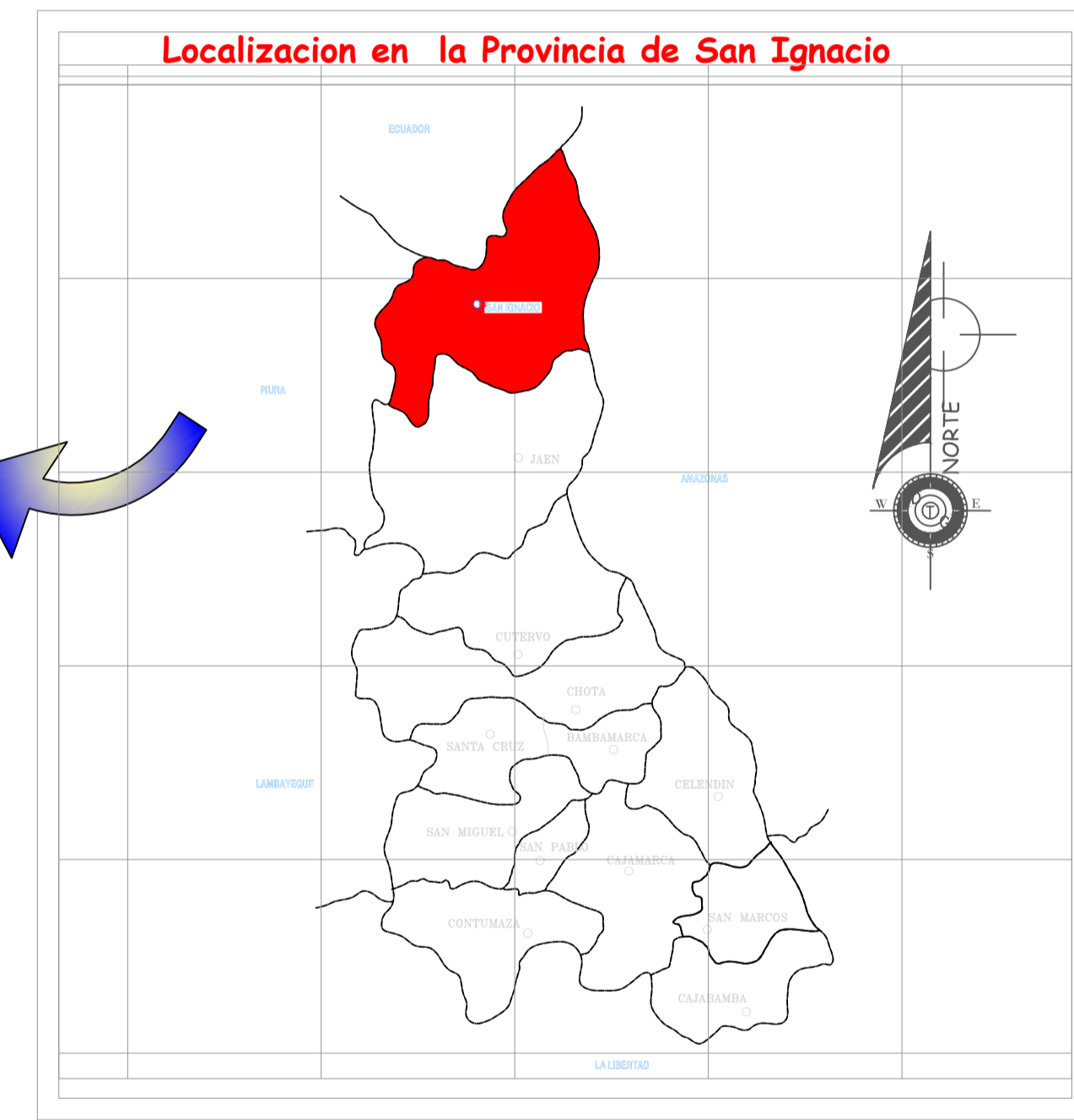
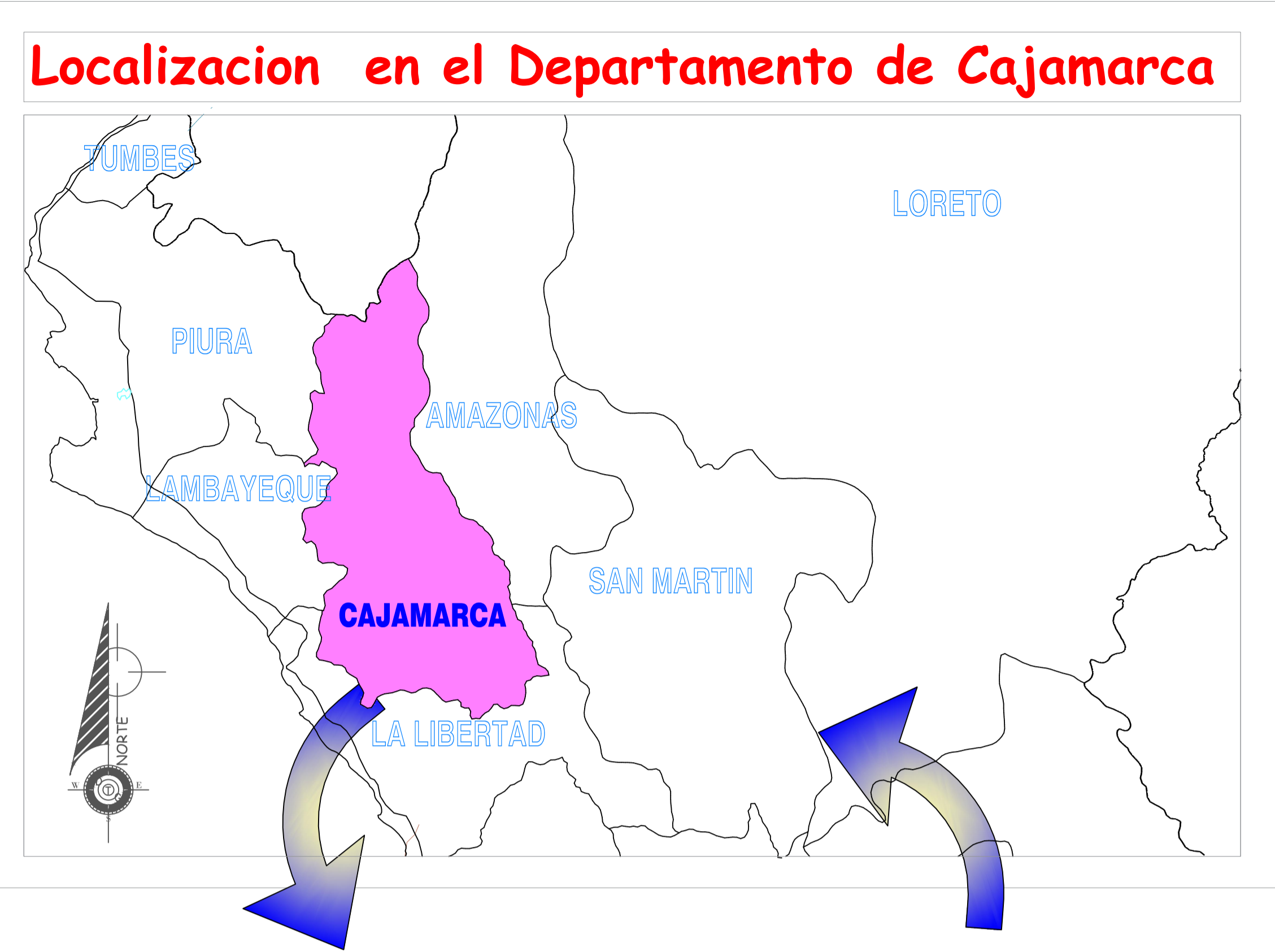
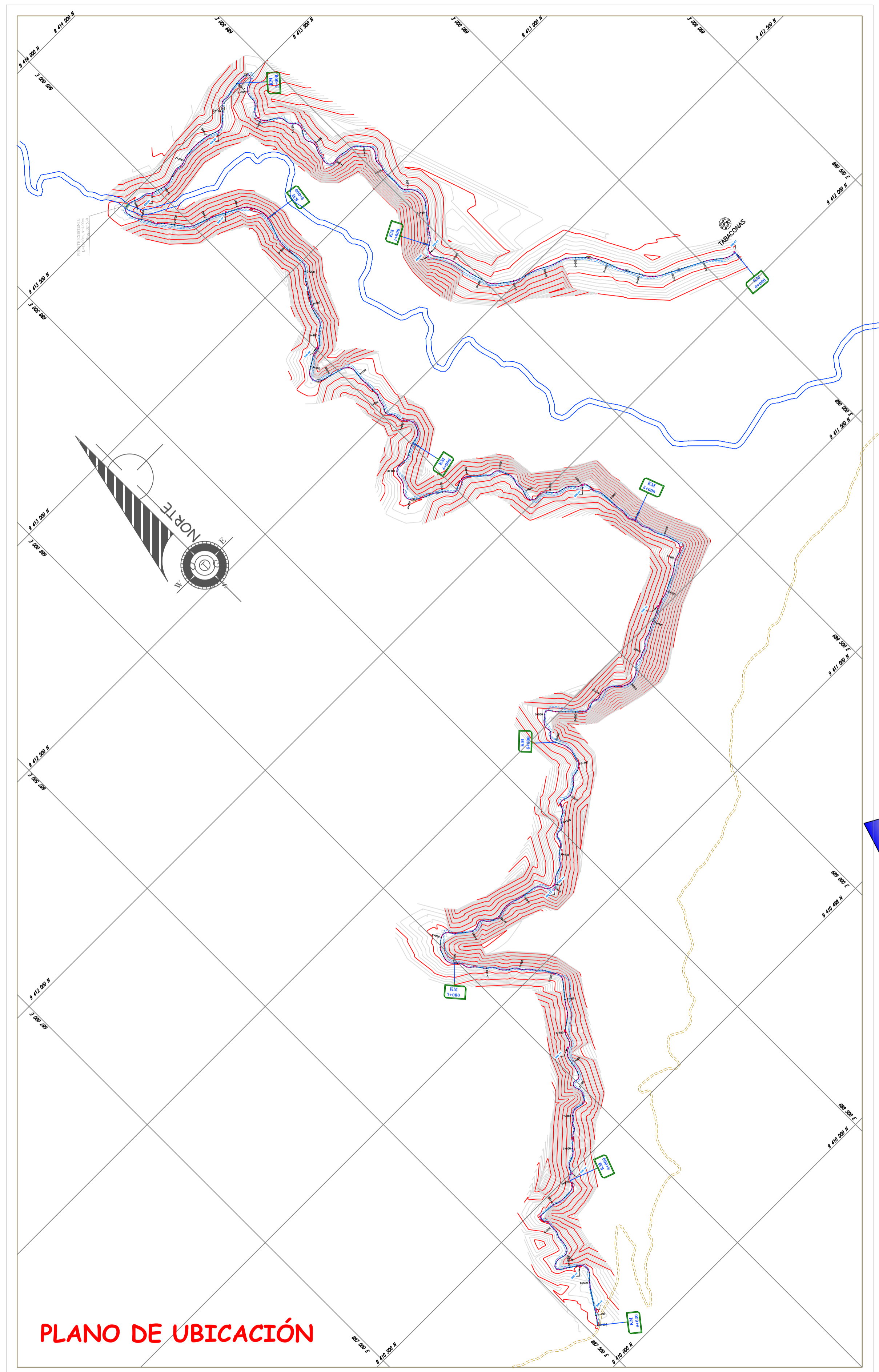
Subpresupuesto 001 DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS-HUASCARAY. SAN IGNACIO, CAJAMARCA,2022

Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TABACONAS Costo al 03/07/2022

Lugar CAJAMARCA - SAN IGNACIO - TABACONAS

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
07.01	SEÑALES PREVENTIVAS 0.60 m x 0.60 m.	u	68.00	4,013.96	272,949.28
07.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS 0.90 m x 0.60 m.	u	20.00	6,465.42	129,308.40
07.03	HITOS KILOMETRICOS	u	10.00	212.20	2,122.00
<b>08</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>				<b>37,353.28</b>
08.01	PROGRAMA DE PREVENCIÓN, CONTROL Y/O MITIGACION AMIENTAL	gb	1.00	20,313.28	20,313.28
08.02	PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	gb	1.00	2,000.00	2,000.00
08.03	PLAN DE CONTINGENCIAS	gb	1.00	2,760.00	2,760.00
08.04	PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL	gb	1.00	9,780.00	9,780.00
08.05	PROGRAMA DE COMPONENTE SOCIAL	gb	1.00	2,500.00	2,500.00
<b>09</b>	<b>PROGRAMA DE MEDIDAS CONTRA EL COVID-19</b>				<b>45,237.25</b>
09.01	IMPLEMENTACION DEL PLAN PARA LA VIGILANCIA, PREVENCIÓN Y CONTROL FRENTE AL COVID19	gb	1.00	45,237.25	45,237.25
<b>10</b>	<b>PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO</b>				<b>27,889.24</b>
10.01	IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO	gb	1.00	27,889.24	27,889.24
	COSTO DIRECTO				6,774,669.30
	GASTOS GENERALES 5.21%				352,821.38
	UTILIDAD 5%				338,733.47
					=====
	SUB TOTAL				7,466,224.15
	IGV 18%				1,343,920.35
					=====
	COSTO DE OBRA				8,810,144.50
	SUPERVISIÓN (5% CD)				338,733.47
					=====
	PRESUPUESTO DE OBRA				9,148,877.97

SON : **NUEVE MILLONES CIENTO CUARENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y SIETE Y 97/100 NUEVOS SOLES**



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**UBICACIÓN:**

Región: Cajamarca  
Provincia: San Ignacio  
Distrito: Tabaconas  
País: Perú

**TESISTA(s):**

Adrianzén García, Sucet

**ASESOR(s):**

Mg. Cubas Armas, Marlon

**TESIS:**

DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA, 2022

DESCRIPCIÓN DEL PLANO

PLANO DE UBICACIÓN

ESCALA:

INDICADA

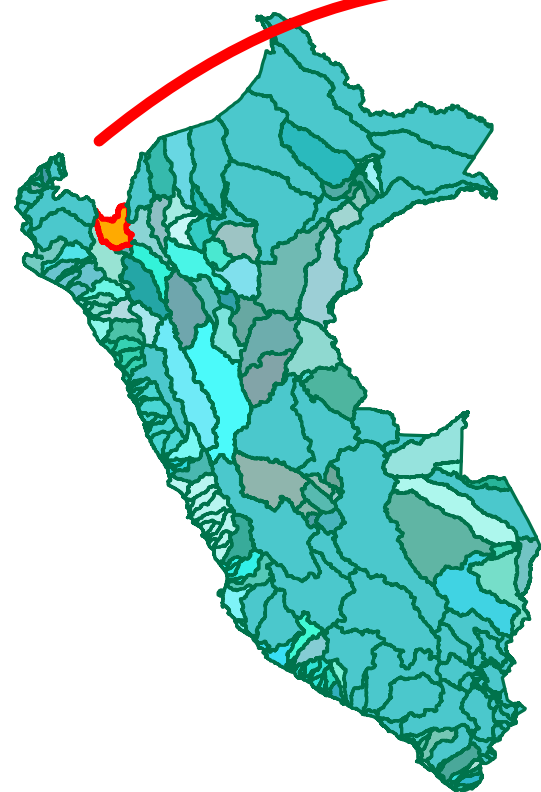
FECHA:

Julio 2022

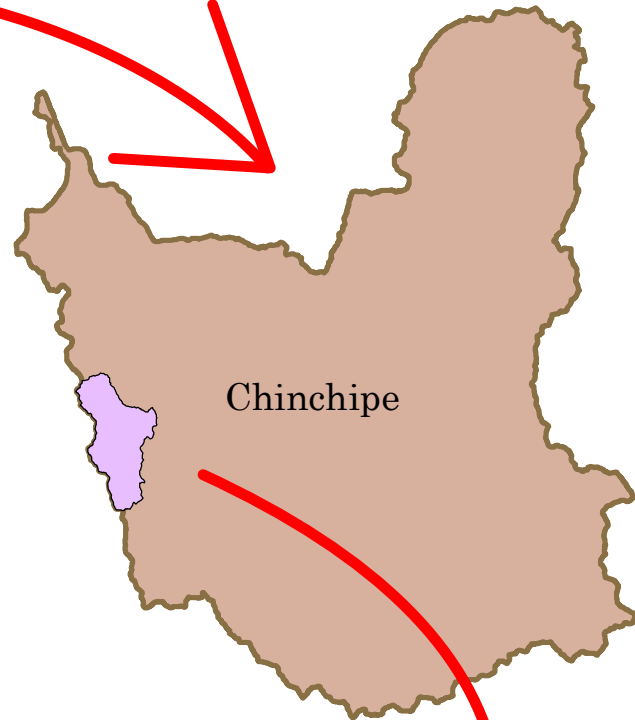
LAMINA N° :

PU-01

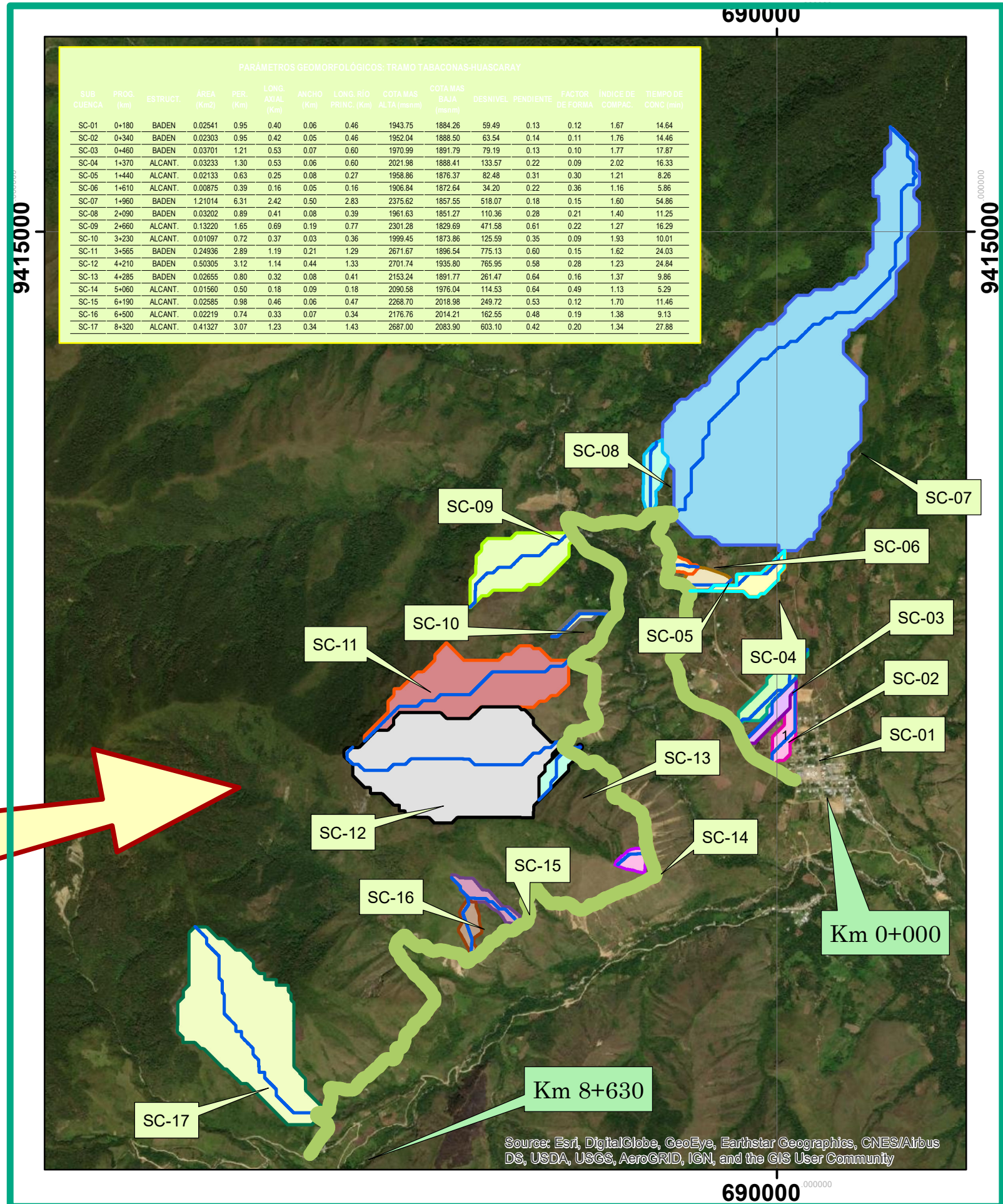
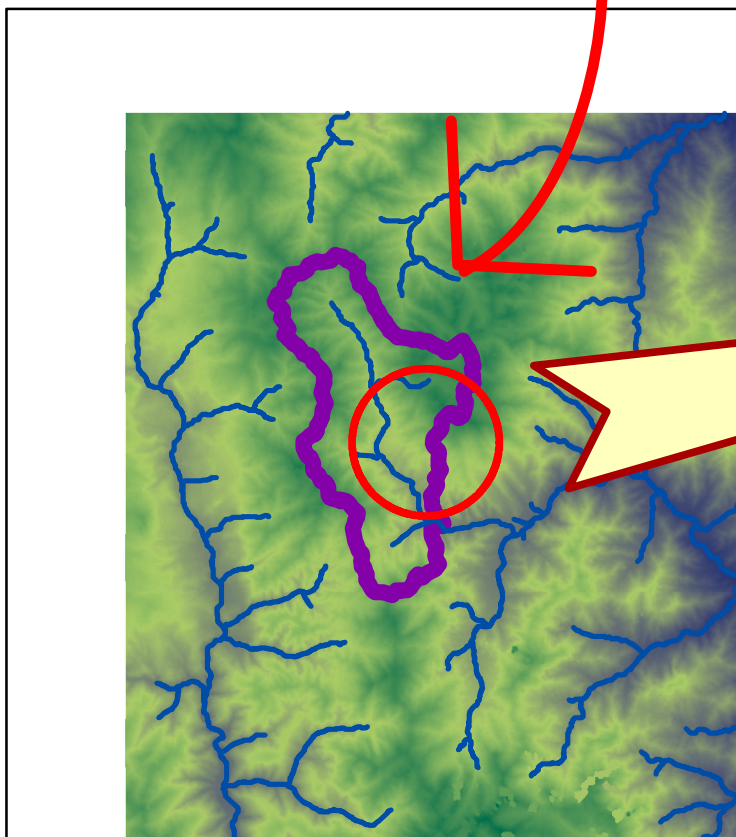
# CUENCAS HIDROGRÁFICAS PERÚ



# CUENCA CHINCHIPE



UBICACIÓN POLÍTICA	UBICACIÓN HIDROGRÁFICA	UBICACIÓN GEOGRÁFICA
Departamento: Cajamarca Provincia: San Ignacio Distrito: Tabaconas C.N./C.P.: Tabaconas	Unidad Hidrográfica Nivel 1: Región Hidrográfica del Amazonas	Inicio del Tramo:
	Unidad Hidrográfica Nivel 2: Alto Amazonas	690091.155E, 9412100.898N
	Unidad Hidrográfica Nivel 3: Marañón	Fin del Tramo:
	Unidad Hidrográfica Nivel 4: Alto Marañón	687528.534E, 9410121.339N
	Unidad Hidrográfica Nivel 5: Alto Chinchipe	Datum: UTM WG S84, zona 17 S (UTM84-17S) Cartas Nacionales: 11-e 17SUR



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS-TRAMO TABACONAS-HUASCARAY

SUB CUENCA	PROG. (km)	ESTRUCT.	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	PER. (Km)	LONG. AXIAL (Km)	ANCHO (Km)	LONG. RIO PRINC. (Km)	COTA MAS ALTA (mnm)	COTA MAS BAJA (mnm)	BESNIVEL	PENDIENTE	FACTOR DEFORMA	INDICE DE COMPAC.	TIEMPO DE CONC. (min)
SC-01	0+180	BADEN	0.02541	0.95	0.40	0.06	0.46	1943.75	1884.26	59.49	0.13	0.12	1.67	14.64
SC-02	0+340	BADEN	0.02303	0.95	0.42	0.05	0.46	1952.04	1888.50	63.54	0.14	0.11	1.76	14.46
SC-03	0+460	BADEN	0.03701	1.21	0.53	0.07	0.60	1970.99	1891.79	79.19	0.13	0.10	1.77	17.87
SC-04	1+370	ALCANT.	0.03233	1.30	0.53	0.06	0.60	2021.98	1888.41	133.57	0.22	0.09	2.02	16.33
SC-05	1+440	ALCANT.	0.02133	0.63	0.25	0.08	0.27	1958.86	1876.37	82.48	0.31	0.30	1.21	8.26
SC-06	1+610	ALCANT.	0.00875	0.39	0.16	0.05	0.16	1906.84	1872.64	34.20	0.22	0.36	1.16	5.86
SC-07	1+960	BADEN	1.21014	6.31	2.42	0.50	2.83	2375.62	1857.55	518.07	0.18	0.15	1.60	54.86
SC-08	2+090	BADEN	0.03202	0.89	0.41	0.08	0.39	1961.63	1851.27	110.36	0.28	0.21	1.40	11.25
SC-09	2+660	ALCANT.	0.13220	1.65	0.69	0.19	0.77	2301.28	1829.69	471.58	0.61	0.22	1.27	16.29
SC-10	3+230	ALCANT.	0.01097	0.72	0.37	0.03	0.36	1999.45	1873.86	125.59	0.35	0.09	1.93	10.01
SC-11	3+565	BADEN	0.24936	2.89	1.19	0.21	1.29	2671.67	1896.54	775.13	0.60	0.15	1.62	24.03
SC-12	4+210	BADEN	0.50305	3.12	1.14	0.44	1.33	2701.74	1935.80	765.95	0.58	0.28	1.23	24.84
SC-13	4+285	BADEN	0.02655	0.80	0.32	0.08	0.41	2153.24	1891.77	261.47	0.64	0.16	1.37	9.86
SC-14	5+060	ALCANT.	0.01560	0.50	0.18	0.09	0.18	2090.58	1976.04	114.53	0.64	0.49	1.13	5.29
SC-15	6+190	ALCANT.	0.02585	0.98	0.46	0.06	0.47	2268.70	2018.98	249.72	0.53	0.12	1.70	11.46
SC-16	6+500	ALCANT.	0.02219	0.74	0.33	0.07	0.34	2176.76	2014.21	162.55	0.48	0.19	1.38	9.13
SC-17	8+320	ALCANT.	0.41327	3.07	1.23	0.34	1.43	2687.00	2083.90	603.10	0.42	0.20	1.34	27.88

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UBICACIÓN

Región: Cajamarca  
Provincia: San Ignacio  
Distrito: Tabaconas  
País: Perú

TESISTA:

ADRIANZÉN GARCÍA; SUCET

ASESOR

MG. CUBAS ARMAS, MARLON

TESIS:  
DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA, 2022

DESCRIPCION DE PLANO

PLANO DE DELIMITACION DE CUENCAS

ESCALA:  
INDICADA

FECHA:  
MARZO 2022

LÁMINA N°:

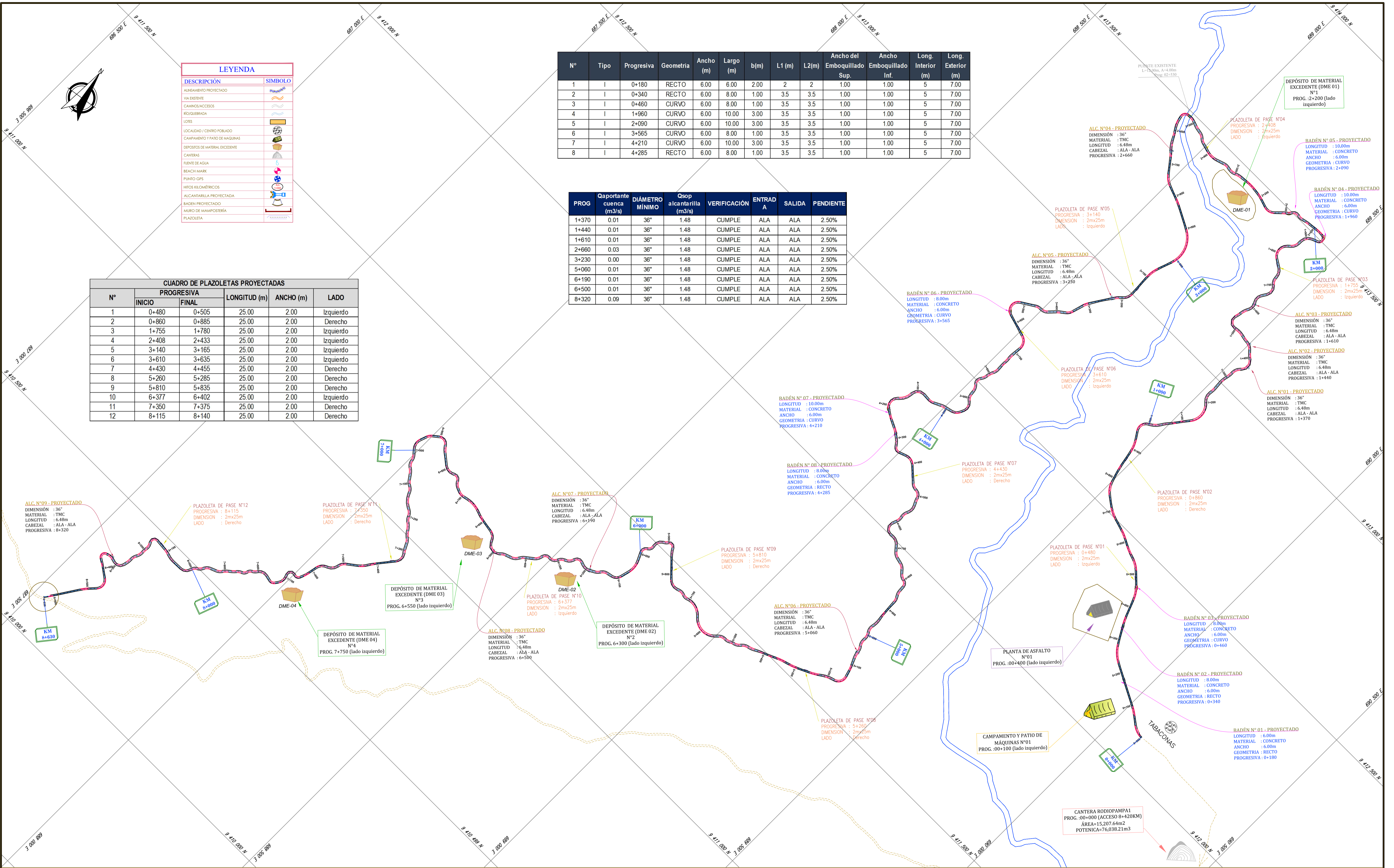
PH-01

LEYENDA	
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
ALINEAMIENTO PROYECTADO	
VIA EXISTENTE	
CAMINOS ACCESOS	
RODIOVERADA	
LOBS	
LOCALIDAD / CENTRO POBLADO	
CAMPAMENTO Y PATIO DE MÁQUINAS	
DEPOSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE	
CANTERAS	
FUENTE DE AGUA	
BEACH MARK	
PUNTO GPS	
HITOS KILOMÉTRICOS	
ALCANTARILLA PROYECTADA	
BADÉN PROYECTADO	
MURO DE MAMPUESTA	
PLAZOLETA	

N°	Tipo	Progresiva	Geometria	Ancho (m)	Largo (m)	b(m)	L1 (m)	L2 (m)	Ancho del Emboquillado Sup.	Ancho Emboquillado Inf.	Long. Interior (m)	Long. Exterior (m)
1	I	0+180	RECTO	6.00	6.00	2.00	2	2	1.00	1.00	5	7.00
2	I	0+340	RECTO	6.00	8.00	1.00	3.5	3.5	1.00	1.00	5	7.00
3	I	0+460	CURVO	6.00	8.00	1.00	3.5	3.5	1.00	1.00	5	7.00
4	I	1+960	CURVO	6.00	10.00	3.00	3.5	3.5	1.00	1.00	5	7.00
5	I	2+090	CURVO	6.00	10.00	3.00	3.5	3.5	1.00	1.00	5	7.00
6	I	3+565	CURVO	6.00	8.00	1.00	3.5	3.5	1.00	1.00	5	7.00
7	I	4+210	CURVO	6.00	10.00	3.00	3.5	3.5	1.00	1.00	5	7.00
8	I	4+285	RECTO	6.00	8.00	1.00	3.5	3.5	1.00	1.00	5	7.00

PROG	Qaportante cuenca (m3/s)	DIÁMETRO MINIMO	Qsop alcantarilla (m3/s)	VERIFICACIÓN	ENTRADA	SALIDA	PENDIENTE
1+370	0.01	36"	1.48	CUMPLE	ALA	ALA	2.50%
1+440	0.01	36"	1.48	CUMPLE	ALA	ALA	2.50%
1+610	0.01	36"	1.48	CUMPLE	ALA	ALA	2.50%
2+660	0.03	36"	1.48	CUMPLE	ALA	ALA	2.50%
3+230	0.00	36"	1.48	CUMPLE	ALA	ALA	2.50%
5+060	0.01	36"	1.48	CUMPLE	ALA	ALA	2.50%
6+190	0.01	36"	1.48	CUMPLE	ALA	ALA	2.50%
6+500	0.01	36"	1.48	CUMPLE	ALA	ALA	2.50%
8+320	0.09	36"	1.48	CUMPLE	ALA	ALA	2.50%

CUADRO DE PLAZOLETAS PROYECTADAS					
N°	PROGRESIVA		LONGITUD (m)	ANCHO (m)	LADO
	INICIO	FINAL			
1	0+480	0+505	25.00	2.00	Izquierdo
2	0+860	0+885	25.00	2.00	Derecho
3	1+755	1+780	25.00	2.00	Izquierdo
4	2+408	2+433	25.00	2.00	Izquierdo
5	3+140	3+165	25.00	2.00	Izquierdo
6	3+610	3+635	25.00	2.00	Izquierdo
7	4+430	4+455	25.00	2.00	Derecho
8	5+260	5+285	25.00	2.00	Derecho
9	5+810	5+835	25.00	2.00	Derecho
10	6+377	6+402	25.00	2.00	Izquierdo
11	7+350	7+375	25.00	2.00	Derecho
12	8+115	8+140	25.00	2.00	Derecho



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

UBICACIÓN:  
 Región: Cajamarca  
 Provincia: San Ignacio  
 Distrito: Tabaconas  
 País: Perú

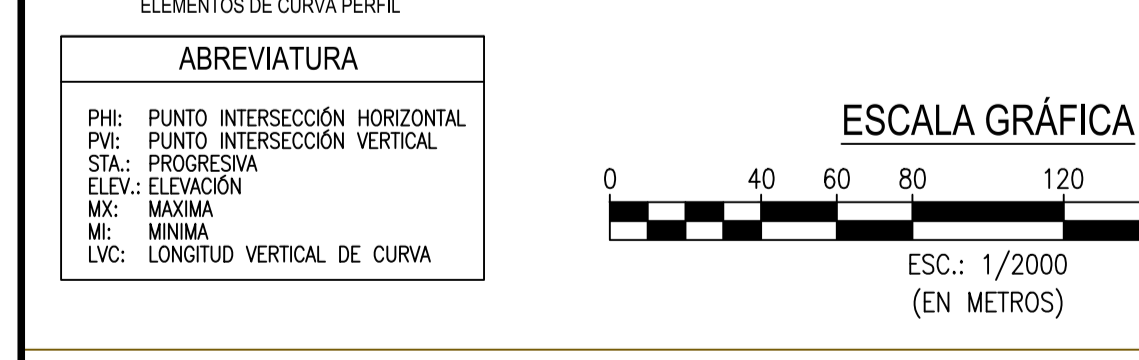
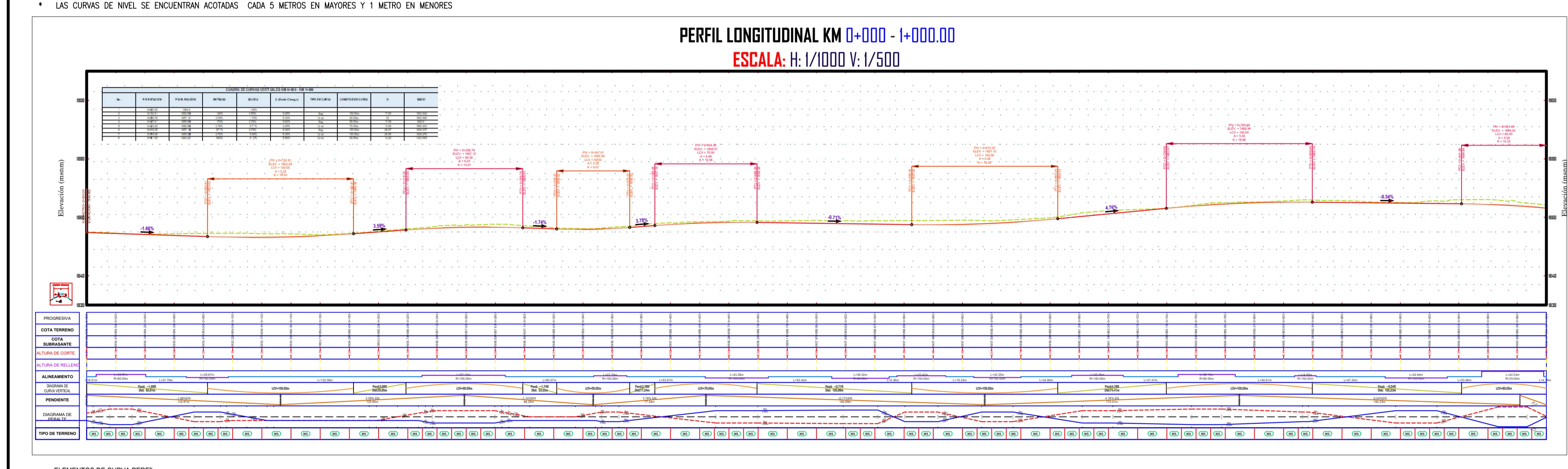
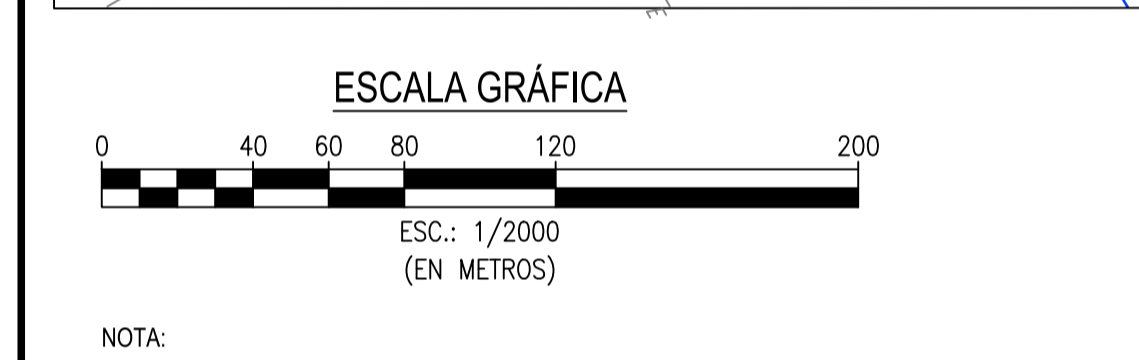
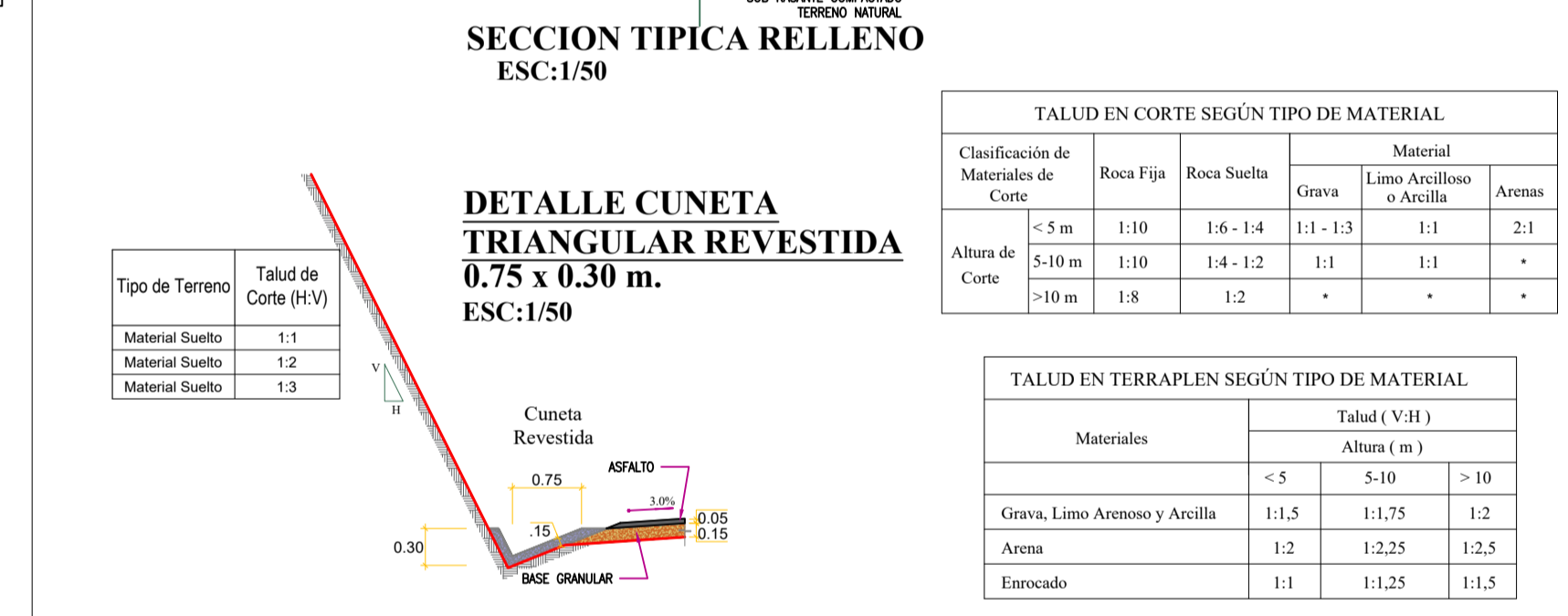
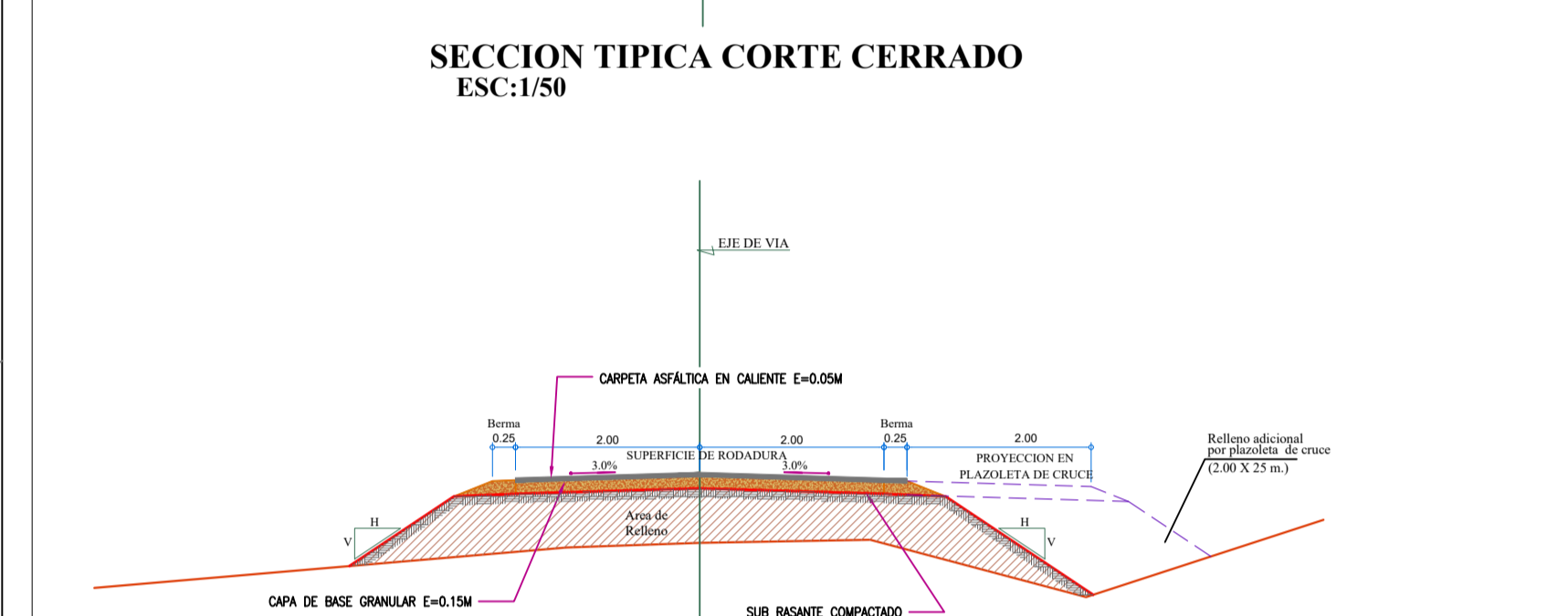
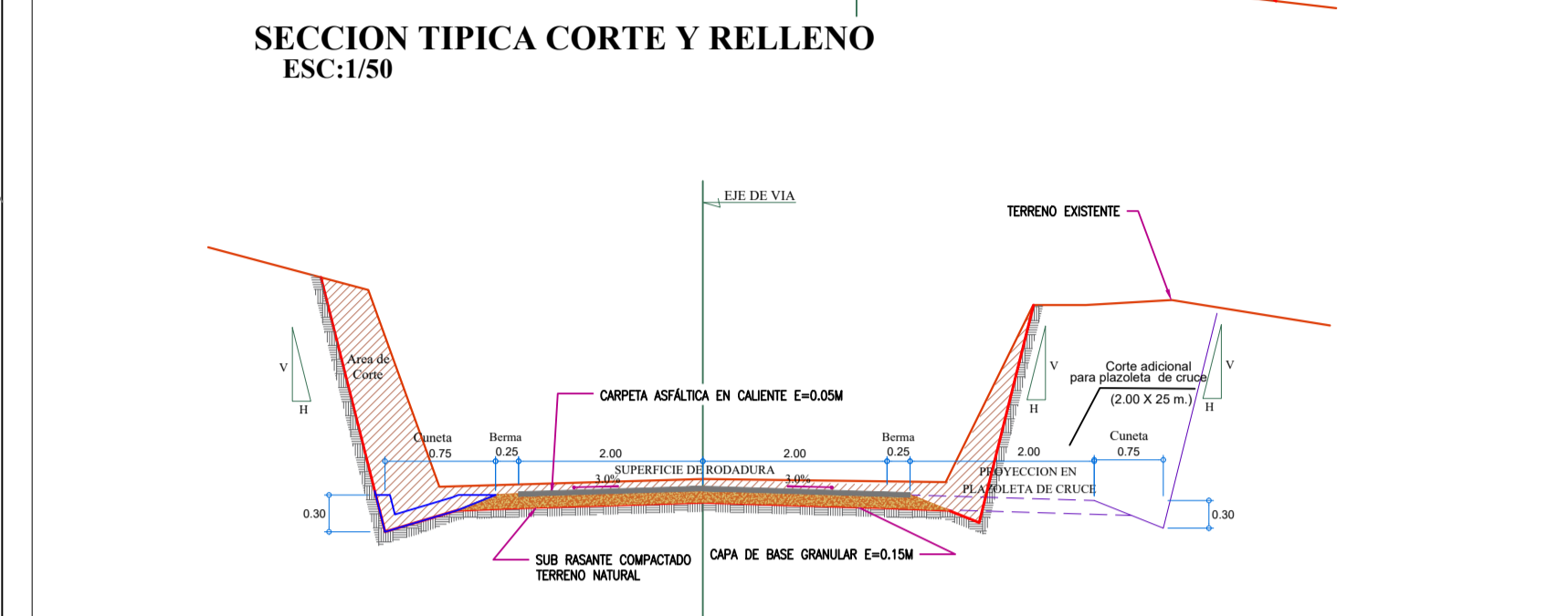
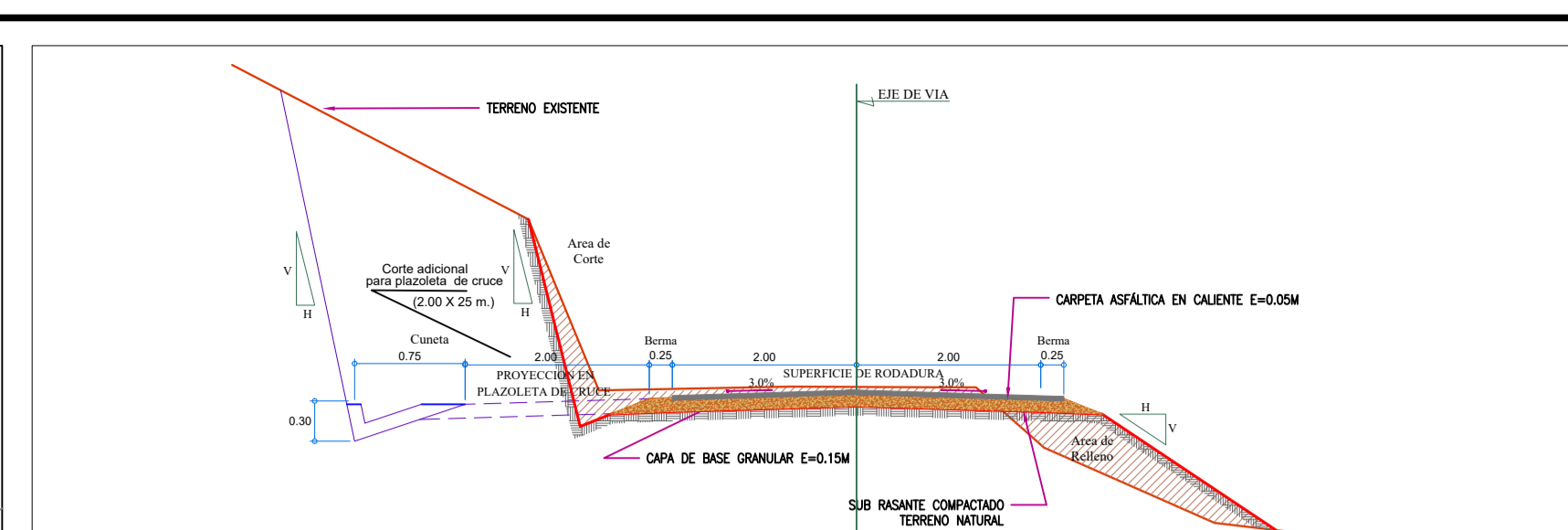
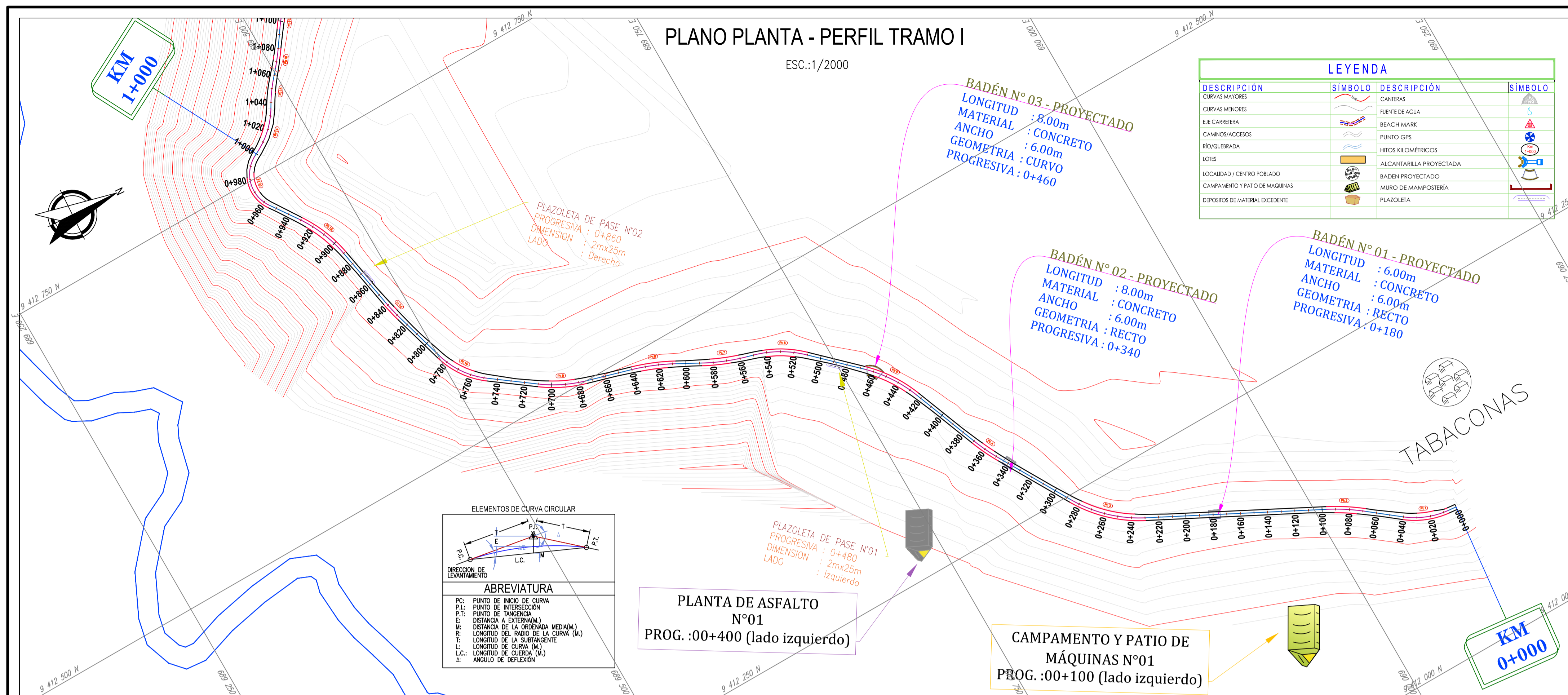
TESISTA(s):  
 Adrianzén García, Sucet

ASESOR(s):  
 Mg. Cubas Armas, Marlon

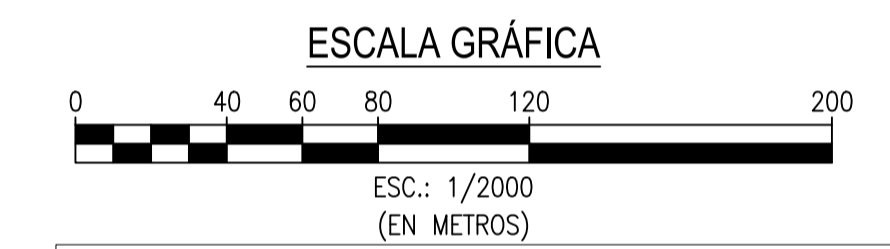
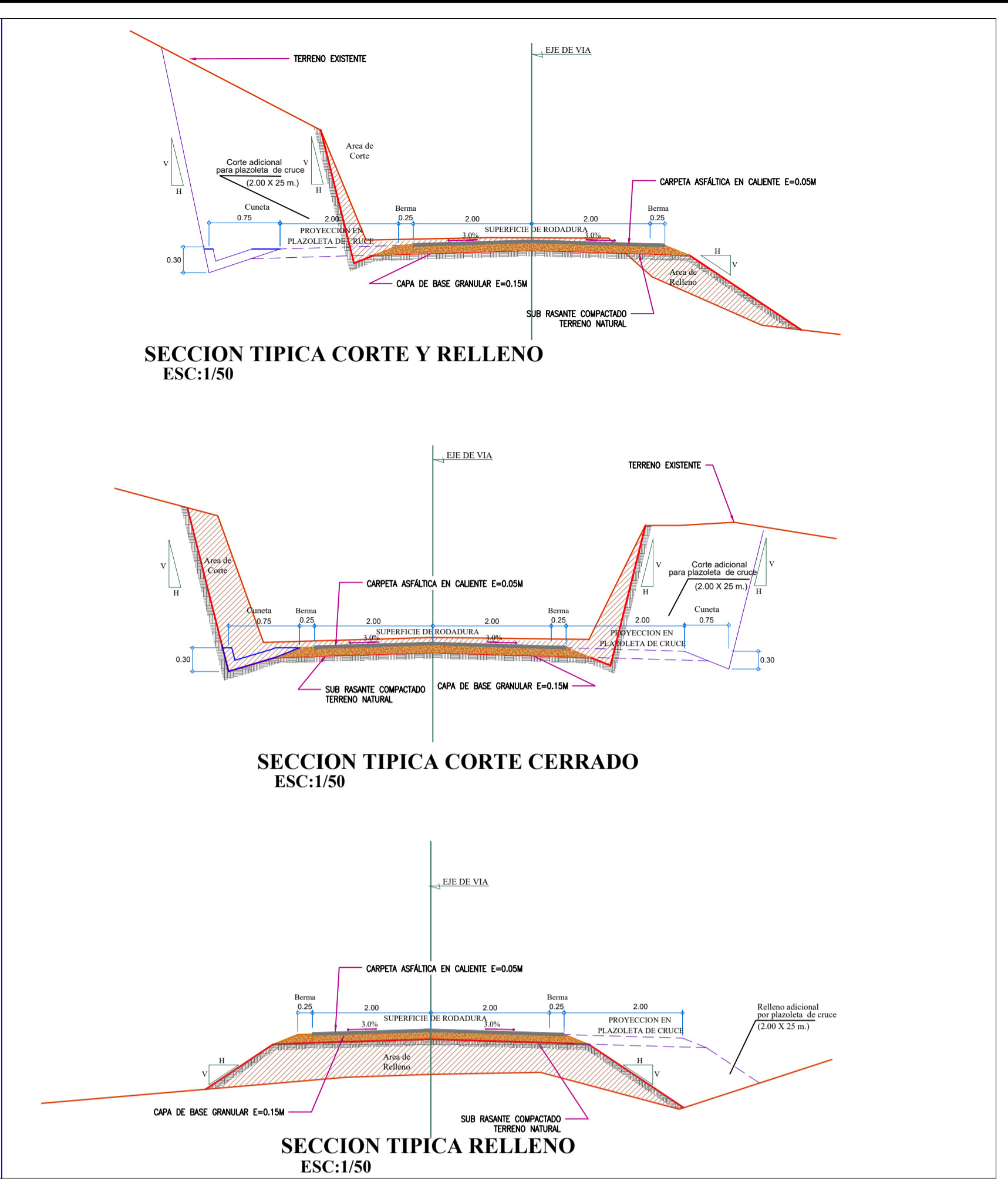
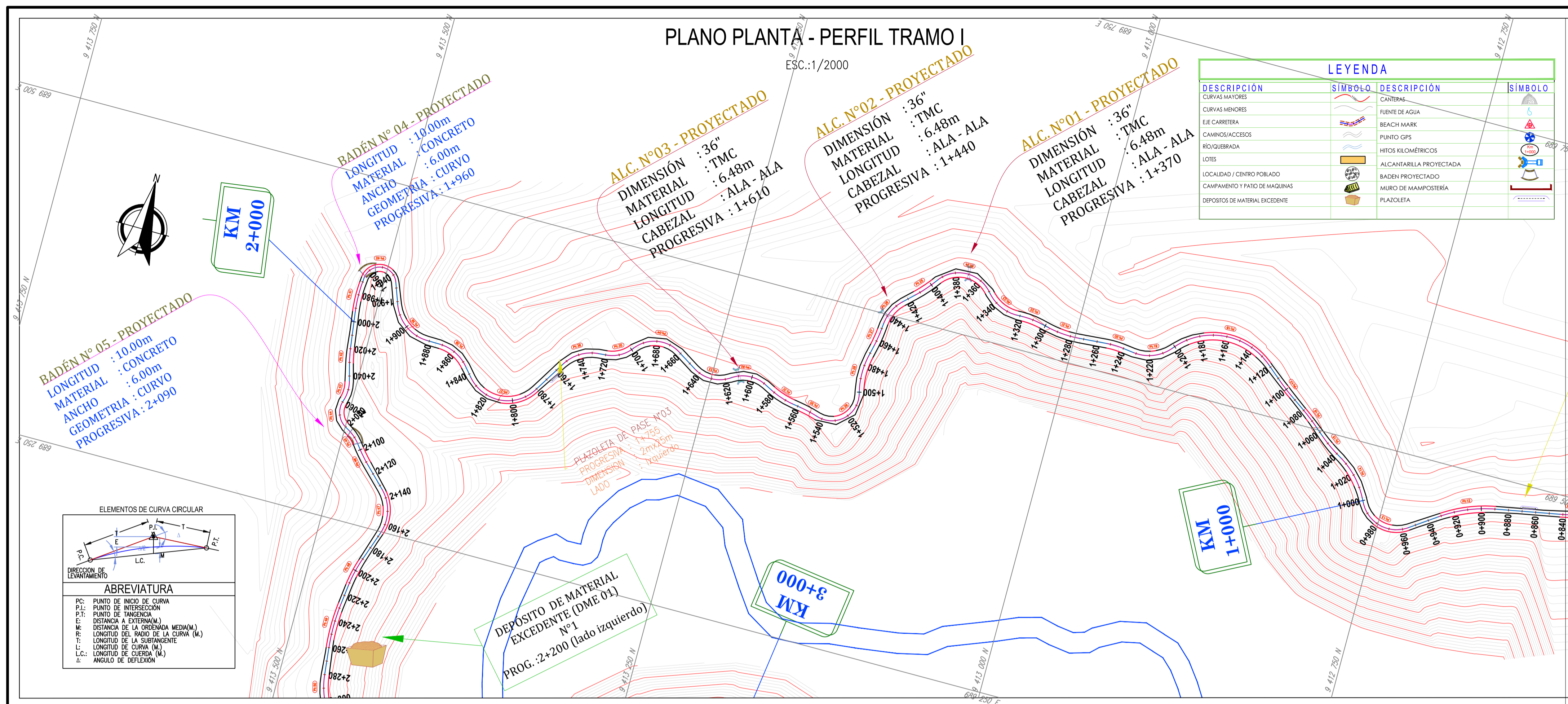
TESIS:  
 DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA, 2022

DESCRIPCIÓN DEL PLANO  
 PLANO CLAVE

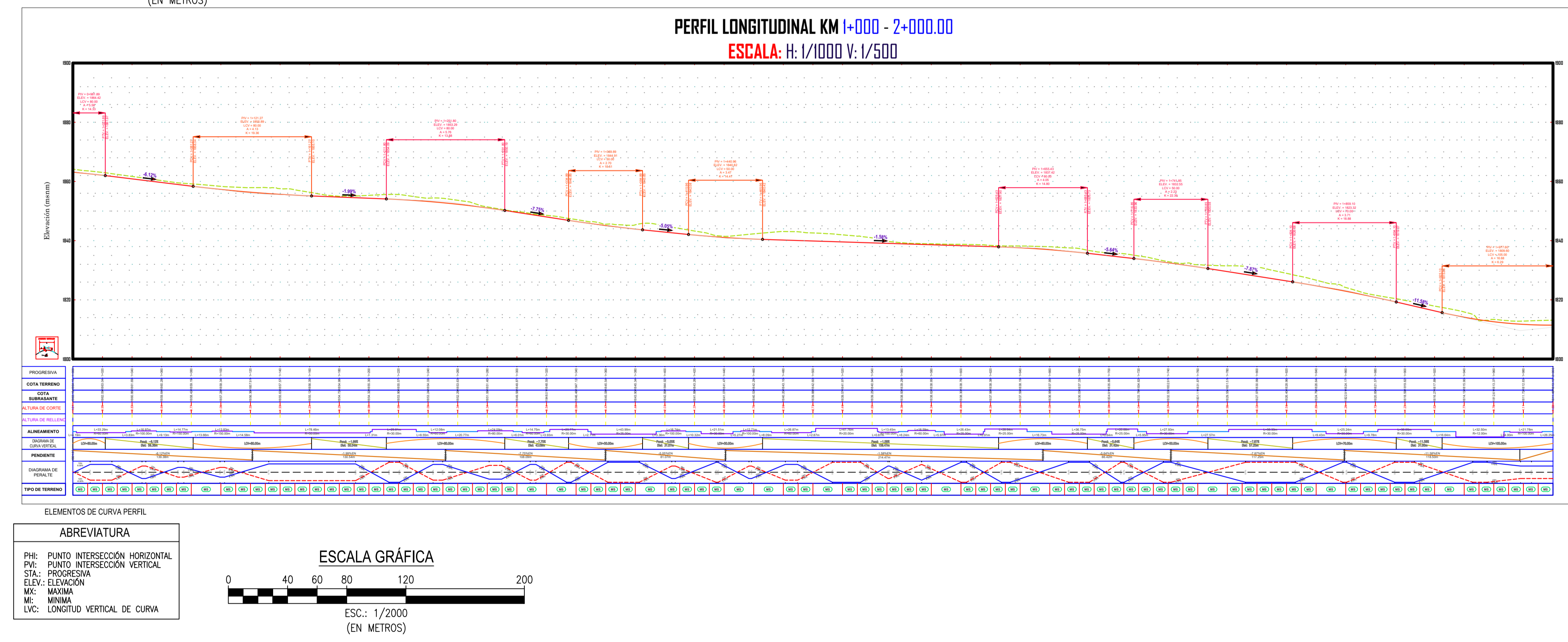
ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 JULIO 2022  
 LAMINA N°:  
 PC-01



<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b> 	<b>UBICACIÓN:</b> Región: Cajamarca Provincia: San Ignacio Distrito: Tabaconas País: Perú	<b>TESISTA(s):</b> Adrianzén García, Sucet	<b>ASESOR(s):</b> Mg. Cubas Armas, Marlon	<b>TESIS:</b> DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA, 2022	<b>DESCRIPCIÓN DEL PLANO</b> PLANO PLANTA-PERFIL KM0+000 - KM1+000	<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>LAMINA N°:</b> PP-01
	<b>FECHA:</b> JULIO 2022						



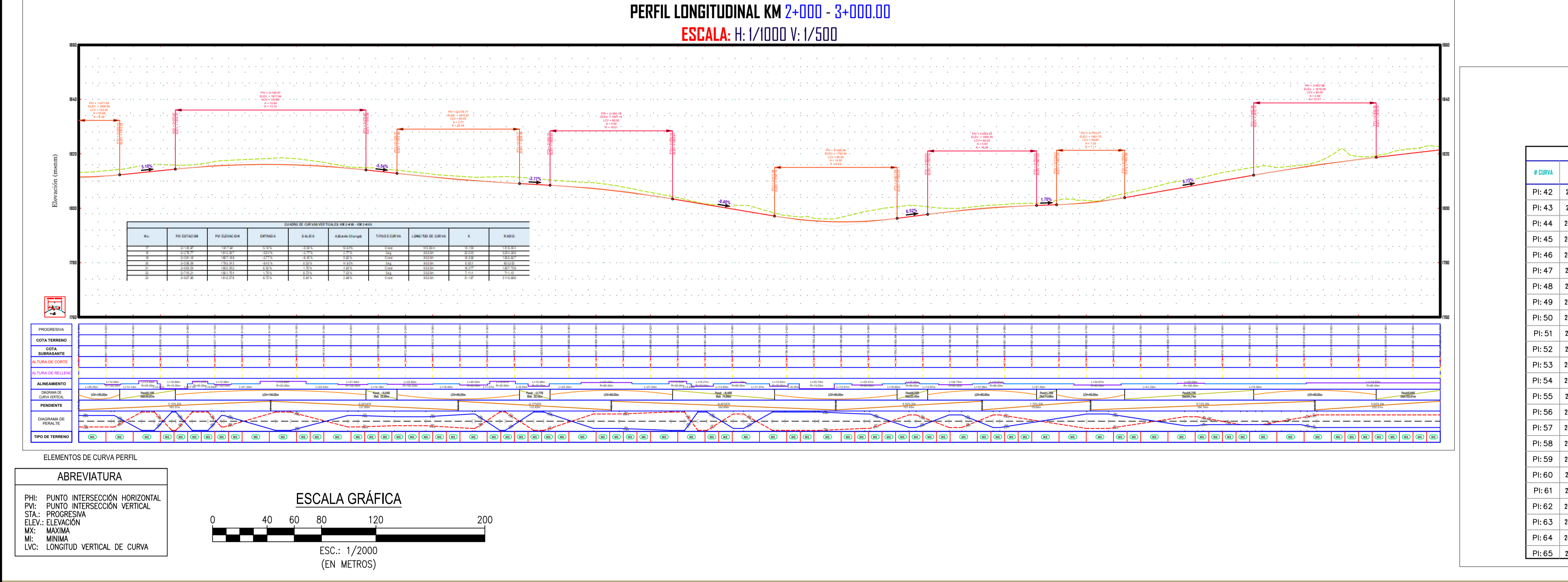
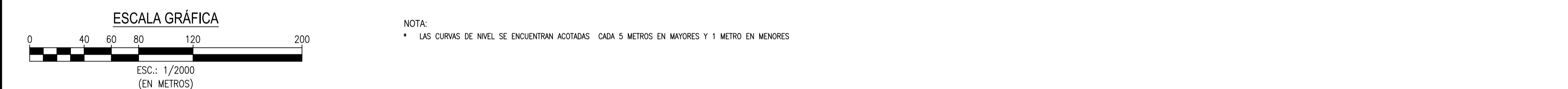
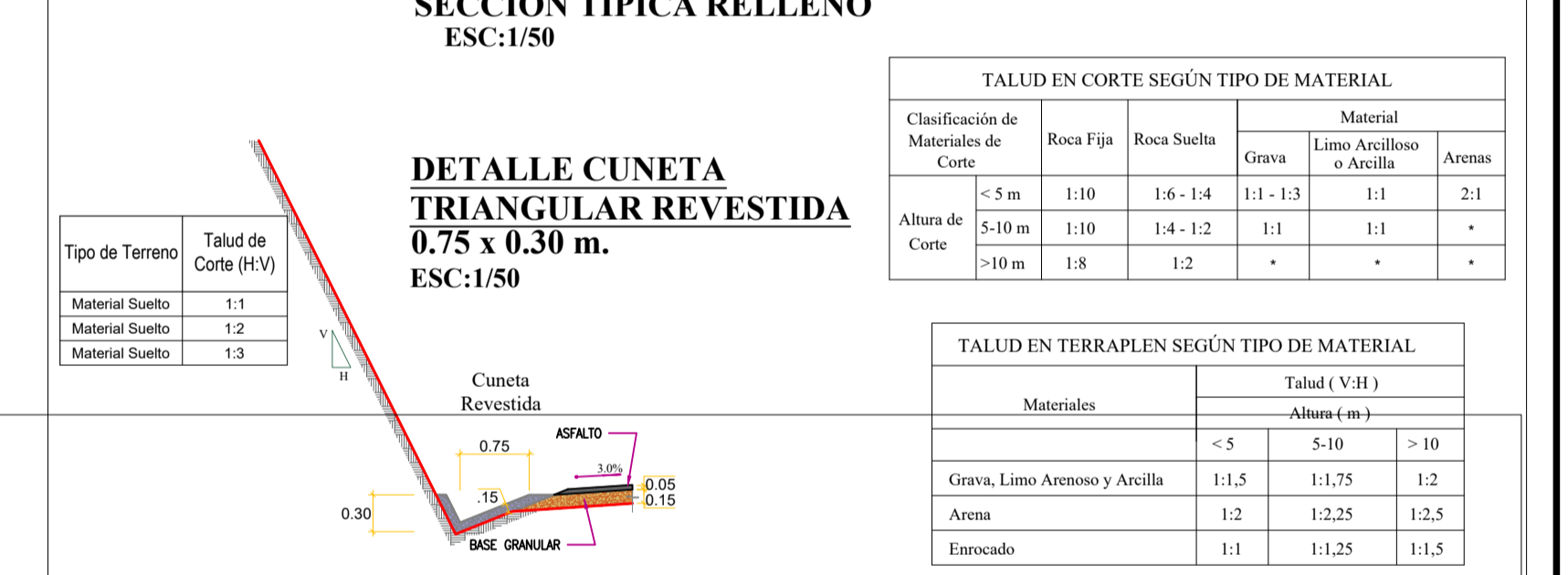
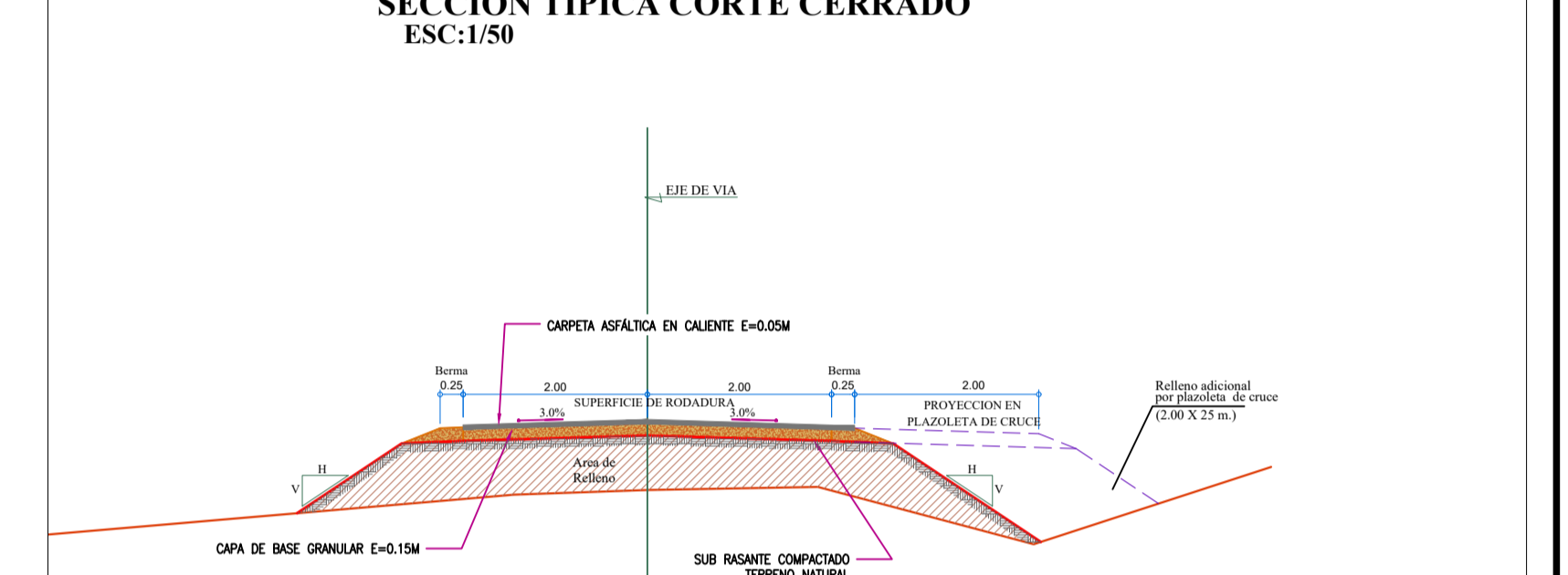
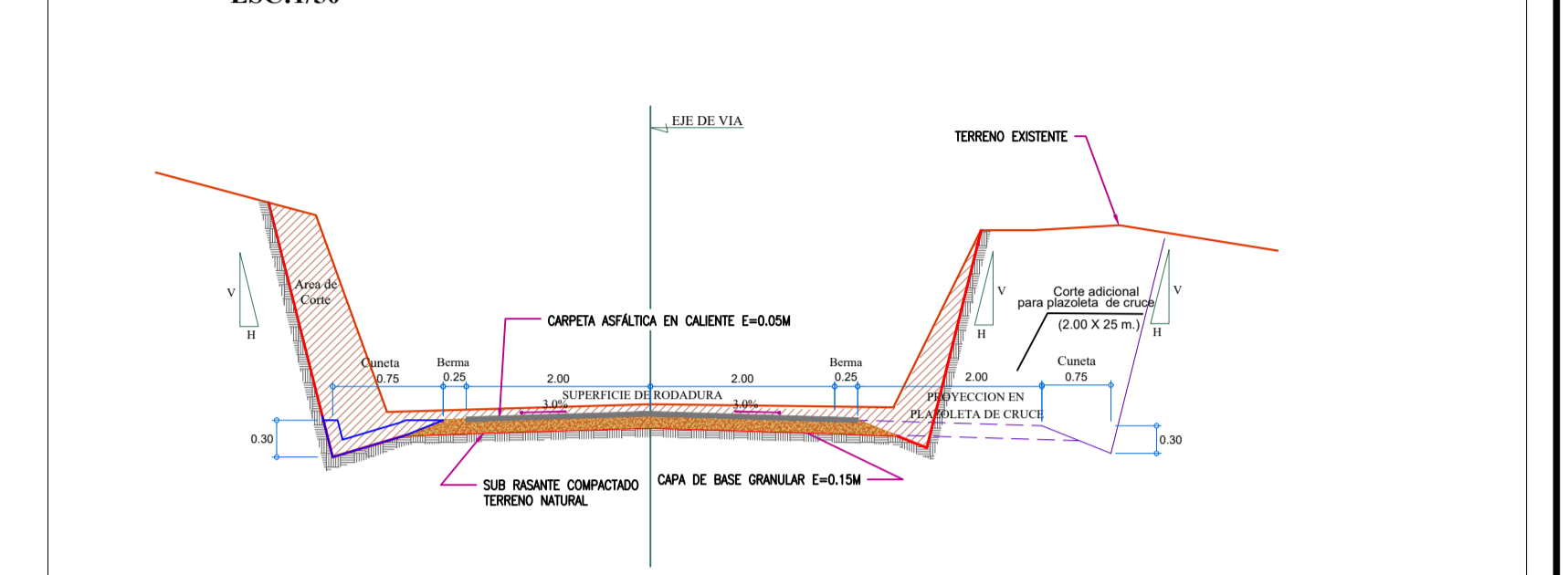
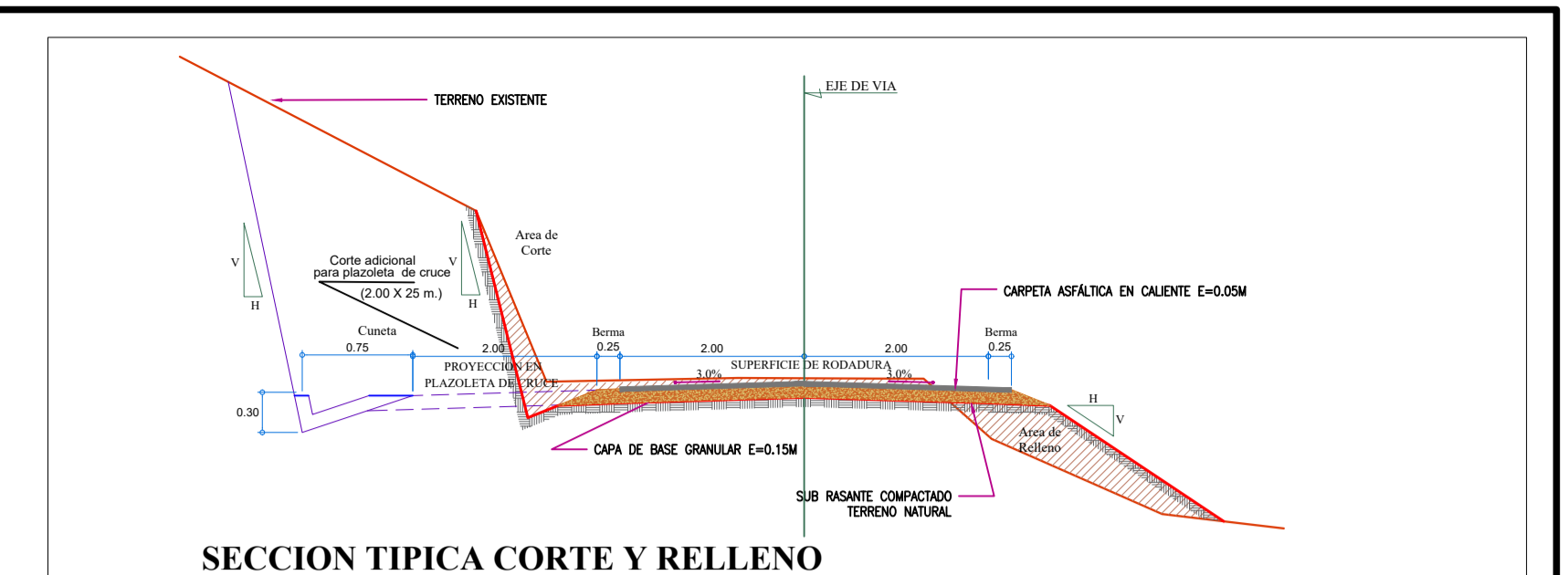
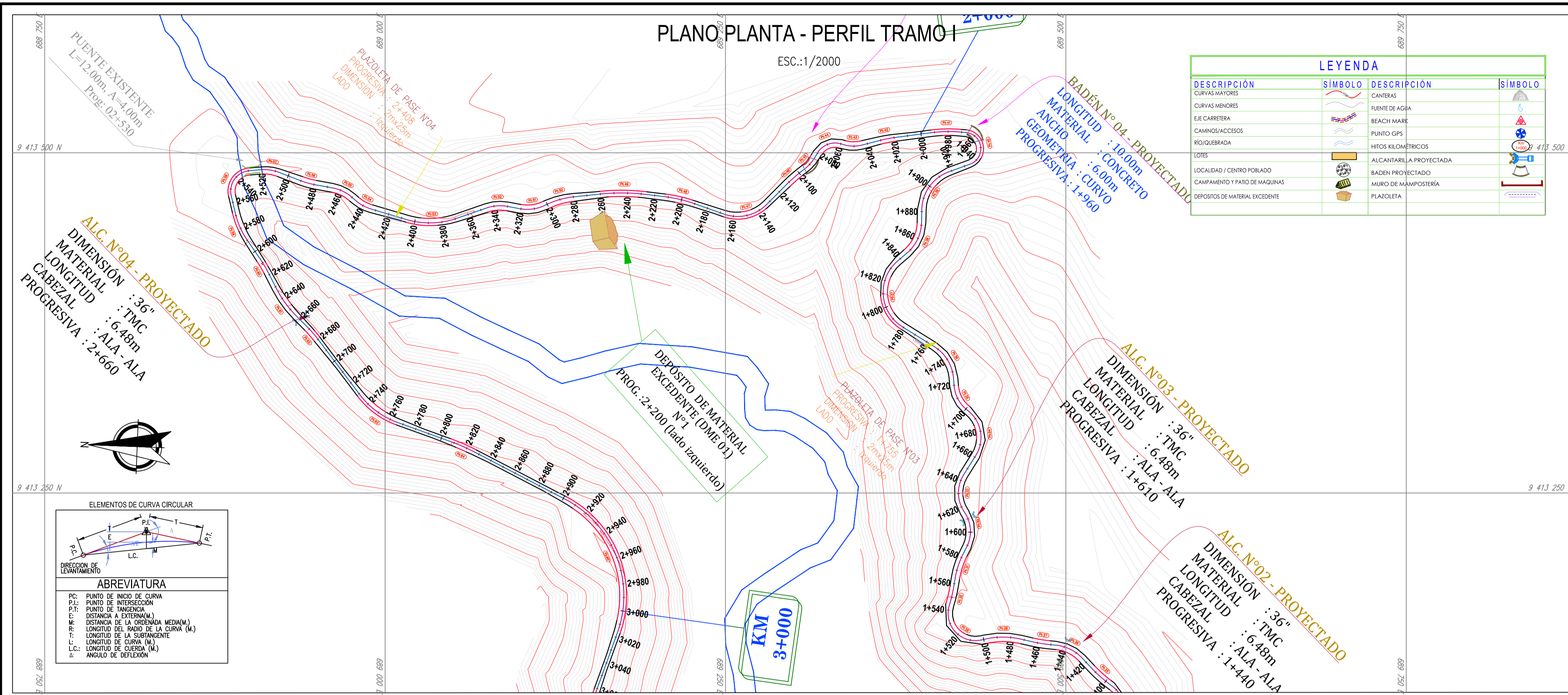
NOTA:  
\* LAS CURVAS DE NIVEL SE ENCUENTRAN ACOTADAS CADA 5 METROS EN MAYORES Y 1 METRO EN MENORES



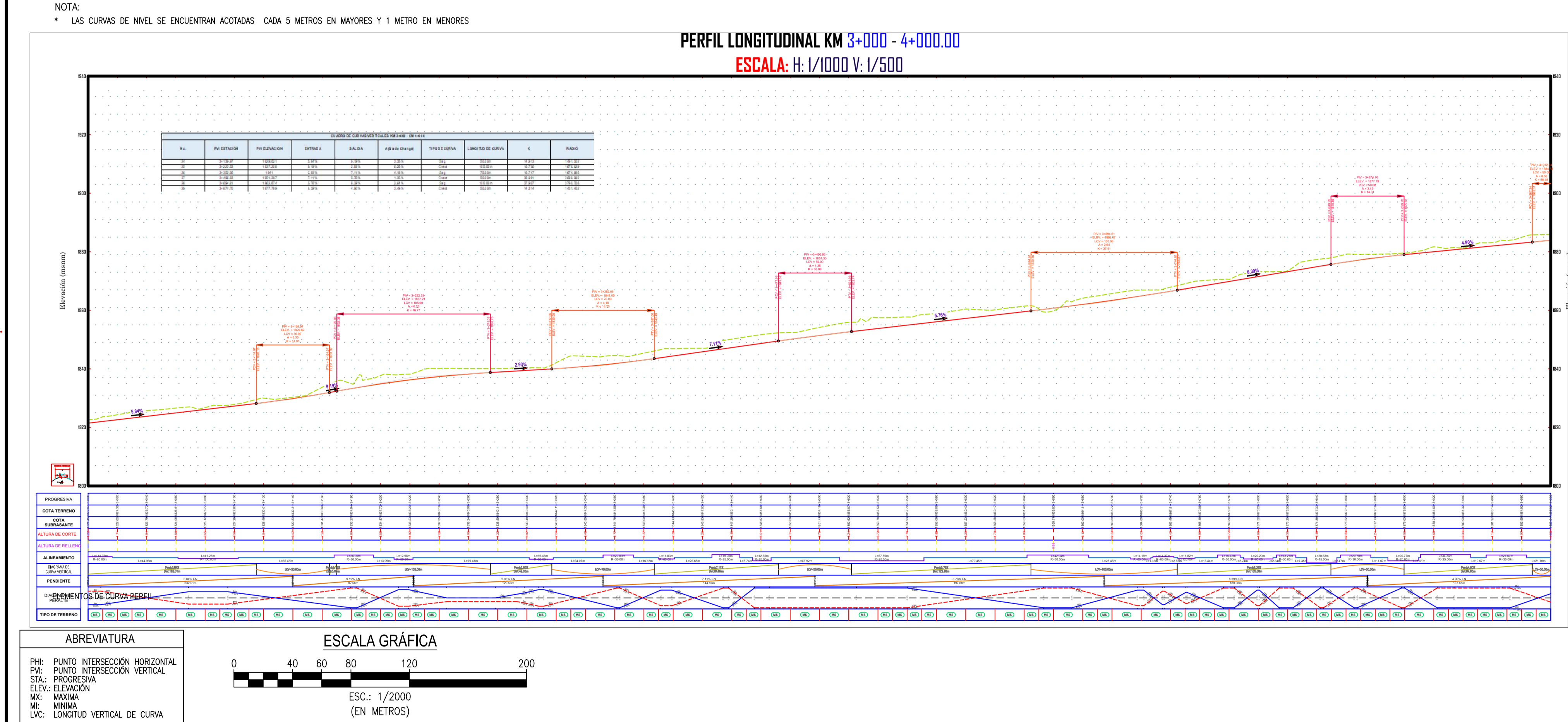
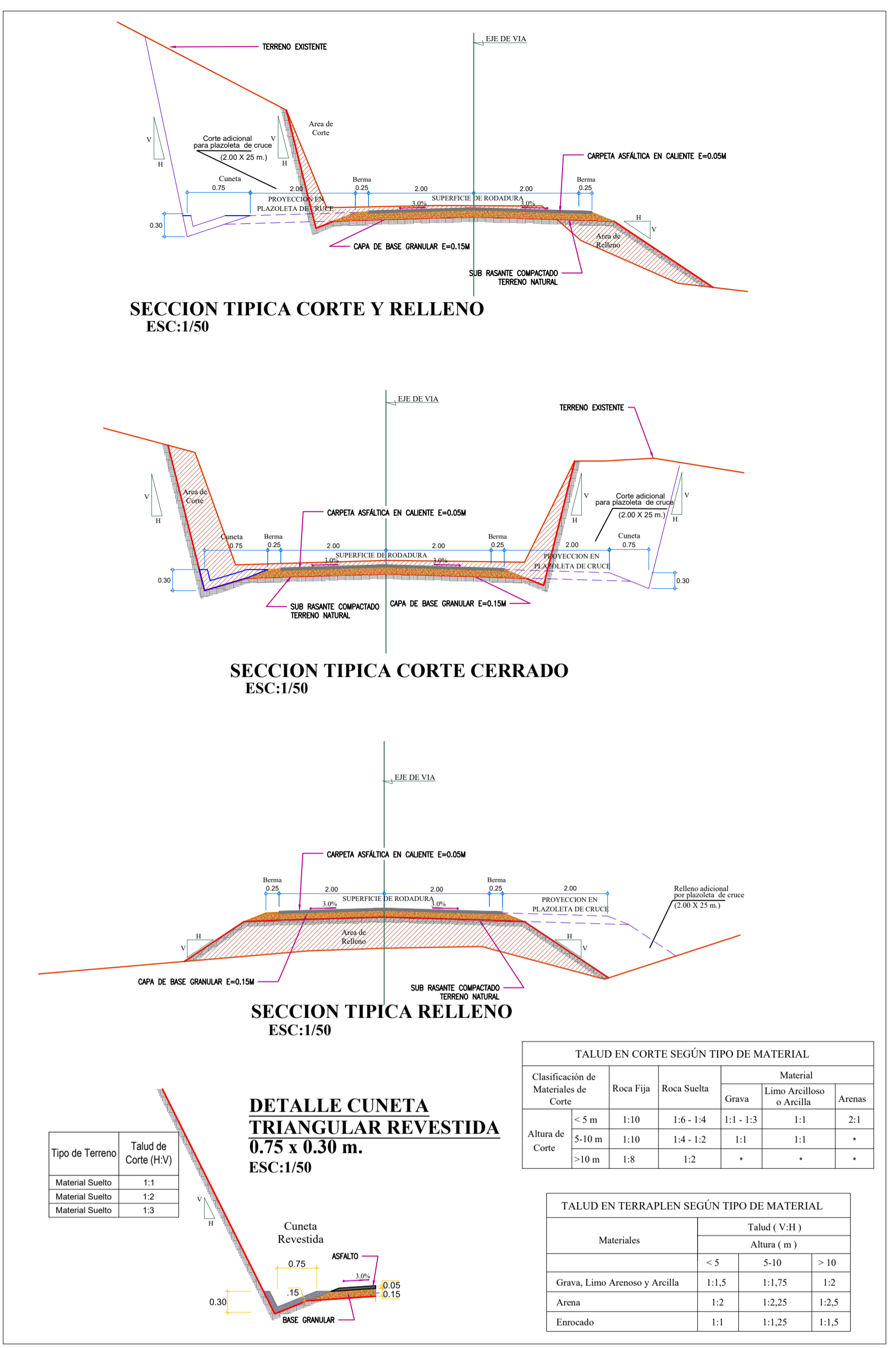
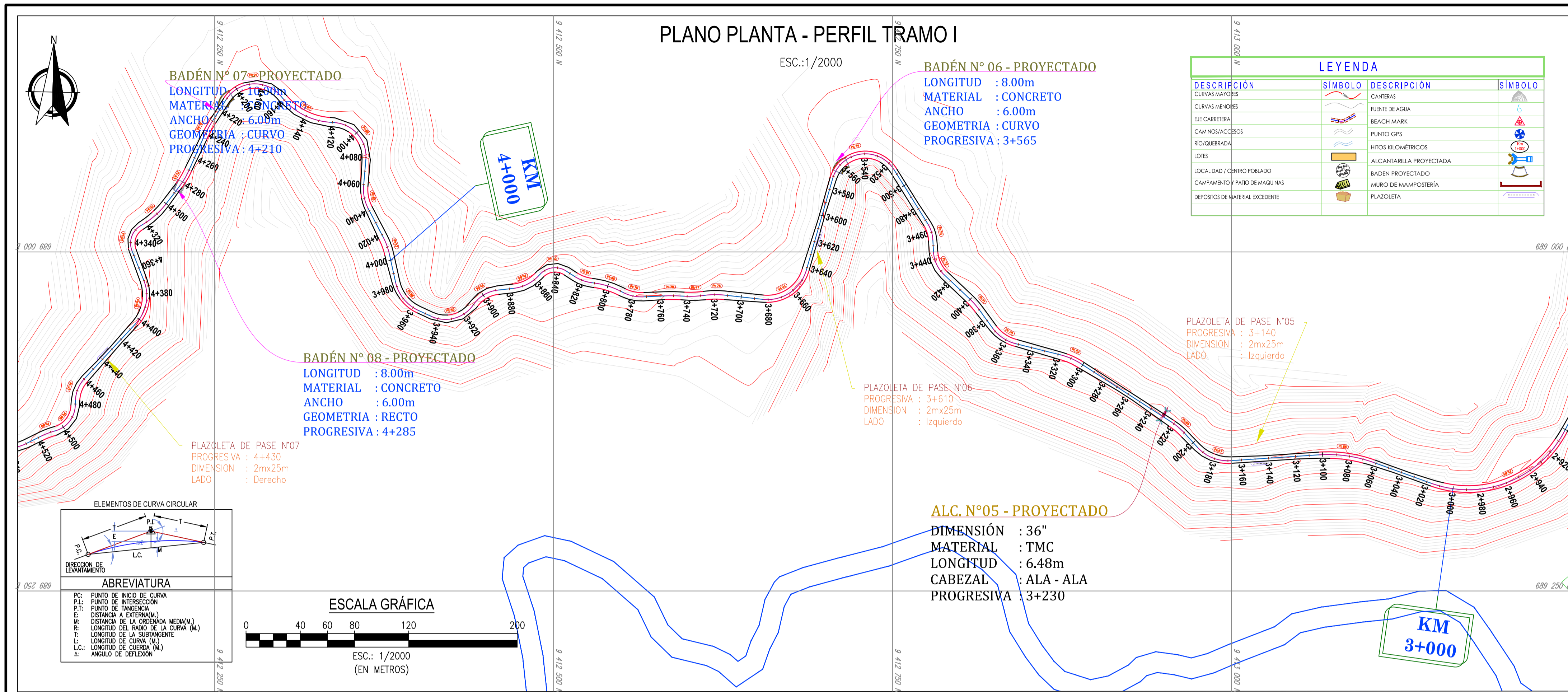
#### TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR

# CURVA	PC	PI	PT	DIRECCION	DELTA	RADIO	TANG.	LONG. CURVA	LONG. CUERDA	EXT. MED.	COORDENADAS PC	COORDENADAS PI	COORDENADAS PT	PERALTE	COORDENADAS (EA)	
PI: 14	1+022.39	1+091.47	1+025.68	N40° 42' 06" E	31° 47' 16"	60.00	17.88	33.29	32.86	2.38	2.29	(889430.85E, 942776.20N)	(889475.80E, 942774.06N)	(889484.58E, 942778.74N)	6.2%	1.3
PI: 15	1+028.51	1+048.01	1+056.48	N35° 40' 05" E	9° 42' 16"	100.00	8.50	16.87	16.95	0.36	0.36	(889446.58E, 942792.03N)	(889480.87E, 942793.388N)	(889486.28E, 942805.80N)	5.0%	0.8
PI: 16	1+068.61	1+079.00	1+080.38	N37° 42' 31" E	5° 38' 25"	50.00	7.38	14.77	14.76	0.18	0.18	(889502.33E, 942802.74N)	(889507.08E, 942808.359N)	(889514.38E, 942824.42N)	3.9%	0.6
PI: 17	1+094.04	1+000.96	1+007.87	N37° 39' 44" E	9° 17' 11"	50.00	6.92	13.83	13.83	0.16	0.16	(889508.17E, 942833.63N)	(889523.02E, 942846.332N)	(889527.58E, 942846.59N)	3.9%	0.6
PI: 18	1+022.45	1+072.85	1+000.90	N4° 48' 48" W	89° 54' 17"	50.00	48.92	78.46	70.65	20.65	14.62	(889537.00E, 942857.72N)	(889569.21E, 942855.872N)	(889538.78E, 942828.94N)	6.7%	1.5
PI: 19	1+202.22	1+208.48	1+222.03	N27° 16' 01" W	58° 55' 55"	30.00	16.27	29.81	28.60	4.13	3.83	(889530.00E, 942828.99N)	(889537.70E, 942828.488N)	(889538.78E, 942855.84N)	0.0%	1.2
PI: 20	1+240.58	1+246.64	1+252.66	N1° 25' 50" E	10° 22' 15"	60.00	6.06	12.88	12.86	0.31	0.30	(889526.88E, 942884.42N)	(889526.88E, 942891.042N)	(889521.8E, 942894.88N)	6.2%	1.3
PI: 21	1+274.45	1+285.56	1+292.52	N17° 17' 22" E	17° 15' 20"	60.00	12.14	24.89	24.80	0.82	0.81	(889535.54E, 942936.68N)	(889538.01E, 942938.584N)	(889538.78E, 942928.82N)	5.5%	1.0
PI: 22	1+303.53	1+309.94	1+308.28	N0° 52' 33" E	14° 04' 53"	60.00	7.41	14.75	14.71	0.46	0.45	(889527.87E, 942926.68N)	(889524.88E, 942933.800N)	(889524.88E, 942933.800N)	6.2%	1.3
PI: 23	1+322.21	1+325.84	1+347.97	N29° 38' 30" E	48° 12' 45"	30.00	13.74	25.77	24.88	3.00	2.72	(889524.00E, 943045.24N)	(889523.02E, 943058.975N)	(889524.00E, 943058.975N)	0.0%	1.2
PI: 24	1+350.08	1+380.32	1+384.08	N2° 21' 52" W	101° 48' 29"	25.00	38.23	43.99	38.53	14.23	8.07	(889535.00E, 943089.57N)	(889538.01E, 943093.789N)	(889534.01E, 943098.07N)	0.0%	1.2
PI: 25	1+397.44	1+405.82	1+404.17	N17° 58' 54" W	69° 35' 25"	100.00	8.28	16.74	16.72	0.35	0.35	(889520.04E, 943100.00N)	(889524.88E, 943105.078N)	(889526.88E, 943102.99N)	5.0%	0.8
PI: 26	1+424.50	1+432.74	1+446.01	N53° 42' 27" W	40° 04' 30"	30.00	11.24	21.91	21.05	2.94	1.91	(889501.88E, 943078.82N)	(889504.17E, 943077.058N)	(889492.88E, 943038.14N)	0.0%	1.2
PI: 27	1+450.28	1+457.64	1+466.01	N53° 37' 17" W	7° 17' 02"	60.00	6.36	12.71	12.70	0.20	0.20	(889487.74E, 943038.87N)	(889487.74E, 943038.87N)	(889475.28E, 943042.74N)	5.0%	0.8
PI: 28	1+472.00	1+485.74	1+488.94	N59° 48' 16" W	23° 29' 16"	60.00	13.66	26.87	26.84	1.54	1.50	(889487.22E, 943042.58N)	(889484.00E, 943045.8278N)	(889480.88E, 943042.85N)	6.2%	1.3
PI: 29	1+500.82	1+538.20	1+543.58	N42° 48' 48" W	18° 38' 16"	20.00	34.39	41.								





<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b> 	<b>UBICACIÓN:</b> Región: Cajamarca Provincia: San Ignacio Distrito: Tabaconas País: Perú	<b>TESISTA(s):</b> Adrianzén García, Sucet	<b>ASESOR(s):</b> Mg. Cubas Armas, Marlon	<b>TESIS:</b> DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA, 2022	<b>DESCRIPCIÓN DEL PLANO:</b> PLANO PLANTA - PERFIL KM2+000 - KM3+000	<b>ESCALA:</b> INDICADA <b>FECHA:</b> JULIO 2022	<b>LAMINA N° :</b> <span style="font-size: 2em; color: red;">PP-03</span>
--	---	---	--	--	---	---	--



#### TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR

# CURVA	PC	PI	PT	DIRECCION	DELTA	RADIO	TANG.	LONG. CURVA	EXT.	MEG.	COORDENADAS PC	COORDENADAS PI	COORDENADAS PT	PERALTE	SUBSEALTO (GA)
PI: 66	3+081.46	3+082.29	3+082.72	58° 02' 07" W	23° 28' 14"	100.00	20.83	41.25	40.86	2.07	(88945.37E, 942035.00N)	(88948.78E, 942035.397N)	(88945.38E, 942035.444N)	5.0%	0.8

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

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**UBICACIÓN:**  
 Región: Cajamarca  
 Provincia: San Ignacio  
 Distrito: Tabaconas  
 País: Perú

**TESISTA(s):**  
 Adrianzén García, Sucet

**ASESOR(s):**  
 Mg. Cubas Armas, Marlon

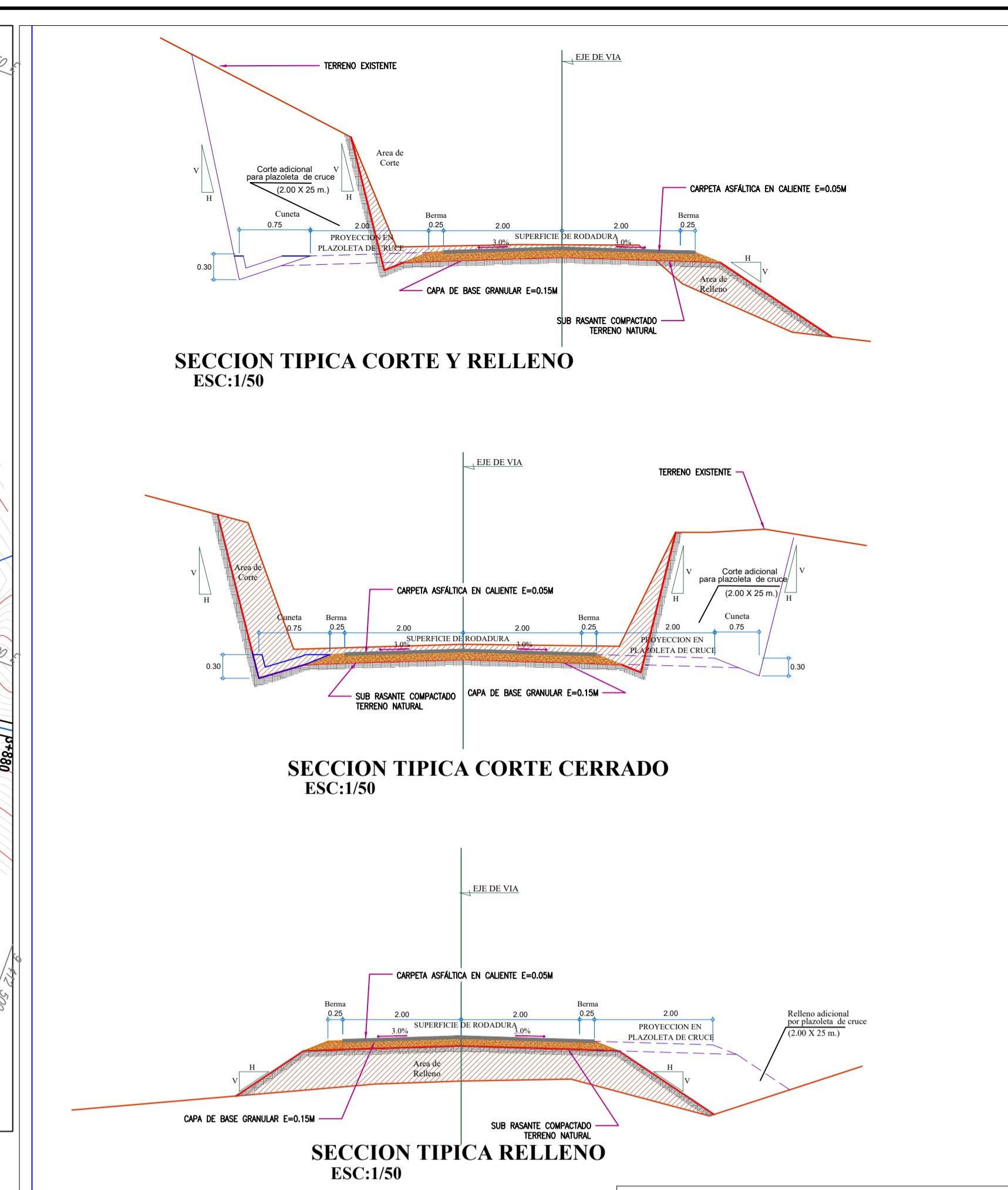
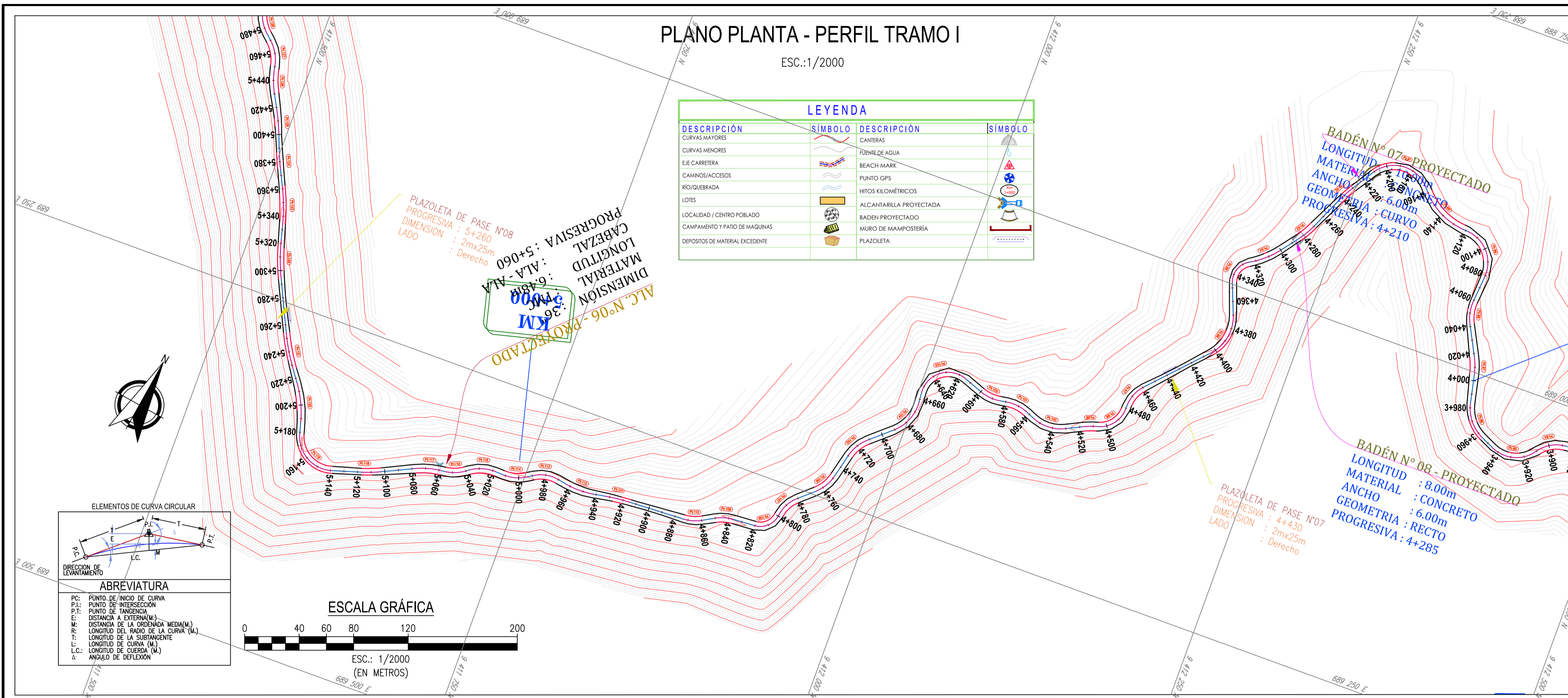
**TESIS:**  
 DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA,  
 2022

**DESCRIPCIÓN DEL PLANO**  
 PLANO PLANTA-PERFIL  
 KM3+000 - KM4+000

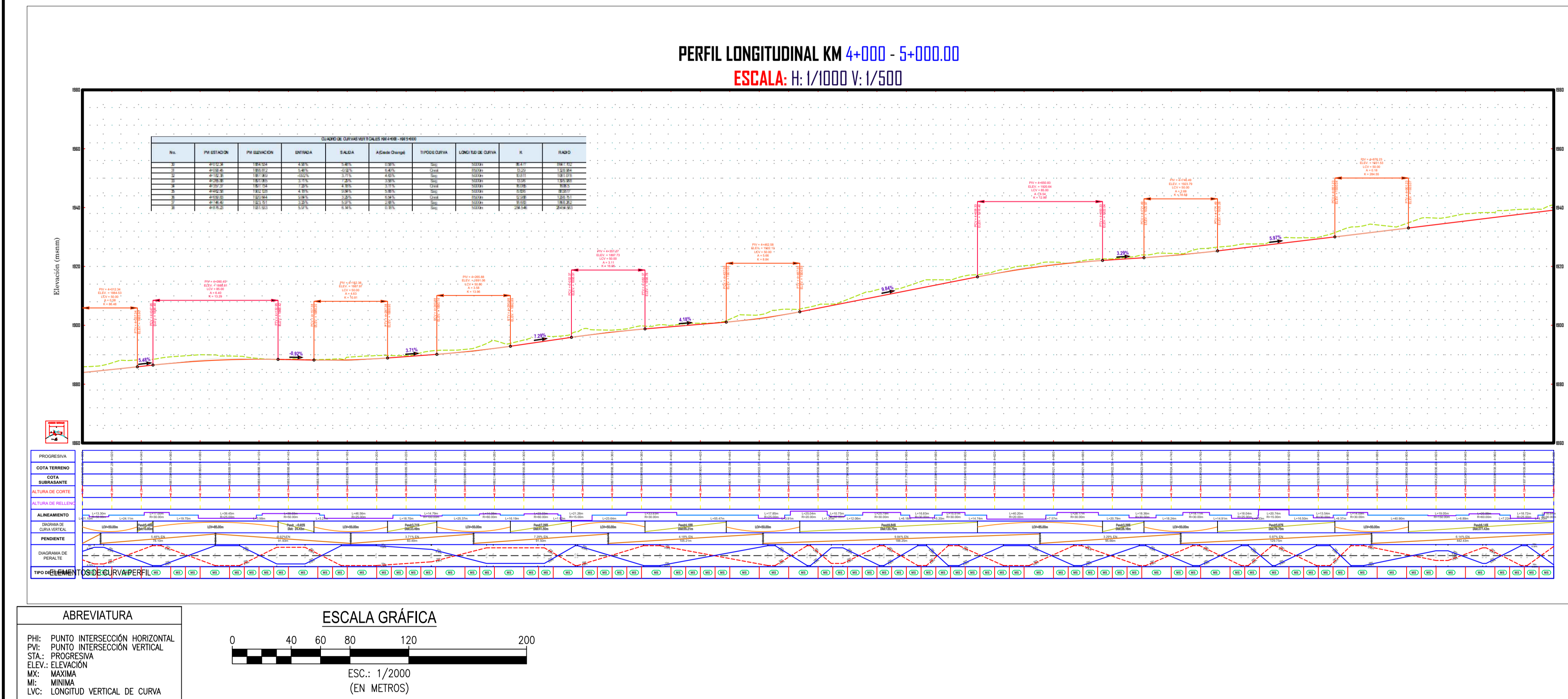
**ESCALA:**  
 INDICADA

**LAMINA N°:**  
 PP-04

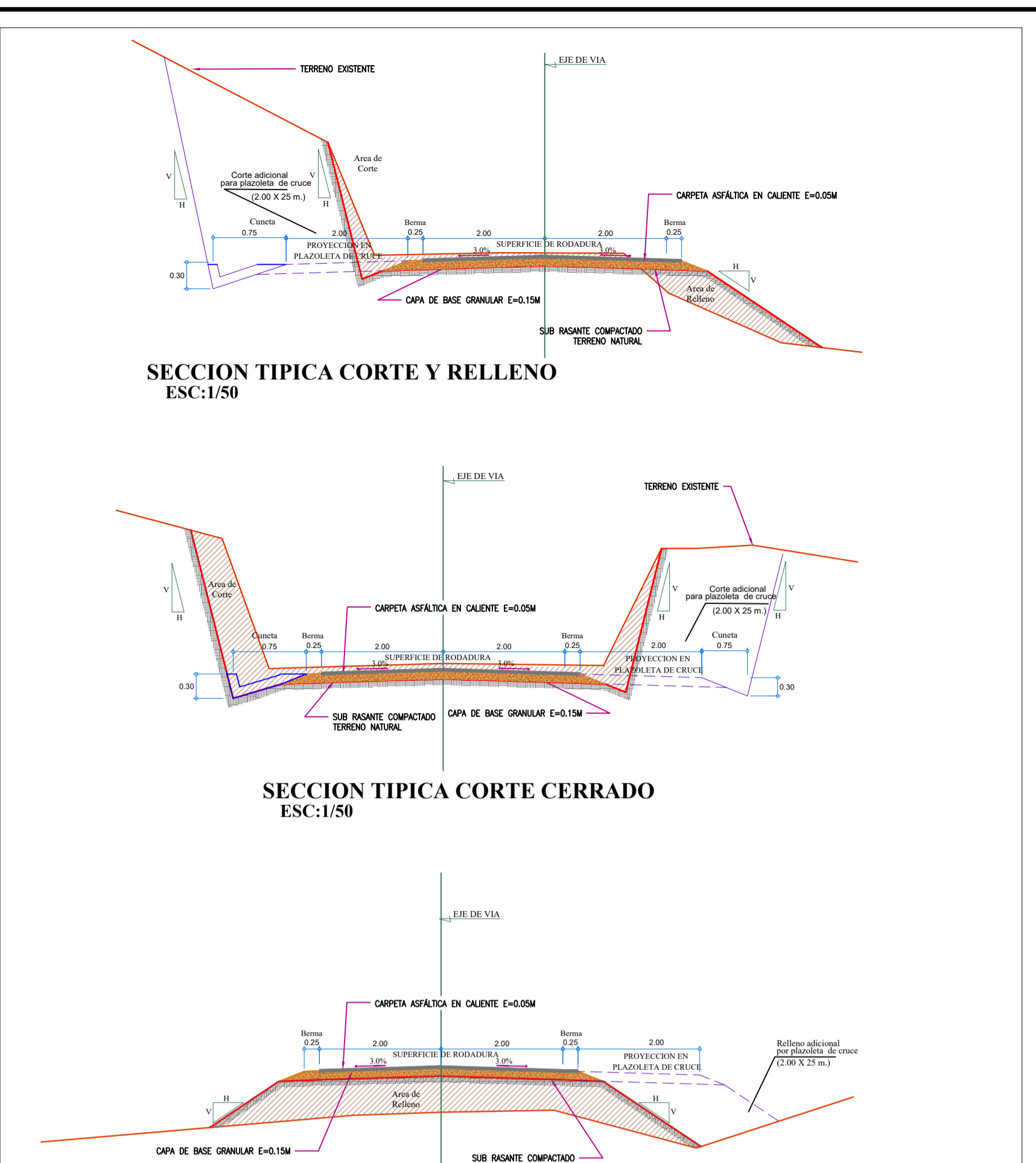
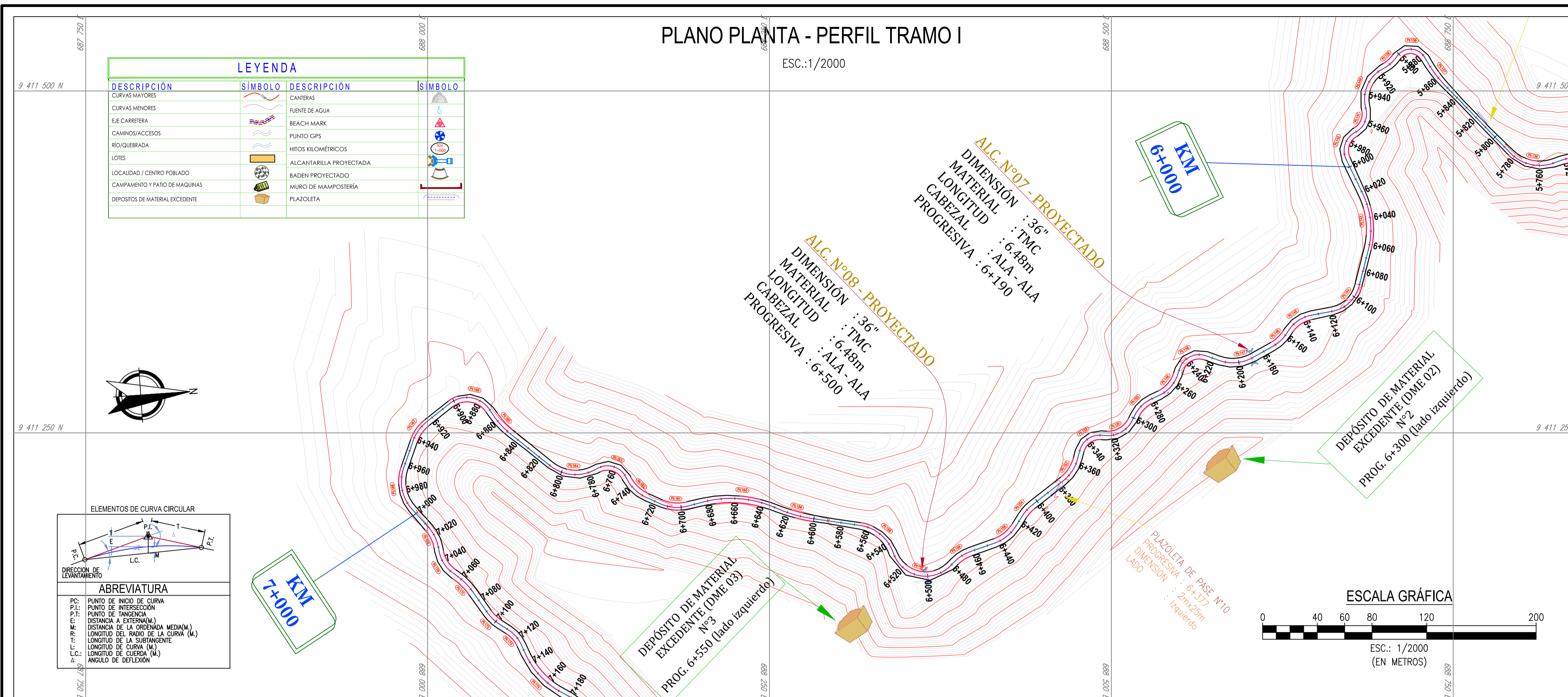
**FECHA:**  
 JULIO 2022



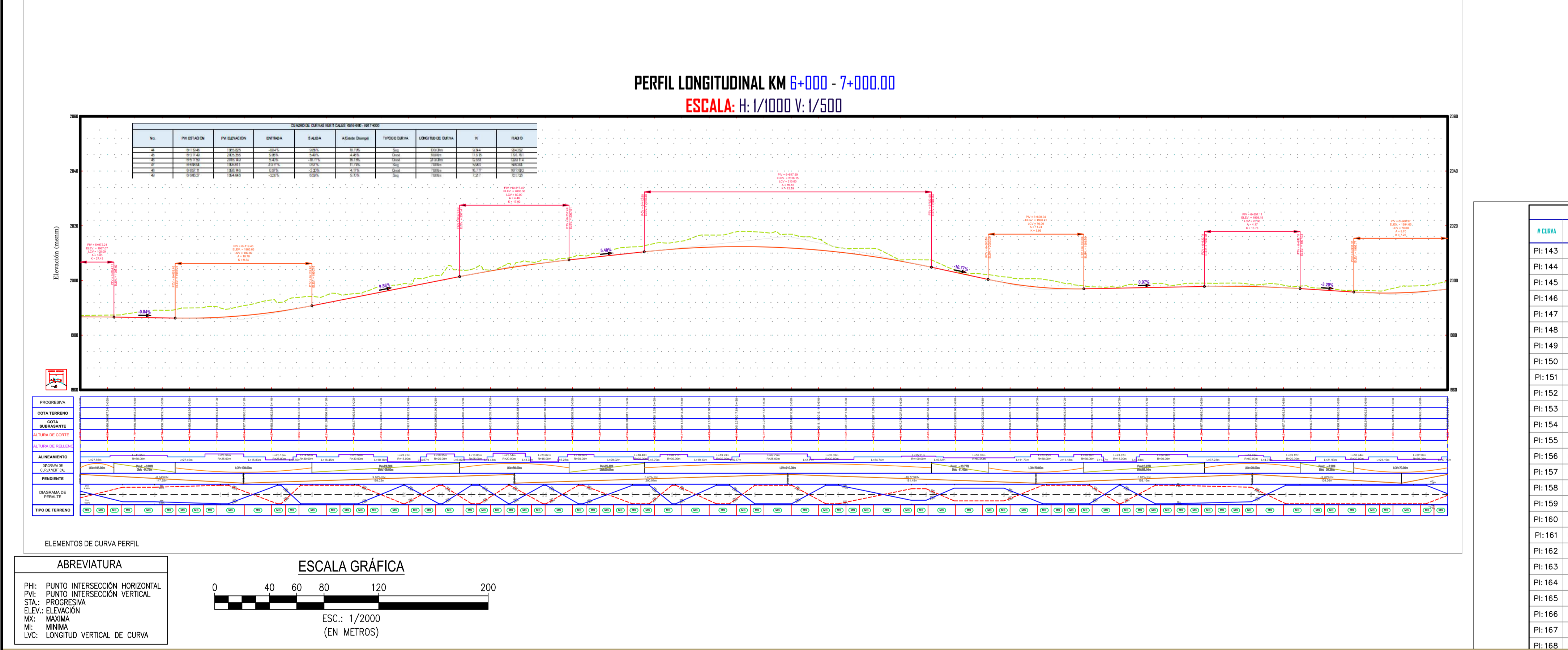
NOTA:  
 • LAS CURVAS DE NIVEL SE ENCUENTRAN ACOTADAS CADA 5 METROS EN MAYORES Y 1 METRO EN MENORES







NOTA:  
\* LAS CURVAS DE NIVEL SE ENCUENTRAN ACOTADAS CADA 5 METROS EN MAYORES Y 1 METRO EN MENORES



#### TALUD EN CORTE SEGÚN TIPO DE MATERIAL

Clasificación de Materiales de Corte	Roca Fija		Material Lixiviado o Arcilla		Arenas	
	Altura de Corte	Talud	Altura de Corte	Talud	Altura de Corte	Talud
< 5 m	1:10	1:6 - 1:4	1:1 - 1:3	1:1	1:1	2:1
5-10 m	1:10	1:4 - 1:2	1:1	1:1	1:1	*
> 10 m	1:8	1:2	*	*	*	*

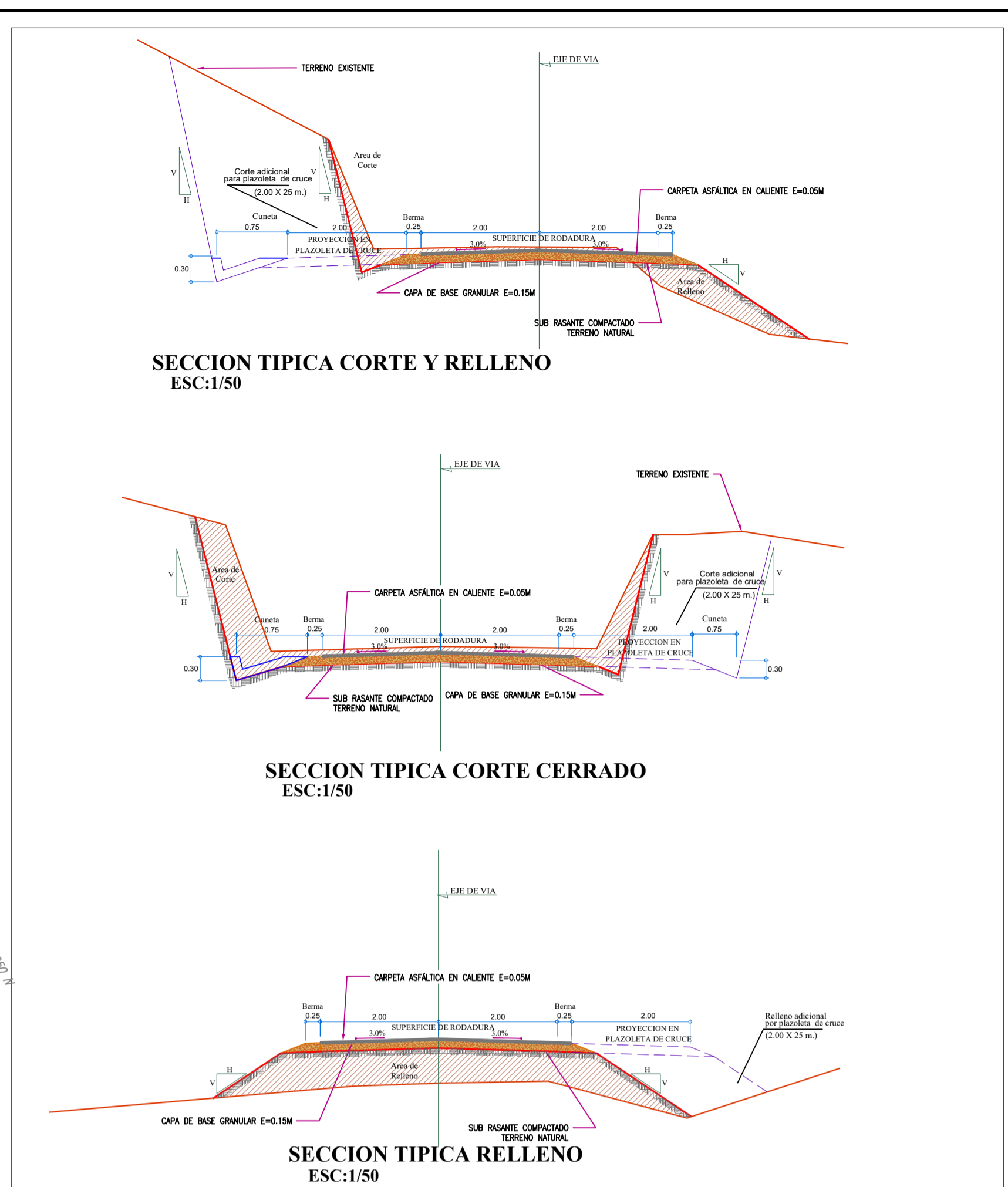
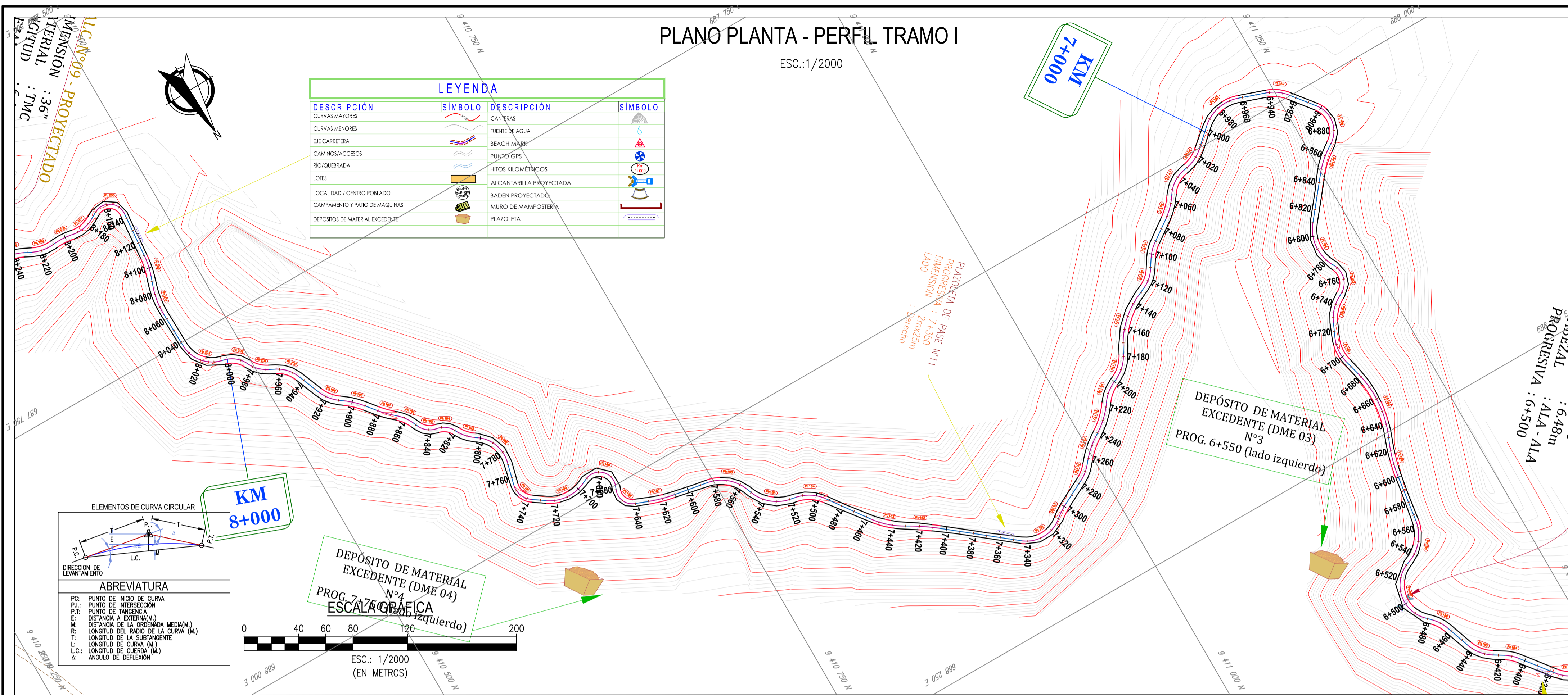
#### TALUD EN TERRAPLEN SEGÚN TIPO DE MATERIAL

Materiales	Talud (V:H)			
	Altura (m)	< 5	5-10	> 10
Grava, Limo Arenoso y Arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2	
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5	
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.5	

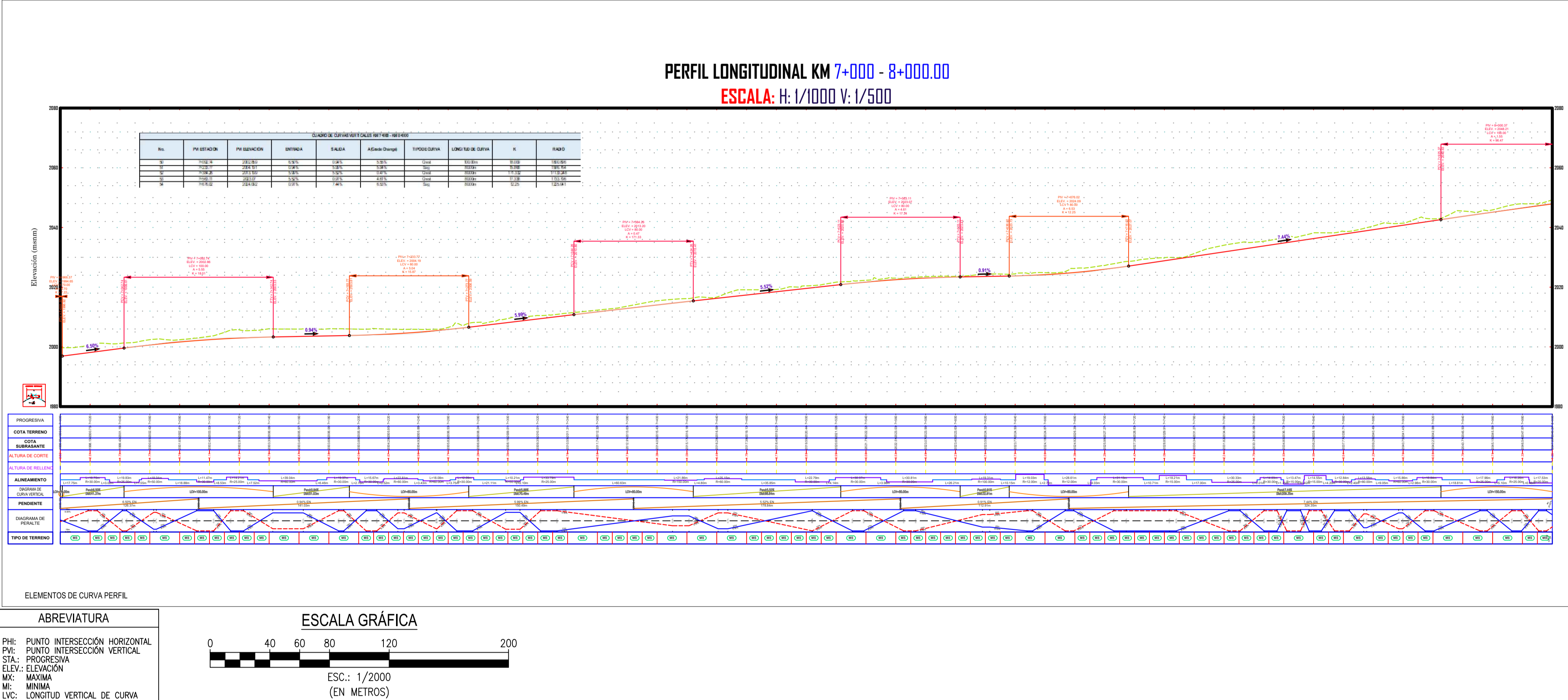
#### TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR

# CURVA	PC	PI	PT	DIRECCION	DELTA	RADIO	TANG.	LONG. CURVA	LONG. CUERVA	EXT.	MED.	COORDENADAS PC	COORDENADAS PI	COORDENADAS PT	PERALTE	SUPERELEVACION (EA)
PI: 143	6+021.84	6+043.71	6+063.78	S54° 42' 57"	40° 02' 31"	60.00	21.87	41.95	41.0	3.86	3.83	(888983.83E, 940424.84N)	(888983.34E, 940435.128N)	(888987.94E, 940430.350N)	6.2%	1.3
PI: 144	6+081.27	6+107.21	6+139.64	S48° 48' 24"	65° 01' 25"	25.00	15.93	28.37	25.87	4.65	3.92	(888987.21E, 940438.855N)	(888989.58E, 940335.855N)	(888989.58E, 940335.855N)	8.0%	1.2
PI: 145	6+125.48	6+146.15	6+165.66	SSP 1° 36"	46° 01' 30"	25.00	10.68	20.18	19.64	2.8	2.0	(888945.00E, 940335.950N)	(888935.58E, 940335.950N)	(888929.89E, 940335.950N)	8.0%	1.2
PI: 146	6+168.21	6+185.81	6+192.72	S48° 50' 12"	27° 42' 15"	30.00	7.40	14.51	14.36	0.90	0.87	(888924.79E, 940322.910N)	(888924.79E, 940326.704N)	(888917.89E, 940326.704N)	8.0%	1.2
PI: 147	6+188.17	6+202.76	6+214.68	SSP 1° 08' 17"	48° 42' 52"	30.00	13.59	25.52	24.75	2.83	2.67	(888903.44E, 940305.070N)	(888908.58E, 940302.570N)	(888918.77E, 940302.570N)	8.0%	1.2
PI: 148	6+274.87	6+240.22	6+248.78	SSP 5° 57' 47"	81° 08' 50"	15.00	15.35	23.39	21.46	6.46	4.52	(888969.07E, 940306.370N)	(888954.76E, 940303.490N)	(888948.82E, 940306.370N)	8.0%	1.2
PI: 149	6+323.44	6+304.22	6+273.80	S44° 30' 44"	40° 38' 45"	25.00	10.78	20.35	19.80	2.22	2.04	(888945.08E, 940302.234N)	(888945.08E, 940302.234N)	(888935.34E, 940302.234N)	8.0%	1.2
PI: 150	6+380.67	6+388.44	6+397.54	S45° 30' 37"	38° 28' 00"	25.00	8.77	16.86	16.55	1.48	1.41	(888929.08E, 940274.730N)	(888929.08E, 940274.730N)	(888917.39E, 940274.730N)	8.0%	1.2
PI: 151	6+401.95	6+405.30	6+425.48	SSP 5° 54' 35"	77° 26' 57"	20.00	13.25	23.54	22.31	4.05	3.37	(888903.44E, 940258.070N)	(888908.47E, 940257.950N)	(888918.8E, 940257.950N)	8.0%	1.2
PI: 152	6+428.27	6+341.63	6+349.94	SSP 1° 08' 57"	78° 58' 07"	15.00	12.36	20.87	19.89	4.44	3.42	(888940.38E, 940248.290N)	(888940.38E, 940248.290N)	(888940.38E, 940248.290N)	8.0%	1.2
PI: 153	6+483.23	6+388.36	6+375.77	SSP 1° 08' 30"	37° 18' 33"	30.00	10.13	19.54	19.20	1.87	1.58	(888945.08E, 940228.030N)	(888947.79E, 940228.030N)	(888947.79E, 940228.030N)	8.0%	1.2
PI: 154	6+484.78	6+480.08	6+485.27	S44° 58' 58"	20° 00' 38"	30.00	5.29	10.48	10.42	0.46	0.46	(888944.92E, 940187.810N)	(888944.92E, 940187.810N)	(888944.92E, 940187.810N)	8.0%	1.2
PI: 155	6+424.05	6+434.56	6+444.26	SSP 1° 08' 27"	89° 55' 34"	30.00	10.50	20.21	19.83	1.79	1.69	(888940.38E, 940185.390N)	(888940.38E, 940185.390N)	(888944.92E, 940185.390N)	8.0%	1.2
PI: 156	6+483.39	6+470.12	6+476.63	SSP 5° 58' 05"	25° 16' 18"	30.00	6.73	13.23	13.13	0.74	0.73	(888936.79E, 940183.620N)	(888936.79E, 940183.620N)	(888936.79E, 940183.620N)	8.0%	1.2
PI: 157	6+481.89	6+420.45	6+531.71	N77° 42' 28"	83° 57' 36"	25.00	38.46	49.72	41.92	20.87	8.38	(888983.84E, 940152.930N)	(888934.58E, 940152.930N)	(888934.58E, 940152.930N)	8.0%	1.2
PI: 158	6+533.83	6+531.56	6+585.86	N81° 28' 01"	81° 02' 26"	30.00	17.73	32.03	30.53	4.85	4.17	(888940.38E, 940183.290N)	(888940.38E, 940183.290N)	(888936.79E, 940183.290N)	8.0%	1.2
PI: 159	6+601.58	6+603.27	6+625.30	N11° 41' 56"	14° 28' 37"	100.00	12.67	25.1	25.1	0.81	0.78	(888929.30E, 940187.250N)	(888929.30E, 940187.250N)	(888925.58E, 940187.250N)	5.0%	0.8
PI: 160	6+631.33	6+638.29	6+683.35	N89° 08' 21"	37° 16' 28"	80.00	29.97	52.02	51.1	4.42	4.19	(888925.58E, 940186.000N)	(888927.64E, 940186.000N)	(888920.58E, 940186.000N)	5.5%	1.0
PI: 161	6+685.07	6+705.66	6+716.43	N85° 17' 56"	38° 52' 17"	30.00	10.58	20.35	19.86	1.81	1.71	(888936.79E, 940182.970N)	(888936.79E, 940182.970N)	(888936.79E, 940182.970N)	8.0%	1.2
PI: 162	6+726.51	6+727.23	6+748.97	N49° 22' 22"	38° 52' 34"	30.00	10.59	20.36	19.97	1.81	1.71	(888936.79E, 940182.970N)	(888936.79E, 940182.970N)	(888944.92E, 940182.970N)	8.0%	1.2
PI: 163	6+748.43	6+763.70	6+772.28	N72° 28' 53"	30° 55' 53"	15.00	15.26	23.82	21.40	6.40	4.48	(888936.79E, 940182.970N)	(888936.79E, 940182.970N)	(888924.57E, 940182.970N)	8.0%	1.2
PI: 164	6+774.87	6+794.66	6+809.85	N84° 34' 27"	6° 48' 44"	30.00	19.75	34.38	33.03	5.94	4.96	(888922.27E, 940222.930N)	(888922.27E, 940222.930N)	(888936.79E, 940222.930N)	8.0%	1.2
PI: 165	6+847.08	6+856.37	6+885.51	N42° 22' 17"	7° 05' 48"	20.00	9.29	18.43	18.35	0.71	0.71	(888903.44E, 940184.490N)	(888903.44E, 940184.490N)	(888903.44E, 940184.490N)	8.0%	1.3
PI: 166	6+870.25	6+892.04	6+903.38	N81° 01' 04"	8° 45' 32"	20.00	9.29	18.43	18.47	0.57	0.47	(888945.08E, 940206.370N)	(888945.08E, 940206.370N)	(888936.79E, 940206.370N)	8.0%	1.2
PI: 167	6+925.30	6+934.00	6+942.24	SSP 2° 14"	22° 20' 50"	30.00	8.70	16.94	16.71	1.24	1.18	(887999.08E, 940257.530N)	(887999.08E, 940257.530N)	(887999.08E, 940257.530N)	8.0%	1.2
PI: 168	6+983.43	6+989.38	6+995.63	S11° 32' 31"	81° 32' 41"	30.00	17.85	32.03	30.68	4.91	4.22	(887987.48E, 940274.290N)	(887987.48E, 940274.290N)	(887987.48E, 940274.290N)	8.0%	1.2

<b>FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	<b>UBICACIÓN:</b> Región: Cajamarca Provincia: San Ignacio Distrito: Tabaconas País: Perú	<b>TESISTA(s):</b> Adrián García, Sucet	<b>ASESOR(s):</b> Mg. Cubas Armas, Marlon	<b>TESIS:</b> DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA, 2022	<b>DESCRIPCIÓN DEL PLANO</b> PLANO PLANTA-PERFIL KM6+000 - KM7+000	<b>ESCALA:</b> INDICADA <b>FECHA:</b> JULIO 2022	<b>LAMINA N°:</b> <span style="font-size: 2em; color: red;">PP-07</span>
--	---	--	--	---	--	---	---



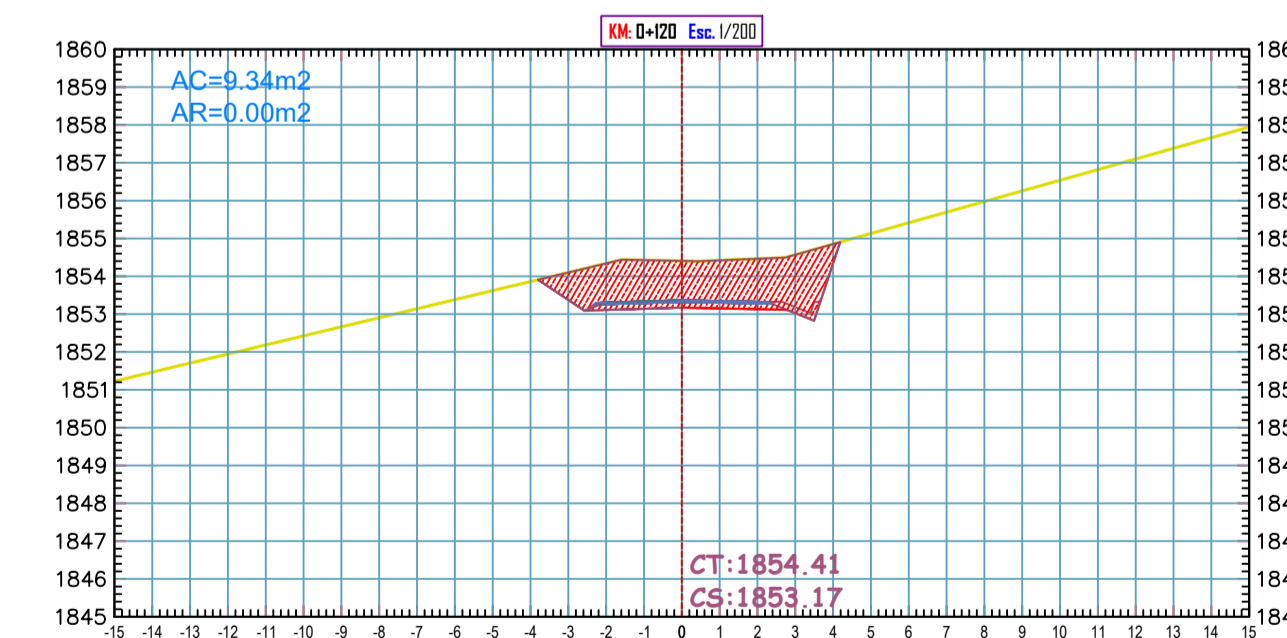
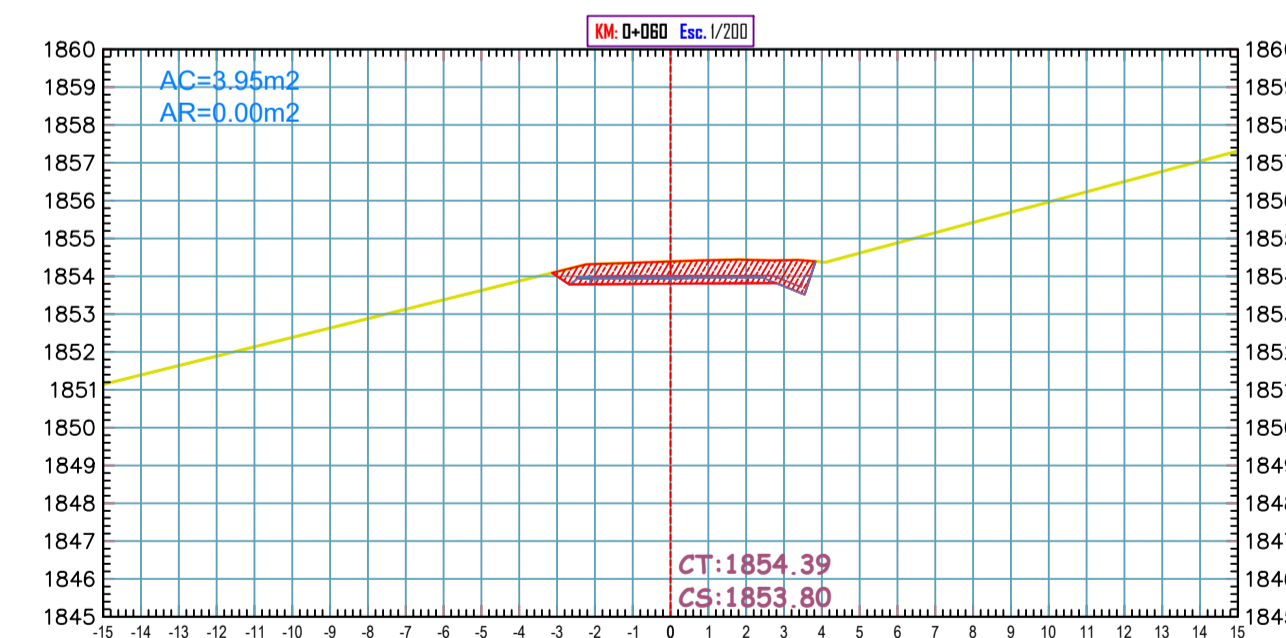
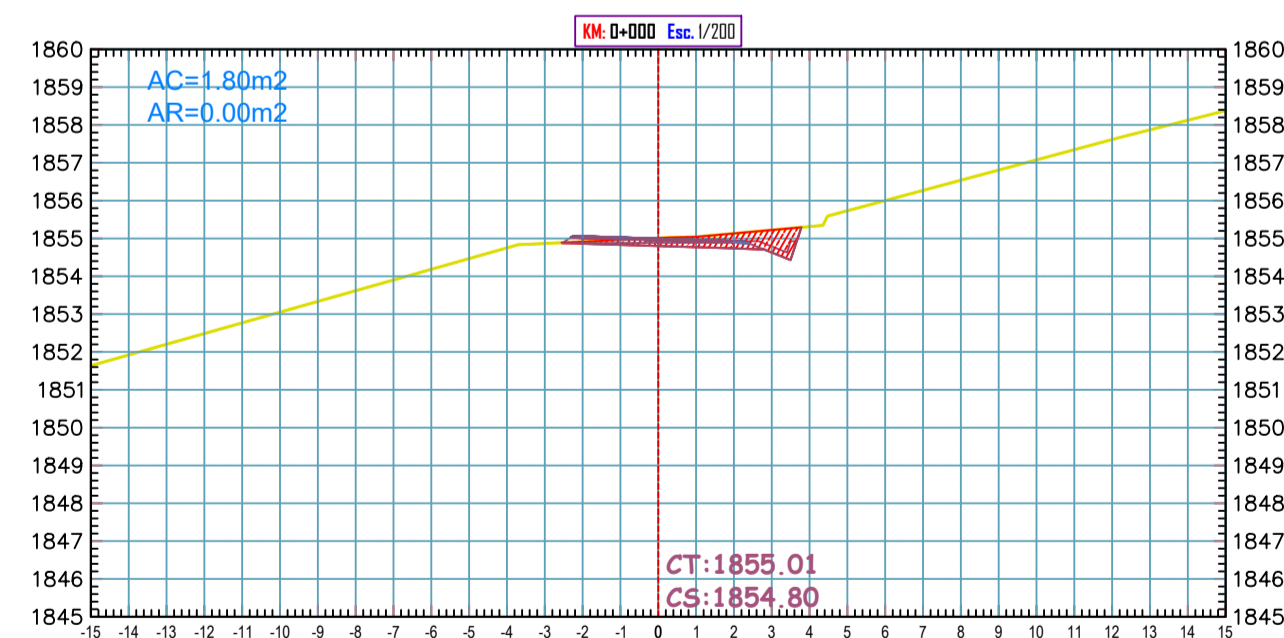
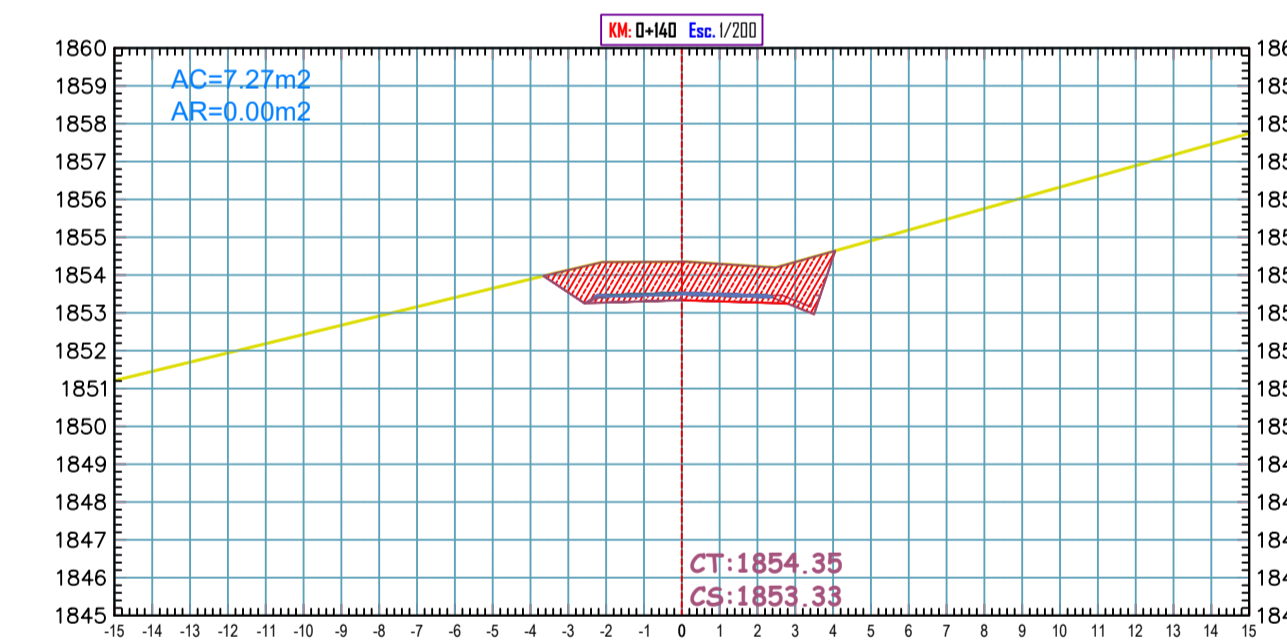
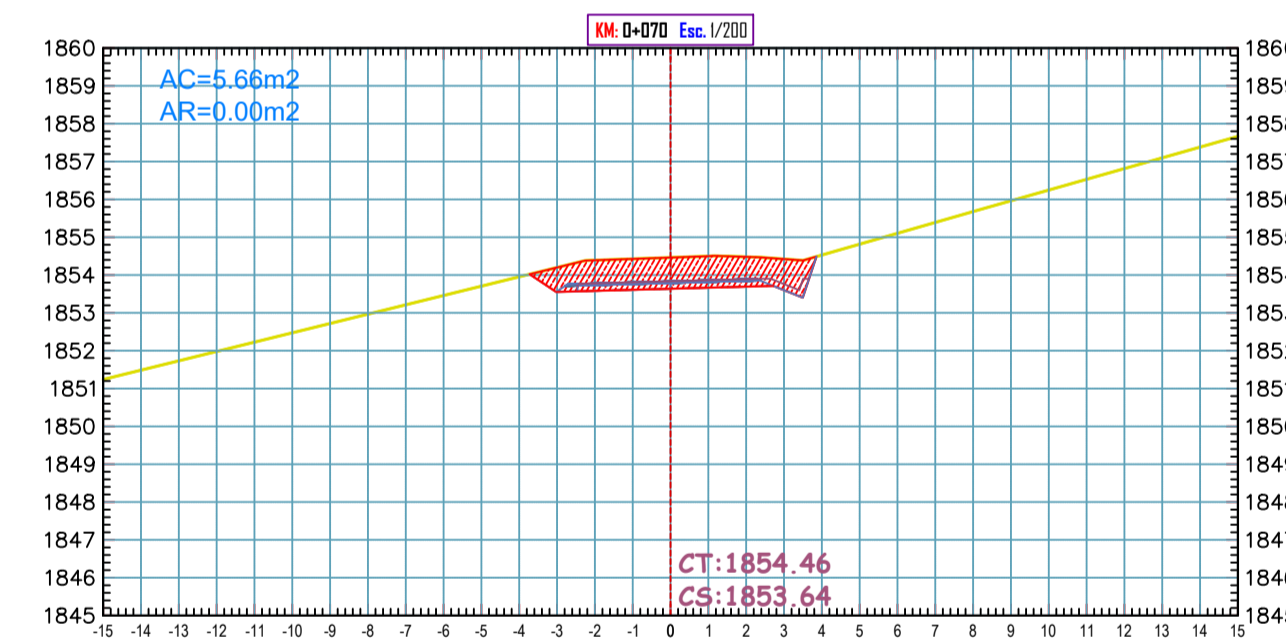
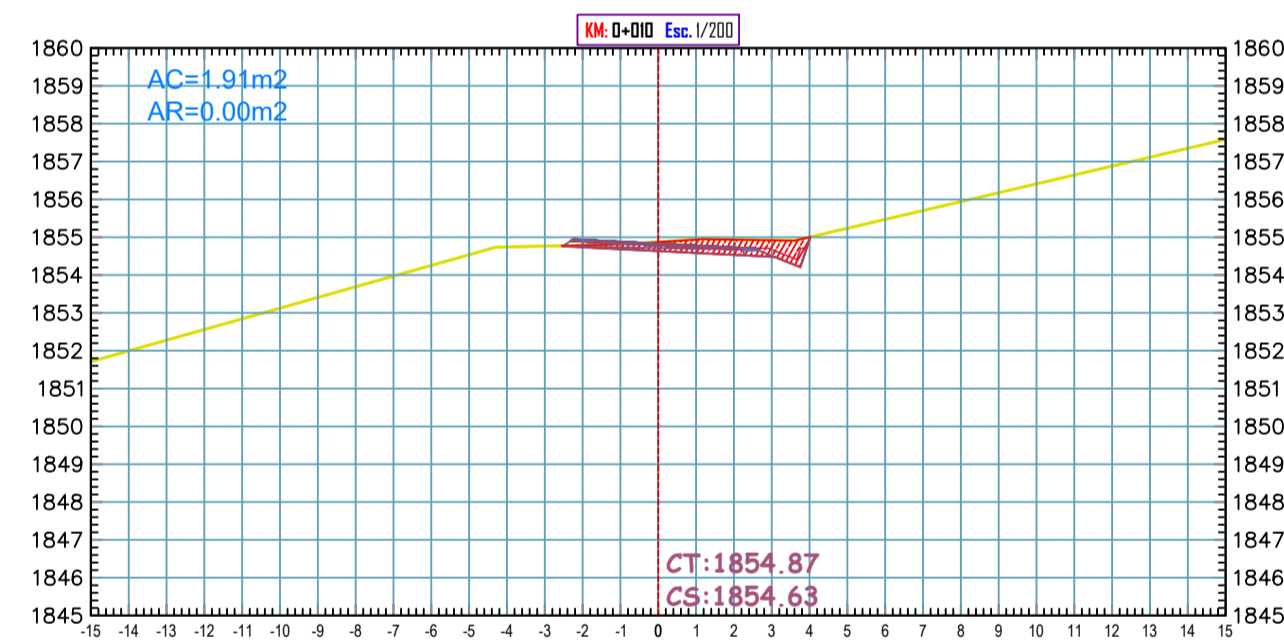
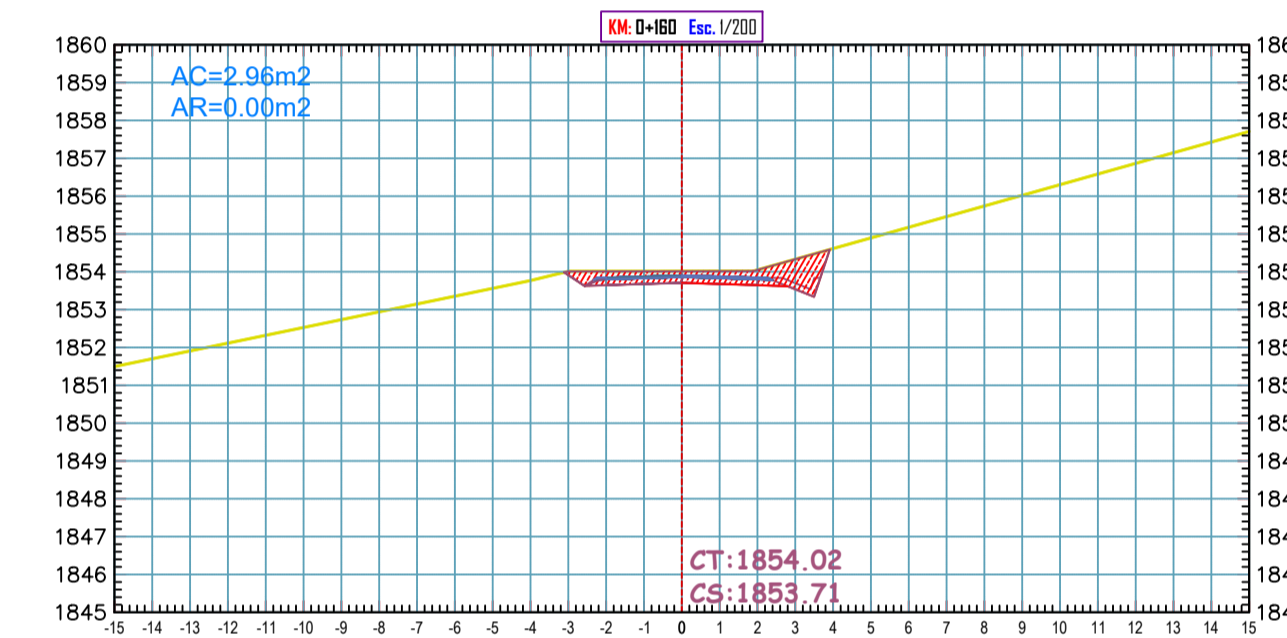
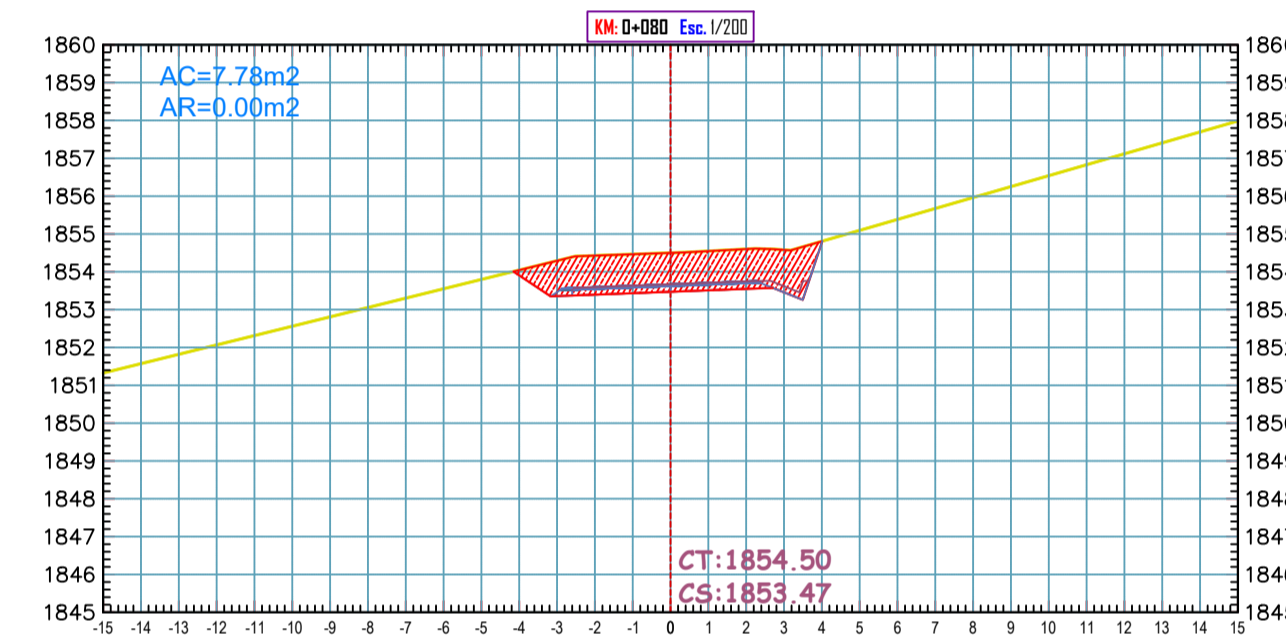
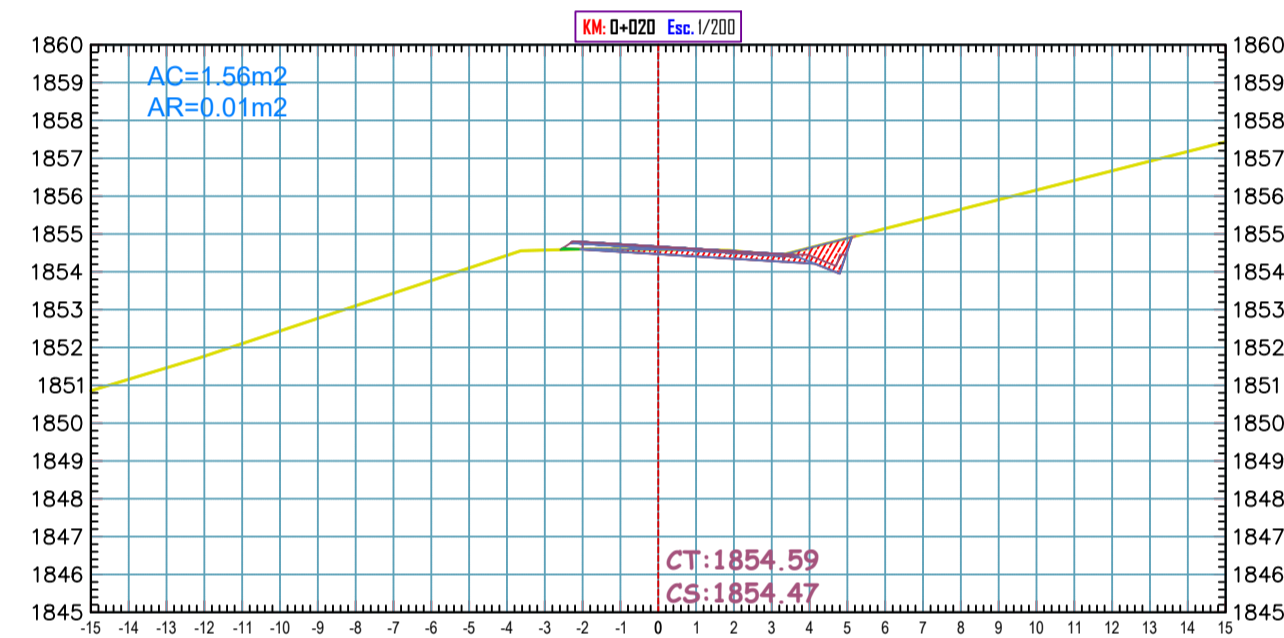
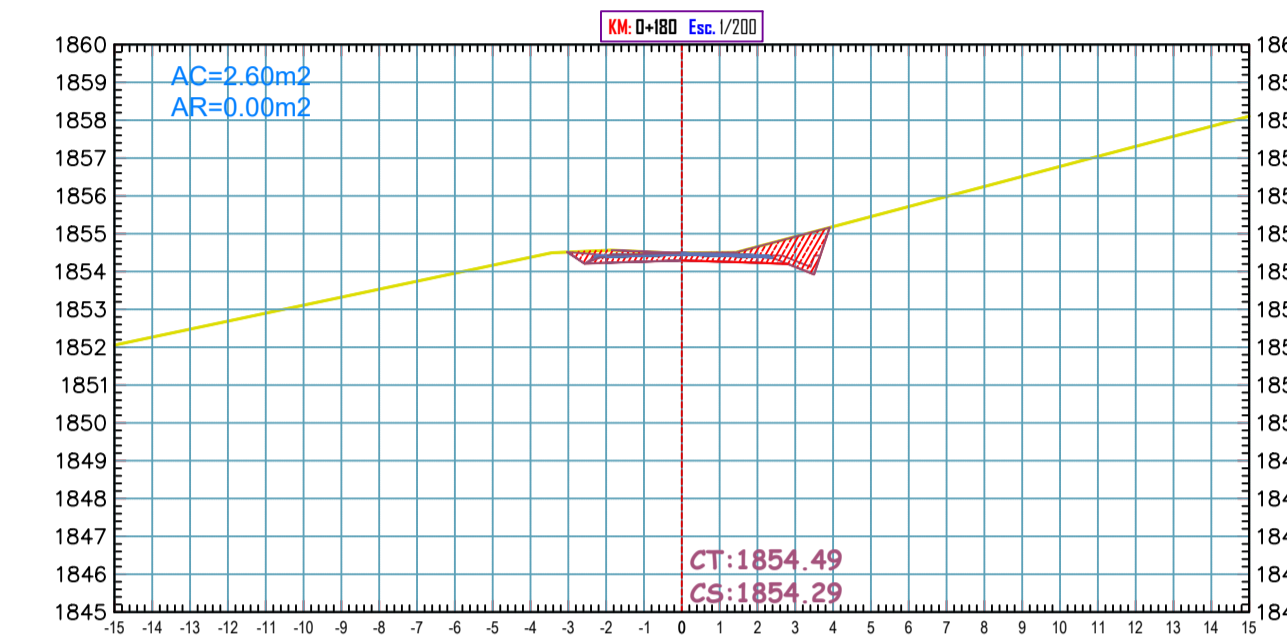
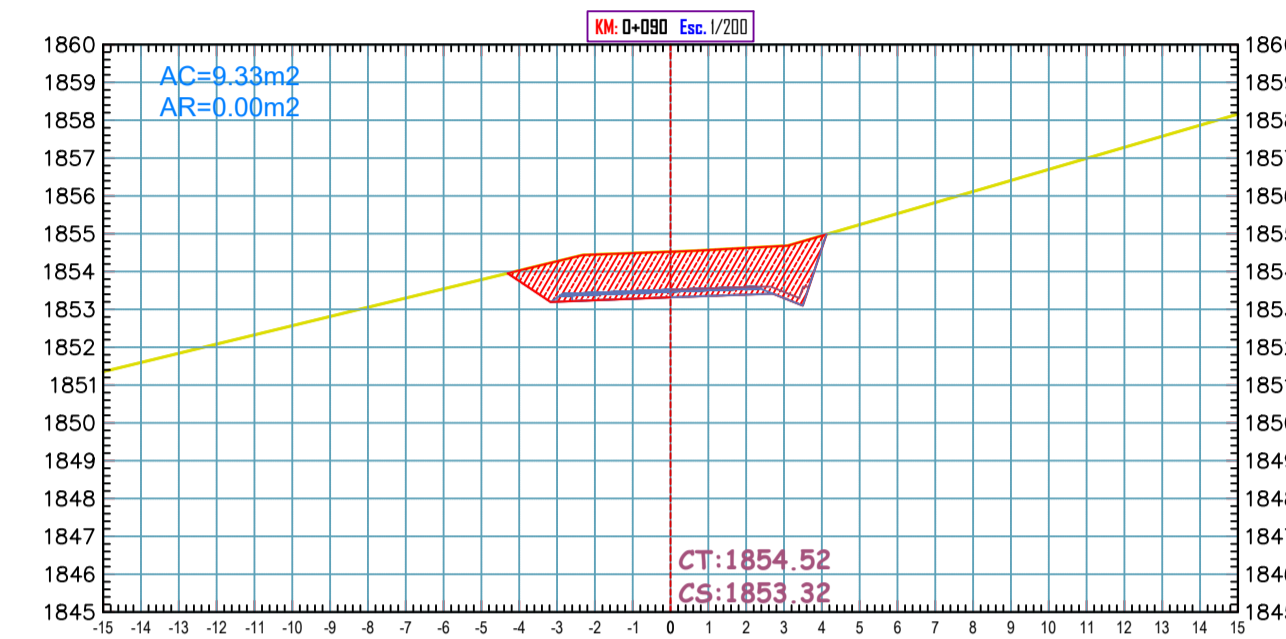
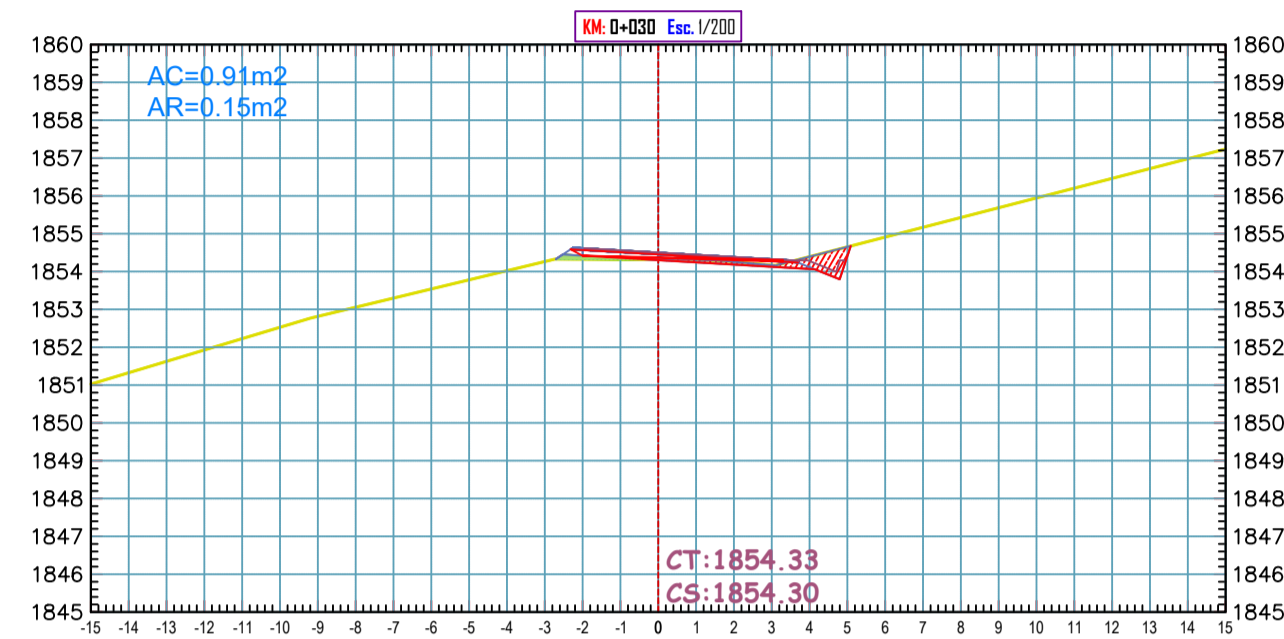
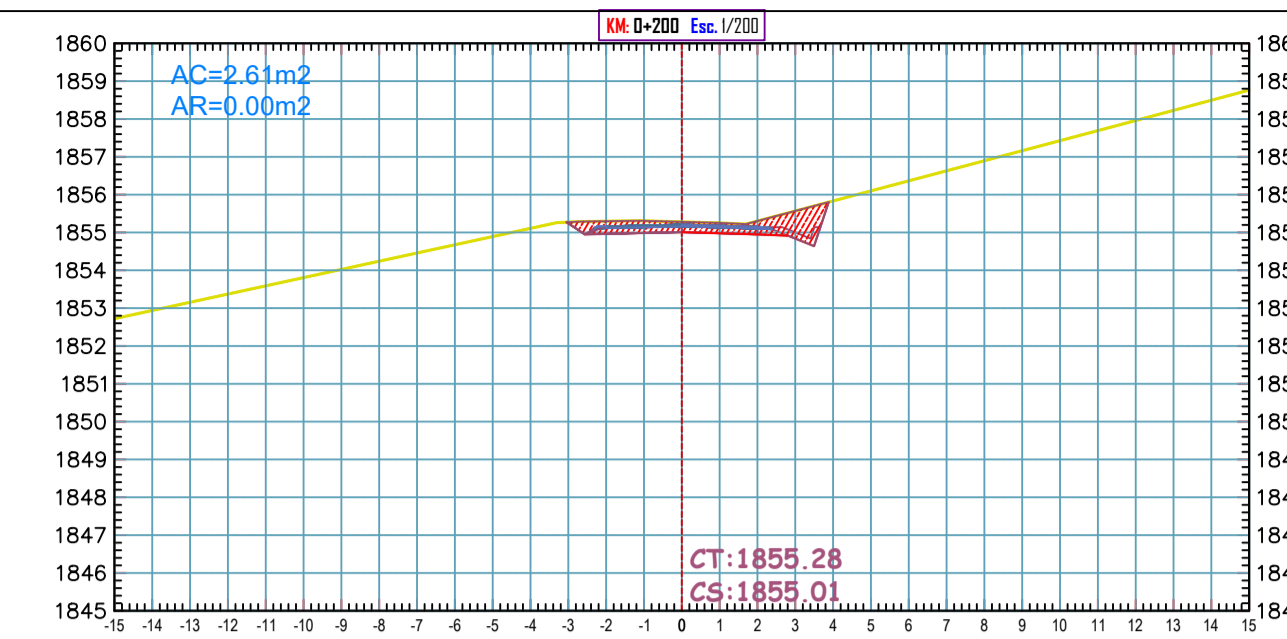
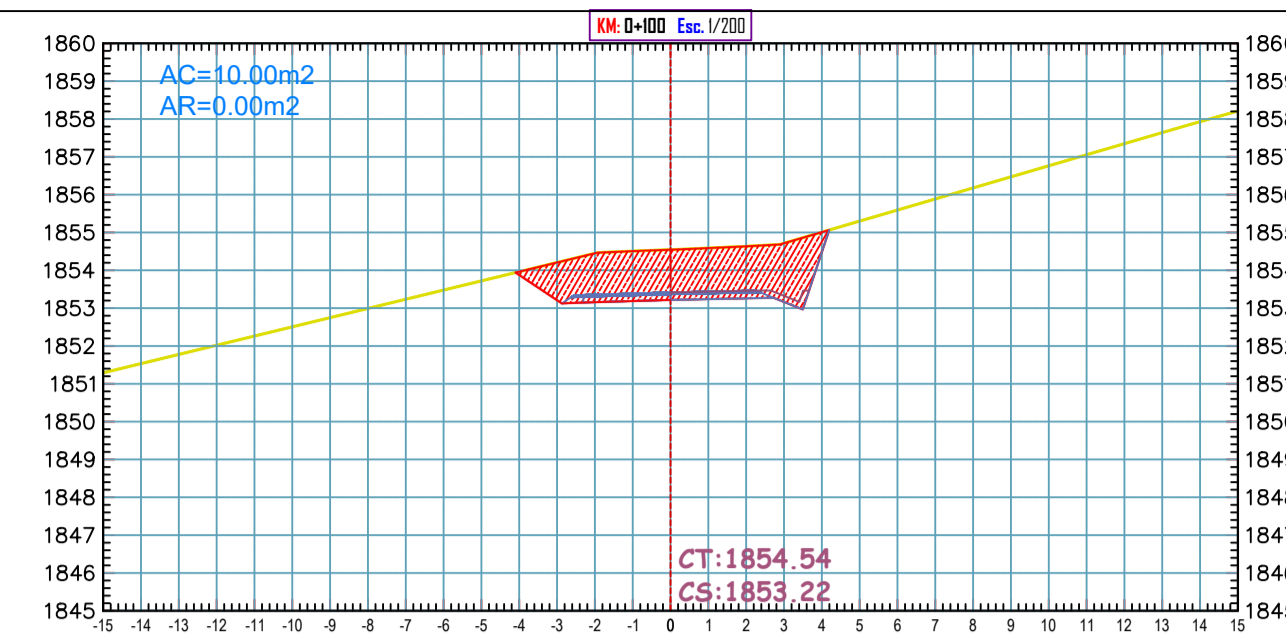
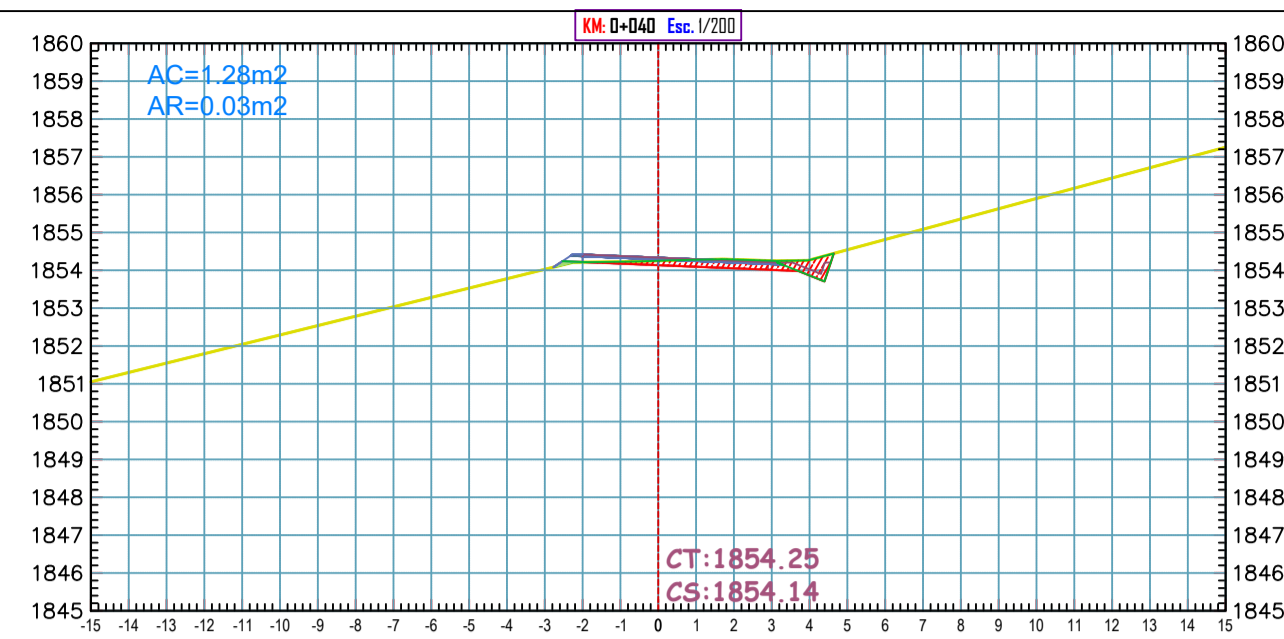
NOTA:  
 • LAS CURVAS DE NIVEL SE ENCUENTRAN ACOTADAS CADA 5 METROS EN MAYORES Y 1 METRO EN MENORES



**TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR**

# CURVA	PC	PI	PT	DIRRECCION	DELTA	RADIO	TANG.	LONG. CURVA	LONG. CURVA	EXT. MED.	COORDENADAS PC	COORDENADAS PI	COORDENADAS PT	PERALTE	SUBELEVACION (CM)	
Pi: 169	7+003.38	7+020.95	7+020.08	329° 27' 30"	3° 52' 44"	20.00	8.57	15.70	15.49	1.20	1.15	(888000.57; 54189.00)	(888007.84; 54174.7640)	(888007.84; 54185.320)	0.0%	1.2
Pi: 170	7+033.10	7+043.57	7+052.93	333° 08' 07"	45° 05' 57"	25.00	10.47	19.83	19.22	2.10	1.94	(888008.44; 54183.370)	(888010.33; 54183.0850)	(888010.33; 54187.690)	0.0%	1.2
Pi: 171	7+054.47	7+065.59	7+072.52	345° 31' 51"	20° 40' 47"	50.00	11.02	30.04	27.95	0.83	0.81	(888002.27; 54186.320)	(888012.82; 54184.2050)	(888012.82; 54185.750)	6.7%	1.5
Pi: 172	7+080.40	7+097.01	7+102.97	348° 07' 48"	21° 53' 50"	30.00	9.80	18.47	18.40	0.56	0.55	(888003.02; 54189.320)	(888007.02; 54189.5720)	(888007.02; 54193.420)	0.0%	1.2
Pi: 173	7+110.40	7+125.81	7+125.81	349° 47' 37"	32° 54' 14"	25.00	7.30	14.21	14.02	1.05	1.00	(888005.34; 54185.370)	(888005.34; 54185.370)	(888005.34; 54185.370)	0.0%	1.2
Pi: 174	7+123.15	7+153.27	7+171.27	343° 08' 48"	37° 04' 34"	60.00	20.24	39.04	38.35	3.22	3.15	(888007.52; 54188.320)	(888010.52; 54188.320)	(888010.52; 54188.320)	6.3%	1.3
Pi: 175	7+178.52	7+188.68	7+188.68	343° 07' 08"	38° 52' 48"	30.00	10.04	19.37	19.04	1.53	1.55	(888003.52; 54187.290)	(888003.52; 54187.290)	(888003.52; 54187.290)	0.0%	1.2
Pi: 176	7+200.76	7+208.78														





FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UBICACIÓN:

Región: Cajamarca  
Provincia: San Ignacio  
Distrito: Tabaconas  
País: Perú

TESISTA(s):

Adrianzén García, Sucet

ASESOR(s):

Mg. Cubas Armas, Marlon

TESIS:

DESIGNO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA  
MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA  
TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA,  
2022

DESCRIPCIÓN DEL PLANO

SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA:

INDICADA

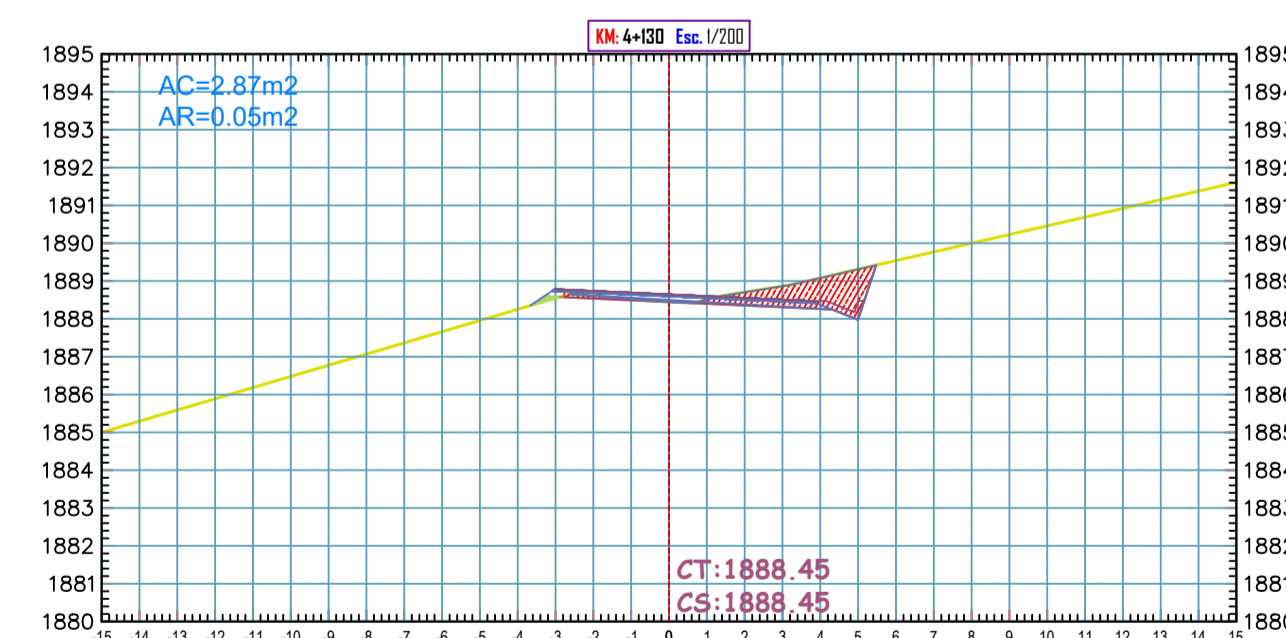
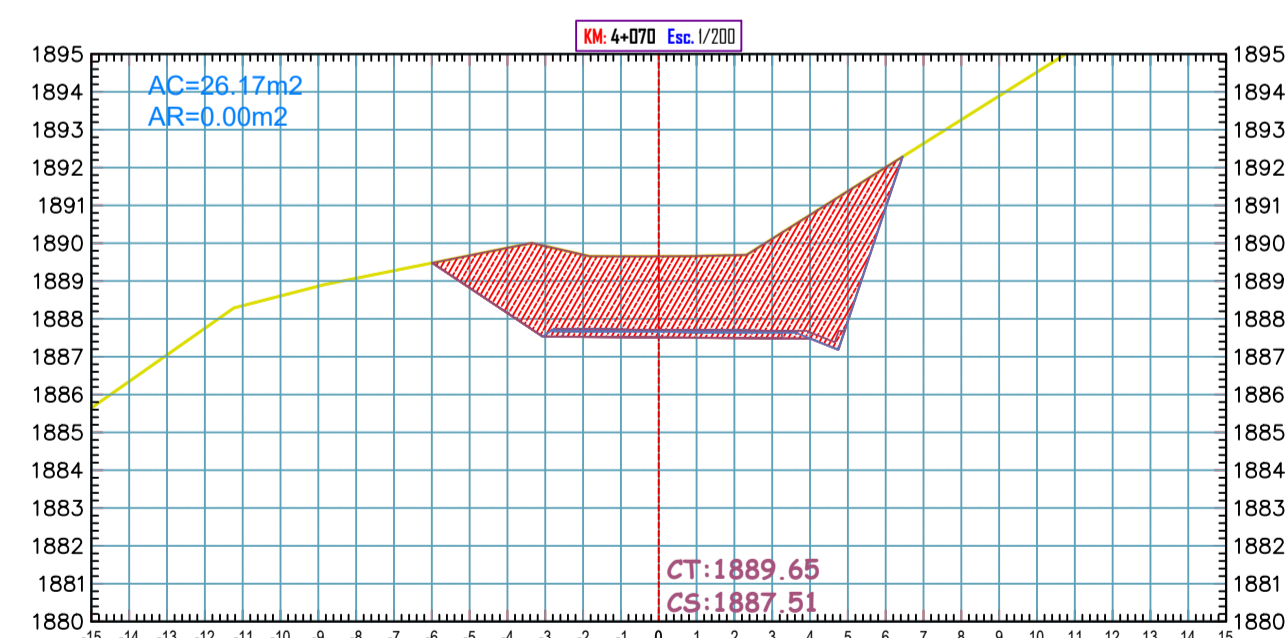
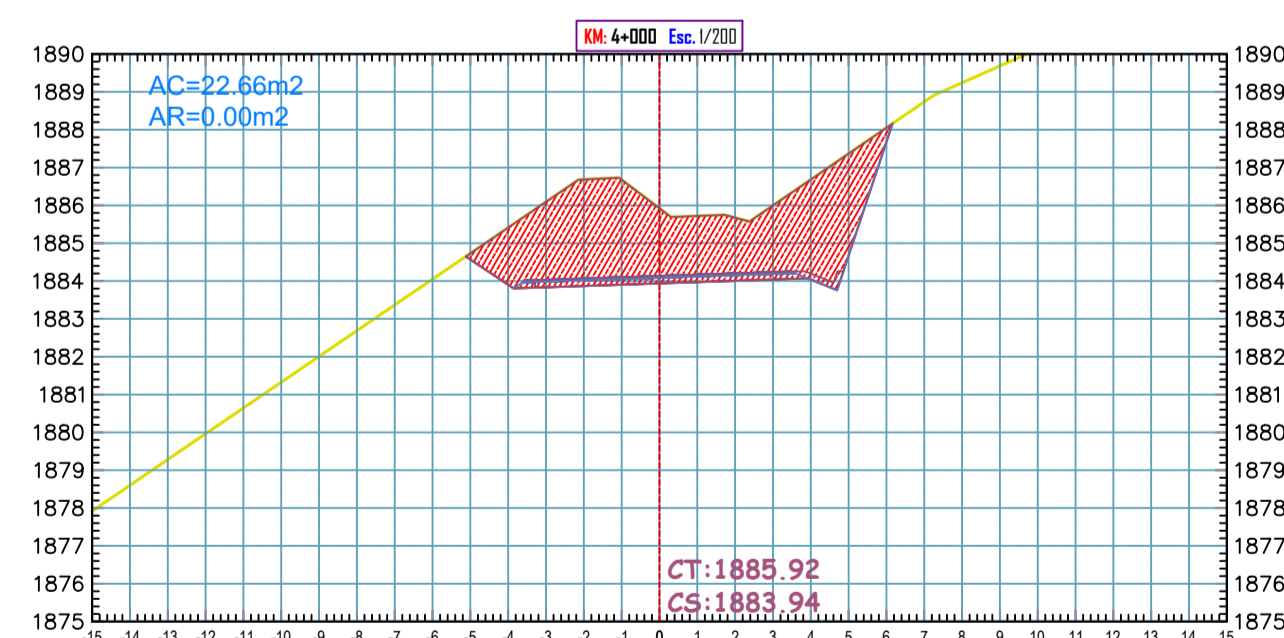
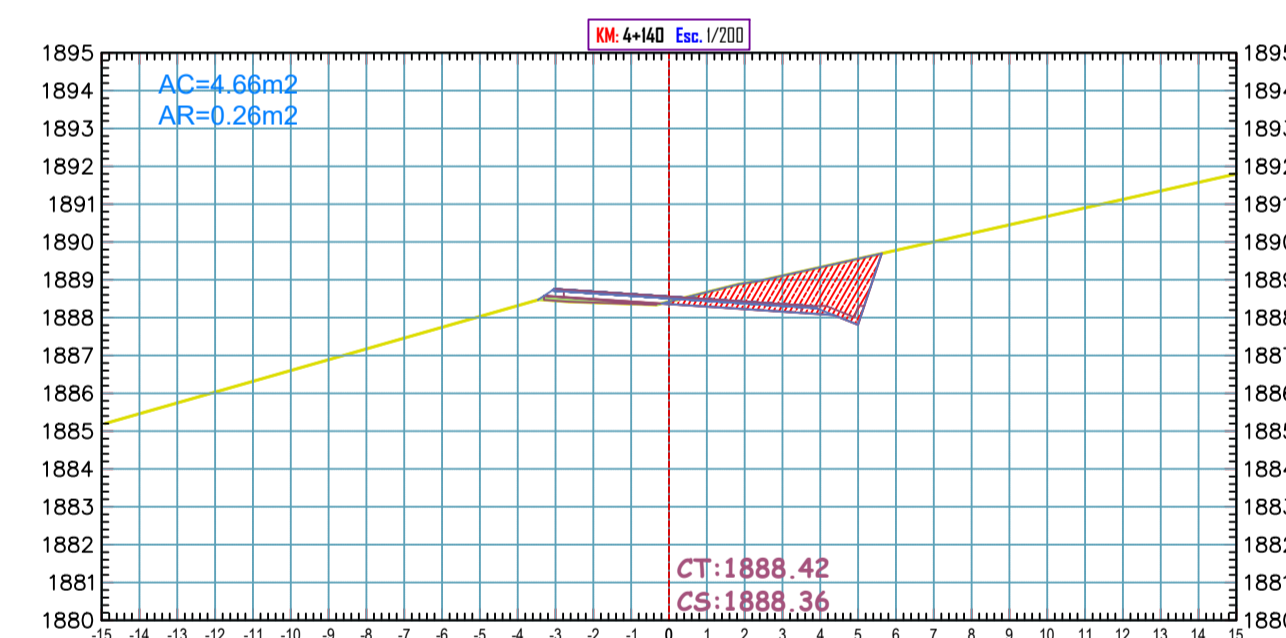
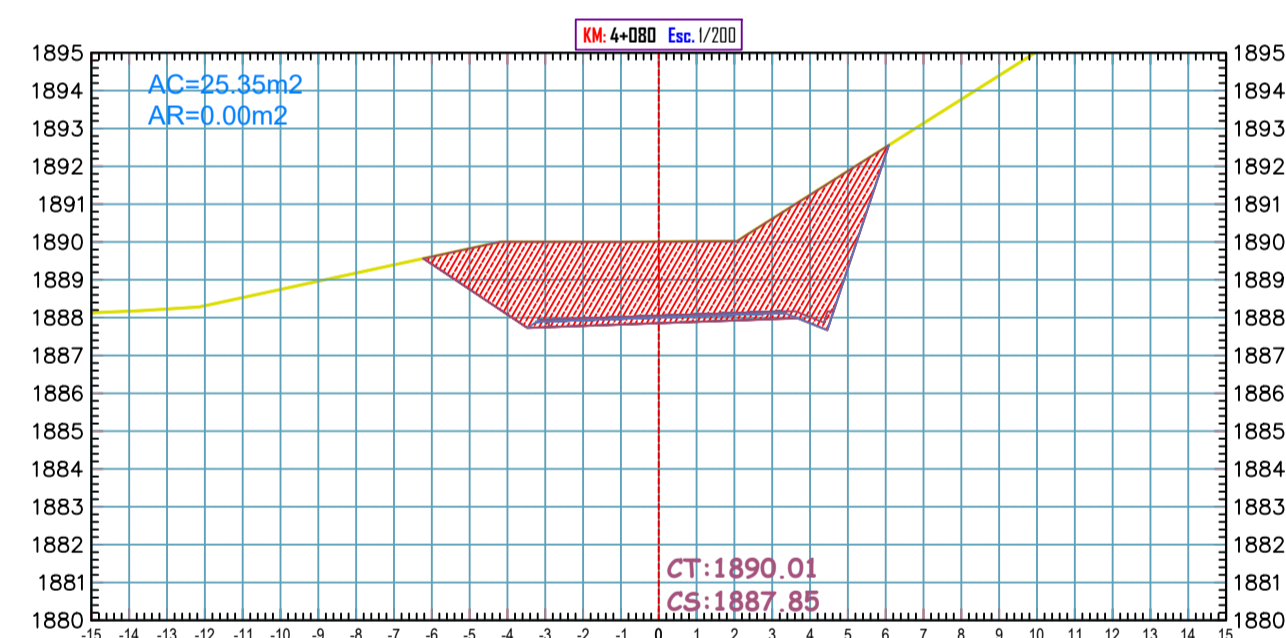
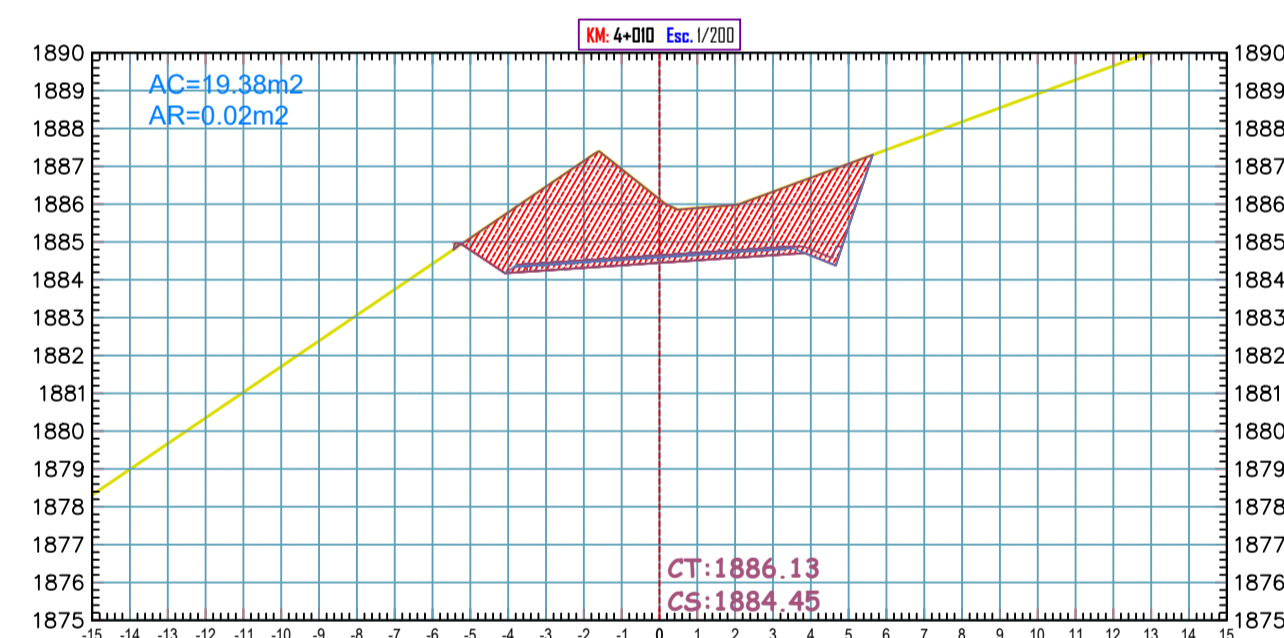
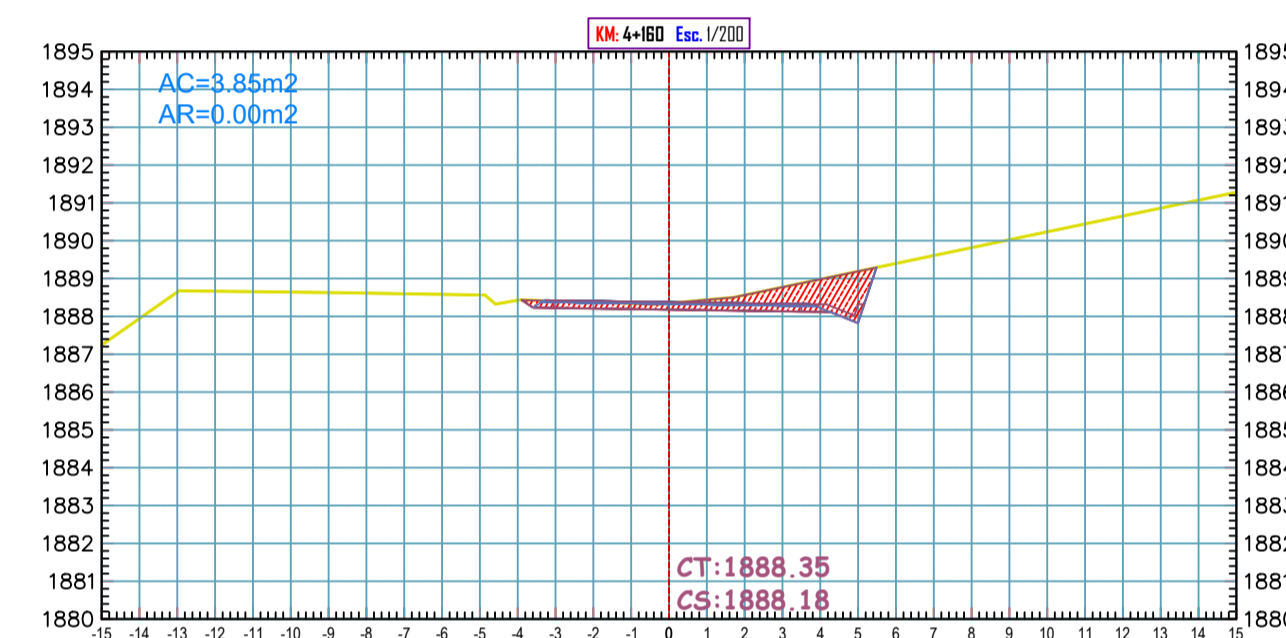
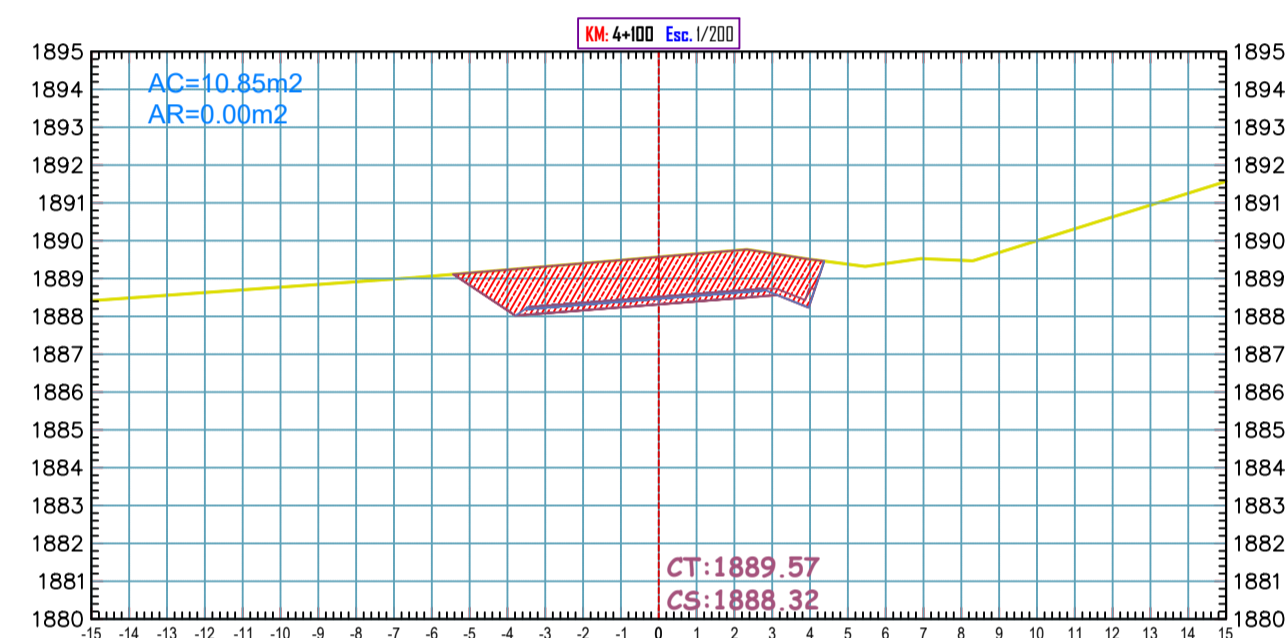
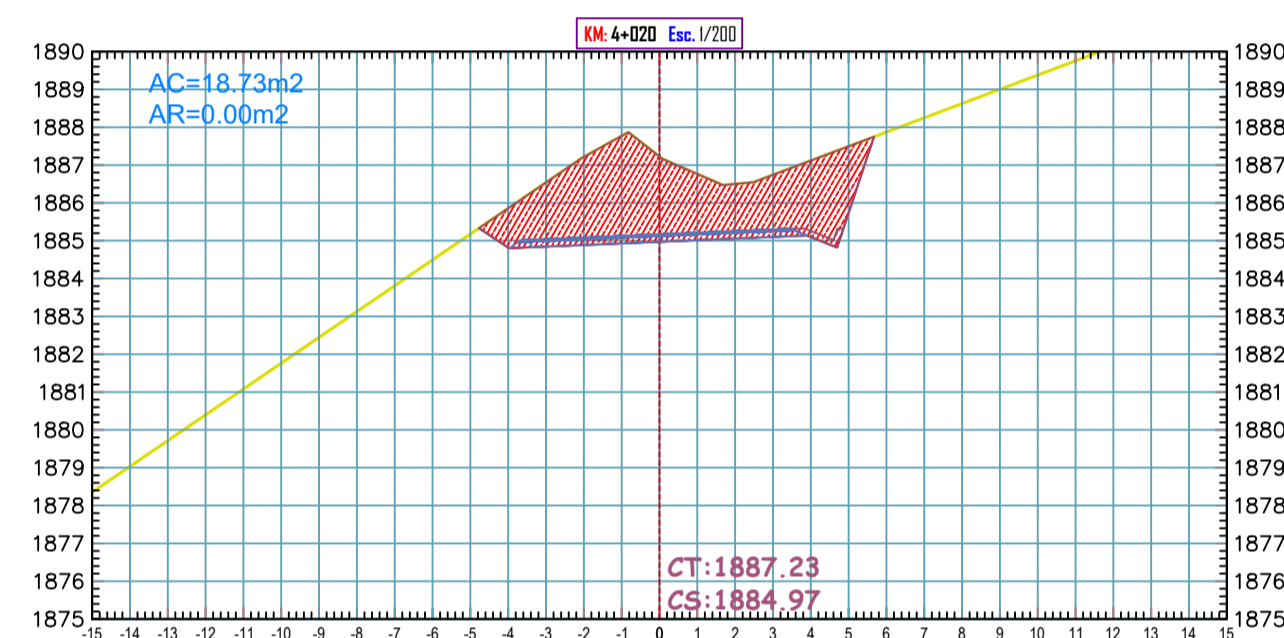
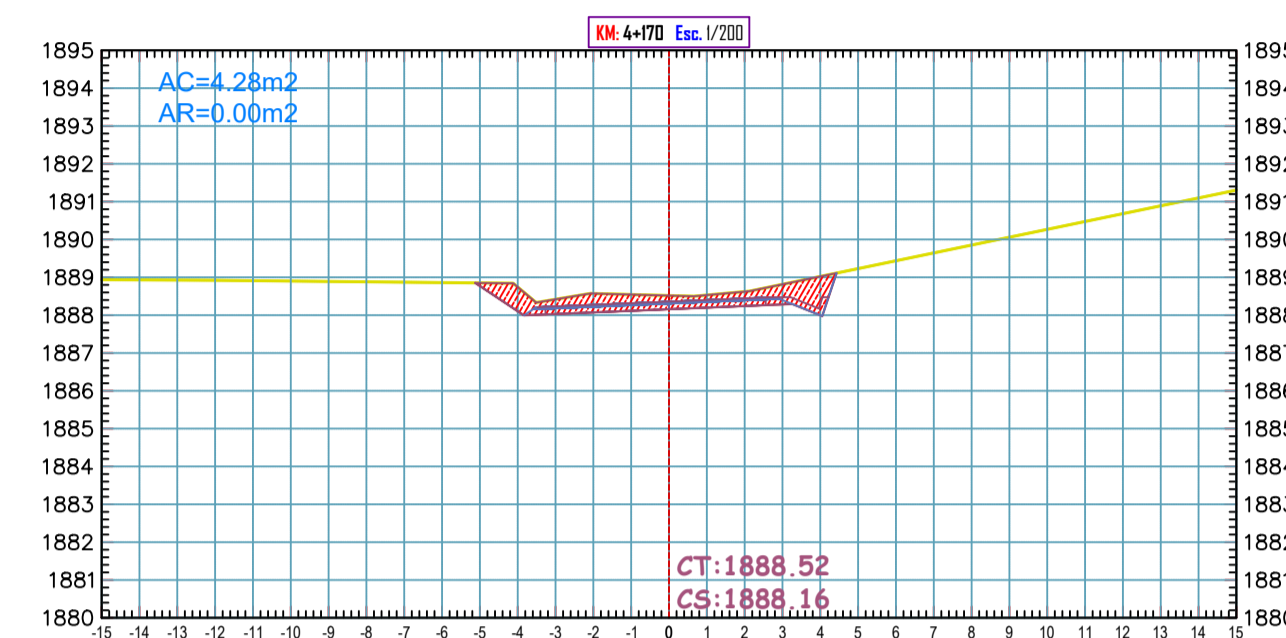
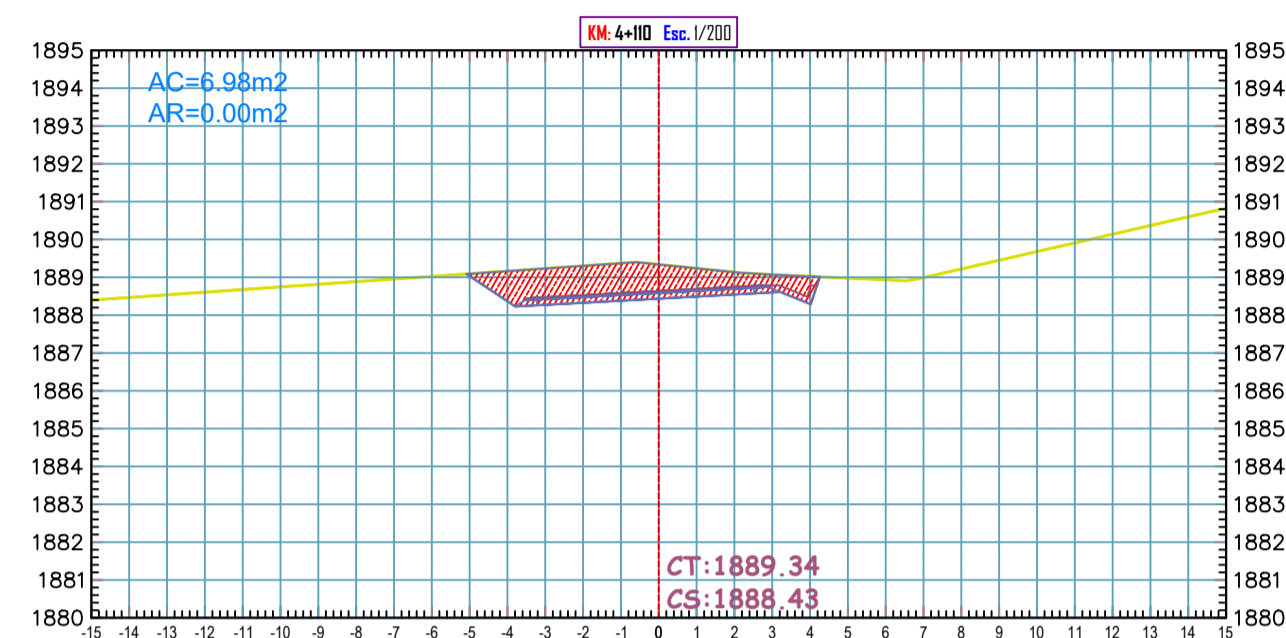
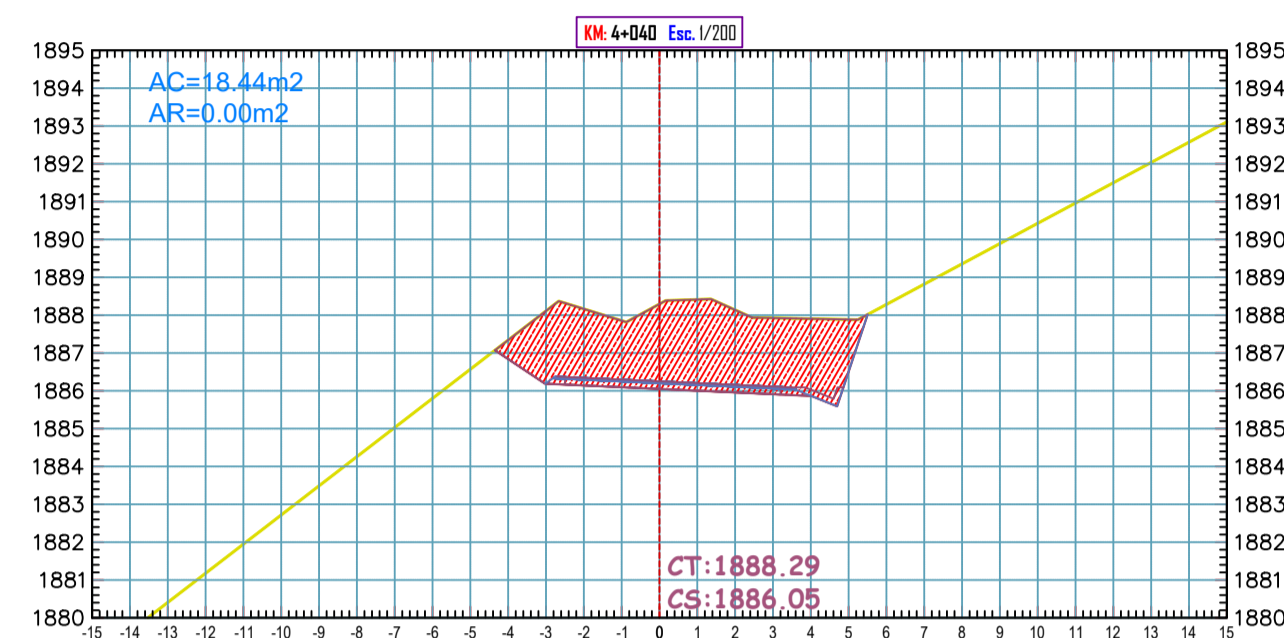
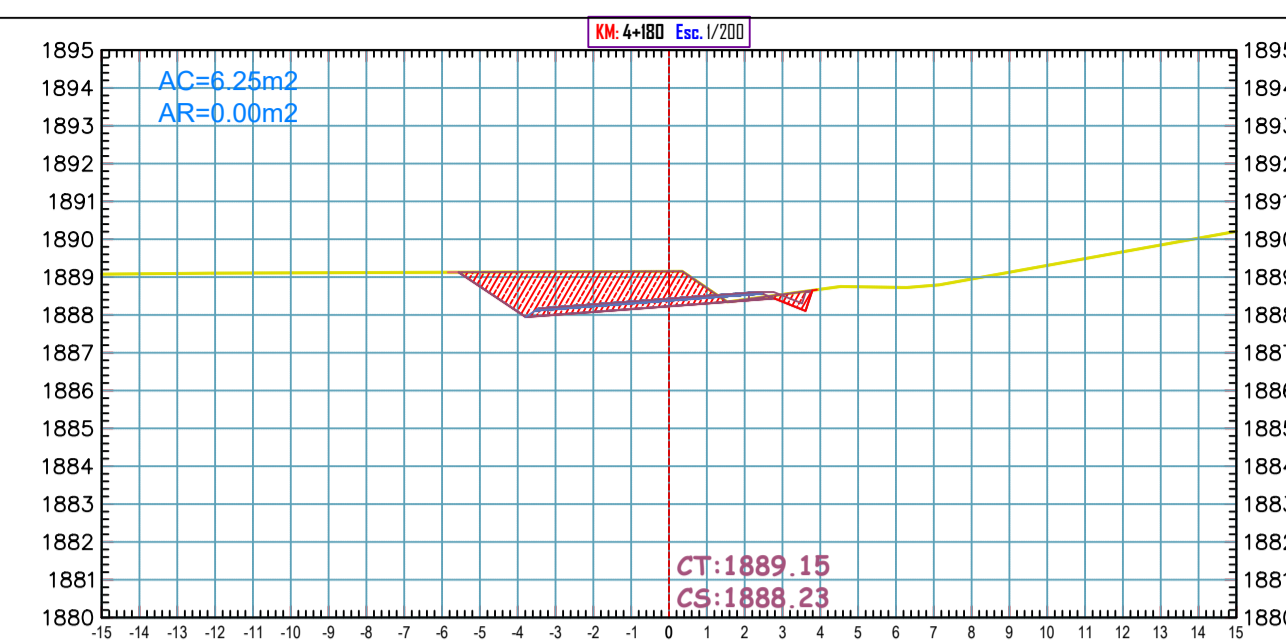
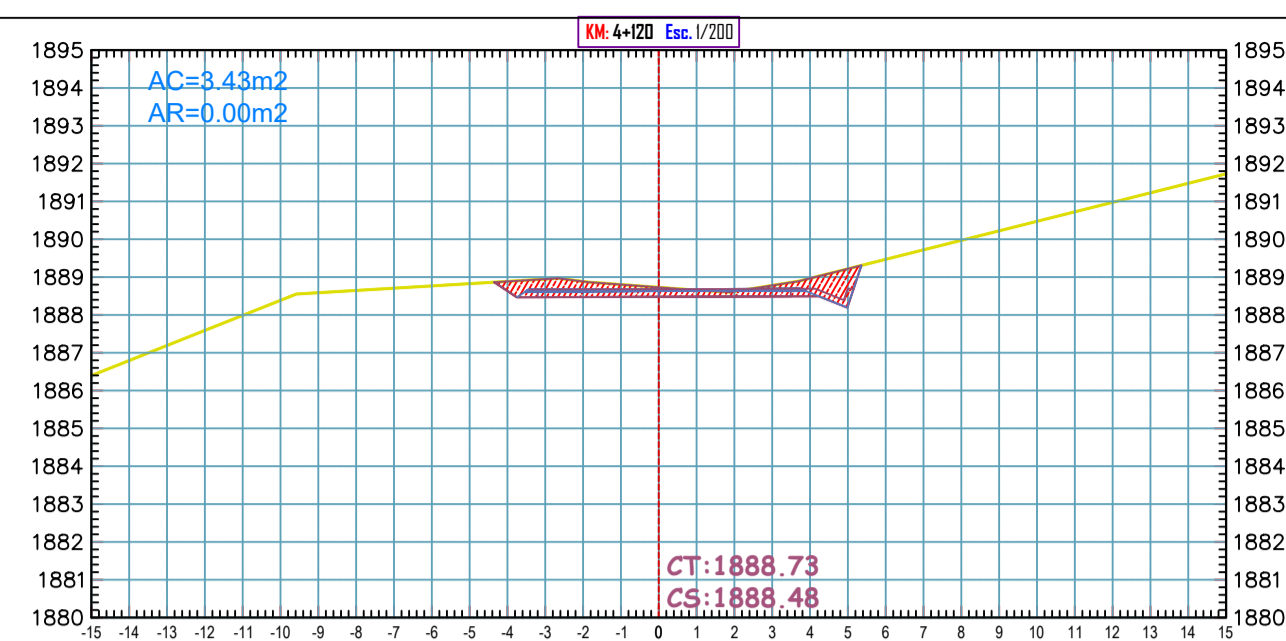
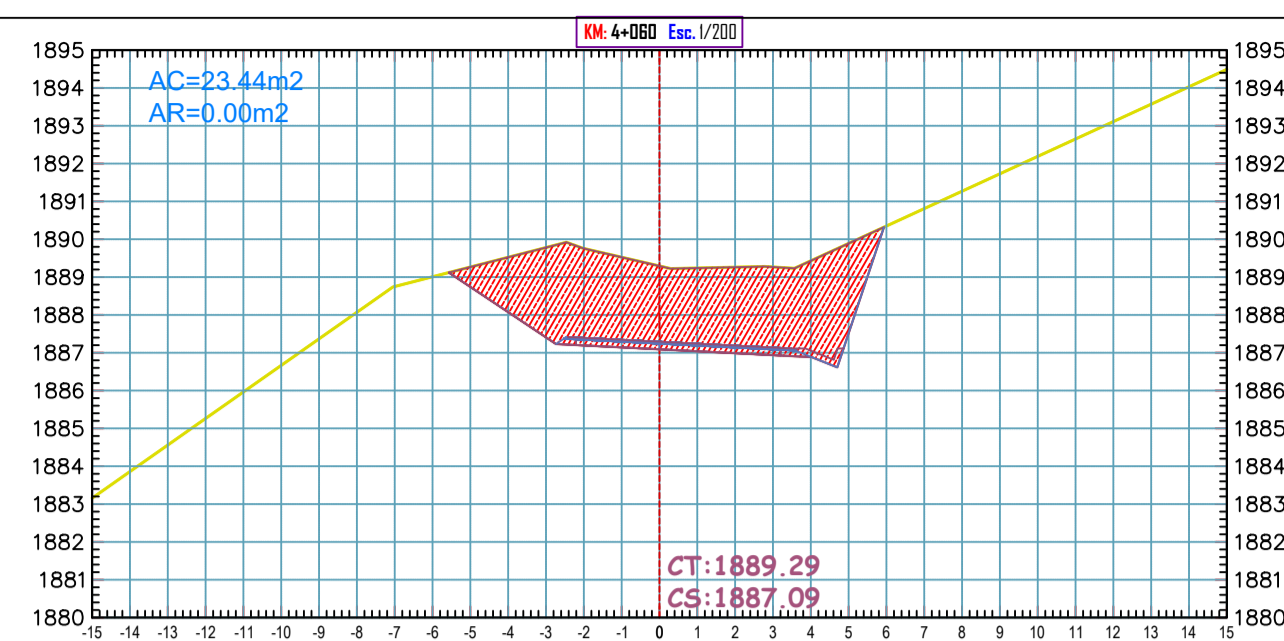
FECHA:

JULIO 2022

LAMINA N°:

ST





FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UBICACIÓN:

Región: Cajamarca  
Provincia: San Ignacio  
Distrito: Tabaconas  
País: Perú

TESISTA(s):

Adrianzén García, Sucet

ASESOR(s):

Mg. Cubas Armas, Marlon

TESIS:

DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA  
MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA  
TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA,  
2022

DESCRIPCIÓN DEL PLANO

SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA:

INDICADA

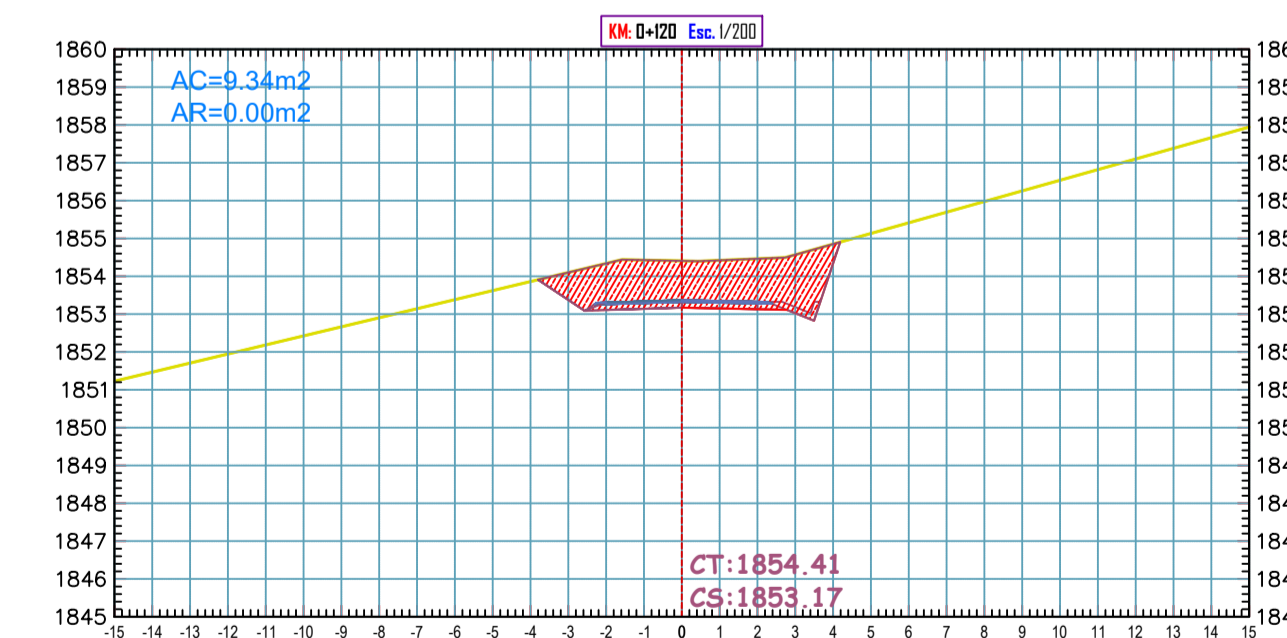
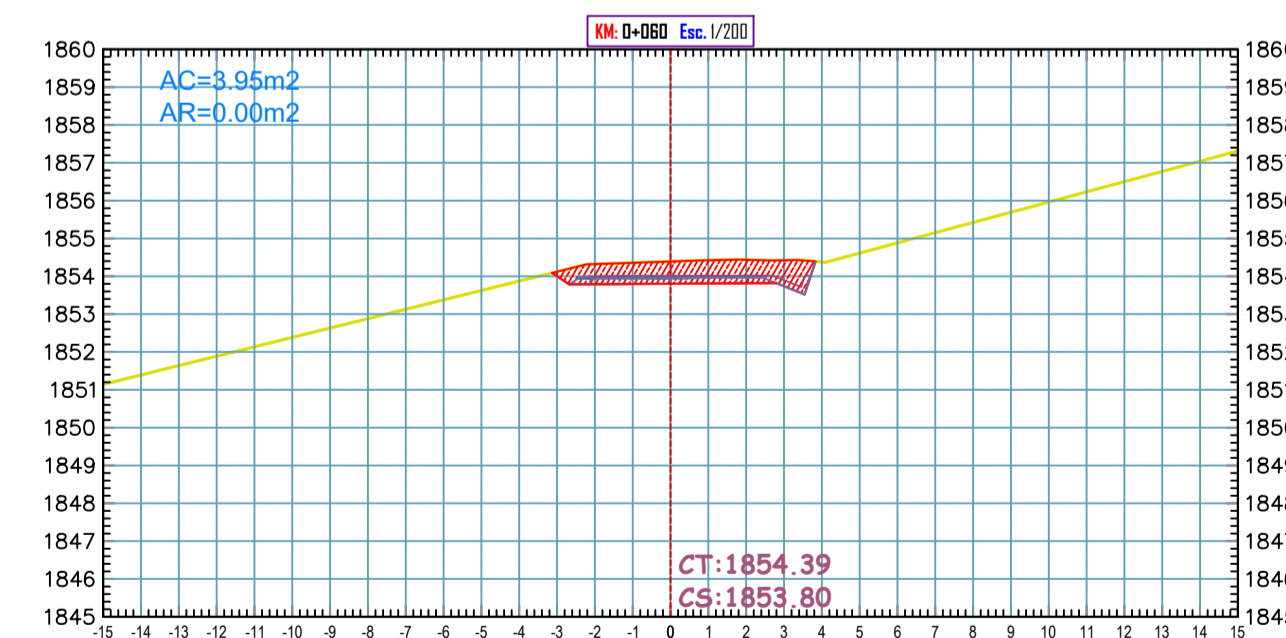
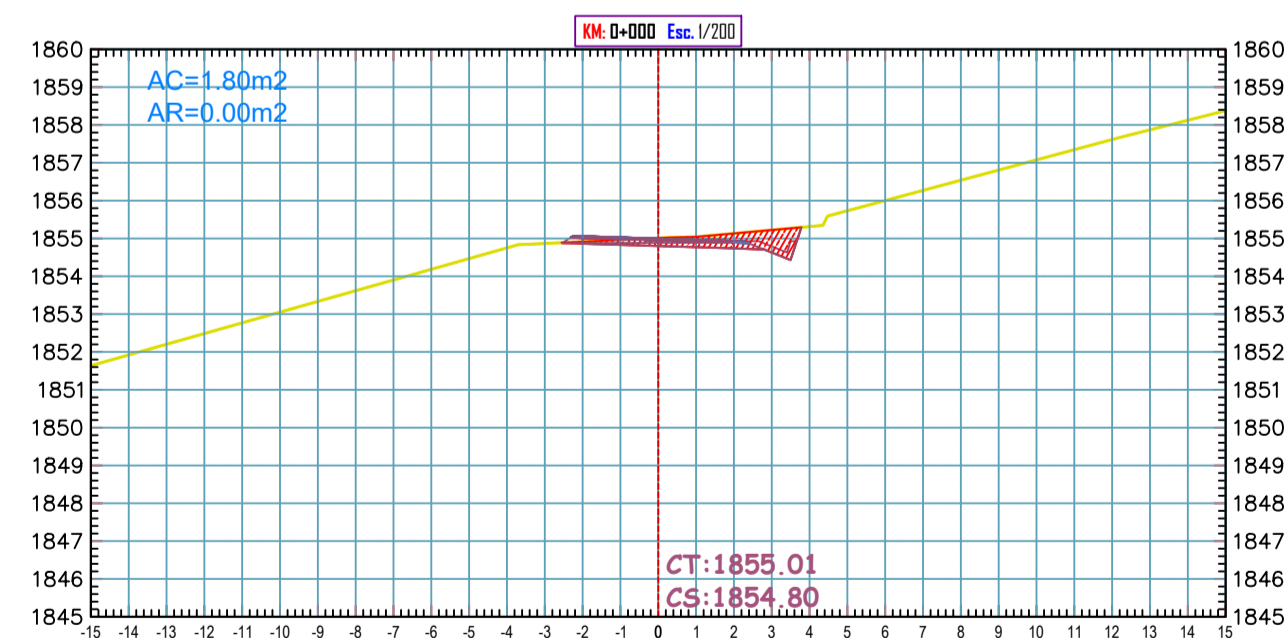
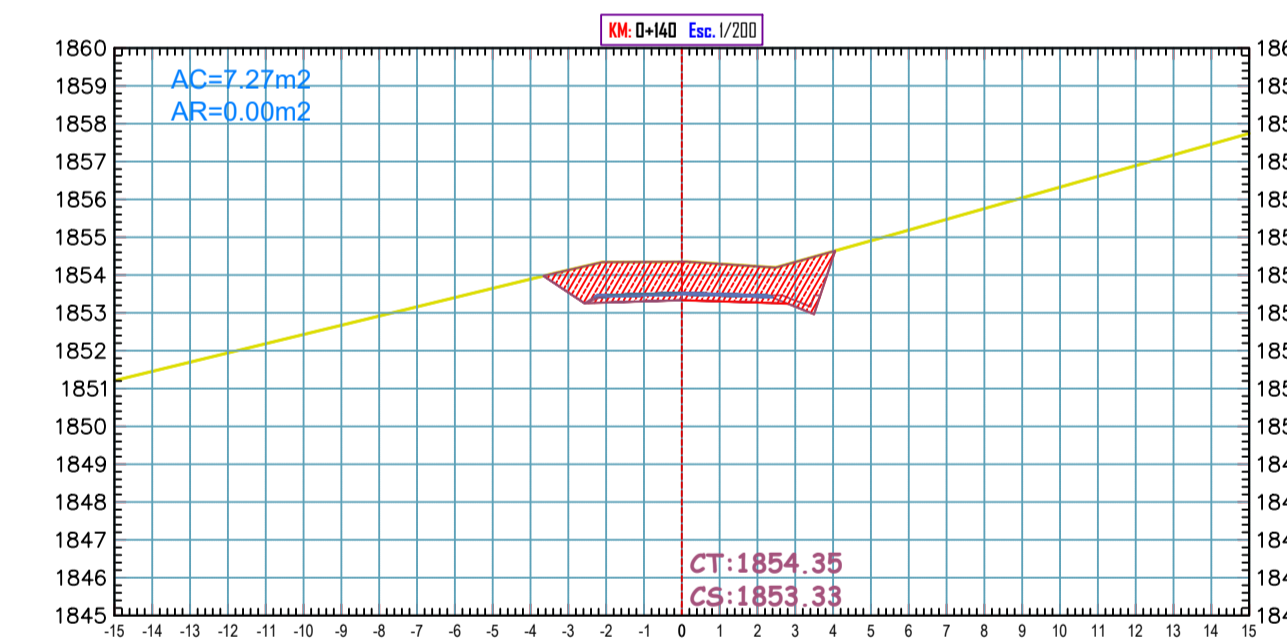
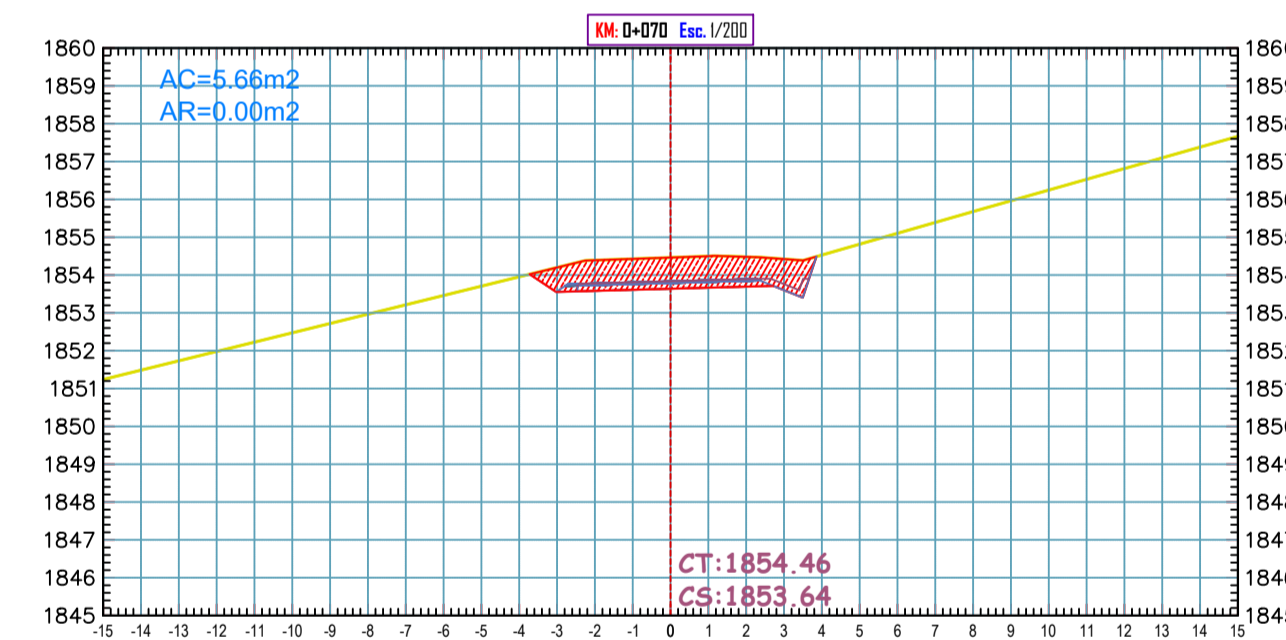
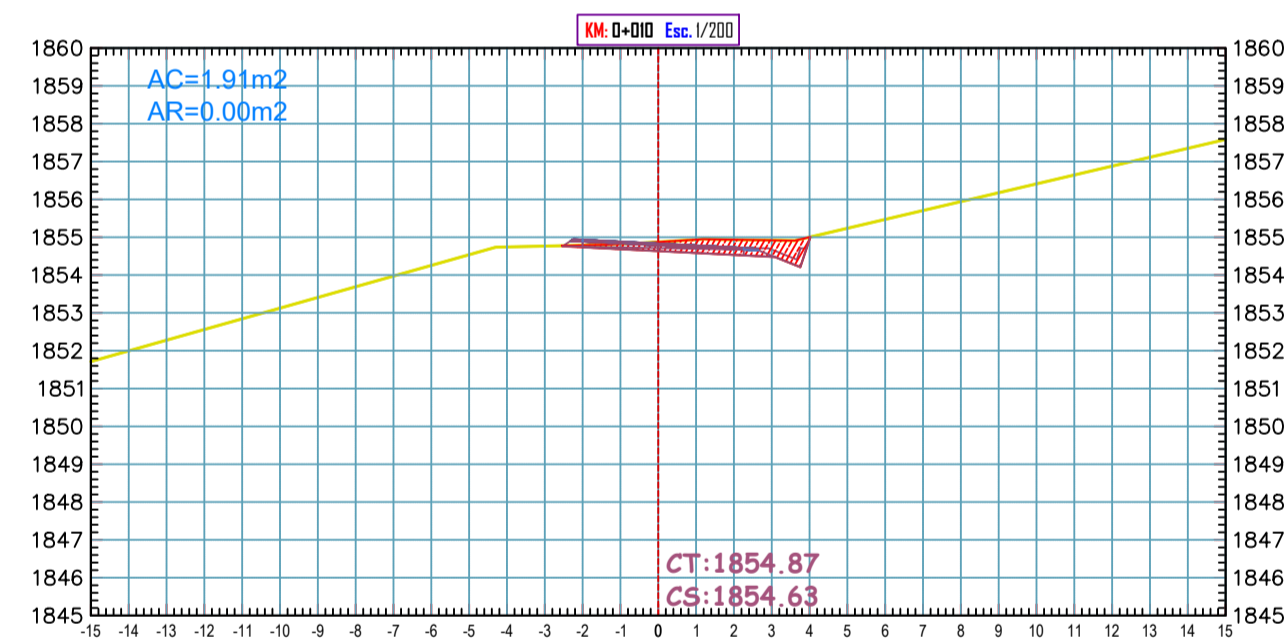
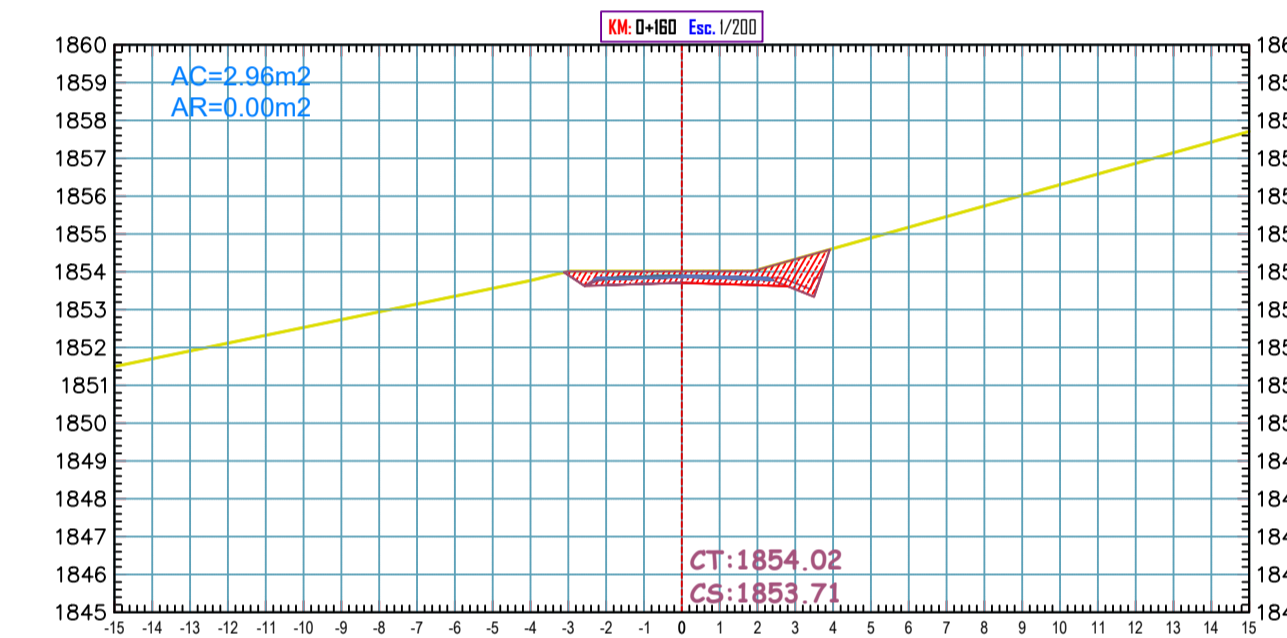
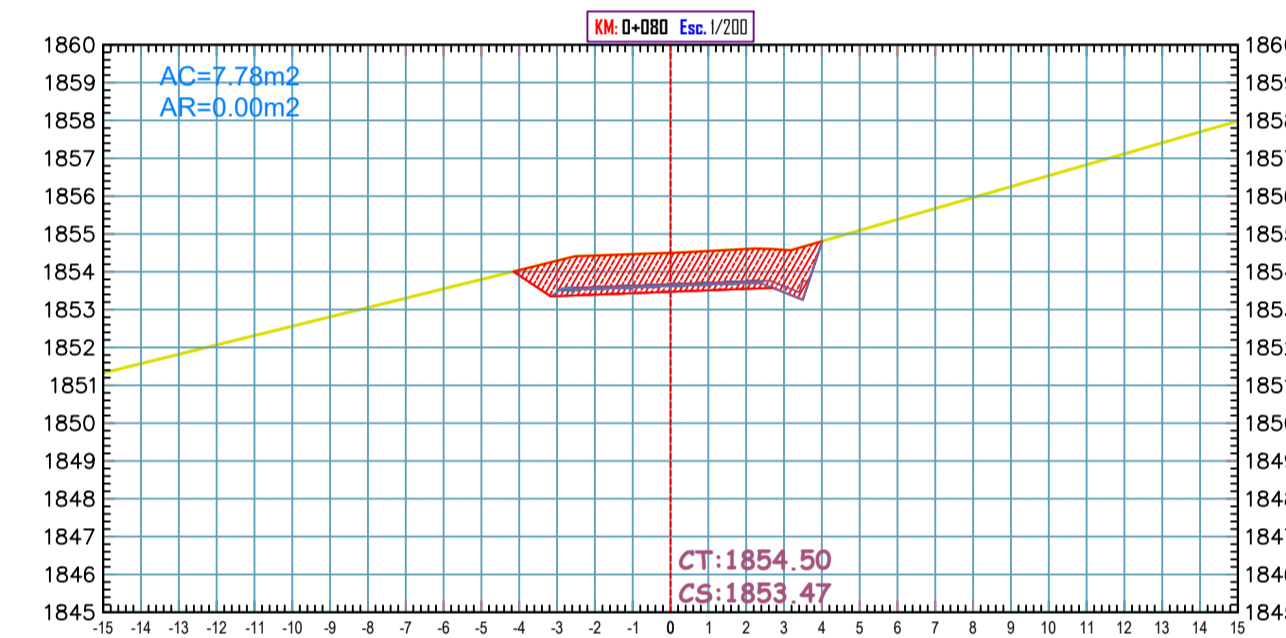
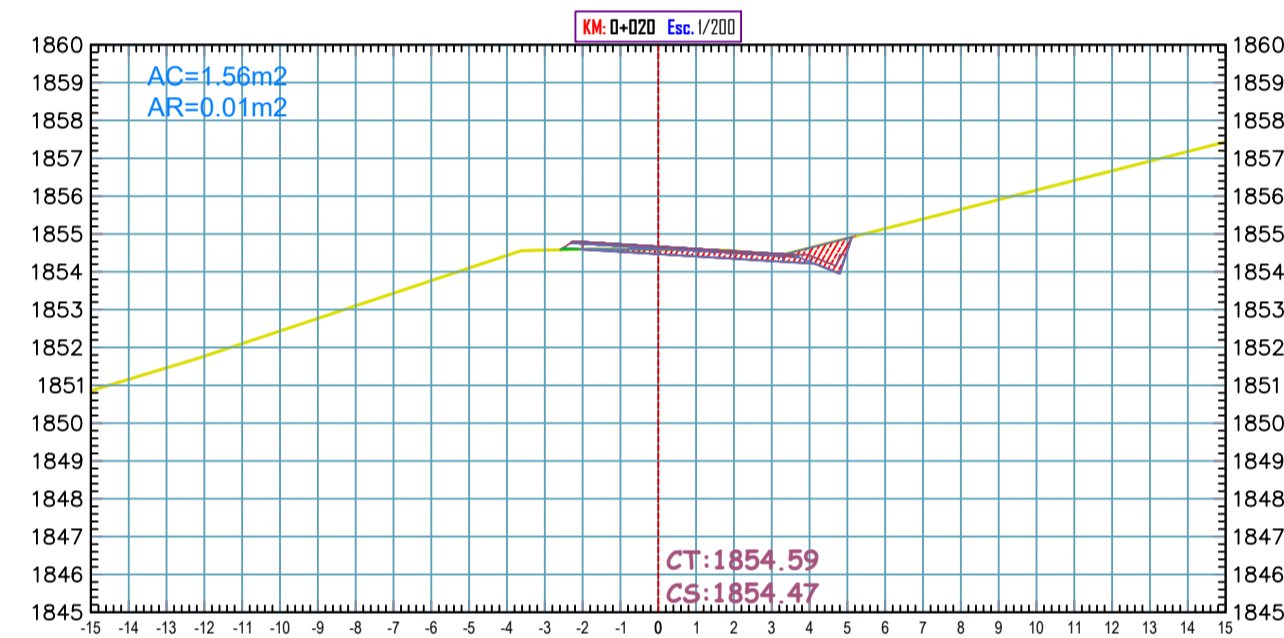
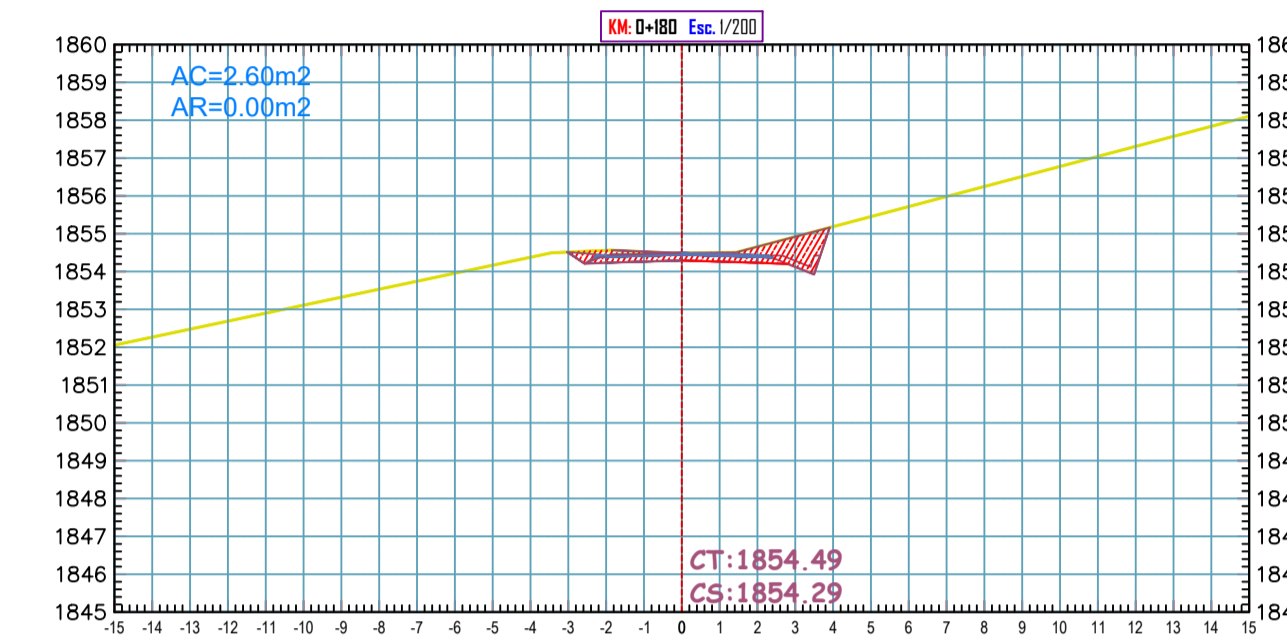
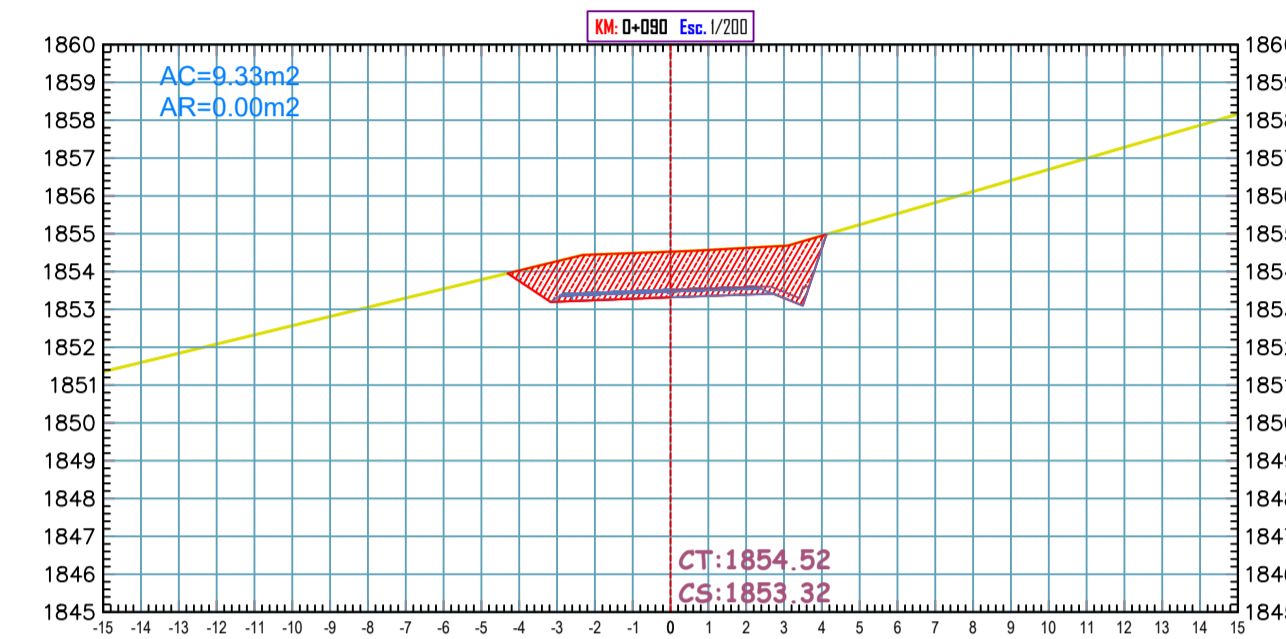
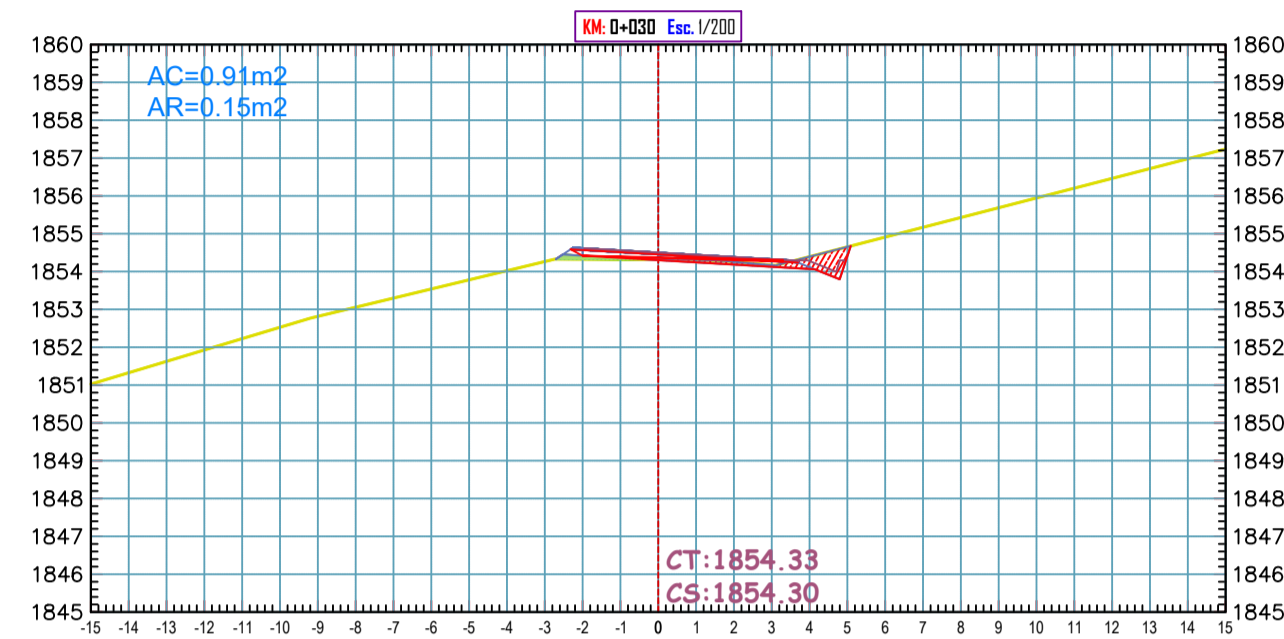
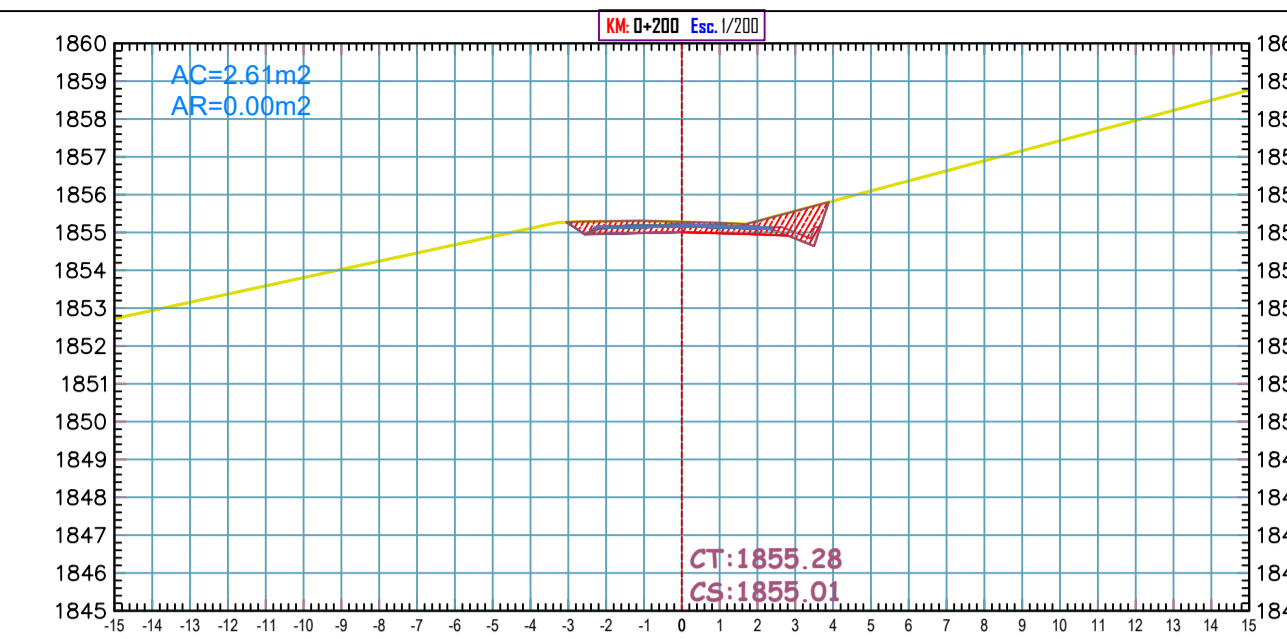
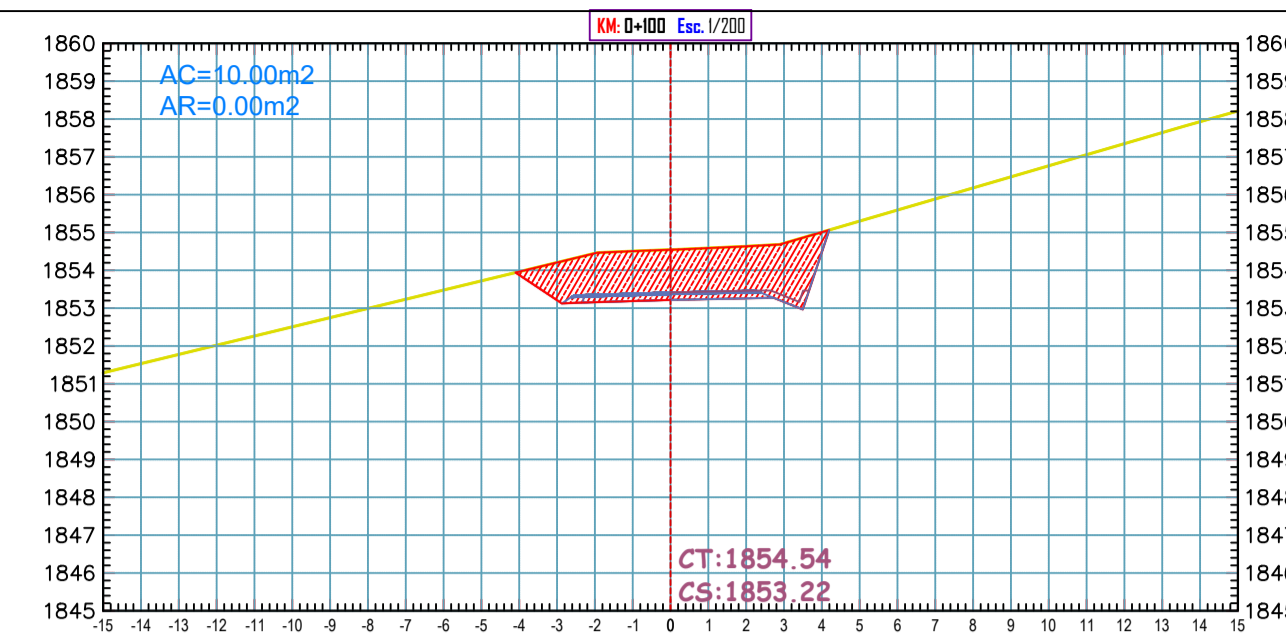
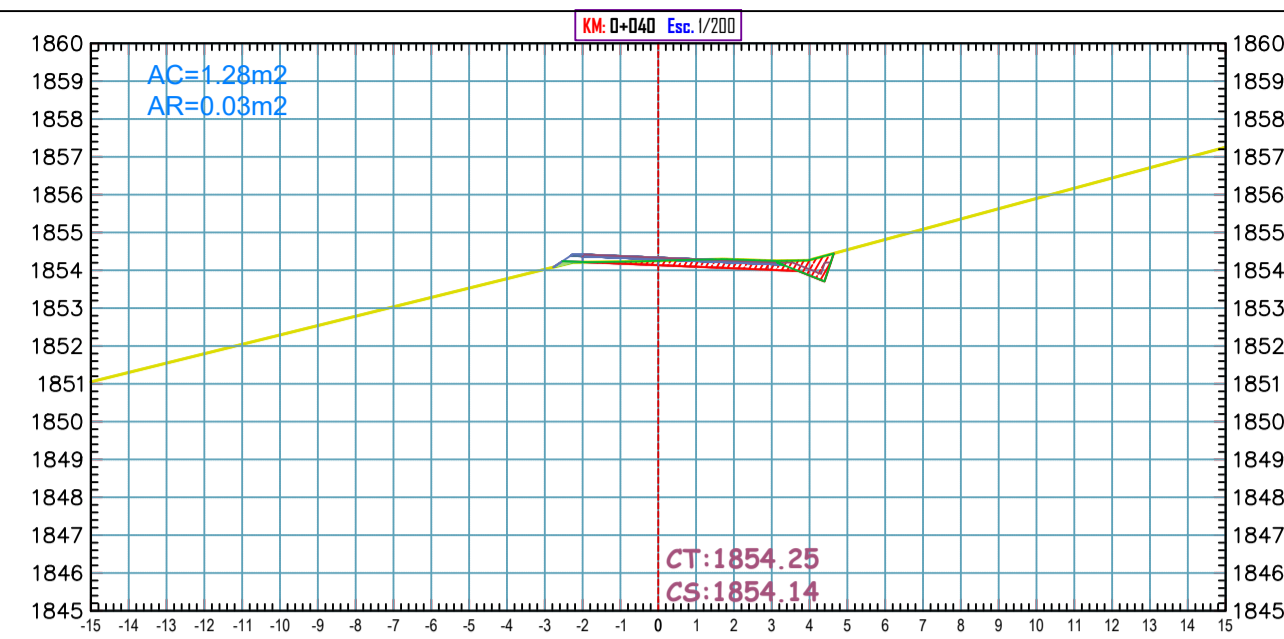
FECHA:

JULIO 2022

LAMINA N° :

ST





FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UBICACIÓN:

Región: Cajamarca  
Provincia: San Ignacio  
Distrito: Tabaconas  
País: Perú

TESISTA(s):

Adrianzén García, Sucet

ASESOR(s):

Mg. Cubas Armas, Marlon

TESIS:

DESIGNO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA  
MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA  
TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA,  
2022

DESCRIPCIÓN DEL PLANO

SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA:

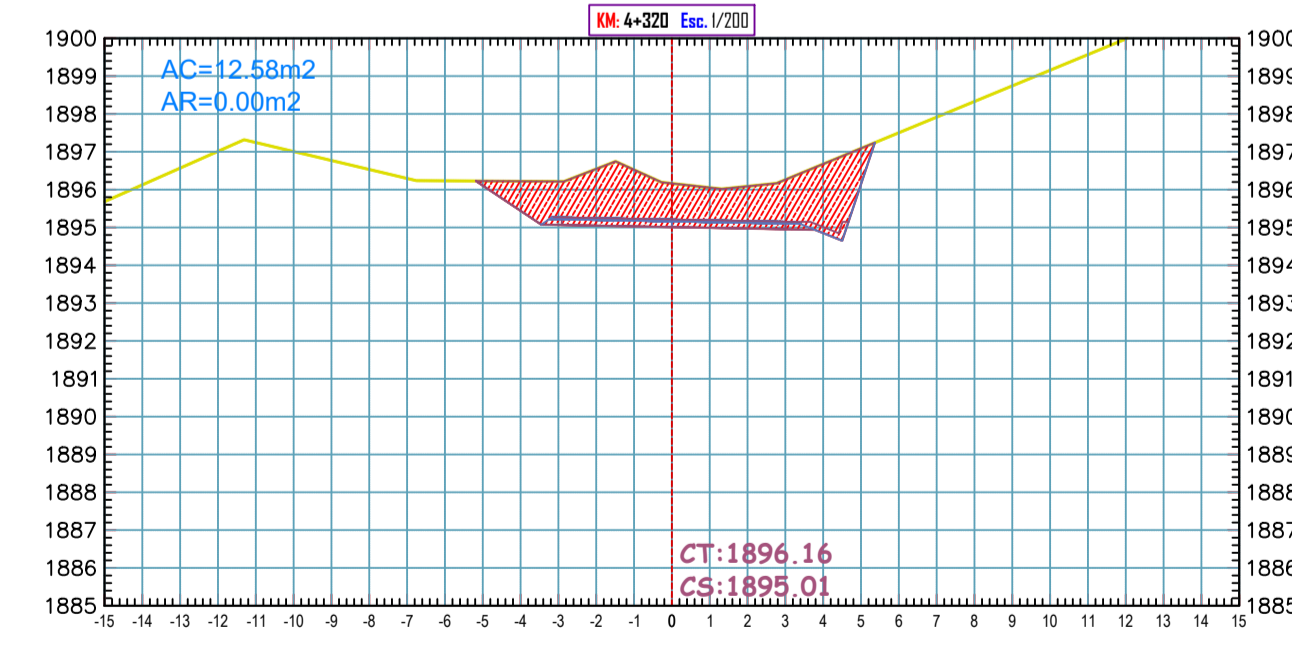
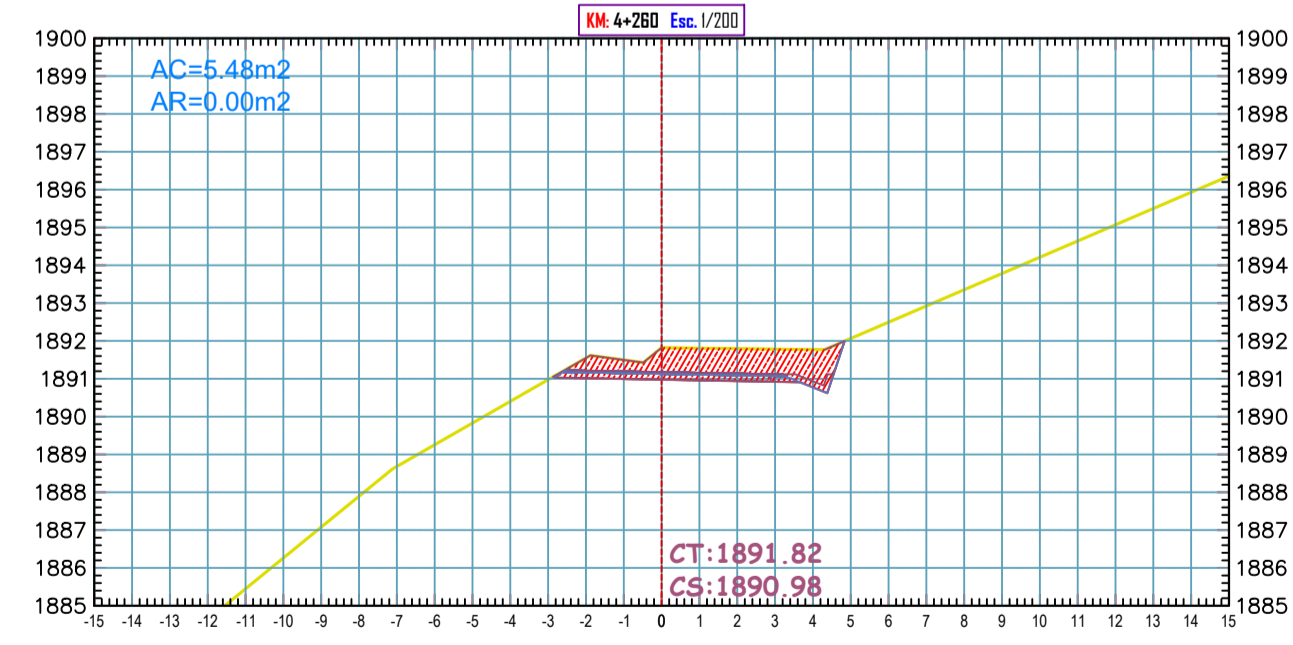
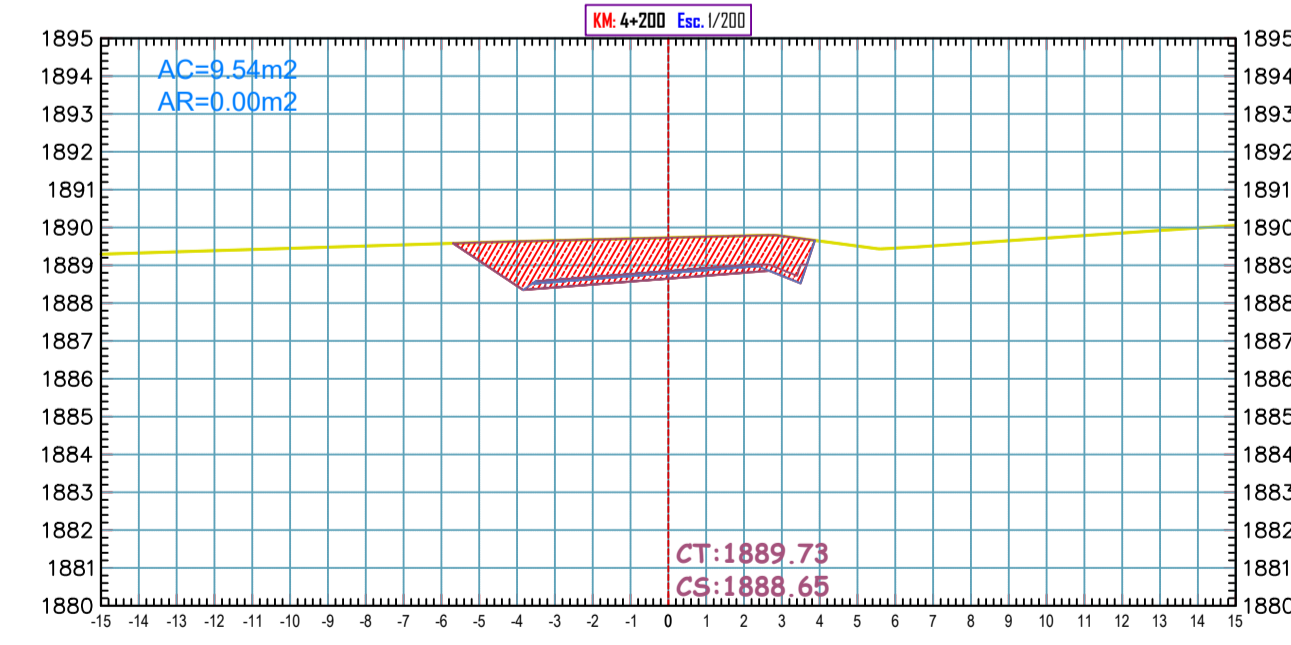
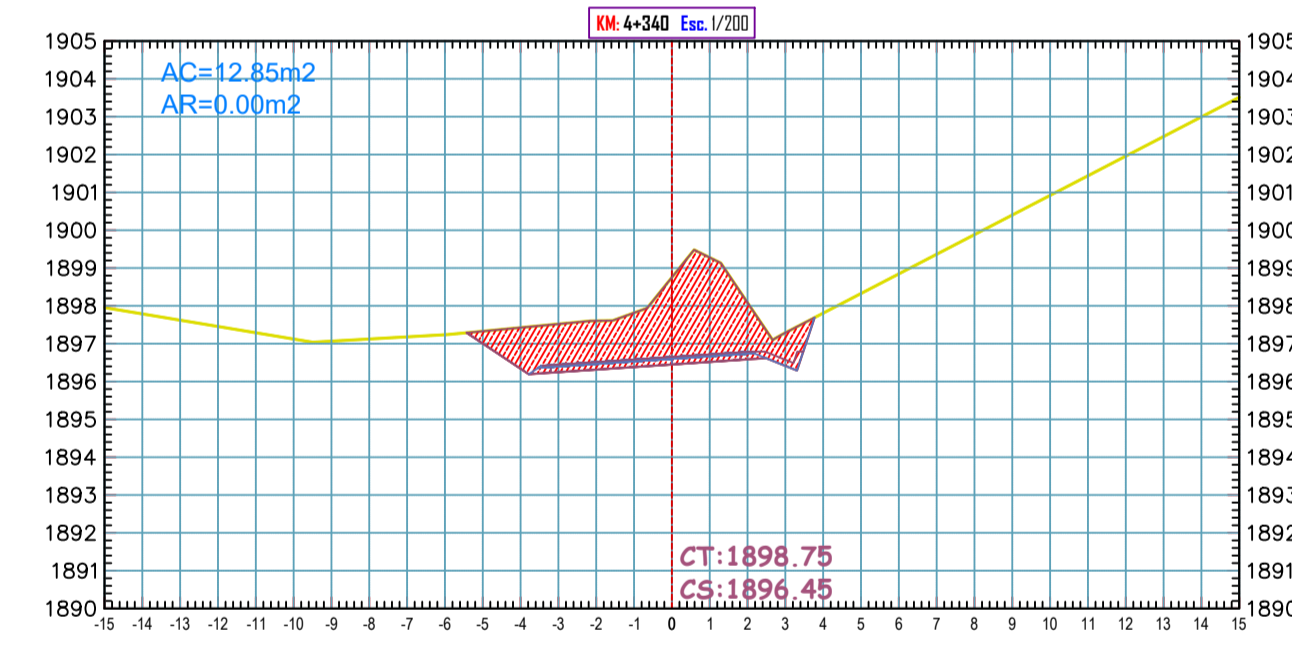
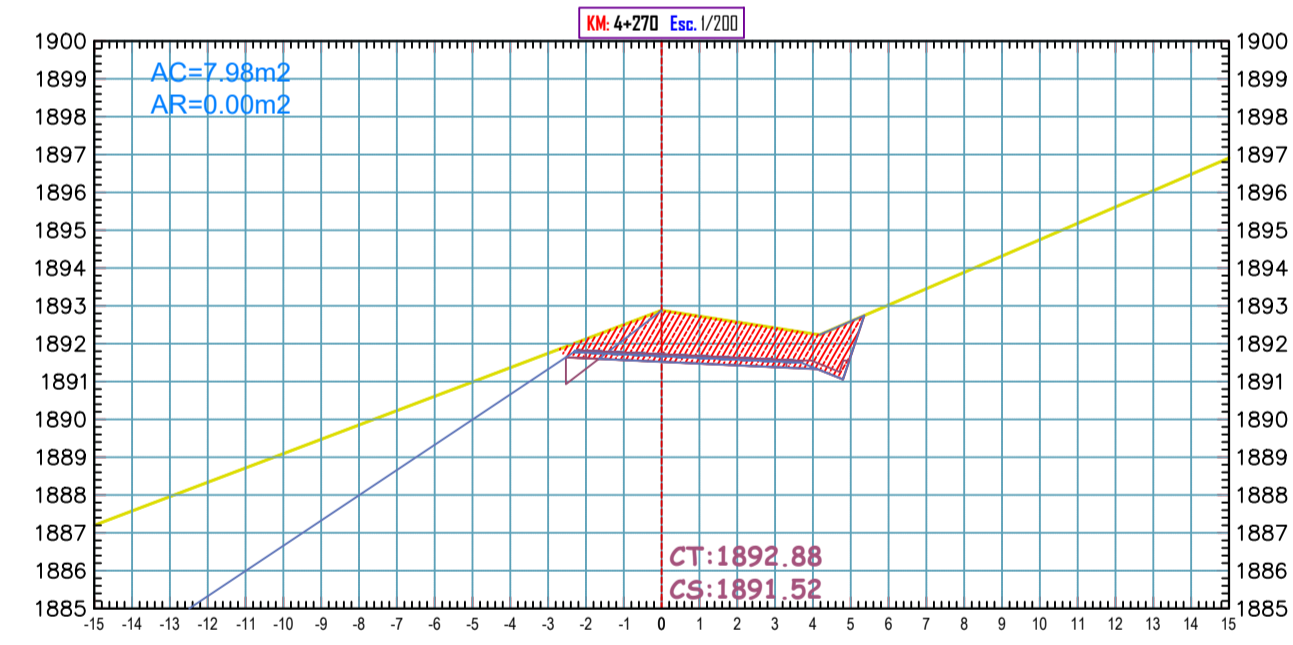
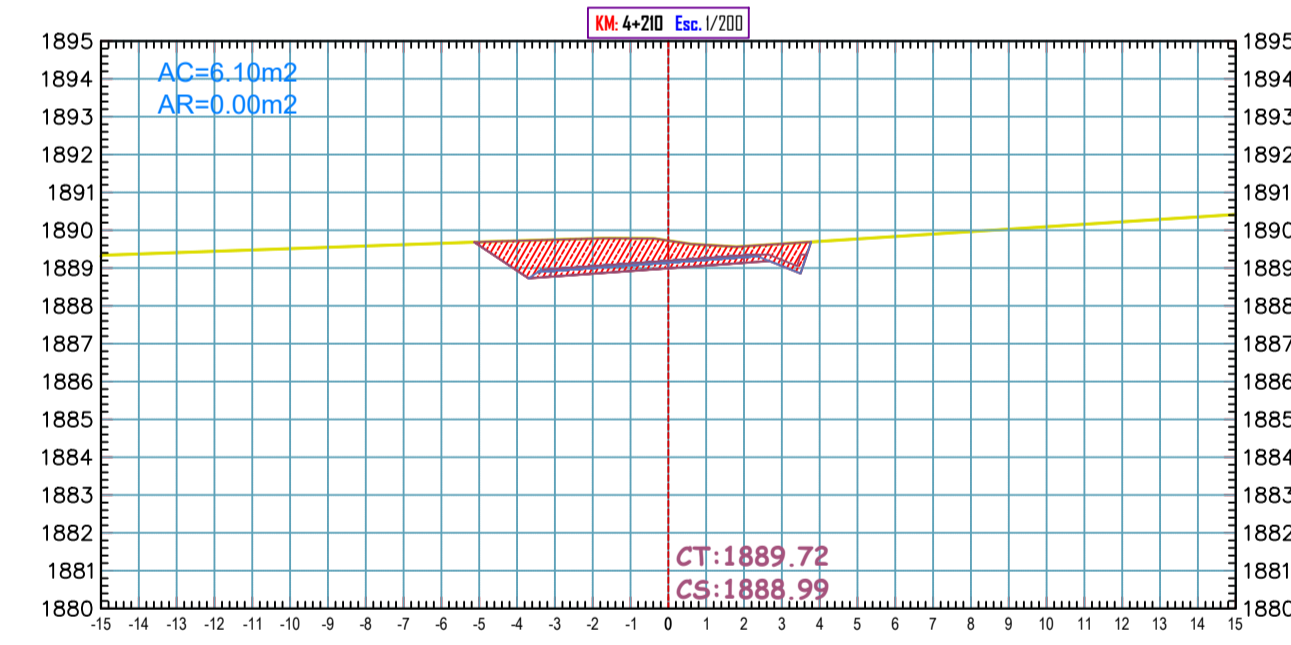
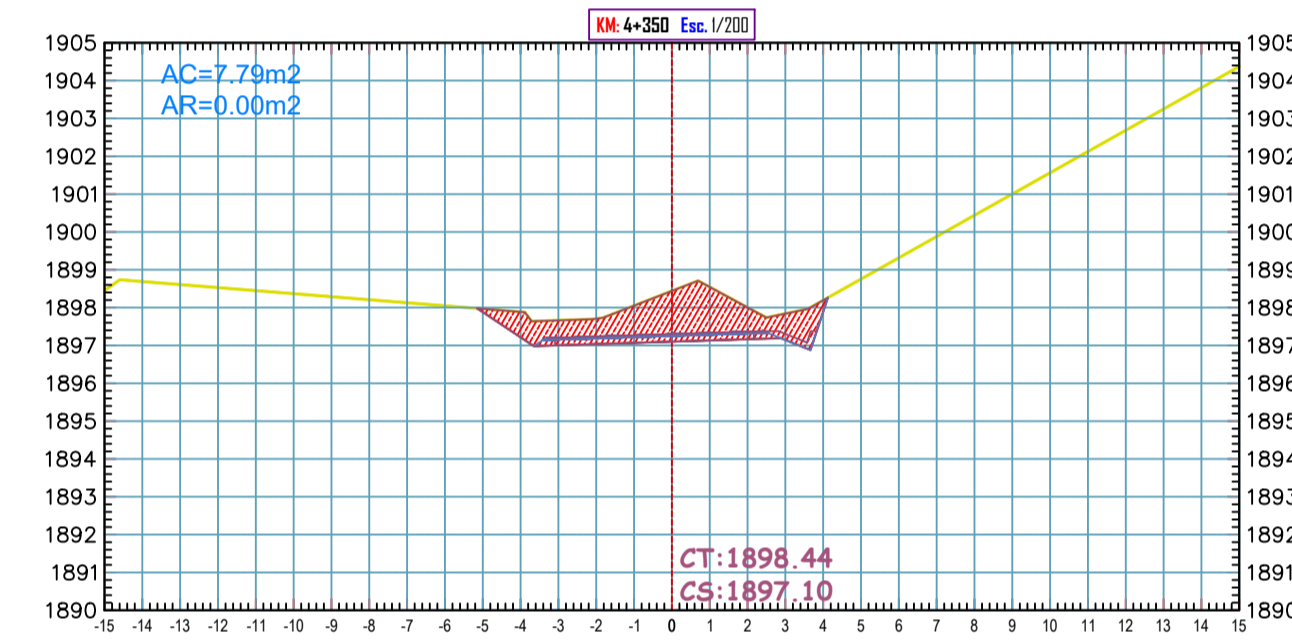
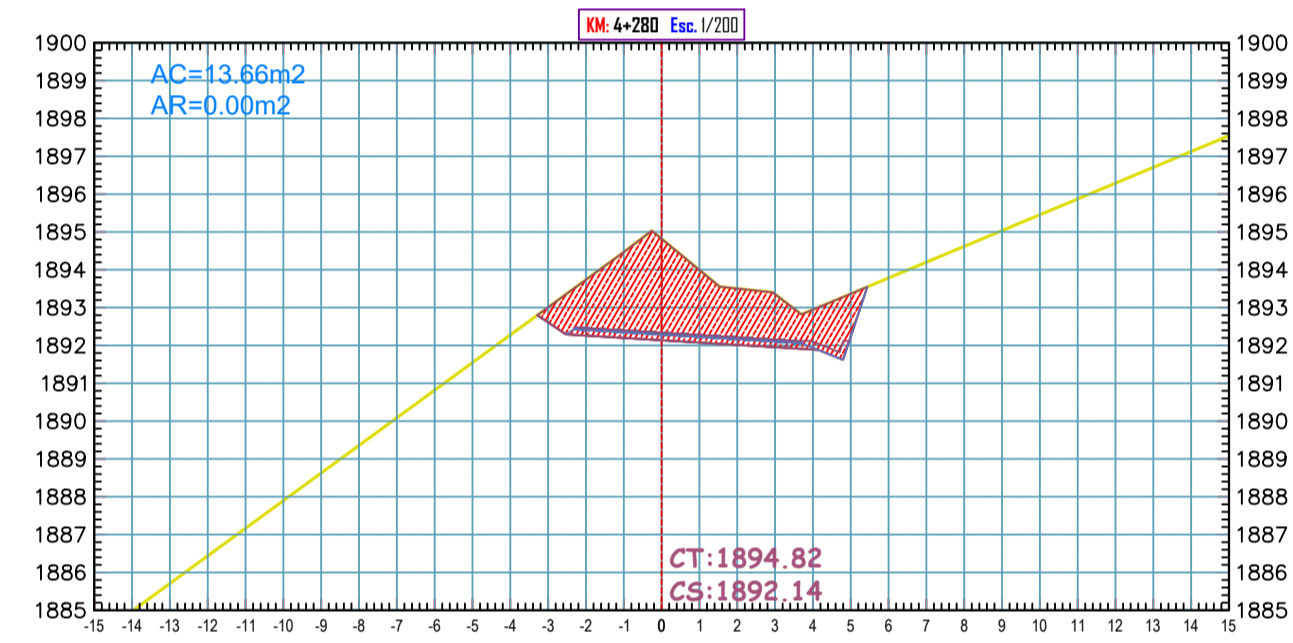
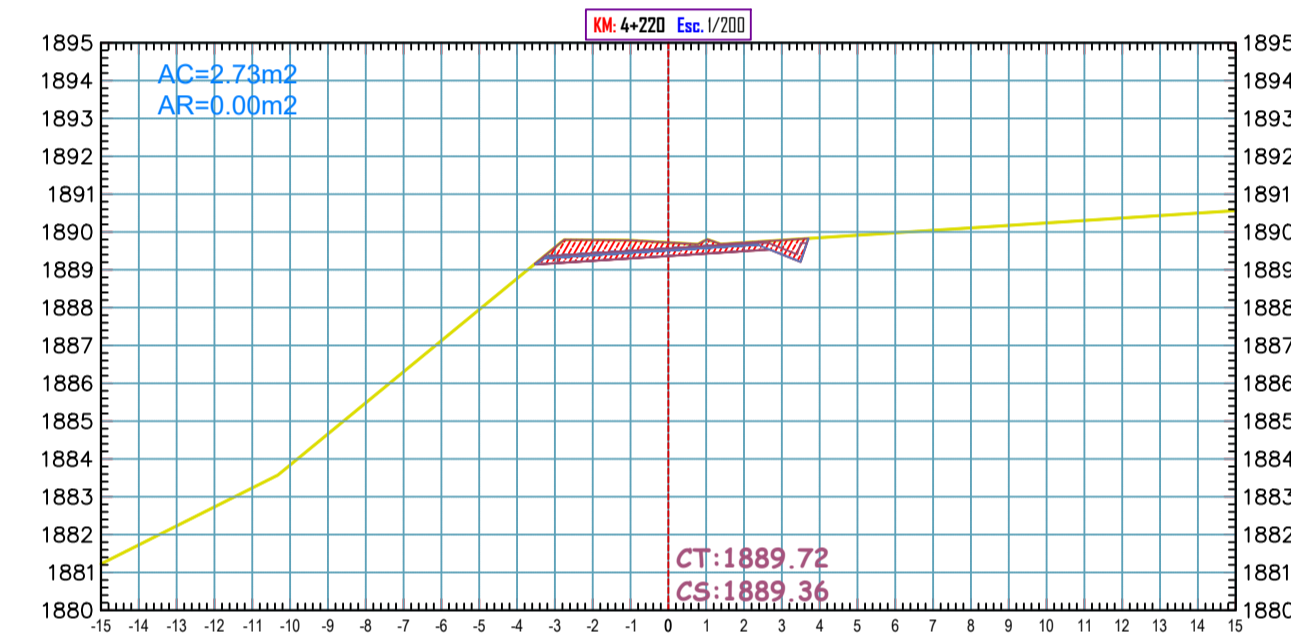
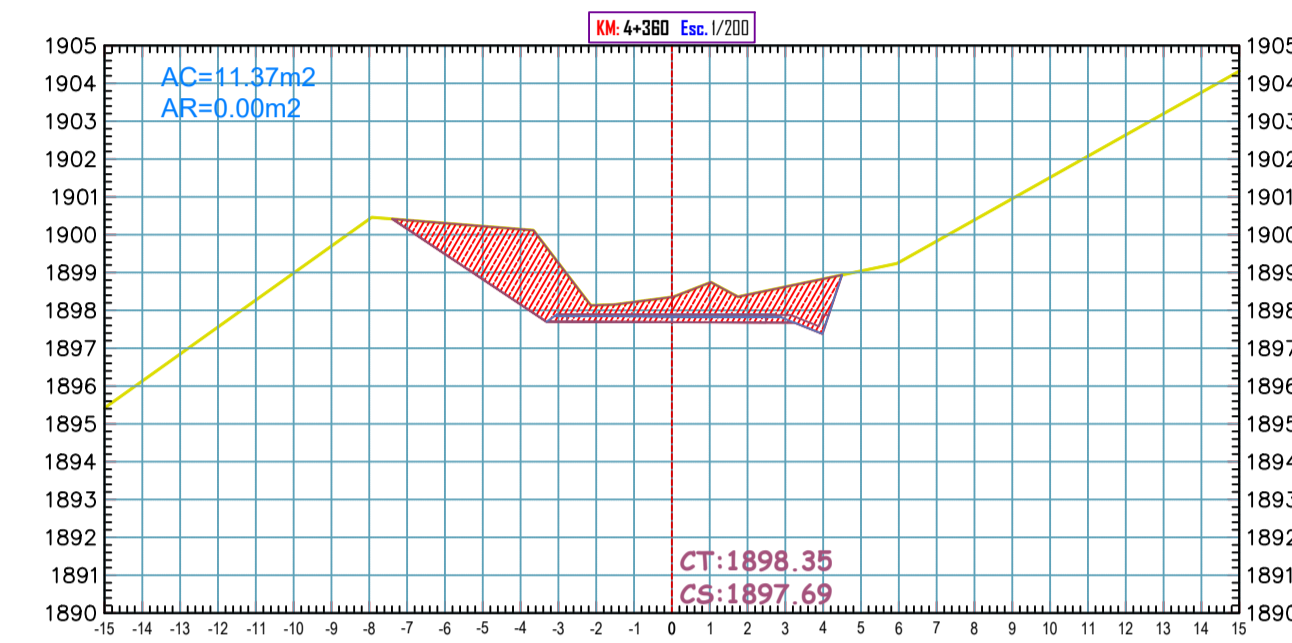
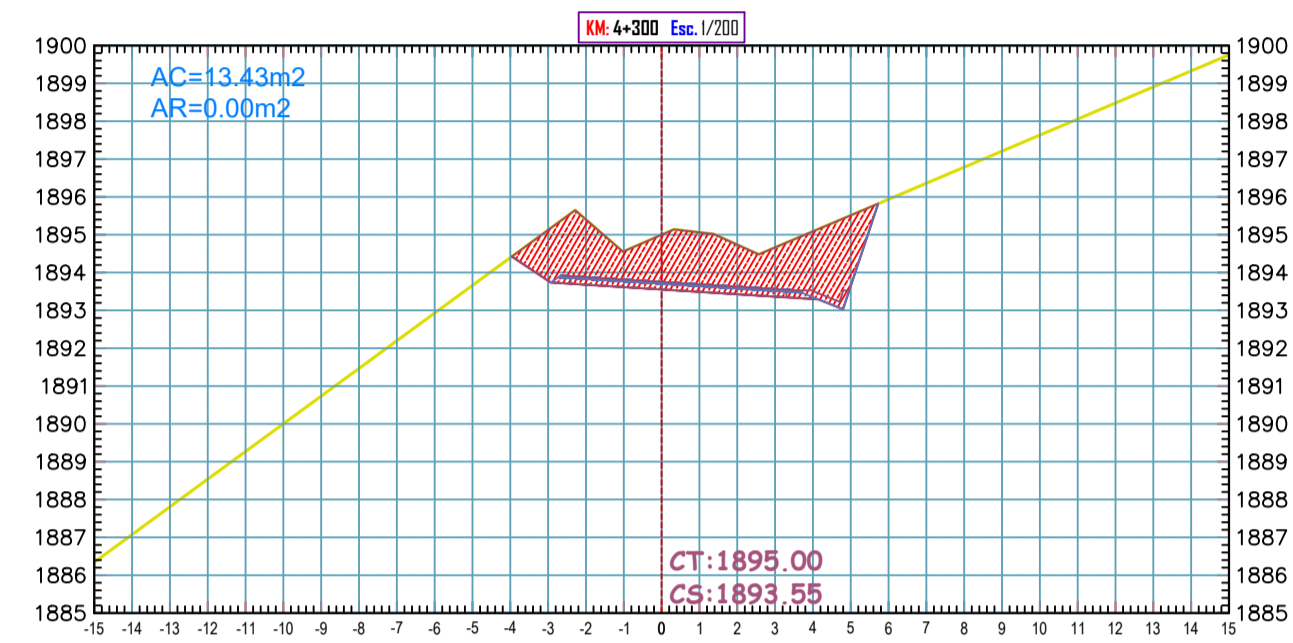
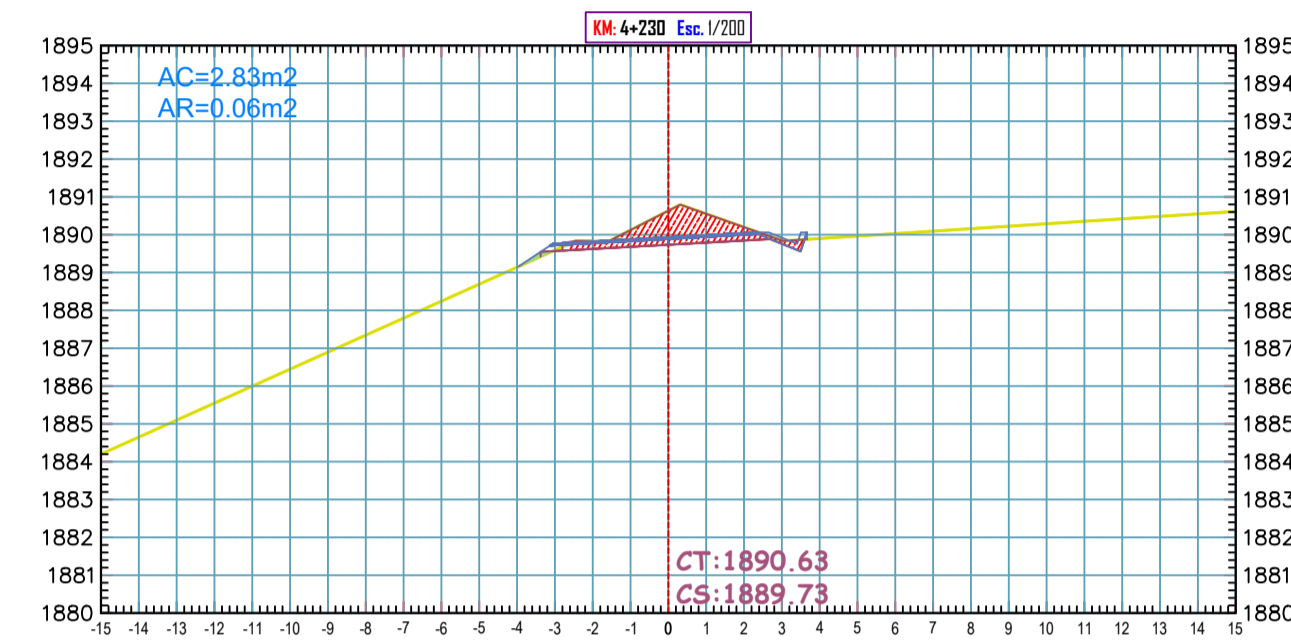
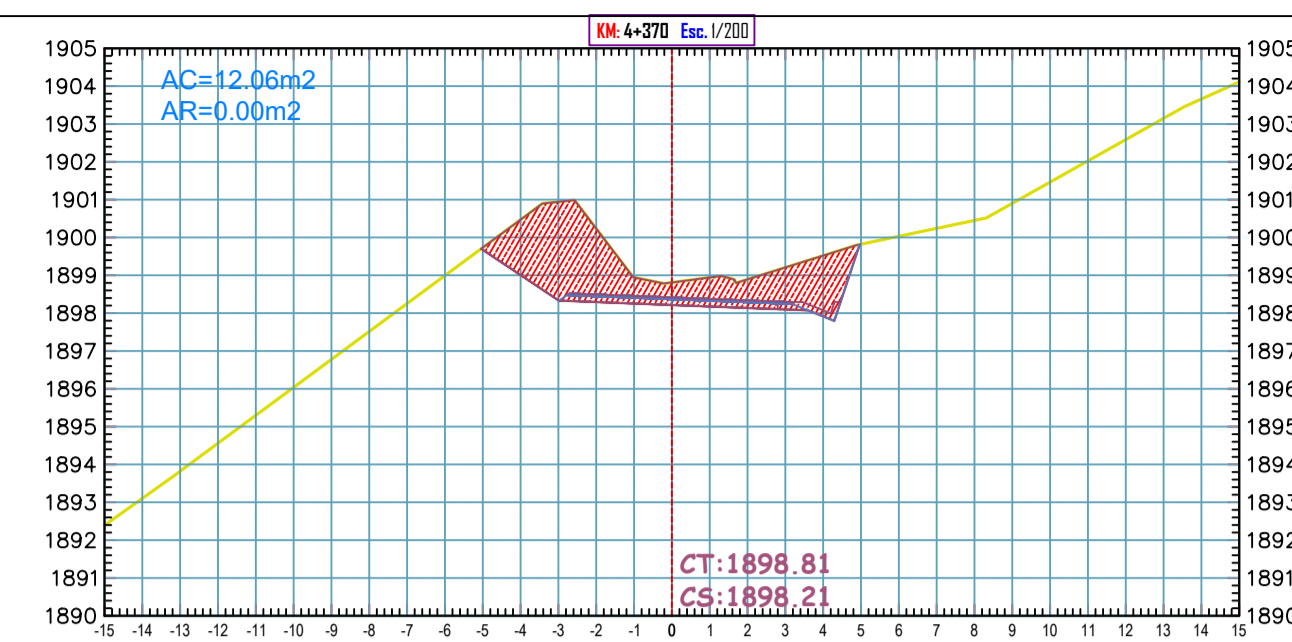
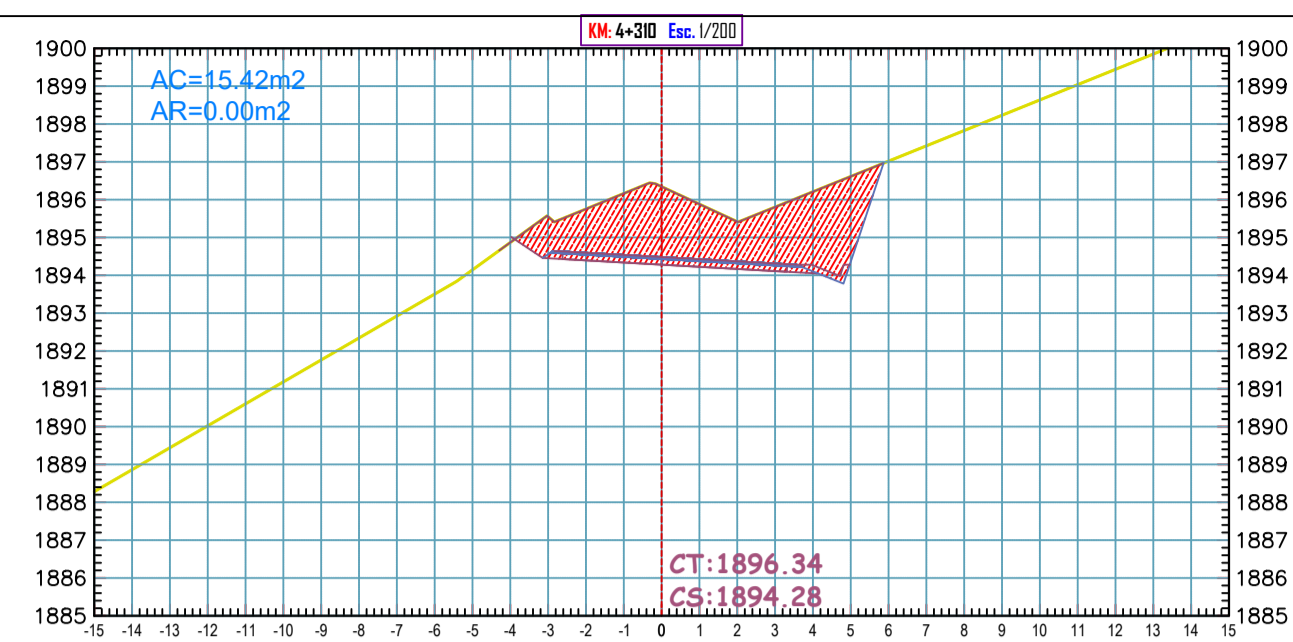
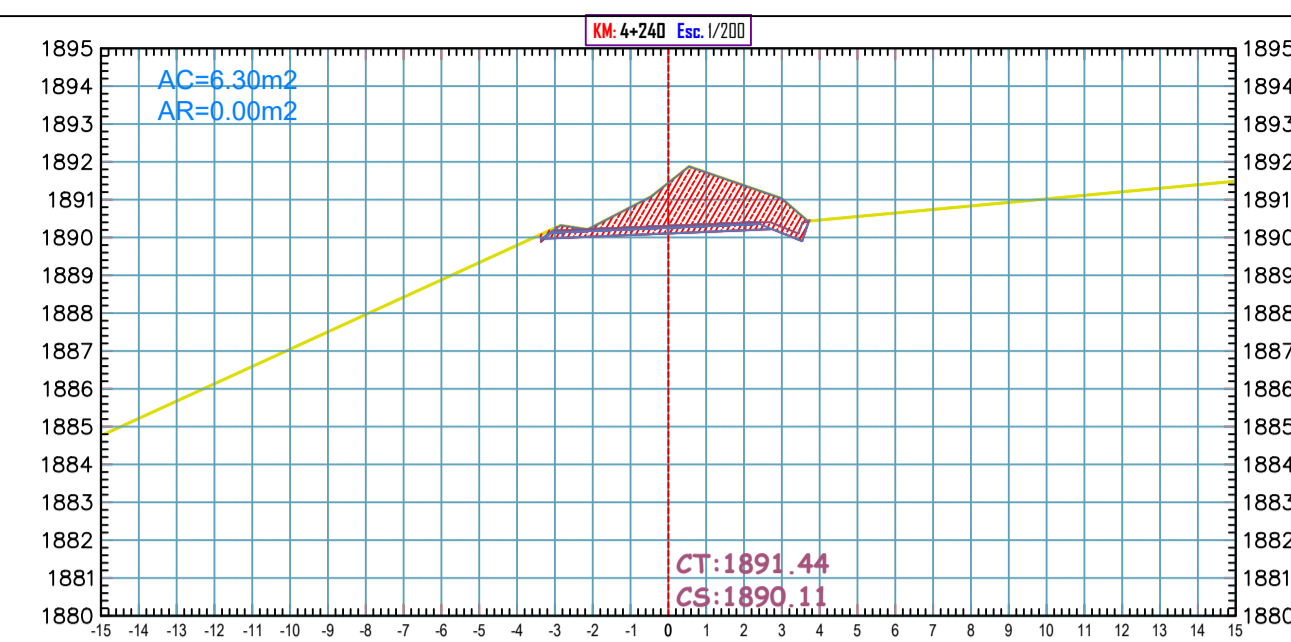
INDICADA

FECHA:

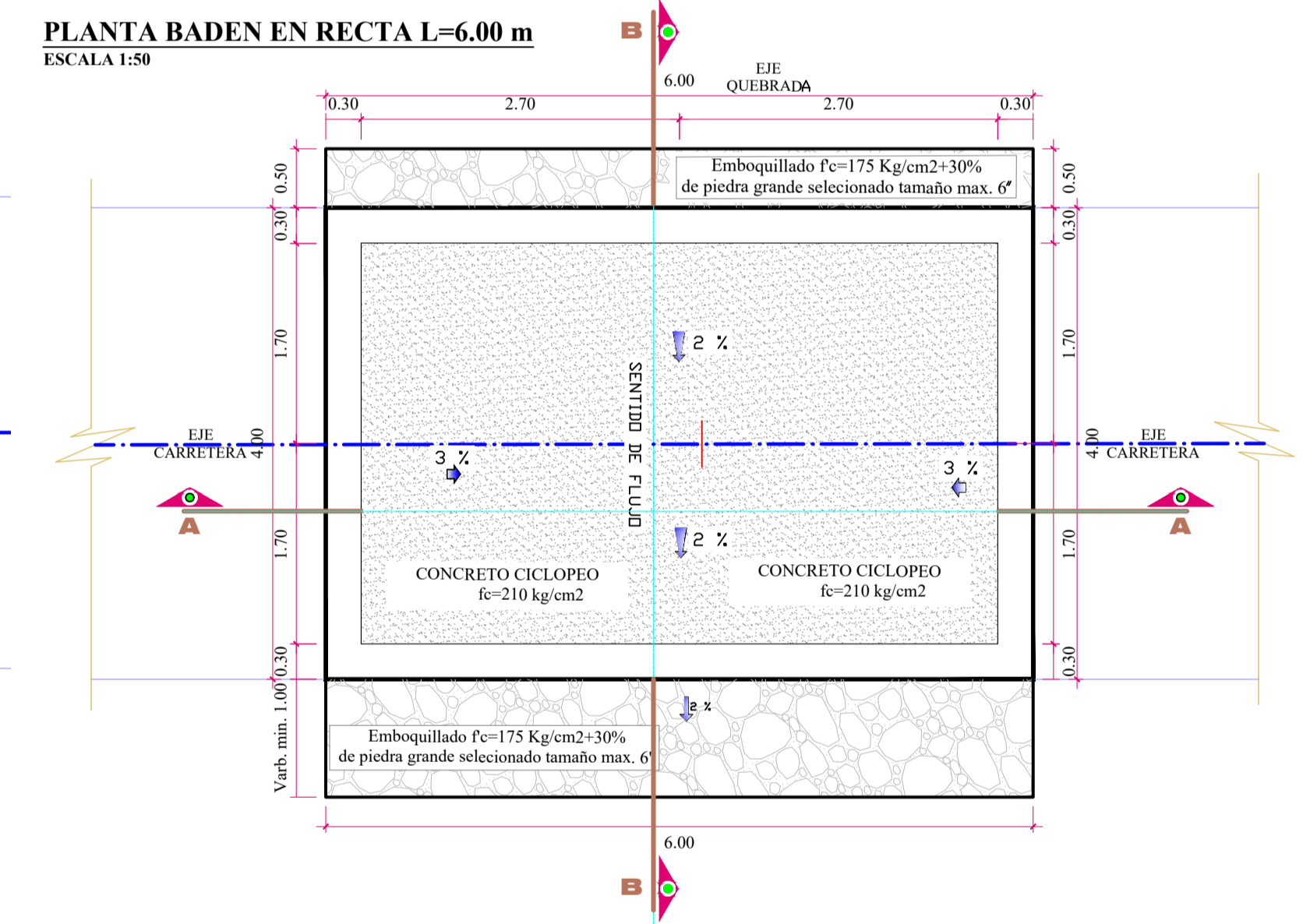
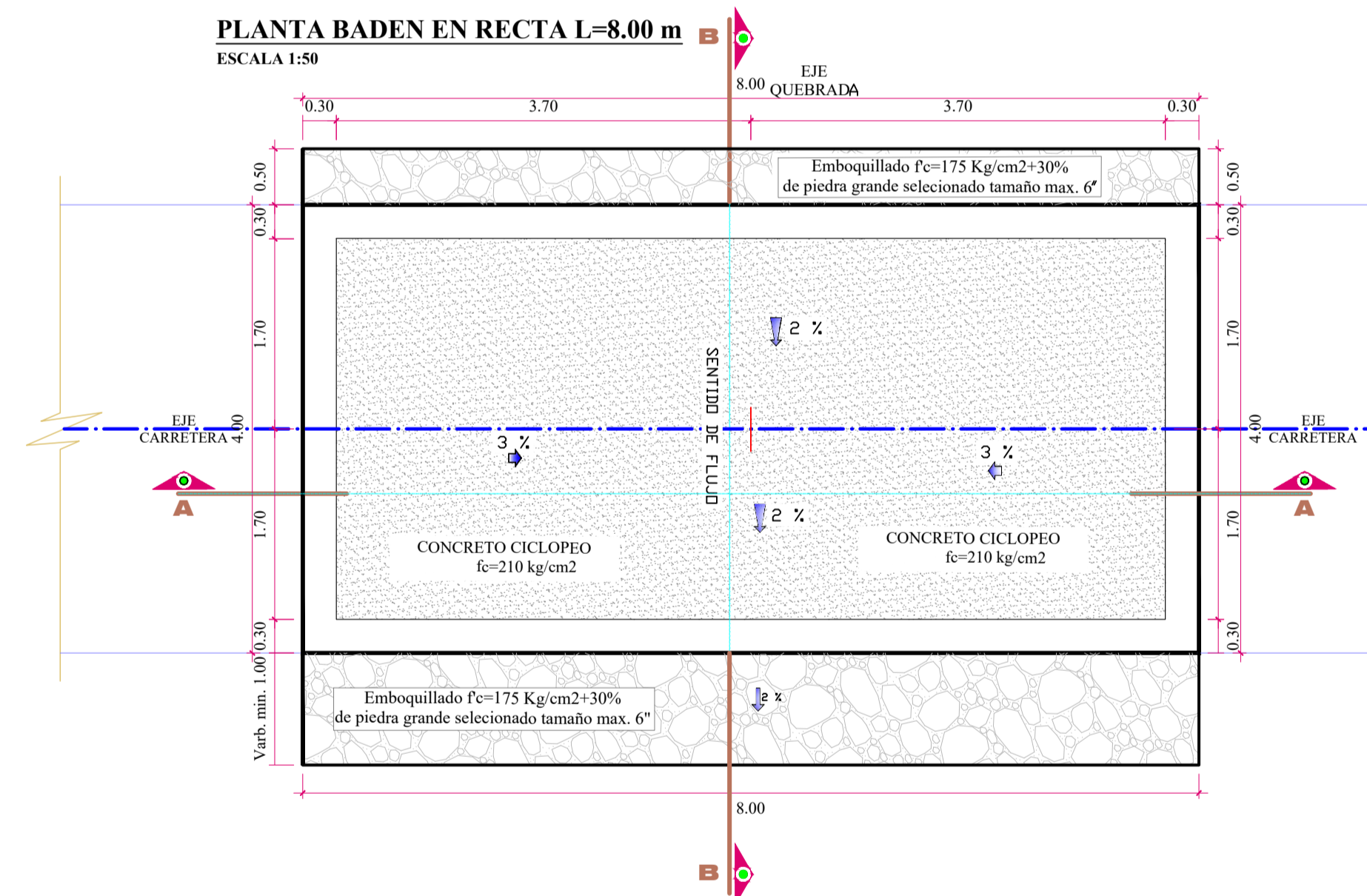
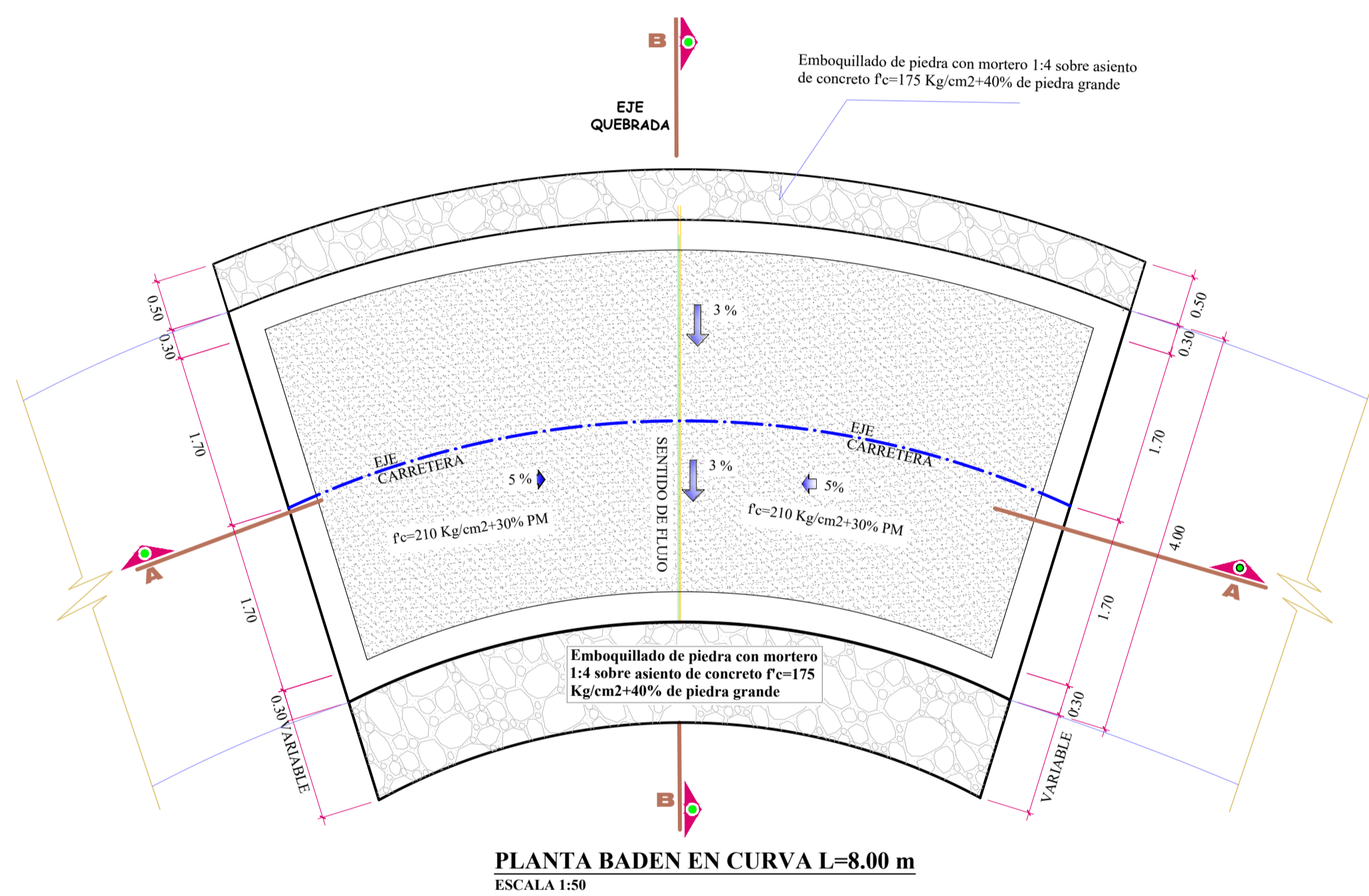
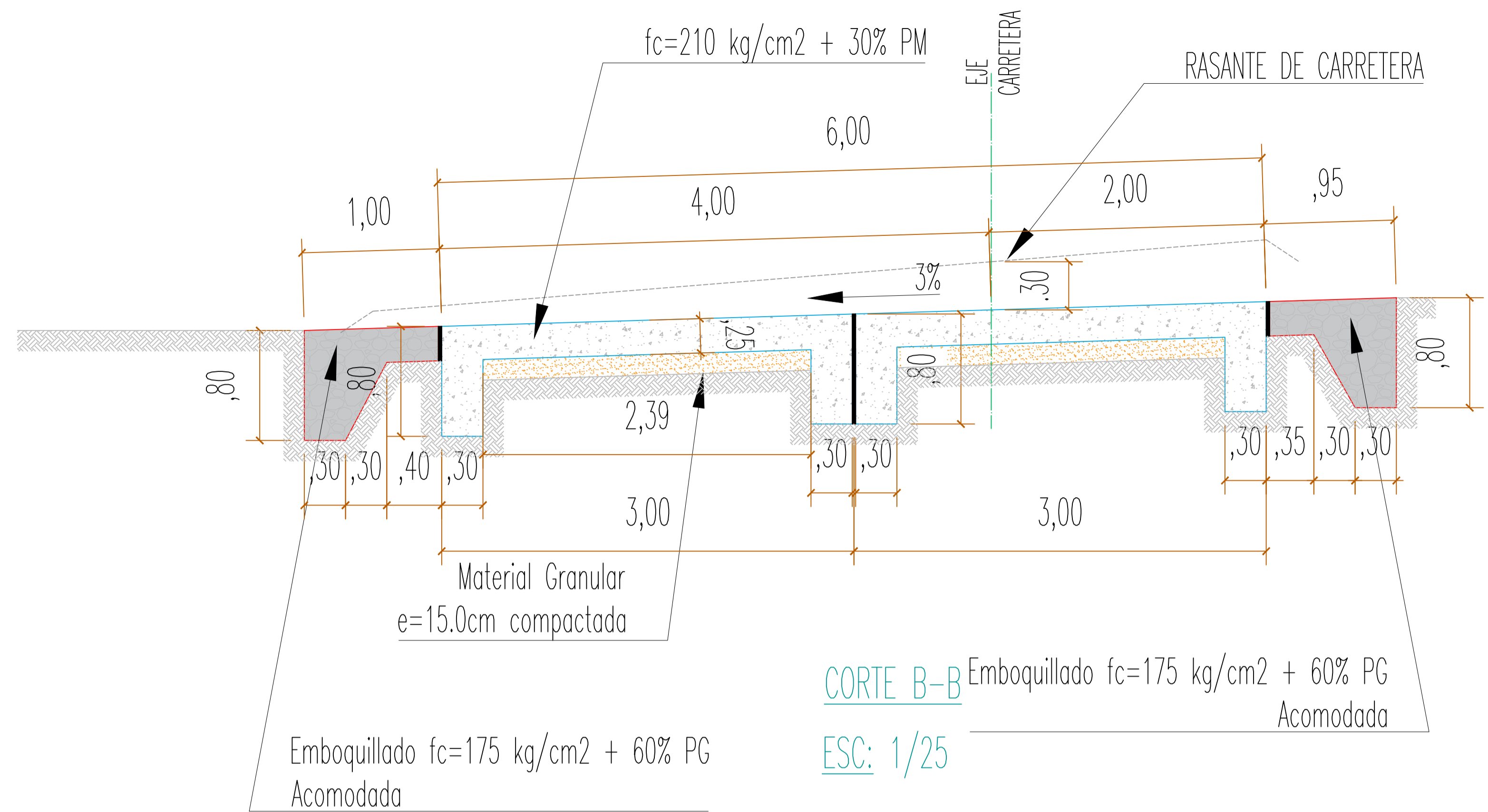
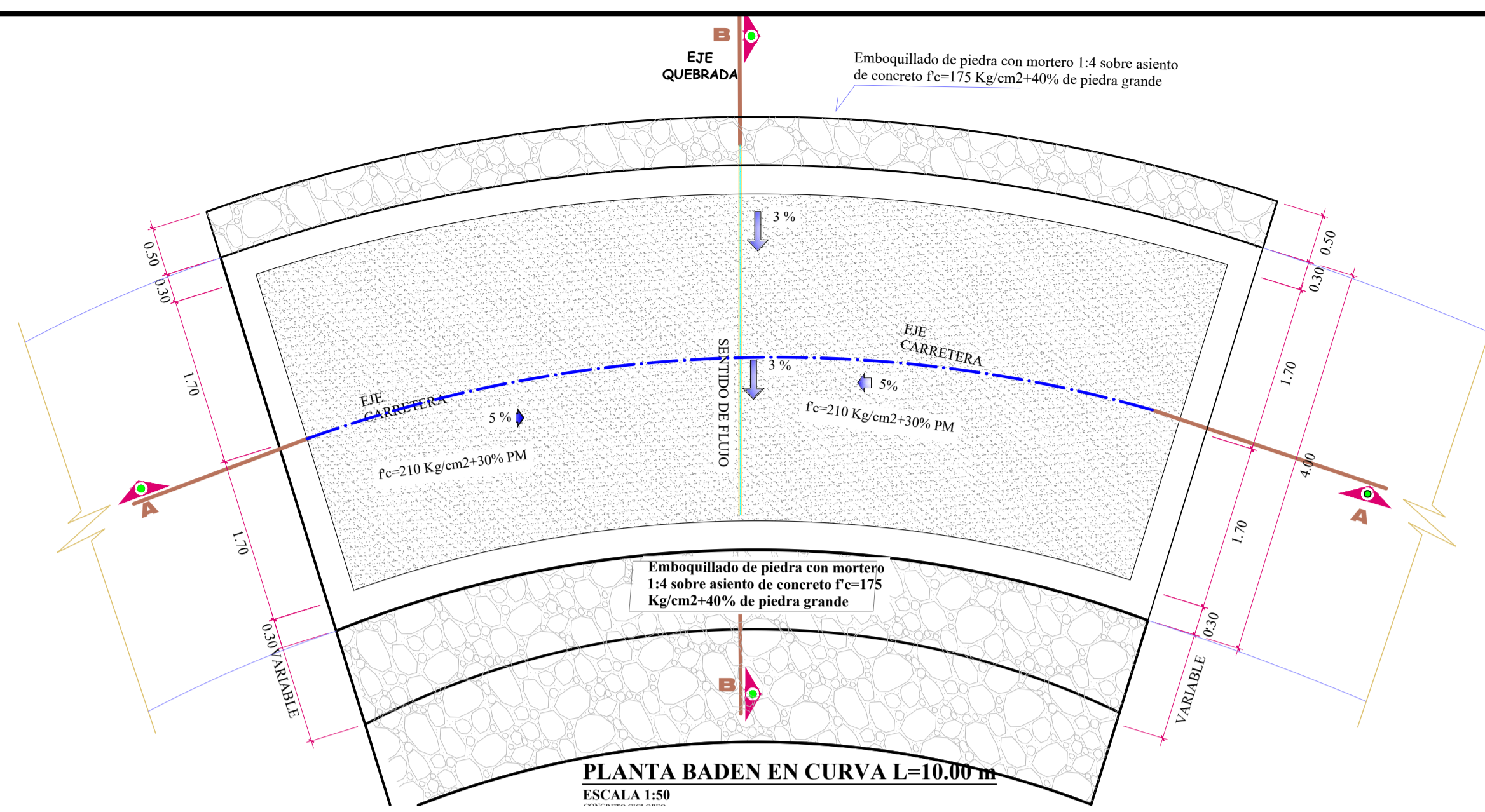
JULIO 2022

LAMINA N°:

ST







ESPECIFICACIONES TECNICAS	
*BADEN CONCRETO CICLOPEO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ PM}$	*CANAL DE BAJADA Y ALIVIADERO PIEDRA EMBOQUILLADA: P.G. (6" tam. max.)- CONCRETO $f_c=175 \text{ Kg/cm}^2$ .
*EMBOQUILLADO MAMPOSTERIA DE PIEDRA $f_c=175 \text{ kg/cm}^2 + 40\% \text{ PG}$	*MATERIAL GRANULAR COMPACTADO E:0.20m

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UBICACIÓN:

Región: Cajamarca  
Provincia: San Ignacio  
Distrito: Tabaconas  
País: Perú

TESISTA(s):

Adriánzén García, Sucet

ASESOR(s):

Mg. Cubas Armas, Marlon

TESIS:

DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA  
MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA  
TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA,  
2022

DESCRIPCIÓN DEL PLANO

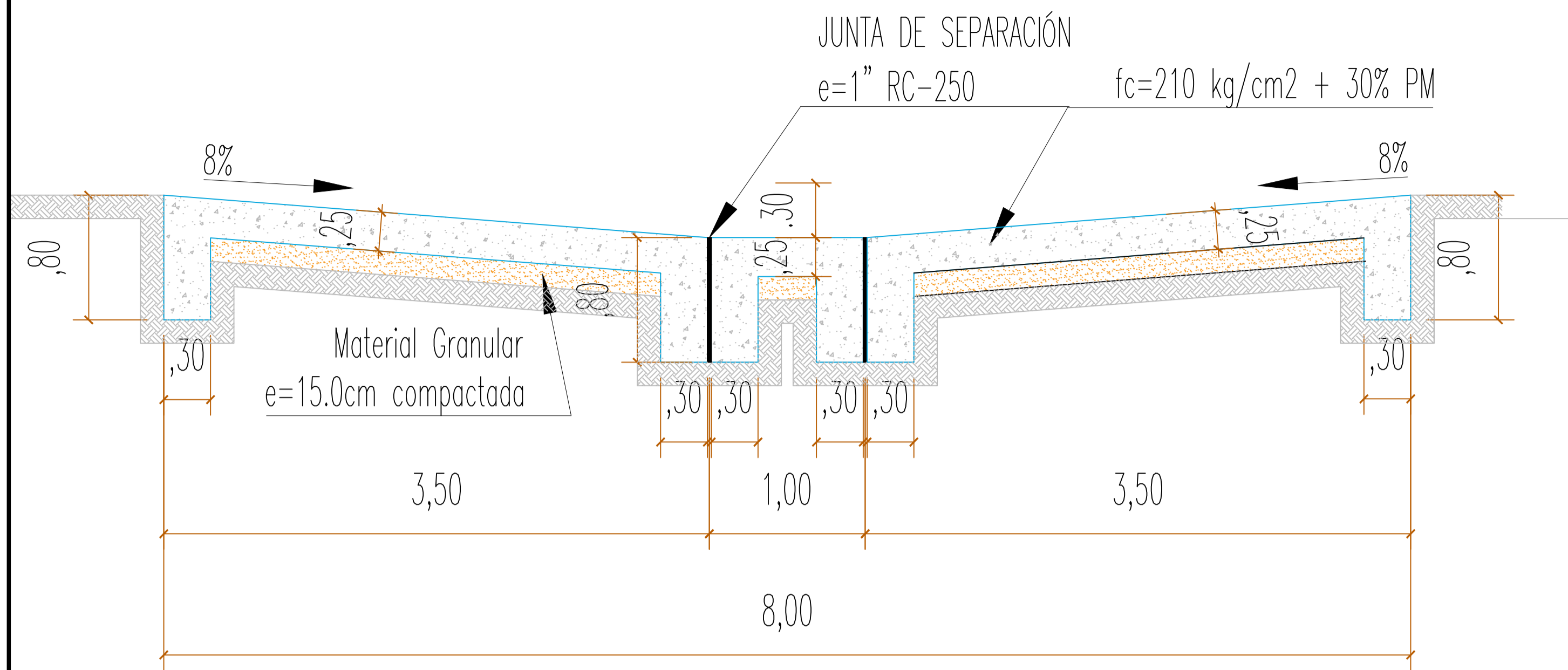
PLANO DETALLES DE  
BADENES

ESCALA:

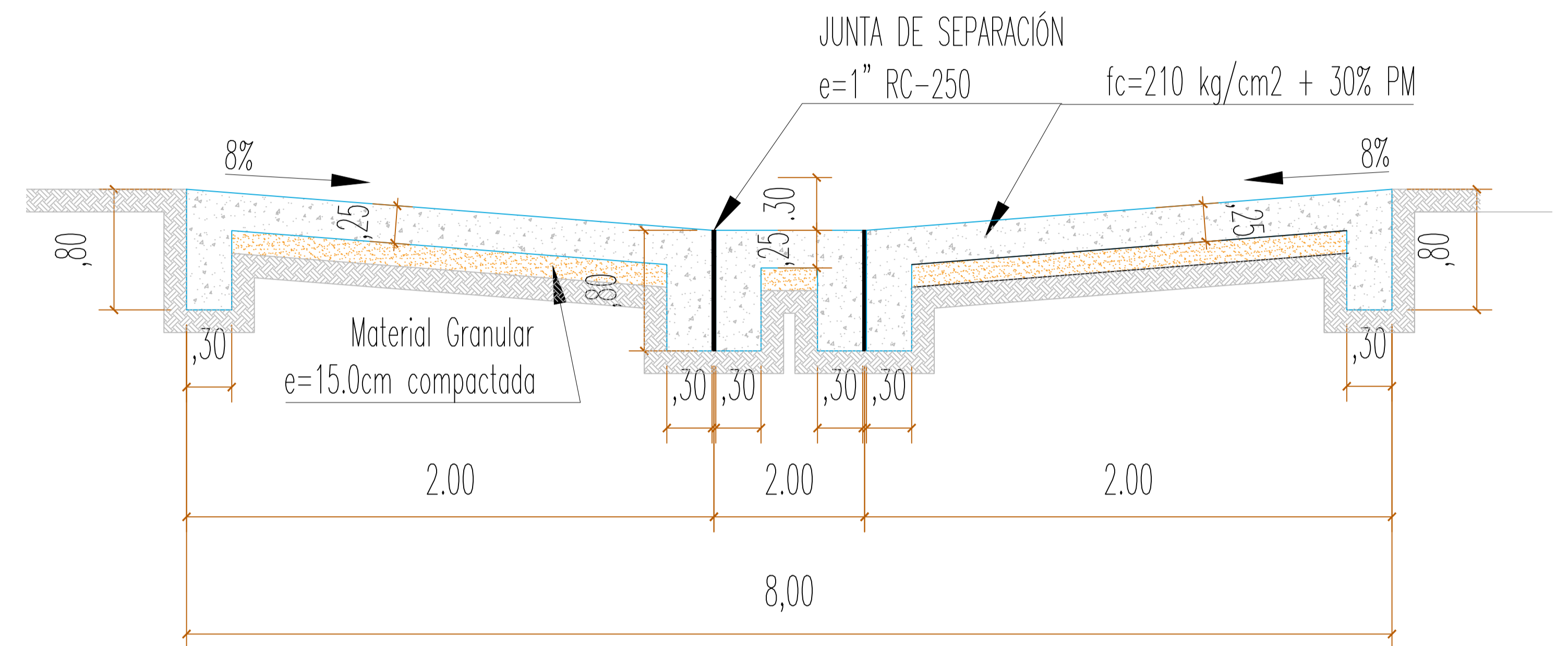
INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2022

LAMINA N° :

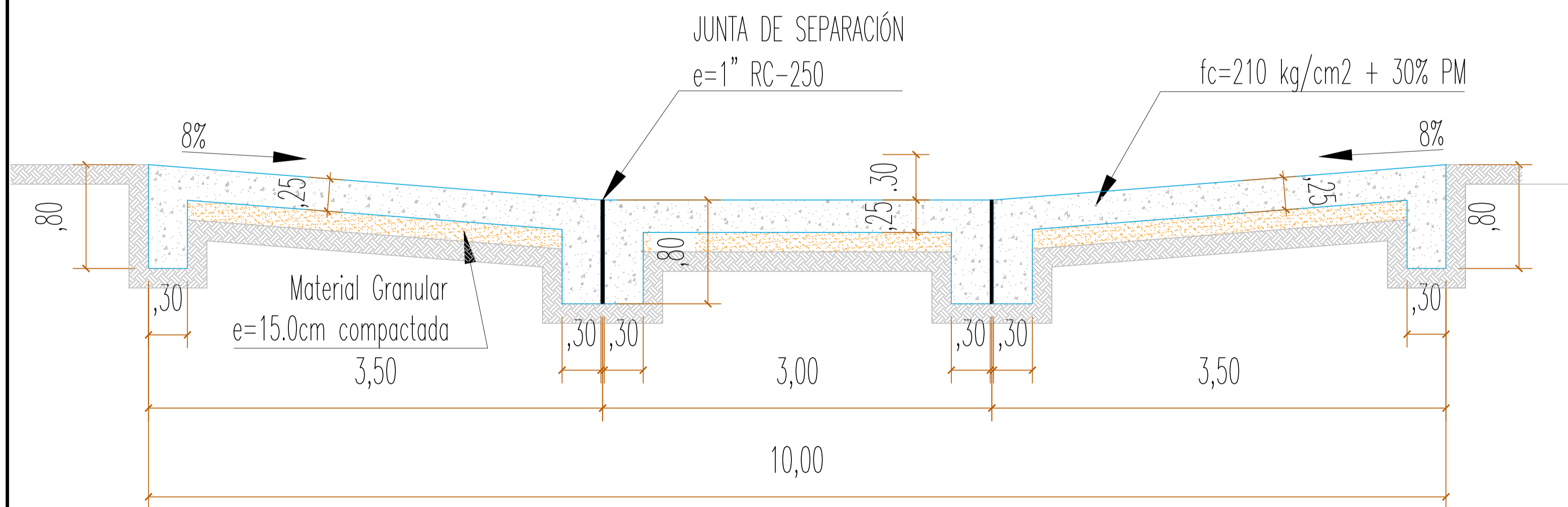
PBD-01



CORTE A-A  
ESC: 1/25



CORTE A-A  
ESC: 1/25



CORTE A-A  
ESC: 1/25

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
*BADEN CONCRETO CICLOPEO fc=210 kg/cm2 + 30% PM	*CANAL DE BAJADA Y ALIVIADERO PIEDRA EMBOQUILLADA: P.G. (6" tam. max.)+ CONCRETO fc=175 Kg/cm2.
*EMBOQUILLADO MAMPOSTERIA DE PIEDRA fc=175 kg/cm2 + 40%PG	*MATERIAL GRANULAR COMPACTADO E:0.20m

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
*BADEN CONCRETO CICLOPEO fc=210 kg/cm2 + 30% PM)	*CANAL DE BAJADA Y ALIVIADERO PIEDRA EMBOQUILLADA: P.G. (6" tam. max.)+ CONCRETO fc=175 Kg/cm2.
*EMBOQUILLADO MAMPOSTERIA DE PIEDRA fc=175 kg/cm2 + 40%PG	*MATERIAL GRANULAR COMPACTADO E:0.20m

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UBICACIÓN:

Región: Cajamarca  
Provincia: San Ignacio  
Distrito: Tabaconas  
País: Perú

TESISTA(s):

Adrianzén García, Sucet

ASESOR(s):

Mg. Cubas Armas, Marlon

TESIS:

DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA  
MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA  
TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA,  
2022

DESCRIPCIÓN DEL PLANO

PLANO DETALLES DE  
BADENES

ESCALA:

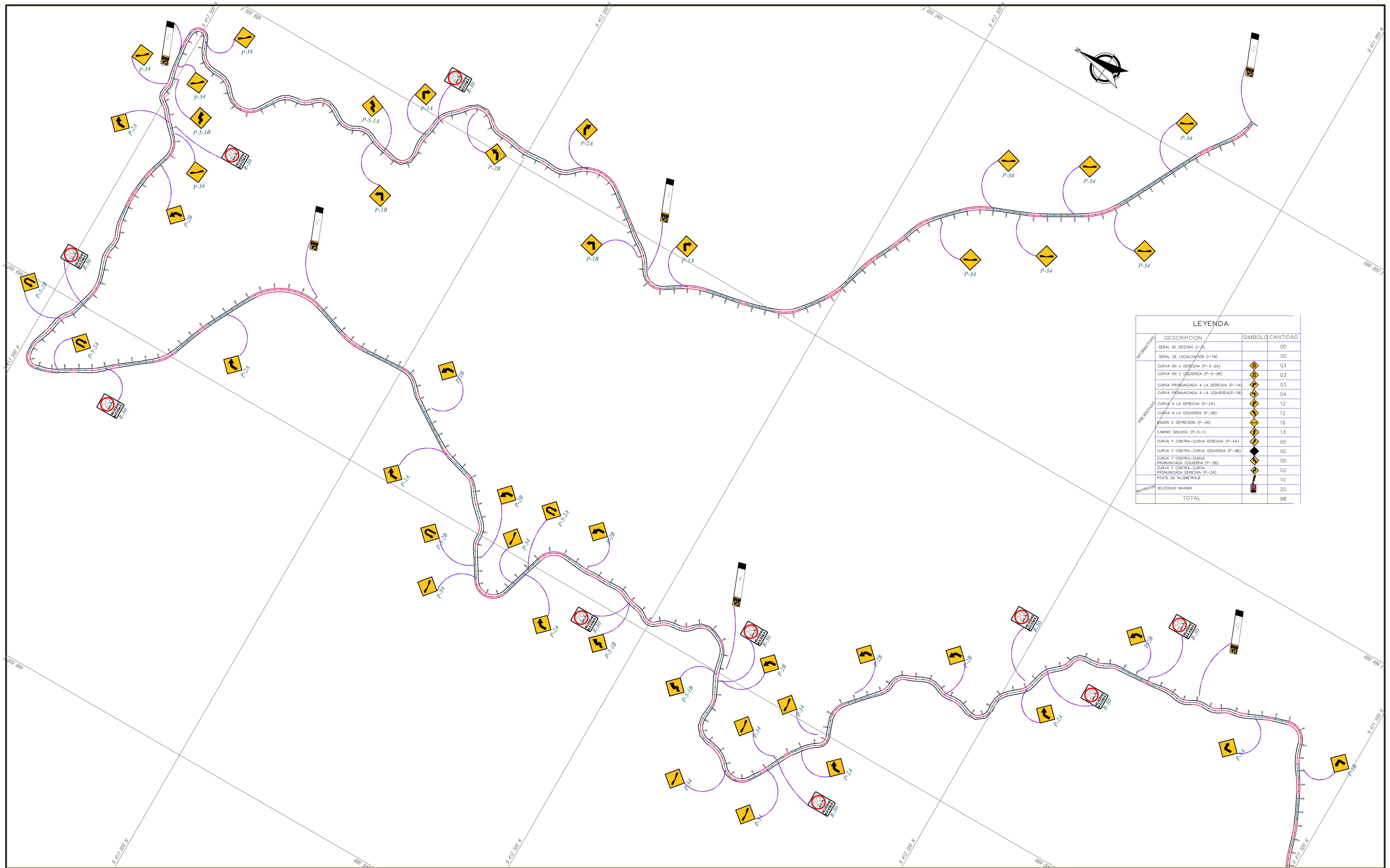
INDICADA

FECHA:


JULIO 2022

LAMINA N° :

PBD-02



LEYENDA		
	DESCRIPCION	SIMBOLO CANTIDAD
INFORMATIVOS	SERIAL DE DESTINO (I-5)	00
	SERIAL DE LOCALIZACION (I-18)	00
	CURVA EN U DERECHA (P-5-2A)	03
	CURVA EN U IZQUIERDA (P-5-2B)	03
PREVENTIVOS	CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA (P-1A)	03
	CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA (P-1B)	04
	CURVA A LA DERECHA (P-2A)	12
	CURVA A LA IZQUIERDA (P-2B)	12
	BADEN O DEPRESION (P-3A)	16
	CAMINO SINUOSO (P-5-1)	13
	CURVA Y CONTRA-CURVA DERECHA (P-4A)	00
	CURVA Y CONTRA-CURVA IZQUIERDA (P-4B)	00
	CURVA Y CONTRA-CURVA PRONUNCIADA IZQUIERDA (P-3B)	00
	CURVA Y CONTRA-CURVA PRONUNCIADA DERECHA (P-3A)	02
	POSTE DE KILOMETRAJE	10
	VELOCIDAD MAXIMA	20
RESTRICCION		
	TOTAL	98

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

UBICACIÓN:  
 Región: Cajamarca  
 Provincia: San Ignacio  
 Distrito: Tabaconas

TESISTA(S):  
 Adrianzén García, Sucet

ASESOR(S):  
 Mg. Cubas Armas, Marlon

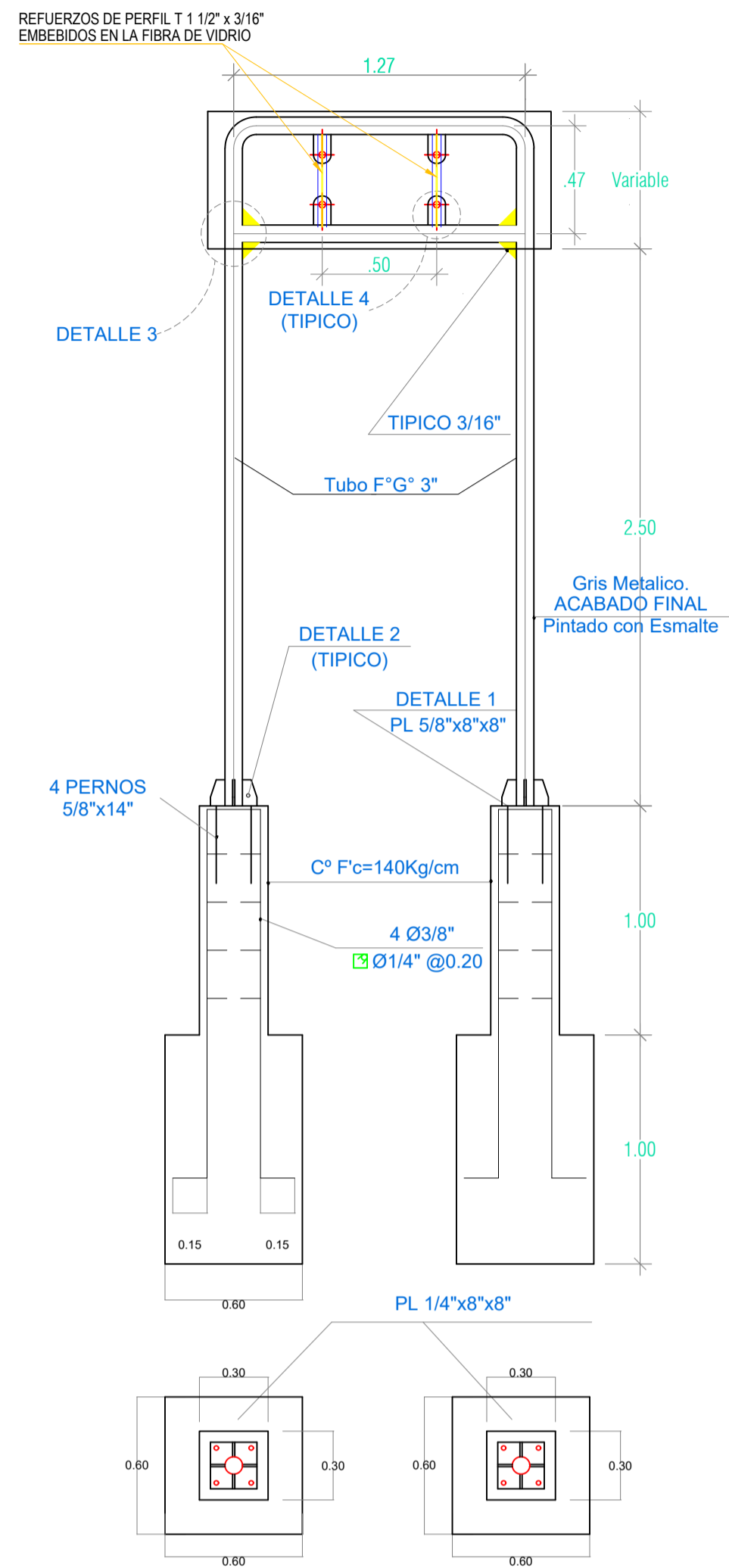
TESIS:  
 DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA  
 MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA  
 TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA,

DESCRIPCIÓN DEL PLANO  
 PLANO DE SEÑALIZACIÓN

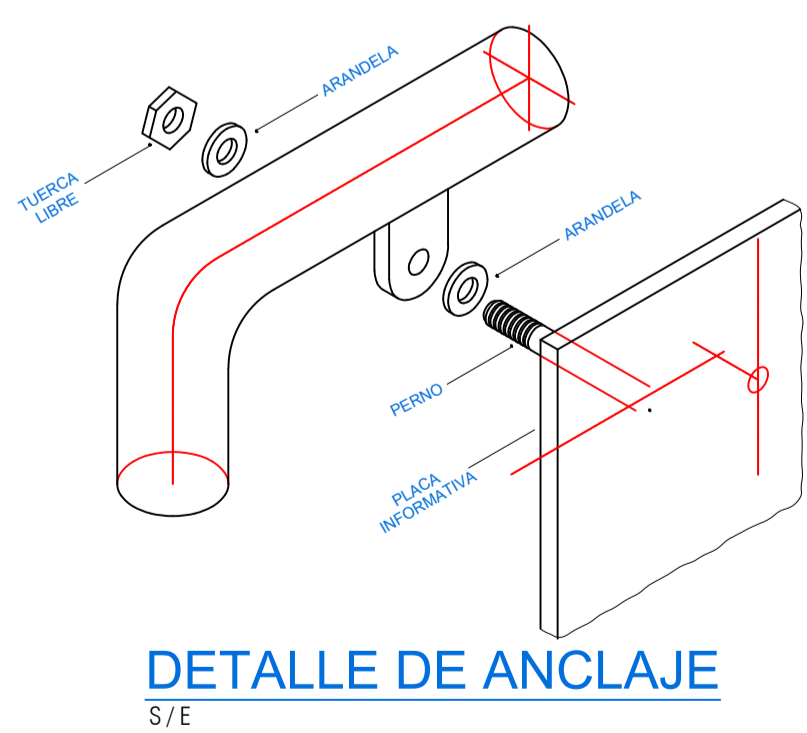
ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 JUNIO 2022  
 LAMINA N°:  
 PS-01



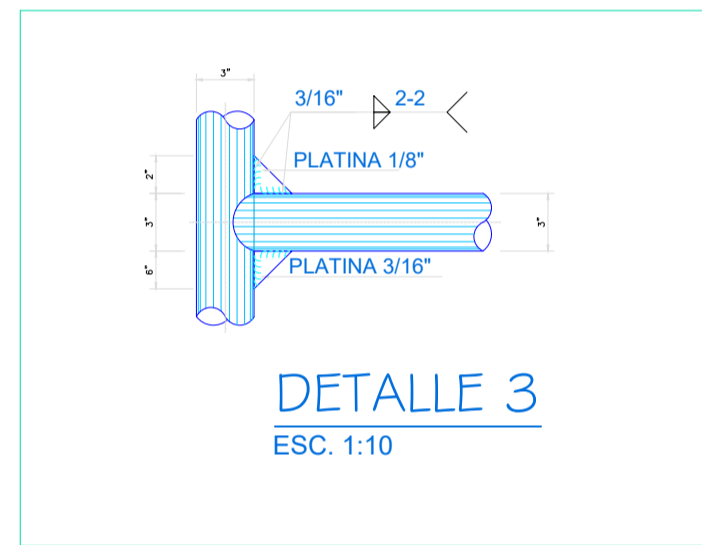
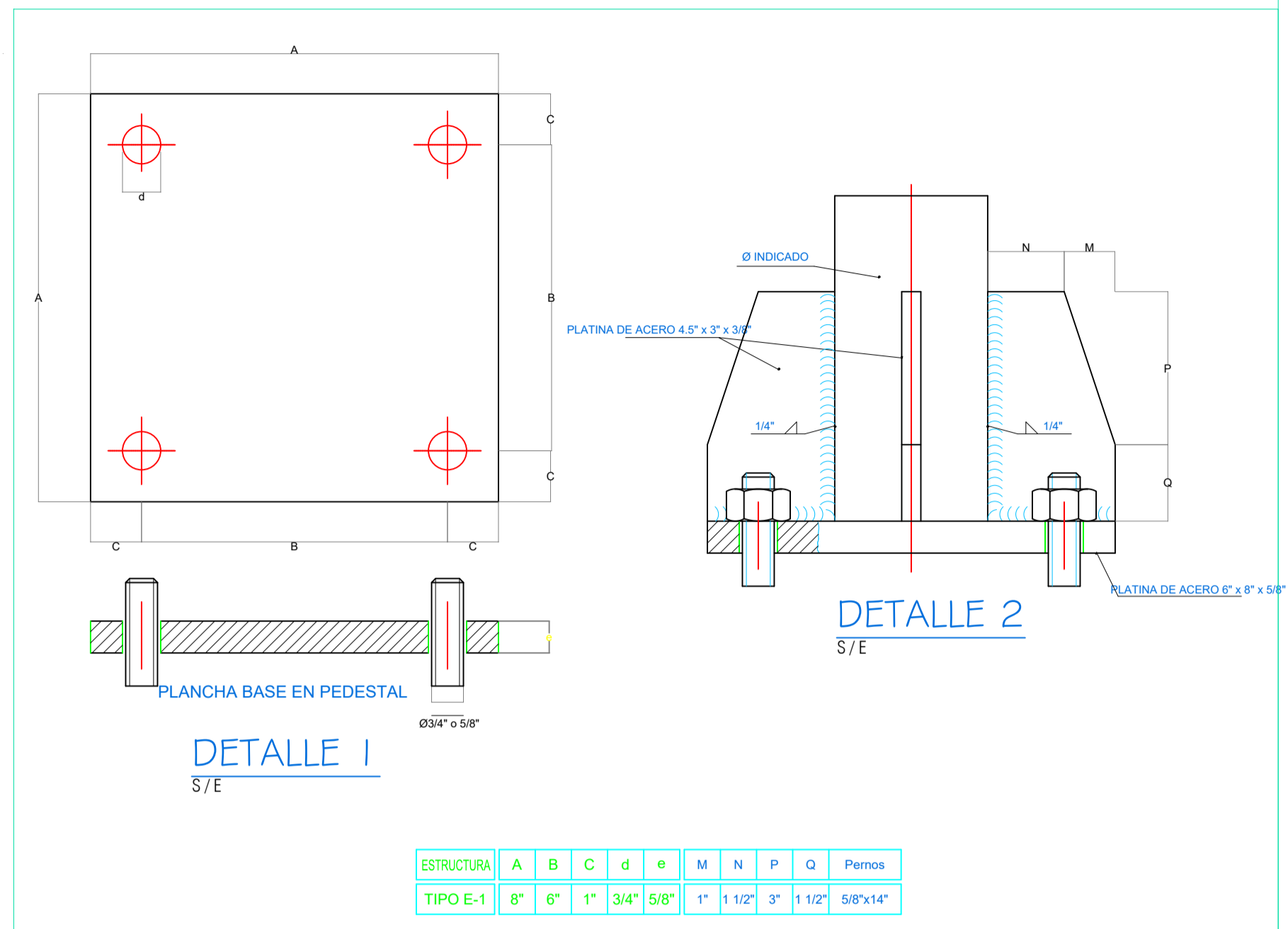
# SEÑALES INFORMATIVAS



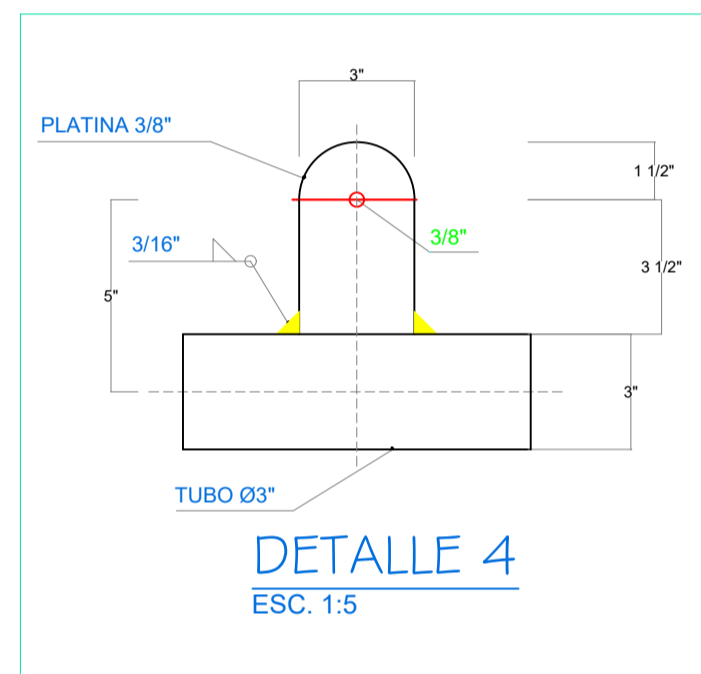
**ESTRUCTURA TIPO E-1  
ELEVACION Y PLANTA**  
ESCALA 1:25



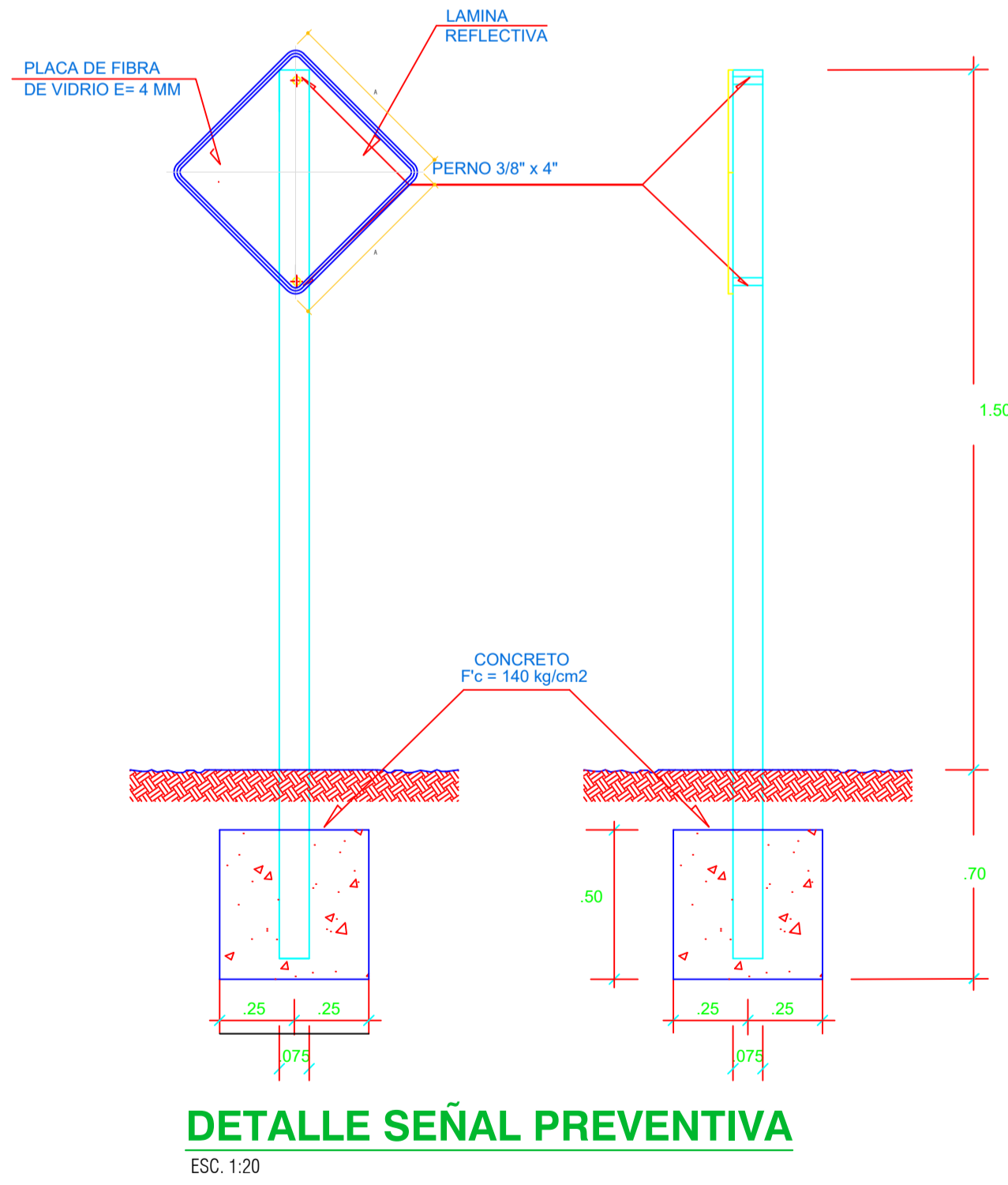
**DETALLE DE ANCLAJE**  
S/E



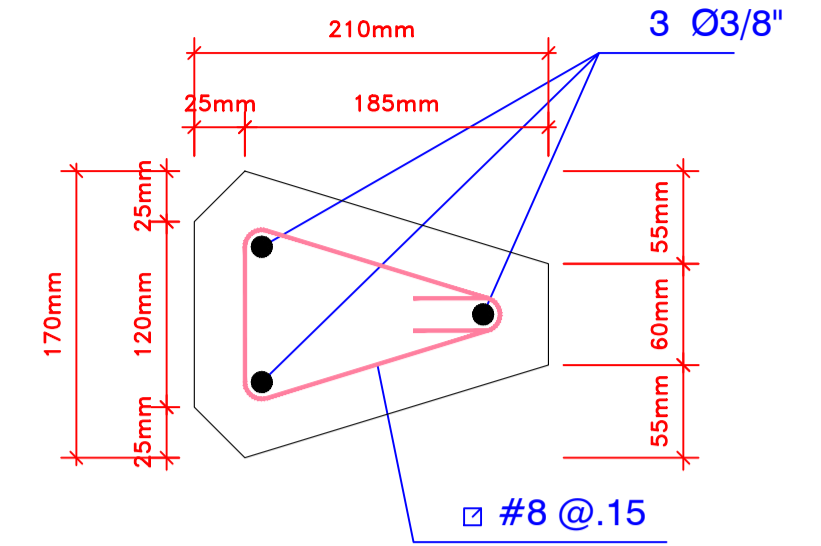
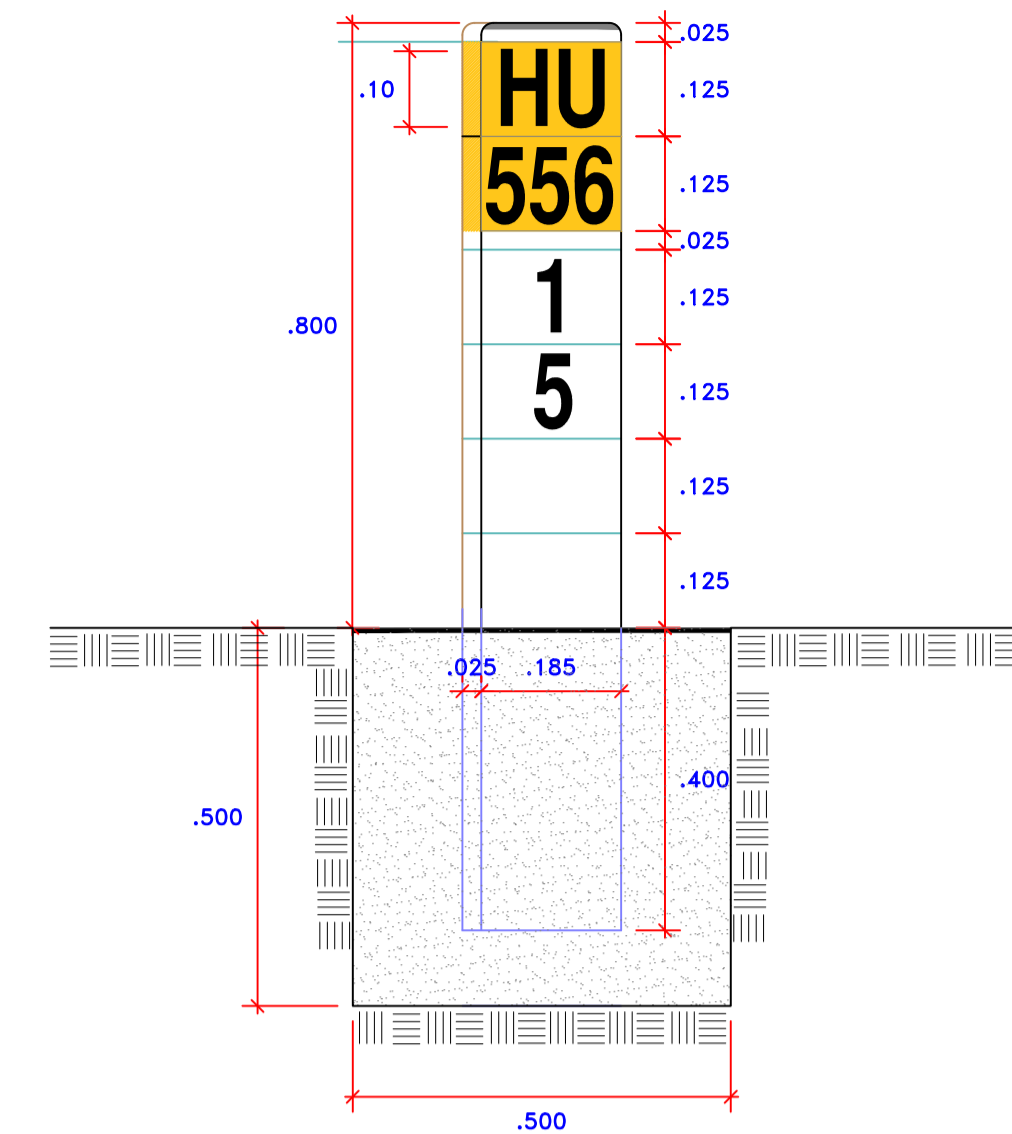
**DETALLE 3**  
ESC. 1:10



**DETALLE 4**  
ESC. 1:5



**DETALLE SEÑAL PREVENTIVA**  
ESC. 1:20

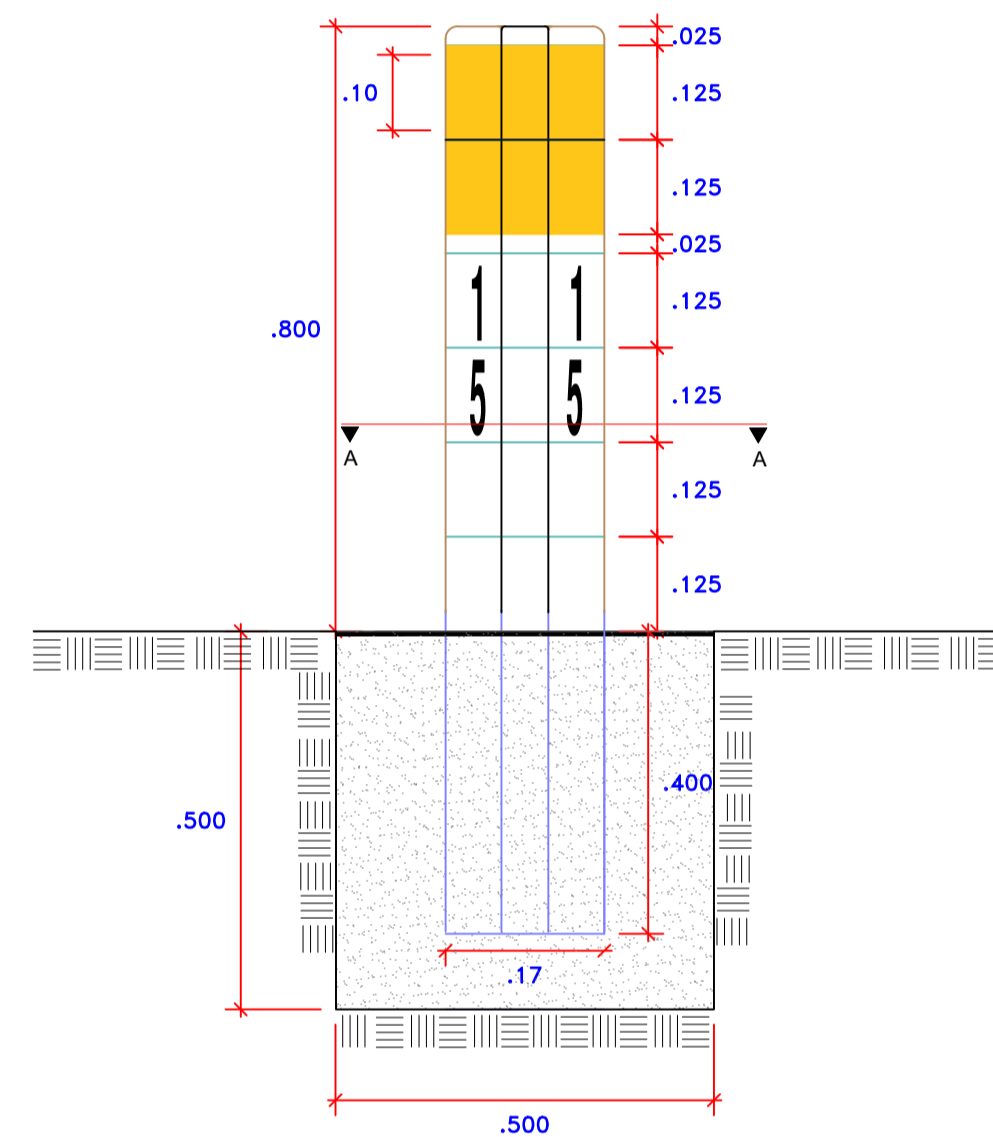


**PLANTA HITO KILOMETRICO**

SECCION A-A  
NOTA: LOS POSTES Y/O HITOS DE CONCRETO SE ENCUENTRAN EN CADA KILOMETRO

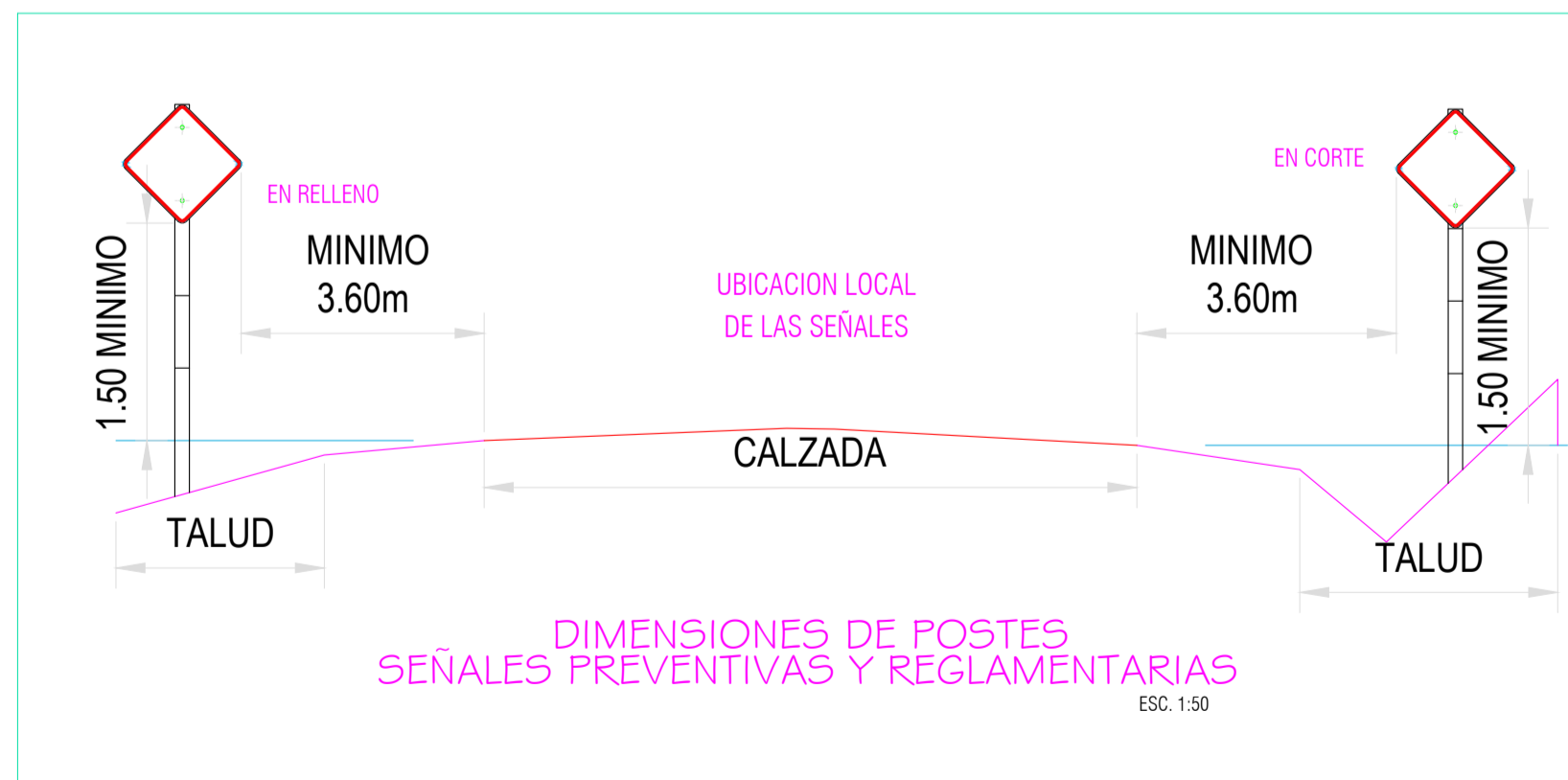
## POSTES KILOMETRICOS

ESC. 1:10



**ELEVACIONES HITO KILOMETRICO**

ESCALA 1:10



**DIMENSIONES DE POSTES  
SEÑALES PREVENTIVAS Y REGLAMENTARIAS**  
ESC. 1:50

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

#### HITOS KILOMETRICOS

- CONCRETO : 140 kg/cm<sup>2</sup>
- ARMADURA : ACERO DE REFUERZO #3 ESTRIBOS DE ALAMBRE N° 8 A 0.15 LONG. 1.20m
- INSCRIPCION : EN BAJO RELIEVE DE 12mm. DE PROFUNDIDAD.
- PINTURA : LOS POSTES SERAN PINTADOS DE BLANCO CON BANDAS NEGRAS DE ACUERDO AL DISEÑO
- CIMENTACION : 0.50x0.50 EN CONCRETO CICLOPEO

#### SEÑALES INFORMATIVAS

- EL COLOR SERA DE FONDO VERDE, LETRAS, SIMBOLOS Y MARCO BLANCO.
- SE COLOCARAN AL LADO DERECHO DEL SENTIDO DE LA VIA.
- LOS POSTES Y/O SOPORTES TENDRAN UNA ALTURA MINIMA DE 3000mm.

#### OTRAS ESPECIFICACIONES

ACERO: VARILLAS ASTM A-615, GRADO 60', fy=4200 kg/cm<sup>2</sup> (CIMENT.)  
 PLATINAS ASTM A-36, fy=3600 kg/cm<sup>2</sup>  
 TUBOS DE ACERO SCHEDULE 40 (GALVANIZADO)  
 SOLDADURA: ELECTRODO AWS-E-6011, ESPESOR MINIMO 3/16"  
 PINTURA: ESMALTE EPOXICO ANTICORROSIVO EPOXICO

#### ESQUEMA DE PINTADO:

CAPA BASE WASH PRIMER VINILICO 1 CAPA 0.5 mils  
 CAPA INTERMEDIO EPOXY 2 CAPA 3.0 mils  
 CAPA ACABADO POLIURETANO 1 CAPA 2.0 mils

#### SEÑALES PREVENTIVAS

- SERAN DE FORMA CUADRADA DE 600 x 600mm. COLOR: FONDO Y BORDE AMARILLO CAMINERO, SIMBOLOS, LETRAS Y MARCO DE COLOR NEGRO.
- SE UBICARAN EN EL SENTIDO DEL TRANSITO APROXIMADAMENTE A 1200mm. COMO MINIMO AL BORDE DE LA CALZADA Y A 3000mm. COMO MAXIMO
- LOS POSTES Y/O SOPORTES SERAN DE CONCRETO ARMADO. DEBERAN SER PINTADOS DE FRANJAS HORIZONTALES BLANCOS CON NEGROS EN ANCHOS DE 500mm.

#### OTRAS ESPECIFICACIONES

ACERO: VARILLAS ASTM A-615, GRADO 60', fy=4200 kg/cm<sup>2</sup> (CIMENT.)  
 PLATINAS ASTM A-36, fy=3600 kg/cm<sup>2</sup>  
 TUBOS DE ACERO SCHEDULE 40 (GALVANIZADO)  
 SOLDADURA: ELECTRODO AWS-E-6011, ESPESOR MINIMO 3/16"  
 PINTURA: ESMALTE EPOXICO ANTICORROSIVO EPOXICO

#### NOTA :

(\*\*) LAS SEÑALES, SE UBICARAN EN CAMPO, DE ACUERDO A LO ESTABLECIDO POR EL MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL TRANSITO AUTOMOTOR PARA CALLES Y CARRETERAS

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UBICACIÓN:

Región: Cajamarca  
 Provincia: San Ignacio  
 Distrito: Tabaconas  
 País: Perú

TESISTA(s):

Adrianzén García, Sucet

ASESOR(s):

Mg. Cubas Armas, Marlon

TESIS:

DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA  
 MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA  
 TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA,  
 2022

DESCRIPCIÓN DEL PLANO

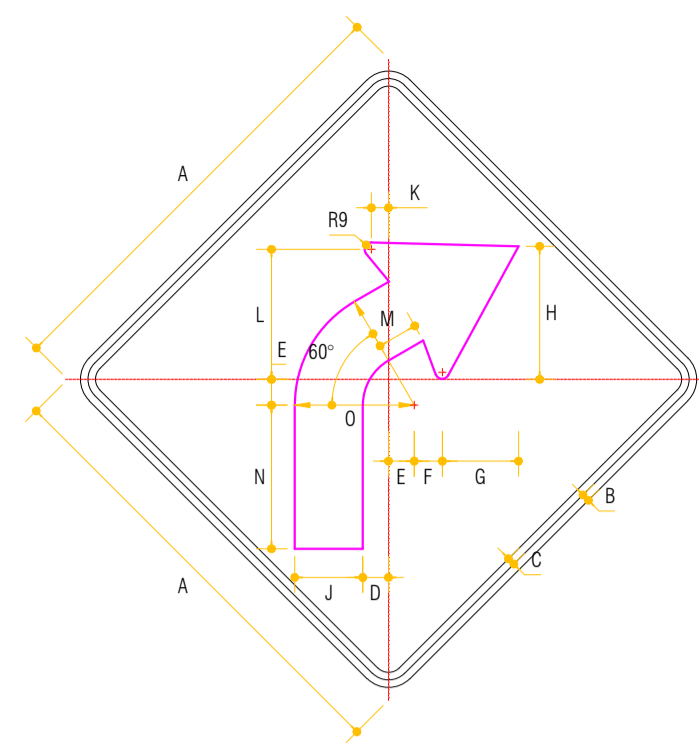
PLANO DETALLES DE  
 SEÑALIZACIÓN

ESCALA:

INDICADA  
 FECHA:  
 JULIO 2022

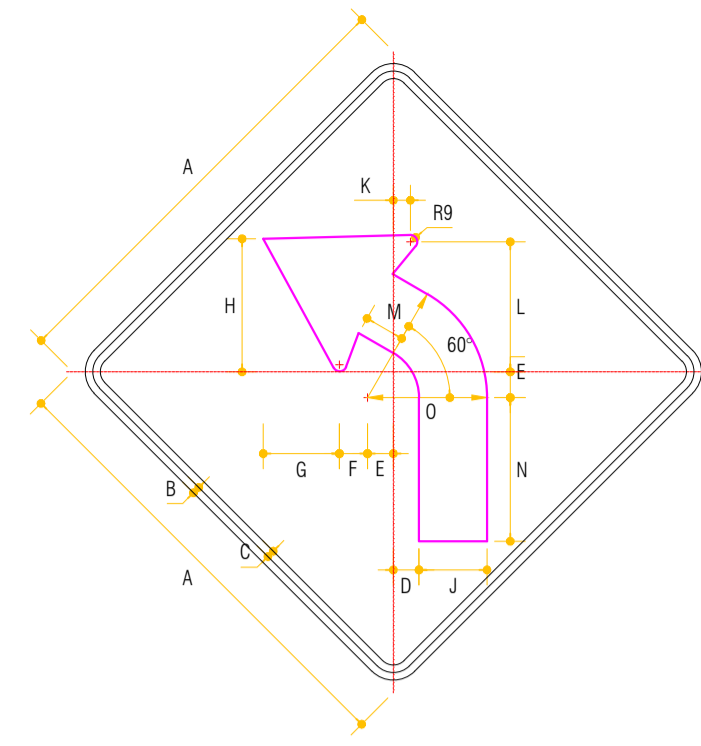
LAMINA N° :

PDS-01



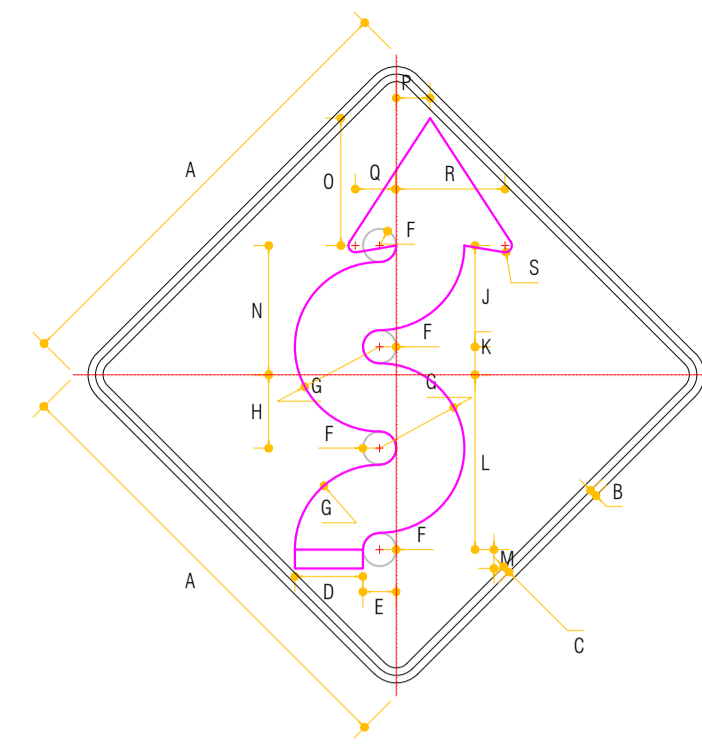
P-2A  
CURVA A LA DERECHA

TIPO	DIMENSIONES (mm.)							
P-2A (600x600)	A	B	C	D	E	F	G	H
	600.0	10.0	10.0	34.0	34.0	38.0	100.0	176.0
	J	K	L	M	N	O	P	
	90.0	22.6	172.0	53.0	190.0	158.0	9.0	



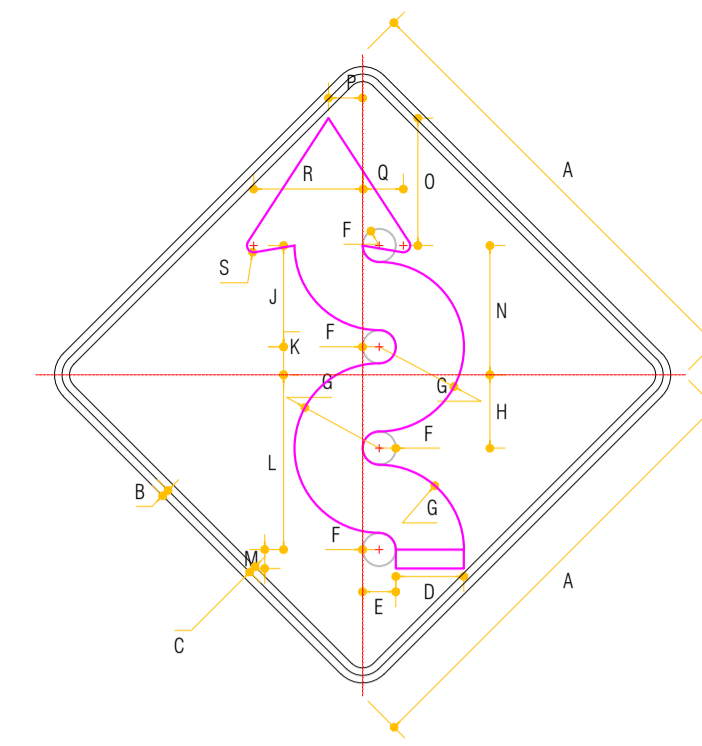
P-2B  
CURVA A LA IZQUIERDA

TIPO	DIMENSIONES (mm.)							
P-2B (600x600)	A	B	C	D	E	F	G	H
	600.0	10.0	10.0	34.0	34.0	38.0	100.0	176.0
	J	K	L	M	N	O	P	
	90.0	22.6	172.0	53.0	190.0	158.0	9.0	



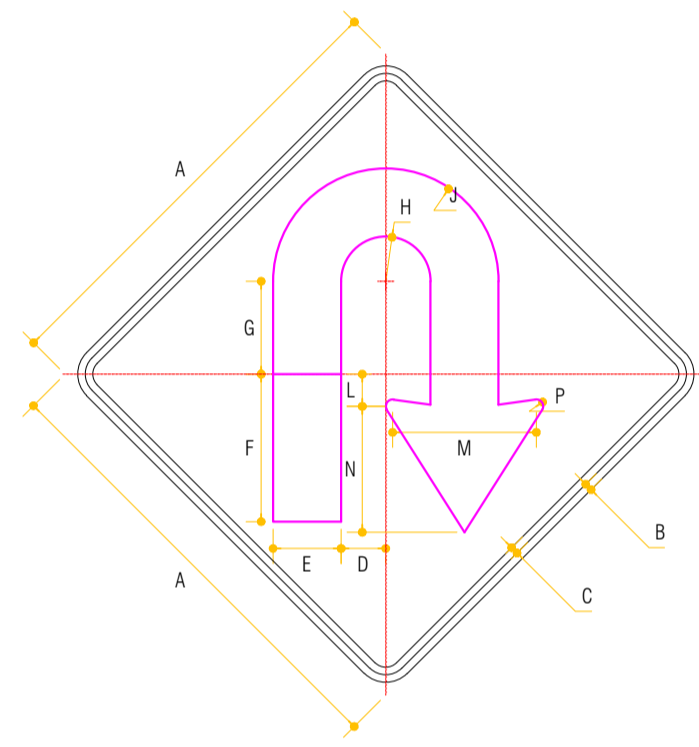
P-5-I  
CAMINO SINUOSO A LA DERECHA

TIPO	DIMENSIONES (mm.)									
P-5-I (600x600)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	
	600.0	10.0	10.0	90.0	44.0	22.0	112.0	97.0	134.0	
	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
	37.0	231.0	25.0	174.0	168.5	45.0	54.0	144.0	9.0	



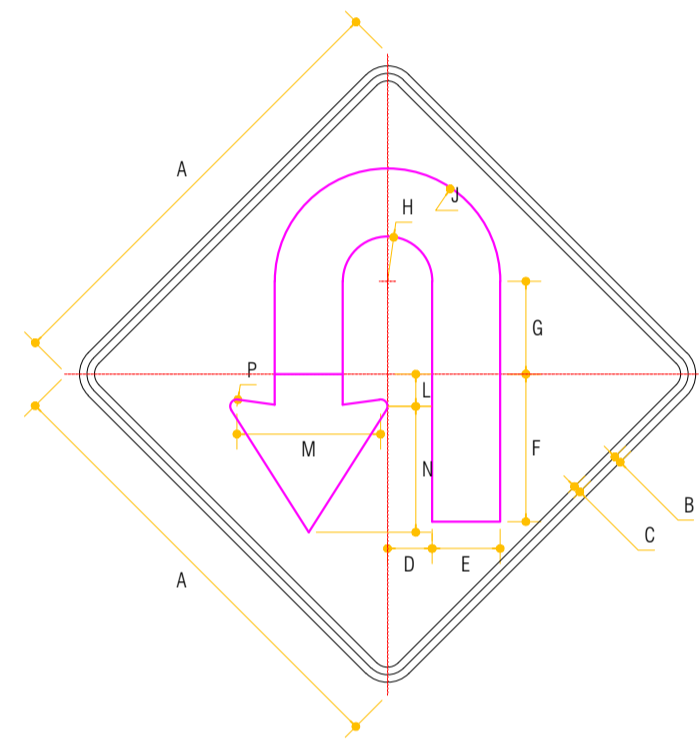
P-5-1A  
CAMINO SINUOSO A LA IZQUIERDA

TIPO	DIMENSIONES (mm.)									
P-5-1 (600x600)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	
	600.0	10.0	10.0	90.0	44.0	22.0	112.0	97.0	134.0	
	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
	37.0	231.0	25.0	174.0	168.5	45.0	54.0	144.0	9.0	



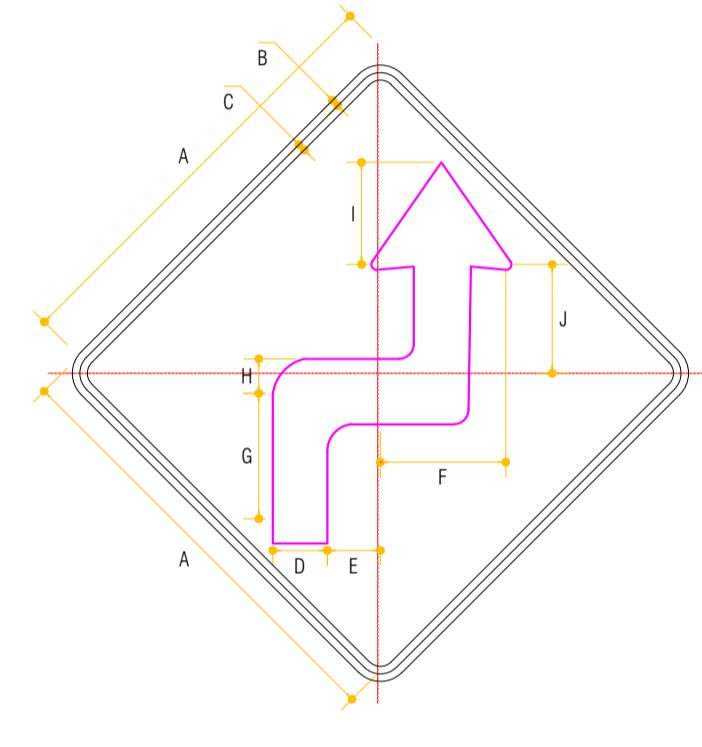
P-5-2A  
CURVA EN U - DERECHA

TIPO	DIMENSIONES (mm.)							
P-5-2A (600x600)	A	B	C	D	E	F	G	H
	600.0	10.0	10.0	59.1	90.0	195.0	122.8	59.1
	J	K	L	M	N	P		
	149.1	40.3	42.6	190.1	168.8	9.0		



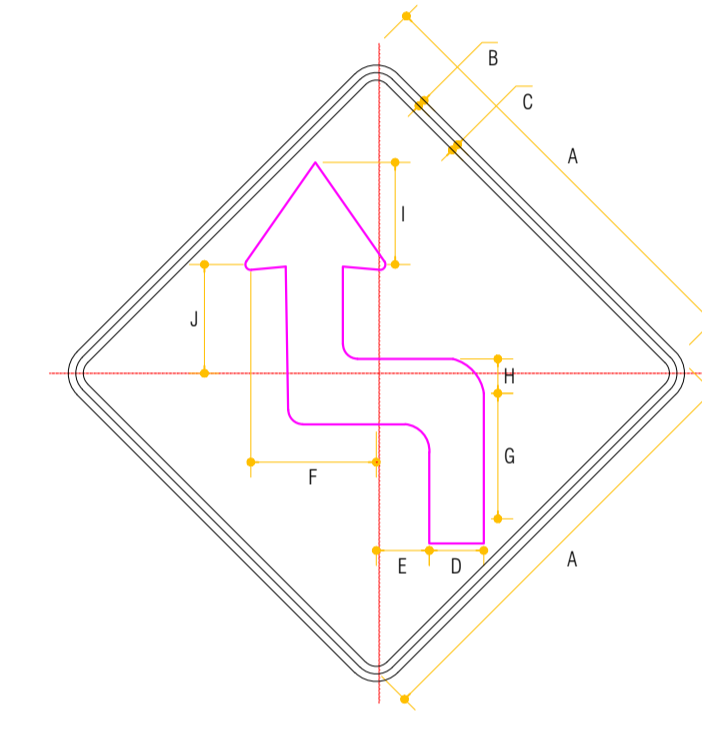
P-5-2B  
CURVA EN U - IZQUIERDA

TIPO	DIMENSIONES (mm.)							
P-5-2B (600x600)	A	B	C	D	E	F	G	H
	600.0	10.0	10.0	59.1	90.0	195.0	122.8	59.1
	J	K	L	M	N	P		
	149.1	40.3	42.6	190.1	168.8	9.0		



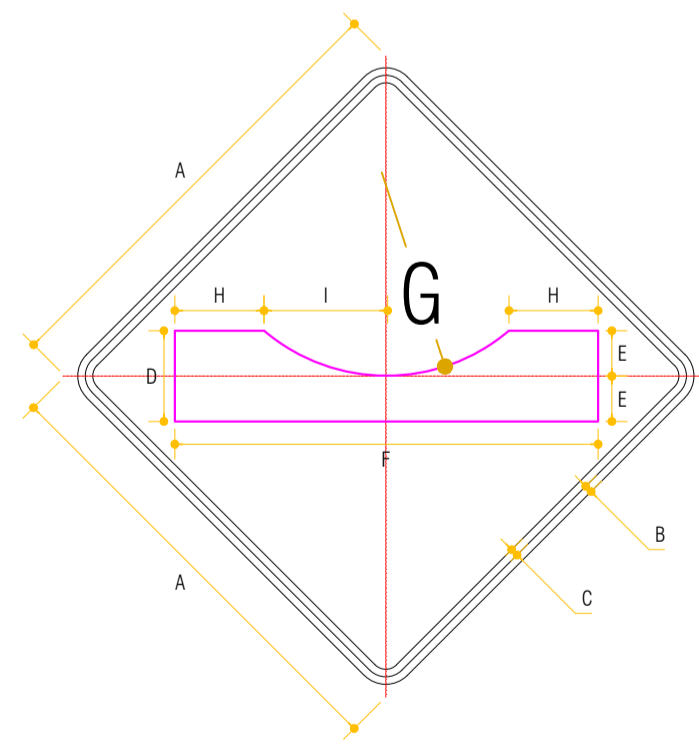
P-3A  
CURVA Y CONTRA-CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA

TIPO	DIMENSIONES (mm.)							
P-3A (600x600)	A	B	C	D	E	F	G	H
	600.0	10.0	10.0	90.0	70.0	160.0	205.0	45.0
	J	K						
	168.5	137.5						



P-3B  
CURVA Y CONTRA-CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA

TIPO	DIMENSIONES (mm.)							
P-3B (600x600)	A	B	C	D	E	F	G	H
	600.0	10.0	10.0	90.0	70.0	160.0	204.9	44.9
	J	K						
	168.5	137.5						



P-34  
PROXIMIDAD DE BADÉN

TIPO	DIMENSIONES (mm.)						
P-5-2A (900x600)	A	B	C	D	E	F	G
	600.0	10.0	10.0	120.0	60.0	560.0	250.0
	H	I					
	118.0	162.0					

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

#### SEÑALES PREVENTIVAS

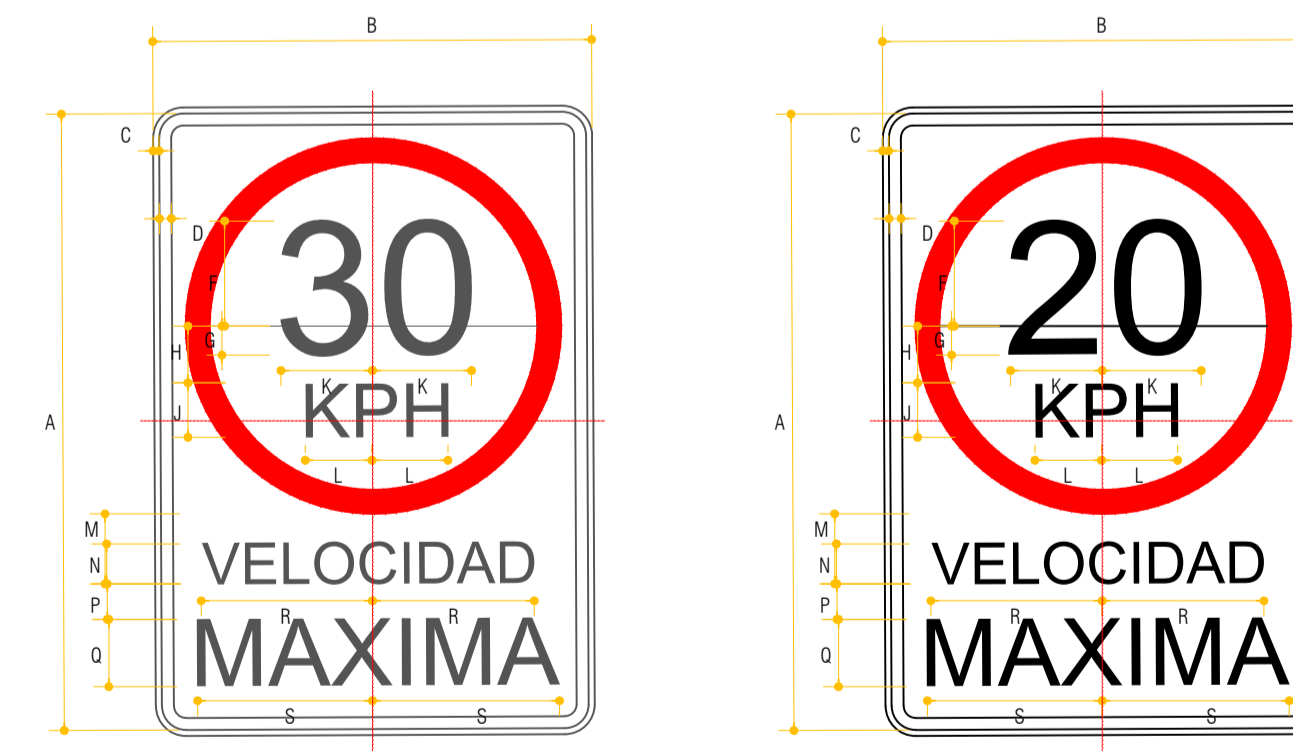
- SERAN DE FORMA CUADRADA DE 600 x 600mm.  
COLOR: FONDO Y BORDE AMARILLO CAMINERO, SIMBOLOS, LETRAS Y MARCO DE COLOR NEGRO.
- SE UBICARAN EN EL SENTIDO DEL TRANSITO APROXIMADAMENTE A 1200mm. COMO MINIMO AL BORDE DE LA CALZADA Y A 3000mm. COMO MAXIMO
- LOS POSTES Y/O SOPORTES SERAN DE CONCRETO ARMADO. DEBERAN SER PINTADOS DE FRANJAS HORIZONTALES BLANCOS CON NEGROS EN ANCHOS DE 500mm.

#### OTRAS ESPECIFICACIONES

ACERO: VARILLAS ASTM A-615, GRADO 60°, fy=4200 kg/cm<sup>2</sup> (CIMENT.)  
PLATINAS ASTM A-36, fy=3600 kg/cm<sup>2</sup>  
TUBOS DE ACERO SCHEDULE 40 (GALVANIZADO)  
SOLDADURA: ELECTRODO AWS-E-6011, ESPESOR MINIMO 3/16"  
PINTURA: ESMALTE EPOXICO  
ANTICORROSIVO EPOXICO

#### NOTA:

(\*\*) LAS SEÑALES, SE UBICARAN EN CAMPO, DE ACUERDO A LO ESTABLECIDO POR EL MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL TRANSITO AUTOMOTOR PARA CALLES Y CARRETERAS



R-30  
SEÑAL VELOCIDAD MÁXIMA

### SEÑALES PREVENTIVAS Y REGLAMENTARIAS

ESC.1/20

TIPO	DIMENSIONES (mm.)									
R-30 (900x600)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	
	900.0	600.0	10.0	20.0	50.0	115.0	60.0	96.0	50.0	
	K	L	M	N	P	Q	R	S		
	158.3	71.7	48.0	75.0	50.0	100.0	228.0	246.1		

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UBICACIÓN:

Región: Cajamarca  
Provincia: San Ignacio  
Distrito: Tabaconas  
País: Perú

TESISTA(s):

Adrianzén García, Sucet

ASESOR(s):

Mg. Cubas Armas, Marlon

TESIS:

DISEÑO INTEGRAL DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR DE LA TROCHA TRAMO TABACONAS-HUASCARAY, SAN IGNACIO, CAJAMARCA, 2022

DESCRIPCIÓN DEL PLANO

DIMENSIONAMIENTO  
SEÑALES PREVENTIVAS

ESCALA:

INDICADA  
FECHA:  
JULIO 2022

LAMINA N° :

PDS-01



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CUBAS ARMAS MARLON ROBERT, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Diseño integral de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular de la trocha Tabaconas - Huascaray, San Ignacio, Cajamarca.", cuyo autor es ADRIANZÉN GARCÍA SUCET, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 07 de Julio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CUBAS ARMAS MARLON ROBERT <b>DNI:</b> 43238974 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9750-1247	Firmado electrónicamente por: CARMASMAR el 07- 07-2022 19:16:00

Código documento Trilce: TRI - 0326848