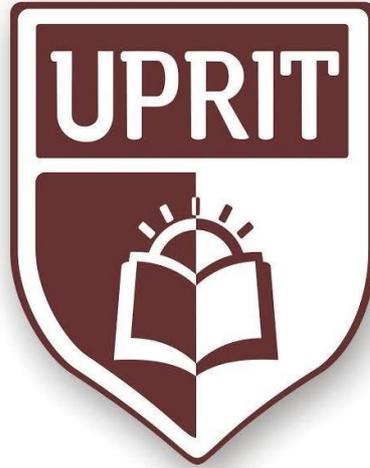


**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN –  
LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE  
CAJAMARCA”**

**TESIS**

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

**AUTORES:**

**BACHILLER LENERD DAVID GOMEZ PEREZ.**

**BACHILLER MARILEY GUILLEN FLORES.**

**ASESOR**

**ING. GUIDO ROBERT MARIN CUBAS**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2021**

**Hoja De Firmas**

**“MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA  
DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA”**

Autores:

Bachiller Lenerd David Gómez Pérez.

Bachiller Mariley Guillen Flores

Miembros Del Jurado

-----  
**PRESIDENTE**

-----  
**SECRETARIO**

-----  
**VOCAL**



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

**DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis abuelos, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; mucho de mis logros a lo largo de mi vida los debo a ellos incluido el presente trabajo y por qué siempre creyeron en mí, ellos son mi fortaleza.

Lenerd David Gómez Pérez



**DEDICATORIA**

A Dios, por darme la oportunidad de cumplir una meta más trazada en mi vida, por guiarme y acompañarme en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de mi formación Profesional.

A mis hijas Mía Valentina y Sofia Guissell, por ser mi motor y mi fortaleza, por su incondicional amor.

A mi mamá Irayda, mi papá Edinson, mi hermana Mileny por su incondicional apoyo en cada decisión tomada.

Mariley Guillen Flores



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

**Agradecimiento.**

Agradecer sobre todo a Dios por permitir realizar esta investigación, así demostrar lo que se ha aprendido durante los 5 años de estudios académicos; de una manera muy especial agradecer a los diferentes docentes de cada especialidad de la carrera de ingeniería civil de la universidad privada de Trujillo, que ellos como mediadores, me han transmitido sus conocimientos sin restricciones como también su apoyo y colaboración para una sólida formación académica, por ultimo agradecer a mis padres y familiares por su apoyo incondicional y paciencia para poder realizar con éxito este trabajo.

Lenerd David Gómez Pérez



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

**Agradecimiento.**

A mis profesores y asesor, gracias por su tiempo, por su apoyo, así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

A mi cuñado Segundo Mostacero, por su apoyo incondicional y tiempo brindado antes y durante el transcurso de la elaboración de mi tesis.

A Jim Pérez, por su apoyo en el transcurso de mi tesis.

Mariley Guillen Flores



## Índice de Contenidos

Abstract .....	13
I.- Introducción .....	14
1.1.- Realidad Problemática .....	14
1.2.- Formulación del Problema .....	16
1.3.- Justificación .....	16
1.4.- Objetivos .....	17
1.4.2.- Objetivos específicos .....	17
1.5.- Línea de Investigación .....	18
1.6.- Alcances y Limitaciones y Viabilidad de la Investigación	18
1.6.1.- Alcances .....	18
1.6.2.- Limitaciones .....	18
1.6.3.- Viabilidad .....	18
II. Marco Teórico .....	19
2.1.- Antecedentes .....	19
2.2.- Bases Teóricas .....	22
2.2.1.2.- Clasificaciones según su demanda .....	22
2.2.1.3. Clasificación según condiciones orográficas .....	23
2.2.2. Parámetros Básicos Para El Diseño .....	23
2.2.3. Estudio De La Demanda De Tráfico .....	47
2.2.4. Elementos De Diseño Geométrico .....	48
2.2.4.1. La Velocidad de Diseño .....	48
2.2.4.2. Velocidad de circulación .....	49
2.2.4.3. La sección transversal del diseño .....	49
2.2.4.4. Tipo de superficie de rodadura .....	50
2.2.5. Distancia De Visibilidad .....	50
2.2.5.1. Visibilidad de parada .....	50
2.2.5.2. Visibilidad de adelanto .....	51
2.2.5. Alineamiento Horizontal .....	52
2.2.7. Curvas Verticales .....	54
2.2.9. Pendientes .....	57
2.2.10. Secciones Transversales .....	57
2.2.10.2. Bermas .....	58
2.2.10.3. Bombeo .....	58
2.2.10.5. Ancho de la plataforma .....	59
2.2.11. Sección Transversal Típica .....	60
2.2.12. Afirmado .....	61
2.2.13. Diseño De Afirmado .....	62
2.2.14.- Señalización .....	66
2.3.- Bases Normativas .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.- Definición De Términos Básicos .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
III. Metodología De La Investigación .....	75
3.1.- Planteamiento de la Hipótesis .....	75
3.2.- Tipo y Diseño de Investigación	75
3.2.1.- Tipo de Acuerdo al Diseño .....	75
3.2.2.- Diseño de la investigación .....	75
3.3.- Definición de Variables a.- Variable .....	76
3.5.- Población y Muestra	78
3.5.1.- Población .....	78
3.5.2.- Muestra .....	78
3.6.- Técnicas, Procedimientos e Instrumentos	78
3.6.1.- Para Recolectar Datos .....	78
3.6.2.- Para Procesar Datos Utilización de cuadros estadísticos porcentuales .....	79
5.2.- Estudio De Mecánica De Suelos Y Canteras .....	121



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

5.2.1- Estudio De Canteras: .....	123
5.3.- Estudio Hidrológico .....	127
5.3.3.- Información Climatológica Especifica .....	128
5.3.4.- Hidrología de Drenaje Superficial. ....	128
5.3.5.- Hidrología de Cunetas y/o Canales de Coronación.....	128
5.3.6.- Intensidades de Diseño. ....	129
5.3.7.- Hidrología de Badenes y Alcantarillas.....	129
5.3.8.- Alcantarillas. ....	129
5.3.9.- Determinación de Caudales.....	136
5.3.10.- Capacidad de Degradación de la Cuenca .....	137
5.3.11.- Hidrología del Drenaje Superficial .....	138
5.4.- Diseño Geométrico.....	138
5.4.2.-Seccion Transversal de Diseño.....	139
5.4.3.- Superficie de Rodadura.....	139
5.4.4.- Criterios de Diseño Geométrico. A.- Clasificación. ....	139
5.4.5.- Identificación De Zonas Inestables. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.4.6.- Características Geométricas. ....	142
5.4.7.- Diseño Del Alineamiento Horizontal.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.4.8.- Secciones Transversales.....	142
5.4.9.- Diseño Del Perfil Longitudinal. ....	143
5.5.- Estudio De Tráfico Estudio de la Demanda .....	143
VI. - Discusión De Resultados .....	145
VII.- Conclusiones .....	146
VIII.- Recomendaciones.....	147



## Índice De Tablas

Tabla 01: Equipos de topográficos .....	41
Tabla 02: Datos de Población Censo 2,009 .....	46
Tabla 03: Número de Calicatas para Exploración de Suelos .....	57
Tabla 04: Número de CBR para Exploración de Suelos.....	57
Tabla 05: Número de Calicatas y su Ubicación .....	58
Tabla 06: Determinación de Intensidades del Proyecto.....	68
Tabla 07: Intensidades de lluvia del proyecto .....	69
Tabla 08: Aplicación del modelo, intensidades máximas.....	70
Tabla 09: Determinación de probabilidades .....	71
Tabla 10: Prueba de Smirnov kolmogorov .....	72
Tabla 11: Intensidades máximas calculadas por método de Gumbel.....	73
Tabla 12: Determinación de caudales.....	75
Tabla 13: Dimensionamiento de alcantarillas y aliviaderos .....	80
Tabla 14: Dimensionamiento de badenes .....	82



## Índice De Figuras

Figura 01: Velocidad de diseño .....	14
Figura 02: Distancia de visibilidad de parada .....	14
Figura 03: Distancia de visibilidad de adelantamiento .....	17
Figura 04: Ángulos de deflexión máximos que no requiere curva horizontal .....	18
Figura 05: Radios mínimos y peraltes máximos .....	19
Figura 06: Longitudes mínimas de transición de bombeo y transición del Peralte .....	20
Figura 07: Índice para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa .....	22
Figura 08: Índice para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava .....	22
Figura 09: Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas .....	23
Figura 10: Tipos de curvas verticales simétricas asimétricas.....	23
Figura 11: Pendientes máximas.....	24
Figura 12: Ancho mínimo deseable de la calzada en tangente (metros).....	25
Figura 13: Bombeos de la calzada.....	26
Figura 14: Valores referenciales para taludes en corte (relación H: V).....	27
Figura 15: Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes).....	27
Figura 16: Sección transversal típica .....	28
Figura 17: Señales de adelanto .....	34
Figura 18: Señales preventivas – curvatura horizontal .....	34
Figura 19: Ejemplos de señales de dirección .....	35
Figura 20: Ubicación del departamento de la libertad .....	43



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

Figura 21: Ubicación de la provincia de Cajamarca.....	<b>43</b>
Figura 22: Ubicación del distrito de Baños del Inca .....	<b>44</b>
Figura 23: Vista de los caseríos en estudio .....	<b>44</b>
Figura 24: Selección de calicatas para muestra.....	<b>60</b>
Figura 25: Zanjas de coronación .....	<b>79</b>
Figura 26: Taludes de corte.....	<b>88</b>
Figura 27: Taludes de relleno .....	<b>88</b>
Figura 28: Taludes de corte y de relleno.....	<b>89</b>



### **Resumen**

En el Perú el diseño y mejoramiento de carreteras es uno de los proyectos de mayor importancia, debido a su contribución al desarrollo del país o regiones, provincias, distritos, ciudades y pueblos.

Teniendo en cuenta aspectos socioeconómicos y culturales de la zona, los cuales justifican el presente proyecto, es que se plantea el mejoramiento de esta trocha carrozable de Tercera Categoría, por donde podrá transitar fácilmente un camión de dos ejes (C2).

El presente trabajo tiene como fin de realizar el mejoramiento de la trocha carrozable ubicado entre la Provincia de Celendín y el Centro Poblado de Llanguat, el tramo inicia en la intersección del Jr. Ayacucho y la quebrada San Juan de Miraflores, sobre una alcantarilla de concreto ya existente del Distrito de Celendín, siguiendo la ruta al Centro Poblado de Llanguat, para esto vamos a realizar los estudios bien detallados de la trocha carrozable como son: estudio de suelos, levantamiento topográfico, estudio de tráfico, diseño geométrico de mejoramiento de la trocha carrozable, aplicando los conocimientos técnicos de la ingeniería y la normatividad vigente por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Este mejoramiento proporcionara una mejor calidad de vida de los pobladores al tener un mejor acceso a los centros de salud, educación, mercados y un desarrollo socio-económico.

Con la ayuda de un eclímetro se procedió a trazar la línea de gradiente, teniendo como base, esta línea se trazó una poligonal auxiliar que permitió hacer el levantamiento topográfico (mediante radiación), de la mayor cantidad posible de puntos de la gradiente de una faja de 40 m. aproximadamente. Con los datos obtenidos en campo se procedió a realizar, en gabinete y posteriormente la poligonal definitiva, realizando el trazo del eje de la carretera. Los parámetros de diseño para esta vía están desarrollados de acuerdo a las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras.

Finalmente se concluyó por el estudio de tráfico, que el camino vecinal es de regular tránsito por tanto solo se puede hacer un mantenimiento a nivel de rasante del referido estudio.

Palabras claves: Estudio de mejoramiento de la trocha carrozable, levantamiento topográfico, estudio de suelos, diseño geométrico.



### Abstract

In Peru, the design and improvement of highways is one of the most important projects, due to its contribution to the development of the country or regions, provinces, districts, cities and towns.

Taking into account socio-economic and cultural aspects of the area, which justify this project, it is that the improvement of this Third Category carriageway is proposed, where a two-axle truck (C2) can easily travel.

The purpose of this work is to improve the carriageway located between the Province of Celendín and the Centro Poblado de Llanguat, the section begins at the intersection of Jr. Ayacucho and the San Juan de Miraflores stream, over a concrete culvert existing Celendín District, following the route to the Llanguat Town Center, for this we are going to carry out well-detailed studies of the carriageway such as: soil study, topographic survey, traffic study, geometric design to improve the path buoyant, applying the technical knowledge of engineering and the regulations in force by the Ministry of Transport and Communications. This improvement will provide a better quality of life for the residents by having better access to health centers, education, markets and socio-economic development.

With the help of an eclimeter, the gradient line was drawn, based on this line an auxiliary polygonal was drawn that allowed the topographic survey (by radiation) to be carried out of the greatest possible number of points of the gradient of a strip 40 m. approximately. With the data obtained in the field, the final polygonal was carried out in the office and later, drawing the axis of the road. The design parameters for this road are developed according to the Peruvian Standards for the Design of Roads.

Finally, it was concluded from the traffic study that the neighborhood road is for regular traffic; therefore, only maintenance can be done at the level of the referred study.

**Keywords:** Improvement study of the carriageway, topographic survey, soil study, geometric design.



## **I.- Introducción**

### **1.1.- Realidad Problemática**

La problemática de las carreteras en el Perú se toma por la falta de preocupación de parte del gobierno local y central, según las informaciones recogidas sobre los problemas y posibles consecuencias para así poder obtener conclusiones entorno al desarrollo de nuestro país.

La infraestructura vial en el Perú está caracterizado en cuanto a la calidad y cantidad, porque todos los peruanos sabemos a simple vista y expectativa que todas nuestras autoridades son responsables de nuestro país, pero no le prestan la atención necesaria y este es el principal problema para el desarrollo a nivel de país; ya que si se construyeran muchas vías no solo daríamos comunicación a pueblos alejados si no también empleo tanto como para la construcción y mantenimiento de éstas.

Los objetivos están basados en cierta investigación en la cual se vio conveniente dar a conocer a la población porque la falta de la infraestructura vial interfiere en el desarrollo del Perú.

Se sabe que, las carreteras son la mejor inversión económica ya que ayudan al desarrollo del país. La importancia de dar a conocer la problemática de la infraestructura vial en el Perú es hacerlo realidad a la cual nos enfrentamos todos los habitantes porque como se sabe al carecer de estas no podemos llegar a un óptimo desarrollo a nivel de país puesto que la infraestructura vial es primordial para el avance del Perú.

Al realizar esta investigación quiero dar a conocer mi preocupación de este gran problema al cual nos enfrentamos los peruanos a diario para de repente de esta manera tomemos conciencia y exijamos la construcción de estas vías para que el desarrollo del Perú siga en ascenso.

Conocedores del mal estado en el que se encuentra actualmente la trocha carrozable Celendín – Llanguat y conscientes de nuestra responsabilidad como parte integrante de la Universidad Privada de Trujillo, es que tratamos de contribuir a solucionar esta problemática, planteando el Mejoramiento de la mencionada vía de comunicación, beneficiando de esta manera a las comunidades usuarias de dicha vía. Este proyecto es de vital importancia por ser una zona netamente turística. (Aguas Termales de Llanguat).



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

(Problemática de la infraestructura vial en el Perú, [www.slideshare.net](http://www.slideshare.net)).

La existencia de recursos no es el único factor determinante para la construcción de carreteras de calidad, sin duda también existen factores geográficos. Por ejemplo, **Brasil**, una nación que sale por debajo de Panamá en el ranking de países con mejor infraestructura mundial tiene dimensiones continentales y el reto de mantener una red de 1,580,965 km de carretera cuatro veces mayor a México y casi 100 veces más grande que la de Panamá, Brasil tiene una red en carreteras que alcanzan una extensión de más de 1.8 millones de km que constituye el principal medio de transporte de pasajeros de Brasil, siendo la red más larga de América latina, en promedio de 96000 km de estas vías están pavimentadas y en general se encuentran en buen estado de conservación, especialmente en el sur y el litoral del país. A diferencia, de algunas regiones apartadas de las zonas metropolitanas se encuentran caminos de grava y tierra principalmente en áreas de la selva amazónica, donde muchos caminos son difíciles principalmente en épocas de invierno. (Fajardo, 2015).

En **Colombia** sus redes de infraestructura vial se encuentran en malas condiciones del 100% de sus carreteras, un aproximado del 60% se llegan a dar mantenimiento relativo, el disponer de centros de producción lejanos a los puertos ocasiona un costo alto para el transporte de mercancías de exportación y en materiales primas de importación, generando problemas serios para competir en los mercados externos. (Jaramillo, 2003)

En **Perú**; el estado actual de las carreteras eleva hasta tres veces el costo del transporte para las empresas que operan en el país, se sostiene que debido a la diversidad geográfica del país, las diferencias en términos de costos entre una carreta asfaltada y una trocha pueden ser determinante, para la viabilidad de cualquier operación empresarial, según un estudio realizado por la universidad del Pacífico en la costa (entre cero y 1,000 m.s.n.m) los costos de transporte de carga pueden aumentar hasta en 58% con una vía afirmada y en 115% con un camino de trocha asimismo entre los 1,000 a 2,500 metros este costo aumenta en 110% para caminos afirmados, y 190% en trochas, mientras que, para zonas ubicadas a más de los 2,500 metros, el flete se incrementa en 80% en carreteras afirmadas y en 290% en trochas (MTC, DG-2014)

En el departamento de Cajamarca: el mejoramiento de la carretera ha permitido el desarrollo de varios centros poblados dedicadas a la agricultura, ganadería y por ser un centro turístico. (Fuente Propia)



En la zona sierra existe una red vial suficiente (aunque con escaso mantenimiento rutinario), pero que permite el acceso vial a los diversos centros de producción como Chota, Cutervo y Celendín (ganadería), San Marcos y Cajabamba (agricultura),

A lo largo de toda la historia, uno de los problemas primordiales del país ha sido y es el transporte. Actualmente no contamos con una red vial adecuada para cubrir las necesidades existentes en nuestros pueblos, especialmente en los caseríos más alejados, originando de esta manera el subdesarrollo.

En tiempos de invierno la vía se convierte intransitable, puesto que no cuenta con sistemas de drenaje y alcantarillado de evacuación de aguas, esto genera derrumbes y la formación de charcos de agua, la trocha carrozable mencionada cuenta con un solo carril, y con bastantes curvas que limita el buen desarrollo de los vehículos y también con un ancho de vía que varía entre los 3.5m a 4m, siendo un problema enorme para los transeúntes y conductores.

La construcción de la vía, contribuiría con la mejora de la calidad de vida del poblador, ya que mejorarán los precios de sus productos y por ende el poder adquisitivo, para acceder con mayor facilidad a los servicios de salud y educación y sobre todo la parte turística; ya con este mejoramiento tendrá mayor concurrencia de turistas.

### **1.2.- Formulación del Problema**

¿Qué Características Técnicas Deberá Tener el Diseño del Mejoramiento de la Trocha Carrozable Celendín – Llanguat, Provincia de Celendín – departamento de Cajamarca?

### **1.3.- Justificación**

El “Proyecto de Mejoramiento de la Trocha Carrozable Celendín – Llanguat”, se justifica por que beneficiará en forma económica, turística y productiva al caserío de Llanguat así como a los distritos de La Libertad de Pallan, Cortegana y Miguel Iglesias, permitiendo un tránsito permanente. Se considera la necesidad de los pobladores de trasladar su producción y bienes de éste lugar hacia un mejor mercado, como es el caso de la provincia de Celendín, facilitando de esta manera el intercambio comercial e impulsando el desarrollo socio-económico.



## **MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

Este proyecto beneficiará a la comunidad de Llanguat; es que los visitantes no sólo aprovecharán las cualidades de sus Aguas termales y de su clima, si no que adquirirán los productos de éste rico valle tales como: Frutales, caña de azúcar y derivados procesados, tubérculos, ganadería y aves, y así elevar el ingreso económico de los pobladores.

Esta vía de comunicación contribuirá a la integración de las comunidades beneficiarias con la Provincia de Celendín y consecuentemente con la ciudad de Cajamarca y la Costa.

Las comunidades beneficiadas constituyen algunas de las unidades de producción agropecuaria colectivas importantes de la provincia de Celendín; tanto en superficie como en producción y organización. A continuación se presentan los siguientes cuadros estadísticos acerca de los recursos naturales y productivos de las comunidades beneficiadas.

### **1.4.- Objetivos.**

#### **1.4.1.- Objetivos generales.**

- Elaborar un documento técnico que permita a las entidades competentes llevar a cabo la ejecución del proyecto “Proyecto de Mejoramiento de la Trocha Carrozable Celendín – Llanguat”.

#### **1.4.2.- Objetivos específicos**

- Realizar el Diseño Geométrico de la vía, teniendo en cuenta las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras.
- Diseñar el espesor de afirmado con criterio técnico – económico.
- Realizar el estudio hidrológico para el respectivo diseño de obras de arte.
- Mejorar la interrelación entre los pobladores y los turistas que visitan la zona.
- Elevar el nivel socio – económico y la capacidad de intercambio de bienes y servicios entre las poblaciones beneficiarias.
- Permitir la explotación racional de los recursos económicos y el intercambio con los demás centros productivos de la Región.
- Realizar una evaluación del estado actual de la vía y proponer una mejor alternativa de solución.



### **1.5.- Línea de Investigación**

- **Línea.** - Ciudades e Infraestructura
- **Área.** - Transporte y Diseño Urbano Sostenible

### **1.6.- Alcances y Limitaciones y Viabilidad de la Investigación**

#### **1.6.1.- Alcances**

- Contamos con el gran apoyo de la Municipalidad Provincial de Celendín, que nos facilitó con la movilidad.
- El estudio de mecánica de suelos lo realizamos de acuerdo a lo establecido por la universidad Privada de Trujillo.

#### **1.6.2.- Limitaciones**

- La escasa movilidad que existe desde Provincia de Celendín hacia al CP de Llanguat, que es la zona de estudio con un promedio de 1 hora 30 minutos de viaje.

#### **1.6.3.- Viabilidad**

- Este proyecto que se está realizando tiene una completa veracidad, podrá ser investigado y constatado las pésimas condiciones en la que se encuentra el camino vecinal.



## II. Marco Teórico

### 2.1.- Antecedentes.

**Bonilla (2017)**, en su investigación “Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo, Emp. LI842 (Vaquería) – Pampatac – Emp. LI838, distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, Departamento de La Libertad”, tenía como objetivo desarrollar el diseño geométrico para el mejoramiento de la carretera, el criterio que se utilizó para el levantamiento del terreno fue de 20 metros a la derecha y a la izquierda, con un radio de 50 metros, en el estudio de suelos se hicieron 8 calicatas de 1.00 x 1.00 m y de 1.50 m. de profundidad alejadas a 1 km uno del otro, el estudio hidrológico y obras de artes determinaba el dimensionamiento de las cunetas, alcantarillas, badén y pontones, los modelos de distribución de los datos hidrológicos fueron 8 métodos, el diseño geométrico fue elaborado de acuerdo a las normas peruanas DG-2014, se concluyó que el estudio topográfico indico que es un terreno accidentado tipo 3, el estudio de mecánica de suelos determinó que el CBR de la sub- rasante dio como resultado 8.43%, ubicándola dentro de un estado de mala sub-rasante, razón por la cual se optó por diseñar una carpeta de afirmado con una base de 25 cm y una sub-base de 15cm, el Diseño Geométrico de la ruta satisfacía a todos las condiciones establecidos en la DG-2014, el estudio de impacto ambiental determinó que el impacto negativo se dará al momento de definir el trazo de la carretera, se elaboró el detalle del presupuesto alcanzando un importe de S/. 7, 449,256.62 del proyecto.

**Cárdenas (2017)**, en su investigación “Diseño de la Carretera de Pampa Lagunas- Jolluco, distrito de Cascas- provincia de Gran Chimú – Departamento la Libertad”, tenía a modo de objetivo diseñar la carretera Pampa Lagunas- Jolluco con la intención de conseguir el crecimiento socioeconómico, científico y turístico de los ciudadanos implicados, se elaboraron estudios de levantamiento topográfico del terreno, el diseño geométrico respectivo de la carretera, estudio de mecánica de suelos de la vía , estudio hidrológico y de drenaje, estudio de impacto ambiental y la elaboración del análisis de costos y presupuestos, concluyendo que el plan que se tiene es ambientalmente viable ,y su realización genero impactos provechosos para los beneficiarios de la ruta además el progreso socioeconómico de la población involucrada de Pampa Lagunas y Jolluco , el impacto perjudicial se realizó en la fase de realización de la construcción como el



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

desplazamiento del suelo y el traslado de material sobrante ocasionó los grandes deterioros del medio ambiente y para ello se utilizó medidas de atenuación.

**Miñano (2017)**, en su investigación “Diseño de la Carretera Cruce Huamanmarca- Loma Linda, distrito de Mache, provincia Otuzco, Departamento La Libertad” tuvo como objetivo desarrollar el diseño de la carretera Cruce Huamanmarca – Loma Linda, para la ejecución del levantamiento topográfico se tuvo en cuenta el sistema compuesto por las particularidades que muestra la superficie, el estudio de suelos se basó en realizar 3 calicatas con 1.00 x 1.00 m. a una profundidad de 1.50 m, estos fueron elaborados cada 1 km , el estudio hidrológico y obras de arte consistió en analizar las características hidrológicas, geomorfológicas de quebradas y plantear los máximos caudales con 25, 50, 100 y 200 años, el planteamiento geométrico se elaboró en base al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2014), en el estudio de impacto negativo se halló las emisiones sonoras y modificaciones paisajistas y en el impacto positivo estuvieron la generación de empleo, la mejora de la calidad de vida y la disminución de accidentes, concluyendo que los beneficios positivos beneficiaron a la población

**Peña (2017)**, en su investigación “Diseño de la carretera tramos: Alto Huayatan- Cauchalda – Rayambara, distrito de Santiago de Chuco, provincia de Santiago de Chuco, Departamento de la Libertad” tenía como objetivo elaborar el proyecto de la vía parte, Alto Huayatan- Cauchalda – Rayambara, también se realizaron estudios así como el levantamiento topográfico, el análisis de mecánica de suelos, el planteamiento geométrico para una vía a nivel de pavimento flexible en caliente y el impacto ambiental que el proyecto tendrá, concluyendo que la nueva pista que se ejecutó permitió aumentar en gran fracción los requisitos de accesibilidad, lo cual beneficiará a las tareas rentables, mercantiles y a la vez accederá a incorporar a los caseríos colindantes.

**Reyes (2017)**, en su investigación “Diseño de la Carretera en el Tramo, el Progreso- Tiopampa, distrito de Chugay, provincia de Sánchez Carrión, Departamento de la Libertad” tenía como objetivo desarrollar el diseño para la construcción de la carretera vecinal que permitía conectar el caserío del Progreso con el sector Tiopampa, se aplicó el diseño no experimenta- descriptivo simple, el proyecto se basó a las normas vigentes y tuvo como finalidad el satisfacer las necesidades de los centros poblados implicados en el proyecto y se concluyó que el diseño fue una vía de tercer tipo , con una máxima



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

velocidad de diseño de 30 km/h, con unas inclinaciones máximas de 10%, se tuvo una estructura conformada por base, sub-base y micro pavimento con espesores de 15 cm, 25 cm y 1 cm respectivamente, el costo que tuvo el proyecto fue de S/. 3'782,699.01.

**Aguilar (2016)**, reporta en su investigación “Diseño geométrico y pavimento flexible para mejorar accesibilidad vial en tres centro poblados, Pomalca, Lambayeque – 2016”, tenía como objetivo esquematizar el trazo exacto y el pavimento dúctil para aumentar la asequibilidad vial en tres centros poblados de Torres Belon, El Invenillo y El Lino desde el km 12.26 de la pista de Chiclayo, el diseño de la investigación es no experimental, contando con una población de 208 viviendas en cada caserío y se trabajó con una muestra de 2600 metros de camino vecinal, los trabajos de campo concluyeron que era necesario 6 calicatas cada 500 metros, cuya profundidad fueron de 1.50 metros cada una, estas fueron ubicadas al margen de la vía, se recomendó que la sub-rasante debería ser compactada al mínimo que es el 95% de consistencia límite seca del próctor modificado, también debe tener un sistema de drenaje longitudinal y transversal.

**Sánchez (2016)**, elaboró el “Diseño para el mejoramiento de la carretera La Calera – Villa San Isidro – Pacasmayo – La Libertad”, del cual su objetivo es diseñar la carretera La Calera – Villa San Isidro, para ello se clasificó según su volumen de tráfico como una carretera de tercera clase, de la cual su velocidad directriz es de 30km/h con una pendiente máxima del 8%. Al realizar el estudio de suelos se detectaron 6 pozos exploratorios y no se encontró nivel freático a una profundidad de 1.5m. Se diseñó una carretera de 6 m de plataforma con 0.50 m de berma y un bombeo del 2%. Este proyecto costará 2'158,602.34 soles, el cual se ejecutara en 3 meses según la programación de Diagrama de Barra de Gantt.



## 2.2.- Bases Teóricas

### 2.2.1. Diseño Geométrico.

#### 2.2.1.1. Generalidades.

El reconocimiento es la etapa de un proyecto del trazo de una carretera, es un estudio general de la zona por donde se pretende pasar su eje; cuyo propósito es determinar in situ los aspectos más saltantes de la topografía de la zona, teniendo en cuenta los lugares obligados de paso y los lugares de control naturales y artificiales, pudiendo también describir la posible ubicación de las obras de drenaje, Puentes, Pontones, Alcantarillas, Badenes, etc.

Un aspecto fundamental en el reconocimiento, es la obtención de la mayor información posible referente a la zona en estudio, para tener una idea más exacta de la localización y determinación del tipo de carretera a construirse.

El diseño geométrico de una carretera o vía en el terreno, comprende la determinación de los parámetros de diseño de la carretera, diseño de afirmado y la señalización de la vía. Respondiendo a una necesidad social y económica. Estos conceptos se correlacionan para establecer las características físicas y técnicas que debe tener una carretera o calle, en beneficio de la comunidad que requiere del servicio.

#### 2.2.1.2.- Clasificaciones según su demanda.

##### a. Carreteras Duales.

Para un Índice Medio Diario (IMD) mayor de 4,000 vehículos/día. Consisten en carreteras de calzadas separadas para dos o más carriles de tránsito cada una. Están comprendidas las Vías expresas (Rurales y Urbanas) y las Autopistas.

##### b. Carreteras de primera clase.

Para un IMD comprendido entre 2,000 y 4,000 vehículos /día

##### c. Carreteras de segunda clase.

Para un IMD entre 400 y 2,000 vehículos/día.

##### d. Carreteras de tercera clase.

Para IMD hasta 400 vehículos /día



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

### e. Trochas carrozables.

IMD no especificado, son aquellos caminos a los que les faltan requisitos para poder ser clasificados en 3a clase.

En nuestra realidad, se tiene conocimiento de que el 90% de las carreteras de la Red Vial Nacional soportan un volumen de tránsito inferior a 250 vehículos/día, en consecuencia un camino vecinal sería el elemento básico del Sistema Vecinal, que unen pequeños poblados o aldeas entre sí o los vinculan a carreteras más importantes, por lo que sus características están comprendidas entre las correspondientes a las de una carretera de 3a Clase y una Trocha carrozable.

Existe una clasificación de Caminos Vecinales que no se especifican en las N.P.D.C.; sin embargo, es necesario para cubrir la gama de necesidades que existe para tráfico de bajo volumen:

- A. Caminos CV – 1 : Tráfico de diseño con IMD entre 100 y 200 Vehículos/día.
- B. Caminos CV – 2 : Tráfico de diseño con IMD entre 30 y 100 Vehículos/día.
- C. Caminos CV – 3 : Tráfico de diseño con IMD de hasta 30 Vehículos/día.
- D. Trochas carrozables: Sin IMD definido.

### 2.2.1.3. Clasificación según condiciones orográficas.

Las carreteras del Perú, en función a la orografía predominante del terreno por donde se proyectara su trazado, se clasifican en:

- Terreno plano (TIPO I)
- Terreno ondulado (TIPO II)
- Terreno accidentado (TIPO III)
- Terreno escarpado (TIPO IV)

### 2.2.2. Parámetros Básicos Para El Diseño.

Para alcanzar los objetivos trazados deben evaluarse y seleccionarse los siguientes parámetros que definen las características del proyecto.



**a). Velocidad Directriz (Vd.)**

Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será aquella velocidad máxima a la cual un conductor de habilidad media, manejando con razonable atención, puede circular con entera seguridad sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.

La Velocidad Directriz se ve influenciada principalmente por el relieve del terreno, el tipo de carretera a construir, los volúmenes y el tipo de tránsito que se esperan y otras consideraciones de orden económico.

La siguiente tabla, presenta los valores de la Velocidad Directriz en km/hora, en función de la topografía del terreno y la clase de carretera a proyectar.

**TABLA 2.2.1.: Valores de la Velocidad Directriz (Km/hr.)**

Clase de Carretera	Topografía		
	Plana	Ondulada	Accidentada
Primera	100	60	45
Segunda	80	45	30
Tercera	50	35	25
Cuarta	30	25	20

**Fuente: Caminos y Pavimentos p. Ing. Félix E. García Gálvez.**

**Variaciones de la Velocidad Directriz:**

Las N.P.D.C., recomiendan que los cambios repentinos en la velocidad de diseño a lo largo de una carretera deban ser evitados. De existir razones que justifiquen la necesidad de realizar cambios, éstos se efectuarán en incrementos o decrementos de 15 Km/h o en el 20% de la velocidad directriz, debiendo tomarse el menor de ellos.

**Velocidad Directriz en Caminos Vecinales**

**Variación de la velocidad directriz:**

En general, estos cambios se harán en incrementos o decrementos de 5 Km./h.

Se presenta la siguiente clasificación, la cual no está en las Normas Peruanas: sin embargo es necesario introducirla para cubrir la gama de necesidades que existe para tráfico de bajo volumen y composición del tráfico predominantes en este tipo de caminos, se adoptan los valores que se indican en la tabla 2.2.2.



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

**Tabla 2.2.2.:** Velocidad directriz (Km/h), en caminos vecinales

CLASE DE CARRETERA	TOPOGRAFÍA			
	Plana	Ondulada	Accidentada	Muy accidentada
CV-1	45-60	30-45	20-30	15-20
CV-2	40-50	30-40	20-30	15-20
CV-3	35-45	25-35	15-25	10-15
TC	30-40	20-30	10-20	5-10

**Fuente:** Carreteras – Diseño p. Ing. José Céspedes Abanto.

**Limitación de velocidad:**

El límite absoluto será de 60 Km/h, por lo tanto, las características máximas de diseño están restringidas a aquel valor.

**b). Distancia de Visibilidad.**

Es la longitud que continua hacia adelante del camino, que es visible al conductor del vehículo, cuando no hay circunstancias adversas que interfieran (niebla, lluvia, etc.).

La visibilidad es fundamental en una carretera, tanto en planta como perfil, porque de ella depende mucho evitar accidentes que pudieran ocurrir por falta de la misma. En una carretera es importante dotar la visibilidad.

Para efectos de diseño se consideran dos tipos de distancia de visibilidad:

**b.1) Distancia de Visibilidad de Parada o Frenado (Dp)**

Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja con la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto inmóvil que se encuentra en su trayectoria. Las N.P.D.C., dan los valores de la Dp en su lámina 4.2.2.

**b.2) Distancia de Visibilidad de Sobrepasso (Ds)**

Es la necesaria para que un vehículo pueda adelantar a otro que marcha por su misma vía de circulación a una velocidad 15 Km. /h menor, con comodidad y sin peligro de colisión con el tránsito que pueda venir en dirección opuesta a la velocidad directriz, sin alterar su velocidad.



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

La distancia de sobrepaso es muy superior a la de parada (cerca de 3 veces), y construir una carretera en un terreno accidentado conservando en toda ella la distancia de visibilidad de sobrepaso es, a veces antieconómico.

Cuando no existen impedimentos impuestos por el terreno y que se reflejan por lo tanto en el costo de construcción, la visibilidad de paso debe asegurarse para el mayor desarrollo posible del proyecto. Además en cada tramo de 10 Km. del proyecto, la visibilidad de paso deberá asegurarse para el mayor desarrollo posible y no menor que el 25% (Tabla 4.33 de las N.P.C.).

### c). **Alineamiento Horizontal.**

El alineamiento horizontal deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud de carretera que sea posible.

En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad directriz. Esta última a su vez controla la distancia de visibilidad.

**Homogeneidad del trazado:** Las N.P.D.C. establecen que deberá buscarse un alineamiento horizontal homogéneo, en el cual tangente y curvas se sucedan armónicamente, evitando pasar bruscamente de una zona de curvas de gran radio a otra de radios marcadamente menores. Deberá pasarse en forma gradual, intercalando entre una y otras, curvas de radio de valor decreciente, antes de alcanzar el radio mínimo. También deberá evitarse ángulos pequeños de deflexión.

Se restringirá en lo posible el empleo de tangentes excesivamente largas, con el fin de evitar el encandilamiento nocturno prolongado y la fatiga síquica de los conductores durante el día.

En terreno llano deberá respetarse la siguiente condición: Para un ángulo de deflexión de  $5^\circ$ , la longitud de la curva no será menor de 150 m., para ángulos menores la longitud de la curva aumentará en 30 m. por cada grado de disminución del ángulo de deflexión. No se usará por razón alguna ángulos de deflexión menores de  $59'$ .

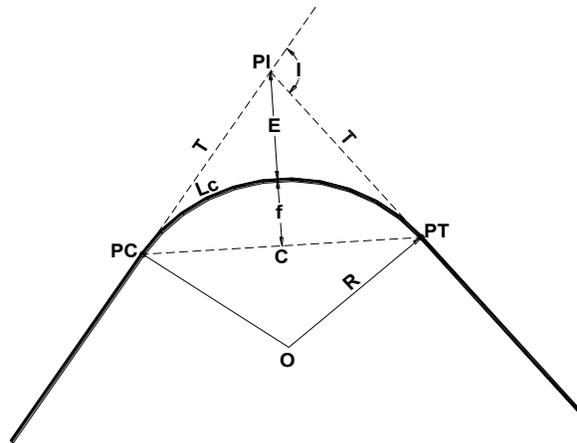
d). **Curvas Horizontales:**

Cuando existen cambios de dirección en tramos rectos de una carretera diseñamos sobre los cambios, arcos de curvas circulares con sus radios respectivos.

• **Elementos de las Curvas Horizontales:**

Describimos los elementos de una curva horizontal en la figura en la cual se observa que:

Cada curva circular simple se singulariza por su radio de curvatura o simplemente radio, que es constante a todo lo largo de la curva, por su ángulo en el centro  $I$ , por la ubicación del punto de intersección de las tangentes en ambos extremos de la curva, que se designan por  $PI$  (Punto de Intersección) y por la ubicación de los puntos de inicio y fin de la curva. El punto de inicio de una curva circular se denomina  $PC$  (Principio de Curva) y el punto final  $PT$  (Principio de Tangente).



**Gráfico 2.2.1:** Elementos de las Curvas Horizontales.

<b>PI</b>	:	Punto de Intersección
<b>PC</b>	:	Principio de Curva
<b>PT</b>	:	Principio de Tangente
<b>I</b>	:	Ángulo de Intersección de dos alineamientos
<b>R</b>	:	Radio de la curva.
<b>T</b>	:	Tangente de la curva.
<b>E</b>	:	Externa.
<b>Lc</b>	:	Longitud de curva circular (arco PC-PT).
<b>C</b>	:	Cuerda entre el PC y PT.
<b>f</b>	:	Flecha.



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

Las fórmulas de cálculo, de los diferentes elementos de las Curvas Horizontales, son:

$$L_c = \frac{\pi \times R \times I}{180} \dots\dots\dots (1)$$

$$T = R \times \tan \frac{I}{2} \dots\dots\dots (2)$$

$$E = R \times \left[ \text{Sec} \left( \frac{I}{2} \right) - 1 \right] \dots\dots\dots (3)$$

$$f = R \times \left[ 1 - \text{Cos} \left( \frac{I}{2} \right) \right] \dots\dots\dots (4)$$

$$C = 2 \times R \times \text{sen} \frac{I}{2} \text{-----} (5)$$

• **Curvas Compuestas:**

Estas curvas se dan cuando la suma de las tangentes (de dos o más curvas continuas del mismo sentido) adoptadas inicialmente, es mayor que la distancia entre los vértices de los Pis. En el cual modificando el (los) radio(s) debe obtenerse que la suma de tangentes sea igual a la distancia entre Pis.

En general estas curvas se presentan en las curvas de volteo, presentándose dos situaciones:

- Cuando el PI es inaccesible (> 120°)
- Cuando las tangentes de la curva no se cortan.

La solución óptima se da cuando los dos radios sean iguales y mayores que el radio mínimo excepcional. En el presente estudio, en las curvas de volteo (en los desarrollos) se han proyectado curvas compuestas de radio único.

**d.1) Radio de Diseño:**

- Radios Mínimos Normales: Los radios mínimos de las curvas horizontales están en función de la velocidad directriz y del peralte. Según las N.P.D.C. en la Tabla 2.2.3. estos son:



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

**Tabla 2.2.3.: Radios Mínicos en función de la Velocidad Directriz.**

Velocidad Directriz (Km./h)	Radio Mímino Normal (m)	Peralte %
30	30	6.0
40	60	6.0
50	90	6.0
60	130	6.0
70	190	6.0
80	250	6.0
90	330	6.0
100	425	6.0
110	530	6.0

Fuente: N.P.D.C. Tabla 5.3.1.1. Pág. 25

- Radios Mínicos Excepcionales: Las N.P.D.C. presenta dos tablas para casos excepcionales, los cuales son:

**Tabla 2.2.4.: Radios Mínicos Excepcionales**

Velocidad Directriz (Km./h)	Radio Mímino Excepcional (m)	Peralte %
30	25	10.00
40	45	10.00
50	75	10.00
60	110	10.00
70	160	9.50
80	220	9.00
90	280	8.50
100	380	8.00
110	475	8.00

Fuente: N.P.D.C. Tabla 5.3.2.1. Página 26

“En el caso especial de zonas con exposición solar desfavorables y para las carreteras con alto porcentaje de tráfico pesado los valores excepcionales del radio mímino y del peralte correspondiente están indicados en la siguiente tabla”:



**Tabla 2.2.5: Radios Mínimos Excepcionales**

Velocidad Directriz (Km./h)	Radio Mínimo Excepcional (m)	Peralte %
30	27	8.0
40	50	8.0
50	80	8.0
60	120	8.0
70	170	8.0
80	230	8.0
90	300	8.0
100	380	8.0
110	475	8.0

Fuente: N.P.D.C. Tabla 5.3.2.2. Página 26.

Además de lo indicado en las N.P.D.C., para el caso de vías que no se encuentren dentro de los límites dados por dichas Normas, el Ing. Raúl Paraud en su libro “Caminos I-II, pág. 63”, da la siguiente fórmula para el cálculo de radios mínimos:

$$R = \frac{V^2}{128 \times (p + f)} \dots\dots\dots(6)$$

Donde:

V: Velocidad en Km. /hora

p: Peralte máximo en centésimos cuyo valor se ha fijado en 8% para carreteras de 1ra. y 2da. Clase y 10% para las de 3ra. Y 4ta. Clase.

f: Coeficiente de fricción dado por la fórmula:

$$f = \frac{1}{1.4 \times \sqrt[3]{V}} \dots\dots\dots(7)$$

Además presenta el siguiente cuadro, aludiendo, ser los radios mínimos aprobados en las Normas



**Tabla 2.2.6.: Radios Mínimos, según Ing. Raúl Paraud**

Clase de Carretera	Topografía		
	Llana	Ondulada	Accidentada
Primera	340	110	56
Segunda	200	56	23
Tercera	65	30	15
Cuarta	23	15	10

**Fuente: “Caminos I-II”. Pág. 63.**

#### **d.2) Peralte:**

Cuando un vehículo ingresa a una curva, se genera una fuerza centrífuga que tiende a arrojarlo hacia fuera. Con el fin de contrarrestar la acción de esta fuerza, todas las curvas horizontales deberán ser peraltadas, dándoles una inclinación de la superficie de la carretera hacia adentro.

- **Peralte en Curvas**

Según las N.P.D.C. en su ítem 5.3.4. El peralte tendrá como valor máximo normal el 6% y como máximo excepcional el 10%; las variaciones de sus valores hasta el 10% en función del radio y la velocidad directriz se encontrarán en la lámina 5.3.4.1.

- **Peralte de las Bermas**

La berma situada en la parte inferior del peralte, seguirá la inclinación de éste. La berma situada en la parte superior será, en lo posible horizontal o con inclinación igual a la del bombeo en sentido contrario al de la inclinación del peralte, de modo que el agua escurra hacia la cuneta y no hacia el pavimento. La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada, será siempre igual o menor de 7%. (Ítem 5.3.4.3. N.P.D.C.)

0.5 % cuando el peralte es  $\leq 6 \%$

0.7 % cuando el peralte es  $> 6 \%$

Aplicando este criterio la fórmula para calcular la longitud mínima para la rampa de peralte es:



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

$$Lrp = LTB + LTP \dots\dots\dots (8)$$

$$Lrp = \frac{B}{< 0.5, 0.7 >} + \frac{P}{< 0.5, 0.7 >} \dots\dots\dots (8.1)$$

$$Lrp = \frac{A}{2} \times \frac{(b + p)}{< 0.5, 0.7 >} \dots\dots\dots (8.2)$$

Donde:

Lrp : Longitud de rampa de peralte (m)

A : Ancho de la faja de rodadura (m)

p : Peralte de la faja de rodadura (%)

b : Bombeo de la faja de rodadura (%)

**TABLA 2.2.7.: Longitud Total Mínima de Rampa de Peralte.**

Ancho Pavimento	Bombeo (%)	PERALTE. (%)								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.00	1	9.00	12.00	15.00	18.00	21.00	17.14	19.29	21.43	23.57
	2	12.00	15.00	18.00	21.00	24.00	19.29	21.43	23.57	25.71
	3	15.00	18.00	21.00	24.00	27.00	21.43	23.57	25.71	27.86

**Fuente: Caminos y Pavimentos p. Félix E. García Gálvez.**

**d.4) Sobreancho y Transición del Sobreancho:**

Los conductores, en las curvas, tienden a no seguir por el centro de su carril de circulación. Además, las ruedas traseras no siguen la misma huella que las delanteras. Por razones como esas y otras ligadas a la seguridad del manejo, se establece la necesidad de dotar a los carriles en curva de mayor ancho, con relación al de los tramos en tangente. Este aumento de ancho en curva se denomina Sobreancho.

El sobreancho varía en función del tipo de vehículo, del radio de la curva y de la velocidad directriz. Su cálculo se hará valiéndose del gráfico de la lámina



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

5.3.5.2. Debiéndose utilizar los valores de 30 cms. en 30 cms., siendo éste el mínimo valor que se tendrá en cuenta.

El sobreancho afectará solamente a la superficie de rodadura y seguirá la misma inclinación del peralte respectivo, permaneciendo inalteradas las dimensiones y la inclinación de las bermas. Además el sobreancho se adicionará íntegramente al lado interior de las curvas, si ellas no están previstas de espirales de transición (curvas circulares).

La fórmula de cálculo está dada por las N.P.D.C.; propuesta por Voshell y recomendada por la A.A.S.H.O. (ahora A.A.S.H.T.O.) es:

$$S_a = n\left(R - \sqrt{R^2 - L^2}\right) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \dots\dots\dots (9)$$

Donde:

- Sa : sobreancho (m)
- N : número de carriles
- R : radio de la curva (m)
- L : distancia entre el eje delantero y el eje posterior de vehículo (6 m)
- V : velocidad directriz (Km./h)

Usualmente, el valor total del sobreancho será a lo largo de toda la curva. Para esto, la transición del sobreancho, será la misma a la transición del peralte, y este es el criterio tomado para el presente estudio.

**d.5) Banquetas de Visibilidad:**

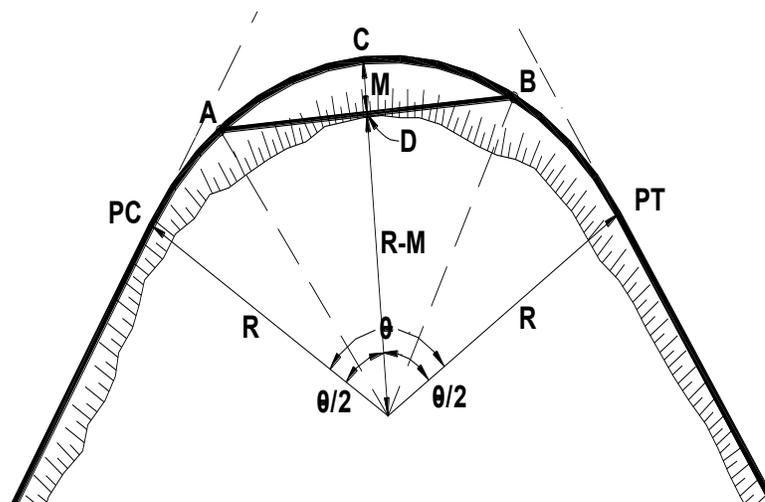
Para secciones en corte completo o a media ladera y que se encuentran en curvas horizontales, de modo que el talud de corte esta al interior de la curva, el conductor al recorrer la curva logra tener una visibilidad en rayos que son cuerdas tangentes al talud de corte a la altura del operador. Si la longitud de la curva no tiene la distancia aproximada para maniobrar cuando menos la distancia de visibilidad de parada, indiscutiblemente siempre existirá el riesgo de que el vehículo choque ante un objeto que está detenido en el carril de su trayectoria. Este inconveniente que se puede salvar mediante la construcción de

banquetas de visibilidad, que son excavaciones realizadas en los taludes de corte que se presentan en dichas curvas horizontales.

El control de este requisito y la determinación de la eventual de banquetas de visibilidad, se hará valiéndose del procedimiento ilustrado en la lámina 5.3.6.1 de N.P.D.C. Además existe la posibilidad de que mediante un análisis numérico se haga el chequeo de la visibilidad y si el caso lo requiere diseñar el correspondiente corrimiento del talud de corte (Banqueta de Visibilidad), de modo que finalmente la visibilidad en la curva esté garantizada.

A continuación se presenta la metodología numérica, para el chequeo y diseño de Banquetas de Visibilidad:

**Caso 1:** Cuando la Distancia de Visibilidad de Parada, es menor que la Longitud de la curva.



**Gráfico 2.3.2:** Análisis de las banquetas de visibilidad, cuando la distancia de visibilidad de parada es menor que la longitud de la curva.

Observando el gráfico 2.3.2., consideramos que la curva PC-C-PT, es el eje del carril interior y que en el punto D, hay un obstáculo a la visión. Además los puntos A y B, se encuentran sobre la curva. La distancia de visión no es la cuerda AB, sino el arco ACB, que será la distancia que recorrerá el vehículo, una vez visto el obstáculo. Su valor mínimo es el que necesita un conductor para detener el vehículo y detener y evitar la colisión, o sea la Distancia de

Visibilidad de Parada. Se supone que el ojo del conductor está en el eje del carril interno. De la figura anterior podemos obtener lo siguiente:

$$\cos \frac{\theta}{2} = \frac{R-M}{R} = 1 - \frac{M}{R} \dots \dots \dots (10)$$

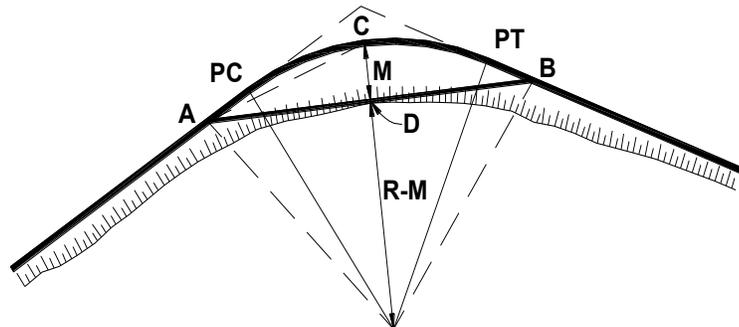
Luego, la distancia de visibilidad de parada, será:

$$Dp = \frac{R \times \pi \times \arccos \left( 1 - \frac{M}{R} \right)}{90} \dots \dots \dots (11)$$

Despejando, “M”, de la ecuación anterior, tenemos:

$$M = R \times \left( 1 - \cos \left( \frac{90 \times Dp}{\pi \times R} \right) \right) \dots \dots \dots (12)$$

**Caso 2:** Cuando la Distancia de Visibilidad de Parada, es mayor que la Longitud de la curva.



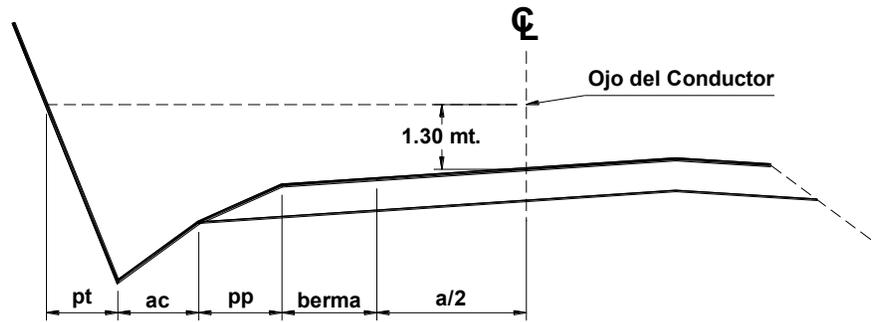
**Gráfico 2.3.3.:** Análisis de las banquetas de visibilidad, cuando la distancia de visibilidad de parada es mayor que la longitud de la curva.

Para el caso más desfavorable, el exceso de la Distancia de Parada (A-PC-C-PT-B), sobre la longitud de la curva  $L_c$ , es dos veces la longitud  $A-PC = PT-B$ , sobre cada tangente. Realizando los correspondientes cálculos, obtenemos la fórmula para el valor de “M”, siendo:

$$M = \frac{Lc \times (2 \times Dp - Lc)}{8 \times R} \dots \dots \dots (13)$$

Luego de haber hecho el cálculo del valor “M”, es necesario comprobar la necesidad o no de la Banqueta de Visibilidad, para lo cual, la suma de los

elementos conformantes de la sección transversal de la carretera “W”, debe ser menor al valor “M”, encontrado anteriormente.



**Gráfico 2.3.4.:** Elementos a tener en cuenta para el chequeo de Banquetas de Visibilidad.

De la figura anterior, se debe cumplir que

$$W = \frac{a}{2} + \text{berma} + PP + ac + pt + S/A \dots \dots \dots (14)$$

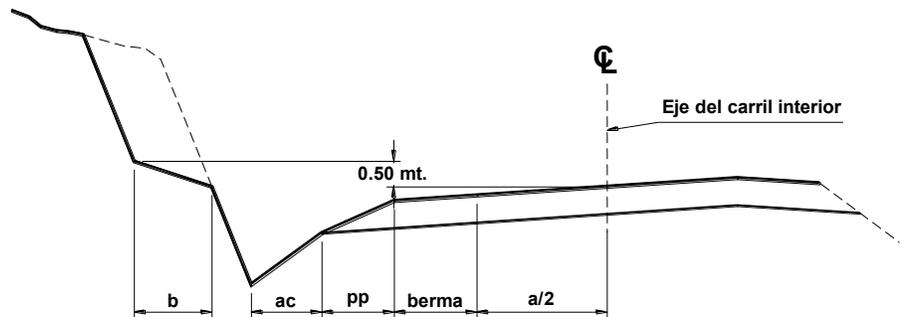
Si  $M < W$ ; no necesita banqueta de visibilidad

Si  $M > W$ ; si necesita banqueta de visibilidad

El corrimiento de talud, será:

$$b = M - W \dots \dots \dots (15)$$

El corrimiento de talud ha de efectuarse según lo mostrado en el siguiente gráfico:



**Gráfico 2.3.5.:** Forma de realizar el corrimiento de talud en una Banqueta de Visibilidad.

En ningún caso estas banquetas serán mayores de 4.00 m.



e) **PERFIL LONGITUDINAL**

e.1) **Pendientes**

La pendiente (i) de una carretera o camino es la inclinación longitudinal que tiene o se dispone a la plataforma de una carretera, es decir se expresa por la tangente trigonométrica del ángulo de inclinación en porcentaje. En los estudios de carreteras se consideran cuatro clases de pendientes.

• **Pendiente mínima:**

Teóricamente el ideal sería construir los caminos a nivel, puesto que el motor no tiene que vencer las resistencias propias de las pendientes. En la práctica los caminos a nivel tienen como inconveniente que las aguas de lluvia que se depositan en las depresiones quedan estancadas, las ablandan y contribuyen a su rápida destrucción, sobre todo cuando están formados por materiales aglomerados que el agua llega a desagregar. Por esto se prescribe en las N.P.D.C. en su ítem 5.5.4.2., que en los tramos en corte generalmente se evitará el empleo de pendientes menores de 0.50%. Así mismo plantea que se podrán hacer uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de pendientes necesarias para garantizar el drenaje.

• **Pendiente Máxima Normal:**

Las pendientes de las carreteras están íntimamente ligadas a los esfuerzos de tracción que tienen que desarrollar los vehículos para vencerlas y están impuestas muchas veces por la configuración del terreno y de las diferencias de alturas que hay que vencer. Hay sin embargo ciertos límites que no deben excederse por la seguridad del tránsito principalmente el de bajada, pues a medida que son mayores se hacen más frecuentes los accidentes por el resbalamiento de los carros al aplicar bruscamente los frenos. Las N.P.D.C. presenta el siguiente cuadro para la elección de la Pendiente Máxima Normal.



**TABLA 2.2.8.: Pendientes Máximas Normales**

ALTITUDES MENORES de 3,000 m.s.n.m.	7.00 %
ALTITUDES MAYORES De 3,000 m.s.n.m.	6.00 %

Fuente: N.P.D.C. Tabla 5.5.4.3. Pág. 53.

- **Pendiente Máxima Excepcional:**

Estas pendientes, al igual que las Pendientes Máximas Normales, se basan en la seguridad de la circulación de los vehículos más pesados, en condiciones más desfavorables de pavimento. Sólo se recurrirán al empleo de estos valores o de valores muy próximos, sólo en forma excepcional cuando existen motivos justificados para hacerlo y especialmente cuando el empleo de pendientes menores conduciría a alargamientos artificiales de recorrido, o a aumentos de tortuosidad en el trazado o a obras especialmente costosas. Para estas pendientes las N.P.D.C., da el siguiente cuadro:

**TABLA 2.3.9.: Pendiente Máxima Excepcional**

ALTITUDES MENORES De 3,000 m.s.n.m.	8.00 %
ALTITUDES MAYORES De 3,000 m.s.n.m.	7.0

Fuente: N.P.D.C. Página 54.

- **Pendiente Media:**

Este concepto se introduce para evitar o controlar el uso indiscriminado de pendientes, en especial los valores máximos normales y/o excepcionales conduce a líneas de gradiente no apropiadas para el tránsito normal de los vehículos, en particular para los pesados. Es por esto que existen indicadores que regulan el valor de la pendiente media máxima para un conjunto de pendientes para determinada longitud del tramo y considerando el tipo de carretera y altitud a la que se encuentra el tramo. El chequeo de la pendiente media debe realizarse para tramos de 10 km. de longitud de carretera, y según el Ing. Raúl Paraud en su libro “Caminos I-II, pág. 90”; los valores medios, vienen dados en la siguiente tabla:

**TABLA 2.3.10.: Pendientes Medias, en función de la altitud y categoría de la carretera**

Altitud	1ra. y 2da. Clase	3ra. y 4ta. Clase
0 – 1000	4.60 %	4.00 %
1000 - 2000	4.20 %	4.60 %
2000 - 3000	3.80 %	4.20 %
3000 - 4000	3.40 %	3.80 %
4000 ó más	3.00 %	3.0

Fuente: “Caminos I-II”. Ing. Raúl Paraud. Página 90.

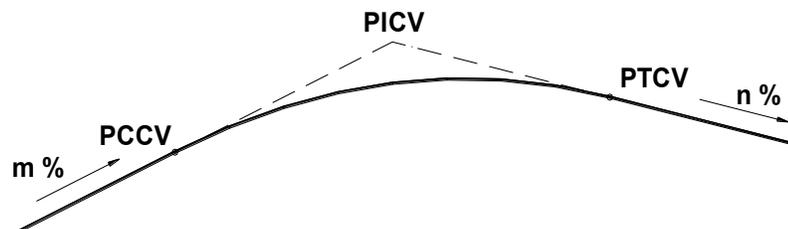
Para elegir la pendiente en cada uno de los tramos de una carretera, se hace teniendo en cuenta la influencia en el costo de construcción, el costo de operación y la capacidad de la vía

**e.2) Visibilidad en los vértices de la Rasante:**

**CURVAS VERTICALES**

Por recomendación de las N.P.D.C. en su ítem 5.5.3, los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea de 1% para carreteras con pavimento del tipo superior y de 2% para las demás. Las longitudes mínimas de estas curvas además de ser suficientes para producir la variación de la pendiente, deben satisfacer los requisitos de visibilidad (distancia mínima de parada y de sobrepaso).

Para el diseño de estas curvas, el valor “A”, es fundamental y se viene dado de la siguiente manera:



**Gráfico 2.3.6.:** Determinación de la diferencia algebraica de pendientes  $|A|$

$$A = n \% - m \% \quad (\text{diferencia algebraica de pendientes})$$

Luego, según las N.P.D.C., será necesario Curva Vertical, si se cumple:

$$|A| \geq 1 \% \quad (\text{para pavimentos del tipo superior})$$

$$|A| \geq 2\% \quad (\text{para los demás tipos de pavimentos})$$

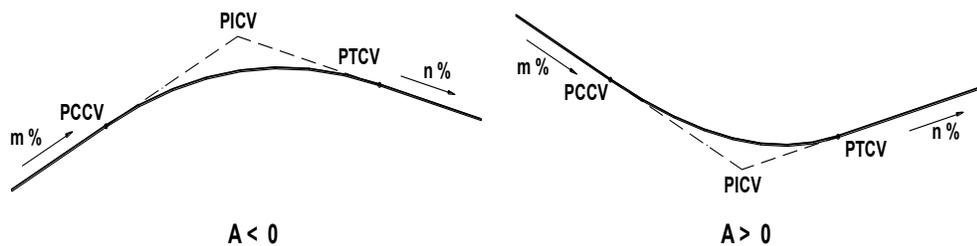
▪ **Tipos de Curvas Verticales:**

Las curvas verticales son de dos tipos:

- De acuerdo al valor “A”, se tienen dos tipos de curvas verticales:

$A < 0$ : Se trata de una Curva Vertical Convexa (o saliente)

$A > 0$ : Se trata de una Curva Vertical Cóncava (o colgada)



**Gráfico 2.3.7.:** Tipos de Curvas Verticales, en función de la diferencia de pendientes “A”.

- Por la longitud de sus ramas:
  - \* Simétricas: Tienen la misma longitud a cada lado del vértice de cambio de pendiente y son las que mayormente se proyectan.
  - \* Asimétricas: Aquella que tienen ramas de distinta longitud. Este caso se puede presentar cuando se encuentra un punto obligado que limite la longitud de una de las ramas de la parábola. Esto ocurre frecuentemente en los accesos de puentes y en los cruces o intersecciones de carreteras y vías férreas.

En el diseño de una vía, las que revisten importancia son las curvas verticales convexas, que son las que influyen sobre la visibilidad, ya que las cóncavas sólo influyen sobre la longitud del cono de luz que proyectan los faros de los vehículos durante el tránsito nocturno.



• **Longitud de las Curvas Verticales**

La longitud “L” de las Curvas Verticales en las convexidades de la rasante se determinará por la consideración de la distancia de visibilidad correspondiente, ya sea de sobrepaso o de parada, la velocidad directriz elegida y para Curvas Verticales Cóncavas o Convexas.

• Curvas Verticales Convexas:

\* Longitud mínima con Distancia de Visibilidad de Parada: Se pueden dar dos casos:

- Si  $D_p > L$

$$L = 2 \times D_p - \frac{444}{A} \dots\dots\dots(16)$$

- Si  $D_p < L$

$$L = \frac{A \times D_p^2}{444} \dots\dots\dots(17)$$

Donde:

L : Longitud de la curva vertical [m]

$D_p$  : Distancia de visibilidad de parada [m]

A : Diferencia algebraica de pendientes [%]

\* Longitud mínima con Distancia de Visibilidad de Paso: Tenemos:

- Si  $D_s > L$

$$L = 2 \times D_s - \frac{1100}{A} \dots\dots\dots(18)$$

- Si  $D_s < L$

$$L = \frac{A \times D_s^2}{1100} \dots\dots\dots(19)$$

Donde:

L : Longitud de la curva vertical [m]

$D_s$ : Distancia de visibilidad de sobrepaso [m]

A : Diferencia algebraica de pendientes [%]



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

- Curvas Verticales Cóncavas:

Para las Curvas Verticales Cóncavas, no existe un criterio uniforme para fijar su longitud, que como dijimos algunos criterios usados se basan en las exigencias de la visibilidad nocturna (ya que cuanto más larga es la curva cóncava, mayor será la longitud del camino iluminado por los faros de los vehículos). Otros factores tomados en cuenta son comodidad del conductor y pasajeros, buen drenaje y apariencia del alineamiento.

- \* Longitud mínima con Distancia de Visibilidad de Parada: Tenemos:

- Si  $D_p > L$

$$L = 2 \times D_p - \frac{152 + 3.5 \times D_p}{A} \dots\dots\dots(20)$$

- Si  $D_p < L$

$$L = \frac{A \times D_p^2}{152 + 3.5 \times D_p} \dots\dots\dots(21)$$

Donde:

- L : Longitud de la curva vertical [m]
- $D_p$  : Distancia de visibilidad de parada [m]
- A : Diferencia algebraica de pendientes [%]

- \* Longitud mínima con Distancia de Visibilidad de Sobrepasso: Tenemos:

- Si  $D_s > L$

$$L = 2 \times D_s - \frac{2.562}{A} \dots\dots\dots(22)$$

- Si  $D_s < L$

$$L = \frac{A \times D_s^2}{2.562} \dots\dots\dots(23)$$

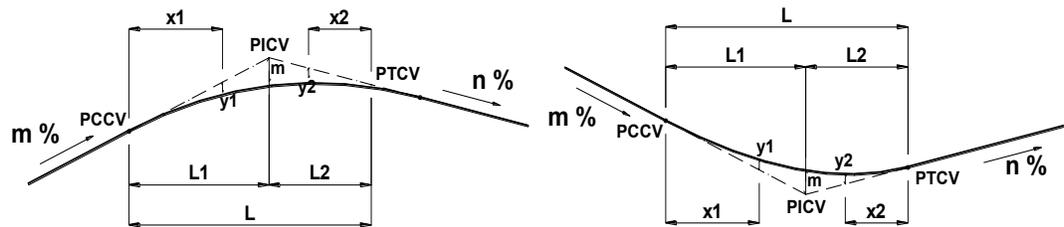
Donde:

- L : Longitud de la curva vertical [m]
- $D_s$  : Distancia de visibilidad de sobrepasso [m]
- A : Diferencia algebraica de pendientes [%]

Paralelamente, para el cálculo de la Longitud Mínima de Curva Vertical, se pueden emplear las láminas 5.5.3.4., 5.5.3.3.a. y 5.5.3.3.b. de las N.P.C.

- Cálculo de las Ordenadas de las Curvas Verticales

Tomando el caso general, de una Curva Vertical Asimétrica tenemos:



**Gráfico 2.3.8.:** Forma de cálculo de las ordenadas de las curvas verticales asimétricas.

Donde:

$| A |$  : Diferencia algebraica de pendientes [%]

$m, n$  : Pendientes de entrada y salida respectivamente [%]

$L$  : Longitud de la Curva Vertical [m]

$x_i, y_i$  : Coordenadas rectangulares de un punto cualquiera sobre la curva tomados a partir del PCCV o del PTCV [m, m]

$m$  : Ordenada Media [m]

Las fórmulas de cálculo, son:

$$| A | = | n (\%) - m (\%) | \dots \dots \dots (24)$$

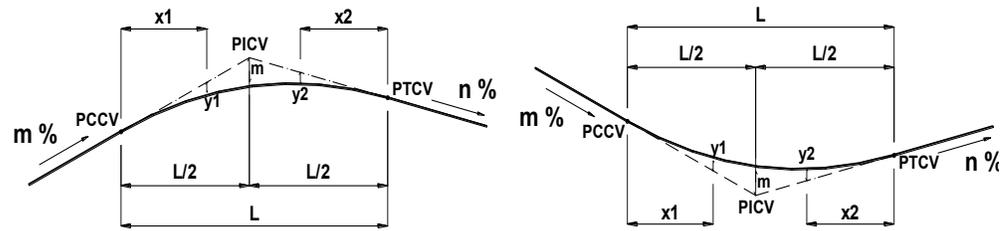
La Ordenada Media “m” se calcula con la fórmula:

$$m = \frac{L1 \times L2}{(L1 + L2) \times 200} \times A \dots \dots \dots (25)$$

La Ordenada cualquiera, desde el PCCV o del PTCV, se calcula con las siguientes fórmulas:

$$Y_1 = \left( \frac{X_1}{L_1} \right)^2 \times m \quad [mt] \quad Y_2 = \left( \frac{X_2}{L_2} \right)^2 \times m \quad [mt] \dots \dots \dots (26)$$

Para el caso específico de una Curva Vertical Simétrica, tenemos:



**Gráfico 2.3.9.:** Cálculo de las ordenadas de una curva vertical simétrica.

Y reemplazando en las fórmulas anteriores:

$$m = \frac{L \times A}{800} \dots\dots\dots (27)$$

$$Y_1 = Y_2 = Y = \frac{X^2 \times A}{200 \times L} \dots\dots\dots (28)$$

**f) SECCIONES TRANSVERSALES**

La Sección Transversal, viene a ser la representación del terreno y de la plataforma, tomada en un punto determinado del eje de la carretera y perpendicularmente a ella. De acuerdo con la ubicación de la explanación respecto al perfil natural del terreno, las secciones transversales pueden ser: en corte abierto, en corte cerrado, en corte a media ladera, en corte a media ladera con muro y en relleno.

**f.1) Pavimento**

También denominado Superficie de Rodadura, es la zona destinada al tráfico vehicular. El ancho necesario para una vía de circulación vehicular se llama carril y depende de la clase de carretera y de las dimensiones del vehículo de diseño.

• **Ancho de pavimento en tramos en tangente:**

Los anchos de la faja de rodadura recomendados por las N.P.D.C., están en función de la Velocidad Directriz, de la importancia de la carretera y del tránsito que soportarán, según la tabla 5.4.1.1 de dichas Normas y del ítem 5.4.1.1.

• **Ancho de pavimento en tramos en curva:**

Según el ítem 5.4.1.2., de las N.P.D.C, las secciones indicadas anteriormente, estarán provistas de sobreeanchos en los tramos en curva, de acuerdo a lo indicado en el ítem 5.3.5., de las N.P.D.C.

**f.2) Bombeo**



## **MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

Referido a la inclinación transversal a uno y otro lado del eje longitudinal de la vía, con el propósito de posibilitar el drenaje de las aguas de lluvia, que caen sobre el Pavimento en los tramos en tangente. Según las N.P.D.C. en su ítem 5.4.1.4. en las carreteras con pavimento de tipo superior, el bombeo estará comprendido entre 1% y 2%. En las carreteras con pavimento de tipo intermedio o de bajo costo, estarán provistos de bombeo con valores de 2 % y 3 %. En los tramos en curva el bombeo, será sustituido por el peralte.

### **f.3) Bermas**

Las bermas son fajas adyacentes a la superficie de rodadura y son proyectadas a ambos costados, con la finalidad de que sirvan de contención al borde del pavimento, así como también para el estacionamiento temporal de vehículos, para el tránsito eventual de peatones y acémilas. Además podrían servir de base para futuros ensanches.

Los anchos de las Bermas, de acuerdo a la Velocidad Directriz, están indicados en la tabla 5.4.2.1., de las N.P.D.C.

### **f.4) Ancho de la Calzada**

El ancho de la calzada o rasante terminada, resulta de la suma del ancho del pavimento y del ancho de las bermas. En los tramos en curva, se verá aumentada por su sobreancho respectivo.

La Sub-rasante tendrá el ancho necesario para recibir sobre ella la capa o capas integrantes del pavimento. Debe tenerse presente, en consecuencia, que su ancho será mayor que el de la superficie final de la calzada, en función del talud y del espesor del pavimento.

### **f.5) Plazoletas de Estacionamiento**

Las N.P.D.C. en su ítem 5.4.4. estipula, cuando el ancho de las bermas es menor de 2.40 m se deberá prever, en cada lado de la carretera y a distancia no mayor de 400 m Plazoletas de Estacionamiento de dimensiones mínimas utilizables de 3.00 × 30.00 m., además de aquellas necesarias para los medios de transporte públicos.

Las plazoletas estarán provistas de pavimento apropiado para su empleo.

### **f.6) Cunetas**



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

Son canales laterales que se disponen en los pies de los cortes o de algunos rellenos con el propósito de evacuar las aguas de lluvia que convergen al área de influencia de la vía, y eliminándolas en un punto de descarga segura. Su forma generalizada es triangular y su diseño racional se ha de realizar, en base a métodos de cuantificación hidrológico e hidráulico. Las dimensiones mínimas para cunetas son aquellas recomendadas por las N.P.D.C., en la tabla 6.1.4.1

**Tabla 2.3.11.: Dimensiones Mínimas de las Cunetas**

Región	Profundidad (m)	Ancho (m)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.50
Muy Lluviosa	0.50	1.00

**Fuente:** N.P.D.C. Tabla 6.1.4.1. Página 59.

Las Cunetas en lo posible serán revestidas, ya sea con piedra y lechada de cemento o de cemento. La eliminación del agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas o aliviaderos de cunetas y su ubicación, quedará establecido de acuerdo al estudio hidrológico. También se deben ubicar, en los puntos bajos de curva vertical cóncava, un aliviadero de cuneta.

### **f.7) Taludes**

Son inclinaciones que se les da al terreno de acuerdo a la calidad del mismo, en los costados de la faja de rodadura, si el talud es de corte estará separado del pavimento y la berma por medio de la cuneta, si el talud es de relleno estará separado del pavimento por medio de la berma.

Los taludes para las secciones en corte varían de acuerdo al tipo de terreno. De modo general las N.P.D.C. en la tabla 5.4.6.2., estipulan las siguientes:

**Tabla 2.3.12.: Taludes de las secciones en corte, según tipo de terreno**

Clase de Terreno	Talud V : H
Roca Fija	10 : 1
Roca Suelta	4 : 1
Conglomerados	3 : 1
Tierra Compacta	2 : 1
Tierra Suelta	1 : 1
Arena	1 : 2

**Fuente:** N.P.D.C. Cuadro 5.4.6.2. Página 47.



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

Las inclinaciones de los taludes en relleno varían en función de las características del material con el cual está formado el terraplén, las N.P.D.C., en la tabla 5.4.6.4, señalan lo siguiente:

**Tabla 2.3.13.:** Taludes de las secciones en relleno, según material del terraplén.

Materiales	Talud V : H
Enrocado	1 : 1
Terrenos Varios	1 : 1.5
Arena	1 : 2

Para evitar la erosión en los taludes, se recomienda lo siguiente:

- Las siembras en las márgenes de la carretera
- Cunetas laterales o zanjas de coronación

### 2.2.3. Estudio De La Demanda De Tráfico.

El alineamiento de la vía se desarrollara sobre la base de la trocha carrozable existente, que no cuenta con parámetros de diseño ajustados a la normatividad vigente, lo que también incide en un tránsito reducido.

#### Calculo de tasas de crecimiento y la prevención

Se puede calcular el aumento del tránsito utilizando esta fórmula simple.

$$T_n = T_o (1 + i)^{n - 1}$$

**Dónde:**

**T<sub>n</sub>** = transito proyectado al año “n” en veh/día.

**T<sub>o</sub>** = transito actual (año base  
o) en veh/día.

**n** = años del periodo de diseño

**i** = **tasa** anual de aumento del tránsito. Definida en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico (\*) normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo de estudio.



## **MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

Estas tasas varían sustancialmente con la existencia de proyectos de desarrollo específico. Los proyectos pueden dividirse en dos partes. Una proyección de vehículos al ritmo de crecimiento poblacional y el segundo a ritmo del crecimiento económico de la ciudad.

### **2.2.4. Elementos De Diseño Geométrico.**

Los elementos que definen la geometría son:

- La velocidad de diseño seleccionada
- La distancia de visibilidad necesaria
- La estabilidad de la plataforma de la carretera, de las superficies de rodadura, las obras de arte y de los taludes
- La preservación del ambiente que lo rodea.

Este proyecto incluye la forma en que debe resolverse los aspectos de diseño de la plataforma de la carretera, estabilidad de la carretera y de taludes inestables, preservación del ambiente que lo rodea, seguridad vial, y del diseño propiamente, incluyendo los estudios básicos necesarios, tales como topografía, que permiten dar sustento al proyecto.

#### **2.2.4.1.- La Velocidad de Diseño.**

Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera cuando las circunstancias sean favorables y así prevalezcan las condiciones del diseño.

En la asignación de la velocidad de diseño se debe otorgar la máxima prioridad a la seguridad vial de los usuarios, por tal caso el tipo de diseño no debe sorprender a los conductores por cambios bruscos o muy frecuentes en la velocidad y así poder realizar con seguridad el recorrido.

Figura 01: velocidad de diseño

CLASIFICACION	OROGRAFIA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGENEO 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 clases	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
carretera de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
carretera de tercera clases	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

Fuente: manual de carretas DG-2018

#### 2.2.4.2. Velocidad de circulación.

La velocidad para la circulación es correspondiente a la norma que se dé, para señalar la carretera y limitar la velocidad máxima a la que debe transitar el usuario, que se indica mediante una señalización correspondiente.

#### 2.2.4.3. La sección transversal del diseño.

Para un buen dimensionamiento se tiene en cuenta que las carreteras de bajo volumen de tránsito, solo requieren:

- Una calzada de circulación vehicular con dos carriles, una para cada sentido.



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

- En carreteras de menor volumen, un solo carril de circulación, con plazoletas de cruce y/o de volteo cada cierta distancia.

### 2.2.4.4. Tipo de superficie de rodadura.

Según el manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, considera que básicamente se utilizan los tipos de pavimentos siguientes:

- Carreteras de tierra y carreteras de grava.
- Carreteras afirmadas con material granular y/o estabilizadores.

### 2.2.5. Distancia De Visibilidad

Es la visibilidad de parada dentro de un carril como la distancia que existe entre un vehículo y un obstáculo situado en su trayectoria, en el momento en que el conductor puede divisarlo sin que luego desaparezca de su campo visual. La distancia se medirá a lo largo del carril.

En el diseño se consideran tres distancias de visibilidad.

- Visibilidad de parada
- Visibilidad de adelanto
- Visibilidad de cruce con otra vía

#### 2.2.5.1. Visibilidad de parada.

Es la distancia que existe entre un vehículo y un obstáculo situado en su trayectoria, en el momento en que el conductor puede divisarlo sin que luego desaparezca de su campo visual. La distancia se medirá a lo largo del carril.

Para efecto de determinación de la visibilidad de parada se considera que el objetivo inmóvil tenga una altura de 0.60 mt y que los ojos del conductor se ubiquen a la 1.10m por encima de la rasante de la carretera. En la siguiente tabla N° 1 se muestran las distancias de visibilidad de parada, en función de la velocidad directriz y de la pendiente.

**Figura 02: distancia de visibilidad de parada.**

Velocidad directriz (Km./h)	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75
70	105	110	116	124	100	97	93
80	130	136	144	154	123	118	114
90	160	164	174	187	148	141	136

**Fuente: Manual de diseño de carretas de bajo volumen de tránsito**

La pendiente ejerce influencia sobre la distancia de parada. Esta influencia tiene importante práctica para valores de la pendiente de subida o bajada iguales o mayores a 6%. En todos los puntos en una carretera, la distancia de visibilidad será igual o mayor a la distancia de visibilidad de parada. En la tabla N° 1 se muestran las distancias de visibilidad, en función de la velocidad directriz y de la pendiente. En carretas de muy bajo volumen de tránsito, de un solo carril y tráfico en dos direcciones, la distancia de visibilidad deberá ser por lo menos dos veces la correspondiente visibilidad de parada. Para el caso de la distancia de visibilidad de cruce, se aplicarán los mismos criterios que los de visibilidad de parada.

#### **2.2.5.2. Visibilidad de adelanto.**

El adelantamiento es, sin duda alguna, la maniobra más complicada de cuantas existen. El conductor se ve sometido a procesar gran cantidad de información y a decidir en milésimas de segundo. Un error en un adelantamiento puede derivar, con mucha probabilidad, en un accidente. Herman y Lam ya apuntaron hace años que el conductor se puede ver envuelto en un dilema: adelantar o abortar el adelantamiento. Cuando para las dos maniobras existe la distancia suficiente, no suele haber ningún problema, el problema se presenta cuando no hay ni tiempo ni distancia suficiente ni para adelantar ni para abortar la maniobra.



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

Para efecto de la determinación de la distancia de visibilidad de adelantamiento se considera que la altura del vehículo que viaja en sentido contrario es de 1.10 mt y que la del ojo del conductor del vehículo que realiza la maniobra de adelanto es de 1.10 mt la distancia de visibilidad de adelanto a adoptarse varia con la velocidad directriz tal como se muestra en la siguiente tabla.

**Figura 03: distancia de visibilidad de adelantamiento**

Velocidad directriz Km./h	Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)
30	200
40	270
50	345
60	410
70	485
80	540
90	615

**Fuente: manual de diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito.**

### 2.2.5. Alineamiento Horizontal.

El alineamiento horizontal es la proyección del eje de la vía sobre un plano horizontal y está compuesto por rectas y curvas horizontales; las rectas se caracterizan por su “longitud y dirección”; los cambios de dirección de las rectas se suavizan con las curvas horizontales, las cuales se caracterizan por su “curvatura y su longitud. En el diseño de alineamiento horizontal se utilizan las curvas circulares (radio de curvatura constantes) y curvas de transición (radios de curvatura variable).

Los radios mínimos, calculados bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento transversal del vehículo, están dados en función a la velocidad directriz, a la fricción transversal y al peralte máximo aceptable.

No se requiere curva horizontal para pequeños ángulos de deflexión en TABLA N° 3 se muestran los ángulos de deflexión máximos para los cuales no es requerida la curva horizontal.

**Figura 04: Ángulos de deflexión máximos que no requiere curva horizontal**

Velocidad directriz Km./h	Deflexión máxima aceptable sin curva circular
30	2° 30'
40	2° 15'
50	1° 50'
60	1° 30'
70	1° 20'
80	1° 10'

**Fuente: manual de diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito.**

### 2.2.6. Alineamiento Vertical.

El alineamiento vertical de una vía es la proyección del eje de ésta sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido al paralelismo se muestra la longitud real de la vía a lo largo del eje. El eje en este alineamiento se llama Rasante o Sub-rasante dependiendo del nivel que se tenga en cuenta en el diseño. El diseño vertical o de rasante se realiza con base en el perfil del terreno a lo largo del eje de la vía. Dicho perfil es un gráfico de las cotas negras donde el eje horizontal corresponde a las abscisas y el eje vertical corresponde a las cotas dibujadas de izquierda a derecha.

Para definir el perfil longitudinal se adoptan los siguientes criterios.

- En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante se acomodará a las inflexiones del terreno. De acuerdo con los criterios de seguridad, visibilidad y estética.
- En terreno montañoso y en terreno escarpado, también se acomodará la rasante al relieve del terreno evitando los tramos en contra pendiente cuando debe vencerse un desnivel considerable, ya que ello conducirá a un alargamiento innecesario del recorrido de la carretera.
- El eje que define el perfil, coincidirá con el eje central de la calzada.
- Salvo casos especiales en terreno llano, la rasante estará por encima del terreno a fin de favorecer el drenaje.
- Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas que presente



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

variaciones graduales entre los alineamientos, de modo compatible con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.

- Los valores específicos para pendiente máxima y longitud crítica podrán emplearse en el trazado cuando resulte indispensable el modo y oportunidad de la aplicación de las pendientes determinarán la calidad y apariencia de la carretera.

### 2.2.7. Curvas Verticales.

Son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida.

Los tramos consecutivos de rasante serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 1% para carreteras no pavimentadas y mayor a 2% para las afirmadas.

Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permitan, cuando menos, la visibilidad en una distancia igual a la de visibilidad mínima de parada, y cuando sea razonable una visibilidad mayor a la distancia de visibilidad de paso.

Para la determinación de la longitud de las curvas verticales se seleccionará el índice de curvatura **K**. La longitud de la curva vertical será igual a al índice **K**. Multiplicado por el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes (**A**)

$$L = K.A.$$

Los valores de los índices K se muestran en la figura N° 6, para curvas convexas y en la figura N° 7, para curvas cóncavas.



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

**Figura 07: índice para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa**

Velocidad directriz Km./h	LONGITUD CONTROLADA POR VISIBILIDAD DE FRENADO		LONGITUD CONTROLADA POR VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO	
	Distancia de visibilidad de frenado m.	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de adelantamiento	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

El índice de curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A)  $K = L/A$  por el porcentaje de la diferencia algebraica.

Fuente: manual de carreteras de diseño geométrico de bajo volumen de tránsito.

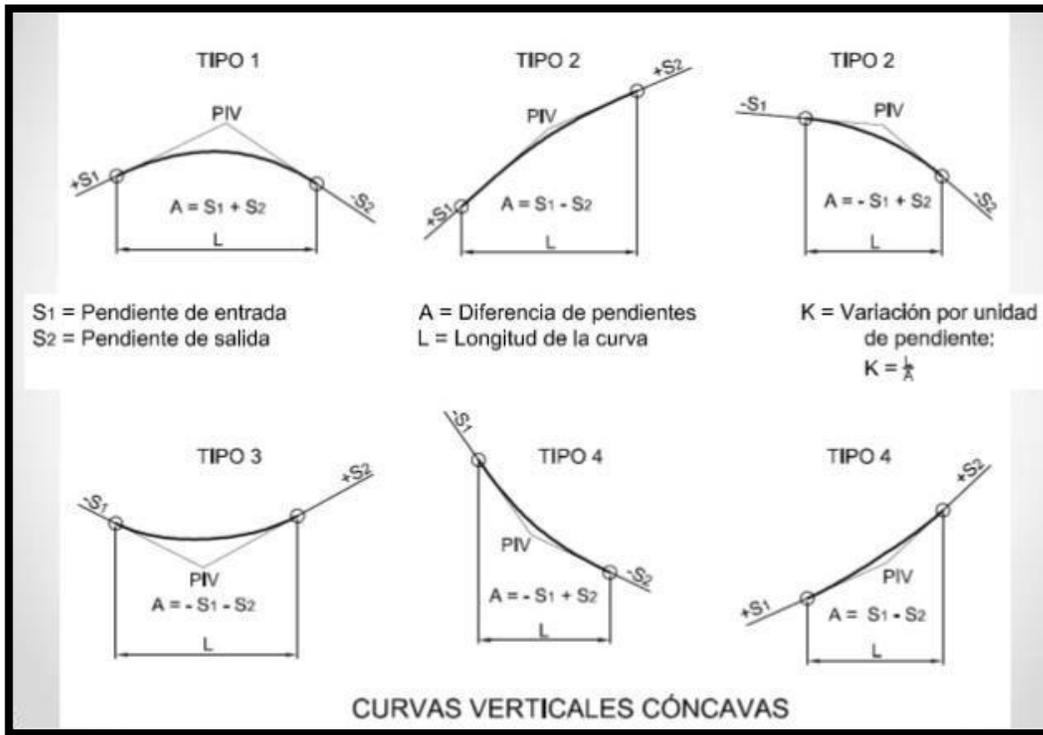
**Figura 08: índice para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava.**

VELOCIDAD DIRECTRIZ KM/H	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE FRENADO 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

El índice de curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A)  $K = L/A$  por el porcentaje de la diferencia algebraica.

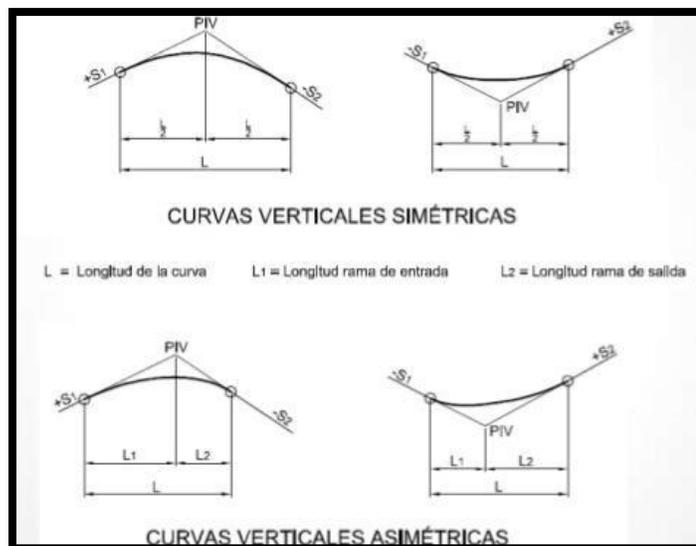
Fuente: manual de carreteras de diseño geométrico de bajo volumen de tránsito

Figura 09: tipos de curvas verticales convexas y cóncavas



Fuente: manual de carreteras de diseño de geométrico

Figura 10: tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas



Fuente: manual de carreteras de diseño de geométrico



### 2.2.9. Pendientes.

Magnitud que indica la inclinación de la superficie de una carretera con relación a la horizontal. Denominando a al valor del ángulo que forman el plano de la carretera y el horizontal, es: pendiente = tg a.

En la carretera para el corte se evitara preferiblemente el empleo de pendientes menores a 0.5% ni mayor al superficial de 2% en general, se considera deseable no sobrepasar los límites máximos de pendiente en tramos de carretera con altitudes mayores a los 3000 m.s.n.m los valores máximos del cuadro N°8.

**Figura 11: pendientes máximas**

OROGRAFÍA TIPO	Terreno plano	Terreno ondulado	Terreno montañoso	Terreno escarpado
<b>VELOCIDAD DE DISEÑO:</b>				
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8
70	7	7	7	7
80	7	7	7	7
90	6	6	6	6

**Fuente: manual de diseño geométrico de carreteras**

### 2.2.10. Secciones Transversales

#### 2.2.10.1. Calzada.

En el diseño de carreteras de muy bajo volumen de tráfico IMDA - 50, la calzada podrá estar dimensionada para un solo carril. En los demás casos, la calzada se dimensionará para dos carriles.

En la tabla N° 9 se indican los valores apropiados del ancho de la calzada en tramos rectos. Para cada velocidad directriz en relación al tráfico previsto y a la importancia de la carretera.

**Figura 12: ancho mínimo deseable de la calzada en tangente (metros).**

Tráfico IMDA	16 á 50		51 á 100		101 á 200		201 a 350	
Velocidad Km./h		*		*		*		*
25	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	6.00	5.50	6.00
30	5.50	5.50	5.50	6.00	5.50	6.00	5.50	6.00
40	5.50	5.50	5.50	6.00	5.50	6.00	5.50	6.00
50	5.50	5.50	5.50	6.00	5.50	6.60	6.00	6.60
60	6.00	6.00	6.00	6.60	6.00	6.60	6.00	6.60
70	6.00	6.00	6.00	6.60	6.00	6.60	6.00	6.60
80	6.00	6.60	6.00	6.60	6.00	6.60	6.00	6.60
90	6.60	7.00	6.60	7.00	6.60	7.00	7.00	7.00

**Fuente: manual de carreteras de bajo volumen de transito**

Las carreteras no pavimentadas estarán provistas de bombeo con valores entre 2% y 3% en los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte. En las carreteras de bajo volumen de transito con IMDA inferior a 200 veh/día se puede sustituir el bombeo por una inclinación transversal de la superficie de rodadura de 2.5% a 3% hacia uno de los lados de la calzada.

### **2.2.10.2. Bermas.**

Franja longitudinal, afirmada o no, comprendida entre el borde exterior del arcén y la cuneta o arista interior de talud más próxima a la plataforma

A cada lado de la calzada, se proveen bermas con un ancho mínimo de 0.5m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluido señales y guardavías para este diseño no se ha considerado colocar bermas por ser una carretera a nivel de afirmado y con bajo volumen de tránsito.

### **2.2.10.3. Bombeo.**

Pendiente transversal en las entre tangencias horizontales de la vía, que tiene por objeto facilitar el escurrimiento superficial del agua. Ésta pendiente, va generalmente del eje hacia los bordes

Las carreteras no pavimentadas estarán provistas de bombeo con valores entre 2% y 3% en los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte.

En los caminos de bajo volumen de transito con índice medio diario inferior a 200 veh/día se puede sustituir el bombeo por una inclinación transversal de la superficie de rodadura de 2.5% a 3% hacia una de los lados de la calzada.



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

**Figura 13: bombeos 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 de carreteras DG-2014

En climas definitivamente desérticos se pueden rebajar los bombeos hasta un valor límite de 2%

**2.2.10.5. Ancho de la plataforma.**

El ancho de la plataforma a nivel de rasante terminada resulta de la suma del ancho en calzada y del ancho de las bermas.

La plataforma a nivel de la sub-rasante tendrá un ancho necesario para recibir sobre ella la capa o capas integrantes del afirmado y la cuneta de drenaje.

**2.2.10.6. Taludes.**

Analizar la estabilidad del talud es indispensable para el desarrollo de un proyecto arquitectónico o de ingeniería civil.

Los taludes para las secciones en corte y relleno varían de acuerdo a la estabilidad de los terrenos en que están practicados. La altura admisible del talud y su inclinación se determinan, en lo posible, por medio de ensayos y cálculos o tomando en cuenta la experiencia del comportamiento de los taludes de corte ejecutados en rocas o suelos de naturaleza y características geotécnicas similares que se mantienen estables ante condiciones ambientales semejantes.

**Figura 14: valores referenciales para taludes en corte (Relación H : V)**

Clasificación de Materiales de Corte	Roca Fija 1:10	Roca Suelta 1:6 – 1:4	Material Suelto Peralte 2%		
			Suelos Gravosos	Suelos limo arcilla o arcilla	Suelos arenosos
ALTURA DE CORTE Menor de 5.00 m	1:10	1:6 – 1:4	1:1 – 1:3	1:1	2:1
5.00 – 10.00	1:10	1:4 – 1:2	1:1	1:1	
Mayor de 10.00	1:8	1:2			

**Fuente: manual de carreteras diseño geométrico de carreteras DG-2014**

**Figura 15: taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes)**

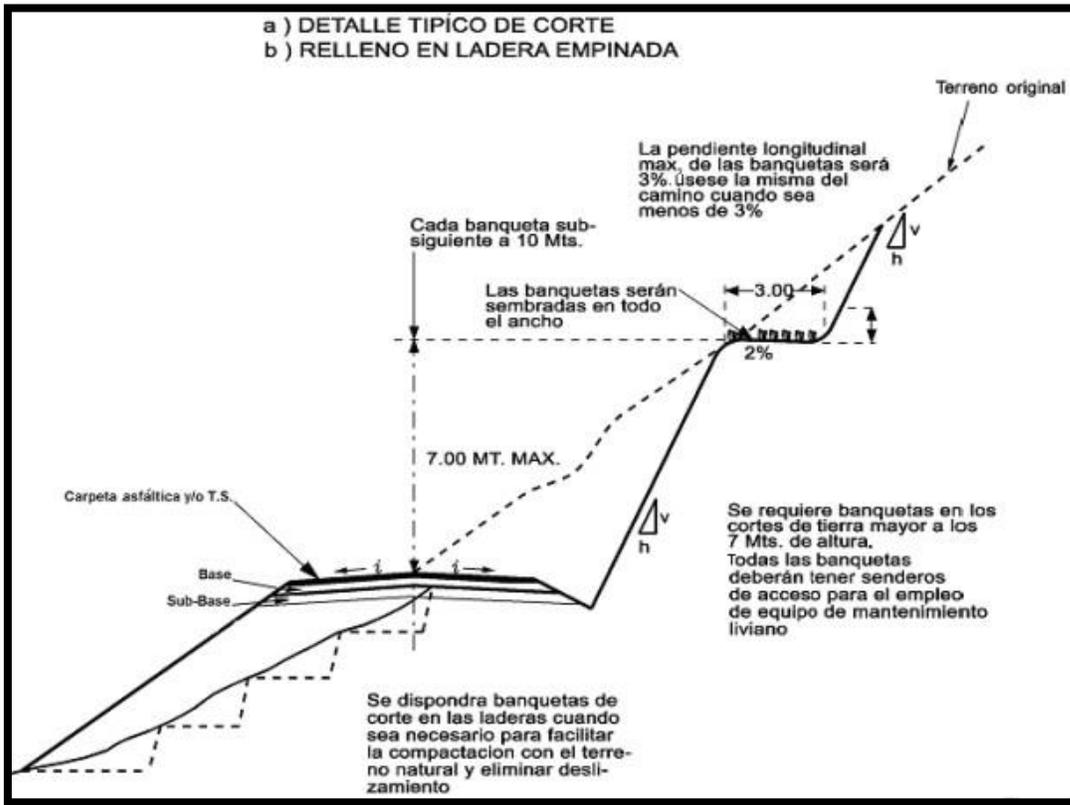
Materiales	Talud (V:H) Alturas (m)		
	< 5.00	5.00 – 10.00	> 10.00
Material común (limos arenosos)	1:1.5	1:1.75	2:1
Arenas limpias	1:2	1:2.25	1:2.25
Enrocados	1:1	1:1.25	1:1.5

**Fuente: manual de carreteras diseño geométrico de carreteras DG-2014**

### 2.2.11. Sección Transversal Típica.

La figura siguiente ilustra una sección transversal típica de la carretera, a media ladera, que permite observar hacia el lado derecho de la carretera la estabilización del talud de corte; hacia el lado izquierdo, el talud estable de relleno. Ambos detalles por separado, representan en el caso de presentarse en ambos lados, la situación denominada, en el primer caso “carreteras en corte cerrados” y en el segundo caso “carretera de relleno”.

Figura 16: Sección transversal típica.



Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico de carreteras dg-2014 de bajo volumen de tránsito.

### 2.2.12. Afirmado.

(MTC, 2007) las carreteras no pavimentadas con revestimiento granular en sus capas superficiales y superficie de rodadura (afirmando), corresponden generalmente a carreteras de bajo volumen de tránsito y un número de repeticiones de ejes equivalentes de hasta 300.000 EE en un periodo de diez años. Se clasifican en:

**Carreteras con grava** (lastrados), constituidos por una capa de revestimiento con material natural pétreo, seleccionado manualmente zarandeo de tamaño máximo de 75 mm. Carreteras afirmadas, constituida por una capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificados naturalmente con una dosificación especificada, compuesta por una combinación apropiada de tres tipos de material piedra, arena y arcilla siendo el tamaño máximo de 25 mm. Pues pudiendo ser así afirmados con gravas naturales o zarandeadas o afirmadas con gravas homogenizadas mediante chancado.



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

- Afirmados con grava tratada con materiales como asfalto, cemento, cal, aditivos químicos y otros.
- Suelos naturales estabilizados con material granular y finos ligantes asfalto, cemento, cal, aditivos químicos y otros,

Un aspecto que debe tomarse en cuenta en las carreteras no pavimentadas afirmadas, es el control de polvo, debido a que estas carreteras emiten polvo por el desprendimiento de los agregados finos por el tráfico circulante, la cantidad de polvo que se produce en un camino afirmado es muy variable, depende de la zona de la región (lluviosa o árida), del tráfico que soporta y la cantidad del afirmado.

### 2.2.13. Diseño De Afirmado.

#### **Materiales y partidas específicas de la capa granular de rodadura. Capa de afirmado.**

El material a usarse varía según la región y las fuentes locales de agregados, cantera de cerro o de río, también se diferencia su se utiliza como una capa superficial o capa inferior, porque de ello depende el tamaño máximo de los agregados y el porcentaje de material fino o arcilla, cuyo contenido es una característica obligada en la carretera afirmada.

El afirmado también requiere un porcentaje de piedra para soportar las cargas. Así mismo necesita un porcentaje de arena clasificada, según tamaño, para llenar los vacíos entre las piedras y dar estabilidad a la capa y obligatoriamente un porcentaje de finos plásticos para cohesionar los materiales de la capa de afirmado. **(EG-2014, Pag.111)**

**Hay dos principales aplicaciones en el uso de afirmados:** su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas o su uso como capa inferior granular o como colchón anticontaminante, como superficie de rodadura, un afirmado sin suficientes finos está expuesto a perderse es inestable. En construcción de carreteras, se requiere un porcentaje limitado pero suficiente de materiales finos y plásticos que cumplan la función de aglutinar para estabilizar la mezcla de gravas.

Un buen afirmado para capa inferior, tendrá mayor tamaño máximo de piedras que en el caso de la capa de superficie y muy poco porcentaje de arcillas y de materiales finos en general. La razón de ello es que la capa inferior debe tener buena resistencia para



soportar las cargas del tránsito y además debe tener la cualidad de ser drenaje. (Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, 2008).

### **Graduación de los materiales de la capa de afirmado.**

El (EGT-2008) distingue cuatro tipos de afirmado y si espesor y aplicaciones estará en función de IMD, según el catálogo de revestimiento granular, la capa de afirmado estará adecuadamente perfilada y compactada según los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto.

**Afirmado de tipo 1:** corresponde a un material granular natural o grava seleccionada por zarandeo, con un índice de plasticidad hasta 9 excepcionalmente se podrá incrementar la plasticidad hasta 12, previa justificación técnica. El espesor de la capa será el definido en el presente manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito, de clase T0 y T1, con IMD proyectado menos a 50 veh/día.

**Afirmado tipo 2:** corresponde a un material natural o de grava seleccionada por zarandeo, con un índice de plasticidad hasta 9, excepcionalmente se para incrementar la plasticidad hasta 12, previa justificación técnica. Se utiliza en las carreteras de bajo volumen de transito case T2, con IMD proyectado entre 51 y 100 veh/día

**Afirmado tipo 3:** corresponde a un material granular natural o grava seleccionada por zarandeo o por chancado, con in índice de plasticidad hasta 9, excepcionalmente se podrá incrementar la plasticidad hasta 12, previa justificación técnica. Se utilizará en las carreteras de bajo volumen de transito case T3, con IMD proyectado entre 101 y 200 veh/día (Pag.198).

Es muy impórtate mencionar que le índice de plasticidad es muy importante que podrá llegar a un máximo de 12, y no debe ser menor de 4. La razón es que la capa de rodadura en su superficie necesita un mayor porcentaje de material plástico y las arcillas naturales le darán la cohesión necesaria y por lo tanto una superficie cómoda para la conducción vehicular.

Esto puede ser crítico durante el periodo seco, pues necesitara riego de agua, en cambio, durante periodo húmedo, en la superficie pueden aparecer pequeñas huellas que después de la lluvia rápidamente se secan y endurecerán, por efecto de sol y el viento, en cambio, si la capa de presenta una gran cantidad de finos plásticos, esta grava causara



problemas si es que la humedad llega a este nivel pues esta capa inferior perderá resistencia y estabilidad.

Causando nivel pues esta capa inferior perderá resistencia y estabilidad, causando ahuellamiento profundo o la falla total de la capa granular de rodadura (manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito 2008).

### **Manipulación y colocación del material afirmado.**

(EG-CBT 2008) en la relación a la obtención y manipulación de los materiales en las canteras o fuentes, es muy importante que antes de comenzar a procesar el material, se retire la capa de tierra vegetal y la vegetación de la superficie pues esta contiene materia orgánica que no es buena para la superficie de la carretera.

Generalmente toda cantera o fuente de material tiene variaciones en las capas de revestimiento granular a explotar, pues se presentan capas aparentemente muy uniformes, pero cambian repentinamente con bolsones de un material diferente y esto afecta la gradación total de la grava. Por eso es importante el conocimiento de las fuentes de materiales para conseguir una correcta explotación y una buena mezcla desde el comienzo del proceso. Las zonas superficiales que contienen una cantidad inusual de partículas gruesas presentan una condición suelta e inestable, mientras que otras zonas presentarían exceso de finos que provocarían ahuellamiento profundo durante el periodo de lluvias.

Cuando el afirmado tenga que ser colocado sobre la carretera, es importante que la superficie se encuentre en buenas condiciones, sin problemas de drenaje e imperfecciones sobre la superficie, baches, desniveles etc. Todos estos problemas deben ser eliminados hasta formar correctamente la sección transversal de la carretera entonces, el material de afirmado se puede colocar en un espesor uniforme y en el futuro será más fácil su mantenimiento, en caso que la superficie de la carretera sea lisa y este endurecida, se deberá escarificar ligeramente la superficie para conseguir una buena adherencia con el nuevo material. Esta es la única manera que una capa uniforme de afirmado nueva, pueda ser colocada.

El comportamiento de la capa de afirmado dependerá en gran parte de su ejecución, especialmente de la compactación que se le haya dado. La compactación reducirá los



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

vacíos y aumentará el número de puntos de contacto entre partidas y el correspondiente rozamiento. La capa de afirmado debe ser compactada, por lo menos al 100% de la densidad máxima, determinada según el método de AASHTO T180. Otro aspecto importante el perfilado en cuanto a la conformación de bombeo y peraltes, cualquier defecto en el mismo constituye un impedimento para el drenaje superficial del agua de las lluvias.

La superficie de afirmado no tendrá ningún comportamiento similar a las superficies pavimentadas, siempre existirá pérdidas de agregados en todas las carreteras de afirmado. Durante la colocación de la capa de afirmado, se colocarán los dispositivos de control de tránsito de acuerdo a lo establecido en el manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calle y carreteras. (Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, 2008) (Pag. 320).

### **Diseño de carreteras afirmadas (EG – 2013).**

El trabajo consiste en la construcción de una o más capas de afirmado (material granular seleccionado) como superficie de rodadura de una carretera, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, debidamente aprobados, con o sin adición de estabilizadores se suelos, que se colocan sobre una superficie preparada, generalmente el afirmado que se especifica en esta sección se utiliza como superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas. Según el (EG – 2013) para la construcción de afirmados, con o sin estabilizadores, se utilizan materiales granulares procedentes de excedentes de excavaciones, canteras, o escorias metálicas, establecidas en el expediente técnico y aprobadas por el supervisor, así mismo podrán provenir de la trituración de rocas, gravas o estar constituidas por una mezcla de materiales de diversas procedencias.

Deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad.

- Desgaste los ángulos                    50 % más (MTC E 207)
- Limite liquido                                35 % más (MTC E 119)
- Índice de plasticidad                        4.9 % (MTC E 111)
- CBR (1)                                         40 % min. (MTC E 132)



#### 2.2.14.- Señalización.

Las señales de tránsito constituyen en uno de los dispositivos más comunes para regular el tránsito por medios físicos. La función es de controlar la operación de los vehículos en una carretera, proporcionando el ordenamiento del flujo del tránsito o informando a los conductores de todo lo que se relaciona con la carretera que recorre.

De acuerdo al Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Vivienda y Construcción. (Lima 1993) Los tipos de señales son los siguientes:

##### a) Señales Preventivas.

Son las que se indican con anticipación a la aproximación de ciertas características o condiciones del camino, el que puede ser evitado disminuyendo la velocidad o tomando las precauciones necesarias.

**Forma.** Serán romboidales con uno de sus vértices hacia abajo, excepto la señal “paso a nivel con vía férrea, que será de diseño especial como de cruce de carretera, puentes.

**Tamaño.** Serán visibles y deben cumplir:

- Para caminos de velocidad directriz inferior a 60 km/h, serán de 0.60 m. para velocidades mayores a los 60 km/h y menores de 100 km/h tendrá un tamaño de 0.75 m; sólo en zonas cercanas, donde las placas normales (0.60x0.60) no es posible colocarlas, se reducirán a 0.45 x 0.45.
- Para autopistas, la señal será de 0.90 × 0.90 m, cuando el número de accidentes sea alto.

##### **Color.**

- Tamaño: amarillo
- Símbolos: letras y marco negro
- Borde: amarillo caminero.

**Usos.** Se usa para prevenir la presencia de:

- Una o varias curvas que ofrezcan peligro por sus características físicas o falta de visibilidad que permitan las maniobras de alcance y paso de



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

vehículos.

- Para advertir al conductor de los obstáculos no previstos en el proyecto y que pueden ser permanentes o temporales.
- Para indicar intercepciones de camino “cruce” se complementa con la señal “alto” de la vía preferencial colocada en la vía de volumen vehicular más baja.

**Ubicación.** La distancia que debe haber hacia el lugar de peligro será aquella que asegure su mayor eficacia, tanto de día como de noche, teniendo en cuenta las condiciones particulares del camino y de la circulación. Las distancias recomendadas son:

- En zona urbana : 60 – 75 m.
- En zona rural : 90 – 180 m.
- En autopistas : 500 m

### **Codificación**

- P – 1. CURVA CERRADA.
- P – 2. CURVA DE VOLTEO.
- P – 4. CURVA.
- P – 5. CURVA PRONUNCIADA EN S.
- P – 6. CAMINO SINUOSO. Se empleará para indicar una sucesión de tres o más curvas, a fin de evitar la repetición frecuente de las señales de la curva. Como complemento se colocará (R-18), con el fin de indicar el valor máximo de la velocidad a desarrollar en esa zona.
- P – 8. INTERSECCIÓN EN Y. Se usa para advertir al conductor del vehículo de una intersección en forma de Y no debe usarse en intersecciones canalizadas por islas de tráfico, excepto cuando el usuario puede opinar indistintamente por circuitos a derecha inclinada.
- P – 26. ESCUELA. Se usa para prevenir la proximidad de una escuela que se encuentra al pie de un camino, de tal manera que el conductor del vehículo puede tomar las debidas precauciones. Esta señal podrá complementarse con la señal velocidad restringida R-18 colocándose primero esta señal.



**b) Señales de Reglamentación o Regulatoras.**

Son las que indican un orden y que por lo tanto hacen conocer al usuario del camino de ciertas limitaciones y prohibiciones que regulan el uso de él y cuya violación constituye una contravención. Se clasifican en:

**1. CLASIFICACIÓN.**

- **Señales relativas al derecho de paso:** Indican preferencia de paso u orden de detención.
- **Señales prohibitivas y restrictivas:** Indican limitaciones que se imponen para el uso del camino.
- **Señales de sentido de circulación:** Se usan en los cruces de los caminos; en las calles de una ciudad para indicar el sentido de una circulación.

**2. FORMA.**

**Señales relativas al derecho de paso.**

- **La señal ALTO** de forma ortogonal.
- **La señal VIA PREFERENCIAL** de forma triangular con el vértice inferior hacia abajo.

**Señales prohibitivas y restrictivas.** De forma rectangular, con mayor dimensión vertical.

**Señales de sentido de circulación.** Serán de forma rectangular con su mayor dimensión vertical.

**3. COLORES.**

**a) Señales relativas al derecho de paso.**

- **ALTO** color rojo con letras y bordes de color blanco.
- **VIA PREFERENCIAL**, color blanco con franja perimetral roja.

**b) Señales prohibitivas y restrictivas.** Señales de color blanco con letras, símbolo y marco negro. El círculo será de color rojo a excepción de aquellas señales que indiquen el fin de una prohibición, las que serán de color negro.

La faja oblicua trazada desde el cuadrante superior izquierdo al inferior derecho del círculo interceptará al diámetro horizontal del círculo a 45° y será de color negro si es prohibición.



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

**c) Señales de sentido de la circulación.** Serán de color negro con flechas blancas, la leyenda dentro de la flecha llevará letras negras.

**4. TAMAÑO.** Las señales reguladoras serán:

- En autopistas: 0.80 x 1.30.
- En caminos rurales y arterias urbanas principales: 0.60 x 0.90.
- En caminos secundarios tanto en zona rural como en zona urbana: 0.45 x 0.60.

**5. USO.**

**a) Señal de alto.** Indican detención del vehículo y se coloca en:

- Intercepciones de carreteras de una secundaria a una principal.
- Intercepción de carreteras principales, en donde el tráfico no está controlado por un semáforo.
- En los cruces o pasos a desnivel con líneas férreas.

**b) Señal de vía preferencial.** Se usará en los casos en que el reglamento de tránsito requiere que el conductor del vehículo ceda el paso a otros, a la cual está ingresando sin necesidad de detenerse completamente. En el caso de intercepción de varias vías, se usará sólo en una de ellas, tendrá la forma de un triángulo equilátero de color blanco, con uno de sus vértices hacia abajo, el lado del triángulo será de 80 cm., el marco será de color rojo y de 10 cm. de ancho. Para la facilidad de interpretación deberá complementarse colocándose una placa rectangular (0.50 x 0.20 m) con la leyenda VÍA PREFERENCIAL (de color negro) en la forma que indican R-2, esta señal requiere detención obligatoria.

**c) No camine por la ruta.** Se colocará esta señal para advertir a los peatones del riesgo que corren al caminar por la pista. Se ubicará en la derecha en el sentido del tráfico y en donde haya vías peatonales cercanas a la pista.

**d) No deje piedras en la pista.** Se colocará esta señal en los lugares en que se observe que los conductores dejen piedras en el pavimento.

**e) Estacionamiento restringido.** Se usa para indicar limitaciones o restricciones impuestas al estacionamiento de vehículos.



## **6. CODIFICACIÓN.**

**R-1 SEÑAL DE ALTO.** Se usará exclusivamente para indicar a los conductores de vehículos que deben efectuar la detención de su vehículo y se usará en los siguientes casos:

- En las Intercepciones de una carretera secundaria con una calle principal.
- En las Intercepciones de dos carreteras principales, en donde el tráfico no está controlado por un semáforo, se colocará en la de menor volumen de tráfico.
- En las Intercepciones tales que, restricciones de visibilidad, elevada velocidad, número de accidentes o cualquier otra causa, la hagan necesaria.
- **R-18 KPH VELOCIDAD MÁXIMA.** Se utiliza para indicar la velocidad límite a que debe transmitirse en determinado tramo de carreteras y en los siguientes casos:
  - Para recordar a los conductores la velocidad reglamentaria.
  - Al aproximarse a poblaciones de acuerdo al reglamento general de tránsito y a la continuación de la señal ZONA URBANA P-34.
  - Cuando por razones de seguridad y por las características del camino deba restringirse la velocidad.

### **c) Señales Informativas.**

Son las que guían al conductor de un vehículo a través de determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino, también tiene por objeto identificar puntos notables, tales como: ríos, lugares turísticos, lugares históricos, etc.

#### **1) Clasificación.**

**a) Señales de dirección.** Son las que guían a los conductores hacia su destino.

- Señales de destino.
- Señales de destino con indicaciones de distancia.
- Cuadros de distancia.

Figura 19: ejemplos de señales de dirección



Fuente: Manual de control de tránsito automotor para calles y carreteras

- b) **Señales indicadores de ruta.** Son las que muestran el número de rutas de los camiones, de acuerdo a la clasificación respectiva y se divide en:
- Señales indicadores de ruta.
  - Señales auxiliares.

c) **Señales de información general.** Son aquellas que indican al usuario la ubicación de lugares de interés general, tales como poblaciones, cursos de agua, lugares históricos o turísticos y de servicio público, como: puestos de primeros auxilios hospitales, teléfonos, etc.

## 2) FORMA.

- a) **Señales de dirección.** Serán de forma rectangular, con su mayor dirección horizontal.
- b) **Indicadores de ruta.** De forma especial como: escudos, círculos, etc.
- c) **Señales de información general.** De forma rectangular; con mayor dimensión vertical.

## 3) COLORES.

- a) **Señales de dirección.** De fondo verde con marco, letras y símbolos blancos, para autopistas, para el resto de carreteras, será de fondo blanco, letras y símbolos negros.
- b) **Señales de información general.** De fondo azul con recuadro blanco y símbolo negro.



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

- c) **Indicadores de ruta.** Fondo blanco con signos, letras y marcos blancos.
- d) **Señal de puestos de primeros auxilios.** Son de fondo azul, con recuadro blanco y símbolo rojo.
- e) **Señal “silencio hospital”.** Será de fondo azul y con letras blancas.

**4) TAMAÑO.**

- a) **Señales de dirección.** La adecuada para una buena posibilidad.
- b) **Indicadores de ruta.** De dimensiones especiales.
- c) **Señal de información general.** Será de 0.80 x 1.20, en autopistas; 0.60 x 0.90 m en caminos rurales y arterias urbanas; 0.45 x 0.60 m en caminos secundarios.

**5) USO.**

- a) **Señales de destino.** Se usará después de una intercepción, con el fin de guiar al conductor al camino a seguir, llevará junto al nombre de la población una pequeña flecha, la cual indicará la dirección a seguir. Se ubicará a no menos de 60 m.
- b) **Señal de destino con indicadores de distancia.** Se usará con el fin de informar al conductor sobre las distancias de la población inmediata máxima a la señal.

**d) MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO.**

Es uno de los más útiles para la dirección y control de tránsito, estas serán de color blanco o amarillos. Las amarillas sirven como marcas donde los vehículos no deben cruzar, como por ejemplo las líneas centrales dobles en las vías múltiples.

Se recomienda para el ancho de estas franjas: de 4” a 6” excepto para marcas de acortamiento que son de 2” a 4”. Estas pueden ser clasificadas en:

- a) **Líneas continuas.** Se emplean para restringir la circulación, ya que ningún vehículo podrá cruzar o circular sobre ellos. Prohíbe a los vehículos adelantar a otro o que pase de un sendero a otros lugares peligrosos como curvas, pendientes, cruces, etc. En las vías de doble tránsito los dos sentidos de circulación.



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

- b) Líneas discontinuas.** Se emplea para facilitar y guiar la libre circulación en las vías pudiendo ser cruzados por los vehículos, pero teniendo en cuenta de tomar las precauciones que cada caso requiera. Podrán ser trazadas al lado de las líneas continuas, en este caso los vehículos que transitan por el lado de las líneas discontinuas, podrán cruzar ambas líneas, en cambio los que circulan por el lado de las líneas continuas no podrán hacerlo. También sirven para las zonas de estacionamiento.
- c) Flechas direccionales.** Señalan al conductor la dirección que deberá seguir con su vehículo.

**e) UBICACIÓN DE LA SEÑAL.**

Las señales se colocarán a la derecha en el sentido del tránsito. En algunos casos es necesario colocarlos en alto sobre el camino, cuando no hay espacio suficiente al lado del camino o cuando se necesita algún control en una u otra vía que sea diferente a las demás. En casos excepcionales se podrán colocar al lado de avisos complementarios en carreteras de 4 vías de tránsito separadas por una berma central. La distancia del eje vertical de la señal al borde de la calzada no debe ser menor de 1.20 m ni mayor de 3.00 m, salvo casos excepcionales.

- **Altura.** La altura mínima permisible entre el borde inferior de la señal y la superficie de rodadura será de 1.50m. caso de colocarse varias señales esta, altura se podrá reducir hasta 1.20 m.
- **ANGULO DE COLOCACIÓN.** Deberá formar ángulo recto con el eje del camino, excepto en el caso de señales reflectantes en que se colocarán ligeramente inclinadas a la normal, para su mejor reflectación.
- **ILUMINACIÓN.** Es recomendable la iluminación o reflectación y se tiene:
  - \* Por medio de una luz detrás de la cara de la señal, iluminando el fondo de ambos, a través de un material transparente.
  - \* Por medio de una luz independiente separada de la señal y que ilumine uniformemente toda la cara de la misma.
  - \* Usando una luz incandescente que siga la forma de los símbolos de la leyenda.
  - \* Las señales elevadas deben ser iluminadas.



## **MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

- **REFLECTORIZACIÓN.** El material reflectorizante debe reflejar un alto porcentaje de luz que recibe en forma uniforme en toda la superficie de la señal y en un ángulo tal que no alcance la posición normal de los ojos del conductor: para esto se utilizará pintura reflectante.

- **SEÑALES ELEVADAS.**

Se utiliza para obtener la efectividad necesaria en la regulación del tránsito promedio de la señalización.

Como previo aviso a un desvío de una carretera muy transitada.

Al no haber espacio a dos lados del camino para colocar las señales.

Para carreteras de desvíos de circulación en un mismo sentido en vista que el tráfico pesado interfiere la visibilidad de las señales.

Cuando los lados de la carretera son muy iluminadas y deslumbran la visión de las señales laterales.

**f) HITOS KILOMÉTRICOS.**

Nos indica la longitud de la carretera para determinar las obras o reparaciones que se tendrán que efectuar, serán confeccionados de concreto con fierro de  $\frac{3}{4}$ ", cuya sección preferida es la triangular, pintada de blanco y negro.

**g) DISPOSICIONES GENERALES.**

En la época actual en que la velocidad de los vehículos ha sido enormemente incrementada, es preciso que las señales de tránsito sean reconocidas y comprendidas en forma inmediata de manera que el conductor pueda sentirse seguro en todo momento. Por ello su diseño es muy sencillo y la misma señal es usada en los mismos casos. Si a estos agregamos unidad en forma, color, dimensiones, símbolos, letras, literatura, reflectorización, y ubicación, los conductores a veces se acostumbran a interpretarlas rápida y eficazmente.



### **III. Metodología De La Investigación**

#### **3.1.- Planteamiento de la Hipótesis**

Las características para **el Diseño del mejoramiento De la Trocha Carrozable Celendín – Llanguat, Provincia de Celendín – Departamento de Cajamarca**, tiene como objetivo de mejorar cunetas, perfilado de taludes, peraltes y alineamiento de curvas y será de acuerdo a las normas técnicas establecidas por el ministerio de transportes y comunicaciones (MTC) desarrollados en el manual de carreteras: Diseño Geométrico (DG – 2014), con el objetivo de lograr una vía segura, eficiente y optima en costo como en transitabilidad, contribuyendo benéficamente a la Provincia de Celendín y CP de Llanguat. y anexos.

#### **3.2.- Tipo y Diseño de Investigación**

##### **3.2.1.- Tipo de Acuerdo al Diseño**

- Aplicada (porque resuelve un problema específico de la población) Ezequiel Ander-Egg Hernández (2010) indica que la investigación aplicada es una solución eficiente y con fundamentos a un problema que se ha identificado.

##### **3.2.2.- Diseño de la investigación**

- Descriptivo (no Experimental)  
Kerlinger (1979, pag. 116). "La investigación no experimental o ex-post-facto es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones". De hecho, no hay condiciones o estímulos a los cuales se expongan los sujetos del estudio. Los sujetos son observados en su ambiente natural, en su realidad.



### 3.3.- Definición de Variables

#### a.- Variable.

“Diseño del Mejoramiento de la Trocha Carrozable Celendín – Llanguat, Provincia de Celendín – Departamento de Cajamarca”

#### b.- Definición Conceptual.

Estudios y proyectos que comprenden el mejoramiento de las características geométricas y estructurales de la vía con variaciones en el eje transversal, ampliación o disminución de curvas (Verticales y horizontales) y cambios en las características de la superficie de rodadura con respecto al diseño original de la carretera con la única finalidad de mejorar la afluencia vehicular en la zona.

#### c.- Dimensiones de La Variable.

- **Topografía del terreno:**

Realizar estudios para el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales.

Obtener medidas sobre el terreno, que permite mostrar la topografía de este, obtenida en campo que nos brindara el perfil y las secciones del camino vecinal.

- **Diseño geométrico de la carretera:**

Permitirá la realización de un trazo óptimo para el alineamiento horizontal y vertical de la carretera, siguiendo parámetros vigentes en el manual de carreteras: Diseño Geométrico DG – 2014.



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

**3.4.-Operacionalizacion de Variables.**

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad
Diseño del mejoramiento de la Trocha Carrozable Celendín – Llanguat, Provincia de Celendín – Departamento de Cajamarca.	Son los proyectos que comprenden el mejoramiento y ampliación de las características geométricas y estructurales de la vía con variaciones en el eje transversal, ampliación de curvas y cambios en las características de la superficie de rodadura, respecto al diseño original de la trocha carrozable con la finalidad de mejorar el tránsito vehicular.	Las características mencionadas se exponen en función a la topografía del terreno, estudio de mecánica de suelos, estudios hidrológicos, diseño geométrico de la carretera y costos y presupuestos.	Topografía del terreno	Levantamiento altimétrico	M
				Equidistancias	M
				Ángulos de inclinación	“0”
				Perfiles longitudinales	M
				Vista de planta y secciones transversales	M2 M3
			Estudio de mecánica de suelos	Contenido de humedad	%
				Granulometría	%
				Límites de consistencia	%
				C.B.R	%
				Densidad máxima	Gr/cm3
				Proctor modificado	%
			Estudio hidrológico y obras de arte	Precipitaciones	Mm
				Caudal de escorrentía	M3/s
				Alcantarillas, cunetas	Unid.
				Cuencas	Unid.
			Diseño geométrico de la carretera	Índice medio diario anual	%
				Trazo longitudinal	M
				Señalización	Unid
				Metrados	Ml
			Índice de tráfico	Estudio de demanda	Unid
				Cálculo del índice medio diario	Unid
				Trafico proyectado	%
			Costos y presupuestos	metrados	Und, ml, m2, m3, kg, g, lb, pulg2
Análisis de costos unitarios	S/				
Insumos	%				
Presupuesto	S/				



### 3.5.- Población y Muestra

#### 3.5.1.- Población

- La trocha carrozable en estudio y toda su área de influencia

#### 3.5.2.- Muestra

- No se trabaja con muestra

### 3.6.- Técnicas, Procedimientos e Instrumentos

#### 3.6.1.- Para Recolectar Datos

- La observación
- fotografías

Fue de gran ayuda los beneficiarios de los caseríos y la Municipalidad Provincial de Celendín.

También se utilizó equipos topográficos e instrumentos de recolección de muestras de suelo.

**Tabla 01: Equipos Topográficos y Muestreo**

<b>Topográficos</b>	<b>Muestreo</b>
Estación Total	Tamices
Prismas	Horno
GPS diferencial	Bandejas
Winchas	Espátulas
Jalones	Balanzas
Estacas	Etc.

Fuente: elaboración propia



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

**3.6.2.- Para Procesar Datos Utilización de cuadros estadísticos porcentuales**

- Cuadros comparativos.
- También se hará uso de programas especializados como: AutoCAD, civil 3D, S10.

**DATOS DEL PROYECTO**

**Evaluación de la Vía Existente**

**1.- RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO:**

Esta es una etapa de estudio de una carretera muy importante dado que permite realizar el diagnóstico e inventario de toda la infraestructura existente, sobre todo la ubicación de todos los puntos obligados de paso de carretera, tales como el Centro Poblado de Llanguat (punto de control positivo), así como puntualizar por donde no es apropiado realizar el trazo para el nuevo eje de la vía (puntos de control negativo), se observó mal diseño, presentando alineamiento muy zigzagueante, pendientes excesivas y con radio de curvatura menores a 15 metros que es el radio mínimo para carreteras de Tercera Clase según las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras.

La actual carretera se encuentra muy deteriorada, no tiene mantenimiento referente a obras de arte, encontrándose destruidos por sedimentos deslizados de taludes y presencia de vegetación.

**2.- UBICACIÓN DEL PUNTO INICIAL, FINAL Y OBLIGADOS DE PASO**

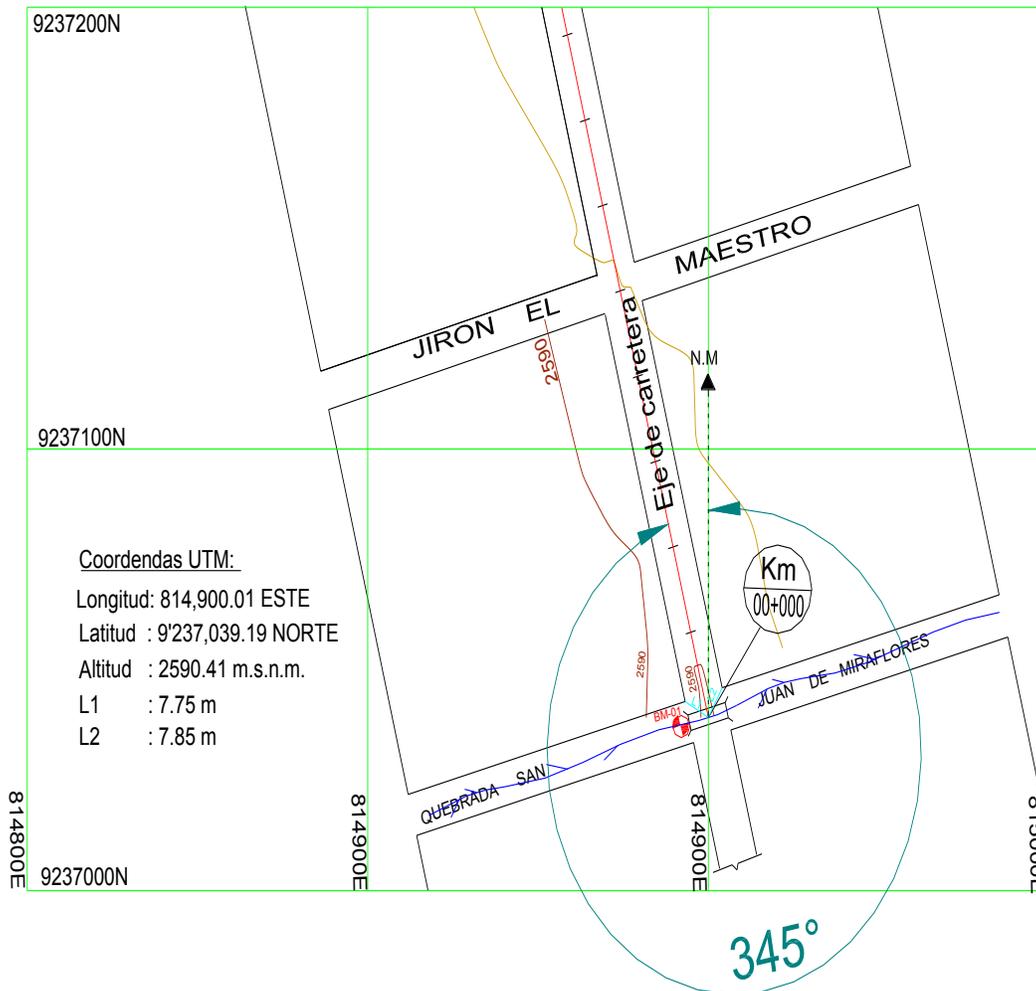
- Punto Inicial: Se ubica en la Intersección de la Quebrada San Juan de Miraflores con el Jirón Ayacucho (Celendín) a una altitud de 2590.41 m.s.n.m. el cual corresponde al Km. 00+000, cuyas coordenadas son:

\* Norte : 9'237,039.19 m

\* Este : 814,900.01 m

En el siguiente gráfico se detalla la ubicación del punto inicial así como del B.M. N° 1

Gráfico N° 2.1. Ubicación del Punto Inicial en la Intersección de la Quebrada San Juan de Miraflores con el Jirón Ayacucho



- Puntos Obligados de Paso: Los puntos obligados de paso se definieron de acuerdo a las necesidades de los pobladores, beneficiando en lo posible a todos y evitando malograr los terrenos de cultivo, se tiene en cuenta el mejor criterio del diseñador.
- Controles Naturales: Quebradas existentes a lo largo de la futura franja de la carretera.
- Controles Artificiales: Tenemos la intersección de la Alcantarilla de la Quebrada San Juan de Miraflores con el Jirón Ayacucho Km. 0+000 (Celendín) y el Centro Poblado de Llanguat, además se toma en cuenta la Escuela de Llanguat.

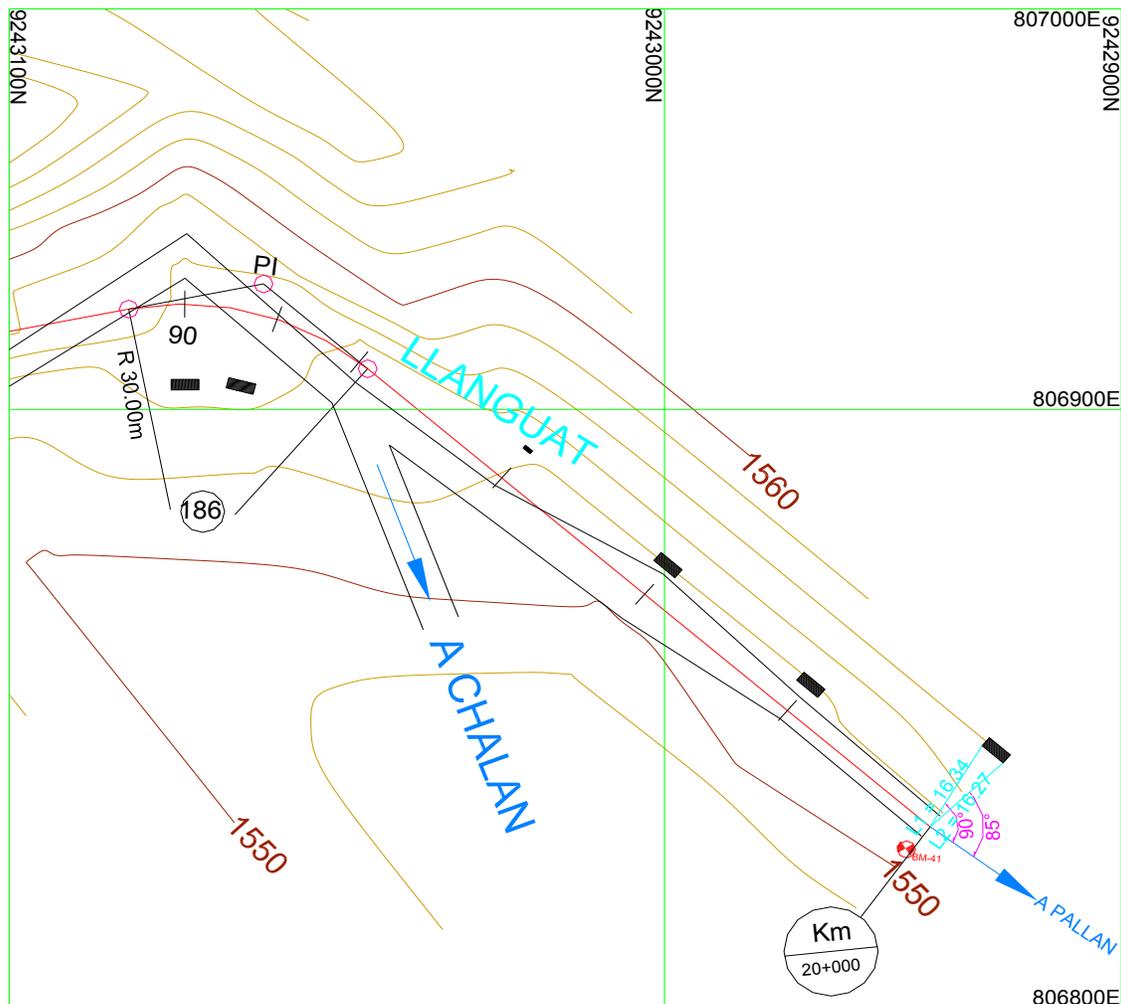
- Punto Final: El Punto Final se encuentra en el Centro Poblado de LLanguat con una altitud de 1,552.69 m.s.n.m. y corresponde al Km. 20+000.00, se tiene el BM N° 41 las coordenadas del Punto Final son:

\* Norte : 9'242,971.79 m

\* Este : 806,853.17 m

En el siguiente gráfico se detalla la ubicación del punto Final así como del B.M. N° 41

**Gráfico N° 2.2. Ubicación del Punto Final en el Centro Poblado de Llanguat**



### 2.1.- Levantamiento Topográfico de la Vía Existente

El levantamiento topográfico se realizó por el método directo por radiación, después de haber realizado el trazo de la línea de gradiente en el campo, se trazó una poligonal auxiliar por esa zona, la que ha servido como red de apoyo para



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

realizar el levantamiento topográfico de la mayor cantidad de puntos de la gradiente.

Al final de cada lado se lo tomo como estación, para continuar con el levantamiento topográfico: así como trazar el próximo alineamiento; que vendría hacer el otro lado de la poligonal, teniendo en cuenta de colocar ceros en una estación anterior, luego se continuó trazando los otro lados de la misma, formando una poligonal abierta; hasta llegar hasta nuestro punto final.

### 2.2.- Evaluación de la Vía existente:

Para la evaluación de la vía se tomó en cuenta las características geométricas de la vía, sistema de drenaje longitudinal, estado de superficie de rodadura, tipo de suelo, estabilidad de taludes, señalización. Se hace una evaluación y el mejoramiento respectivo.

**Cuadro N° 2.2.1.**

KILÓMETRO DEL - AL	EVALUACIÓN	MEJORAMIENTO
0+0 - 1+00	<ul style="list-style-type: none"><li>- Hay cunetas en terreno natural.</li><li>- El eje de la vía está formada por calles perpendiculares al Jr. Ayacucho, y con pendiente normal.</li><li>- Curvas con radios normales según Normas Peruanas</li><li>- Regular estado de conservación de superficie de rodadura.</li><li>- si hay señalización.</li><li>- Existe Alcantarillas para la evacuación de lluvias</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Limpieza de cunetas.</li><li>- Alineamiento definido por calles existentes.</li><li>- Limpieza de alcantarillas.</li></ul>
1+00 - 2+00	<ul style="list-style-type: none"><li>- Existe badén y alcantarillas.</li><li>- El eje de la vía con moderada sinuosidad.</li><li>- Eje de la vía con moderada pendiente</li><li>- No hay señalización.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Diseño de obras de arte</li><li>- Mejor alineamiento</li><li>- Pendiente moderada.</li><li>- Señalización.</li></ul>
2+00 - 3+00	<ul style="list-style-type: none"><li>- Alcantarilla sin mantenimiento.</li><li>- Curva de volteo de radio muy pequeño.</li><li>- El eje de la vía con elevada sinuosidad.</li><li>- Eje de la vía con elevada pendiente.</li><li>- No hay señalización</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Recomendaciones de mantenimiento de obras de arte.</li><li>- Diseño de curva de volteo con radio mínimo.</li><li>- Mejor alineamiento.</li><li>- Pendiente moderada.</li><li>- Señalización.</li></ul>
3+00 - 4+00	<ul style="list-style-type: none"><li>- El eje de la vía con elevada sinuosidad.</li><li>- Eje de la vía con elevada pendiente.</li><li>- Alcantarilla sin mantenimiento.</li><li>- No hay drenaje longitudinal.</li><li>- No hay señalización.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mejor alineamiento.</li><li>- Pendiente moderada.</li><li>- Diseño de cunetas.</li><li>- Señalización.</li></ul>
4+00 - 5+00	<ul style="list-style-type: none"><li>- El eje de la vía con elevada sinuosidad.</li><li>- No hay drenaje.</li><li>- Eje de la vía con elevada pendiente.</li><li>- No hay señalización.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mejor alineamiento.</li><li>- Diseño de cunetas.</li><li>- Pendiente moderada.</li><li>- Señalización.</li></ul>

### 3.- ESTUDIO DEFINITIVO.

#### 3.1.- Generalidades.

Al diseñar una carretera es necesario definir un conjunto de valores mínimos y máximos de una serie de variables denominadas parámetros de diseño que a la postre regulan el diseño geométrico de las vías tanto en planta, perfil como en sección transversal.

Ejecutar el diseño de una carretera implica definir con detalle la posición horizontal (Planimétrica) y vertical (Altimetría) del eje de la carretera; así mismo, definir las correspondientes secciones transversales de las estacas de dicho eje. También se acepta que el diseño definitivo del eje implique acciones de estudio de visibilidad y señalización.

El método de diseño geométrico de la carretera es el topográfico, realizado en base a los planos a escala 1/2000 obtenidos del levantamiento topográfico, y que a su vez nos permitió el conocimiento de información valiosa referente a suelos, hidrología, limitaciones propias del lugar que tendrían que ver con el proceso constructivo.

#### 3.2.- Selección de Tipo de Vía y Parámetros de Diseño:

- Según su jurisdicción : carretera del Sistema Vecinal
- Por su servicio : Tercera Categoría
- Vehículo de diseño : C2

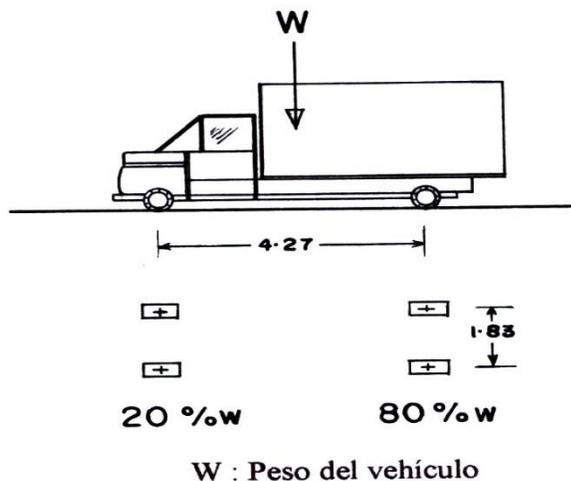


Gráfico 3.2.1. Vehículo de diseño



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

**A. Parámetros del Diseño:** Dentro de los parámetros de diseño tenemos:

**A.1. Velocidad Directriz:** En una carretera de tercera clase en tramos alternados de topografía ondulada y accidentada. Se consideró una velocidad directriz de 30 Km. /h y con velocidad reducida de 24 Km./h.

**A.2. Distancia de Visibilidad:**

**A.2.1. Distancia de Visibilidad de Parada (Dp):** según las NPDC,  $D_p = 35.00$  metros.

**A.3. Pendiente:** Las pendientes utilizadas son las siguientes:

**A.3.1. Pendiente Mínima:** La pendiente Mínima es de 0.5%.

**A.3.2. Pendiente Media:** Para una altitud comprendida entre 1000 y 2000 m.s.n.m. la pendiente media es de 4.6% y de 2000 a 3000 m.s.n.m. es de 4.2%.

**A.3.3. Pendiente Máxima Normal:** La pendiente máxima normal para altitudes menores a 3000 m.s.n.m. es de 7.0% y la pendiente máxima excepcional para altitudes menores a 3000 m.s.n.m. es de 8.0%.

**A.4. Curvas Horizontales:**

**A.4.1. Radios de Diseño:**

Radio mínimo 24 metros

**A.4.2. Peralte, Longitud de Transición del Peralte, Sobreanchos y Elementos de Curvas Horizontales:**

Según la N.P.D.C se tienen los siguientes valores.

▪ **Peralte:**

- Peralte Mínimo: 2%
- Peralte Máximo 6%
- Peralte Máximo Excepcional: 10%

▪ **Longitud de Transición del Peralte:** Las N.P.D.C.

L.T.P = 30

▪ **Peralte de Berma:**

Seguirá las inclinaciones del Bombeo de la superficie de rodadura

En la pendiente transversal, en ningún caso su diferencia será mayor a 7.0% entre pavimento y berma.



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

- **Sobreancho:**  
S mínimo = 0.30 m
- **Transición de sobreancho:**  
Será igual a la transición del peralte.
- **Diseño de Curvas Horizontales:** Los valores obtenidos de los elementos de curva, están en función a los PCs, PI, PTs y sus respectivas coordenadas.

### A.5. Ubicación de la Poligonal en Estudio:

Se tomó como punto de partida la Intersección del Jirón Ayacucho con la Quebrada San Juan de Miraflores y el último punto de este tramo queda ubicado al lado izquierdo del eje a 3.50 metros, en una piedra fija sobre el talud pintado de color rojo (Centro Poblado de Llanguat).

Trazo de la Poligonal.- Teniendo como base la línea de gradiente se trazó una poligonal auxiliar, de tal modo que permita abarcar la mayor cantidad posible de puntos de la gradiente. Colocando los jalones en cada cambio de la respectiva línea, dejándose aquí una estaca clavada y pintada en su parte superior con color rojo para su mayor identificación, continuándose hasta la culminación del trazo.

### A.6. Trazo del Eje Longitudinal:

El trazo utilizado es un trazo combinado o híbrido, inicialmente el trazo es directo, luego con ayuda del programa Auto CAD Land se define el plano topográfico en el cual se traza un nuevo eje mejorado con los parámetros de diseño, siendo un trazo topográfico final, además con el Autocad Land se obtiene el perfil, seccionamiento de la vía mejorada.

### A.7. Nivelación del Perfil Longitudinal:

Definido el eje de la carretera, se procede al trazado del perfil longitudinal, para lo cual se obtiene el primer BM, esto se realiza con la ayuda de un alfilero calibrándose previamente en base al BM ubicado en la plaza de armas de Celendín (2599. m.s.n.m.), con lo cual obtenemos el primer BM con una cuota de 2590.41 m.s.n.m., paralelamente a la nivelación de las estacas de la poligonal se colocan BMs cada 500 metros aprox. Los cuales



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

han sido dejados en puntos fijos preferentemente en rocas.

Para posteriormente trazar la línea de la subrasante según los siguientes criterios técnicos.

- Pendientes según N.P.D.C. para carreteras de tercera clase.
- Evitar cortes y rellenos excesivos, preferir cortes antes que rellenos, o en todo caso, compensar los movimientos de tierra longitudinal y transversal.
- En terreno plano llano, la subrasante estará sobre el terreno por razones de drenaje.
- En terrenos ondulados, por economía, la rasante seguirá las inflexiones del terreno pero sin perder de vista las limitaciones por la estética, visibilidad y seguridad.
- En terrenos accidentados adaptar la subrasante al terreno evitando los tramos de contrapendientes.
- Debe tenerse presente la altura de la subrasante en los pasos sobre las corrientes de agua.

### **A.8. Seccionamiento Transversal:**

Teniendo el perfil longitudinal, se procede a realizar el seccionamiento transversal con la ayuda del programa.

Para obtener la sección se utilizó datos de ancho de faja de rodadura, taludes, bermas, sobreaños, cunetas.

### **A.9. Levantamiento Catastral:**

Daremos a conocer algunos conceptos básicos:

#### **A.9.1. Derecho De Vía.**

Es la faja de ancho variable dentro de la cual se encuentra comprendida la carretera y todas sus obras necesarias.

La propiedad para el terreno para derecho de vía será adquirida por el estado, cuando ello sea preciso por expropiación o por negociación con los productores.

Al derecho de vía también se le denomina faja de dominio cuyo ancho es de tres tipos.



## **MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

- a) ancho normal.- se extiende hasta 5 metros más allá del borde de los cortes del pie del terraplén o del borde más alejado de las obras de drenaje que se construyen.
- b) Ancho mínimo.- no será menor a 20 mt. en zonas en que el terreno sea propiedad privada y de 50 mt. de ancho en que el terreno sea de propiedad fiscal o zonas selváticas.
- c) Previsión para el tránsito de ganado.- en zonas de frecuente tránsito de ganado donde no es posible desviarlos por caminos de herradura, debería ampliarse la faja de dominio en un ancho suficiente para alojar ese tránsito en caminos cerrados.

### **A.9.2. Límite Del Derecho De Vía**

El límite del derecho de vía es paralelo al eje, se colocarán estacas en lugar de hitos en cada límite opuesto a todos los puntos de tangencia o curvas compuestas. Se colocarán estos hitos intermedios, en tangente a intervalos no mayores de 300 mt y en curvas a intervalos no mayores de 150 metros (se colocarán en lo posible múltiplos pares de 50 o 100

### **A.9.3. Catastro.**

Se define como catastro al proceso técnico, legal y administrativo por el cual se establece las áreas de propiedad predial y los padrones de los propietarios que corresponden a los predios censados.

El catastro en lo que concierne a construcción de carreteras tiene dos finalidades:

- a) en el catastro de expropiación para obtener el derecho de vía se debe tener en cuenta.
  - Nombre del propietario.
  - Límites del predio y vías de propiedad privada.
  - Tasación del terreno.
  - La ubicación de todos los monumentos y cementerios dentro del derecho de vía.
  - La ubicación y o nombre de todos los servicios públicos, tales como: líneas de luz, telegrafía, etc.



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

b) catastro para el cobro de mejoras.

El catastro para el cobro de mejoras, viene a ser los derechos y obligaciones entre el estado y los propietarios de los predios que tienen que ser expropiados para la construcción de la vía y las mejoras que generan la obra pública.

Declarada de necesidad y utilidad pública la vía en proyecto ha de iniciarse el proceso de expropiación y paralelamente se ejecutaran los estudios del proyecto de rentabilidad del cobro del derecho de mejoras, mediante el catastro de derecho fiscal.

La valorización se hace según los valores oficiales de terrenos rústicos que publica cada fin de año el consejo nacional de tasaciones.

**Cuadro N° A.9.3.1 RELACIÓN DE PROPIETARIOS A EXPROPIAR CON  
EL MEJORAMIENTO DE LA VIA**

<b>N°</b>	<b>NOMBRE DEL PROPIETARIO</b>	<b>AREA A EXPROP. (Has)</b>
1	Pedro Abanto Chávez	0.22
2	Manuel Jesús Rojas Aguirre	0.03
3	Rosendo Muñoz Ortiz	0.48
4	Avelino Rojas Chávez	0.34
5	Vicente A. Mego Chavarry	0.50



MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

Cuadro N° A.9.3.2. VALORIZACIÓN DE PREDIOS

Cuadro N° 3.3.7.3.2

VALORIZACIÓN DE PREDIOS

UBICACIÓN		Valores por categoría Grupo de tierras	Tipo de tierra	Valores unitarios S/ Ha	Área (Ha)	Sub totales
Inicio	Termino					
1+320	1+860	2001 – 3000	2ª	6517.12	0.22	1407.70
2+860	2+930	2001 – 3000	2ª	6517.12	0.03	205.29
3+000	3+960	2001 – 3000	2ª	6517.12	0.48	3128.22
4+250	4+860	2001 – 3000	3ª	4600.32	0.34	1543.41
5+080	5+910	2001 – 3000	3ª	4600.32	0.50	2290.96
<b>TOTAL</b>						<b>S/. 8,575.58</b>

$$K = \frac{IU(39)_r}{IU(39)_o} = \frac{334.90}{325.71} = 1.03$$

I U (39) r = Índice uniforme 39 (Índice de precios al consumidor) al mes que se va a actualizar (Diciembre 2020) = 334.90.

I U (39) o = Índice unificado CREPCO (Índice general de precios al consumidor) del mes que fueron publicados los aranceles y los valores unitarios sierra, para el cálculo de valorizaciones, (mes de Enero 2020) = 325.71

Actualización a Abril del 2008

Valorización de terrenos rústicos = 8575.58 \* 1.03

Valor del terreno rústico a Abril del 2008 = S/. 8,832.8474

**Conclusión.**

En el presente proyecto se presenta expediente de expropiación, debido a que el terreno por donde pasa el eje del trazo mejorado, es de propiedad privada.



#### **4.-ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CANTERAS:**

##### **4.1. DESCRIPCION GEOLOGIA DEL EJE DE LA CARRETERA.**

La zona en estudio desde el punto de vista geológico, presenta diversas formaciones rocosas, en su mayor parte formado por areniscas arcillosas.

Así mismo hay zonas donde se encuentran afloramientos de rocas sedimentarias, especialmente areniscas, arcillas, limos en la actualidad esas formaciones superficialmente se encuentran meteorizadas, mecánicamente y químicamente, lo que ha originado suelos gravosos y arcillosos, de color amarillo y pardo claro como consecuencia de la oxidación de los minerales que constituyen las rocas mencionadas Geomorfológicamente, por acción de la erosión pluvial presenta laderas de mediana pendiente, hondonadas, afloramientos de rocas areniscas.

Para determinar las características físicas y mecánicas de estos suelos, materia de estudio, se ha realizado mediante el análisis mecánico de suelos en el laboratorio de la Universidad Nacional de Cajamarca, para determinar la ubicación de las calicatas, los tesisistas realizamos un reconocimiento general del terreno desde el punto de inicio, ubicado en el Km. 0+000, hasta el punto final, ubicado en el Km. 20+000, teniendo como documentos sustentatorios, los planos del trazo geométrico en planta, perfil longitudinal, y secciones transversales, estos estudios se realizaron en el campo y en gabinete, los que fueron concluidos.

##### **4.2. ESTUDIO DE SUELOS Y CANTERAS:**

**4.2.1. Estudio de Suelos:** Se obtiene las características mecánicas de los suelos que conformarán la subrasante de la carretera que soportará el tráfico de los vehículos.

Muestreo: Una vez ubicados los kilometrajes y BMS en el eje del Proyecto “Mejoramiento de la Carretera Celendín – Llanguat; se identificó con criterio técnico el tipo de suelos, por la que atraviesa la vía, optando ubicar 17 calicatas a lo largo de la carretera, todas con las dimensiones que están indicadas en el perfil estratigráfico, con sus cotas de terreno; y son los que indicamos a continuación.



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

**Calicata N° 1.-** Está ubicado en la Progresiva Km. 00+000, la que presenta un solo estrato denominado M1, según la clasificación AASHTO corresponde a un suelo A-6 (11) y un SUCS CL, está es una arcilla inorgánica de baja plasticidad con un  $LL < 50$ , el LL es el 40% como máximo, su IG es 16% como máximo y 11% como mínimo; el terreno de fundación es regular a malo.

**Calicata N° 2.-** Está ubicado en la Progresiva Km. 00+500, está calicata presenta un solo estrato, denominado M1, según la clasificación AASHTO corresponde a un suelo A-6 (6) y un SUCS CL, el que es una arcilla inorgánica de baja plasticidad con un  $LL < 50$ , el LL es el 40% como máximo y su IG es 16% como máximo y 11% como mínimo; el terreno de fundación regular a malo.

**Calicata N° 3.-** Se encuentra ubicado en la Progresiva Km. 01+000, la que presenta un solo estrato, denominado M1, según la clasificación AASHTO corresponde a un suelo A-6 (5) y un SUCS CL, que es una arcilla inorgánica de baja plasticidad con un  $LL < 50$ , el LL es el 40% como máximo y su IG es 16% como máximo y 11% como mínimo; terreno de fundación regular a malo.

**Calicata N° 4.-** Se encuentra ubicado en la Progresiva Km. 01+500, está calicata presenta un solo estrato, denominado M1, según la clasificación AASHTO corresponde a un suelo A-7 (13) y un SUCS CL, que es una arcilla inorgánica de baja plasticidad de  $LL < 50$ ; como mínimo el 41% de LL, y índice de plasticidad el 11% como mínimo y su IG es 20, terreno de fundación regular a malo.

**Calicata N° 5.-** Se encuentra ubicado en la Progresiva Km. 02+000, la referida calicata presenta un solo estrato, denominado M1, según la clasificación AASHTO corresponde a un suelo A-7 (12) y un SUCS CL, que es una arcilla inorgánica de baja plasticidad con  $LL < 50$ ; como mínimo el 41% de LL, y como índice de plasticidad el 11% como mínimo y su IG es 20, terreno de fundación regular a malo.



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

**Calicata N° 6.-** Se encuentra ubicado en la Progresiva Km. 02+500, está calicata presenta un solo estrato, denominado M1, según la clasificación AASHTO corresponde a un suelo A-7 (8) y un SUCS OL, que es un fino orgánico ó arcilla orgánica, de baja plasticidad (suelos finos) con  $LL < 50$ ; como mínimo el 41% de LL, y como índice de plasticidad el 11% como mínimo y su IG es 20, terreno de fundación regular a malo.

Del Km. 2+500 al Km. 5+00, es un suelo A1 (0) el cual contiene materiales granulares, con fragmentos de piedra, grava y arena, el terreno de fundación es de excelente a bueno.

También tiene un suelo A2 (0), que contiene materiales granulares conformados por gravas y arenas limosas y arcillosas, el terreno de fundación es de excelente a bueno, como se puede apreciar a simple vista la estratificación geomorfológica, por esta razón no ha sido necesario, hacer calicatas en el eje de la vía, del referido tramo.

**Nota:** Las 4 Calicatas restantes, ya no se mencionan por ser un suelo igual o uniforme, puesto que en la Calicata N° 6 se está detallando todas las características del suelo desde el Km 0+000 hasta el Km 5+000.

### Cuadro N° 4.2.1.1. Ubicación de Calicatas.

N° DE CALICATA	PROGRESIVA
1	0+000
2	0+500
3	1+000
4	1+500
5	2+000
6	2+500

#### Descripción de Calicatas:

**Ensayos de Laboratorio:** Los ensayos de laboratorio se realizaron para la muestra de las calicatas obtenidos en el campo ubicado cada a 500 metros según varíe el suelo.

El ensayo de compactación y de CBR se realizó para la muestra de suelo más desfavorable A-7-13 según la clasificación AASHTO.



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

Los ensayos realizados en el laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales se presentan a continuación.

**4.2.2. Estudio de Cantera:** Se hace el estudio respectivo para conocer las características y propiedades de los materiales los que se utilizarán en la base y en la sub base.

**4.2.2.1. Ubicación de las Canteras:** Se ha ubicado las canteras El Nogal en el Km. 07+200, El Oso Km. 5+300, La Llanga en el Km. 02+600, kilometraje a partir del río La Llanga.

Dichas canteras está constituida por areniscas, gruesos y finos: cantera El Nogal el CBR es de 63.25% y 38.02% de desgaste a la abrasión, cantera El Oso el CBR es de 59.25% y 38.02% de desgaste a la abrasión y la cantera del Río La Llanga el CBR es de 43.35% y 36.03% de desgaste a la abrasión, es de fácil acceso y es explotada para el afirmado para diferentes carreteras cercanas a la zona.

**4.2.2.2. Método de Explotación:** La explotación de las canteras que están a lo largo de la Carretera Celendín – Llanguat se realiza a tajo abierto actualmente, se utiliza maquinaria convencional como tractor de oruga, cargadores y volquetes para el transporte del mismo.

**4.2.2.3. Ensayos de Laboratorio:** Los ensayos de laboratorio se realizaron para la muestra de las calicatas obtenidas en el campo ubicado aproximadamente a 500 metros según varíe el suelo.

Los ensayos realizados en el laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales se presentan a continuación, para las muestras de cantera.

### ÍNDICE DE GRUPO

Se calcula el índice de grupo a través de la ecuación:

$$IG = 0.2 (a) + 0.005 (a) (c) + 0.01 (b) (d)$$

Obteniéndose los siguientes resultados.



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

**Cuadro N° 4.2.1.2**

Calicata	% que pasa la malla N° 200	LIMITES DE CONSISTENCIA			COEFICIENTES				ÍNDICE DE GRUPO
		L. liquido	L. Plástico	Índice plástico	a	b	c	d	
1	72.50	39.45	23.53	16	38	40	0	6	10
2	57.40	38.00	24.47	14	22	40	0	3	6
3	50.96	37.53	21.16	16	16	36	0	6	5
4	63.86	45.75	24.01	22	29	40	6	12	11
5	63.40	46.10	26.00	20	28	40	6	10	11
6	57.88	47.10	32.25	15	23	40	7	5	7

$$IG = 0.2 (a) + 0.005 (a) (c) + 0.01 (b) (d)$$

Donde:

$$a = \% \text{ pasa N}^\circ 200 - 35$$

$$b = \% \text{ pasa N}^\circ 200 - 15$$

$$c = LL - 40$$

$$d = IP - 10$$

**CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

**A. CLASIFICACIÓN AASHTO**

- Se trabaja con la tabla N° 4.2.1.3. del marco teórico para luego identificar y clasificar el tipo de suelo, obteniéndose los siguientes resultados

**Cuadro N° 4.2.1.3**

CALICATA	% Que Pasa El Tamiz			LIMITES DE CONSISTENCIA			IG	CLASIFICACIÓN AASHTO
	N° 10	N° 40	N° 200	LL	LP	IP		
1	94.45	83.41	72.50	39.45	23.53	16	10	A - 6 - 11
2	88.72	85.20	57.40	38.00	24.47	14	6	A - 6 - 6
3	73.35	62.20	50.96	37.53	21.16	16	5	A - 6 - 5



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

4	87.32	74.37	63.86	45.75	24.01	22	11	A – 7 – 13
5	92.02	75.05	63.40	46.10	26.00	20	11	A – 7 – 12
6	92.17	80.65	57.88	47.10	32.25	15	7	A – 7 – 8

**NOTA:** A – 7 – 5 si  $I.P \leq LL -30$

A – 7 – 6 si  $I.P > LL -30$

**B. CLASIFICACIÓN SUCS**

- Se trabaja con la tabla N° 2.4.7, obteniéndose los siguientes resultados.

**Cuadro N° 3.4.2.1.4**

Calicat a	% Que pasa el tamiz		Límites de Consistencia		Índice Plast. IP	Diámetros efectivos			COEFICIENTES		Símbolo de grupo
	N° 4	N° 200	L.L	L. P		D 10	D 30	D 60	Cu	Cc	
1	97.43	72.50	39.45	23.53	16	-	-	-	-	-	CL
2	100.00	57.40	38.00	24.47	14	-	-	-	-	-	CL
3	82.35	50.96	37.53	21.16	16	-	-	-	-	-	CL
4	96.34	63.86	45.75	24.01	22	-	-	-	-	-	CL
5	100.00	63.40	46.10	26.00	20	-	-	-	-	-	CL
6	97.43	57.88	47.10	32.25	15	-	-	-	-	-	CL

**5.- Estudio Hidrológico:**

En nuestro país es notoria la ausencia de información hidrometeorológica por lo cual nosotros utilizaremos datos históricos referente a intensidades máximas de la estación meteorológica Augusto Weberbauer ubicada en Cajamarca a una altitud de 2536 m.s.n.m y le damos un tratamiento estadístico para poder transferirlo a muestra cuenca



## **5.1 HIDROLOGÍA DE LA ZONA**

Tenemos en nuestra cuenca como curso de agua principal a una quebrada llamada RIO GRANDE afluente del Río Las LLangas, En el recorrido de la carretera encontramos quebradas.

## **5.2 DISEÑO DE DRENAJE SUPERFICIAL**

Para muestra diseño de drenaje superficial se utilizó el registro de intensidades máximas de la Estación WEBERBAWER Cuadro N° 3.5.2.1 los pasos a seguir es éste estudio son:)

- Se tiene que ajustar los datos a distribuciones de valores extremos (Tipo GUMBEL), considerándose válido cuando la distribución tenga el menor valor del estadístico Smirnov – Kolmogorov.
- Calcular las intensidades máximas para diferentes períodos de su vida útil y tiempo de retorno esto genera un cuadro de simulación del modelo 3.5.2.3
- Escoger las intensidades máximas para un tiempo de retorno de 5 años para cunetas y de 10 años para alcantarillas para escoger el período de vida útil, el riesgo de falla y el tiempo de retorno se debió considerar criterios económicos, técnicos, sociales y ambientales.
- En la carta nacional a escala 1/25,000 delimitamos la microcuenca de cada área tributaria determinada para cada estructura de drenaje.
- Luego se determina los caudales de escurrimiento de la micro cuenca en cada área tributaria determinada para cada estructura de drenaje, utilizándose el método Racional.

## **5.3. HIDROLOGIA Y DISEÑO DE OBRAS DE DRENJE.**

### **5.3.1. GENERALIDADES:**

Sabemos que el estudio hidrológico es importante para realizar cualquier proyecto hidráulico, en cuencas que cuentan con o sin información hidrometeorológica; la precipitación, frecuencias, periodos de retorno, intensidades máximas, etc.; nos servirá para determinar el caudal máximo de escorrentía, mediante métodos utilizados para evaluar en forma cuantitativa y cualitativa estos fenómenos físicos asociados con el movimiento y distribución de esta agua, que nos servirá para diseñar las



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

diferentes estructuras hidráulicas tales como: Alcantarillas, cunetas, aliviaderos, badenes, puentes, etc.

De esta manera se garantiza la eficiencia de las diferentes obras de arte proyectadas. El buen funcionamiento y conservación de una carretera, en función a las características topográficas y geológicas de la zona.

Un aspecto determinante para el buen funcionamiento y conservación de una carretera es la buena ubicación de sus obras de arte y drenaje y el diseño adecuado del sistema de drenaje, con el fin de contrarrestar los efectos nocivos del agua de escorrentía y subterránea estando condicionado por aspectos topográficos, geológicos y económicos.

### 5.3.2 ESTUDIO HIDROLÓGICO

Para poder especificar las dimensiones de las estructuras de drenaje, es indispensable conocer el caudal a evacuar y el comportamiento físico del agua en la estructura, pero para llegar a esto, es necesario, desarrollar una etapa de tratamiento de la información hidrometeorológica recopilada de acuerdo al tipo de proyecto, denominada estudio hidrológico.

El obstáculo frecuente es el de no disponer información adecuada, ante esto la alternativa es transponer información de una cuenca a otra.

Para el Estudio Hidrológico materia de este proyecto hemos tomado la estación meteorológica Augusto Weberbauer.

#### 5.3.2.1. DEFINICIONES

**A. VIDA UTIL (N):** Se define como el tiempo ideal, en el cual la estructura funcionará eficientemente ya sea por su capacidad o por su resistencia, pasado dicho tiempo requerirá de ampliaciones o un nuevo diseño. Depende de muchos factores:

- Durabilidad de las instalaciones.
- Importancia de la estructura.
- Costo de la estructura.

**B. RIESGO DE FALLA (J):** Representa la probabilidad de riesgo de que se produzca un evento de mayor magnitud al de diseño, durante la vida útil.



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

Si llamamos **P** a la probabilidad de que no ocurra tal evento y **N** el número de años consecutivos de vida; entonces el riesgo de falla esta dado por:

$$J = 1 - P^N \dots\dots\dots (1)$$

**C. TIEMPO O PERIODO DE RETORNO (Tr):** Es el tiempo transcurrido para que un evento de magnitud dada se repita, en promedio. Se calcula por medio de la siguiente ecuación.

$$Tr = \frac{1}{1 - P} \dots\dots\dots (2)$$

**D. FRECUENCIA DE LAS PRECIPITACIONES ( f ):** Es el número de veces que se presenta una tormenta de determinada magnitud y duración, en un período largo de tiempo, expresado generalmente en años.

$$f = \frac{1}{Tr} \dots\dots\dots (3)$$

**E. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc):** Se define como el tiempo necesario para que el agua precipitada en el lugar más lejano de la cuenca llegue a una estructura de desagüe pluvial (punto emisor). Existen diferentes Ecuaciones para calcular el tiempo de concentración para características que se ajustan a cada cuenca. Calculado con la siguiente fórmula:

$$Tc = 0.022 \left( \frac{Lc}{\sqrt{S}} \right)^{0.77} \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

- Tc : Tiempo de concentración (min).
- Lc : Longitud de máximo recorrido (metros).
- S : Pendiente del cauce principal

Existen diferentes fórmulas para calcular el tiempo de concentración, que se tienen valores calculados, que se cumplen como Temez, Kirpich, Hathavay, Fedelar Aviation Administration, donde se asume el Tc promedio de los valores que resulten cercanos y promedios entre sí .

**F. CAUDAL DE DISEÑO (Q).** Es el valor de descarga seleccionado con cierto riesgo de falla en la estimación de dicha magnitud, de tal modo que la



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

estructura tenga una capacidad de servicio que garantice el buen funcionamiento, durabilidad y al mínimo costo.

La manera más común de cálculo para escorrentías máximas, es el Método Racional; siendo recomendable para áreas tributarias pequeñas, generalmente no mayores de 50 Has; sin embargo algunos autores recomiendan su aplicación hasta 1500 Has. Su fórmula, viene dada por la siguiente expresión:

$$Q = \frac{CIA}{360} \dots\dots\dots (5)$$

Donde:

Q: Descarga de diseño (m<sup>3</sup>/seg.)

C: Coeficiente de escorrentía. (Tabla 2.5.1)

I: Máxima intensidad de precipitación correspondiente al tiempo de concentración (mm/h)

A: Área tributaria (Has)

### 5.3.2.2. DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE DISEÑO.

Es sabido por todos, que una de las mayores dificultades en nuestro país es la carencia de información hidrometeorológica para el desarrollo de proyectos. Ante tales dificultades se tiene que adoptar metodologías que permitan generar información a partir de estaciones ubicadas en otras cuencas.

Para el presente estudio se ha considerado como estación índice a la estación Augusto Weberbauer ubicada a una altitud de 2536 m.s.n.m. generando intensidades para períodos de duración de 5, 10, 30, 60, 120 minutos para cada período de vida útil y riesgo de falla de la estructura .

Los parámetros empleados son:

Z : Altitud media de la cuenca.

I : Intensidades de la cuenca.

A : Cuenca con información.

B : Cuenca sin información.

La ecuación que se plantea a continuación deducida dimensionalmente a



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

partir de una relación funcional homogénea es la siguiente:

$$\pi = \frac{I}{Z} \dots\dots\dots (6)$$

Haciendo la semejanza dinámica entre cuenca con información A, y cuenca sin información B.

$$\pi_A = \pi_B \dots\dots\dots (7)$$

$$\frac{I_A}{Z_A} = \frac{I_B}{Z_B}$$
$$I_B = \frac{Z_B}{Z_A} \times I_A$$

Donde:

- ZB : Altitud media de la cuenca sin información.
- ZA : Altitud de la estación índice.
- IB : Intensidad generada para la cuenca sin información.
- IA : Intensidad de la estación índice.

Se ha transferido los datos en función a las altitudes medias, que es un parámetro muy relacionado con las precipitaciones.

**A. Determinación de las altitudes medias.**

La altitud media de una cuenca es aquella altitud para la cual el 50% del área de la cuenca está situado por encima de esta altitud y el 50% está situado por debajo de ella.

La fórmula para calcular la altitud media es:

$$\bar{H} = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n H_i \times A_i \dots\dots\dots (8)$$

Donde:

- A : Área de la cuenca.
- Ai : Área parcial de la cuenca correspondiente a Hi.
- Hi : i-ésima altura correspondiente a la área parcial Ai.
- N : Número de áreas parciales.



**B. Determinación de la Pendiente del Cauce Principal (S).**

Está determinada por la relación entre la variación de la altitud y la longitud total del cauce principal

$$S = \frac{\Delta H}{Lc} \dots\dots\dots (9)$$

Donde:

- S : Pendiente del cauce principal.
- $\Delta H$  : diferencia de altitudes (metros).
- Lc : Longitud del cauce principal (metros)

A continuación se presenta una tabla para el coeficiente de escorrentía “C” que está en función de la pendiente, drenaje y tipo de cultivo que crece en la cuenca.

**Tabla 2.5.1: Coeficiente de Escorrentía “C”**

CONCEPTO	CARACTERISTICAS PRODUCTORAS DE ESCORRENTIA Y VALORES DE “C” (%)			
	Extremo	Alto	Normal	Bajo
<b>Relieve (C1)</b>	Escarpado y empinado, pendiente mayor al 30% Puntos 40	Accidentado, pendiente del 10% al 30% Puntos 30	Ondulado, pendiente del 5% al 10% Puntos 20	Relativamente plano, pendiente del 0% al 5% Puntos 10
<b>Infiltración (C2)</b>	Sin capa efectiva de suelo superficial, terreno rocoso, insignificante capacidad de infiltración. Puntos 20	Lento para absorber el agua, arcilla u otro suelo de baja capacidad de infiltración. Puntos 15	Normal, franco, profundo con infiltración similar a suelos típicos de praderas Puntos 10	Alta, arena u otro suelo que absorbe el agua fácil y rápidamente Puntos 05
<b>Cobertura Vegetal (C3)</b>	Terreno desnudo o sin cobertura efectiva Puntos 20	Cobertura regular, cultivos limpios o cobertura natural pobre. Menos del 10% del área bajo buena cobertura. Puntos 15	Regular a bueno, cerca del 50% del área con buenos pastizales, bosques o equivalentes. No más del 50% con cultivos en limpio. Puntos 10	Excelente cerca del 90% del área con buenos pastizales o cobertura equivalente. Puntos 05
<b>Almacenamiento Superficial (C4)</b>	Insignificante, pocas depresiones en la superficie y pocas profundas, desagües pequeños y empinados.	Bajo, sistemas bien definidos de pequeños desagües. No hay pantanos ni lagunas.	Normal, considerable almacenamiento en depresiones superficiales, lagunas y	Alto almacenamiento en depresiones superficiales, Sistemas de drenaje no bien



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

	No hay lagunas o pantanos		pantanos menores del 2% del área.	definidos; muchas lagunas y pantanos.
	Puntos 40	Puntos 40	Puntos 40	Puntos 40
<b>C (%)</b>	<b>100</b>	<b>75</b>	<b>50</b>	<b>25</b>

Fuente: “Manual Silvo Agropecuario”, Tomo X.

### **5.3.3 ESTUDIO Y DISEÑO DEL DRENAJE SUPERFICIAL Y SUB SUPERFICIAL**

El drenaje es uno de los factores más importantes en el diseño de carreteras.

Deben estudiarse lo siguiente:

- La eliminación del agua superficial del camino
- El cruce de los arroyos o de los canales de drenaje artificiales
- Alejamiento y regulación del agua subterránea.

El agua superficial de una carretera crea peligros para el tránsito, los cuales se agravan en casos de heladas; causa la erosión y grandes gastos de conservación, y se infiltra en la sub-rasante dejando el pavimento y sus banquetas sin sostén.

#### **A. OBJETO DEL DRENAJE.**

El fin fundamental del drenaje es la eliminación del agua que en cualquier forma pueda perjudicar al camino. Y se puede lograr evitando que el agua llegue hacia él, o de lo contrario dar una salida a las aguas que inevitablemente lleguen.

#### **B. CONDICIONES DE UN BUEN DRENAJE:**

Para lograr que una carretera cuente con un buen drenaje, en lo posible debe evitarse:

- Que el agua de las cunetas humedezca la sub-rasante, originando cambios volumétricos perjudiciales
- La circulación de agua en cantidades excesivas sobre el pavimento
- Que el agua subterránea debilite la sub-rasante, disminuyendo la capacidad del suelo para soportar las cargas de servicio; trayendo como consecuencia asentamientos perjudiciales en la estructura del pavimento.

#### **C. CLASIFICACION DEL DRENAJE.**

El drenaje artificial se clasifica en superficial y subterráneo, según el



escurrimiento se realice o no a través de las capas de la corteza terrestre.

### **C.1. DRENAJE SUPERFICIAL**

El drenaje superficial se clasifica, según la posición que guarden las obras respecto al eje de la carretera, en paralelo o transversal. El drenaje longitudinal tiene por finalidad captar los escurrimientos para evitar que alcancen la sub-rasante y consiguientemente el deterioro de la carretera o permanezcan en ella sin causar desperfectos; con este tipo de drenaje se considera a cunetas, contra cunetas y canales de encauzamiento. La denominación de longitudinal se debe a que éstas se ubican aproximadamente en forma paralela al eje del camino.

El drenaje transversal tiene por objeto dar paso expedito al agua que cruza de un lado a otro de la carretera, o bien retirar lo más pronto posible el agua de su corona, quedan en este tipo de drenaje los tubos, losas, cajones, bóvedas, vados, sifones, etc. De acuerdo a la dimensión del claro de las obras de drenaje transversal se ha convenido dividir a éste en mayor o menor. El drenaje mayor es aquel que requiere obras con claros iguales o mayores a 6 m, denominadas puentes y las de drenaje menor alcantarillas.

#### **- DRENAJE LONGITUDINAL**

**a.- Cunetas.** Son canales que se hacen en todos los tramos en ladera y corte cerrado de un camino y sirven para interceptar el agua superficial que proviene del mismo, de los taludes cuando existe cortes y del terreno natural adyacente, en ciertos lugares sirven para almacenar la nieve que cae, o que se acumula al limpiar la vía. Su función principal es conducir el agua superficial a una corriente natural o a una obra transversal, alejándolo lo más pronto posible de la zona ocupada por la carretera.

**Según las N.P.D.C.** las cunetas por lo general tendrán sección triangular y sus dimensiones serán fijadas de acuerdo a las condiciones pluviográfica; siendo las dimensiones mínimas las indicadas en la tabla siguiente:

**Tabla 5.3.1.** Dimensiones mínimas de cunetas.

REGION	PROFUNDIDAD (m)	ANCHO (m)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.50
Muy lluviosa	0.50	1.00

**Fuente:** “Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras”.

Cabe indicar que el ancho es medido desde el borde de la sub-rasante hasta la vertical que pasa por el vértice inferior. La profundidad es medida verticalmente desde el nivel superior del borde de la sub-rasante hasta el fondo o vértice de la cuneta.

Cuando el agua que conduzca las cunetas no puede ser eliminada; es necesario salvar este inconveniente cruzando inevitablemente el camino de tal forma que el paso de los vehículos sea permanente.

Los principales cruces de agua en una vía terrestre lo constituyen los puentes, las alcantarillas y aliviaderos de cuneta, la frontera entre ambos tipos de estructura no está naturalmente definida. Convencionalmente se acepta.

**Tabla 5.3.2.** Nomenclatura de las diferentes estructuras hidráulicas

Nomenclatura	Ancho de Cauce
ALCANTARILLA	$1\text{m} < L \leq 4\text{m}$
PONTON	$4\text{m} < L \leq 10\text{m}$
PUENTE	$L > 10\text{m}$

**b. Contracunetas o Zanjas de Coronación.** Son zanjas que se plantean aguas arriba de los taludes en las secciones en corte, tienen por finalidad interceptar el agua que escurre por las laderas y conducirlo hacia alguna cañada inmediata o parte baja del terreno, evitando la erosión al escurrir por los taludes y el aumento del caudal en las cunetas.

La construcción de una contracuneta debe ser sólo en aquellas zonas en que el escurrimiento es transversal al camino y proviene de una cuenca de tal manera que pudiera sobrepasar la capacidad de la cuneta.

Las dimensiones se fijarán de acuerdo a las condiciones pluviométricas de la zona, siendo la sección trapezoidal la más común.



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

Es necesario que las contracunetas se construyan impermeabilizadas y con la suficiente pendiente para garantizar un rápido drenaje del agua que captan. Los materiales más usados para el recubrimiento de contracunetas son el concreto, mampostería de piedra, etc.

### - DRENAJE TRANSVERSAL

**a. Bombeo.** Inclinación lateral a partir del eje del camino hacia los bordes en los tramos en tangente, su función es eliminar el agua que cae sobre la corona y evitar en lo posible que penetre en las terracerías.

**b. Alcantarillas.** Son estructuras de forma diversa que tienen por función conducir y desalojar lo más rápido posible el agua de las hondonadas y partes bajas del terreno que atraviesa el camino.

Pueden clasificarse en alcantarillas rígidas y flexibles.

- **Las alcantarillas rígidas** suelen ser de concreto, losas de concreto armado sobre estribos de mampostería de piedra o de concreto ciclópeo o simple, hierro fundido o arcilla.
- **Las alcantarillas flexibles** son generalmente tubos corrugados de metal, o láminas delgadas de acero.

### C.2. DRENAJE DE AGUA SUBTERRÁNEA

El drenaje subsuperficial tiene por objeto proteger al camino del daño que le puede causar el agua que se encuentra en el terreno por debajo de él, por lo general el agua se presenta en corriente que fluyen por defecto de la gravedad.

La eliminación de las aguas subterráneas se efectúa por medio de drenes que consiste en la colocación de tuberías o material pétreo grueso, los que van colocados longitudinalmente o transversalmente.

#### - Drenes.

Son obras de arte empleados para bajar el nivel de los mantos y eliminar las aguas subterráneas.

- **Dren ciego.**

Consiste en una zanja llena de material pétreo y grueso, la zanja



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

deberá tener en el fondo el ancho necesario para poder excavar y colocar después el material de relleno, es decir el ancho no será menor de 0.40 m. se emplean de preferencia cuando no se requiere de mucha profundidad y el agua que se pretende recoger sea en pequeña cantidad.

- **Dren con tubo**

Es un tubo colocado en el fondo de una zanja y que a la vez capta el agua y la conduce hacia fuera, en este caso el relleno de la zanja tiene por objeto facilitar el escurrimiento hacia el tubo y por lo tanto lo indicado es que el material de relleno sea de tamaño uniforme. El tubo más comúnmente usado es el de concreto de 6" (15 cm.) de diámetro, colocado en el fondo de la zanja, convenientemente asentado sobre el material fino. Para que el agua penetre al tubo y poder ser desalojada, éste deberá tener agujero de 1 cm. de diámetro espaciados 10 cm. centro a centro.

### 5.4.4. DISEÑO DE OBRAS DE ARTE:

#### 5.4.4.1. DISEÑO DE CUNETAS:

Estas se construirán paralelamente al eje de la carretera y al costado de la misma, su función específica es la evacuación del agua que proviene del escurrimiento superficial de la calzada, como de los taludes de corte, para luego desembocar en aliviaderos y alcantarillas. Cuando los cortes son cerrados, las cunetas se construirán a ambos lados de la carretera con la pendiente de la misma.

##### a. **Consideraciones de diseño.**

- **Pendiente.** Generalmente se considera la misma pendiente del camino en el tramo correspondiente, ésta no debe ser menor del 0.50% para evitar problemas de sedimentación.
- **Velocidades admisibles.** La velocidad ideal es la que lleva el agua sin causar obstrucción ni erosión.

Velocidad máxima :  $V_{\text{máx}} = 4\text{m/seg.}$

Velocidad mínima :  $V_{\text{mín}} = 0.60\text{m/seg.}$



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

- **Revestimiento de las cunetas.** Cuando el suelo es deleznable y la rasante de la cuneta es igual o mayor de 4%, esta deberá revestirse con piedra y lechada de cemento.
- b. Fórmula de cálculo.** La fórmula más usada para el cálculo de canales es la FORMULA DE MANNING, que consiguientemente es aplicable al diseño de cunetas.

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \quad y \quad Q = A \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \dots\dots\dots (1)$$

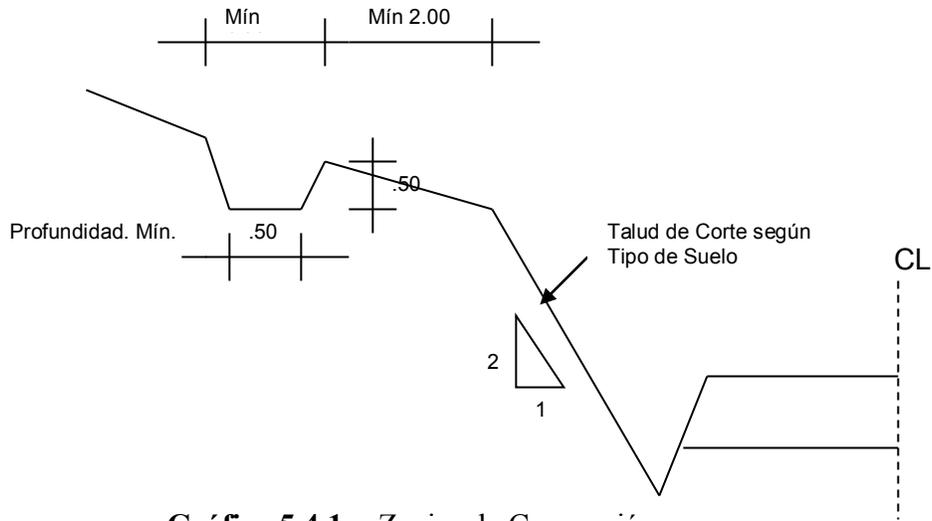
Donde:

- Q: descarga en metros cúbicos por segundo
- S: pendiente de la cuneta en metros por metro
- R: radio hidráulico en metros
- n: coeficiente de rugosidad
- V: velocidad del agua en metros por segundo
- A: área de la sección de la cuneta en metros cuadrados

**5.4.4.2. DISEÑO DE CONTRACUNETAS O ZANJAS DE CORONACIÓN**

En los tramos en los que el caudal a evacuar sea mayor que el caudal de la cuneta, existe la posibilidad de evacuar el exceso por medio de alcantarillas o aliviaderos de cunetas; pero también puede hacerse a través de zanjás de coronación, las que a su vez controlan el efecto erosivo de escorrentía sobre los taludes de corte.

La NPDC sugiere que esta tenga sección trapezoidal de dimensiones mínimas que se indican en el gráfico. Fijándose la sección de acuerdo a las condiciones pluviométricas de la zona.



**Gráfico 5.4.1. : Zanjas de Coronación**

**a. Consideraciones de diseño.** Su diseño obedece a las mismas consideraciones de las cunetas.

- Caudal de diseño: es el correspondiente a la diferencia entre el caudal a evacuar y el caudal de la cuneta en el tramo respectivo.

**b. Fórmula de cálculo.**

$$Q = A \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \dots\dots\dots (2) \quad \text{(Fórmula de MANNING)}$$

**5.4.4.3. DISEÑO DE ALCANTARILLAS Y ALIVIADEROS:**

Para el presente Proyecto utilizaremos alcantarillas de láminas corrugadas de acero tipo ARMCO; aunque el precio de compra del producto sea aparentemente alto, el costo de la instalación puede resultar menor que el de las estructuras totalmente construidas en obra y con el consecuente ahorro de tiempo.

Existen conductos de acero para diversas aplicaciones, en una gran variedad de tamaños y formas, tubería circular con diámetro desde 0.15m hasta 6.40 m y aún mayores, tuberías elípticas, circulares, abovedadas, forma de herradura, etc.

En los tramos en los que el caudal a evacuar sea mayor que el caudal de la cuneta, existe la posibilidad de evacuar el exceso por medio de alcantarillas o aliviaderos de cunetas; pero también puede hacerse a

través de zanjas de coronación, las que a su vez controlan el efecto erosivo del agua de escorrentía sobre los taludes de corte.

**a. Consideraciones de diseño**

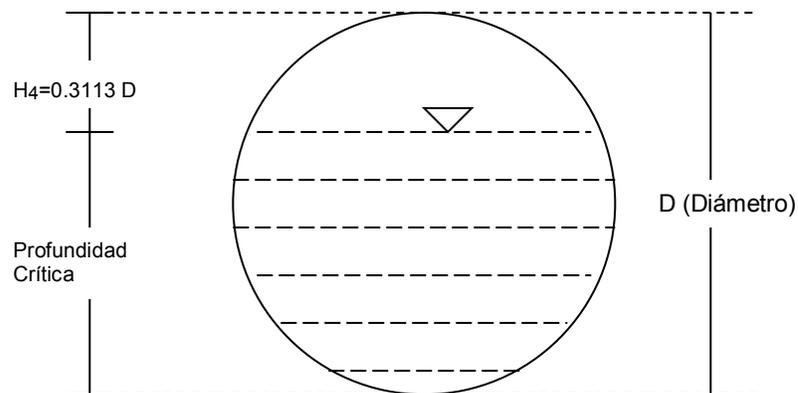
El diseño de este tipo de alcantarillas se basa en la teoría del escurrimiento crítico expuesta en el manual de drenaje y productos ARMCO, cuyo objetivo es determinar la profundidad crítica en el conducto circular considerando la ley de la velocidad crítica.

La velocidad crítica para la descarga máxima de cualquier sección transversal de un canal, es la debida a una carga igual o a la mitad del promedio de la profundidad del agua en dicha sección transversal.

Aplicando esta ley a un tubo circular, la carga que produce la velocidad crítica es igual a  $0.31133D$ , en la que  $D$  es diámetro del tubo en metros.

La ecuación sólo es válida cuando la superficie del agua coincide con la parte superior del tubo, y cuando este se halla en una pendiente tal que no haya efecto de remanso debido a la fricción.

**b. Fórmulas de Cálculo.**



**Gráfico 5.4.2.** Elementos de la Descarga Crítica en tubos circulares

Conocida la ecuación de la carga hidráulica y la relación que existe entre la carga y la velocidad, se determina la velocidad crítica.

$$V = \sqrt{2gh} \dots\dots\dots (3)$$



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

$$HV = \frac{1}{3}E = 0.3113D \dots\dots\dots(4)$$

De donde:

$$V = \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.3113 \times D} = 2.47D^{\frac{1}{2}} \dots (5)$$

Esta ecuación de la velocidad crítica en la sección crítica en donde la profundidad es  $(1 - 0.3113) D = 0.6887 d$ .

Con el área y la velocidad en la sección crítica conocida, puede determinarse la descarga.

$$Q = VA \dots\dots\dots (6)$$

Donde:

$$A = \text{área a la profundidad de } 0.6887D = 0.5768D^2$$

Por lo tanto:

$$Q = 0.5768D^2 \times 2.471D^{1/2} = 1.425D^{5/2} \dots (7)$$

Conocida la descarga a evacuar por la alcantarilla, se tiene:

$$D = (0.7018 Q)^{2/5} \dots (8)$$

Ecuación que proporciona el diámetro del tubo de la sección crítica, cuando la pendiente es suficiente para causar el efecto de remanso.

Determinado el diámetro del tubo, el paso siguiente consiste en determinar la pendiente necesaria (en tanto por ciento), para permitir que el agua pase por la sección crítica sin que se produzca el efecto de remanso. Aplicando la ecuación de MANNING:

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n}, \dots\dots (9) \quad n = 0.021 \text{ (Metal corrugado)}$$

$$\text{Despejando: } S = \frac{V^2 N^2}{R^{4/3}} = \frac{V^2 (0.021)^2}{R^{4/3}} \dots (10)$$

$$\text{Además: } R = \frac{\text{área}}{\text{perímetromojado}} = \frac{0.5768D^2}{1.9578D} = 0.2946D \dots (11)$$

Expresada en tanto por ciento:

$$S = \frac{1.3734}{D^{1/3}} \dots\dots\dots(12)$$



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

En el libro de Hidráulica de canales abiertos por Richard H. French, el cálculo de gasto de alcantarillas se divide en seis categorías, con base en las alturas relativas de la carga y de los niveles aguas abajo. Los seis tipos de flujos y sus respectivas características se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 5.5.1.** Tipo y características de flujo de alcantarillas.

Tipo de Flujo	Flujo en el barril de la Alcantarilla	Ubicación de la Sección de Aguas Abajo	Tipo de Control	Pendiente de Alcantarilla	Y <sub>1</sub> /D	Y <sub>4</sub> /y <sub>c</sub>	Y <sub>4</sub> /D
1	Parcialmente lleno	Entrada	Tirante Crítico	Supercrítica	<1.5	<1.0	≤0
2	Parcialmente lleno	Salida	Tirante Crítico	Subcrítica	<1.5	0	≤0
3	Parcialmente lleno	Salida	Remanso	Subcrítica	<1.5	<1.0	≤0
4	Lleno	Salida	Remanso	Cualquiera	<1.5	0	≤0
5	Parcialmente lleno	Entrada	Geometría de Entrada	Cualquiera	<1.5	---	≤0
6	Lleno	Salida	Geometría de Entrada y el barril	Cualquiera	<1.5	---	≤0

**Fuente:** Hidráulica de Canales Abiertos por RICHARD H. FRENCH.

Tipo de flujo de alcantarillas	Ecuación de gasto
<b>Tipo 1.</b> Tirante crítico a la entrada $\left(\frac{h_1 - z}{D}\right) < 1.5$ $\frac{h_4}{h_c} < 1.0$ $S_o < S_c$	$Q = C_D A_C \sqrt{2g \left( h_1 - z + \alpha_1 \frac{V^2}{2g} - y_c - h_{f1-2} \right)}$
<b>Tipo 2.</b> Tirante crítico a la salida $\left(\frac{h_1 - z}{D}\right) < 1.5$ $\frac{h_4}{h_c} < 1.0$ $S_o > S_c$	$Q = C_D A_C \sqrt{2g \left( h_1 - z + \alpha_1 \frac{V^2}{2g} - y_c - h_{f1-2} - h_{f2-3} \right)}$
<b>Tipo 3.</b> Flujo subcrítico en toda la alcantarilla $\left(\frac{h_1 - z}{D}\right) < 1.5$	$Q = C_D A_C \sqrt{2g \left( h_1 + \alpha_1 \frac{V^2}{2g} - h_3 - h_{f1-2} - h_{f2-3} \right)}$



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

$\frac{h_4}{h_c} \leq 1.0$ $\frac{h_4}{h_c} > 1.0$	
<b>Tipo 4. Salida ahogada</b> $\left(\frac{h_1 - z}{D}\right) > 1.0$ $\frac{h_4}{D} > 1.0$	$Q = C_D A_o \left( \frac{2g(h_1 - h_4)}{1 + (29C_D^2 n L / R_o^{4/3})} \right)^{1/2}$
<b>Tipo 5. Flujo supercrítico a la entrada</b> $\left(\frac{h_1 - z}{D}\right) \geq 1.5$ $\frac{h_4}{D} \leq 1.0$	$Q = C_D A_o \sqrt{2g(h_1 - z)}$
<b>Tipo 6. Flujo lleno a la salida</b> $\left(\frac{h_1 - z}{D}\right) \geq 1.5 \quad \frac{h_4}{D} \leq 1.0$	$Q = C_D A_o \sqrt{2g(h_1 - h_3 - h_{f2-3})}$

Las fórmulas usadas, por este método son las siguientes:

$$Sc = \left( \frac{n \times Q}{Ac \times Rc^{2/3}} \right) \dots\dots\dots (13)$$

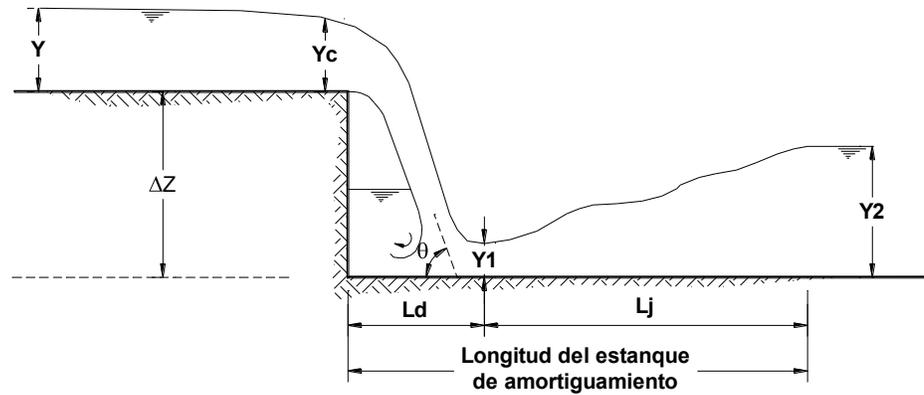
$$Ac = \frac{D^2}{8} \times (\theta - \text{sen } \theta) \dots\dots\dots (14)$$

$$\theta = 360^\circ - 2 \times \arccos \left( \frac{Yc - 0.5 \times \theta}{0.5 \times \theta} \right) \dots\dots\dots (15)$$

$$Rc = \frac{D}{4} \times \left( 1 - \frac{\text{sen } \theta}{\theta} \right) \dots\dots\dots (16)$$

Además el cálculo de los tirantes críticos, se puede calcular mediante la fórmula de canales, esto si se cumple la condición que  $0.02 \leq Yc \leq 0.85\text{m}$ ; caso contrario con ayuda del ábaco de la figura 2.14. El Coeficiente de descarga, se obtendrá de la figura 2.13.

Adicionalmente la estructura de ingreso a la alcantarilla, ha sido diseñada como una caída vertical, usando las siguientes fórmulas y teniendo en base la siguiente figura:



**Gráfico 5.4.3.** Elementos de una caída vertical.

$$q = 1.48 \times H^{3/2}$$

$$B = \frac{Q}{q}; \text{ Ancho de caída}$$

$$\frac{Ld}{\Delta Z} = 4.30 \times D^{0.27}$$

$$\frac{Y_1}{\Delta Z} = 0.54 \times D^{0.425}$$

$$\frac{Y_2}{\Delta Z} = 1.66 \times D^{0.27}$$

$$Lj = 6.9 \times (Y_2 - Y_1)$$

$$D = \frac{q^2}{g \times \Delta Z^3}$$

### c. Colocación y longitud de las alcantarillas:

#### Principios que gobiernan la colocación de las alcantarillas:

Por colocación de una alcantarilla se entiende el alineamiento y pendiente del conducto con respecto al camino y a la corriente de agua, la ubicación apropiada para una alcantarilla es importante porque afecta la eficiencia del conducto, su conservación y la posible erosión o deslave del camino; constituyendo cada instalación un problema distinto.

#### Alineamiento:

- La corriente debe entrar y salir en la misma línea recta. Cualquier cambio brusco de dirección en uno u otro extremo retarda la corriente y obliga a emplear un conducto de mayor sección.



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

- Evitar que la corriente altere su curso cerca de los extremos del conducto, de lo contrario volverá inadecuado causando deslaves o formando remansos. Los revestimientos de piedra, césped, hormigón o la colocación de secciones terminales, ayudarán a proteger las orillas del cauce contra la erosión y evitarán los cambios de dirección.

### **Pendiente:**

La pendiente ideal de una alcantarilla es la que no ocasiona sedimento ni velocidad excesiva, y evita la erosión. Velocidades mayores de 3m/seg. Causan erosión aguas abajo, y al tubo mismo si no se lo protege.

Se recomienda un declive de igual o mayor que la crítica, con tal que no sea perjudicial. En general, para evitar la sedimentación, se aconseja una pendiente mínima de 0.5%.

La práctica normal es la de hacer coincidir la pendiente del fondo de la alcantarilla con la del techo de la corriente; sin embargo, y siempre que sea beneficioso, se permiten desviaciones de este principio.

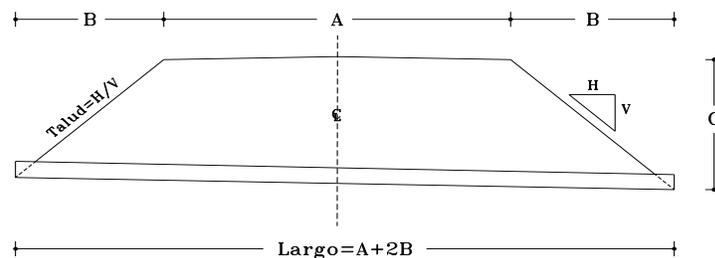
### **Longitud de las alcantarillas:**

La longitud de una alcantarilla depende de la anchura del camino, altura del terraplén y los taludes, pendiente y oblicuidad; del tipo de sus extremos, según sean secciones terminales, muros de cabecera, extremos biselados, desagüe en pozo colector o vertedero.

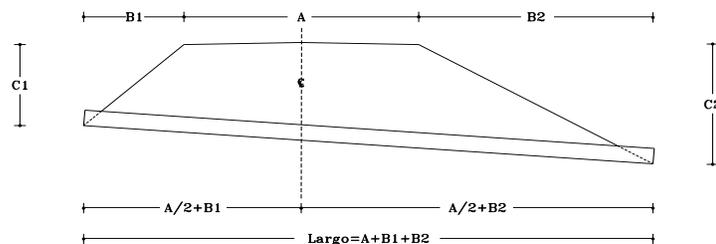
Una alcantarilla debe ser lo suficientemente larga para que sus extremos no queden obstruidos por sedimento o por expansión del terraplén. De ser así, se disminuirá la eficiencia, y se aumentará los gastos de conservación; por otra parte, la alcantarilla no debe tener sus extremos innecesariamente expuestos.

El mejor método para obtener la longitud requerida consiste en hacer un gráfico de la sección transversal del terraplén y el perfil del lecho

de la corriente. A falta de dicho croquis, la longitud debe obtenerse agregando a la anchura del camino, incluidas las bermas y sobreebanco de ser el caso, dos veces la relación del talud multiplicada por la altura del terraplén en el centro de la vía. La altura del centro se toma hasta el fondo del conducto cuando no se requieren muros de cabecera; y hasta la parte superior, si se construyen dichos muros.



**Gráfico 5.4.4.** Cálculo de la longitud de una alcantarilla con pendiente suave.



**Gráfico 5.4.5.** Cálculo de la longitud de una alcantarilla con pendiente fuerte.

**d. Protección de alcantarillas con empedrado (RIP RAP):**

Tanto en el ingreso como en la salida, las alcantarillas requieren ser protegidas a fin de evitar la erosión en profundidad aguas arriba y aguas abajo de las mismas. La forma más usual y económica lo constituye el empedrado o rip-rap, el cual según el tamaño del material se clasifica en:

Tipo 1: Grava gruesa de 6 “(15cm)

Tipo 2 : Grava gruesa de 12 “(30cm)

Tipo 3 : Piedra de 12” sobre capa de 6 “de arena-grava

Tipo 4 : Piedra de 18 “sobre capa de 6 “de arena-grava.

**Tabla 5.5.1. Longitud de protección con empedrado en alcantarillas.**

<b>Caudal (m<sup>3</sup>/seg.)</b>	<b>Ingreso</b>	<b>Salida</b>	<b>Long. de la protección en la salida (m)</b>
0.00 a 0.85	No necesario	Tipo 1	2.50
0.86 a 2.55	No necesario	Tipo 2	3.60
2.56 a 6.80	Tipo 1	Tipo 3	5.00
6.81 a 17.00	Tipo 2	Tipo 4	6.70

**Fuente:** “Manual Silvo Agropecuario”. Tomo X.

- Capacidades por encima de 17m<sup>3</sup>/seg requieren consideración especial.
- Si el conducto de la alcantarilla es bastante inclinado como para producir una velocidad superior a 4.60m/seg en la salida, usar el tipo de protección correspondiente al siguiente rango superior de descargas (tipo 3, mínimo).
- De colocar un dissipador de energía a la salida, la protección con empedrado se puede reducir o eliminar.

#### **D.- Diseño Geométrico:**

El diseño geométrico del proyecto se regirá a las disposiciones del Manual de Diseño Geométrico, conteniendo la memoria de cálculo, planos y de más documentos según corresponda el proyecto:

- Criterios técnicos adoptados para el diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal del proyecto.
- Clasificación del proyecto.
- Estudio de demanda de tráfico
- Velocidad de diseño del proyecto por tramos homogéneos.
- Visibilidad, curvas horizontales y verticales, tangentes, pendientes, peraltes, sección transversal, taludes, intersecciones, etc.
- Memoria de cálculo, planos y otros.



## V.- Resultados

### 5.1.- Levantamiento Topográfico

En el levantamiento topográfico de la vía se ubicó BMS, los que están representados en los planos adjuntos. Los niveles y coordenadas se describen en el plano, los BMs están ubicados sobre elementos fijos de difícil remoción, mayormente colocados en roca fija.

La zona geográfica del lugar se encuentra ubicada entre las alturas 2,590.41 m.s.n.m. llegando a los 1,552.69 m.s.n.m. el trabajo se realiza en dos etapas, el primero mediante inspección visual de toda la longitud de la vía, y la segunda se realiza mediante el levantamiento topográfico con la estación total para obtener los puntos definitivos del terreno.

#### **Reconocimiento de la zona en estudio**

Se realizará una inspección ocular detallada desde el punto inicial al punto final de todo el tramo, así determinar la mejor ubicación de alineamientos de la vía existente.

En los trabajos a realizar será en gabinete se podrá ubicar correctamente el eje de la carretera, así podremos brindar los mejores accesos a desvíos, predios adyacentes y los caseríos beneficiados.

#### **Según la inspección ocular realizada obtenemos:**

El tramo es una trocha carrozable en regular condición, donde se pueden observar zonas erosionadas, y demasiadas curvas horizontales que impide el fácil desarrollo de los vehículos.

Desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 2+000 se tiene una zona con pendientes medias que fluctúan entre 0° y 10°.

Entre las progresivas 2+000 al 3+000 se tiene una zona de laderas onduladas donde los principales problemas son: la erosión, formación de lodos, deslizamientos superficiales y degradación de suelos.



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

Entre las progresivas 3+000 - 5+000 se tiene una zona semiplana el principal problema es la presencia de muchas curvas horizontales, que impiden el fácil desarrollo de los vehículos.

En su mayoría la plataforma es angosta, aproximadamente de 3.00 metros de ancho.

### **Ubicación del punto inicial.**

Después de haber inspeccionado la zona, procedemos a ubicar los puntos inicial y final, para el trazo del eje teniendo en cuenta lo siguientes aspectos:

- calidad del terreno
- no existencia de fallas geológicas
- buenas condiciones de drenaje
- longitud de la ruta
- pendientes buenas y más favorables al tráfico
- adecuado alineamiento
- suministro de calidad y materiales de construcción
- costos y presupuestos de construcción

### **Puesta en Marcha del Levantamiento topográfico.**

Con el objetivo de determinar la altimetría y la planimetría de la zona de trabajo con sus respectivos BM, para su futuro control, determinamos los volúmenes de materiales a remover en la construcción y distancias exactas que se requiere para el cálculo de costos de materiales para así elaborar un buen proyecto.

El levantamiento topográfico se inicia poniendo los 06 puntos de control al inicio y final de la carretera los que servirán para calcular el cierre de nuestra poligonal armada a lo largo de los 5.000 km.

### **Sistema De Coordenadas UTM y Altimetría.**

De acuerdo a los TDR el cálculo de las coordenadas UTM, se tomarán como referencia los puntos de coordenadas de los hitos geodésicos obtenidos por el GPS, los que se usarán como puntos definitivos por posicionamiento satelital (GPS) con el sustento correspondiente.



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

Posteriormente se efectuó el cierre de la poligonal y compensaciones para poder llevarlos a coordenadas UTM mediante equipos GPS, el cual como base el DATUM WG84 Z-18 S, según los términos de referencia.

### **Definición de la poligonal de trazo.**

El levantamiento del eje de la trocha carrozable se ha diseñado por el método de la poligonal abierta, mediante trazo directo, siguiendo el alineamiento de la vía existente.

El punto inicial ha sido obtenido directamente en el campo, cuyas coordenadas de ubicación, nos sirven de base para referenciar el resto de puntos de la poligonal, han sido tomados con GPS navegador marca Garmin, modelo 12Map en el sistema de coordenadas WGS84.

El estacado del eje en campo se hizo cada 20 metros en tangentes, 10 metros en curvas horizontales y 5 metros en curvas de vuelta, dejándose las estacas y progresivas pintadas con esmalte de color naranja, incluyendo el PI, PC y PT de cada curva.

Adicionalmente se han ubicado progresivas no enteras, donde nos servirá para proyectar las respectivas obras de arte y/o drenaje.

También se han realizado levantamientos topográficos complementarios, en las canteras, badenes críticos y zonas con problemas de estabilidad de taludes.

### **Secciones transversales.**

Las secciones transversales se han elaborado con eclímetro, a lo largo del eje de la carretera en cada una de las estacas dejadas tomando datos hasta 20 metros a cada lado del eje de la carretera, para de esta manera, procesar los datos, que nos permitirán obtener las curvas de nivel con una equidistancia de 2 metros. Estos datos también nos permiten dibujar las secciones del terreno natural que aparecen en los planos, detectando que en algunas secciones falta completar su ancho mínimo, para lo cual será necesario realizar cortes y/o proyectar muros de contención.

También se tomó las secciones transversales, en las progresivas donde se ubican las obras de arte y drenaje, continuando la dirección del curso de agua de tal manera, que nos permita ubicar adecuadamente las obras de arte y drenaje.



### **Nivelación.**

La nivelación se ha realizado en forma geométrica diferencial con una precisión de 1.2 centímetros por cada kilómetro, nivelándose todas las estacas del eje, así como las progresivas donde se ubican las obras de arte y drenaje.

Para asegurar la calidad de la nivelación, se ha realizado corridas de cierre cada kilómetro, comprobando el error de cierre menor a la tolerancia máxima.

En el terreno han sido ubicados los BMs., cada kilómetro aproximadamente, en lugares apropiados para que no interrumpan con el proceso de las obras. Estos BMs han sido ubicados en elementos fijos como rocas, que aseguren su permanencia hasta la etapa de la construcción.

### **Replanteo.**

Después de haber diseñado el eje de la carretera, se procedió a trazar la poligonal y sus vértices, con la normatividad del MTC, para luego referenciarlos a puntos inamovibles del sector.

Los vértices (PIs) de la poligonal definitiva se han monumento, y están referenciados a coordenadas UTM, para permitir una ubicación fácil del replanteo respectivo con ángulos de deflexión y elementos calculados de las curvas horizontales.

### **Control horizontal.**

Este punto horizontal de control queda determinado con dos o más puntos fijos cuya posición se determina horizontalmente con precisión por la distancia y el norte magnético.

### **Control vertical.**

Para la nivelación de la poligonal, se inició con el primer BM de cota conocida, empleando el método de nivelación compuesta, y obtener la cota del terreno natural para cada estaca, y en los puntos intermedios importantes, usándose para ello el nivel electrónico. Teniendo una fina lectura al milímetro, cerrando los circuitos respectivos de las cotas y dejando BMs auxiliares los cuales fueron enumerados al costado de la carretera y sobre todo en puntos fijos de los terrenos, preferentemente monumentados.



## 5.2.- Estudio De Mecánica De Suelos Y Canteras

### Determinación del número de calicatas y ubicación

La excavación de las calicatas fue 1.20 x 1.00 m (aproximadamente) a cielo abierto con una profundidad de 1.50 m.

- Las calicatas se ubicaron en lugares estratégicos para poder determinar la información adecuada.
- Se excavaron calicatas uno por cada kilómetro aproximadamente para lo cual se tomó en cuenta lo que indica el manual de carreteras suelos geología, geotécnica y pavimentos.

**Tablas 5.1. Número de Calicatas para Exploración de Suelos**

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número Mínimo de Calicatas
Carretera de Bajo Volumen de Tránsito: Carreteras con un IMDA $\leq$ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 respecto al nivel de subrasante del proyecto.	1 calicata x cambio de Material.

**Tablas 5.2. Número de CBR para Exploración de Suelos**

Tipo de Carretera	Número Mínimo de Calicatas
Carretera de Bajo Volumen de Tránsito: Carreteras con un IMDA $\leq$ 200 veh/día, de una calzada.	Cada 1 Km se realizara un CBR

**Fuente:** realizado, teniendo en cuenta el tipo de carretera establecido en el RD

037 -2008 MTC/14 y el manual de Ensayo de Materiales del MTC.

**Tabla 5.3. Número de Calicatas y su Ubicación**

Calicata	Kilometraje
Calicata No 1	: Km. 00 + 000
Calicata No 2	: Km. 01 + 000
Calicata No 3	: Km. 02 + 000
Calicata No 4	: Km. 03 + 000
Calicata No 5	: Km. 04 + 000
Calicata No 6	: Km. 05 + 000

**Nota:** elaboración propia



## **Determinación del N° de Ensayos de Resistencia**

### **Ensayos de laboratorio.**

Los ensayos de suelos de las muestras representativas del terreno de cimentación y del subsuelo realizados en el laboratorio mediante normas.

### **Ensayos Generales.**

Nos permiten determinar las principales características de los suelos, para poder clasificarlos e identificarlos adecuadamente; son los siguientes:

- Contenido de humedad, referencia ASTM D 2216-92, MTC E 107 – 1999.
- Análisis granulométrico por tamizado, referencia ASTM D 421, AASHTO T88, MTC E107-1999.
- Límites de Consistencia (límite líquido y límite plástico), referencia ASTM D4318, AASHTO T89, T90, MTC E 110-1999 Y E 111-1999

### **Ensayo de Control o Inspección.**

Son para asegurar una buena compactación en campo, así mismo para determinar el grado de compactación, este ensayo es:

- Compactación próctor modificado, mediante el cual se determina el óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca, referencia ASTM D1557, AASHTO T 180, MTC E 115-1999.

### **Ensayos de Resistencia.**

Su fin es evaluar la capacidad portante del suelo, mediante los resultados obtenidos en el ensayo de.

- Carga – penetración (California Bearing Ratio -CBR), referencia ASTM D1883 y ASTM D4429 –93, MTC E132-1999.

### **Labores de gabinete.**

#### **Clasificación de suelos.**

Con los datos de los ensayos generales de las muestras de suelos de cada estrato de las calicatas se realiza la clasificación empleándose los sistemas AASHTO (American Association State Highway Transportation Officials) y SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).



### Perfiles estratigráficos.

Se elaboran realizando la exploración geotécnica, considerando las observaciones en campo de las calicatas y con los resultados de los ensayos generales de las muestras de cada estrato, procediendo a su interpretación concluyendo con los perfiles estratigráficos, lo que sirve para verificar similitudes y diferencias en el subsuelo. En los perfiles se indica la potencia, las características, y la clasificación de suelo de cada estrato

### Determinación de los parámetros de control de compactación.

Con los datos de los ensayos de compactación próctor modificado para cada tipo de suelo de la subrasante se determina los parámetros de control: densidad seca máxima y contenido óptimo de humedad, para que cuando se construya la carretera se pueda determinar el grado de compactación.

Para nuestro caso se realizó los ensayos de la muestra más representativa, eligiendo la calicata N° 6, en el kilómetro 5+000, con los siguientes resultados:

Máxima densidad seca : 2.28  
Contenido óptimo de humedad : 6.75%

### Determinación de la capacidad de soporte de la subrasante.

Con los datos del ensayo de las muestras representativas de la subrasante se determina el parámetro de resistencia CBR para diseñar el espesor del afirmado, con los siguientes resultados.

**Figura 24: selección de calicatas para muestra**

Calicata	Progresiva	CBR	
		95%	100%
C1	00+01	9.71	11.74
C6	04+05	8.75	9.01

**Nota:** Elaboración propia

En nuestro caso, escogemos el terreno más crítico para el diseño del afirmado, siendo el terreno de la calicata 6, en el Km 04 - Km 05, con un CBR de 8.75% al 95%.

### 5.2.1- Estudio De Canteras:

Para la construcción, rehabilitación y/o mejoramiento de carreteras, es necesario utilizar materiales cuya capacidad portante sea buena y adecuada para resistir los



## **MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

diferentes tipos de pesos o cargas de los vehículos, así como el desgaste por fricción, para los materiales extraídos de las canteras son analizados en el laboratorio para determinar sus propiedades físicas y mecánicas.

### **Trabajo de campo.**

Haciendo el reconocimiento en campo se ubicó tres canteras aptas para el afirmado y están en las siguientes progresivas: Km. 2+600 (La Llanga), Km. 7+200 (Nogal), Km. 15+300 (El oso).

Para determinar las propiedades físico- mecánicas del material se realizaron calicatas a cielo abierto de 1.50 metro. de lado aproximadamente y se obtuvo muestras alteradas representativas, las que fueron identificadas y colocadas en sacos, y posteriormente se trasladaron a laboratorio de suelos, para que se realicen los ensayos respectivos.

### **Trabajos De Laboratorio.**

#### **Ensayos Generales.**

Los respectivos ensayos nos permiten determinar las características de los suelos, para poder clasificarlos e identificarlos como corresponde y; son los siguientes:

- Contenido de humedad, referencia ASTM D 2216-92, MTC E 107 – 1999
- Análisis granulométrico por tamizado, referencia ASTM D 421, AASHTO T88, MTC E107-1999
- Límites de Consistencia (límite líquido y límite plástico), referencia ASTM D4318, AASHTO T89, T90, MTC E 110-1999 Y E 111-1999
- Equivalente de arena, referencia ASTM D2419

#### **Ensayo de Control o Inspección.**

Se realizan para asegurar una buena compactación en campo, así mismo para determinar el grado de compactación, este ensayo es:

Compactación próctor modificado, referencia ASTM D1557, AASHTO T 180, MTC E 115-1999.



### Labores de gabinete.

#### Clasificación del material.

Los datos obtenidos de los ensayos generales de las muestras de las canteras se realizan la clasificación de los materiales, empleándose los sistemas AASHTO (American Association State Highway Transportation Officials) y SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).

#### Determinación de los parámetros de control de compactación.

Con los datos de los ensayos de compactación próctor modificado se determina los parámetros de control: densidad seca máxima y contenido óptimo de humedad, para que se pueda determinar el grado de compactación en el momento de la ejecución.

#### Determinación de los parámetros de resistencia del material.

Los datos de los ensayos de las muestras se hallan el parámetro de resistencia CBR y el porcentaje de desgaste por abrasión. Las canteras identificadas y analizadas, presentan las siguientes características, de acuerdo a los ensayos respectivos:

#### Cantera 1. (La Llanga)

Progresiva	:	Km 2+600
Volumen	:	135,000 M3.
Clasificación de Suelos (SUCS)	:	GP-GM
Clasificación de Suelos (AASHTO)	:	A-6-11
(0). Abrasión	:	36.03%
Índice de plasticidad	:	25.111%
CBR 95%	:	43.25%
CBR 100%	:	36.03%.
Tipo de roca.	:	Depósito cuaternario.
Rendimiento	:	95%.



**Cantera 2. (El Nogal)**

Progresiva	:	Km 7+200
Volumen	:	125,000 M3.
Clasificación de Suelos (SUCS)	:	GP-GM
Clasificación de Suelos (AASHTO)	:	A-6-11
(0). Abrasión	:	38.02%
Índice de plasticidad	:	23.25%
CBR 95%	:	63.25%
CBR 100%	:	38.02%.
Tipo de roca	:	Depósito cuaternario.
Rendimiento	:	80%.

**Cantera 3. (El Oso)**

Progresiva	:	Km 15+300
Volumen	:	115,000 M3.
Clasificación de Suelos (SUCS)	:	GP-GM
Clasificación de Suelos (AASHTO)	:	A-6-11
(0). Abrasión	:	38.02%
Índice de plasticidad	:	21.39%
CBR 95%	:	59.25%
CBR 100%	:	38.02%.
Tipo de roca.	:	Depósito cuaternario.
Rendimiento	:	75%.

**Método de explotación.**

Se hará una limpieza general retirando toda la capa de material orgánico y se acopiara en un lugar adecuado, siendo conservado para que posteriormente se utilice en la restauración y revegetación del lugar, luego la extracción del material será de



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

arranque directo utilizando tractor con ripper o excavadora, el recojo se realizará con cargador frontal, y la selección se hará mediante zarandeo para obtener material para el afirmado, se acopiara en zonas de trabajo y almacenaje adecuados.

### 5.3.- Diseño Hidráulico y Estructural de las obras de arte.

#### A. DISEÑO DE CUNETAS

En el diseño se consideró los siguientes parámetros:

- Sección triangular
- Pendiente.- Es la pendiente de la carretera.
- Velocidad admisible.- Para cunetas revestidas con mampostería de piedra se tomó las velocidades de:

$$\text{Velocidad máxima} = 5.00 \text{ m/seg.}$$

$$\text{Velocidad} = 0.60 \text{ m/seg.}$$

- Ancho = 0.50, profundidad y 0.30 m de ancho según los N. P. D. C.
- Diseño.- Se utiliza la fórmula de Maning para una sección de máxima eficiencia hidráulica, por ser cuneta revestida.
- El diseño de cunetas se hizo por tramos.

#### B. DISEÑO DE ALCANTARILLAS

1. Se hizo el uso de fórmulas para hallar la cantidad de agua que llega a la alcantarilla para determinar el tamaño adecuado para descargar dicho caudal.

En el diseño de alcantarillas a usar es el de tipo ARMCO por razones económicas y constructivas.

Se lo realiza determinando la profundidad crítica (tirante de agua crítica) en un conducto circular para la cual deberá considerarse la ley de la velocidad crítica.

#### C. CLIMATOLOGÍA

##### a.- Pluviosidad.

El módulo pluviométrico anual promedio, en la zona de estudio, es de aproximadamente 27.56 mm/h, variando ligeramente con la altitud en la zona de influencia del proyecto.

##### b.- Temperatura.

El clima de esta zona, es templado húmedo con precipitación media en tiempos de lluvia y aumenta en época de estiaje, con una temperatura promedio de 20 °C, en las



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

épocas más frías la temperatura alcanza los 12 °C y en épocas más calientes la temperatura alcanza los 23 °C.

### **c.- Humedad Relativa.**

Similarmente a lo que ocurre con la temperatura, la humedad relativa varía con la altitud, estimándose que para la zona de estudio los promedios porcentuales están comprendidos entre el 48 y 75%. Correspondiendo los mayores valores a los lugares de mayor altitud y al periodo húmedo (enero - abril) y los menores a los de menor altitud y al periodo de estiaje (mayo - Setiembre).

### **d.- Evapotranspiración.**

La evapotranspiración potencial promedio en la zona del proyecto puede estimarse que varía desde 3.87 mm/día hasta 5.73 mm/día.

De acuerdo a los índices promedio de clasificación climática de Thornwaite, el clima de la zona del proyecto puede considerarse como un semi seco y frio.

### **e.- Información Climatológica Específica.**

Según al tipo de área receptora – colectora de las aguas pluviales de los diferentes tramos de la carretera, la información adecuada para este tipo de estudio está constituida por intensidades máximas de precipitación.

Evaluando el comportamiento de variables climatológicas regionales, se ha determinado que, en la zona de estudio, se utilizara datos de la estación Weberbauer, que esta se encuentra a 3.5 km con respecto a la ciudad de Cajamarca y a 105 Km aproximadamente a la zona de estudio.

De acuerdo con los valores promedio de temperatura y altitud se deduce que el factor de ajuste por cantidad de agua precipitable, para la localidad de Llanguat es: 0.7344 Valor con el que se han obtenido las intensidades máximas en 24 horas.

### **f.- Hidrología de Drenaje Superficial.**

La hidrología del drenaje en vías comprende el sistema interceptor de flujos laterales (cunetas y canales de coronación), y el sistema transversal constituido por: alcantarillas, puentes, pontones, badenes, etc.

### **g.- Hidrología de Cunetas y/o Canales de Coronación.**

Las cunetas como los canales de coronación constituyen las estructuras laterales de



## MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

intercepción más importantes del sistema de drenaje. Pues su función es recoger las aguas, conducir las y entregarlas al sistema transversal de drenaje.

### **h.- Intensidades de Diseño.**

Teniendo en cuenta la categoría de carretera del presente proyecto, la seguridad y economía del mismo, la intensidad máxima prevista para el diseño se determina del siguiente modo:

- Seleccionamos el evento de diseño de años de tiempo de retorno, correspondiente a la incertidumbre del 05 %, vale decir con un rango de seguridad del 95% para este tipo de Estructuras en Ingeniería, en un periodo de 29 años consecutivos. Luego, considerando que las áreas parciales de drenaje tienen diferentes tiempos de equilibrio según pendiente y tipo de cobertura superficial, se determina las intensidades máximas en cada área de estudio, para un periodo de vida útil de 10 años (cunetas), y para un periodo de vida útil de 20 años (alcantarillas y badenes)

El término de escorrentía transpuesto desde la estación Weberbauer, con un factor de ajuste de 0.7344 por cantidad de agua precipitable permite obtener gastos para la zona del proyecto.

### **i.- Hidrología de Badenes y Alcantarillas.**

Las alcantarillas son cursos de agua transversales que permiten evacuar los flujos concentrados y los provenientes del sistema de coronación y cunetas contiguas.

### **j.- Alcantarillas.**

Las alcantarillas o cursos de agua hacia pases no establecidos se diseñarán con descargas que se indican en el cuadro de cálculo correspondiente, provenientes de cada lado de cuneta. Para cauces establecidos, se utilizará el caudal que aporte la subcuenca correspondiente.

**Tabla 06: Determinación de Intensidades del Proyecto.**

DETERMINACION DE INTENSIDADES PARA EL PROYECTO:

Intensidades máximas (mm/h) para diferentes periodos de duración

**ESTACION : AUGUSTO WEBERBAUER**

**LATITUD:** 07°10'S

**LONGITUD:** 78°30'W

**ALTITUD:** 2680 m.s.n.m.



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

$$f = \frac{1}{1.4 \times \sqrt[3]{V}} \dots \dots \dots (7)$$

$I_p = 1.138 \quad I_w$

**INTENSIDADES MAXIMAS REGISTRADAS (Cuadro N° 01)**

<b>AÑO</b>	<b>5 min</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>
1973	101.00	71.00	24.10	14.00	11.05
1974	73.00	58.00	34.00	18.00	9.10
1975	90.00	50.00	24.00	16.00	10.00
1976	68.00	63.00	37.00	19.00	9.00
1977	65.00	53.00	37.10	21.00	11.00
1978	26.00	24.00	21.00	12.00	6.00
1979	60.00	60.00	38.00	23.00	14.00
1980	73.02	60.02	33.8	21.08	13.02
1981	67.20	54.80	29.13	15.54	9.28
1982	88.29	75.15	37.2	23.1	13.27
1983	75.30	50.40	31.4	23.71	13.99
1984	112.80	71.80	27.60	15.63	9.80
1985	59.31	54.4	25.56	14.7	8.05
1986	84.60	65.40	30.11	15.6	8.23
1987	76.00	49.20	21.60	13.20	7.95
1988	70.40	52.80	23.00	13.79	7.85
1989	73.40	47.80	28.04	16.48	9.64
1990	111.60	75.00	37.94	23.18	12.30
1991	83.10	73.40	40.80	25.52	14.17
1992	56.10	38.52	18.60	10.10	5.20
1993	57.75	50.67	28.2	17.54	9.71
1994	91.50	64.20	36.20	19.00	12.90
1995	71.10	56.30	28.70	16.70	9.30
1996	81.30	60.20	32.40	17.90	11.10
1997	82.20	68.10	35.00	17.90	8.90
1998	92.00	66.30	40.60	27.10	13.50
1999	89.00	65.00	45.00	26.00	12.00
2000	70.00	56.00	35.00	23.00	14.00
2001	56.00	50.00	30.00	18.00	6.00

Fuente: elaboración propia

**Tabla 07: Intensidades De Lluvia Del Proyecto**

<b>N</b>	<b>INTENSIDADES MÁXIMAS(mm/h)</b>				
	<b>5 min</b>	<b>10 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>	<b>120 min</b>
1	114.938	80.798	27.426	15.932	12.575
2	83.074	66.004	38.692	20.484	10.356
3	102.420	56.900	27.312	18.208	11.380
4	77.384	71.694	42.106	21.622	10.242
5	73.970	60.314	42.220	23.898	12.518
6	29.588	27.312	23.898	13.656	6.828
7	68.280	68.280	43.244	26.174	15.932
8	83.097	68.303	38.464	23.989	14.817
9	76.474	62.362	33.150	17.685	10.561
10	100.474	85.521	42.334	26.288	15.101



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

11	85.691	57.355	35.733	26.982	15.921
12	128.366	81.708	31.409	17.787	11.152
13	67.495	61.907	29.087	16.729	9.161
14	96.275	74.425	34.265	17.753	9.366
15	86.488	55.990	24.581	15.022	9.047
16	80.115	60.086	26.174	15.693	8.933
17	83.529	54.396	31.910	18.754	10.970
18	127.001	85.350	43.176	26.379	13.997
19	94.568	83.529	46.430	29.042	16.125
20	63.842	43.836	21.167	11.494	5.918
21	65.720	57.662	32.092	19.961	11.050
22	104.127	73.060	41.196	21.622	14.680
23	80.912	64.069	32.661	19.005	10.583
24	92.519	68.508	36.871	20.370	12.632
25	93.544	77.498	39.830	20.370	10.128
26	104.696	75.449	46.203	30.840	15.363
27	101.282	73.970	51.210	29.588	13.656
28	79.660	63.728	39.830	26.174	15.932
29	63.728	56.900	34.140	20.848	6.828

Fuente: elaboración propia

**Tabla 08: Aplicación Del Modelo, Intensidades Máximas**

Ordenación de intensidades máximas

N	INTENSIDADES MÁXIMAS(mm/h)				
	5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
1	128.366	85.521	51.210	30.840	16.125
2	127.001	85.350	46.430	29.588	15.932
3	114.938	83.529	46.203	29.042	15.932
4	104.696	81.708	43.244	26.982	15.921
5	104.127	80.798	43.176	26.379	15.363
6	102.420	77.498	42.334	26.288	15.101
7	101.282	75.449	42.220	26.174	14.817
8	100.474	74.425	42.106	26.174	14.680
9	96.275	73.970	41.196	23.989	13.997
10	94.568	73.060	39.830	23.898	13.656
11	93.544	71.694	39.830	21.622	12.632
12	92.519	68.508	38.692	21.622	12.575
13	86.488	68.303	38.464	20.484	12.518
14	85.691	68.280	36.871	20.484	11.380
15	83.529	66.040	35.733	20.371	11.152
16	83.097	64.069	34.265	20.370	11.050
17	83.074	63.728	34.140	19.961	10.970
18	80.912	62.362	33.150	19.005	10.583
19	80.115	61.907	32.661	18.754	10.561
20	77.384	60.314	32.092	18.208	10.356



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

21	76.474	60.086	31.910	17.787	10.242
22	73.970	57.662	31.409	17.753	10.128
23	73.660	57.355	29.087	17.685	9.366
24	68.280	56.900	27.426	16.729	9.161
25	67.495	56.900	27.312	15.932	9.047
26	65.720	55.990	26.174	15.693	8.933
27	63.842	54.396	24.581	15.022	6.828
28	63.728	43.836	23.898	13.656	6.828
29	25.588	27.312	21.167	11.494	5.918

<b>Desv.Estand</b>	20.90	12.85	7.56	5.01	2.96
<b>Promedio</b>	86.18	66.10	35.75	21.20	11.78
<b>α</b>	0.053	0.086	0.147	0.221	0.037
<b>β</b>	76.08	59.88	32.11	18.78	2.53

Fuente: elaboración propia

**Tabla 09: Determinación De Probabilidades**

Calculamos las probabilidades de Weibull y las probabilidades de Gumbel:

m	Prob Weibull	Probabilidad de Gumbel				
	1-m/(N+1)	5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
1	0.967	0.939	0.896	0.941	0.934	0.891
2	0.933	0.935	0.895	0.885	0.914	0.883
3	0.900	0.880	0.878	0.881	0.904	0.883
4	0.867	0.803	0.859	0.823	0.853	0.883
5	0.833	0.798	0.848	0.821	0.833	0.858
6	0.800	0.781	0.803	0.800	0.830	0.844
7	0.767	0.769	0.770	0.797	0.826	0.828
8	0.733	0.760	0.752	0.794	0.826	0.820
9	0.700	0.710	0.743	0.768	0.734	0.774
10	0.667	0.687	0.725	0.725	0.729	0.748
11	0.633	0.673	0.697	0.725	0.593	0.653
12	0.600	0.658	0.621	0.683	0.593	0.647
13	0.567	0.562	0.616	0.675	0.511	0.641
14	0.533	0.584	0.616	0.608	0.511	0.506
15	0.500	0.510	0.555	0.556	0.502	0.476
16	0.467	0.502	0.498	0.483	0.502	0.463
17	0.433	0.501	0.487	0.476	0.471	0.452
18	0.400	0.461	0.446	0.424	0.394	0.399
19	0.367	0.446	0.431	0.398	0.374	0.396
20	0.333	0.393	0.381	0.367	0.329	0.368
21	0.300	0.375	0.374	0.358	0.295	0.352
22	0.267	0.327	0.297	0.331	0.293	0.337
23	0.233	0.321	0.289	0.211	0.287	0.235
24	0.200	0.220	0.274	0.138	0.214	0.210
25	0.167	0.207	0.274	0.133	0.159	0.196
26	0.133	0.177	0.246	0.092	0.144	0.182



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT,  
PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.**

27	0.100	0.147	0.200	0.049	0.106	0.024
28	0.067	0.146	0.018	0.036	0.048	0.024
29	0.033	0.000	0.000	0.007	0.007	0.005

**Fuente: elaboración propia**



**Tabla 10: Prueba De Smirnov Kolmogorov**

Cálculo de desviaciones absolutas:

n	DESVIACION ABSOLUTA $\Delta_{cmax}$				
	5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
1	0.027	0.071	0.026	0.032	0.076
2	0.002	0.039	0.049	0.019	0.050
3	0.020	0.022	0.019	0.004	0.017
4	0.064	0.008	0.044	0.014	0.016
5	0.036	0.015	0.012	0.000	0.024
6	0.019	0.003	0.000	0.030	0.044
7	0.002	0.003	0.030	0.060	0.062
8	0.027	0.018	0.061	0.093	0.087
9	0.010	0.043	0.068	0.034	0.074
10	0.020	0.059	0.058	0.063	0.081
11	0.039	0.063	0.091	0.040	0.019
12	0.058	0.021	0.083	0.007	0.047
13	0.005	0.049	0.108	0.056	0.074
14	0.015	0.082	0.075	0.022	0.027
15	0.010	0.055	0.056	0.002	0.024
16	0.035	0.031	0.016	0.036	0.004
17	0.068	0.054	0.043	0.037	0.019
18	0.061	0.046	0.024	0.006	0.001
19	0.079	0.065	0.031	0.007	0.030
20	0.060	0.048	0.034	0.004	0.035
21	0.075	0.074	0.058	0.005	0.052
22	0.060	0.031	0.064	0.026	0.070
23	0.087	0.055	0.022	0.054	0.002
24	0.020	0.074	0.062	0.014	0.010
25	0.040	0.107	0.034	0.008	0.029
26	0.043	0.113	0.041	0.011	0.049
27	0.047	0.100	0.051	0.006	0.076
28	0.079	0.048	0.031	0.019	0.043
29	0.033	0.033	0.026	0.026	0.028

Fuente: elaboración propia

$\Delta_0$  tabular: 0.2525

$\Delta$  max calculado : 0,113

como  $\Delta$  max <  $\Delta_0$ : Se utiliza el modelo Gumbel



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAARCA**

**Tabla 11: intensidades máximas calculadas por método de Gumbel**

INTENSIDADES MAXIMAS CALCULADAS POR EL MÉTODO DE GUMBEL (Cuadro N° 06)

VIDA ÚTIL AÑOS (n)	Tr (años)	RIESGO DE FALLA (%)	INTENSIDADES MAXIMAS				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
10	10	65.13	118.532	85.988	47.460	28.856	16.370
10	15	49.84	126.517	90.897	50.350	30.769	17.502
10	20	40.13	132.108	94.334	52.373	32.109	18.295
10	25	33.52	136.414	96.981	53.931	33.141	18.905
10	50	18.29	149.681	105.136	58.733	36.320	20.786
20	10	87.84	118.532	85.988	47.460	28.856	16.370
20	15	74.84	126.517	90.897	50.350	30.769	17.502
20	20	64.15	132.108	94.334	52.373	32.109	18.295
20	25	55.80	136.414	96.981	53.931	33.141	18.905
20	50	33.24	149.681	105.136	58.733	36.320	20.786
25	10	92.82	118.532	85.988	47.460	28.856	16.370
25	15	82.18	126.517	90.897	50.350	30.769	17.502
25	20	72.26	132.108	94.334	52.373	32.109	18.295
25	25	63.96	136.414	96.981	53.931	33.141	18.905
25	50	39.65	149.681	105.136	58.733	36.320	20.786
50	10	99.48	118.532	85.988	47.460	28.856	16.370
50	15	96.82	126.517	90.897	50.350	30.769	17.502
50	20	92.31	132.108	94.334	52.373	32.109	18.295
50	25	87.01	136.414	96.981	53.931	33.141	18.905
50	50	63.58	149.681	105.136	58.733	36.320	20.786

**INTENSIDADES MAXIMAS DE DISEÑO PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO**

VIDA ÚTIL (AÑOS)	Tr (años)	DURACION				
		5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
10	15	126.517	90.897	50.350	30.769	17.502
20	20	132.108	94.334	52.373	32.109	18.295
25	25	136.414	96.981	53.931	33.141	18.905
50	50	149.681	105.136	58.733	36.320	20.786



ECUACION DE INTENSIDADES PARA DIFERENTES TIEMPOS DE CONCENTRACION PARA CUNETAS (10 AÑOS)

$$I = 366,16 * [t ^ (-0,6148)]$$

ECUACION DE INTENSIDADES PARA DIFERENTES TIEMPOS DE CONCENTRACION PARA ALCANTARILLAS DE ALIVIO (20 AÑOS)

$$I=380,46* [t ^ (-0,6139)]$$

**k.- Determinación de Caudales.**

Los caudales que dan las subcuencas colectoras tanto para los cursos de agua establecidos, así como para las zonas que no presentan curso establecido, pero que drenan a las cunetas, han sido obtenidos teniendo en cuenta el tiempo base de escurrimiento, la velocidad de escurrimiento en la superficie y la longitud de trayectoria de la partícula más alejada a los puntos de drenaje a diseñar, en este caso las cunetas, alcantarillas, tajeas, badenes y puentes.

Para el presente Proyecto se ha hecho uso de la tabla 15.1.1 del texto “Hidrología Aplicada”, Editorial Mc Graw Hill publicado en el año 1994, por los autores Ven Te chow, David R. Maidment y Larry W. Mays. Para el efecto se ha observado en campo y se ha optado por diferentes valores según el tipo de cobertura superficial tal como se puede apreciar en el cuadro N° 07

El gasto máximo de escorrentía directa puede en consecuencia estimarse mediante:

$$Q_{Max} = \frac{CIA}{360}$$



**Dónde:**

- $Q_{Máx}$  = Gasto máximo de escorrentía directa,  $m^3/s$  I =  
Intensidad máxima de diseño, mm/h
- A = Área colectora, Ha
- C = Coeficiente de escorrentía directa

**Tabla 12: Determinación De Caudales**

**DETERMINACION DE CAUDALES (Cuadro N° 07)**

N°	AREA	Lcp (m)	V m/s	t (min)	I mm/h	C	Q (M3/seg.)
	Valor (Km2)						
S1	0.225	250	0.25	16.67	48.68	0.30	0.91
P1	0.920	2250	0.20	187.50	11.05	0.23	0.65
S2	0.350	900	0.20	75.00	19.37	0.25	0.47
S3	0.040	200	0.25	13.33	55.83	0.35	0.22
P2	0.060	200	0.25	13.33	55.83	0.35	0.33
P3	0.050	150	0.25	10.00	66.57	0.30	0.20
S4	0.055	300	0.25	20.00	43.54	0.30	1.17
P4	0.870	350	0.18	32.41	32.39	0.15	1.17
P5	0.360	1720	0.25	114.67	14.94	0.30	0.45
S5	0.090	650	0.25	43.33	27.11	0.30	0.20
P6	0.550	1300	0.25	86.67	17.74	0.30	0.81
S6	0.260	600	0.25	40.00	28.48	0.28	0.58
P7	0.760	1700	0.20	141.67	13.13	0.40	1.11
S7	0.120	600	0.25	40.00	28.48	0.30	0.28
P8	0.990	1900	0.20	158.33	12.26	0.30	0.28
S8	0.080	800	0.20	66.67	20.82	0.30	0.28
P9	0.760	1600	0.20	133.33	13.62	0.40	1.15
S9	0.068	120	0.20	10.00	66.57	0.35	0.44
P10	0.600	500	0.20	41.67	27.77	0.35	1.62
S10	0.080	150	0.25	10.00	66.57	0.30	0.44
P11	1.100	1500	0.25	100.00	16.24	0.20	0.99
S11	0.700	550	0.20	45.83	26.20	0.18	0.92

Fuente: elaboración propia

**I.- Capacidad de Degradación de la Cuenca**

**• Potencial Erosivo.**

Cuando existe una fuerte pendiente promedio de la cuenca (32 %), topografía accidentada, mediana cobertura vegetal, alta pluviosidad (1250 mm/año) e intensas precipitaciones, hace predecir un alto potencial erosivo en el área del proyecto; una de las características está determinada por el alto valor del Coeficiente Orográfico estimado en 0.088.



• **Pérdida de Suelo.**

La degradación de la cuenca se debe básicamente a la erosión hídrica y al transporte de sólidos por la escorrentía directa, la misma que se encuentra en forma directa relacionada con el potencial erosivo. La capacidad de meteorización o pérdida de suelo se puede estimar a partir de la ecuación:

**S** = Degradación específica, Tn. /Ha x año

**PM** = Precipitación del mes de máxima pluviosidad, mm

**P** = Módulo pluviométrico anual promedio, mm

**Co** = Coeficiente orográfico, %

Para nuestro caso se ha encontrado que la precipitación del mes de máxima pluviosidad es 445.09 mm (marzo 2020), módulo pluviométrico anual 2852.91 mm y coeficiente orográfico 0.207. Con estos datos y mediante la aplicación de la ecuación antes indicada, se obtiene una degradación específica de 4.31 TN. /Ha. x año. Sin embargo, no todo el material removido llega al punto emisor, sino que parte de éste queda sedimentado nuevamente en los puntos más bajos del área colectora, formándose geológicamente en un cono aluvial, siendo por tanto necesario estimar un Factor de Entrega, el mismo que depende del tamaño y de las características de la cuenca. Para este caso se estima un factor de entrega promedio de 0.74, con lo cual se obtiene una capacidad de degradación específica neta de 1.64 TN. /Ha. x año.

**m.- Hidrología del Drenaje Superficial**

Para este fin se deben resolver tres problemas fundamentales para obtener una buena estabilidad y duración de la carretera, los mismos que son: la topografía, tipo de suelo y el drenaje, siendo este último de mucha importancia, dependiendo de este la conservación de la vía y su uso en cualquier época del año.

**5.4.- Diseño Geométrico**

**5.4.1.- Velocidad de Diseño.**

La velocidad de diseño es la que establecerá las exigencias de distancias de visibilidad de circulación y, consecuentemente, de la seguridad de los usuarios de la carretera a lo largo del trazado.

En nuestro proyecto que cuenta, con topografía entre ondulada y accidentada, clasificado



como de tercera clase, la velocidad directriz se ha definido en un valor de 30 K/h. Reduciéndose a 20 Km/hora en las curvas de volteo y zonas críticas, con la finalidad de que el diseño, se adapte en lo posible a las inflexiones del terreno.

#### **5.4.2.-Seccion Transversal de Diseño.**

Para dimensionar la sección transversal, se tendrá en cuenta que las carreteras de bajo volumen de tránsito, solo requerirán:

1. Una calzada de circulación vehicular con dos carriles, una para cada sentido
2. Para carreteras de menor volumen, un solo carril de circulación, con plazoletas de cruce y/o de volteo cada cierta distancia, según se estipula más adelante.

El ancho de la carretera, en la parte superior de la plataforma o corona, podrá contener además de la calzada, un espacio lateral a cada lado para bermas y para la ubicación de guardavías, muros o muretes de seguridad, señales y cunetas de drenaje.

#### **5.4.3.- Superficie de Rodadura.**

En el proyecto que nos ocupa, de acuerdo a los términos de referencia del contrato, la superficie de rodadura consistirá en una capa de afirmado, y analizando el cuadro 1: Características básicas para la superficie de rodadura de las Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, el espesor mínimo de esa capa debe ser de 15 centímetros.

#### **5.4.4.- Criterios de Diseño Geométrico.**

##### **A.- Clasificación.**

Según el Manual de Diseño Geométrico para Carreteras DG-2001, según su función la carretera que nos ocupa corresponde a la Red Terciaria o Local, que en el Perú la denominamos del Sistema Vecinal, por unir pequeños caseríos y anexos.

De acuerdo a la demanda, se clasifica en carretera de tercera clase.

Según el criterio especial de PROVIAS DESCENTRALIZADO, el camino pertenece a Caminos de Bajo Tránsito, con un Índice Promedio Diario (IMD) menor a 25 vehículos/día.

##### **B.- Radio Mínimo.**

Según las Normas para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, para una velocidad directriz de 20 Km/h tenemos un radio mínimo de 15 metros, sin embargo,



por tratarse de un camino vecinal, en las curvas de volteo se ha empleado un radio mínimo excepcional de 8.00 metros, por consideraciones de orden económico.

### C.- Sobreancho.

La calzada aumenta su ancho en las curvas para conseguir condiciones de operación vehicular comparable a la de las tangentes.

En las curvas el vehículo de diseño ocupa un mayor ancho que en los tramos rectos. Asimismo, a los conductores les resulta más difícil mantener el vehículo en el centro del carril.

Empleando la fórmula de las normas peruanas de diseño de carreteras, para calcular este parámetro de diseño, nos arroja valores muy altos, que de utilizarlos tendríamos movimiento de tierras excesivo, que inflan sobremanera los costos. Por tratarse de una trocha carrozable, y por consideraciones económicas, de no sobrepasar nuestro techo presupuestal por kilómetro, para efectos del presente estudio se ha adoptado, los siguientes valores de sobreancho en función del radio.

<u>Radio</u>	<u>S/A</u>
R>50	0.30
15-50	0.60
R<15	0.90

### D. - Peralte.

Se denomina peralte a la sobre elevación de la parte exterior de un tramo de la carretera en curva con relación a la parte interior del mismo con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga. Las curvas horizontales deben ser peraltadas.

En el Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, se especifica que en carreteras cuyo IMDa de diseño sea inferior a 200 vehículos por día y la velocidad directriz igual o menor a 30 Km/h, el peralte de todas las curvas podrá ser igual a 2.5%. En tal sentido para nuestro caso particular se ha adoptado este valor de 2.5% para el peralte de todas las curvas del proyecto.

### E.- Derecho de Vía.

El derecho de vía es la faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario.



La distancia mínima absoluta entre el pie de taludes o de obras de contención y un elemento exterior será de 2.00 m. La mínima deseable será de 5.00 m.

Según el Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, el ancho mínimo absoluto de Derecho de Vía para CBVT, es de 15 metros, 7.50 metros a cada lado del eje.

**F.- Plazoleta de Cruce.**

Debido a que es una vía de un solo carril, y tomando en cuenta los términos de referencia, se ha proyectado, plazoletas de cruce, cuando menos cada kilómetro. Tomando consideraciones económicas, las plazoletas de cruce o estacionamiento tendrán 5.0 metros de ancho, por 20.0 metros de largo, ubicadas en lugares apropiados que no impliquen mayor movimiento de tierras.

**G.- Banquetas de Visibilidad**

No se considera banquetas de visibilidad en las curvas con taludes altos, por tratarse de un camino vecinal y también por razones de orden económico.

**H.- Talud.**

Para el diseño de taludes para las diferentes secciones transversales, los valores dados en el Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, de acuerdo al tipo de terreno y alturas de corte, son:

**Figura 27: taludes de relleno**

Clase de terreno	Talud V:H		
	H<5	5<H<10	H>10
Roca fija	10:1	(*)	(**)
Roca suelta	6:1 - 4:1	(*)	(**)
Conglomerados cementados	4:1	(*)	(**)
Suelos consolidados compactos	4:1	(*)	(**)
Conglomerados comunes	3:1	(*)	(**)
Tierra compacta	2:1 – 1:1	(*)	(**)
Tierra suelta	1:1	(*)	(**)
Arenas sueltas	1:2	(*)	(**)
Zonas blandas con abundante arcillas o zonas humedecidas por filtraciones	1:2 hasta 1:3	(*)	(**)



Materiales	Talud V:H		
	H<5	5<H<10	H>10
Enrocado	1:1	(*)	(**)
Suelos diversos compactados (mayoría de suelos)	1:1.5	(*)	(**)
Arena compactada	1:2	(*)	(**)

**Nota: elaboración propia**

Sin embargo, para efectos del presente estudio, simplificando la clasificación de suelos, y tomando en cuenta la inclinación de los taludes existentes, y que presentan buena estabilidad, se ha adoptado lo siguiente:

**Figura 26: Taludes De Corte Y De Relleno**

**TALUDES DE CORTE**

Clase de terreno	Talud V:H
Roca Fija	10:1
Roca Suelta	4:1
Material Suelto	3:1

**TALUDES DE RELLENO**

Clase de terreno	Talud V:H
Terrenos varios	1:1.5

**Nota: elaboración propia**

**5.4.5.- Características Geométricas.**

Una de las características geométricas de una vía depende fundamentalmente de la velocidad directriz adoptada, de la composición y volumen de tránsito, a fin de satisfacer las condiciones mínimas que permitan circular cualquier tipo de vehículo.

Ancho del camino = 5.00 metros (A nivel de afirmado).

Bombeo = 2.5 %.

Peralte = 2.5%.

Cunetas = 0.50 x 0.30 – Sección triangular.

Superficie de rodadura = Afirmado.

**5.4.6.- Secciones Transversales.**

Se refiere al ancho de la superficie de rodadura más los excedentes de la plataforma existente, considerando para el tramo 5.00 m de superficie de rodadura, a nivel de afirmado.

Se tomó con eclímetro, las secciones transversales a lo largo del eje de la carretera tomando como referencia el estacado colocado cada 20 metros a cada lado del eje de la carretera, para



luego, procesar y dibujar las curvas a nivel y respectivas secciones que aparecen en los planos, determinándose que en algunas secciones.,

#### **5.4.9.- Diseño Del Perfil Longitudinal.**

La nivelación ha sido geométrica diferencial con una precisión de 0.012 metros por cada kilómetro, nivelándose todas las estacas del eje, así como las progresivas donde se ubican las obras de arte y drenaje.

#### **5.5.- Estudio De Tráfico Estudio de la Demanda**

El estudio de tráfico tiene como objetivo conocer la cantidad de vehículos que transitan por la vía, el cual es un aspecto muy importante en el estudio socioeconómico y en la definición de sus características geométricas de diseño.

El volumen del tráfico se halla a partir del conteo de vehículos que circulan por el camino, en una estación de control de tráfico determinada, indicando la fecha y tipo de vehículos, esto se hace en horas punta y tres veces al día por una semana.

#### **Cálculo del índice medio diario.**

Los conteos vehiculares para el tramo se realizaron durante siete días consecutivos, tomando como punto de control el ingreso la Provincia de Celendín.

Los conteos diarios se muestran a continuación, a partir de los cuales se ha elaborado el resumen, dando como resultado un tránsito diario de 12 vehículos por día, compuesto de la siguiente manera: Ver detalle de cálculo.

Autos	:	2
Camioneta Pickup	:	3
Camioneta Rural Combi	:	6
Camión	:	1

Por lo tanto, según el criterio especial de **PROVIAS DESCENTRALIZADO**, el camino se encuadra dentro de los Caminos de Bajo Tránsito, con un Índice Promedio Diario menor a 25 vehículos/día.

#### **Tráfico proyectado.**

Las proyecciones de tráfico de vehículos se calculan a partir de la tasa de crecimiento de tráfico, basada a la vez, en la tasa de crecimiento de la población y de la actividad



**MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZANLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CAJAMARCA – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA**

económica, según se trate del tránsito de pasajeros o de carga; empleando la siguiente fórmula:

$$Tp = Ta (1 - rt)$$

En la proyección del tráfico futuro a 5 años de horizonte, se ha usado la tasa de crecimiento de tráfico correspondiente al promedio anual de crecimiento poblacional, de 3.40% para el Centro Poblado de Llanguat para el caso de vehículos de pasajeros (automóvil, camioneta, bus mediano y bus grande) y de 4.5% para los vehículos de carga (camión 2E, camión 3E y articulado), tomando como referencia el PBI agropecuario nacional.

Según detalle de cálculo que se adjunta más adelante tenemos un tráfico proyectado a 5 años de 17 vehículos/día, compuesto de la siguiente manera:

Autos	:	4
Camioneta Pickup	:	2
Camioneta Rural Combi	:	10
Camión	:	1

En conclusión, vemos que el camino se mantiene dentro de la clasificación de caminos de bajo tránsito.



## **VI. - Discusión De Resultados**

- El Diseño Del Mejoramiento De la Trocha carrozable al Celendín – Llanguat, Provincia de Celendín - Cajamarca, hará que disminuya el tiempo de viaje, beneficiando de esta manera las actividades de turismo, comercio y transporte en la zona en estudio. Con una carretera en buenas condiciones, la población se verá aumentada su frecuencia de viaje para distintas actividades económicas, así como acceso a mercados y servicios de la capital Cajamarca.
- Los resultados obtenidos en nuestros estudios determinan que se mejorara la calidad de vida de los pobladores teniendo mayor acceso a centros de salud, centros educativos y el desarrollo socio económico de los pobladores.
- Con los datos obtenidos se coteja con las normativas del MTC y decretos legislativos dados por el decreto supremo N° 034-2008 MTC, Decreto supremo N° 019-2011 MTC, y resolución ministerial N° 900-2018 MTC/0.02. Por lo tanto, se determinó su mejoramiento de la trocha carrozable, ya que está en muy malas condiciones con zonas fangosas, erosión de plataforma, fenómenos de remoción en masa que impiden el tránsito vehicular y en los estudios hidrológicos que se hicieron nos dio como resultado intensidades medianamente altas, en la que varía la zona de influencia para la cual se construirá las cunetas manualmente y la instalación de alcantarillas y aliviaderos para el drenaje de las lluvias.
- Según su zona geográfica del lugar se encuentra ubicada entre las alturas: inicio 2590.41 m.s.n.m. y final a los 1552.69 m.s.n.m. el trabajo es realizado en dos etapas, la primera etapa mediante una inspección ocular de todo el tramo, y la segunda etapa se realiza mediante el uso de la estación total para obtener los puntos definitivos del terreno., observado los resultados podemos concluir que las tres canteras propuestas, son las que cumplen con todos los requisitos.
- Según las características geométricas de la vía las mejoras serán según el IMD ya que dependen fundamentalmente de la velocidad directriz asignada, de la composición y volumen de tránsito, y a fin de satisfacer las condiciones mínimas de circulación de cualquier tipo de vehículo. Se mejorará la rasante de la plataforma.
- Unas pequeñas mejoras en las pendientes según las normas del MTC.



## **VII.- Conclusiones**

- El tipo de Vía es de Tercera Clase y cuenta con un solo carril
- La longitud total del proyecto de Mejoramiento de la carretera Celendín – Llanguat es de 20 Km.
- Para la programación se ha utilizado el método del PERT-CPM, obteniéndose un tiempo de ejecución de 180 días (6 meses).
- Los suelos predominantes en la zona de estudio está comprendido entre A - 7 que indican como suelos de fundación para subrasante como malos, con un CBR de 5.67%
- Se tiene tres canteras llamadas EL OSO, EL NOGAL, y LAS LLANGAS ubicadas a 15+300 Km. y 07+200 de la Carretera Celendín Llanguat y el Km. 02+600 del Punto Final de Llanguat, siendo los tipos A-2-4(0) un CBR de 59.25%, A-1-b (0) un CBR de 63.25% y un tipo A – 1 – a (0) - 4 (0) con un CBR igual a 65.50%, con un LL = 23.30, LP = 18.34, e IP = 4.96.
- La sección transversal de la vía tendrá las siguientes características: Ancho de faja de rodadura de 3.00 m, ancho de bermas de 0.75 m, tendrá un sobre ancho en los tramos de curva, la cunetas serán de tipo triangular de 0.50m. de ancho y 0.30m. de profundidad.
- Se ha diseñado el pavimento usando el método de Wyoming, obteniendo un espesor de 13.00"
- Se tiene 51 aliviaderos y son todas del tipo ARMCO
- Se usarán tres tipos de señales: preventivas, reguladoras e informativas.
- Con la ejecución del presente proyecto se solucionará los problemas de transporte de los pobladores que están beneficiados, además de estos beneficios directos que trae consigo, constituirá una fuente de empleo temporal para los pobladores de la zona.
- El Valor Referencial de Obra es UN MILLON QUINIENTOS NOVENTISIETE MIL OCHOCIENTOS DOS Y 43/100 NUEVOS SOLES. (S/. 1'597, 802.43) a nivel de afirmado.
- El Costo por Kilómetro es de S/. 319,560.49 NUEVOS SOLES.



### **VIII.- Recomendaciones.**

- La ejecución del Proyecto deberá efectuarse de acuerdo a los planos y especificaciones técnicas correspondientes, bajo la dirección de un ingeniero Residente para garantizar la calidad de la obra.
- El proyecto debe materializarse de manera inmediata, pues con ella se solucionarán los problemas y limitaciones que afrontan los pobladores de la zona y poder así mejorar su nivel de vida.
- Realizar operaciones continuas de conservación y mantenimiento de la geometría de la carretera, que permitan el tránsito fluido de los vehículos, así mismo de las obras de arte y drenaje, para garantizar su normal funcionamiento hidráulico.
- La compactación de la subrasante se hará con el óptimo contenido de humedad y a no menor del 95% de la densidad máxima obtenida en laboratorio.
- Para suelos cohesivos se recomienda hacer la compactación desde la subrasante, usando rodillos pata de cabra.
- Para la disminución significativa en el costo de la mano de obra no calificada, se buscará la participación activa de las comunidades beneficiarias en la ejecución de la carretera.
- Durante la realización del movimiento de tierras se deberá tener cuidado de no afectar a los pobladores y/o viviendas, que se encuentren hacia la parte baja por donde pasará la carretera.
- Se recomienda realizar el drenaje de las aguas Sub. Superficiales, ya que estas causan deslizamientos.
- Todas las señales deben ser mantenidas en su posición, limpias, y legibles en todo tiempo.
- La Ejecución del Proyecto se realizará, en lo posible, en los meses de Junio a Noviembre; época en que las lluvias son escasas.

## Referencias Bibliográficas

- Concejo Nacional de Tasaciones (2019), “Reglamento Nacional de Tasaciones”.
- Céspedes Abanto, José M, (2002), “Los Pavimentos en las Vías Terrestres”, Universidad Nacional de Cajamarca.
- Céspedes Abanto, José M., (2001). “Diseño Moderno en Carreteras”, Universidad Nacional de Cajamarca.
- García Gálvez, Félix, “Técnicas de Levantamiento Topográfico”. Universidad Nacional de Cajamarca, Mimeógrafo.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática – INE, (2017), “Censos Nacional X de población y V de vivienda” Lima – Perú.
- Manual de carretas: Diseño Geométrico, (DG 2018), aprobado con RD No 03-2018-MTC/14-30-01-2018.
- MTC. (2017). manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Recuperado el 07 de 03 de 2017. De [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_legales\\_1\\_4\\_3580.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_legales_1_4_3580.pdf).
- Ortiz Vera, Oswaldo, (1994), “Hidrología de Superficie” Universidad Nacional de Cajamarca
- Provías, (actualizado 2018) glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/otras/Glosario%20de%20Terminos%20Uso%20Frecuente%20-%20Enero%202018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/otras/Glosario%20de%20Terminos%20Uso%20Frecuente%20-%20Enero%202018.pdf)
- Vásquez, (2014) “Proyecto de “Mejoramiento a Nivel de Afirmado del Camino Vecinal: Cruce a San Nicolás – Cose”.

## Anexos.

### Presupuesto

Presupuesto: **PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN - LLANGUAT**  
 Subpresupuesto: **MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN - LLANGUAT**  
 Cliente: **UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO.** Costo al **20/12/2020**  
 Lugar: **CELENDIN - LLANGUAT – CAJAMARCA**

Ítem	Descripción	Unid.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>01.00</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>2562.95</b>
01.01	CONSTRUCCION DE CAMPAMENTO	m2	45.00	50.04	651.51
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	1.00	8,000.00	1,911.44
<b>02.00</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>3,911.06</b>
02.01	TRAZO Y REPLANTEO	km	20.00	406.47	1,512.40
02.02	LIMPIEZA Y DESFORESTACION	ha	3.45	1,938.02	2,077.19
02.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60 X 2.40 m	u	1.00	828.67	321.47
<b>03.00</b>	<b>EXPLANACIONES</b>				<b>715,470.11</b>
03.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO CON MAQUINARIA	m3	260,572.60	3.99	1,039,684.67
03.02	CORTE EN ROCA SUELTA CON MAQUINARIA	m3	1,922.80	13.78	26,496.18
03.03	CORTE EN ROCA FIJA	m3	227.40	17.18	3,906.73
03.04	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	37,001.70	4.76	176,128.09
03.05	RELLENO CON MATERIAL TRANSPORTADO	m3	17,231.05	7.75	133,540.64
03.06	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3	333,363.99	4.05	1,350,124.16
03.07	PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE EN ZONAS DE CORTE	m2	110,000.00	1.20	132,000.00
<b>04.00</b>	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>				<b>299,397.79</b>
<b>04.01</b>	<b>CUNETAS</b>				<b>944,935.00</b>
04.01.01	CONFORMACION DE CUNETAS EN MATERIAL SUELTO	m	23,500.00	1.35	31,725.00
04.01.02	CUNETAS REVESTIDAS	m	23,500.00	38.86	913,210.00
<b>04.02</b>	<b>ALCANTARILLAS Y ALIVIADEROS</b>				<b>252,656.19</b>
04.02.01	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO	m3	1,393.87	21.06	29,354.90
04.02.02	CONCRETO fc=140 kg/cm2 + 30% P.M.	m3	289.04	140.93	40,734.41
04.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1,681.98	36.96	62,165.98
04.02.04	RELLENO Y APISONADO DE CAMAS EN ALCANTARILLAS Y ALIVIADEROS	m3	551.38	71.58	39,467.78
04.02.05	RELLENO PROPIO COMPACTADO MANUAL	m3	593.12	13.43	7,965.60
04.02.06	ALCANTARILLA ARMCO D=24"	m	378.00	155.69	58,850.82
04.02.07	ALCANTARILLA ARMCO D=36"	m	13.00	269.52	3,503.76
04.02.08	ALCANTARILLA ARMCO D=48"	m	26.00	408.19	10,612.94
<b>05.00</b>	<b>AFIRMADO</b>				<b>168,787.04</b>
<b>05.01</b>	<b>EN CAPA DE RODADURA e=0.11 m.</b>				<b>196,771.42</b>
05.01.01	EXTRACCION DE MATERIAL PARA CAPA DE RODADURA	m3	10,177.23	3.40	34,602.58
05.01.02	CARGUIO	m3	10,177.23	2.05	20,863.32
05.01.03	TRANSPORTE DE MATERIALES	m3	10,177.23	5.84	59,435.02
05.01.04	EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO	m2	66,561.38	1.23	81,870.50
<b>05.02</b>	<b>EN BASE + SUB BASE e=0.22 m.</b>				<b>478,376.74</b>
05.02.01	EXTRACCION DE MATERIAL EN BASE + SUB BASE	m3	31,243.83	3.40	106,229.02
05.02.02	CARGUIO	m3	31,243.83	2.05	64,049.85
05.02.03	TRANSPORTE DE MATERIALES	m3	31,243.83	5.84	182,463.97
05.02.04	EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO	m2	102,141.38	1.23	125,633.90
<b>06.00</b>	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>14,302.61</b>
06.01	CONSTRUCCION DE SEÑALES PREVENTIVAS DE 0.60 X 0.60	u	196.00	150.41	29,480.36
06.02	COLOCACION DE SEÑALES PREVENTIVAS	u	196.00	56.18	11,011.28
06.03	CONSTRUCCION DE SEÑALES REGULADORAS DE 0.60 X 0.60	u	52.00	193.62	10,068.24
06.04	COLOCACION DE SEÑALES REGULADORAS	u	52.00	64.08	3,332.16
06.05	CONSTRUCCION DE SEÑALES INFORMATIVAS DE 1.50 X 0.60	u	2.00	404.95	809.90
06.06	COLOCACION DE SEÑALES INFORMATIVAS	u	2.00	137.58	275.16
06.07	CONSTRUCCION Y COLOCACION DE POSTES KILOMÉTRICOS	u	21.00	106.35	2,233.35
<b>07.00</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>				<b>2,570.32</b>
07.01	TRATAMIENTO DE CANTERAS	ha	0.50	2,650.23	1,325.12
07.02	TRATAMIENTO DE BOTADEROS	ha	0.50	4,505.96	2,252.98
07.03	TRATAMIENTO DE CAMPAMENTO Y PATIO DE MÁQUINAS	ha	0.50	3,740.60	1,870.30
07.04	SEÑALIZACION AMBIENTAL	u	2.00	416.44	832.88
07.05	REFORESTACION	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
07.06	EDUCACION AMBIENTAL	glb	1.00	1,500.00	1,500.00
<b>08.00</b>	<b>EXPROPIACION DE TERRENOS</b>				<b>11,411.10</b>
08.01	EXPROPIACION DE TERRENOS	glb	1.00	11,411.10	11,411.10
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>1'218,412.99</b>
	<b>GASTOS GENERALES (5.2.0%)</b>				<b>63,357.48</b>
	<b>UTILIDAD (5%)</b>				<b>60,920.65</b>
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>1'342,691.12</b>
	<b>IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS (19%)</b>				<b>255,111.31</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>1'597,802.43</b>
	<b>SON: UN MILON QUINIENTOS NOVENTISIETE MIL OCHOCIENTOS DOS Y 43/100 NUEVOS SOLES</b>				

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto: PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN - LLANGUAT  
 Subpresupuesto: MEJORAMIENTO TROCHA CARROZABLE CELENDIN - LLANGUAT

Fecha presupuesto 20/12/2020

**Partida 01.01 CONSTRUCCION DE CAMPAMENTO**

Rendimiento **m2/DIA** MO. 25.0000 EQ. 25.0000 Costo unitario directo por: m2 **50.04**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.32000	9.63	3.08
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.32000	8.63	2.76
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.96000	7.67	7.36
						<b>13.20</b>
<b>Materiales</b>						
0243600000	MADERA EUCALIPTO (p2)	p2		6.00000	1.45	8.70
0244030021	TRIPLAY DE 4' X 8' X 4 mm	pl.		0.50000	25.21	12.61
0256900002	CALAMINA GALVANIZADA ZINC 26 CANALES 1.83 X 0.830 m X 0.4 mm	pl.		0.60000	25.21	15.13
						<b>36.44</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	13.20	0.40
						<b>0.40</b>

**Partida 01.02 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO**

Rendimiento **glb/DIA** MO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por: glb **8,000.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Equipos</b>						
0348760055	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	glb		1.00000	8,000.00	8,000.00
						<b>8,000.00</b>

**Partida 02.01 TRAZO Y REPLANTEO**

Rendimiento **km/DIA** MO. 1.2000 EQ. 1.2000 Costo unitario directo por: km **406.47**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	6.66670	11.07	73.80
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	6.66670	9.63	64.20
0147010004	PEON	hh	2.0000	13.33330	7.67	102.27
						<b>240.27</b>
<b>Materiales</b>						
0202010022	CLAVOS DE 2"	kg		0.05000	5.46	0.27
0244010001	ESTACAS	v		60.00000	0.25	15.00
0254010015	PINTURA ESMALTE SINTETICO VENCEDOR	gal		0.05000	30.25	1.51
						<b>16.78</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	240.27	7.21
0337040034	PRISMAS PARA ESTACION TOTAL	d	3.0000	2.50000	4.45	11.13
0337580100	ESTACION TOTAL	d	1.0000	0.83330	125.71	104.75
0348350007	RADIO TRANSMISOR	d	4.0000	3.33330	7.90	26.33
						<b>149.42</b>

**Partida 02.02 LIMPIEZA Y DESFORESTACION**

Rendimiento **ha/DIA** MO. 1.2000 EQ. 1.2000 Costo unitario directo por: ha **1,938.02**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	5.0000	33.33330	7.67	255.67
						<b>255.67</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	255.67	7.67
0349040033	TRACTOR DE CRUGAS DE 140-160 HP	hm	1.0000	6.66670	251.20	1,674.68
						<b>1,682.35</b>

Partida 02.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.80 X 2.40 m						
Rendimiento	u/DIA	MO. 0.5000	EQ. 0.5000		Costo unitario directo pgr.: u		828.67
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	16.00000	9.63	154.08
0147010004	PEON		hh	3.0000	48.00000	7.67	368.16
							<b>522.24</b>
	<b>Materiales</b>						
0202010022	CLAVOS DE 2"		kg		4.00000	5.46	21.84
0243600000	MADERA EUCALIPTO (p2)		p2		85.00000	1.45	123.25
0244030021	TRIPLAY DE 4' X 8' X 4 mm		gl		4.00000	25.21	100.84
0254060000	PINTURA ANTICORROSIVA		gal		2.00000	30.25	60.50
							<b>306.43</b>
Partida 03.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO CON MAQUINARIA						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 570.0000	EQ. 570.0000		Costo unitario directo pgr.: m3		3.99
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL		hh	2.0000	0.02810	8.63	0.24
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.02810	7.67	0.22
							<b>0.46</b>
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.00000	0.46	0.01
0349040091	TRACTOR DE ORUGAS CAT D6 - 140-160 HP		hm	1.0000	0.01400	251.20	3.52
							<b>3.53</b>
Partida 03.02	CORTE EN ROCA SUELTA CON MAQUINARIA						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 280.0000	EQ. 280.0000		Costo unitario directo pgr.: m3		13.78
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	0.5000	0.01430	9.63	0.14
0147010003	OFICIAL		hh	2.0000	0.05710	8.63	0.49
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.05710	7.67	0.44
							<b>1.07</b>
	<b>Materiales</b>						
0227000007	GUIA m		0.50000		1.00	0.50	
0227020015	FULMINANTE N° 6		u		1.00000	1.26	1.26
0228000001	DINAMITA SEMEXA 45		cja		0.00500	207.63	1.04
							<b>2.80</b>
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.00000	1.07	0.03
0349010004	COMPRESORA NEUMATICA 600-690 PCM, 196 HP		hm	1.1200	0.03200	50.42	1.61
0349040091	TRACTOR DE ORUGAS CAT D6 - 140-160 HP		hm	0.9100	0.02600	251.20	6.53
0349060004	MARTILLO NEUMATICO DE 25 kg		hm	2.2400	0.06400	10.85	0.69
0349060055	BARRENO 5' X 1/8"		u		0.00400	262.72	1.05
							<b>9.91</b>
Partida 03.03	CORTE EN ROCA FIJA						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 280.0000	EQ. 280.0000		Costo unitario directo pgr.: m3		17.18
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.02860	9.63	0.28
0147010003	OFICIAL		hh	4.0000	0.11430	8.63	0.99
0147010004	PEON		hh	8.0000	0.22860	7.67	1.75
							<b>3.02</b>
	<b>Materiales</b>						
0227000007	GUIA		m		0.50000	1.00	0.50
0227020015	FULMINANTE N° 6		u		1.00000	1.26	1.26
0228000001	DINAMITA SEMEXA 45		cja		0.00500	207.63	1.04
							<b>2.80</b>
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.00000	3.02	0.09
0349010004	COMPRESORA NEUMATICA 600-690 PCM, 196 HP		hm	1.0850	0.03100	50.42	1.56



Partida 04.01.01 CONFORMACION DE CUNETAS EN MATERIAL SUELTO

Rendimiento m/DIA MO. 470.0000 EQ. 470.0000 Costo unitario directo por: m 1.35

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	10.0000	0.17020	7.67	1.31
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	1.31	0.04
						<b>1.31</b>
						<b>0.04</b>
						<b>0.04</b>

Partida 04.01.02 CUNETAS REVESTIDAS

Rendimiento m/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por: m 38.86

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.40000	9.63	3.85
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.40000	7.67	3.07
						<b>6.92</b>
<b>Materiales</b>						
0202000010	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		0.05000	4.71	0.24
0202010022	CLAVOS DE 2"	kg		0.10000	5.46	0.55
0213520001	ASFALTO PARA JUNTAS	gal		0.02540	18.00	0.48
02436000010005	MADERA EUCALIPTO	m		5.00000	2.00	10.00
						<b>11.27</b>
<b>Subpartidas</b>						
909801010211	Concreto Fc = 140 kg/cm2	m3		0.07000	295.26	20.67
						<b>20.67</b>

Partida (909801010211-0403001-01) Concreto Fc = 140 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por: m3 295.26

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.80000	9.63	7.70
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.40000	8.63	3.45
0147010004	PEON	hh	12.0000	4.80000	7.67	36.82
						<b>47.97</b>
<b>Materiales</b>						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.93000	63.02	58.61
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.47000	63.02	29.62
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	kg		7.57000	19.35	146.48
0239050000	AGUA	m3		0.18400	4.00	0.74
						<b>235.45</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	47.97	1.44
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 3-11p3	hm	1.0000	0.40000	15.50	6.20
0349070001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35'	hm	1.0000	0.40000	10.50	4.20
						<b>11.84</b>

Partida 04.02.01 EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO

Rendimiento m3/DIA MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por: m3 21.06

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	10.0000	2.66670	7.67	20.45
						<b>20.45</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	20.45	0.61
						<b>0.61</b>

Partida 04.02.02 CONCRETO Fc=140 kg/cm2 + 30% P.M.

Rendimiento m3/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por: m3 140.93

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						



		<b>Materiales</b>					
0209010047	ALCANTARILLA METALICA 0=24" C=16	m		1.03000	114.73	118.17	
		<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	36.43	1.09	1.09
<b>Partida 04.02.07 ALCANTARILLA ARMCO D=36"</b>							
Rendimiento	m/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por: m			<b>269.52</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>					
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.80000	8.63	6.90	
0147010004	PEON	hh	6.0000	4.80000	7.67	36.82	
							<b>43.72</b>
		<b>Materiales</b>					
0209010041	ALCANTARILLA METALICA 0=36" C=12	m		1.03000	217.95	224.49	
		<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	43.72	1.31	1.31
<b>Partida 04.02.08 ALCANTARILLA ARMCO D=48"</b>							
Rendimiento	m/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por: m			<b>408.19</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>					
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	1.00000	8.63	8.63	
0147010004	PEON	hh	6.0000	6.00000	7.67	46.02	
							<b>54.65</b>
		<b>Materiales</b>					
0209010042	ALCANTARILLA METALICA 0=48" C=12	m		1.03000	341.65	351.90	
		<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	54.65	1.64	1.64
<b>Partida 05.01.01 EXTRACCION DE MATERIAL PARA CAPA DE RODADURA</b>							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 320.0000	EQ. 320.0000	Costo unitario directo por: m3			<b>3.40</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.02500	9.63	0.24	
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.05000	7.67	0.38	
							<b>0.62</b>
		<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	0.62	0.02	0.02
0349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	0.4400	0.01100	251.20	2.76	2.76
<b>Partida 05.01.02 CARGUIO</b>							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 700.0000	EQ. 700.0000	Costo unitario directo por: m3			<b>2.05</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>					
0147010003	OFICIAL	hh	0.2000	0.00230	8.63	0.02	0.02
							<b>0.02</b>
		<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	0.02	0.00	0.00
0349040009	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 HP 2.5 yd3	hm	0.9625	0.01100	184.85	2.03	2.03



Partida 05.02.04 EXTENDIDO, RIEGO Y COMPACTADO

Rendimiento m2/DIA MO. 2,880.0000 EQ. 2,880.0000 Costo unitario directo por: m2 1.23

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.00280	8.63	0.02
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	0.02	
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gal	hm	1.0725	0.00300	100.00	0.30
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO P 7-9 70-100 HP 7-9 gal	hm	1.0725	0.00300	117.33	0.35
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0725	0.00300	188.02	0.56
<b>1.21</b>						

Partida 06.01 CONSTRUCCION DE SENALES PREVENTIVAS DE 0.60 X 0.60

Rendimiento u/DIA MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por: u 150.41

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.26670	9.63	2.57
0147010004	PEON	hh	10.0000	2.66670	7.67	20.45
<b>23.02</b>						
<b>Materiales</b>						
0202510101	PERNOS 1/4" X 3 1/2"	gal		1.27000	2.00	2.54
0254450073	PINTURA FOSFORESCENTE	gal		0.08000	120.21	9.62
0261000013	PLANCHA GALVANIZADA DE 4' X 8' E=1/16"	gal		0.36000	147.46	53.09
0271010039	TUBERIA DE FIERRO NEGRO 2"	m		2.90000	21.19	61.45
<b>128.70</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	23.02	0.69
<b>0.69</b>						

Partida 06.02 COLOCACION DE SENALES PREVENTIVAS

Rendimiento u/DIA MO. 8.0000 EQ. 8.0000 Costo unitario directo por: u 56.18

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	3.0000	3.00000	7.67	23.01
<b>23.01</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	23.01	0.69
<b>0.69</b>						
<b>Subpartidas</b>						
909801010211	Concreto f'c = 140 kg/cm2	m3		0.11000	296.26	32.48
<b>32.48</b>						

Partida (909801010211-0403001-01) Concreto f'c = 140 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por: m3 295.26

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.80000	9.63	7.70
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.40000	8.63	3.45
0147010004	PEON	hh	12.0000	4.80000	7.67	36.82
<b>47.97</b>						
<b>Materiales</b>						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.93000	63.02	58.61
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.47000	63.02	29.62
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	kg		7.57000	19.35	146.48
0239050000	AGUA	m3		0.18400	4.00	0.74
<b>235.45</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	47.97	1.44
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9-11p3	hm	1.0000	0.40000	15.50	6.20
0349070001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35'	hm	1.0000	0.40000	10.50	4.20
<b>11.84</b>						



## Partida 06.06 COLOCACION DE SENALES INFORMATIVAS

Rendimiento	u/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por: u			137.58
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010004	PEON	hh	4.0000	4.00000	7.67	30.68	
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.00000	30.68	0.61	
<b>Subpartidas</b>							
909801010211	Concreto Fc = 140 kg/cm2	m3		0.36000	295.25	106.29	
							<b>106.29</b>

## Partida (909801010211-0403001-01) Concreto Fc = 140 kg/cm2

Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por: m3			295.26
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.80000	9.63	7.70	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.40000	8.63	3.45	
0147010004	PEON	hh	12.0000	4.80000	7.67	36.82	
							<b>47.97</b>
<b>Materiales</b>							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.93000	63.02	58.61	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.47000	63.02	29.62	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		7.57000	19.35	146.48	
0239050000	AGUA	m3		0.18400	4.00	0.74	
							<b>235.45</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	47.97	1.44	
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 3-11p3	hm	1.0000	0.40000	15.50	6.20	
0349070001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35'	hm	1.0000	0.40000	10.50	4.20	
							<b>11.84</b>

## Partida 06.07 CONSTRUCCION Y COLOCACION DE POSTES KILOMETRICOS

Rendimiento	u/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por: u			106.35
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.80000	9.63	7.70	
0147010004	PEON	hh	3.0000	2.40000	7.67	18.41	
							<b>26.11</b>
<b>Materiales</b>							
0203000008	ACERO CORRUGADO 3/8", FY4200 KG/CM2	kg		2.81000	3.50	9.84	
0254010001	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0.01400	40.00	0.56	
							<b>10.40</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	26.11	0.78	
							<b>0.78</b>
<b>Subpartidas</b>							
900305140203	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2		0.63000	36.96	30.68	
909801010211	Concreto Fc = 140 kg/cm2	m3		0.13000	295.25	38.38	
							<b>69.06</b>

## Partida (909801010211-0403001-01) Concreto Fc = 140 kg/cm2

Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por: m3			295.26
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.80000	9.63	7.70	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.40000	8.63	3.45	
0147010004	PEON	hh	12.0000	4.80000	7.67	36.82	
							<b>47.97</b>
<b>Materiales</b>							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.93000	63.02	58.61	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.47000	63.02	29.62	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		7.57000	19.35	146.48	
0239050000	AGUA	m3		0.18400	4.00	0.74	

							235.45
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	47.97	1.44	
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	1.0000	0.40000	15.50	6.20	
0349070001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35'	hm	1.0000	0.40000	10.50	4.20	
							11.84

Partida 07.01 TRATAMIENTO DE CANTERAS

Rendimiento	ha/DIA	MO. 1.5000	EQ. 1.5000	Costo unitario directo por: ha			2,650.23
-------------	--------	------------	------------	--------------------------------	--	--	----------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	4.0000	21.33330	7.67	163.63
<b>163.63</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	163.63	4.91
0348040025	CAMION VOLQUETE 4 X 2 210-280 HP 8 m3	hm	1.0000	5.33330	92.45	493.06
0349040009	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 HP 2.5 yd3	hm	1.0000	5.33330	184.85	985.86
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	5.33330	188.02	1,002.77
<b>2,486.60</b>						

Partida 07.02 TRATAMIENTO DE BOTADEROS

Rendimiento	ha/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por: ha			4,505.96
-------------	--------	------------	------------	--------------------------------	--	--	----------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	4.0000	32.00000	7.67	245.44
<b>245.44</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	245.44	7.36
0349040009	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 HP 2.5 yd3	hm	0.5000	4.00000	184.85	739.40
0349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1.0000	8.00000	251.20	2,009.60
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	8.00000	188.02	1,504.16
<b>4,280.52</b>						

Partida 07.03 TRATAMIENTO DE CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQUINAS

Rendimiento	ha/DIA	MO. 1.8000	EQ. 1.8000	Costo unitario directo por: ha			3,740.60
-------------	--------	------------	------------	--------------------------------	--	--	----------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	4.0000	20.00000	7.67	153.40
<b>153.40</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00000	153.40	4.60
0348040025	CAMION VOLQUETE 4 X 2 210-280 HP 8 m3	hm	1.0000	5.00000	92.45	462.25
0349040009	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125 HP 2.5 yd3	hm	1.0000	5.00000	184.85	924.25
0349040033	TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1.0000	5.00000	251.20	1,256.00
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	5.00000	188.02	940.10
<b>3,587.20</b>						

Partida 07.04 SENALIZACION AMBIENTAL

Rendimiento	u/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por: u			416.44
-------------	-------	------------	------------	-------------------------------	--	--	--------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Subpartidas</b>						
900400040014	COLOCACION DE SENALES	u		1.00000	68.03	68.03
900400040017	CONSTRUCCION DE SENALES	u		1.00000	348.41	348.41
<b>416.44</b>						

Partida (900400040014-0403001-01) COLOCACION DE SENALES

Rendimiento	u/DIA	MO. 16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por: u			68.03
-------------	-------	-------------	-------------	-------------------------------	--	--	-------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						



Partida (00801010211-0403001-01) Concreto Fc = 140 kg/cm2

Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000		Costo unitario directo por: m3	295.26	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO		hh	2.0000	0.80000	9.63	7.70
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.40000	8.63	3.45
0147010004	PEON		hh	12.0000	4.80000	7.67	36.82
<b>47.97</b>							
<b>Materiales</b>							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m3		0.93000	63.02	58.61
0205010004	ARENA GRUESA		m3		0.47000	63.02	29.62
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bs		7.57000	19.35	146.48
0239050000	AGUA		m3		0.18400	4.00	0.74
<b>235.45</b>							
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.00000	47.97	1.44
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3		hm	1.0000	0.40000	15.50	6.20
0349070001	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.35'		hm	1.0000	0.40000	10.50	4.20
<b>11.84</b>							

Partida 07.05 REFORESTACION

Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por: glb	2,500.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Materiales</b>							
0239080043	REFORESTACIÓN		glb		1.00000	2,500.00	2,500.00
<b>2,500.00</b>							

Partida 07.06 EDUCACION AMBIENTAL

Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por: glb	1,500.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Materiales</b>							
0239080044	EDUCACION AMBIENTAL		glb		1.00000	1,500.00	1,500.00
<b>1,500.00</b>							

Partida 0801 EXPROPIACION DE TERRENOS

Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000		Costo unitario directo por: glb	45,644.40	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Materiales</b>							
0239080045	EXPROPIACION DE TERRENOS		glb		1.00000	45,644.40	45,644.40
<b>45,644.40</b>							

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROBLE CELENDIN – LLANGUAT.

PROVINCIA : CELENDIN - CAJAMARCA

FECHA : ENERO - 2021

## PROYECCION DE TRÁFICO IMD (Veh/día)

Tasa de crecimiento poblacional (%)= 3.4

Tasa de crecimiento PBI agropecuario nacional (%)= 4.5

Periodo de diseño (años)= 5

TIPO DE VEHICULOS	PROMEDIO DIARIO		TASA DE CREC. (%)	IMD PROYECTADO
	IMD	DISTRIB (%)		
Autos	4	13.33	3.40	5
Camionetas Pick Up	2	12.5	3.40	2
Camioneta Rural	10	27.78	3.40	10
Micro			3.40	
Omnibus 2E			3.40	
Omnibus 3E			3.40	
Camion 2 E	1	8.30	4.50	1
Camion 3E			4.50	
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>61.91</b>		<b>18</b>

**IMD proy. = 18 veh/día**

Para la proyección de tráfico se ha empleado la siguiente fórmula:

$$Tr = T (1 + Rt)^{(n-1)}$$

Donde:

Tr = Proyección de tráfico en años "n"

T = IMD promedio del periodo de análisis

Rt = Tasa de crecimiento poblacional aplicada n = Periodo de diseño

# **DISEÑO DE PAVIMENTO**

## **1.0. INFORMACIÓN GENERAL.-**

Dentro del diseño de una carretera el proyectar con acierto un “pavimento” es fundamentalmente importante. Sin esta estructura no se puede pensar en un tránsito rápido, cómodo y seguro.

Por lo tanto, un pavimento tendrá la finalidad de resistir las sollicitaciones inducidas por las cargas del tráfico, sin deformarse excesivamente y sin malograrse, al mismo tiempo debe constituirse en una superficie apropiada para las llantas, esta superficie debe transmitir a la subrasante las cargas debidamente repartidas de tal manera que los materiales que lo forman tengan mínimas deformaciones.

Es por eso, que la solución del problema consiste en determinar los espesores de las diferentes capas del pavimento, las obtenidas deben satisfacer los requisitos técnicos, brindando al mismo tiempo una economía admisible.

Se define como pavimento a toda la estructura que descansa sobre el terreno de fundación y que se halla formada por la diferentes capas: súbbase, base, capa de rodamiento y sello; destinada a transmitir a la sub-rasante los efectos de las cargas estáticas (peso vehicular) y dinámicas (movimiento de los vehículos), prestando al mismo tiempo, condiciones resistentes a los agentes climáticos y fuerzas abrasivas de las llantas.

Entre los objetivos que persigue diseñar un pavimento tenemos:

- Soportar las cargas de los vehículos.
- Soportar los efectos de abrasión producidos por los neumáticos.
- Soportar los efectos de intemperismo.

## **2.0. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO DEL PAVIMENTO.**

De los factores que intervienen en el diseño de un pavimento podemos mencionar:

### **A. INDICE DE TRÁFICO**

Se refiere al volumen de vehículos que circulan por una vía en un determinado tiempo, siendo de tres clases, según la cantidad de vehículos.

- Tráfico Pesado.- Cuyo volumen es mayor que 300 camiones y autobuses diarios.
- Tráfico Mediano.- Su volumen es de 50 a 300 camiones y autobuses diarios.
- Tráfico Liviano.- Cuyo volumen es menor de 50 vehículos y autobuses diarios.

## **B. CLIMA**

Influye distintamente en la costa y en la sierra, por lo que se debe tener en cuenta los cambios de temperatura, lluvias, heladas.

## **C. TERRENO DE FUNDACIÓN**

Se refiere al conocimiento de todas las características principales de un suelo (análisis granulométrico, límites de consistencia, densidad, compactación, CBR, etc).

Es decir, para diseñar un pavimento se debe determinar la capacidad portante del terreno de fundación (subrasante) y el espesor y calidad de los materiales que se debe emplear en dicha estructura.

### **3.0. CONDICIONES PARA EFECTUAR UN PAVIMENTO**

- Cuando una explanación o terraplén ya no tenga asentamientos.
- Cuando los taludes hayan adquirido su estabilidad natural o sea, un ángulo natural de reposo.
- Cuando se haya cumplido con todas las especificaciones geométricas de la vía (radios, pendientes, sobrecanchos, etc.).
- Cuando se hayan terminado de construir todas las obras de drenaje.

### **3.0. CONDICIONES QUE DEBE TENER UNA BUENA CALZADA**

- Debe de ser dura y a la vez elástica.
- Debe ser suave a la rodadura y a la vez dificultar el resbalamiento.
- Tener homogeneidad e impermeabilidad.
- No debe ser susceptible a la formación de baches.
- No debe ser propenso a la formación de polvo y lodo.
- Debe absorber el ruido.
- Ser agradable a la vista y no reflejar la luz solar.

### **4.0. COMPARACIÓN ENTRE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS**

#### **Pavimentos Flexibles**

- El pavimento flexible se adapta a vías estables.
- Bajo costo de la construcción.
- Fácil recuperación de fallas.
- No lleva juntas ni uniones.

- No tiene buena visibilidad en la noche.

### **Pavimentos Rígidos**

- Bajo costo de mantenimiento.
- Larga duración.
- Buena visibilidad en la noche.
- Se puede construir sobre la superficie de explanaciones arenosas.
- No es atacado por los combustibles.

### **5.0. SEMEJANZAS ENTRE PAVIMENTOS RÍGIDOS Y FLEXIBLES.**

- Ambos pueden diseñarse para cualquier tipo de vía.
- Ambos pueden construirse en cualquier clima.
- Ambos pueden soportar cualquier tipo de cargas.
- Ambos necesitan mantenimiento.

### **6.0. SELECCIÓN DEL TIPO DE PAVIMENTO**

De acuerdo a los criterios como: tráfico, clima, materiales y costo; considerando además las comparaciones y semejanzas citadas anteriormente, se optará por un pavimento flexible de costo intermedio.

#### **6.1. CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES DE LAS DIFERENTES CAPAS Y SUPERFICIES DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.**

Toda vía deberá reunir condiciones especiales con respecto a su pavimento, a continuación se presenta algunas características y especificaciones importantes como: Considerado el pavimento como una estructura, este debe descansar sobre terreno llamado terreno de fundación (subrasante) y que a la vez se encuentra conformado por diferentes capas: sub base, base, capa de rodamiento y sello. Se debe mencionar que no siempre un pavimento se compone de todas las capas anteriormente indicadas.

##### **A. TERRENO DE FUNDACION:**

Sirve de cimiento al pavimento. Después de haber terminado el movimiento de tierras, y que una vez compactado así como teniéndose las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos de diseño su clasificación es la siguiente:

**Pésimo.**- Cuando está constituida de materia orgánica, en lo posible se debe desechar este material y sustituirlo por otro de mayor calidad.

**Malo.-** Es decir que el material que se encuentra es limo o arcilla o la combinación de ambos, en este caso se debe colocar una capa de sub-base granular.

**Regular a bueno.-** En este caso se considera un suelo bien graduado y no ofrece peligro de estructuración, se podría prescindir de la sub-base.

**Excelente.-** Es la parte superior del terreno de fundación, y debe cumplir las especificaciones Standard para materiales a emplearse en la construcción la AASHO M-576-64 en la cual recomienda:

- Los materiales estarán libres de cantidades perjudiciales, de materia orgánica tal como hojas, rocas, etc.
- Debe estar distribuido convenientemente.
- Tendrá un diseño adecuado de drenaje.

#### **B. SUB-BASE:**

Es una capa de material seleccionado que se coloca encima de la sub-rasante, con el objeto de:

- Servir de capa de drenaje al pavimento,
- Controlar o eliminar en lo posible los cambios de volumen y elasticidad y plasticidad que pudiera tener el material de la sub-rasante,
- Controlar la ascensión capilar del agua proveniente de las napas freáticas cercanas o de otras fuentes.
- Proteger el pavimento contra posibles hinchamientos. Que se puede producir en épocas de heladas.
- El material empleado para sub-base debe cumplir lo siguiente:
- El material deberá tener mayor capacidad de soporte que el terreno de fundación y puede ser: arena, grava.
- Tendrá las características de los suelos A-1 ó A-2 aproximadamente, así mismo su límite líquido debe ser inferior al 35% y su índice plástico no mayor de 6%.
- Su valor de C.B.R. será mayor o igual al 155, con hinchamiento menor al 50%.
- El porcentaje de finos que pase el tamiz N° 200 no debe ser mayor que el 8%.

### C. BASE:

Esta capa está constituida por material pétreo, piedra triturada, etc., tiene por finalidad absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos y además repartir uniformemente estos esfuerzos a la sub-base y al terreno de fundación.

Los requisitos que deben cumplir los materiales para base son:

- Son resistentes a los cambios de humedad y temperatura,
- No presentan cambios de volumen perjudiciales,
- El porcentaje de desgaste debe ser menor que el 50%, con un hinchamiento menor al 1% menor al 25%, el índice plástico < 6%.
- La fracción que pasa la malla N° 200 no debe exceder en la mitad y en ningún caso de los 2/3 que pasa el tamiz N° 40.
- El material que debe usarse tanto para base, como para sub-base debe cumplir con la siguiente granulometría:

Tabla 6.1.1: Requerimientos de Granulometría de los Materiales de Base y Sub-Base.

TAMIZ	PORCENTAJE DE MATERIAL QUE PASA					PESO
	GRANULOMETRÍAS					
	A	B	C	D	E	F
2"	100	100	--	--	--	--
1"	--	75-95	100	100	100	100
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100	--	--
N° 4	25-55	30-60	35-65	50-85	35-100	70-100
N° 10	15-40	20-45	25-100	40-70	40-100	55-100
N° 40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70
N° 200	2-8	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

### D. CAPA DE RODAMIENTO:

Su función principal será proteger la base, impermeabilizando la superficie, para evitar así posibles infiltraciones de agua de lluvia, proteger además contra la acción abrasiva de las ruedas de los vehículos evitando que se desgaste o desintegre, varían entre 1/2" y 2"; pero cuando son mayores a 3" contribuyen a aumentar la capacidad de soporte del pavimento.

Los tipos de mezclas bituminosas empleadas para capas de

rodamiento, son de 4 clases:

**Tratamientos Superficiales.-** Son aplicaciones a cualquier tipo de material (base), los asfaltos y alquitranes que se emplean son los llamados líquidos o diluidos del tipo de rápido curado (R. C. y R. T.).

El espesor de estas capas es de 2.5 (1”), se puede aplicar en una o varias capas, cuando se aplican en varias capas (2 ó más), se llama tratamiento, multi capa, este tipo se emplea comúnmente para tránsito ligero.

**Macadam de Penetración.-** Se utilizan asfaltos, cuya penetración está comprendida entre 85 y 150, según tablas de especificaciones para asfaltos, y los alquitranes usados son del tipo más viscoso. El espesor de estas capas, varía entre 6 y 15 cm.

**Mezclas “In Situ” de Tipo Abierto o Cerrado.-** Se emplean tanto para efectuar capas de sub base y superficie de rodadura; generalmente se emplean asfaltos líquidos de rápido y medio aerodo (R. C. Y M. C.). El espesor varía aproximadamente entre 4 y 7.5 cm.

**Mezclas en Planta de Tipo Denso o Abierto, Aplicado en “Frío o Caliente”.-** Para láminas asfálticas, concretos bituminosos, pueden usarse algunos, asfaltos líquidos; pero preferentemente, se emplean cementos asfálticos, cuya penetración, está entre 85 y 200, el espesor es generalmente mayor de 5 cm., recomendándose un espesor máximo de 12.5 cm.

#### **E. CARPETA DE DESGASTE O SELLO:**

En los Pavimentos Flexibles, es posible usar esta carpeta, que está formado por una aplicación bituminosa de asfalto o alquitrán y tiene por objeto sellar la superficie impermeabilizándola, a fin de evitar la infiltración de lluvia, además de proteger la capa de rodamiento contra la acción abrasiva de las ruedas de los vehículos.

#### **F. IMPRIMACIÓN:**

En la construcción de pavimentos flexibles, es necesario la aplicación de un revestimiento, que consiste en extender sobre la calzada un ligante bituminoso que penetre lo más profundamente en los poros de la capa superior, convirtiéndose así en una capa impermeable, que además hace posible un agarre de la capa de rodadura.

## 7.0. DISEÑO DEL ESPESOR DEL PAVIMENTO

En el presente proyecto se diseñó a un pavimento económico de suelos estabilizados, teniendo un espesor total de 13.20", teniendo una primera capa de afirmado de 8.8" de espesor de material granular y una segunda capa de 4.4" de espesor que sustituye a la capa de rodadura en una proporción de 2:1

### 7.1. TIPOS DE PAVIMENTOS

El tipo de pavimento es un pavimento flexible (afirmado).

### 7.2. DISEÑO DE PAVIMENTOS

Para el Diseño de pavimentos se ha considerado los siguientes métodos:

- Método del índice de grupo
- Método de CBR
- Método de Wyoming

#### 7.2.1. MÉTODO ÍNDICE DE GRUPO

- Para  $IG > 9$ , subrasante  $IG = 11$ , suelo A -7-13, CBR = 5.67 % de la Tabla N° 2.6.2.

$$IG = 0.2 (a) + 0.005 (a) (c) + 0.01 (b) (d)$$

Donde:

$$a = \% \text{ pasa N}^\circ 200 - 35$$

$$b = \% \text{ pasa N}^\circ 200 - 15$$

$$c = LL - 40$$

$$d = IP - 10$$

Remplazando Datos:

$$a = 63.86 - 35 = 28.86$$

$$b = 6.86 - 15 = 48.86 = 40$$

$$c = 45.75 - 40 = 5.75 = 6$$

$$d = 22 - 10 = 12$$

$$IG = 0.2 (29) + 0.005 (29) (6) + 0.01 (40) (12)$$

$$IG = 11$$

**De la Tabla N° 2.6.1. Se obtiene el espesor del Pavimento**

Tenemos: Sub base	:	30 cm. (12")
Base + Capa de Rod.	:	15 cm. (6")
Espesor total	:	45 cm. (18")

### Espesores finales

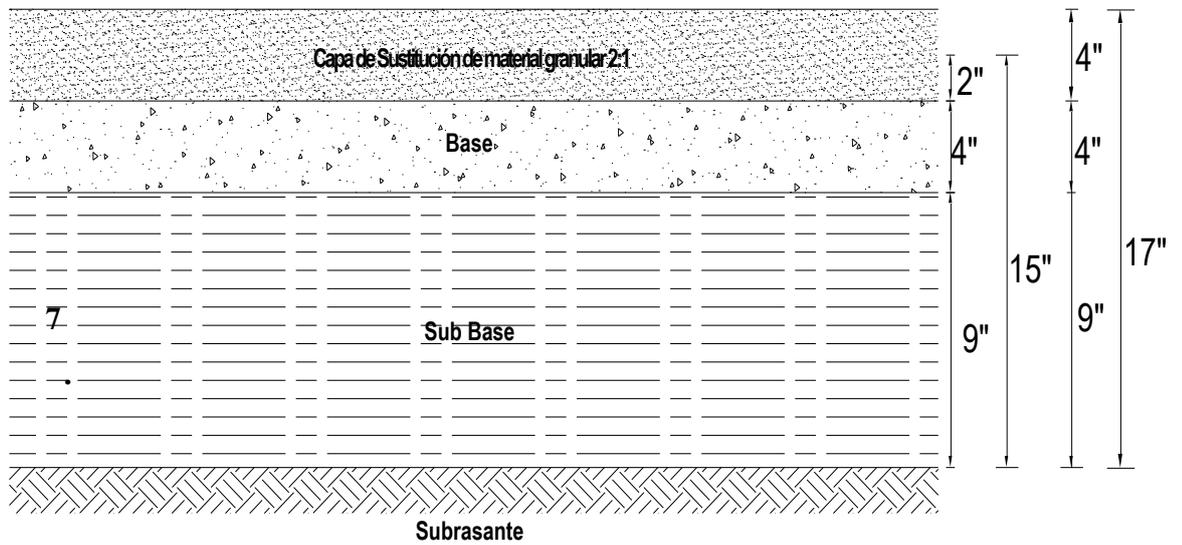
Capa de rodadura	:	5 cm. (2")
Base	:	10 cm. (4")
Sub base	:	30 cm. (12")

### 7.2.2. MÉTODO CBR

- CBR Sub rasante	CBR = 5.67 %
- CBR Sub Base	CBR = 63.25 %
- CBR Base	CBR = 65.50 %

### Espesores

Espesor de Pavimento	:	15"
Capa de rodadura	:	5 cm. (2")
Base	:	10 cm. (4")
Sub base	:	22.5 cm. (9")



## 2.3. MÉTODO DE WYOMING

### A) FACTORES DE DISEÑO

El método se basa principalmente en el valor de CBR del terreno de fundación y además tiene en consideración los siguientes parámetros a los cuales se le asigna valores de acuerdo a la Tabla respectiva.

Parámetro de Diseño	Valor	asignado
- Precipitación anual promedio del lugar	Menos crítico	3
- Acción de heladas	ninguna	0
- Situación de la napa freática	más de 3 metros	0
- Condiciones generales de drenaje	regular	2
- Tránsito vehicular redimido a cargas	equivalentes	0
		5

- Tránsito diario actual 10 veh./día
- Tránsito comercial diario 04 veh./día
- Tránsito comercial 20 años, se considera el doble 08 veh./día
- Tránsito comercial promedio 06 veh./día

CARGA POR RUEDA(Libras)	%	TOTAL EN 20 AÑOS	FACTOR F	TOTAL
Menos de 3 000	0	6*365*20	01	0
3 000 - 5 000	0	6*365*20	02	0
5 000 - 6 000	0	6*365*20	04	0
6 000 - 7 000	66.67	6*365*20	08	233611.68
7 000 - 8 000	33.33	6*365*20	16	233576.64
8 000 - 9 000	0	6*365*20	32	0
<b>TOTAL</b>				<b>467188.32</b>

Encontramos que el tránsito total reducido a cargas equivalentes a 5,000.00lb por rueda durante 20 años = 467188.32

Tránsito considerado para el diseño en una sola dirección = 233594.16

- Tránsito calculada para un período de 20 años = 0

Subrasante: CBR = 5.67%, Ver Gráfico N° 2.6.3

Número de curva a emplearse N° 5

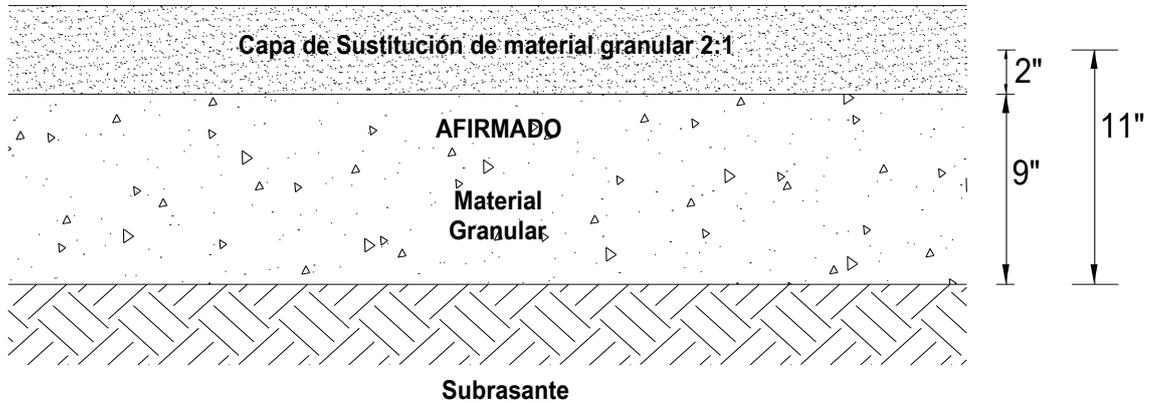
CBR de diseño 63.25%

Del Nomograma se obtiene los siguientes espesores.

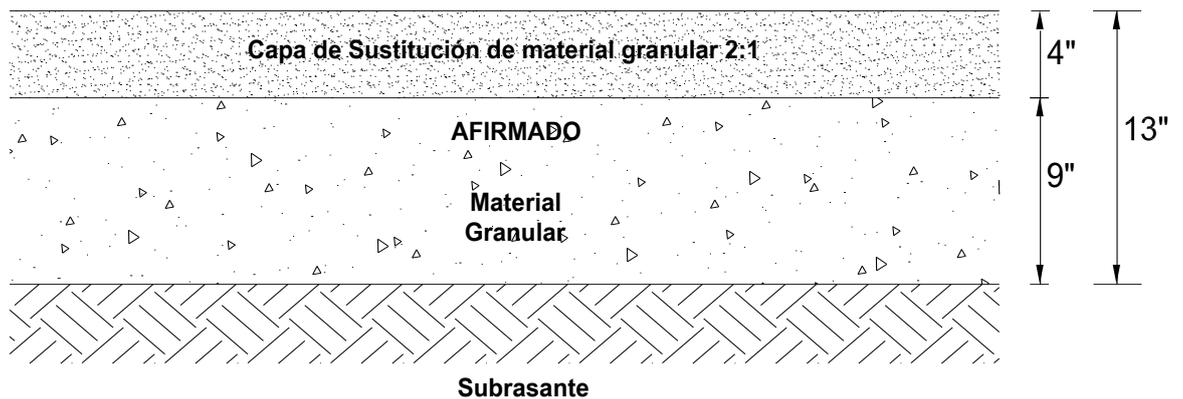
Espesor sobre terreno de fundación: 27.50 cm. (11")

Espesor sobre base + base : 5.00 cm. (2")

Espesor base : 22.50 cm. (9")



### Espesores finales.



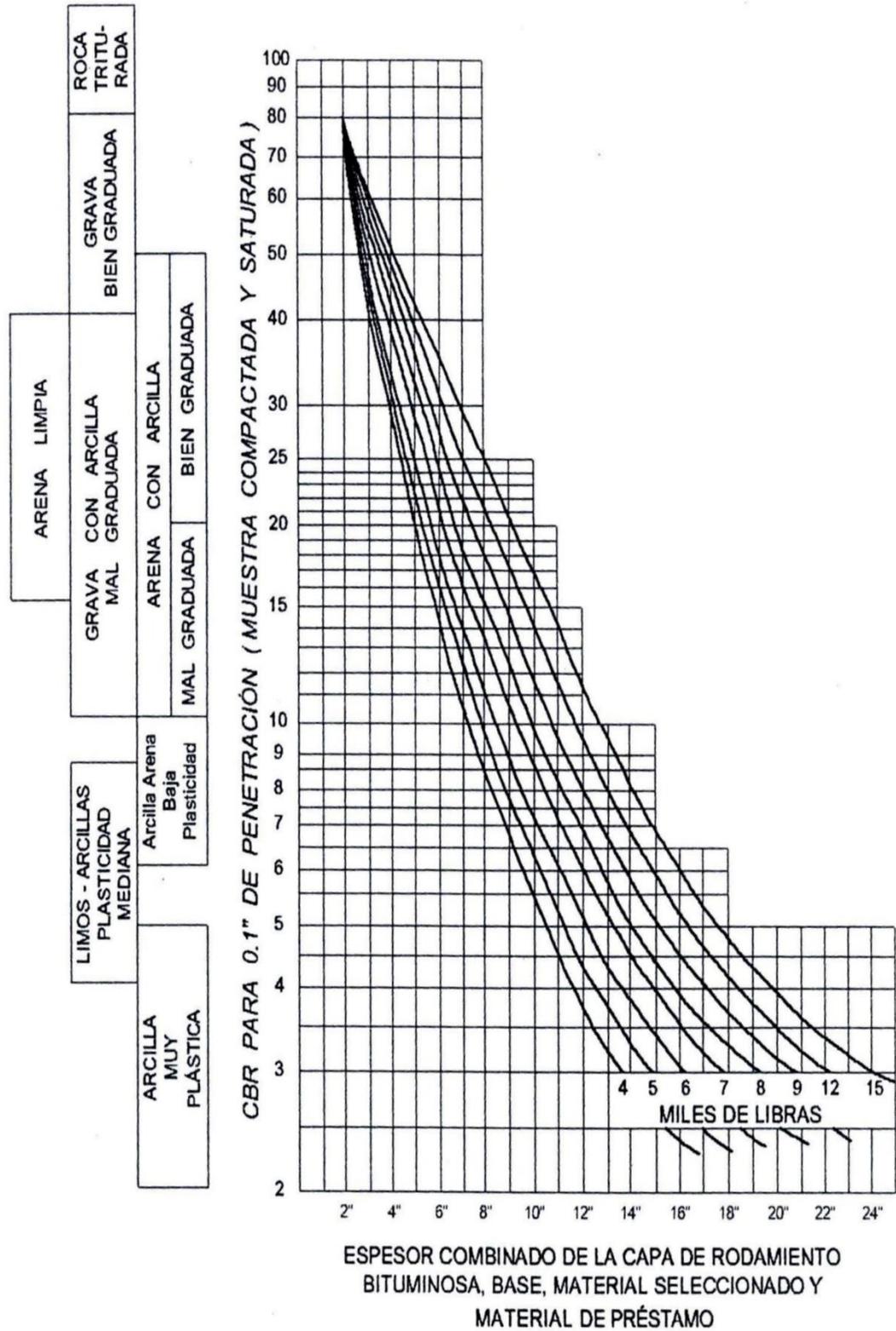
### Conclusión.-

Para determinar el espesor del pavimento del presente proyecto se ha realizado el estudio de tres métodos más importantes que indicamos a continuación:

- a) Método de Índice de Grupo que nos ha determinado un  $e=20''$
- b) Método del CBR nos proporcionó un  $e = 17''$
- c) Método Wyoming, nos determinó un  $e = 13.00''$

De éstos tres métodos se optó por elegir el Método de Wyoming con un  $e=13.00''$ , por ser el más económico, y por adaptarse a la zona, el que se ha diseñado un pavimento de suelo estabilizado, la estructura de este pavimento se colocará sobre la subrasante conformada, una capa de afirmado de material granular de  $8.80''$ , luego una capa de sustitución de material granular 2:1 con un espesor de  $4.4''$

Gráfico 2.6.3. Curvas de Diseño por el Método de Wyoming



CURVAS PARA EL CÁLCULO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES SEGÚN EL MÉTODO DE WYOMING



LABORATORIO DE GEOTECNIA, Y MECANICA DE SUELOS

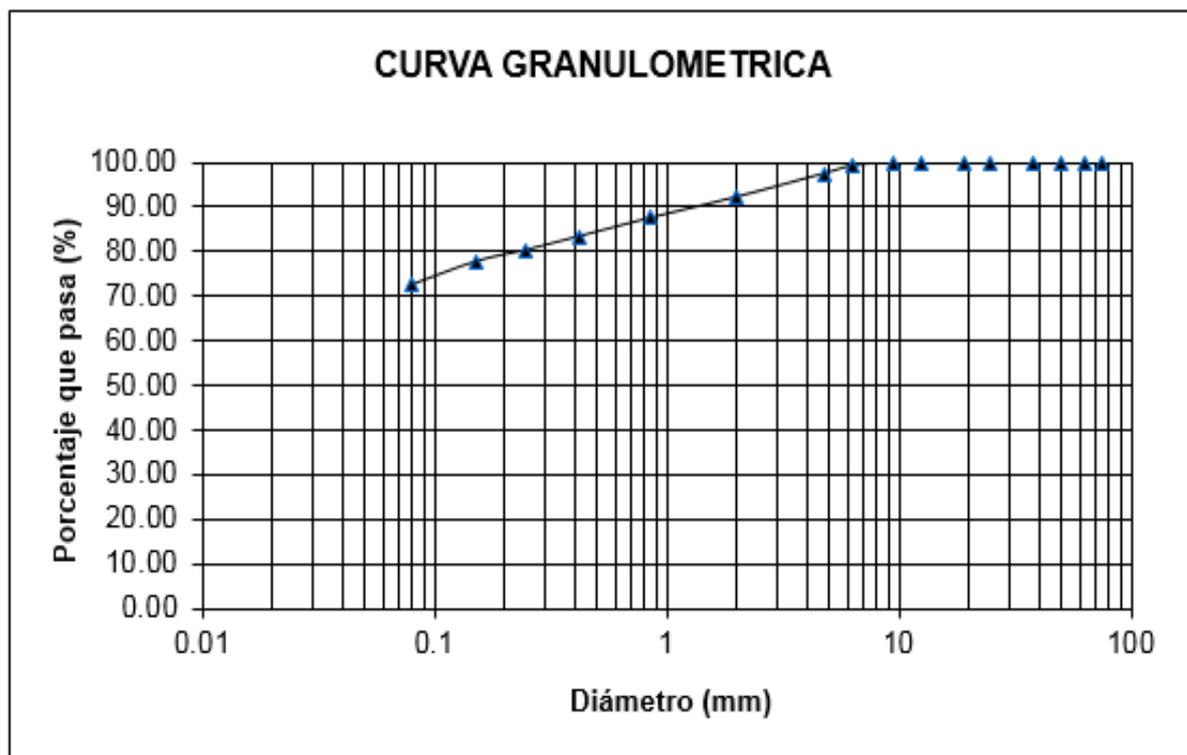
## ESTUDIO DE SUELOS

ENSAYO: ANALISIS GRANULOMETRICO

CALICATA : 1  
 ESTRATO : UNICO  
 PESO SECO INICIAL 625.80 gr

TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	P.RETENIDO (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	4.90	0.78	0.78	99.22
N° 4	4.750	11.20	1.79	2.57	97.43
N° 10	2.000	32.90	5.26	7.83	92.17
N° 20	0.850	29.40	4.70	12.53	87.47
N° 40	0.430	25.40	4.06	16.59	83.41
N° 60	0.250	19.20	3.07	19.65	80.35
N° 100	0.150	16.70	2.67	22.32	77.68
N° 200	0.080	32.40	5.18	27.50	72.50
Cazoleta	-	453.70	72.50	100.00	0.00
Total		625.80			

Nota: Tamizado en seco

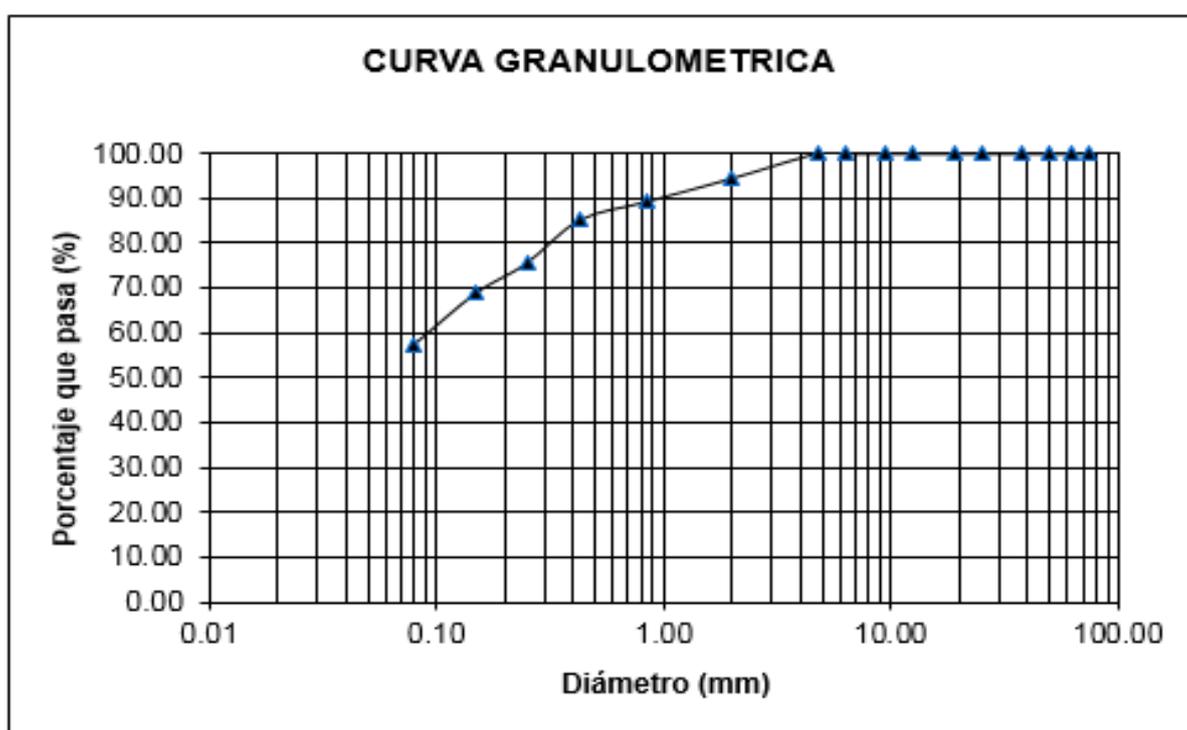


**LABORATORIO DE GEOTECNIA, Y MECANICA DE SUELOS****ENSAYO: ANALISIS GRANULOMETRICO**

CALICATA : 2  
 ESTRATO : UNICO  
 PESO SECO INICIAL 385.90 gr

TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	P. RETENIDO (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.000	21.40	5.55	5.55	94.45
N° 20	0.850	19.80	5.13	10.68	89.32
N° 40	0.430	15.90	4.12	14.80	85.20
N° 60	0.250	37.50	9.72	24.51	75.49
N° 100	0.150	25.40	6.58	31.10	68.90
N° 200	0.080	44.40	11.51	42.60	57.40
Cazoleta	--	221.50	57.40	100.00	0.00
Total		385.90			

Nota: Tamizado en seco



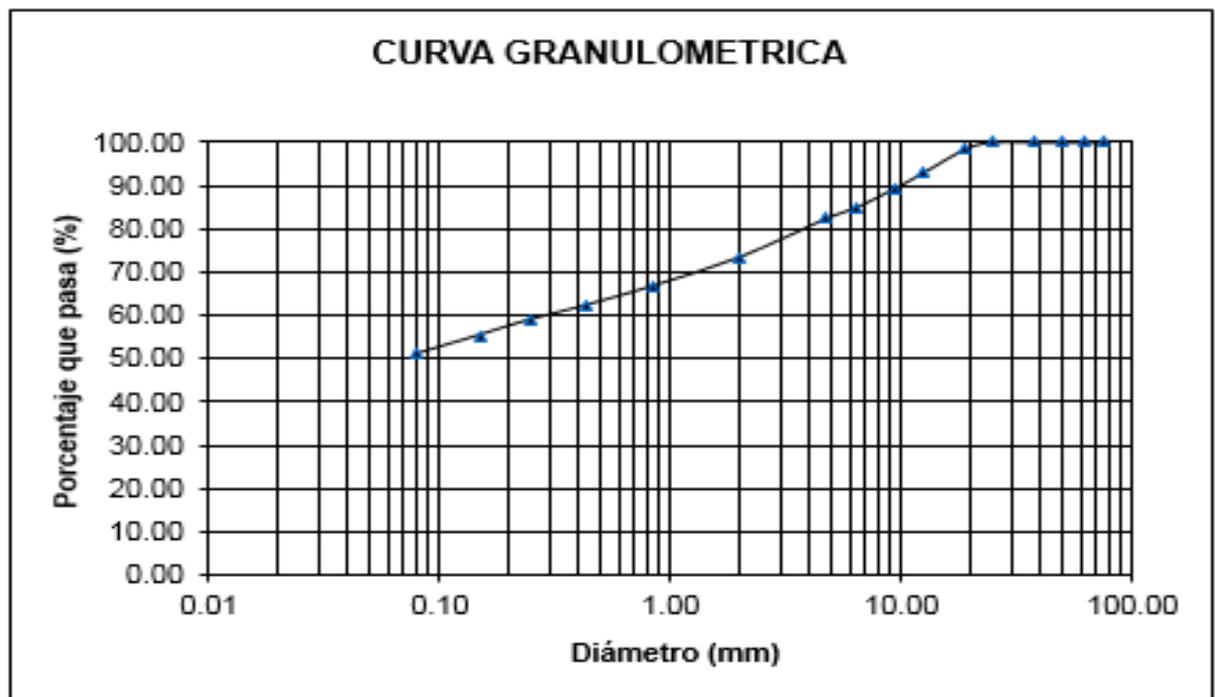


## ENSAYO: ANALISIS GRANULOMETRICO

CALICATA : 3  
 ESTRATO : UNICO  
 PESO SECO INICIAL : 678.00 gr

TAMIZ N°	ABERTUR A (mm)	P.RETENIDO (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	10.30	1.52	1.52	98.48
1/2"	12.500	37.40	5.52	7.04	92.96
3/8"	9.500	23.80	3.51	10.55	89.45
1/4"	6.350	31.50	4.65	15.19	84.81
N°4	4.750	16.70	2.46	17.65	82.35
N°10	2.000	61.00	9.00	26.65	73.35
N°20	0.850	44.50	6.56	33.22	66.78
N°40	0.430	31.10	4.59	37.80	62.20
N°60	0.250	21.90	3.23	41.03	58.97
N° 100	0.150	24.60	3.63	44.66	55.34
N° 200	0.080	29.70	4.38	49.04	50.96
Cazoleta	-.-	345.50	50.96	100.00	0.00
Total		678.00			

Nota: Tamizado en seco



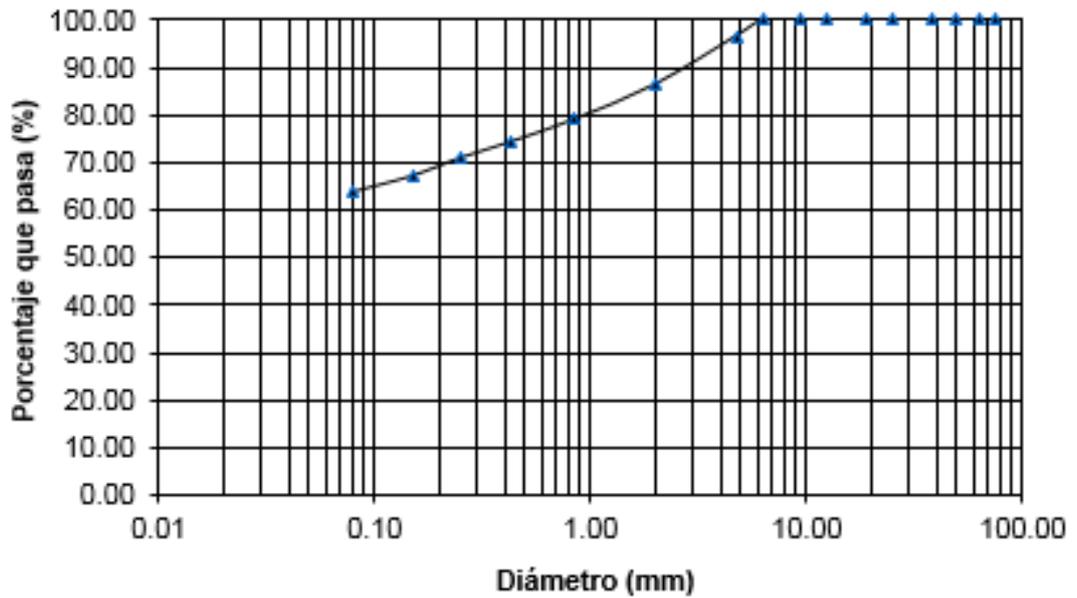
**LABORATORIO DE GEOTECNIA, Y MECANICA DE SUELOS****ENSAYO: ANALISIS GRANULOMETRICO**

CALICATA : 4  
ESTRATO : UNICO  
PESO SECO INICIAL 450.20 gr

TAMIZ N°	ABERTUR A (mm)	P.RETENID O (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.750	15.40	3.42	3.42	96.58
N°10	2.000	45.80	10.17	13.59	86.41
N°20	0.850	32.80	7.29	20.88	79.12
N°40	0.430	21.40	4.75	25.63	74.37
N°60	0.250	15.40	3.42	29.05	70.95
N° 100	0.150	16.90	3.75	32.81	67.19
N° 200	0.080	15.00	3.33	36.14	63.86
Cazoleta	-.-	287.50	63.86	100.00	0.00
Total		450.20			

Nota: Tamizado en seco

### CURVA GRANULOMETRICA



**R & C**

*CONSULTORES*



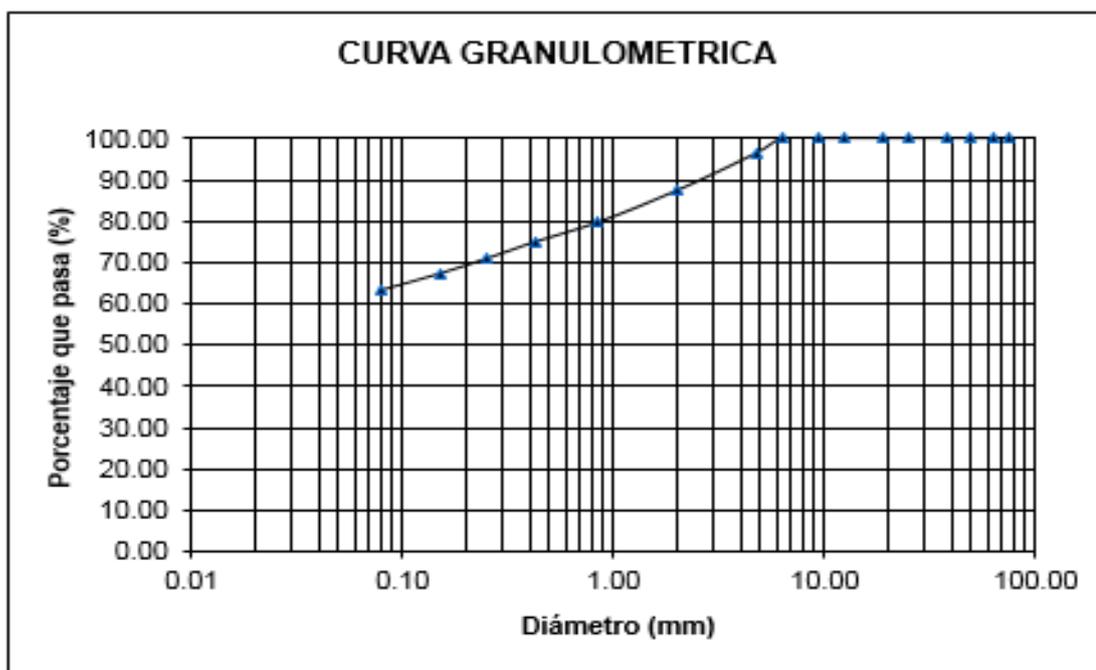
*LABORATORIO DE GEOTECNIA, Y MECANICA DE SUELOS*

#### ENSAYO: ANALISIS GRANULOMETRICO

CALICATA : 5  
 ESTRATO : UNICO  
 PESO SECO INICIAL 398.40 gr

TAMIZ N°	ABERTUR A (mm)	P.RETENID O (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.750	14.60	3.66	3.66	96.34
N°10	2.000	35.90	9.01	12.68	87.32
N°20	0.850	30.20	7.58	20.26	79.74
N°40	0.430	18.70	4.69	24.95	75.05
N°60	0.250	16.40	4.12	29.07	70.93
N° 100	0.150	14.30	3.59	32.66	67.34
N° 200	0.080	15.70	3.94	36.60	63.40
Cazoleta	-.-	252.60	63.40	100.00	0.00
Total		398.40			

Nota: Tamizado en seco



# R & C

## CONSULTORES



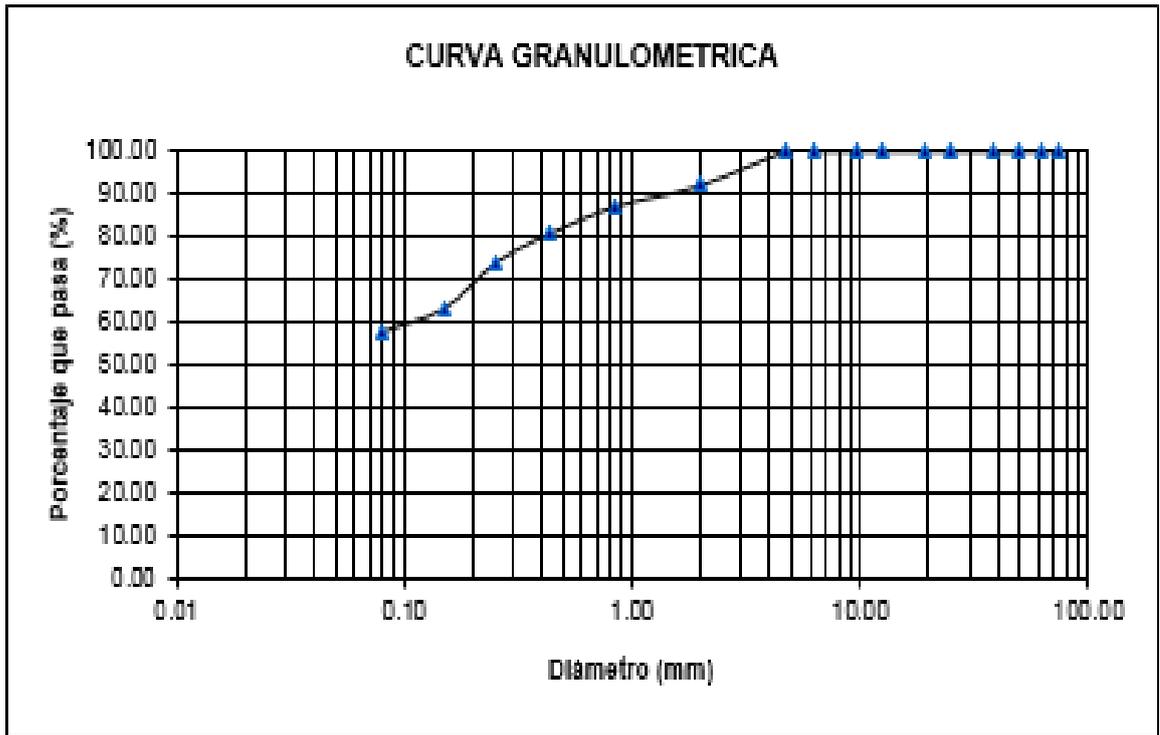
**LABORATORIO DE GEOTECNIA, Y MECANICA DE SUELOS**

### ENSAYO: ANALISIS GRANULOMETRICO

CALICATA : 6  
 ESTRATO : UNICO  
 PESO SECO INICIAL : 395.80 gr

TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	P.RETENIDO (gr.)	z RETENIDO	z RETENIDO ACUMULADO	z QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N°10	2.000	31.60	7.98	7.98	92.02
N°20	0.850	19.40	4.90	12.89	87.11
N°40	0.430	25.60	6.47	19.35	80.65
N°60	0.250	27.10	6.85	26.20	73.80
N°100	0.150	41.60	10.51	36.71	63.29
N°200	0.080	21.40	5.41	42.12	57.88
Cazoleta	-.-	229.10	57.88	100.00	0.00
<b>Total</b>		<b>395.80</b>			

Nota: Tamizado en seco



**R & C**

*CONSULTORES*

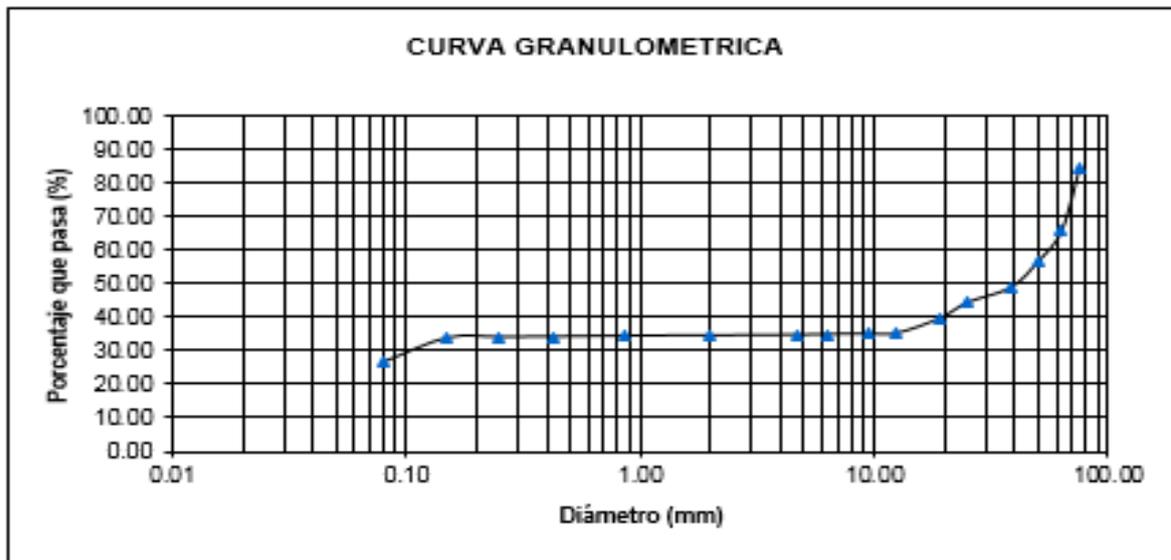


*LABORATORIO DE GEOTECNIA, Y MECANICA DE SUELOS*

**ENSAYO: ANALISIS GRANULOMETRICO**  
**Tamaño de la muestra de suelo (ASTMD1140-54)**

CALICATA : CANTERA EL NOGAL (ASTM D1140-54)  
 ESTRATO : UNICO  
 PESO SECO INICIAL 3520.00 gr

TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	P.RETENID O (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.00	546.80	15.53	15.53	84.47
2 1/2"	63.00	654.20	18.59	34.12	65.88
2"	50.000	324.80	9.23	43.35	56.65
1 1/2"	38.100	275.90	7.84	51.18	48.82
1"	25.000	154.70	4.39	55.58	44.42
3/4"	19.000	167.20	4.75	60.33	39.67
1/2"	12.500	155.40	4.41	64.74	35.26
3/8"	9.500	8.20	0.23	64.98	35.02
1/4"	6.350	3.40	0.10	65.07	34.93
N°4	4.750	6.90	0.20	65.27	34.73
N°10	2.000	5.10	0.14	65.41	34.59
N°20	0.850	4.60	0.13	65.55	34.45
N°40	0.430	8.10	0.23	65.78	34.22
N°60	0.250	4.20	0.12	65.89	34.11
N°100	0.150	8.40	0.24	66.13	33.87
N°200	0.080	255.90	7.27	73.40	26.60
Cazoleta	-.-	936.20	26.60	100.00	0.00
Total		3520.00			



D10 =	D30 = 0.10	D60 = 55
Cu = 550.00	Cc =	

**R & C**

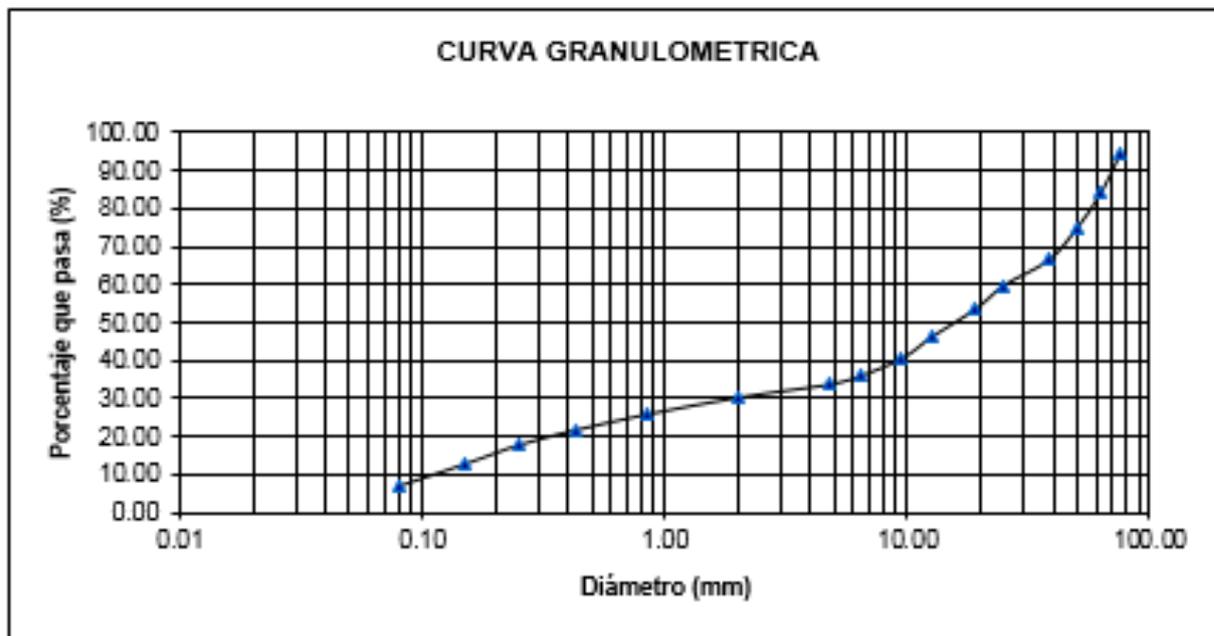
**CONSULTORES**



**ENSAYO: ANALISIS GRANULOMETRICO**  
**Tamaño de la muestra de suelo (ASTMD1140-54)**

CALICATA : CANTERA EL OSO  
 ESTRATO : UNICO  
 PESO SECO INICIAL 4520.00 gr

TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	P.RETENIDO O (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.00	250.00	5.53	5.53	94.47
2 1/2"	63.00	456.80	10.11	15.64	84.36
2"	50.000	425.60	9.42	25.05	74.95
1 1/2"	38.100	385.60	8.53	33.58	66.42
1"	25.000	298.40	6.60	40.19	59.81
3/4"	19.000	285.40	6.31	46.50	53.50
1/2"	12.500	334.80	7.41	53.91	46.09
3/8"	9.500	250.00	5.53	59.44	40.56
1/4"	6.350	212.50	4.70	64.14	35.86
N°4	4.750	100.00	2.21	66.35	33.65
N°10	2.000	155.20	3.43	69.79	30.21
N°20	0.850	198.50	4.39	74.18	25.82
N°40	0.430	186.40	4.12	78.30	21.70
N°60	0.250	178.50	3.95	82.25	17.75
N°100	0.150	225.40	4.99	87.24	12.76
N°200	0.080	263.10	5.82	93.06	6.94
Cazoleta	-.-	313.80	6.94	100.00	0.00
Total		4520.00			



<b>D10 =</b> 0.11	<b>D30 =</b> 2.00	<b>D60 =</b> 25.00
<b>Cu =</b> 12.50	<b>Cc =</b> 1.45	

**R & C**

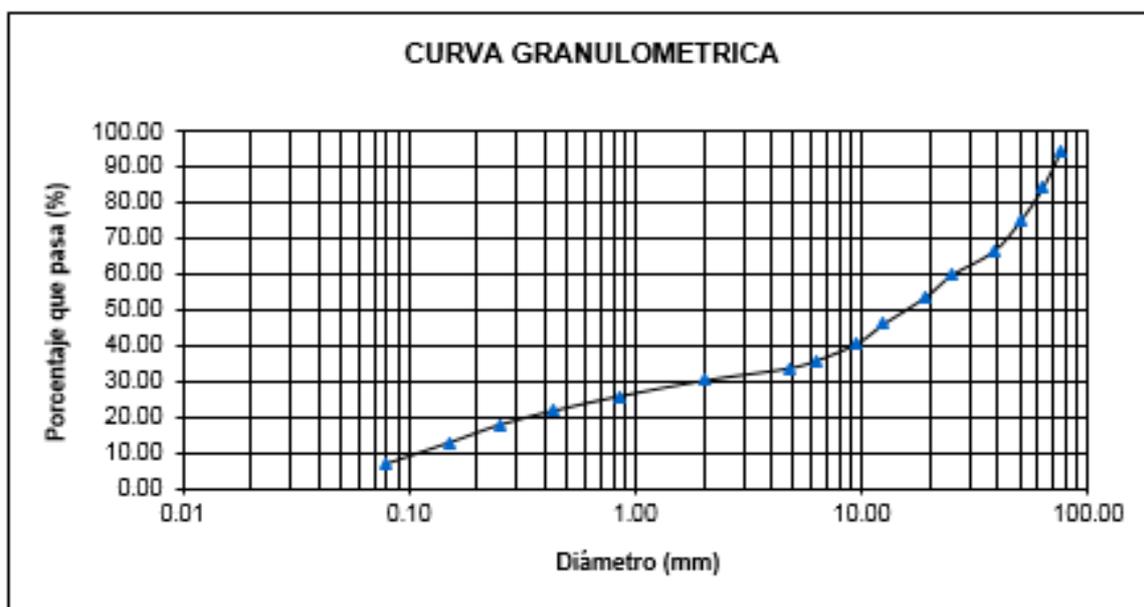
**CONSULTORES**



**ENSAYO: ANALISIS GRANULOMETRICO**  
**Tamaño de la muestra de suelo (ASTMD1140-54)**

CALICATA : CANTERA LA LLANGA  
 ESTRATO : UNICO  
 PESO SECO INICIAL 3050.00 gr

TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	P.RETENIDO (gr.)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	254.60	8.35	8.35	91.65
2"	50.000	231.50	7.59	15.94	84.06
1 1/2"	38.100	225.80	7.40	23.34	76.66
1"	25.000	198.70	6.51	29.86	70.14
3/4"	19.000	178.40	5.85	35.70	64.30
1/2"	12.500	179.50	5.89	41.59	58.41
3/8"	9.500	205.60	6.74	48.33	51.67
1/4"	6.350	198.40	6.50	54.84	45.16
N° 4	4.750	158.70	5.20	60.04	39.96
N° 10	2.000	155.20	5.09	65.13	34.87
N° 20	0.850	146.90	4.82	69.94	30.06
N° 40	0.430	186.40	6.11	76.06	23.94
N° 60	0.250	129.80	4.26	80.31	19.69
N° 100	0.150	225.40	7.39	87.70	12.30
N° 200	0.080	263.10	8.63	96.33	3.67
Cazoleta	-.-	112.00	3.67	100.00	0.00
Total		3050.00			



<b>D10 = 0.12</b>	<b>D30 = 0.85</b>	<b>D60 = 13.00</b>
<b>Cu = 15.29</b>		<b>Cc = 0.46</b>



## ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

ASTM D 1883-99 AASHTO T 193-63 MTC E 132-2000

SUELO : A-7-11  
 CALICATA : 9  
 ESTRATO : UNICO

MOLDE	1			2			3		
Altura Molde mm.	124			120			120		
N° Capas	5			5			5		
N°Gols x Capa	13			27			56		
Cond. Muestra	ANTES		DESPUES	ANTES		DESPUES	ANTES		DESPUES
P. Húm.+ Molde	8620.00	8860.00	8700.00	8800.00	9045.00	9120.00			
Peso Molde (gr)	4290.00	4290.00	4170.00	4170.00	4300.00	4300.00			
Peso Húmedo (gr)	4330.00	4570.00	4530.00	4630.00	4745.00	4820.00			
Vol. Molde (cc)	2268.23	2268.23	2250.08	2250.08	2286.38	2286.38			
Densidad H.(gr/cc)	1.91	2.01	2.01	2.06	2.08	2.11			
Número de Ensayo	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
P.Húmedo + Tara	178.90	187.60	197.50	187.90	186.20	187.30	197.30	182.50	172.50
Peso Seco + Tara	159.60	167.20	169.50	167.40	166.00	164.00	175.60	162.70	153.60
Peso Agua (gr)	19.30	20.40	28.00	20.50	20.20	23.30	21.70	19.80	18.90
Peso Tara (gr)	31.00	31.20	31.20	31.10	31.30	31.20	31.30	31.20	32.10
P. Muestra Seca	128.60	136.00	138.30	136.30	134.70	132.80	144.30	131.50	121.50
Cont. Humedad	15.01%	15.00%	20.25%	15.04%	15.00%	17.55%	15.04%	15.06%	15.56%
Cont.Hum.Prom.	15.00%	20.25%	15.02%	17.55%	15.05%	15.56%			
DENSIDAD SECA	1.660	1.676	1.750	1.751	1.804	1.824			

### ENSAYO DE HINCHAMIENTO

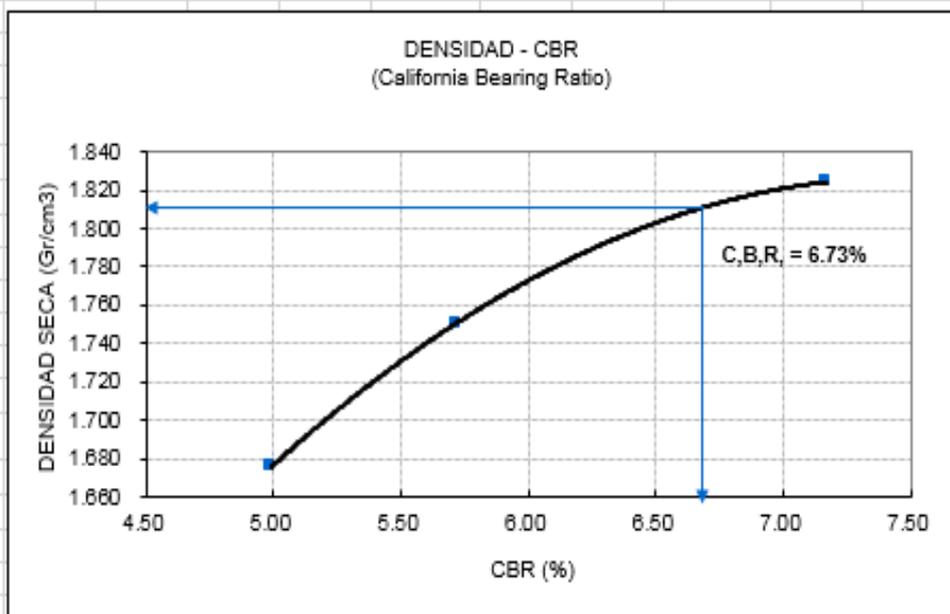
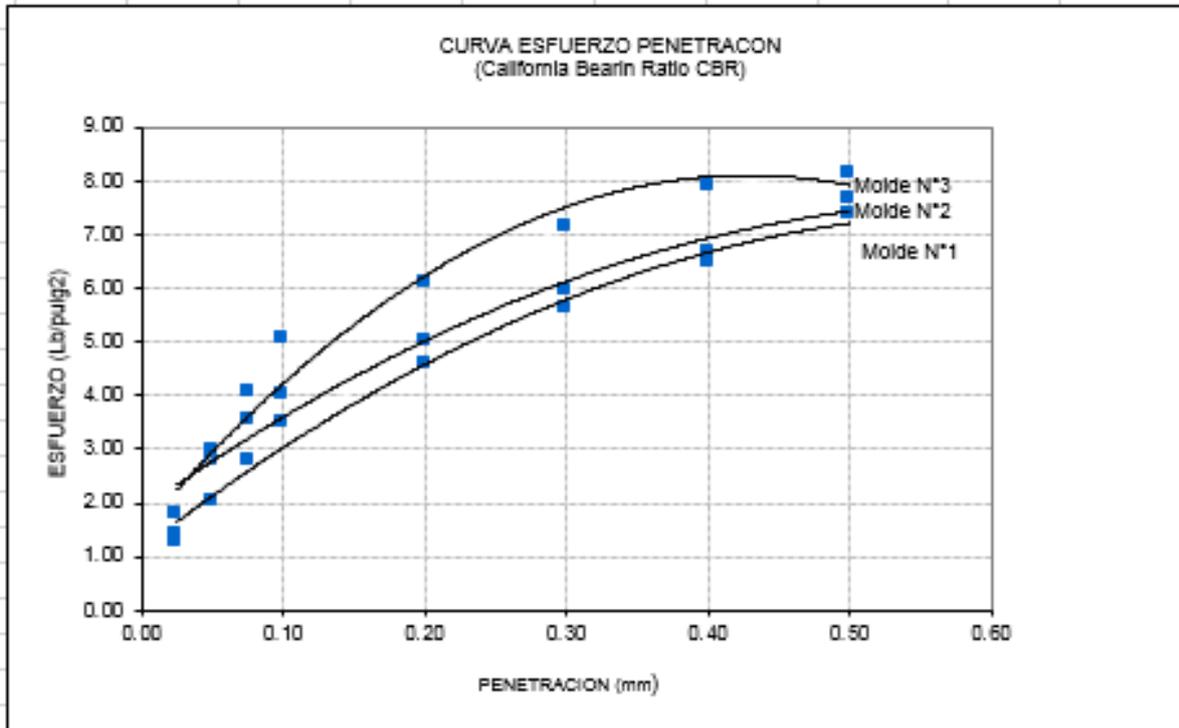
TIEMPO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
ACUMULADO		LEC.	HINCHAMIENTO		LEC.	HINCHAMIENTO		LEC.	HINCHAMIENTO	
(Hrs)	(Días)	DEF.	(mm)	(%)	DEF.	(mm)	(%)	DEF.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	2.940	2.950	2.38	2.850	2.850	2.38	2.800	2.850	2.38
48	2	3.320	3.350	2.70	3.260	3.250	2.71	3.200	3.300	2.75
72	3	3.720	3.750	3.02	3.670	3.650	3.04	3.500	3.600	3.00
96	4	4.220	4.200	3.39	4.100	4.150	3.46	3.900	3.900	3.25

### ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	0.025	25	1.27	35	1.78	28	1.43			
1.27	0.050	40	2.04	55	2.80	58	2.95			
1.91	0.075	55	2.80	70	3.57	80	4.07			
2.54	0.100	69	3.51	79	4.02	99	5.04			
5.08	0.200	90	4.58	98	4.99	120	6.11			
7.62	0.300	110	5.60	117	5.96	140	7.13			
10.16	0.400	127	6.47	131	6.67	155	7.89			
12.70	0.500	145	7.38	150	7.64	160	8.15			



LABORATORIO DE GEOTECNIA, Y MECANICA DE SUELOS



PENTRC.	0.1(*)	0.2(*)
MOLDE 1	3.51	4.58
MOLDE 2	4.02	4.39
MOLDE 3	5.04	6.11

	DENS	0.1	0.2	CBR	AASHTO	UBICACIÓN	CBR DISEÑO
MOLDE 1	1.676	4.39	4.34	4.39	A - 7 - 11	Km. 16+000	6.73%
MOLDE 2	1.751	5.72	4.73	5.72	MUESTRA		
MOLDE 3	1.824	7.17	5.79	7.17	C9 - M1		

(\*) Valores Corregidos



**LABORATORIO DE GEOTECNIA, Y MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

**ASTM D 1883-99 AASHTO T 193-63 MTC E 132-2000**

SUELO : A-7-11  
 CALICATA : 4  
 ESTRATO : UNICO

MOLDE	1		2		3				
Altura Molde mm.	124		120		120				
N° Capas	5		5		5				
N° Golp x Capa	13		27		56				
Cond. Muestra	ANTES		DESPUES		ANTES		DESPUES		
P. Húm. + Molde	8540.00		8770.00		8840.00		8950.00		
Peso Molde (gr)	4290.00		4290.00		4170.00		4170.00		
Peso Húmedo (gr)	4250.00		4480.00		4670.00		4780.00		
Vol. Molde (cc)	2268.23		2268.23		2250.08		2250.08		
Densidad H. (gr/cc)	1.87		1.98		2.08		2.12		
Número de Ensayo	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
P. Húmedo + Tara	69.70	72.70	303.50	95.10	151.40	282.20	166.00	187.00	329.40
Peso Seco + Tara	64.20	65.90	245.60	86.20	139.20	233.50	154.50	171.70	278.70
Peso Agua (gr)	5.50	6.80	57.90	8.90	12.20	48.70	11.50	15.30	50.70
Peso Tara (gr)	36.70	32.70	30.20	43.50	78.50	26.00	97.40	94.80	26.10
P. Muestra Seca	27.50	33.20	215.40	42.70	60.70	207.50	57.10	76.90	252.60
Cont. Humedad	20.00%	20.48%	26.88%	20.84%	20.10%	23.47%	20.14%	19.90%	20.07%
Cont. Hum. Prom.	20.24%		26.88%	20.47%		23.47%	20.02%		20.07%
DENSIDAD SECA	1.558		1.557	1.723		1.721	1.753		1.767

ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
ACUMULADO		LEC.	HINCHAMIENTO		LEC.	HINCHAMIENTO		LEC.	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEF.	(mm)	(%)	DEF.	(mm)	(%)	DEF.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	2.940	2.940	2.37	2.850	2.850	2.38	2.800	2.800	2.33
48	2	3.320	3.320	2.68	3.260	3.260	2.72	3.200	3.200	2.67
72	3	3.720	3.720	3.00	3.670	3.670	3.06	3.500	3.500	2.92
96	4	4.220	4.220	3.40	4.100	4.100	3.42	3.900	3.900	3.25

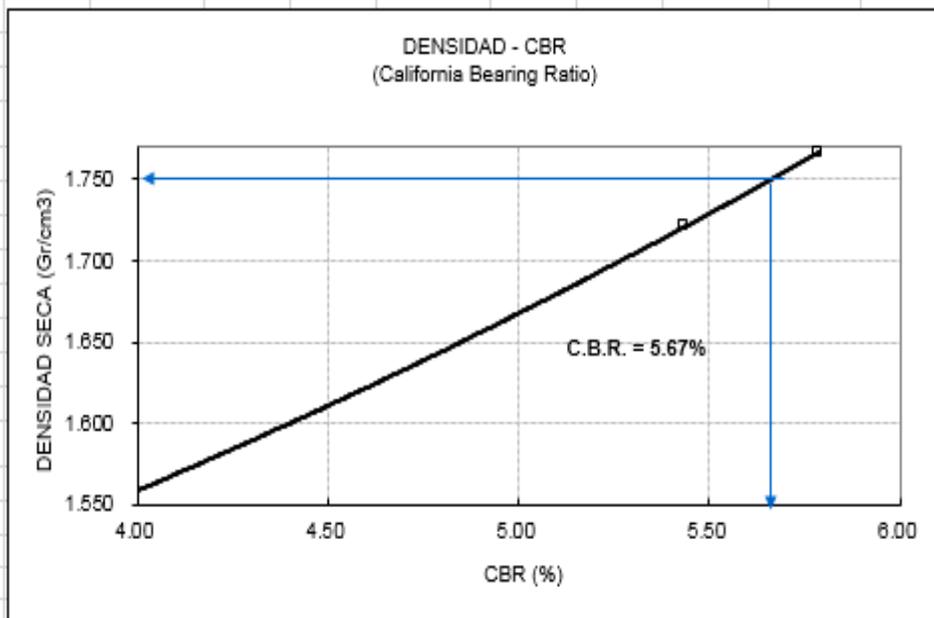
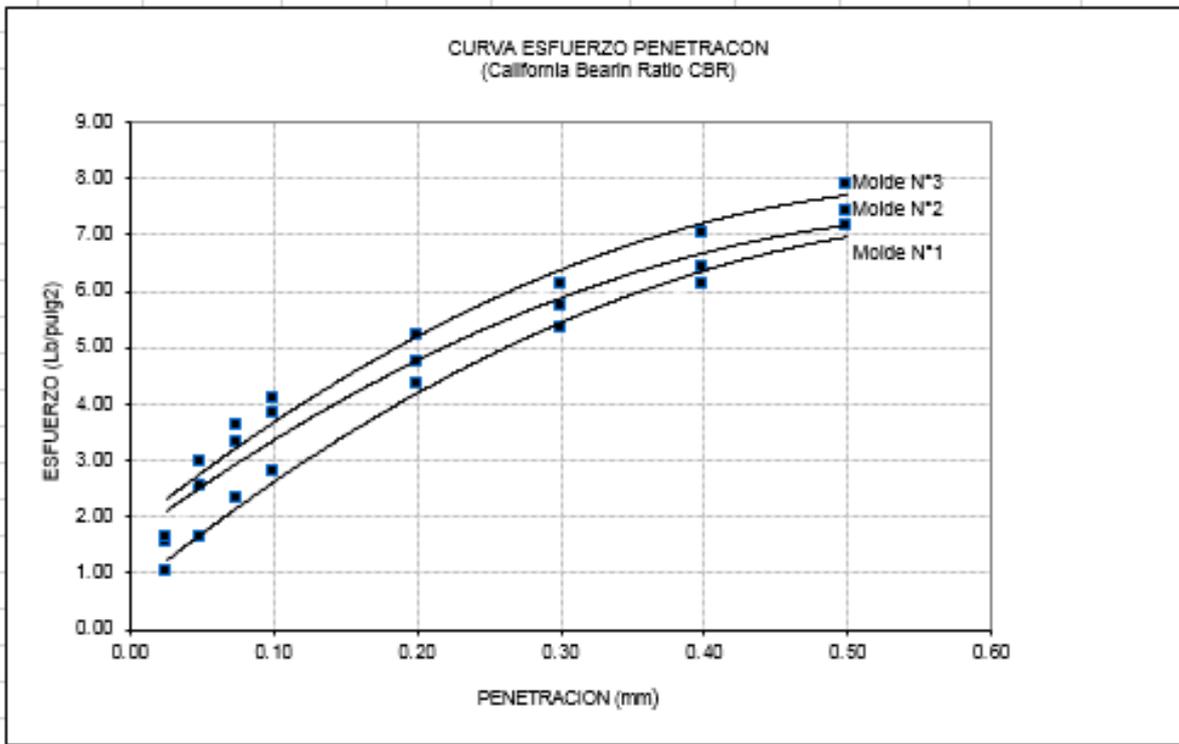
ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0	0	0	0	0	0	0	0
0.64	0.025	20	1.02	30	1.53	32	1.63
1.27	0.050	32	1.63	50	2.55	58	2.95
1.91	0.075	45	2.29	65	3.31	71	3.62
2.54	0.100	55	2.80	75	3.82	80	4.07
5.08	0.200	85	4.33	93	4.74	102	5.19
7.62	0.300	105	5.35	112	5.70	120	6.11
10.16	0.400	120	6.11	126	6.42	138	7.03
12.70	0.500	140	7.13	145	7.38	155	7.89

**R & C**

**CONSULTORES**





PENTRC.	0.1 (*)	0.2 (*)
MOLDE 1	2.80	4.33
MOLDE 2	3.82	4.74
MOLDE 3	4.07	5.19

	DENS	0.1	0.2	CBR	AASHTO	UBICACIÓN	CBR
MOLDE 1	1.557	3.38	4.11	4.11	A - 7 - 11	Km. 01+500	DISEÑO
MOLDE 2	1.721	5.43	4.49	5.43	MUESTRA		
MOLDE 3	1.767	5.19	4.32	5.19	U4 - M1		

(\*) Valores Corregidos



# ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

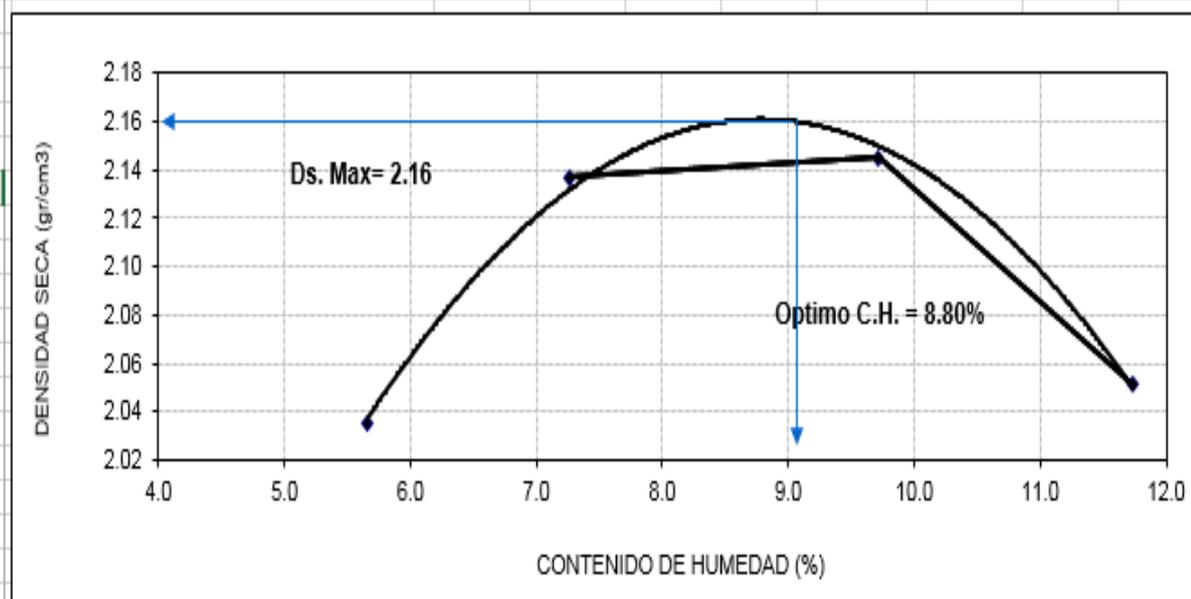
## CANTERA - "EL OSO"

ASTM D 1557-91 (98) AASHTO T 180-70 MTC E 115-2000

MOLDE N°	1	2	3	4				
Número de capas	5	5	5	5				
Número de golpes por capa	56	56	56	56				
Volumen de la muestra (cc)	2115.92	2115.92	2115.92	2115.92				
Peso de molde (gr)	6350.00	6350.00	6350.00	6350.00				
Peso muestr.húm. + molde(gr)	10900.00	11200.00	11330.00	11200.00				
Peso muestra húmeda (gr)	4550.00	4850.00	4980.00	4850.00				
Densidad húmeda (gr/cc)	2.15	2.29	2.35	2.29				
TARA N°	a	b	c	d	e	f	g	h
Peso de tara (gr)	27.80	28.00	30.30	27.90	27.30	27.80	27.50	30.50
Muestra húmeda + tara (gr)	234.20	232.00	181.50	191.80	225.60	224.80	209.00	210.80
Muestra seca + tara (gr)	223.20	221.00	171.00	181.00	208.00	207.40	190.70	191.10
Peso muestra seca (gr)	195.40	193.00	140.70	153.10	180.70	179.60	163.20	160.60
Peso del agua (gr)	11.00	11.00	10.50	10.80	17.60	17.40	18.30	19.70
Contenido de humedad (%)	5.63	5.70	7.46	7.05	9.74	9.69	11.21	12.27
CONT.DE HUMEDAD PROMEDIO(%)	5.66		7.26		9.71		11.74	
DENSIDAD SECA (gr/cc)	2.04		2.14		2.15		2.05	
DENSIDAD MAXIMA (gr/cc):	2.160		CONT. OPTIMO DE HUMEDAD (%):		8.80			

## CURVA DE COMPACTACION

(PRUEBA PROCTOR MODIFICADO)



**R & C**

CONSULTORES



## ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) CANTERA - "EL OSO"

**ASTM D 1883-99 AASHTO T 193-63 MTC E 132-2000**

MOLDE	1			2			3					
Altura Molde mm.	124			120			120					
N° Capas	5			5			5					
N° Golp x Capa	13			27			56					
Cond. Muestra	ANTES			DESPUES			ANTES			DESPUES		
P. Húm. + Molde	12300.00			#####			12850.00			#####		
Peso Molde (gr)	7178			7178.00			7578.00			#####		
Peso Húmedo (gr)	5122			5262.00			5272.00			#####		
Vol. Molde (cc)	2304			2304.00			2304.00			#####		
Densidad H.(gr/cc)	2.22			2.28			2.29			2.33		
Número de Ensayo	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C			
P. Húmedo + Tara	165.30	135.80	155.80	151.30	131.20	128.70	146.50	165.50	160.40			
Peso Seco + Tara	154.70	127.40	143.00	141.60	123.30	119.50	137.30	154.90	149.90			
Peso Agua (gr)	10.60	8.40	12.80	9.70	7.90	9.20	9.20	10.60	10.50			
Peso Tara (gr)	33.50	31.40	31.10	30.30	32.30	32.40	32.10	33.90	33.30			
P. Muestra Seca	121.20	96.00	111.90	111.30	91.00	87.10	105.20	121.00	116.60			
Cont. Humedad	8.75%	8.75%	11.44%	8.72%	8.68%	10.56%	8.75%	8.76%	9.01%			
Cont. Hum. Prom.	8.75%			11.44%			8.70%			10.56%		
DENSIDAD SECA	2.044			2.049			2.105			2.109		

### ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
ACUMULADO		LEC.	HINCHAMIENTO		LEC.	HINCHAMIENTO		LEC.	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEF.	(mm)	(%)	DEF.	(mm)	(%)	DEF.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.850	0.850	0.69	0.700	0.700	0.58	0.650	0.650	0.54
48	2	1.100	1.100	0.89	0.850	0.850	0.71	0.750	0.750	0.63
72	3	1.300	1.300	1.05	1.000	1.000	0.83	0.850	0.850	0.71
96	4	1.500	1.500	1.21	1.200	1.200	1.00	1.000	1.000	0.83

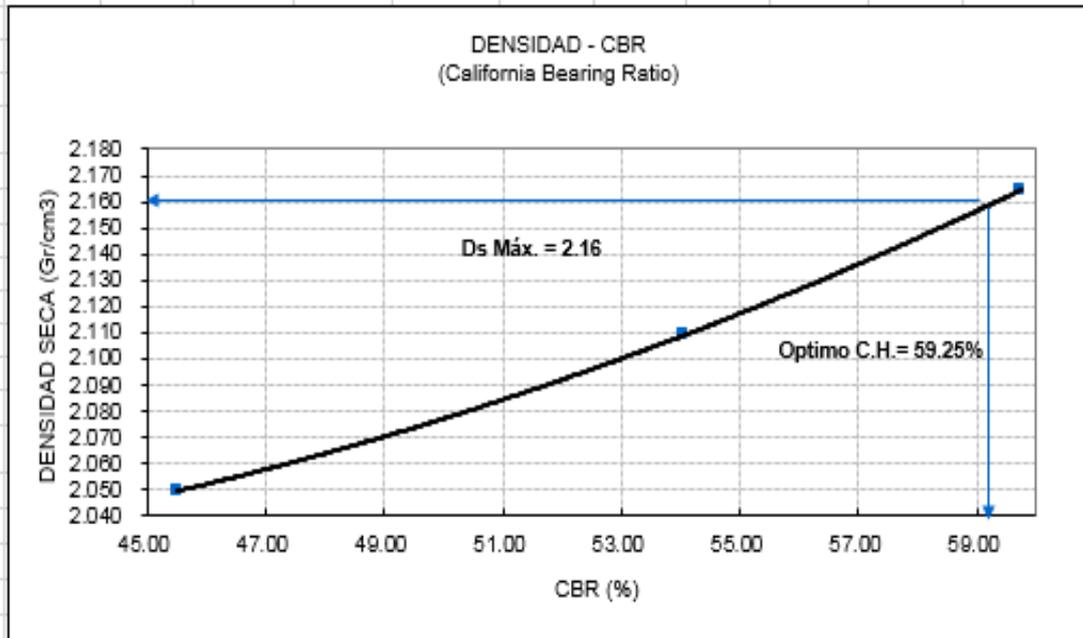
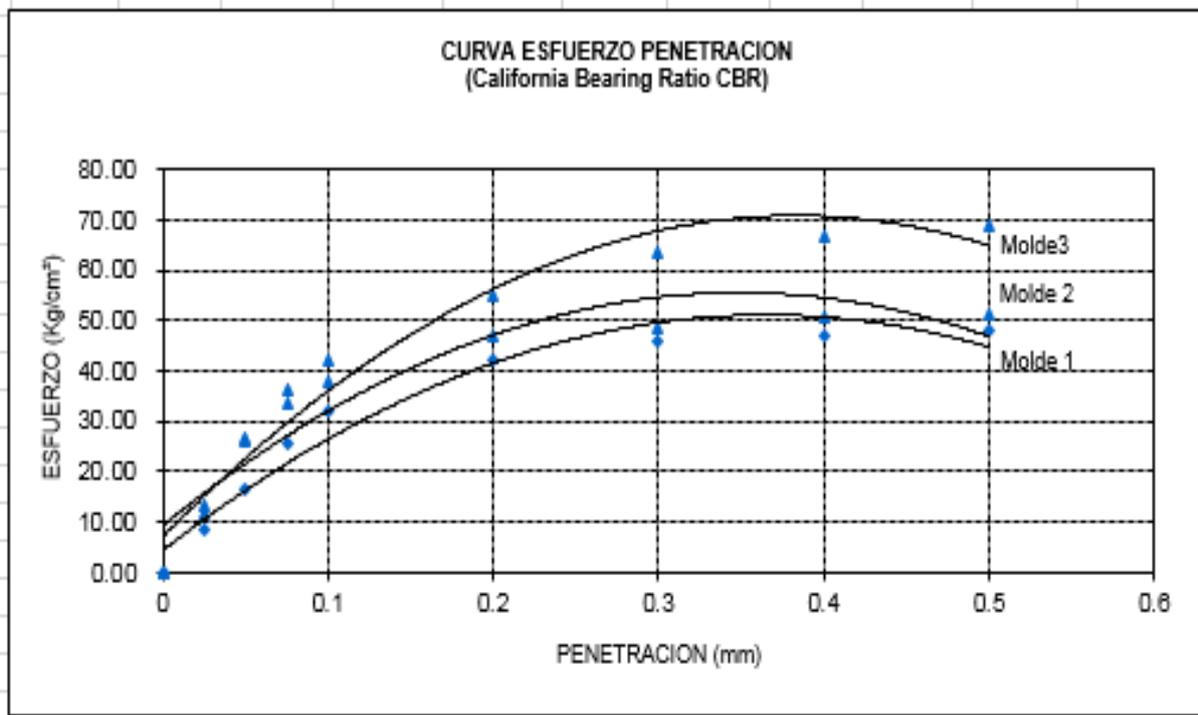
### ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	171	8.71	259	13.19	230	11.71
1.27	0.050	319	16.25	521	26.53	510	25.97
1.91	0.075	502	25.57	662	33.72	710	36.16
2.54	0.100	629	32.03	747	38.04	825	42.02
5.08	0.200	825	42.02	923	47.01	1080	55.00
7.62	0.300	905	46.09	952	48.48	1250	63.66
10.16	0.400	923	47.01	992	50.52	1310	66.72
12.70	0.500	942	47.98	1005	51.18	1350	68.75

**R & C**

**CONSULTORES**





PENTRC.	0.1 (*)	0.2 (*)
MOLDE 1	32.00	42.00
MOLDE 2	38.00	47.00
MOLDE 3	42.00	55.00

	DENS	0.1	0.2	CBR	AASHTO	UBICACIÓN	CBR
MOLDE 1	2.049	45.51	39.83	45.51	A - 1 - b (0)	CAMTERA EL OSO	DISEÑO 59.25%
MOLDE 2	2.109	54.05	44.57	54.05			
MOLDE 3	2.164	59.74	52.15	59.74			

(\*) Valores Corregidos

**R & C**

**CONSULTORES**



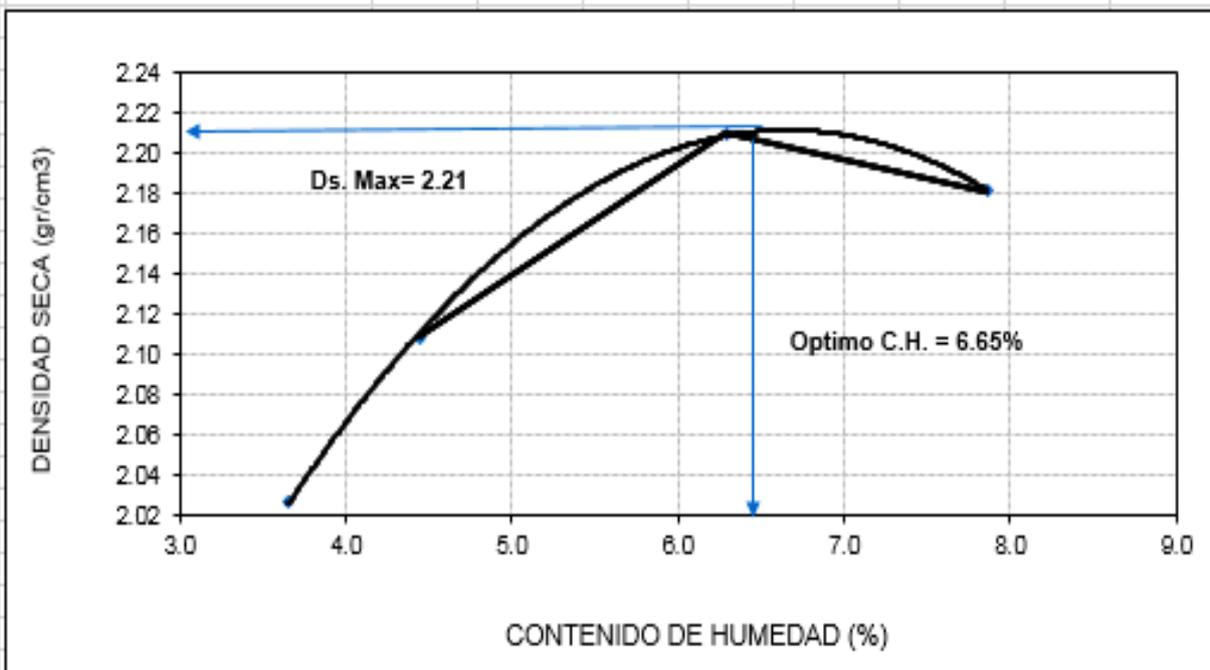
# ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

CANTERA - "LA LLANGA"

ASTM D 1557-91 (98) AASHTO T 180-70 MTC E 115-2000

MOLDE N°	1	2	3	4				
Número de capas	5	5	5	5				
Número de golpes por capa	56	56	56	56				
Volumen de la muestra (cc)	2115.90	2115.90	2115.90	2115.90				
Peso de molde (gr)	6330.00	6330.00	6330.00	6330.00				
Peso muest.húm. + molde(gr)	10775.00	10990.00	11300.00	11308.00				
Peso muestra húmeda (gr)	4445.00	4660.00	4970.00	4978.00				
Densidad húmeda (gr/cc)	2.10	2.20	2.35	2.35				
TARA N°	a	b	c	d	e	f	g	h
Peso de tara (gr)	25.00	25.40	28.90	29.70	26.00	27.10	29.70	27.80
Muestra húmeda + tara (gr)	248.90	238.50	184.80	169.70	228.00	196.70	188.60	230.80
Muestra seca + tara (gr)	241.00	231.00	178.10	163.80	215.30	187.30	175.80	217.60
Peso muestra seca (gr)	216.00	205.60	149.20	134.10	189.30	160.20	146.10	189.80
Peso del agua (gr)	7.90	7.50	6.70	5.90	12.70	9.40	12.80	13.20
Contenido de humedad (%)	3.66	3.65	4.49	4.40	6.71	5.87	8.76	6.95
CONT. DE HUMEDAD PROMEDIO	3.65		4.45		6.29		7.86	
DENSIDAD SECA (gr/cc)	2.03		2.11		2.21		2.18	
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cc):	2.210		CONT. OPTIMO DE HUMEDAD (%):		6.65			

## CURVA DE COMPACTACION (PRUEBA PROCTOR MODIFICADO)



**R & C**

CONSULTORES



## ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) CANTERA - "LA LLANGA"

ASTM D 1883-99 AASHTO T 193-63 MTC E 132-2000

MOLDE	1			2			3		
Altura Molde mm.	124			120			120		
N° Capas	5			5			5		
N° Golp x Capa	13			27			56		
Cond. Muestra	ANTES		DESPUES	ANTES		DESPUE	ANTES		DESPUES
P. Húm. + Molde	12916.00		#####	13090.00		#####	13265.00		13300.00
Peso Molde (gr)	7794		7794.00	7868.00		#####	7840.00		7840.00
Peso Húmedo (gr)	5122		5326.00	5222.00		#####	5425.00		5460.00
Vol. Molde (cc)	2304		2304.00	2304.00		#####	2304.00		2304.00
Densidad H.(gr/cc)	2.22		2.31	2.27		2.31	2.35		2.37
Número de Ensayo	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C
P. Húmedo + Tara	233.20	185.70	191.30	#####	225.00	234.80	191.50	263.20	244.30
Peso Seco + Tara	220.60	175.60	175.50	190.10	212.50	218.00	181.00	249.00	231.00
Peso Agua (gr)	12.60	10.10	15.80	10.50	12.50	16.80	10.50	14.20	13.30
Peso Tara (gr)	29.70	27.10	34.00	34.40	26.00	29.80	26.80	37.00	36.40
P. Muestra Seca	190.90	148.50	141.50	#####	186.50	188.20	154.20	212.00	194.60
Cont. Humedad	6.60%	6.80%	11.17%	6.74%	6.70%	8.93%	6.81%	6.70%	6.83%
Cont. Hum. Prom.	6.70%		11.17%	6.72%		8.93%	6.75%		6.83%
DENSIDAD SECA	2.083		2.079	2.124		2.125	2.206		2.218

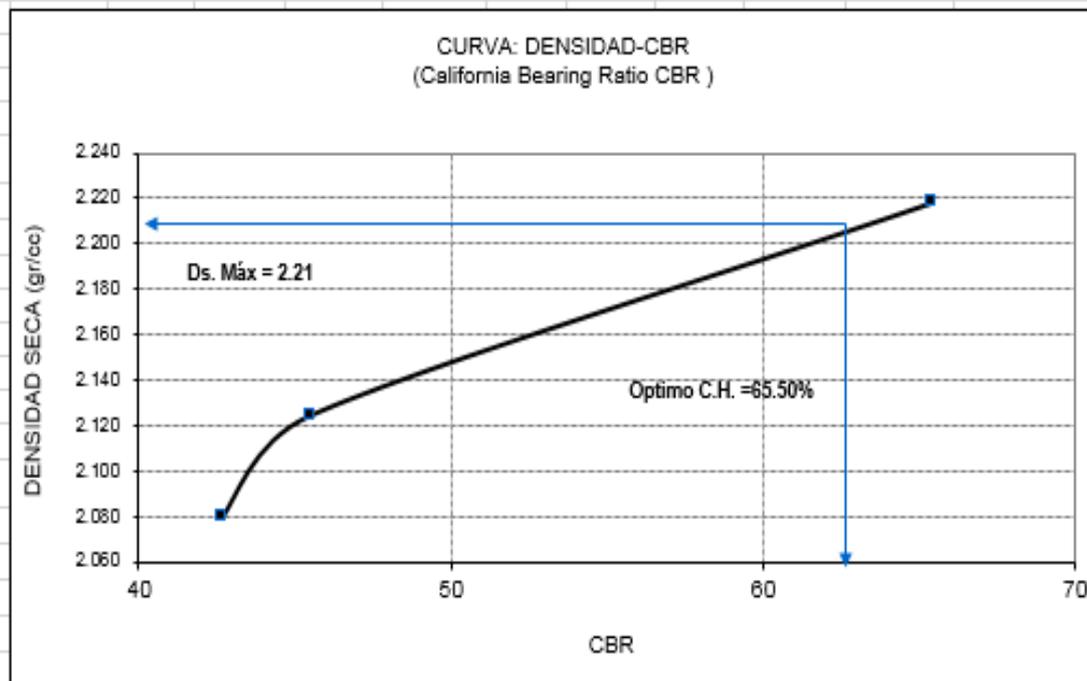
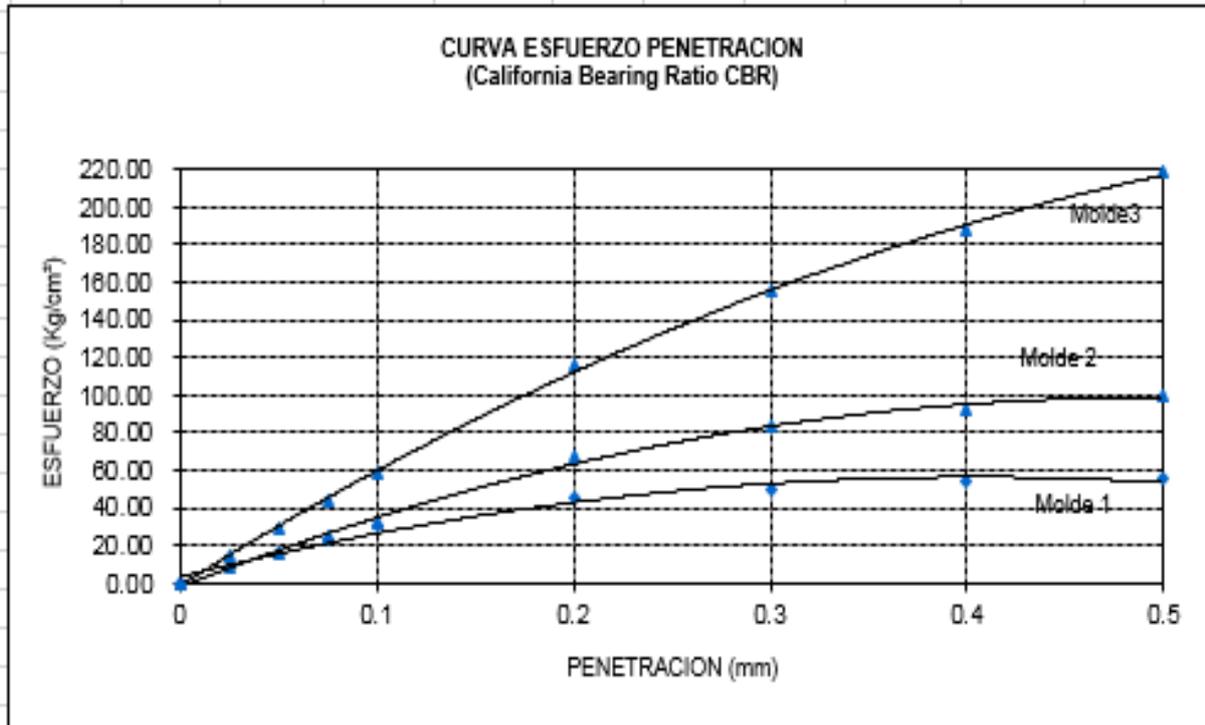
### ENSAYO DE HINCHAMIENTO

TIEMPO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
ACUMULADO		LEC.	HINCHAMIENTO		LEC.	HINCHAMIENTO		LEC.	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEF.	(mm)	(%)	DEF.	(mm)	(%)	DEF.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.300	0.000	0.00	0.265	0.000	0.00	0.550	0.000	0.00
48	2	0.305	0.005	0.10	0.275	0.010	0.20	0.560	0.010	0.20
72	3	0.313	0.013	0.26	0.275	0.010	0.20	0.570	0.020	0.40
96	4	0.325	0.025	0.50	0.275	0.010	0.20	0.570	0.020	0.40

### ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	180	9.17	160	8.15	280	14.26
1.27	0.050	300	15.28	320	16.30	570	29.03
1.91	0.075	450	22.92	480	24.45	860	43.80
2.54	0.100	590	30.05	630	32.09	1160	59.08
5.08	0.200	885	45.07	1320	67.23	2280	116.12
7.62	0.300	970	49.40	1650	84.03	3050	155.34
10.16	0.400	1050	53.48	1820	92.69	3680	187.42
12.70	0.500	1100	56.02	1950	99.31	4290	218.49





PENTRC.	0.1 (*)	0.2 (*)
MOLDE 1	30.00	43.00
MOLDE 2	32.00	50.00
MOLDE 3	46.00	60.00

	DENS	0.1	0.2	CBR	AASHTO	UBICACIÓN	CBR
MOLDE 1	2.079	42.67	40.77	42.67	A - 1 - a (0)	CANTERA LA LLANGA	DISEÑO 65.50%
MOLDE 2	2.125	45.51	47.41	47.41			
MOLDE 3	2.218	65.42	56.89	65.42			

(\*) Valores Corregidos



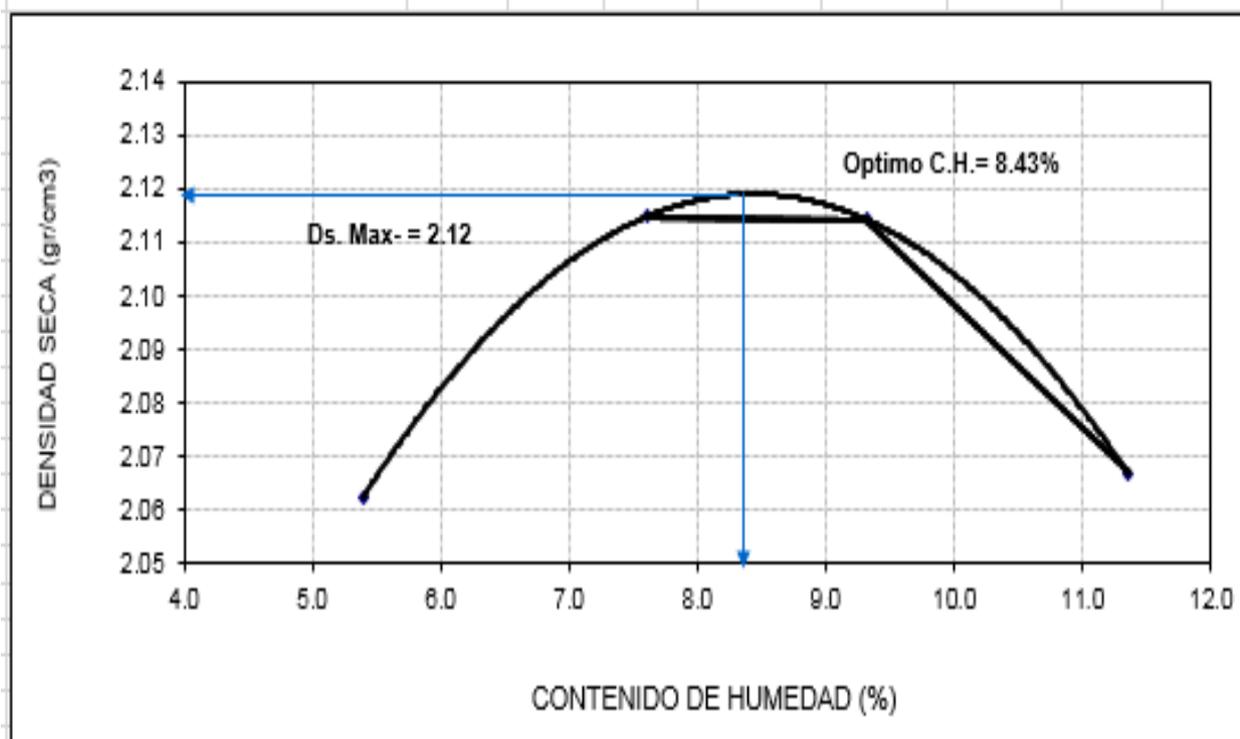
## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

CANTERA - "EL NOGAL"

ASTM D 1557-91(98) AASHTO T 180-70 MTC E 115-2000

MOLDE N°	1	2	3	4				
Número de capas	5	5	5	5				
Número de golpes por capa	56	56	56	56				
Volumen de la muestra (cc)	2115.92	2115.92	2115.92	2115.92				
Peso de molde (gr)	6350.00	6350.00	6350.00	6350.00				
Peso muestr. húm. + molde (gr)	10950.00	11165.00	11240.00	11220.00				
Peso muestra húmeda (gr)	4600.00	4815.00	4890.00	4870.00				
Densidad húmeda (gr/cc)	2.17	2.28	2.31	2.30				
TARA N°	a	b	c	d	e	f	g	h
Peso de tara (gr)	25.00	25.40	25.60	25.80	25.40	25.70	25.00	25.60
Muestra húmeda + tara (gr)	248.90	238.50	185.70	195.40	215.10	217.40	197.40	210.40
Muestra seca + tara (gr)	237.00	228.00	174.50	183.30	199.00	201.00	179.40	192.00
Peso muestra seca (gr)	212.00	202.60	148.90	157.50	173.60	175.30	154.40	166.40
Peso del agua (gr)	11.90	10.50	11.20	12.10	16.10	16.40	18.00	18.40
Contenido de humedad (%)	5.61	5.18	7.52	7.68	9.27	9.36	11.66	11.06
CONT. DE HUMEDAD PROMEDIO(%)	5.40		7.60		9.31		11.36	
DENSIDAD SECA (gr/cc)	2.06		2.11		2.11		2.07	
DENSIDAD MÁXIMA (gr/cc):	2.120		CONT. OPTIMO DE HUMEDAD (%):		8.43			

### CURVA DE COMPACTACION (PRUEBA PROCTOR MODIFICADO)



**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**  
**CANTERA - "EL NOGAL"**

ASTM D 1883-99 AASHTO T 193-63 MTC E 132-2000

MOLDE	1			2			3											
Altura Molde mm.	124			120			120											
N° Capas	5			5			5											
N° Golp x Capa	13			27			56											
Cond. Muestra	ANTES			DESPUES			ANTES			DESPUES								
P. Húm. + Molde	12300.00			12350.00			12750.00			12800.00			11500.00			11525.00		
Peso Molde (gr)	7178			7178.00			7578.00			7578.00			6214.00			6214.00		
Peso Húmedo (gr)	5122			5172.00			5172.00			5222.00			5286.00			5311.00		
Vol. Molde (cc)	2304			2304.00			2304.00			2304.00			2304.00			2304.00		
Densidad H.(gr/cc)	2.22			2.24			2.24			2.27			2.29			2.31		
Número de Ensayo	1-A		1-B		1-C		2-A		2-B		2-C		3-A		3-B		3-C	
P. Húmedo + Tara	147.80		149.30		143.50		154.20		139.60		148.70		149.30		156.30		152.00	
Peso Seco + Tara	138.80		140.20		133.40		144.80		131.10		139.00		140.00		146.90		142.70	
Peso Agua (gr)	9.00		9.10		10.10		9.40		8.50		9.70		9.30		9.40		9.30	
Peso Tara (gr)	33.00		33.40		35.60		34.80		30.40		32.30		31.30		35.10		33.30	
P. Muestra Seca	105.80		106.80		97.80		110.00		100.70		106.70		108.70		111.80		109.40	
Cont. Humedad	8.51%		8.52%		10.33%		8.55%		8.44%		9.09%		8.56%		8.41%		8.50%	
Cont. Hum. Prom.	8.51%			10.33%			8.49%			9.09%			8.48%			8.50%		
DENSIDAD SECA	2.049			2.035			2.069			2.078			2.115			2.125		

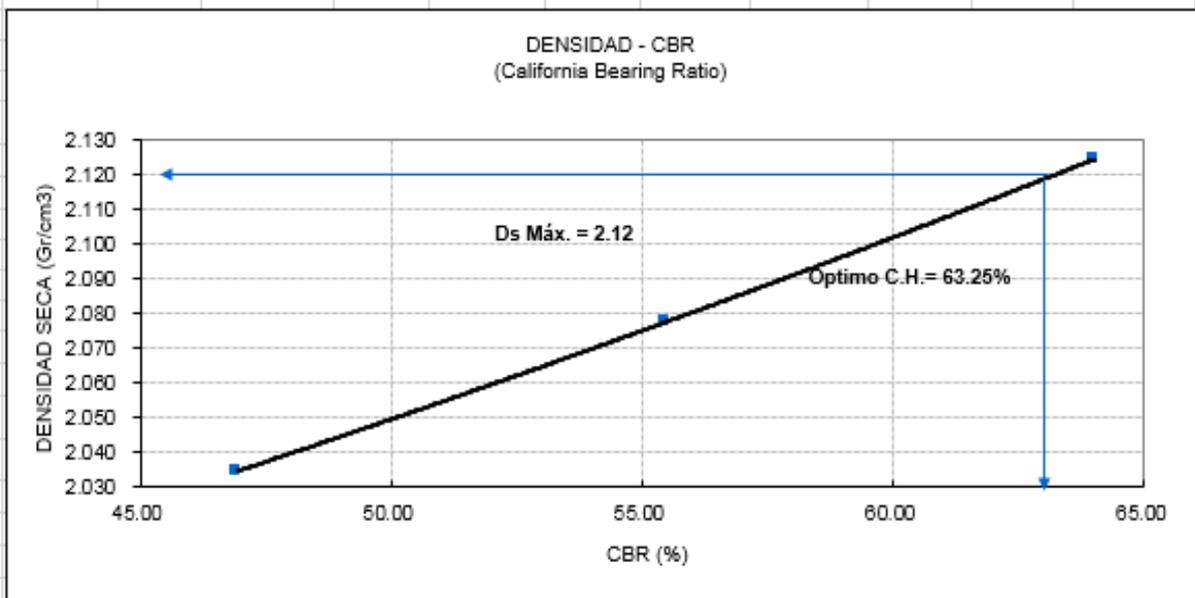
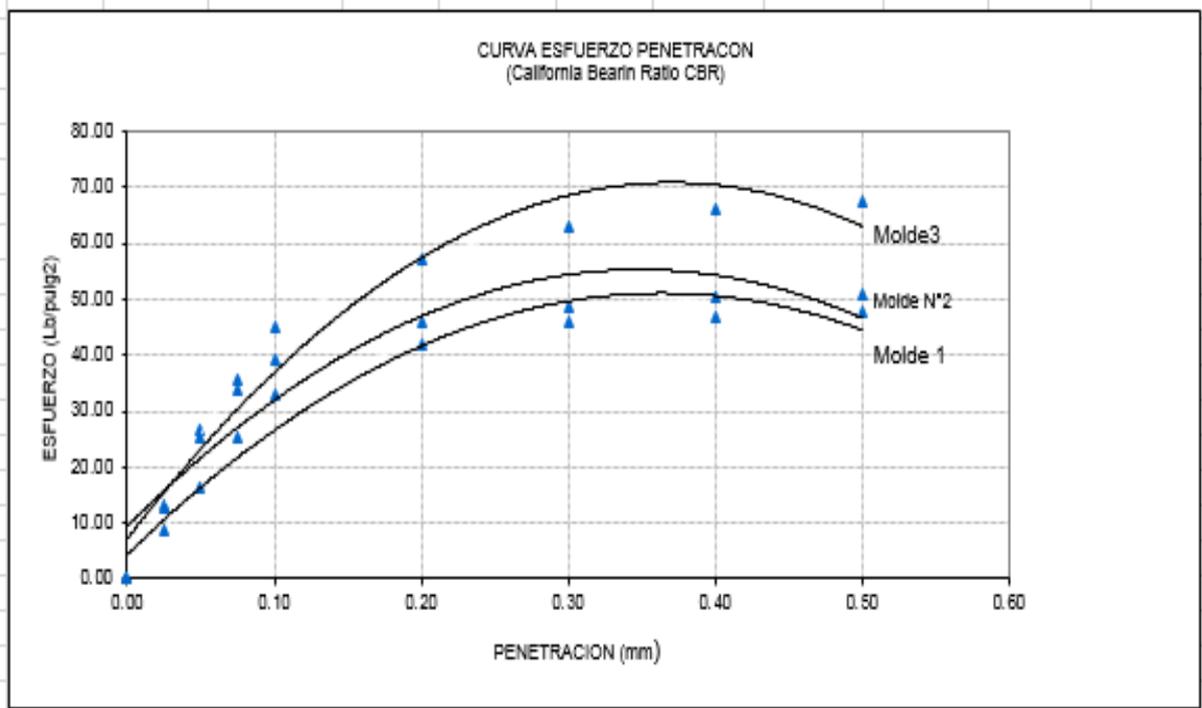
**ENSAYO DE HINCHAMIENTO**

TIEMPO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
ACUMULADO		LEC.	HINCHAMIENTO		LEC.	HINCHAMIENTO		LEC.	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEF.	(mm)	(%)	DEF.	(mm)	(%)	DEF.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	1.000	0.000	0.00
24	1	0.500	0.500	0.40	0.750	0.750	0.63	1.400	0.400	0.33
48	2	0.750	0.750	0.60	0.850	0.850	0.71	1.600	0.600	0.50
72	3	0.850	0.850	0.69	1.020	1.020	0.85	1.800	0.800	0.67
96	4	1.250	1.250	1.01	1.100	1.100	0.92	2.000	1.000	0.83

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

PENETRACION		MOLDE N° 01		MOLDE N° 02		MOLDE N° 03	
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	170	8.66	260	13.24	250	12.73
1.27	0.050	320	16.30	520	26.48	500	25.46
1.91	0.075	500	25.46	660	33.61	700	35.65
2.54	0.100	648	33.00	766	39.01	884	45.02
5.08	0.200	825	42.02	903	45.99	1119	56.99
7.62	0.300	900	45.84	950	48.38	1240	63.15
10.16	0.400	920	46.86	990	50.42	1300	66.21
12.70	0.500	940	47.87	1000	50.93	1320	67.23





PENTRC.	0.1 (*)	0.2 (*)
MOLDE 1	33.00	42.00
MOLDE 2	39.00	46.00
MOLDE 3	45.00	57.00

	DENS	0.1	0.2	CBR	AASHTO	UBICACIÓN	CBR DISEÑO
MOLDE 1	2.035	46.94	39.83	46.94	A - 2 - 4 (0)	CANTERA EL NOGAL	63.25%
MOLDE 2	2.078	55.47	43.62	55.47			
MOLDE 3	2.125	64.00	54.05	64.00			

(\*) Valores Corregidos

**R & C**

**CONSULTORES**



**LABORATORIO DE GEOTECNIA, Y MECANICA DE SUELOS**

CALICATA N° 01				
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD				
	ENSAYO (g)	1	2	3
1	Wtara	25.10	25.30	25.30
2	Wtara + Mh.	178.90	198.70	186.90
3	Wtara + Ms.	158.20	175.00	165.70
4 = 2 - 3	Ww	20.70	23.70	21.20
5 = 3 - 1	Ws	133.10	149.70	140.40
6 = ( 4/5 ) * 100	W (%)	15.55	15.83	15.10
	<b>W (%)<sub>promedio</sub></b>		<b>15.49</b>	

CALICATA N° 02				
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD				
	ENSAYO (g)	1	2	3
1	Wtara	26.10	26.00	26.30
2	Wtara + Mh.	268.70	272.90	280.20
3	Wtara + Ms.	230.00	235.00	240.00
4 = 2 - 3	Ww	38.70	37.90	40.20
5 = 3 - 1	Ws	203.90	209.00	213.70
6 = ( 4/5 ) * 100	W (%)	18.98	18.13	18.81
	<b>W (%)<sub>promedio</sub></b>		<b>18.64</b>	

CALICATA N° 03				
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD				
	ENSAYO (g)	1	2	3
1	Wtara	22.30	22.60	22.10
2	Wtara + Mh.	254.60	258.90	261.80
3	Wtara + Ms.	230.00	235.00	240.00
4 = 2 - 3	Ww	24.60	23.90	21.80
5 = 3 - 1	Ws	207.70	212.40	217.90
6 = ( 4/5 ) * 100	W (%)	11.84	11.25	10.00
	<b>W (%)<sub>promedio</sub></b>		<b>11.03</b>	

**R & C**

**CONSULTORES**



## CALICATA N° 04

## DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

	ENSAYO (g)	1	2	3
1	Wtara	70.50	71.20	71.00
2	Wtara + Mh.	855.40	796.80	784.60
3	Wtara + Ms.	732.50	679.90	672.50
4 = 2 - 3	Ww	122.90	116.90	112.10
5 = 3 - 1	Ws	662.00	608.70	601.50
6 = ( 4/5 ) * 100	W (%)	18.56	19.20	18.64
	<b>W (%)<sub>promedio</sub></b>		<b>18.80</b>	

## CALICATA N° 05

## DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

	ENSAYO (g)	1	2	3
1	Wtara	78.90	77.80	79.20
2	Wtara + Mh.	725.80	745.90	761.80
3	Wtara + Ms.	625.00	635.00	650.00
4 = 2 - 3	Ww	100.80	110.90	111.80
5 = 3 - 1	Ws	546.10	557.20	570.80
6 = ( 4/5 ) * 100	W (%)	18.46	19.90	19.59
	<b>W (%)<sub>promedio</sub></b>		<b>19.32</b>	

**R & C****CONSULTORES**

**ENSAYO : CANTIDAD DE HUMEDAD**

	ENSAYO (g)	1	2	3
1	Wtara	25.00	25.10	25.30
2	Wtara + Mh.	255.60	265.70	281.90
3	Wtara + Ms.	240.80	250.00	266.00
4 = 2 - 3	Ww	14.80	15.70	15.90
5 = 3 - 1	Ws	215.80	224.90	240.70
6 = ( 4/5 ) * 100	W (%)	6.86	6.98	6.61
	W (%) <sub>promedio</sub>		6.81	

**ENSAYO : PESO ESPECIFICO MATERIAL < N° 4**

Muestra	CANTERA N° 1	
Pms (g)	84.90	94.10
Pf (g)	163.70	163.70
Pfw (g)	661.50	661.50
Pfws (g)	713.60	719.20
P.e (g/cm <sup>3</sup> )	2.59	2.59
P.e prom.	2.59	
% Ret. N° 4	65.27	



**ENSAYO : PESO ESPECIFIO DE PIEDRA**

Muestra	CANTERA Nº 1	
P aire (g)	115.80	135.40
P sumer. (g)	71.70	83.80
P.e (g/cm <sup>3</sup> )	2.63	2.62
P.e prom.	2.62	
% Pasan Nº 4	34.73	
P. e. Total =	2.61	g/cm <sup>3</sup>

**ENSAYO :ABRASION**

TAMAÑO DEL TAMIZ				PESOS Y GRANULOMETRIAS DE GRADACIÓN	
PASA		RETENE		A	A
3	(75 mm)	2 1/2	(63 mm)	2520	2515
2 1/2	(63 mm)	2	(50 mm)	2500	2498
2	(50 mm)	1 1/2	(37,5 mm)	5020	5010
1 1/2	(37,5 mm)	1	(25 mm)		
1	(25 mm)	3/4	(19 mm)		
TOTAL				10040	10023
PESO RETENIDO EN LA Nº 12				6220	6215
PORCENTAJE DE DESGASTE (%)				38.05%	37.99%
PROMEDIO				38.02%	



CONTENIDO DE HUMEDAD – CANTERA EL OSO.

**ENSAYO : CANTIDAD DE HUMEDAD**

	ENSAYO (g)	1	2	3
1	Wtara	25.10	25.20	25.10
2	Wtara + Mh.	254.20	262.50	268.10
3	Wtara + Ms.	249.10	257.20	262.60
4 = 2 - 3	Ww	5.10	5.30	5.50
5 = 3 - 1	Ws	224.00	232.00	237.50
6 = ( 4/5 ) * 100	W (%)	2.28	2.28	2.32
	W (%) <sub>promedio</sub>		2.29	

**ENSAYO : PESO ESPECIFICO MATERIAL < N° 4**

Muestra	CANTERA N° 2	
Pms (g)	84.90	94.10
Pf (g)	163.70	163.70
Pfw (g)	661.50	661.50
Pfws (g)	713.60	719.25
P.e (g/cm <sup>3</sup> )	2.59	2.59
P.e prom.	2.59	
% Ret. N° 4	66.35	

**R & C**

**CONSULTORES**



## ENSAYO : PESO ESPECIFICO DE PIEDRA

Muestra	CANTERA N° 2	
P aire (g)	114.50	125.40
P sumer. (g)	70.15	76.75
P.e (g/cm <sup>3</sup> )	2.58	2.58
P.e prom.	2.58	
% Pasan N° 4	33.65	
P. e. Total =	2.58	g/cm <sup>3</sup>

## ENSAYO :ABRASION

TAMAÑO DEL TAMIZ				PESOS Y GRANULOMETRIAS DE GRADACIÓN	
PASA		RETIENE		A	A
3	(75 mm)	2 1/2	(63 mm)	2490	2510
2 1/2	(63 mm)	2	(50 mm)	2500	2520
2	(50 mm)	1 1/2	(37,5 mm)	5010	5000
1 1/2	(37,5 mm)	1	(25 mm)		
1	(25 mm)	3/4	(19 mm)		
TOTAL				10000	10030
PESO RETENIDO EN LA N° 12				6205	6210
PORCENTAJE DE DESGASTE (%)				37.95%	38.09%
PROMEDIO				38.02%	



*LABORATORIO DE GEOTECNIA, Y MECANICA DE SUELOS*  
**CONTENIDO DE HUMEDAD – CANTERA LA LLANGA.**

**ENSAYO : CANTIDAD DE HUMEDAD**

	ENSAYO (g)	1	2	3
1	Wtara	25.40	25.30	25.20
2	Wtara + Mh.	264.90	268.10	263.80
3	Wtara + Ms.	260.00	263.00	258.00
4 = 2 - 3	Ww	4.90	5.10	5.80
5 = 3 - 1	Ws	234.60	237.70	232.80
6 = ( 4/5 ) * 100	W (%)	2.09	2.15	2.49
	W (%) <sub>promedio</sub>		2.24	

**ENSAYO : PESO ESPECIFICO MATERIAL < N° 4**

Muestra	CANTERA N° 2	
Pms (g)	84.90	94.10
Pf (g)	163.70	163.70
Pfw (g)	661.50	661.50
Pfws (g)	713.60	719.25
P.e (g/cm <sup>3</sup> )	2.59	2.59
P.e prom.	2.59	
% Ret. N° 4	60.04	



**LABORATORIO DE GEOTECNIA, Y MECANICA DE SUELOS**

**ENSAYO : PESO ESPECIFIO DE PIEDRA**

Muestra	CANTERA Nº 3	
P aire (g)	115.80	135.40
P sumer. (g)	71.70	83.80
P.e (g/cm <sup>3</sup> )	2.63	2.62
P.e prom.	2.62	
∕ Pasan Nº 4	39.96	
P. e. Total =	2.61	g/cm <sup>3</sup>

**ENSAYO :ABRASION**

TAMAÑO DEL TAMIZ				PESOS Y GRANULOMETRIAS DE	
PASA		RETIENE		A	A
3	(75 mm)	2 1/2	(63 mm)	2495	2500
2 1/2	(63 mm)	2	(50 mm)	2510	2500
2	(50 mm)	1 1/2	(37,5 mm)	5020	5000
1 1/2	(37,5 mm)	1	(25 mm)		
1	(25 mm)	3/4	(19 mm)		
TOTAL				10025	10000
PESO RETENIDO EN LA Nº 12				6410	6400
PORCENTAJE DE DESGASTE (%)				36.06%	36.00%
PROMEDIO				36.03%	



LIMITES DE CONSISTENCIA.

*Límites de Consistencia*

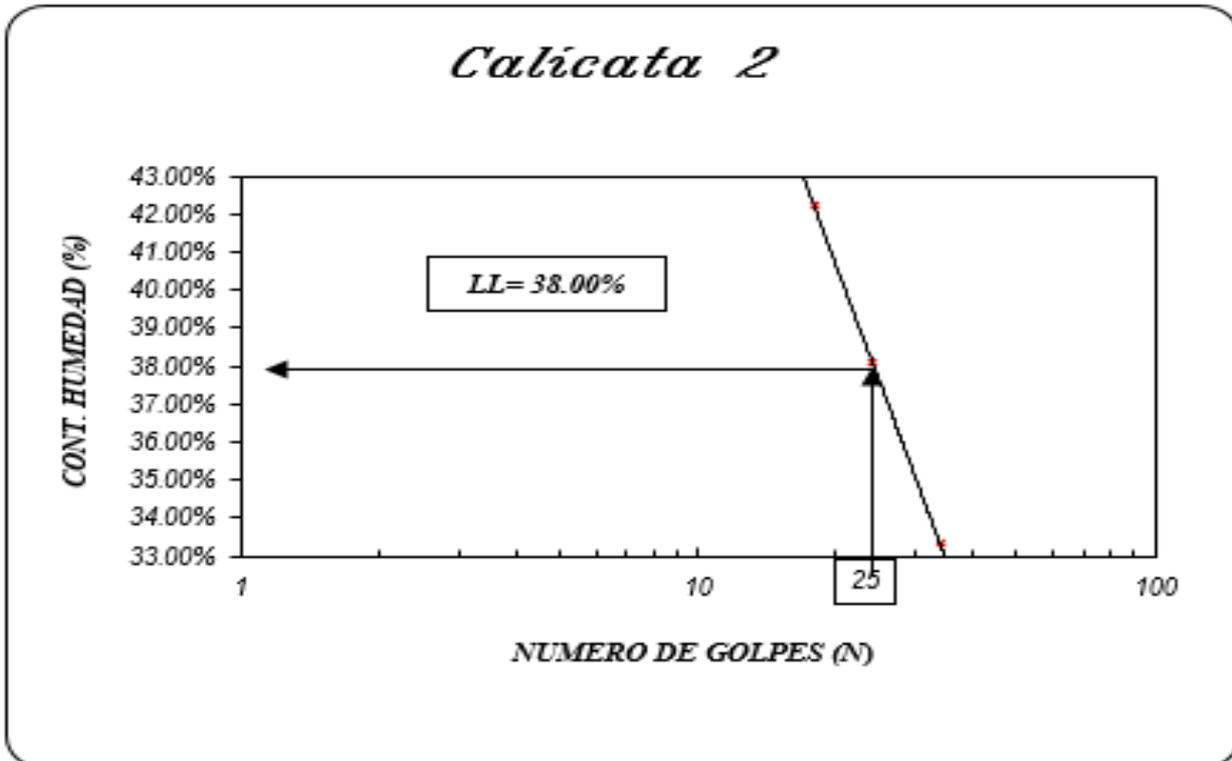
CALICATA : 2  
 ESTRATO : UNICO

<i>Ensayo</i> <i>Prueba</i>	<i>Límite líquido</i>			<i>Límite plástico</i>	
	1	2	3	1	2
W tara (gr)	33.60	38.00	29.40	32.00	25.00
Wt+M.Hum (gr)	43.70	46.70	35.80	43.10	35.30
Wt+M.Msc (gr)	40.70	44.30	34.20	41.00	33.20
W agua (gr)	3.00	2.40	1.60	2.10	2.10
W M.Seca (gr)	7.10	6.30	4.80	9.00	8.20
W(%)	42.25%	38.10%	33.33%	23.33%	25.61%
N.GOLPES	18	24	34	Promedio = 24.47%	

LL = 38.00%

LP = 24.47%

IP = 13.53%



# Límites de Consistencia

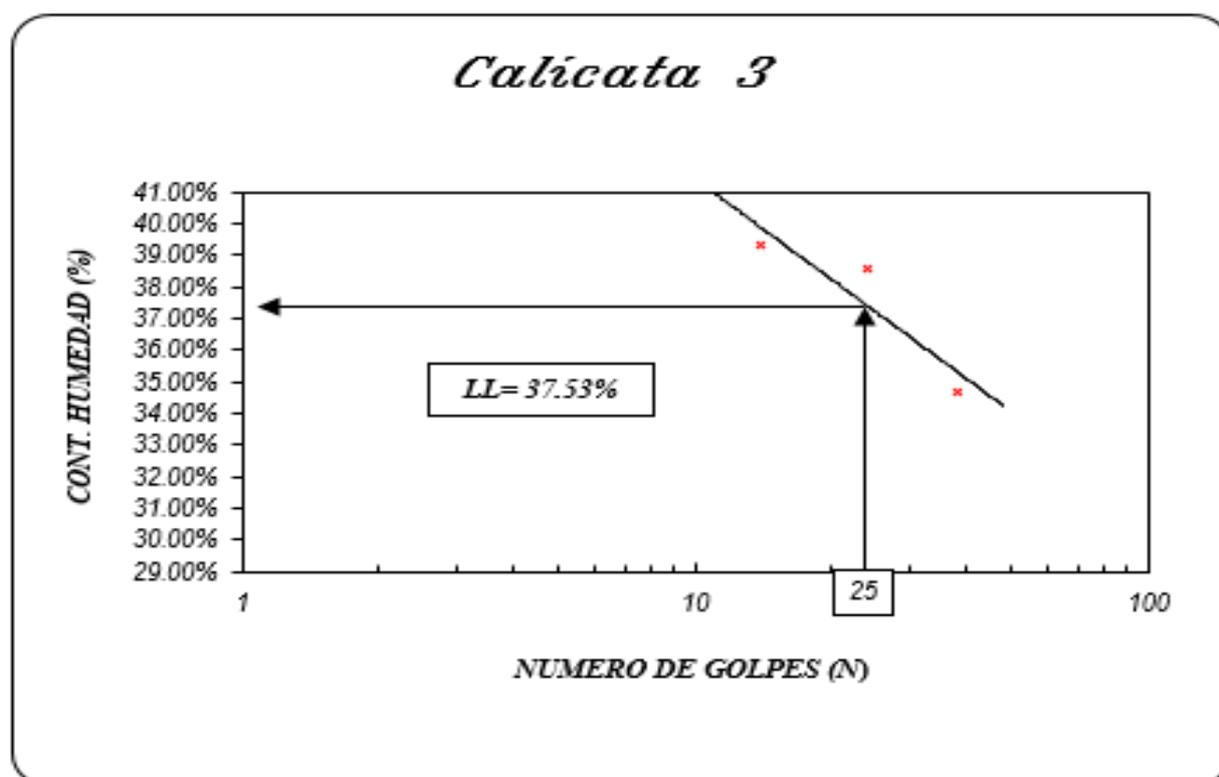
CALICATA : 3  
 ESTRATO : UNICO

<i>Ensayo</i> <i>Prueba</i>	<i>Límite líquido</i>			<i>Límite plástico</i>	
	1	2	3	1	2
<i>W tara</i> (gr)	31.10	27.50	33.50	27.90	30.50
<i>Wt+M.Hum</i> (gr)	64.40	57.80	66.90	32.00	33.30
<i>Wt+M.Msc</i> (gr)	55.00	50.00	57.60	31.30	32.80
<i>W agua</i> (gr)	9.40	7.80	9.30	0.70	0.50
<i>W M.Seca</i> (gr)	23.90	22.50	24.10	3.40	2.30
<i>W(%)</i>	39.33%	34.67%	38.59%	20.59%	21.74%
<i>N.GOLPES</i>	14	38	24	<i>Promedio = 21.16%</i>	

LL = 37.53%

L.P. = 21.16%

I.P. = 16.37%



**R & C**

CONSULTORES



# Límites de Consistencia

CALICATA : 4  
 ESTRATO : UNICO

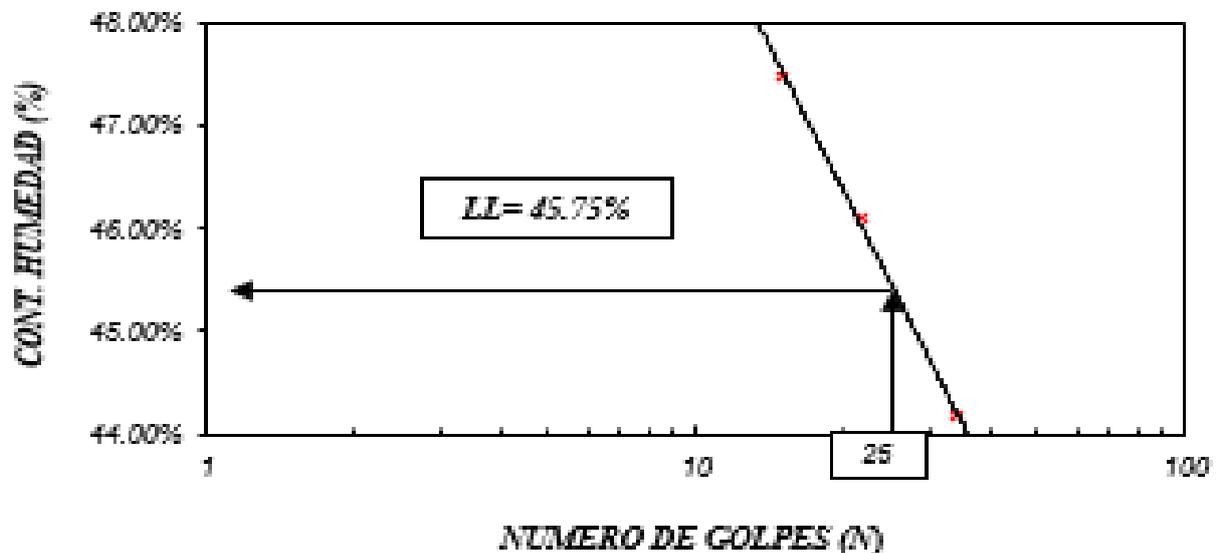
Ensayo Prueba	Límite líquido			Límite plástico	
	1	2	3	1	2
M tara (gr)	25.20	25.30	25.10	25.10	25.00
w <sub>l</sub> +M. Hum (gr)	48.50	49.70	48.60	43.70	43.60
w <sub>l</sub> +M. Niso (gr)	41.00	42.00	41.40	40.20	39.90
w <sub>l</sub> agua (gr)	7.50	7.70	7.20	3.50	3.70
w/M. Saca (gr)	15.80	16.70	16.30	15.10	14.90
w(%)	47.47%	45.11%	44.17%	23.15%	24.83%
N. GOLPES	15	22	34	Promedio = 24.01%	

L.L. = 45.75%

L.P. = 24.01%

I.P. = 21.74%

## Calicata 4



**R & C**

CONSULTORES



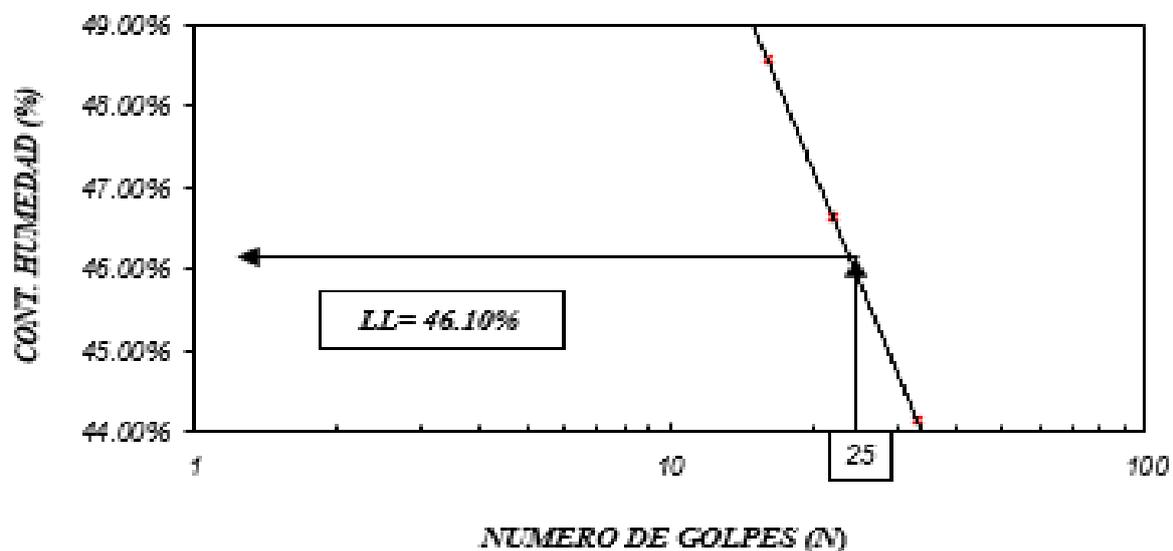
# Límites de Consistencia

CALICATA : 5  
 ESTRATO : UNICO

<i>Ensayo</i> <i>Prueba</i>	<i>Límite líquido</i>			<i>Límite plástico</i>	
	1	2	3	1	2
W tara (gr)	25.00	25.20	25.00	25.30	25.10
Wt+M.Hum (gr)	45.80	46.90	47.20	41.20	42.60
Wt+M.Msc (gr)	39.00	40.00	40.40	38.00	38.90
W agua (gr)	6.80	6.90	6.80	3.20	3.70
W M.Seca (gr)	14.00	14.80	15.40	12.70	13.80
W(%)	48.57%	46.62%	44.16%	25.20%	26.81%
N.GOLPES	16	22	33	Promedio = 26.00%	

LL = 46.10%  
 L.P. = 26.00%  
 I.P. = 20.10%

## Calicata 5



**R & C**

CONSULTORES



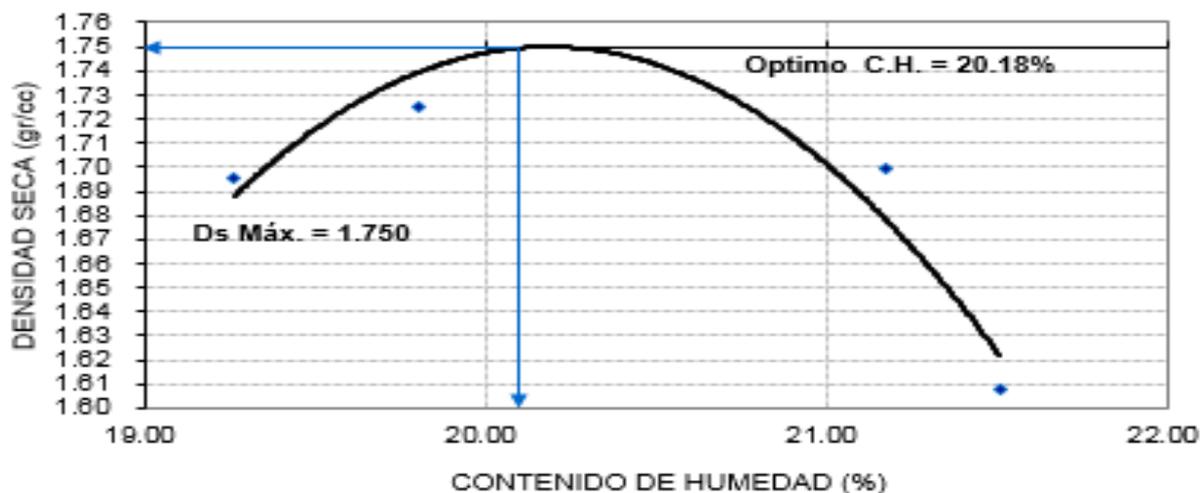
# ENSAYO DE LA CALICATA MAS DESFAVORABLE ENSAYO DE COMPACTACION

**ASTM D 1557-91 (98) AASHTO T 180-70 MTC E 115-2000**

SUELO : A-7-11  
CALICATA: 4  
ESTRATO : UNICO

MOLDE N°	1		2		3		4	
Número de capas	5		5		5		5	
Número de golpes por capa	25		25		25		25	
Volumen de la muestra (cc)	2032.33		2032.33		2032.33		2032.33	
Peso de molde (gr)	2580.00		2580.00		2580.00		2580.00	
Peso muestr. húm. + molde (gr)	6690.00		6780.00		6765.00		6550.00	
Peso muestra húmeda (gr)	4110.00		4200.00		4185.00		3970.00	
Densidad húmeda (gr/cc)	2.02		2.07		2.06		1.95	
TARA N°	a	b	c	d	e	f	g	h
Peso de tara (gr)	34.50	97.10	44.50	96.30	94.40	96.00	97.40	42.70
Muestra húmeda + tara (gr)	96.40	181.10	101.50	138.10	152.50	156.40	201.80	72.20
Muestra seca + tara (gr)	86.80	167.00	92.20	131.10	142.20	146.00	183.60	66.90
Peso muestra seca (gr)	52.30	69.90	47.70	34.80	47.80	50.00	86.20	24.20
Peso del agua (gr)	9.60	14.10	9.30	7.00	10.30	10.40	18.20	5.30
Contenido de humedad (%)	18.36	20.17	19.50	20.11	21.55	20.80	21.11	21.90
CONT. DE HUMEDAD PROMED	19.26		19.81		21.17		21.51	
DENSIDAD SECA (gr/cc)	1.70		1.72		1.70		1.61	
DENSIDAD MAXIMA (gr/cc):		1.750		CONT. OPTIMO DE HUMEDAD (% 20.10				

## CURVA DE COMPACTACION (PRUEBA PROCTOR MODIFICADO)



**R & C**

CONSULTORES



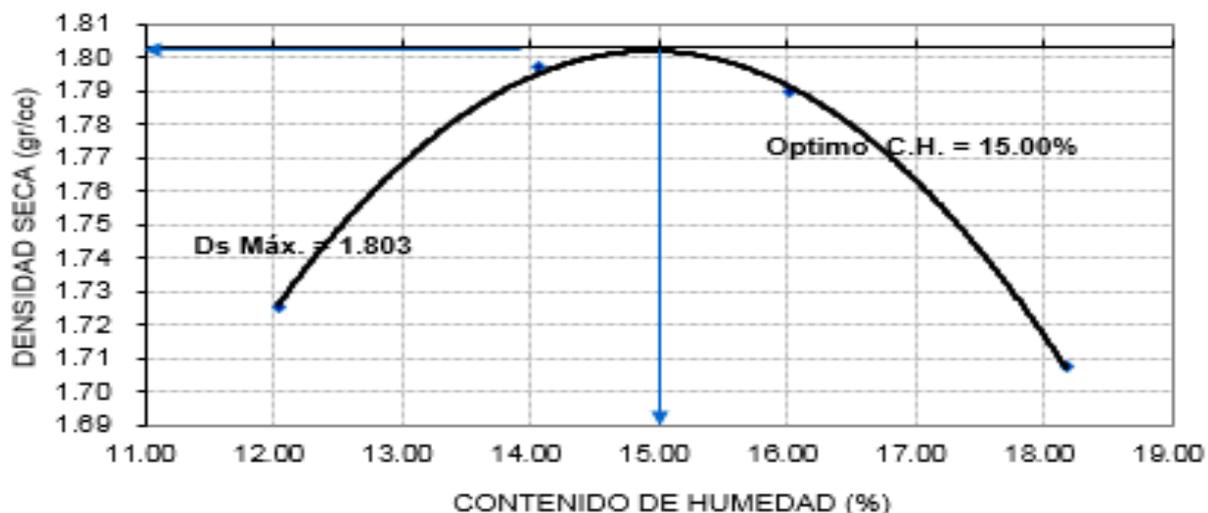
# ENSAYO DE LA CALICATA MAS DESFAVORABLE ENSAYO DE COMPACTACION

**ASTM D 1557-91 (98) AASHTO T 180-70 MTC E 115-2000**

SUELO : A-7-11  
CALICATA : 5  
ESTRATO : UNICO

MOLDE N°	1		2		3		4	
Número de capas	5		5		5		5	
Número de golpes por capa	25		25		25		25	
Volumen de la muestra (cc)	944.00		944.00		944.00		944.00	
Peso de molde (gr)	2240.00		2240.00		2240.00		2240.00	
Peso muestr. húm. + molde (gr)	4065.00		4175.00		4200.00		4145.00	
Peso muestra húmeda (gr)	1825.00		1935.00		1960.00		1905.00	
Densidad húmeda (gr/cc)	1.93		2.05		2.08		2.02	
TARA N°	a	b	c	d	e	f	g	h
Peso de tara (gr)	25.00	25.20	25.10	25.10	25.00	25.20	25.30	25.20
Muestra húmeda + tara (gr)	162.90	163.70	182.90	173.90	185.90	188.20	175.00	187.60
Muestra seca + tara (gr)	148.10	148.80	163.50	155.50	163.70	165.70	152.10	162.50
Peso muestra seca (gr)	123.10	123.60	138.40	####	138.70	140.50	126.80	137.30
Peso del agua (gr)	14.80	14.90	19.40	18.40	22.20	22.50	22.90	25.10
Contenido de humedad (%)	12.02	12.06	14.02	14.11	16.01	16.01	18.06	18.28
CONT. DE HUMEDAD PROMED	12.04		14.06		16.01		18.17	
DENSIDAD SECA (gr/cc)	1.73		1.80		1.79		1.71	
DENSIDAD MAXIMA (gr/cc) :	1.803		CONT. OPTIMO DE HUMEDAD (% 15.00					

## CURVA DE COMPACTACION (PRUEBA PROCTOR MODIFICADO)



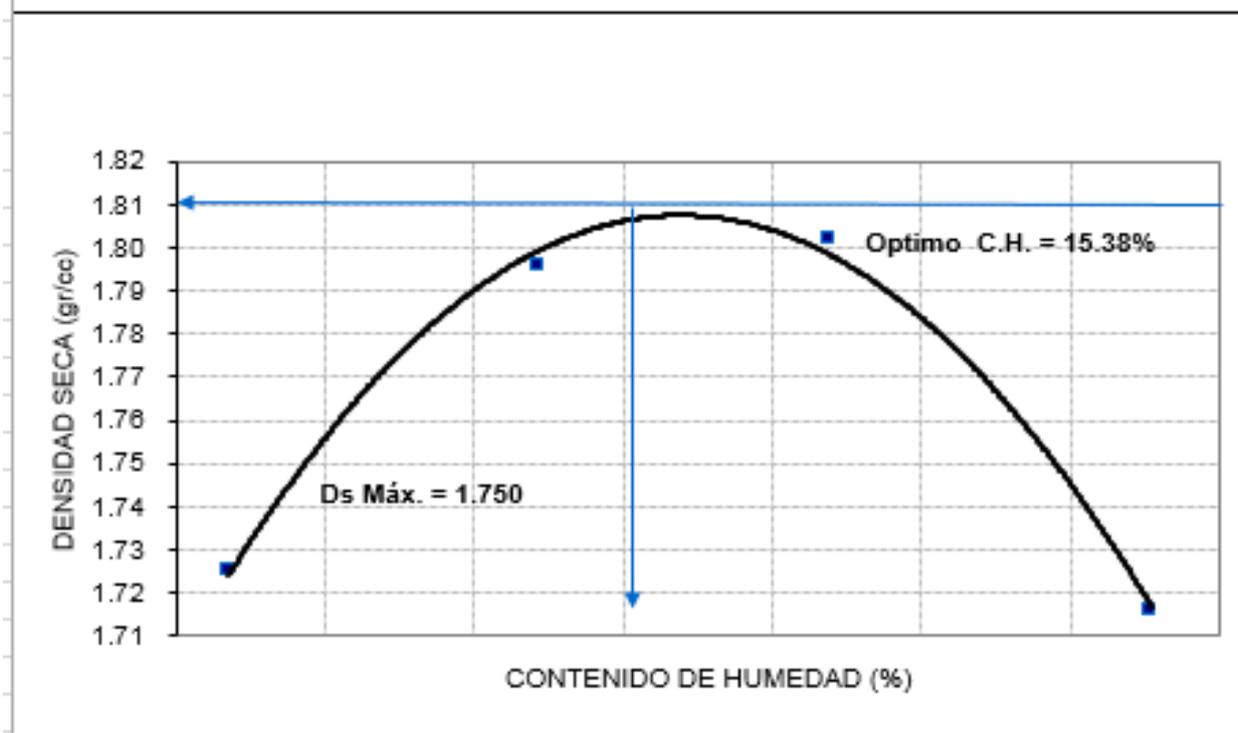
## ENSAYO DE LA CALICATA MAS DESFAVORABLE ENSAYO DE COMPACTACION

**ASTM D 1557-91 (98) AASHTO T 180-70 MTC E 115-2000**

SUELO : A-7-12  
CALICATA : 3  
ESTRATO : UNICO

MOLDE N°	1		2		3		4	
Número de capas	5		5		5		5	
Número de golpes por capa	25		25		25		25	
Volumen de la muestra (cc)	944.00		944.00		944.00		944.00	
Peso de molde (gr)	2240.00		2240.00		2240.00		2240.00	
Peso muestr. húm. + molde (gr)	4070.00		4180.00		4220.00		4160.00	
Peso muestra húmeda (gr)	1830.00		1940.00		1980.00		1920.00	
Densidad húmeda (gr/cc)	1.94		2.06		2.10		2.03	
TARA N°	a	b	c	d	e	f	g	h
Peso de tara (gr)	30.20	30.20	30.10	30.00	30.20	30.10	30.20	30.20
Muestra húmeda + tara (gr)	265.80	259.20	248.90	279.50	287.90	291.50	276.30	####
Muestra seca + tara (gr)	239.60	234.30	221.30	248.00	251.30	255.00	238.00	####
Peso muestra seca (gr)	####	204.10	191.20	####	221.10	####	####	####
Peso del agua (gr)	26.20	24.90	27.60	31.50	36.60	36.50	38.30	####
Contenido de humedad (%)	12.51	12.20	14.44	14.45	16.55	16.23	18.43	18.65
CONT. DE HUMEDAD PROMED	12.36		14.44		16.39		18.54	
DENSIDAD SECA (gr/cc)	1.73		1.80		1.80		1.72	
DENSIDAD MAXIMA (gr/cc):	1.807		CONT. OPTIMO DE HUMEDAD (%)		15.38			

### CURVA DE COMPACTACION (PRUEBA PROCTOR MODIFICADO)



# CRONOGRAMA

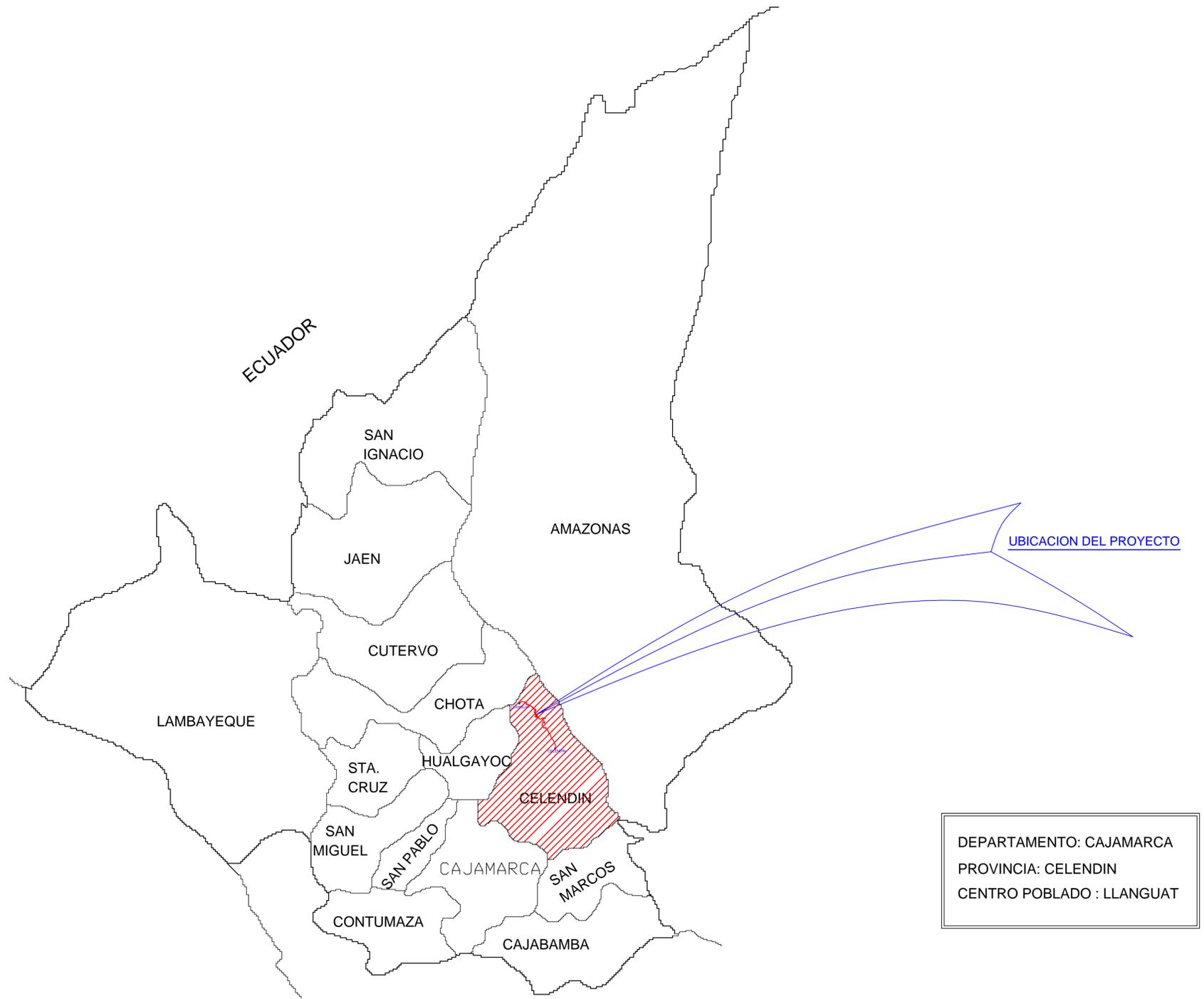
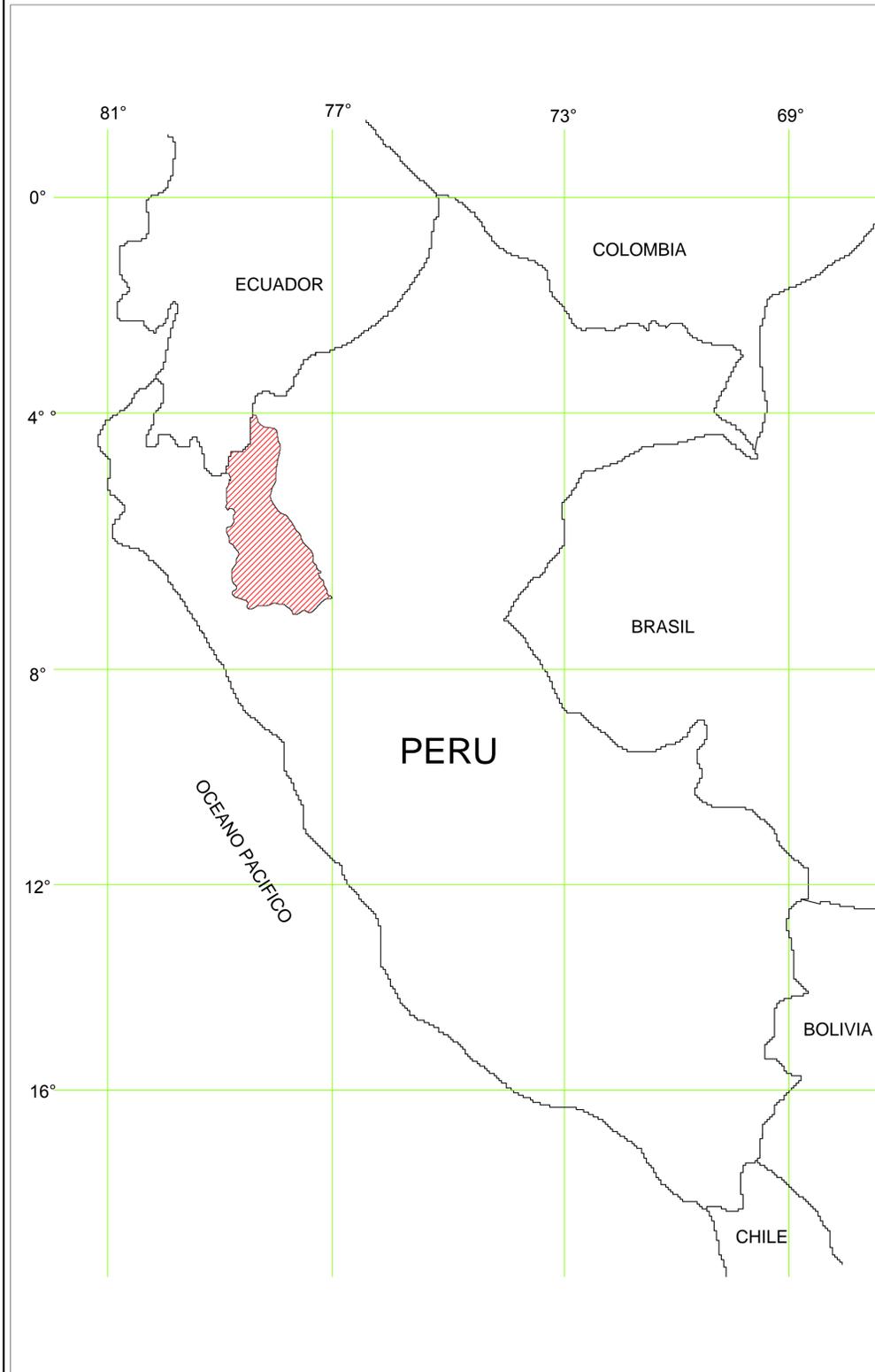
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN – LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN – DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

## CRONOGRAMA VALORIZADO DE EJECUCION DE OBRA

TIEMPO DE EJECUCION: 180 DIAS

FECHA: ENERO 2021

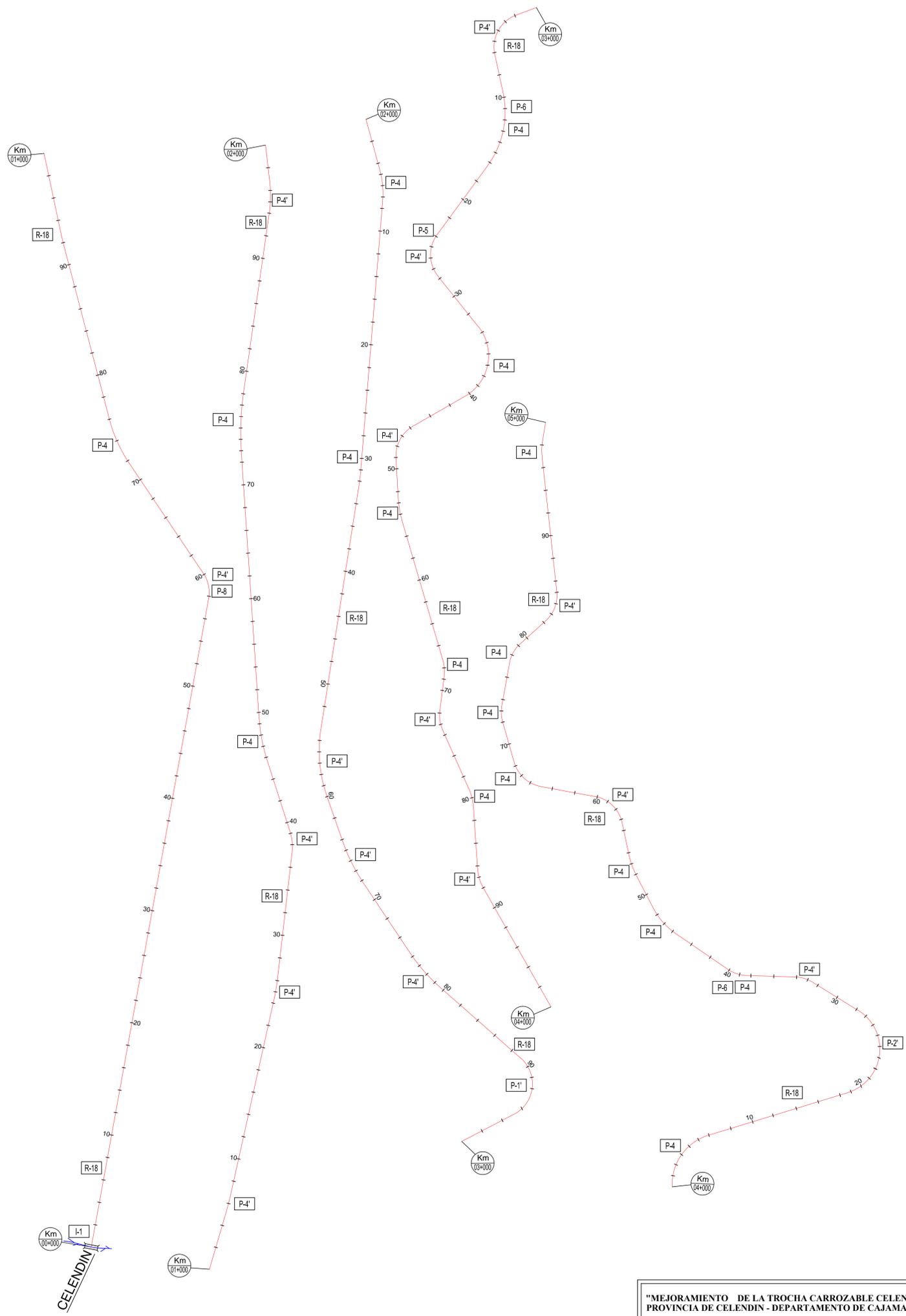
Item	Descripcion	Presupuesto	TIEMPO PROGRAMADO DE EJECUCION DE OBRA = 6.0 MESES														TOTAL PROGRAMADO			
			SEMANA 0	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12					
01.00	OBRAS PROVISIONALES	5,542.13	1,662.64	2,216.85	1,662.64															5,542.13
02.00	TRABAJOS PRELIMINARES	5,345.84		534.58	534.58	1,069.17	1,069.17	1,069.17	1,069.17											5,345.84
03.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS		23,740.16	67,480.31	67,480.31	67,480.31	67,480.31	67,480.31	33,740.16											327,401.55
04.00	AFIRMADO e=0.15M						74,467.92	148,935.85	148,935.85											372,339.12
05.00	CUNETAS								4,449	8,897	8,897									22,243.50
06.00	SEÑALIZACION	10,449								2,090	2,090	3,135	2,090							10,448.68
07.00	ALCANTARILLAS TIPO ARMCO 13 UND	86,013.46					4,300.67	4,300.67	17,202.69	17,202.69	17,202.69	8,601.35	8,601.35	4,300.67	4,300.67					86,013.46
08.00	PASES DE AGUA DE TUBERIA PYC HDPE 8" Y 12"	8,355.87								2,088.97	2,088.97	2,088.97	2,088.97							8,355.87
09.00	PUENTE DE LOSA LLENA L=6ML	80,236.41										24,070.92	24,070.92	32,094.56						80,236.41
10.00	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	3,000.00										1,050.00	1,050.00	900.00						3,000.00
11.00	IMPACTO AMBIENTAL	1,200.00										360.00	360.00	480.00						1,200.00
***	FLETE	5,000.00											1,250.00	1,250.00	1,250.00	1,250.00				5,000.00
***	LIMPIEZA GENERAL DE OBRA	1,500.00												250.00	250.00	250.00	250.00			1,500.00
***	CONTRO DE CALIDAD Y OTROS	1,524.00			304.80	457.20			304.80				304.80	152.40						1,524.00
		1,524.00			20%	30%			20%				20%	10%						
		940,150.56																		
	AYANCE MENSUAL PROGRAMADO		1,662.64	36,491.59	69,677.53	68,854.28	69,006.68	143,017.30	192,494.34	162,438.52	26,100.09	22,426.26	21,381.40	39,305.84	39,815.77	39,177.64	6,300.67	2,000.00		940,150.56
	PORCENTAJE		0.18%	3.88%	7.41%	7.32%	7.34%	15.21%	20.47%	17.28%	2.78%	2.39%	2.27%	4.18%	4.24%	4.17%	0.67%	0.21%		100%
	AYANCE MENSUAL PROGRAMADO ACUMULADO		1,662.64	38,154.23	107,831.76	176,686.04	245,692.72	388,710.02	581,204.37	743,642.89	769,742.98	792,169.24	813,550.64	852,856.48	892,672.25	931,849.89	938,150.56	940,150.56		940,150.56
	PORCENTAJE		0.18%	4.06%	11.47%	18.79%	26.13%	41.34%	61.81%	79.09%	81.87%	84.26%	86.53%	90.71%	93.23%	97.50%	98.17%	98%		



DEPARTAMENTO: CAJAMARCA  
 PROVINCIA: CELENDIN  
 CENTRO POBLADO : LLANGUAT

**"MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN - LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".**

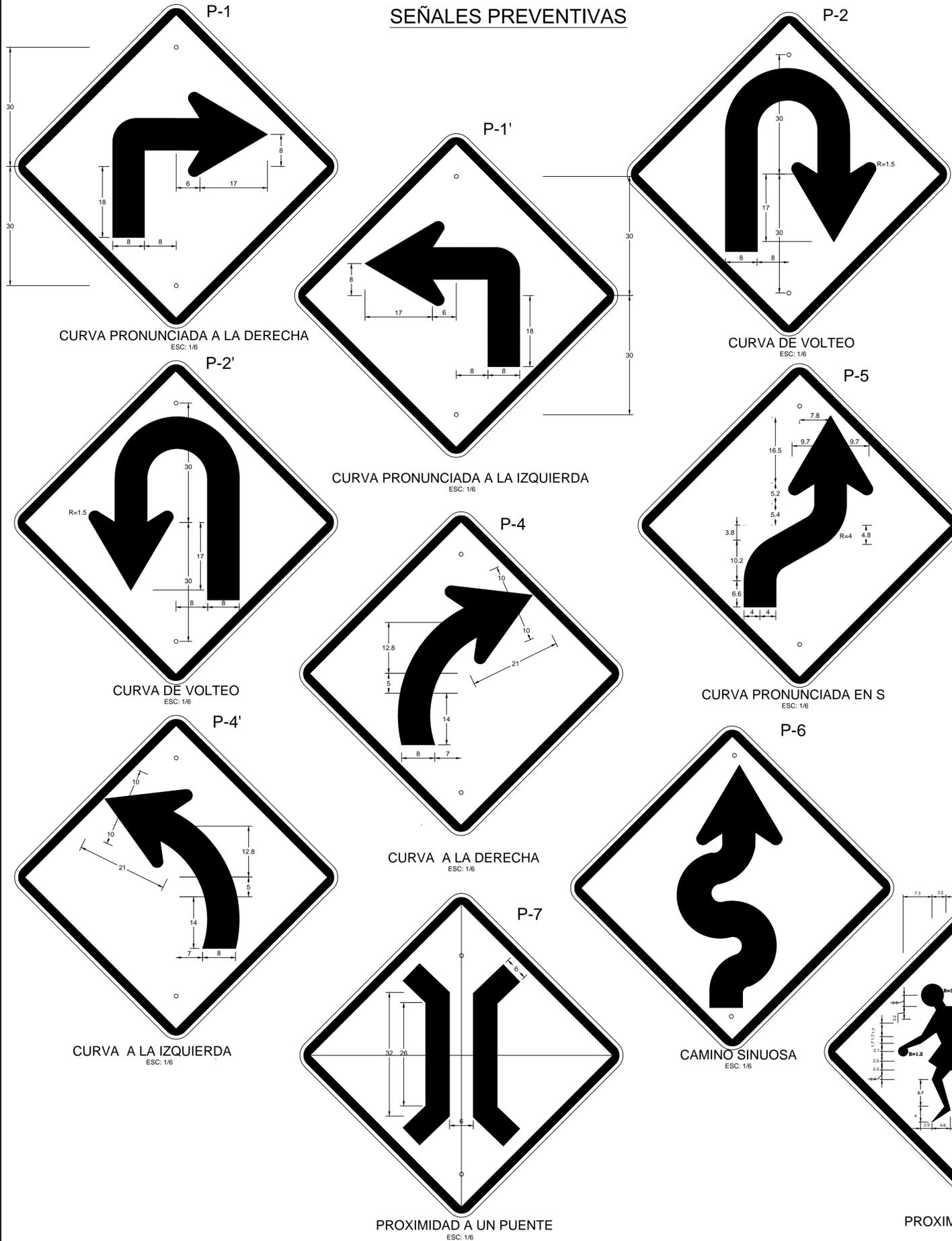
 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO</b>	<b>UBICACION</b>		
	PLANO:	AUTORES: <b>Bach. Gomez Perez, Lenerd David.          Bach. Guillén Flores, Mariley.</b>	PLANO:
	UBICACION: REGION : CAJAMARCA PROVINCIA : CELENDIN DISTRITO : CELENDIN	ASESOR: <b>Ing. Guido Robert, Marin Cubas</b>	<b>U-1</b>
	REVISION: <b>Ing. Guido Robert, Marin Cubas</b>	ESCALA: S/E	FECHA: ENERO 2021



**"MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN - LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".**

 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO</b>	PLANO:	<b>SEÑALIZACION: Km 00+000 - KM 05+000</b>	
	UBICACION:	AUTORES:	PLANO:
	REGION : CAJAMARCA	Bach. Gomez Perez, Lenerd David.	<b>T2-1</b>
	PROVINCIA : CELENDIN	Bach. Guillén Flores, Mariley.	
DISTRITO : CELENDIN	ASESOR:	Ing. Guido Robert, Marin Cubas	
REVISION:	Ing. Guido Robert, Marin Cubas	ESCALA:	FECHA:
		1/2000	ENERO 2021

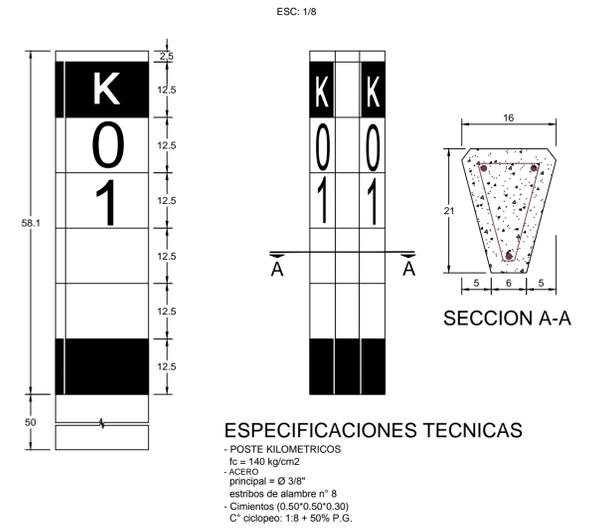
## SEÑALES PREVENTIVAS



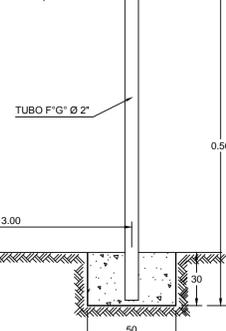
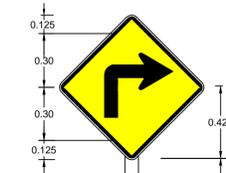
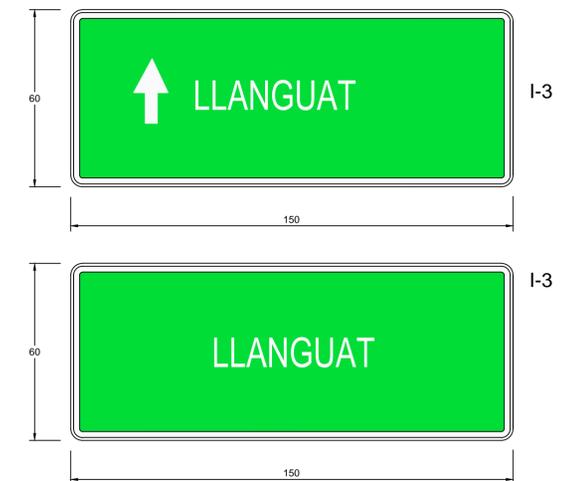
## SEÑALES REGULADORAS



## HITOS KILOMETRICOS



## SEÑALES INFORMATIVAS



**ESPECIFICACIONES TECNICAS**  
- Cimientos (0.50'x0.50'x0.30)  
- C° ciclopeo: 1:8 + 50% P.G.  
- TUBO F" G" Ø 2"

COLORES DE SEÑALES			
DESCRIPCION	PREVENTIVA	REGULADORA	INFORMATIVA
ORLA	NEGRO	NEGRO	BLANCO
SIMBOLO	NEGRO	ROJO	BLANCO
LEVENDA	.....	NEGRO	BLANCO
FONDO	AMARILLO	BLANCO	VERDE

"MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN - LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".

PLANO: **SEÑALIZACION**

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

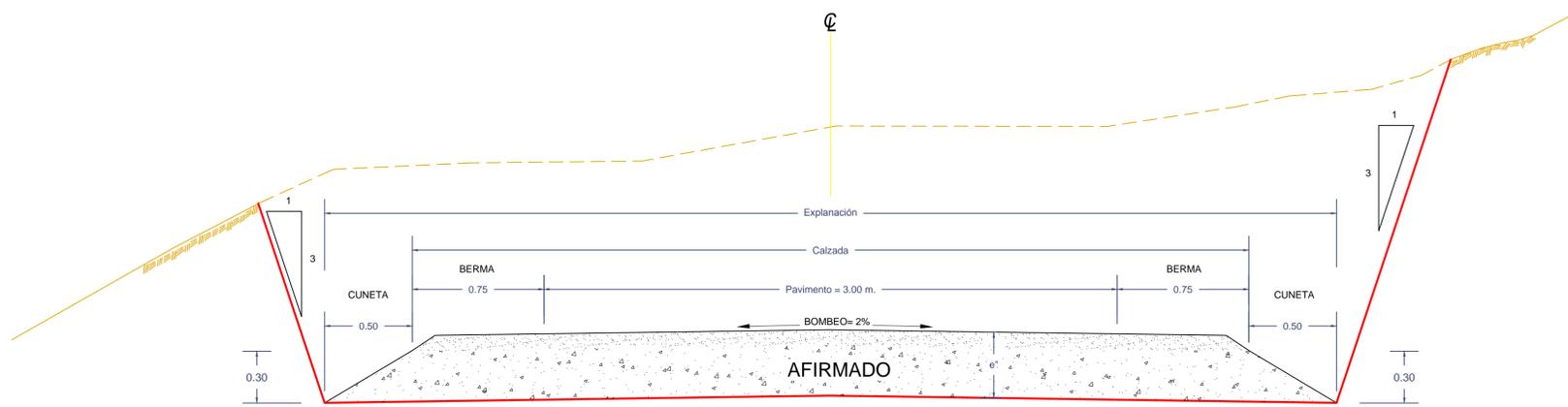
AUTORES: Bach. Gomez Perez, Lenerd David, Bach. Guillén Flores, Mariley.

ASESOR: Ing. Guido Robert, María Cubas

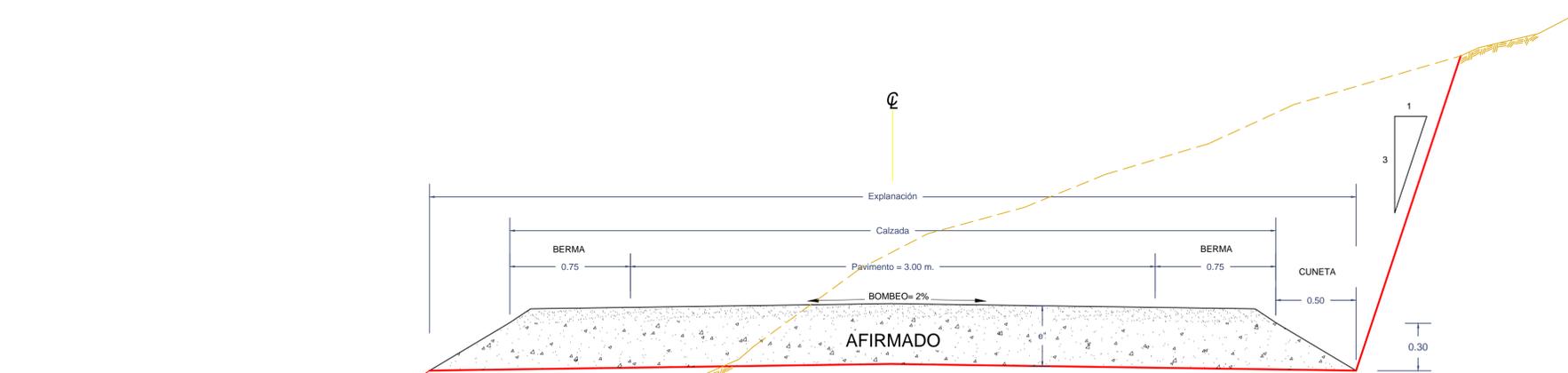
REVISOR: Ing. Guido Robert, María Cubas

FECHA: ENERO 2021

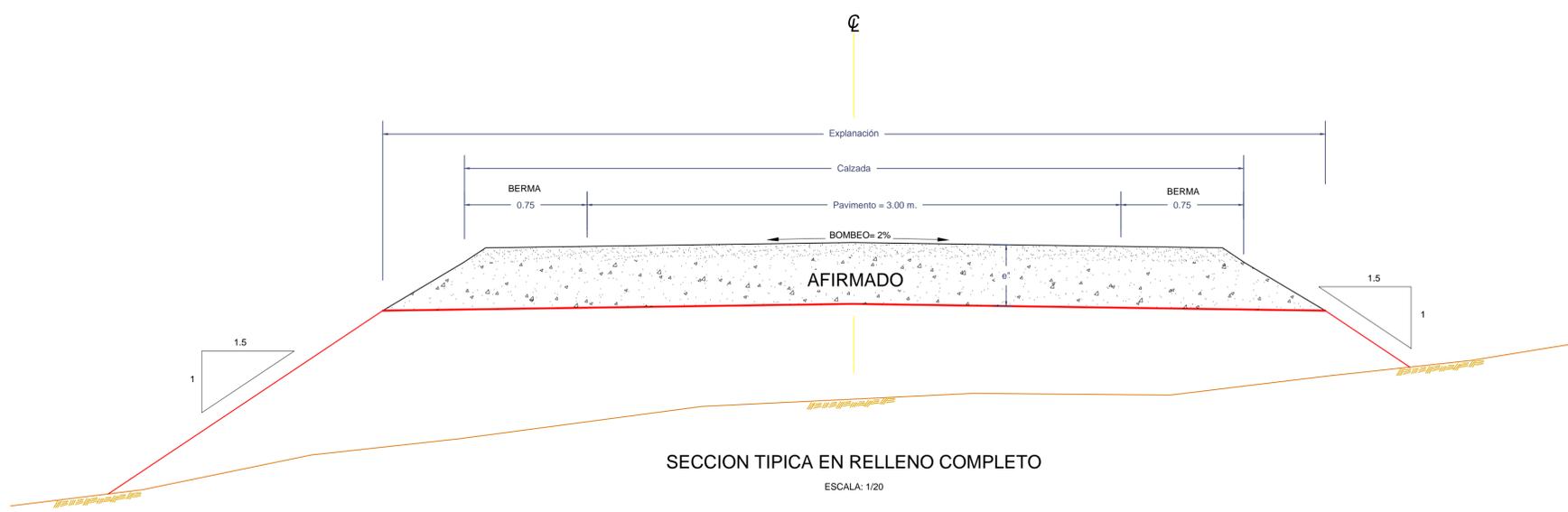
T-1



SECCION TIPICA EN CORTE CERRADO  
ESCALA: 1/20



SECCION TIPICA EN MEDIA LADERA  
ESCALA: 1/20

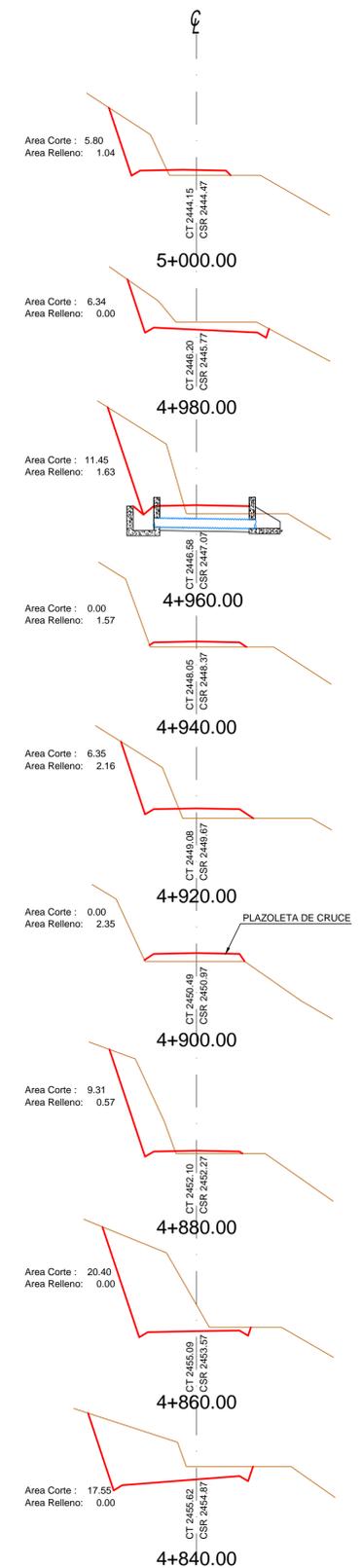
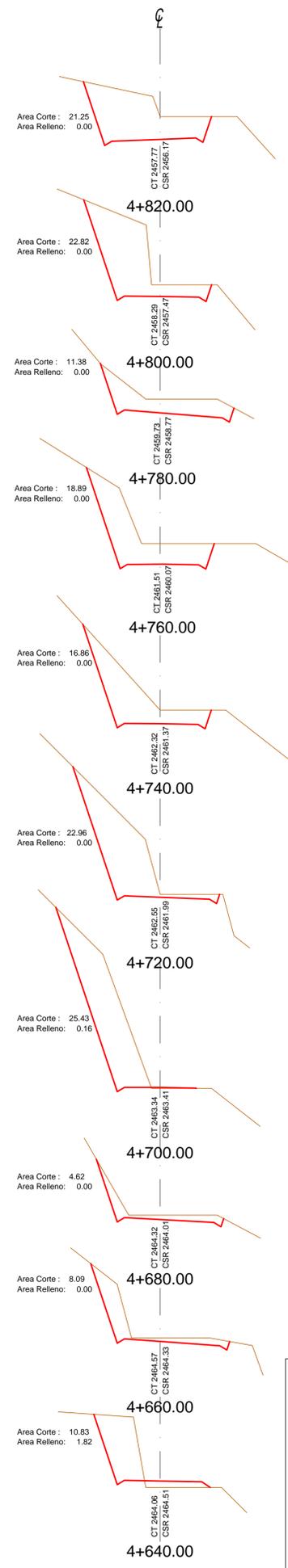
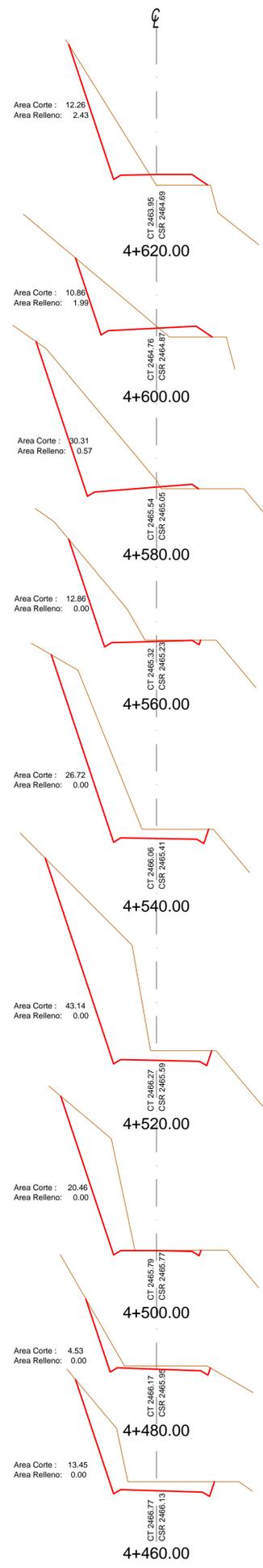
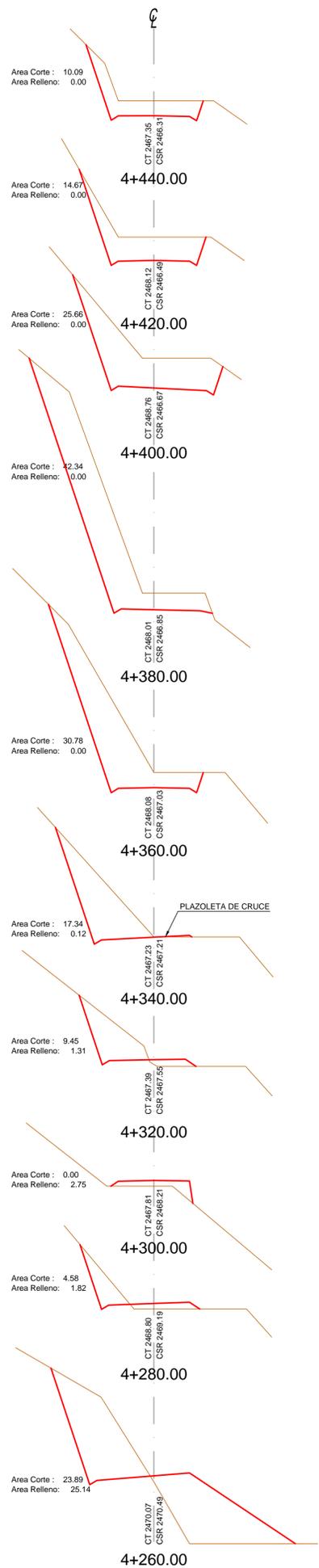
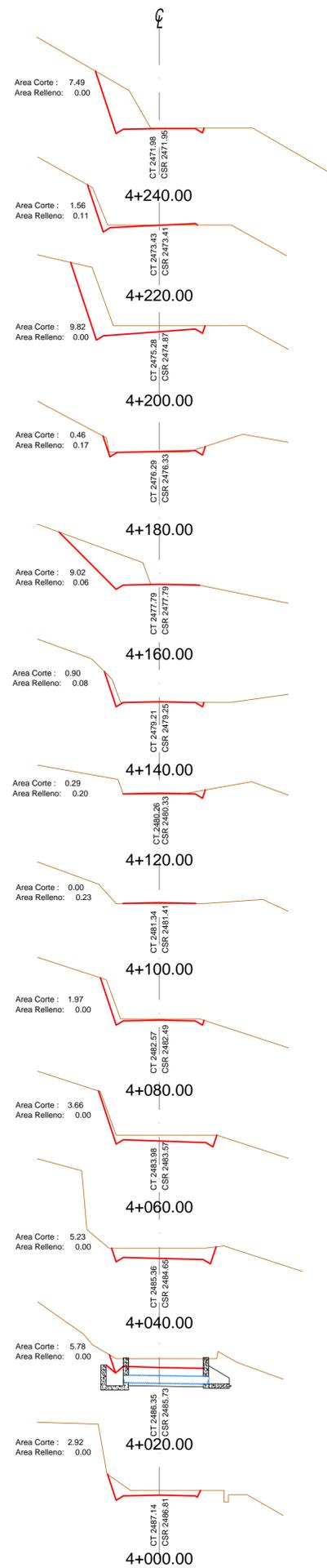


SECCION TIPICA EN RELLENO COMPLETO  
ESCALA: 1/20

CLASES DE SUELOS	
PROGRESIVA	SUELO
00+000.00 - 02+500.00	SUELO ARCILLA - INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD
02+500.00 - 15+000.00	SUELO ARENA - LIMOSA
15+000.00 - 16+500.00	SUELO ARCILLA - INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD
16+500.00 - 17+000.00	SUELO GRAVA - LIMOSA
17+000.00 - 17+500.00	SUELO LIMO - INORGANICO
17+500.00 - 18+000.00	SUELO ARENA - LIMOSA
18+000.00 - 18+500.00	SUELO ARCILLA - INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD
18+500.00 - 19+000.00	SUELO LIMO - INORGANICO
19+000.00 - 19+500.00	SUELO ARCILLA - INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD
19+500.00 - 20+000.00	SUELO LIMO - INORGANICO

"MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN - LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".

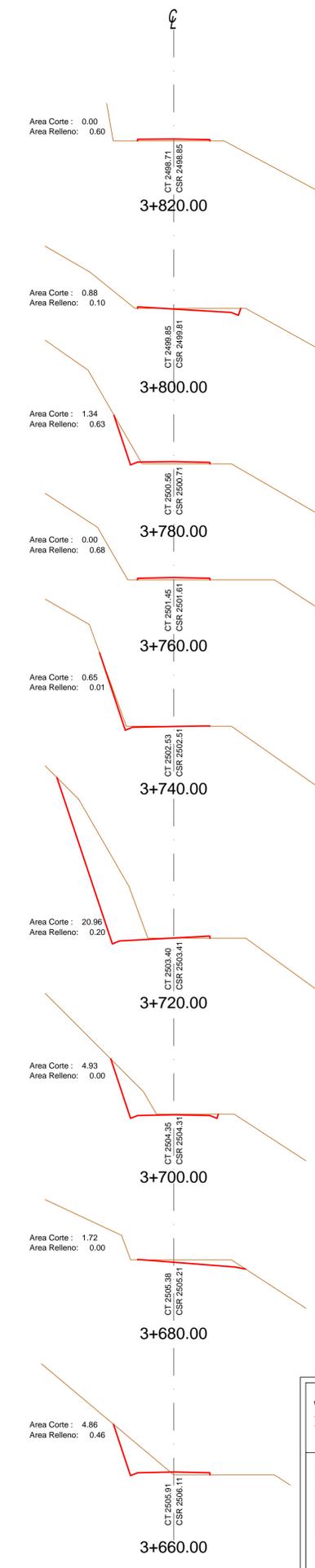
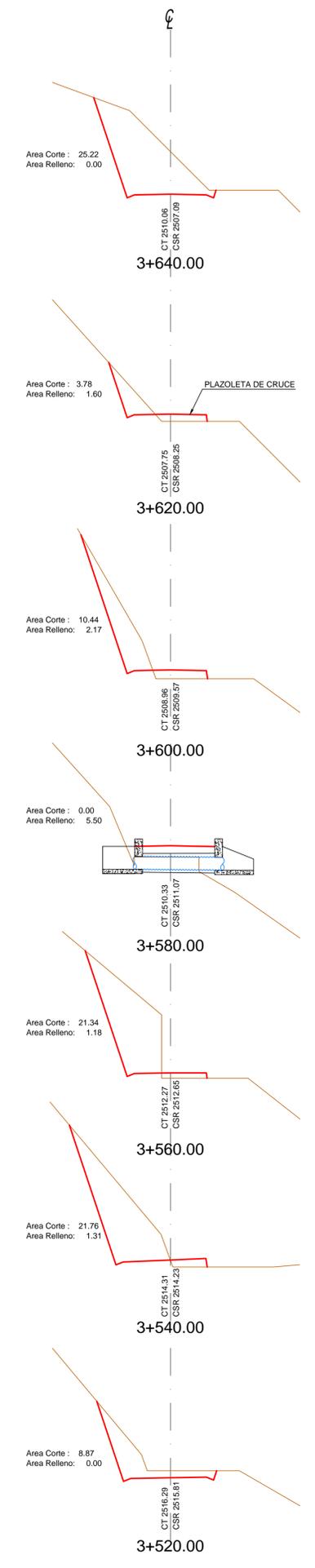
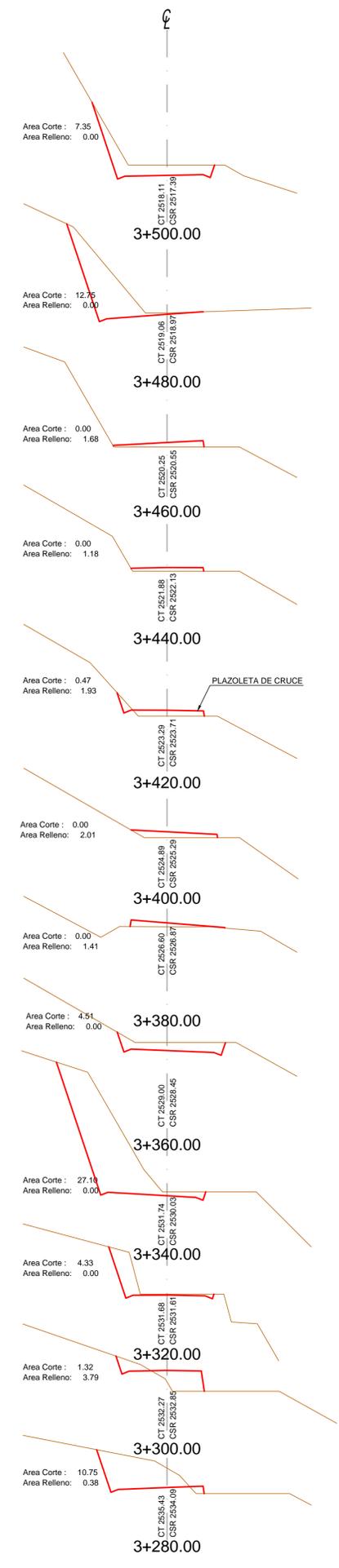
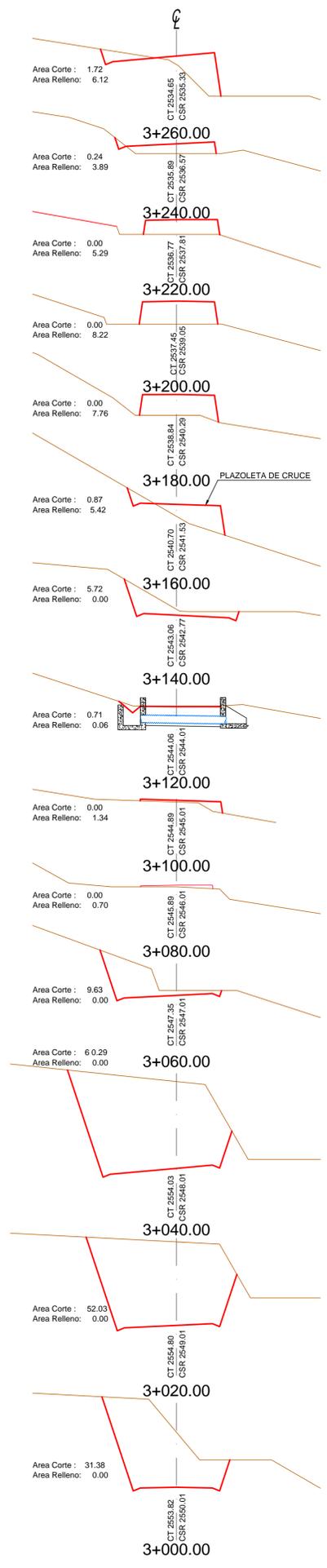
 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO</b>	PLANO: <b>SECCIONES TIPICAS</b>	PLANO: <b>ST-1</b>
	UBICACION: REGION : CAJAMARCA PROVINCIA : CELENDIN DISTRITO : CELENDIN	AUTORES: Bach. Gomez Perez, Lenerd David, Bach. Guillén Flores, Mariley. ASESOR: Ing. Guido Robert, Marín Cubas
ESCALA: 1/20	FECHA: ENERO 2021	



**"MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN - LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".**

**SECCIONES TRANSVERSALES: Km 04+000 - 05+000**

<p>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO</p>	UBICACION: REGION : CAJAMARCA PROVINCIA : CELENDIN DISTRITO : CELENDIN	AUTORES: <b>Bach. Gomez Perez, Lenerd David.</b> <b>Bach. Guillén Flores, Mariley.</b>	PLANO: 	
	ASESOR: <b>Ing. Guido Robert, Marín Cubas</b>			
	REVISIÓN: <b>Ing. Guido Robert, Marín Cubas</b>	ESCALA: 1/200	FECHA: ENERD 2021	



**"MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN - LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".**

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

SECCIONES TRANSVERSALES: Km 03+000 - 04+000

UBICACION: REGION - CAJAMARCA, PROVINCIA - CELENDIN, DISTRITO - CELENDIN

AUTORES: Bach. Gomez Perez, Lenerd David, Bach. Guillén Flores, Mariley

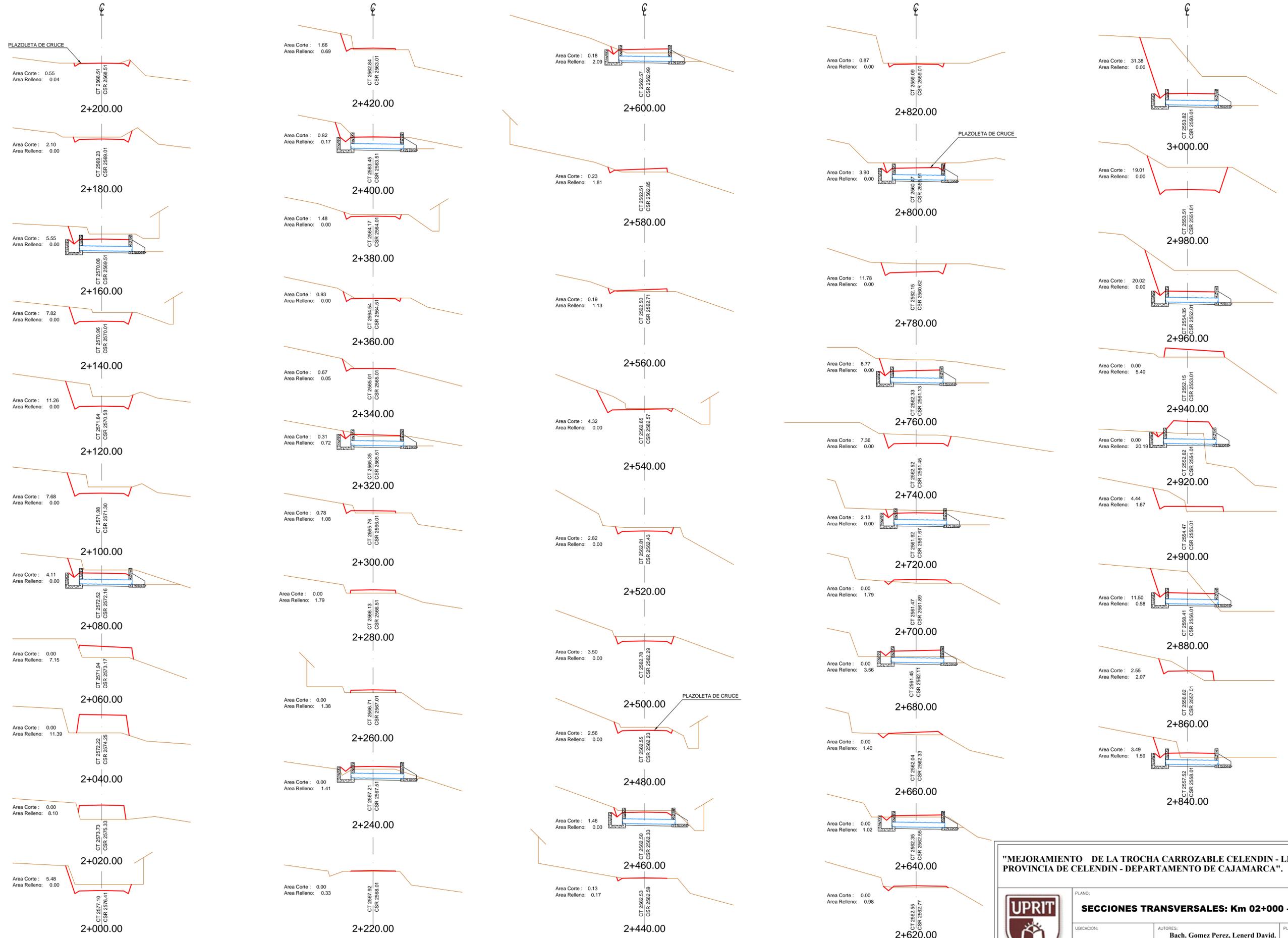
ASESOR: Ing. Guido Robert, Marín Cubas

REVISION: Ing. Guido Robert, Marín Cubas

ESCALA: 1/200

FECHA: ENERD 2021

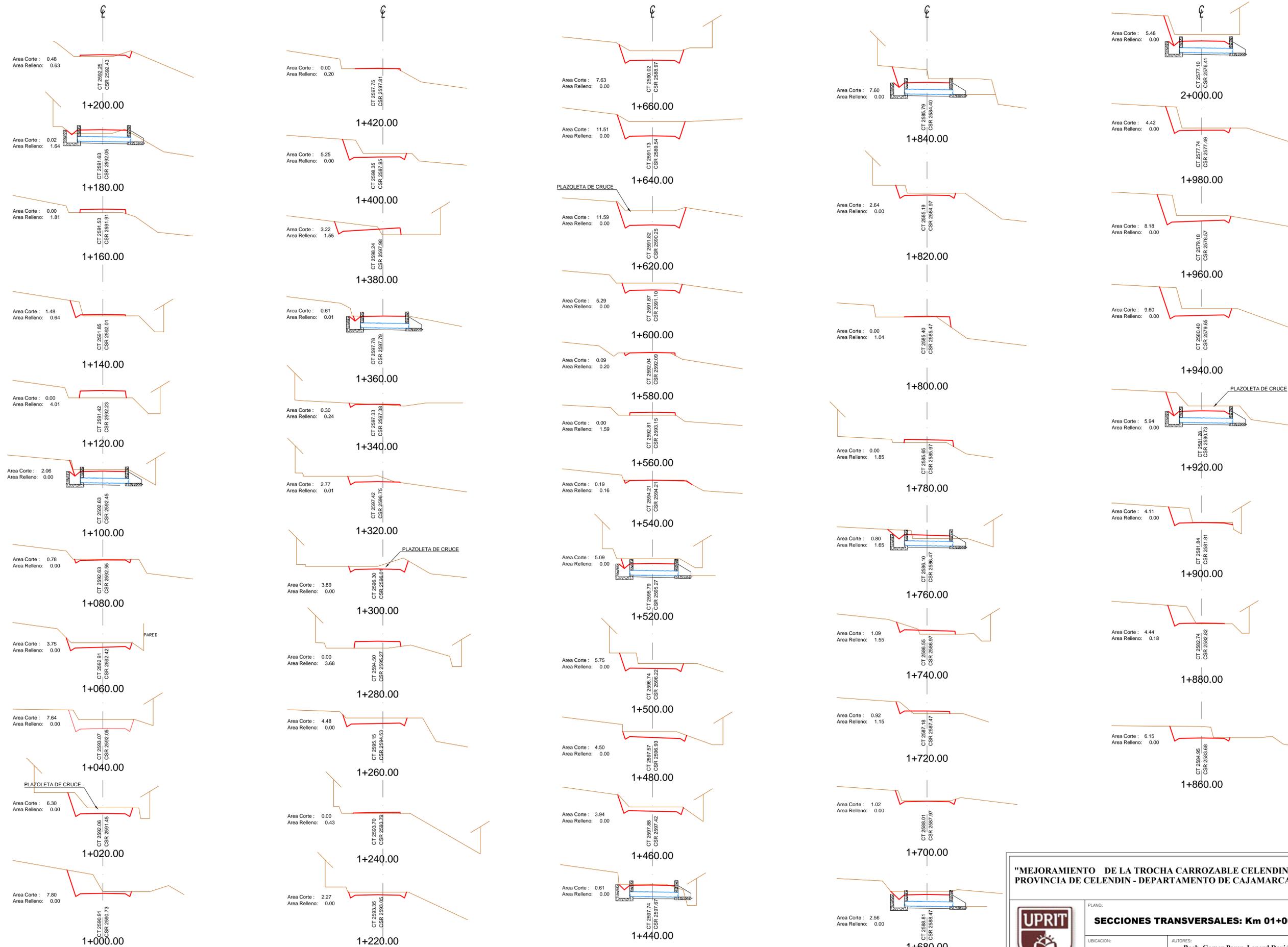
PLANO: S-4



**"MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN - LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".**

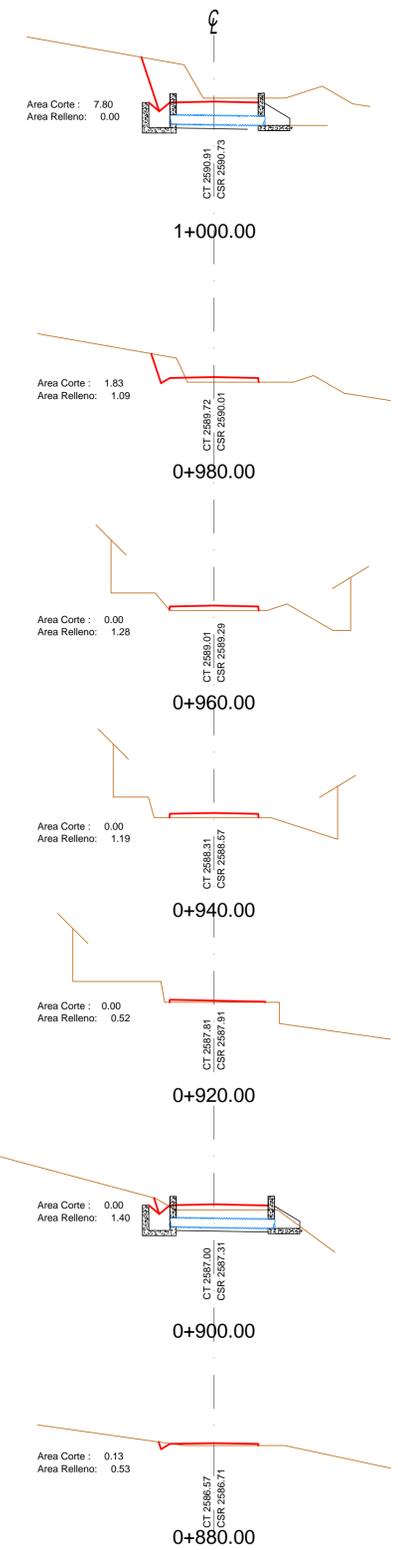
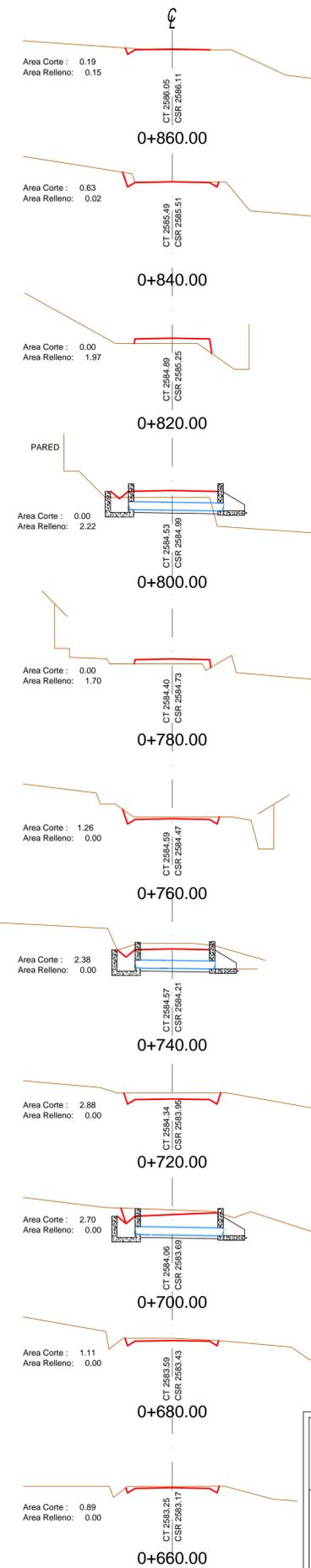
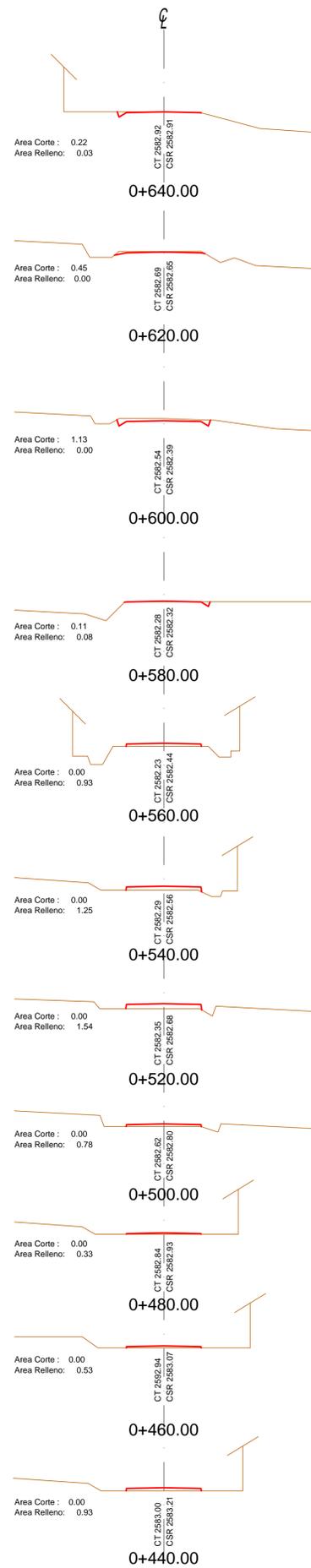
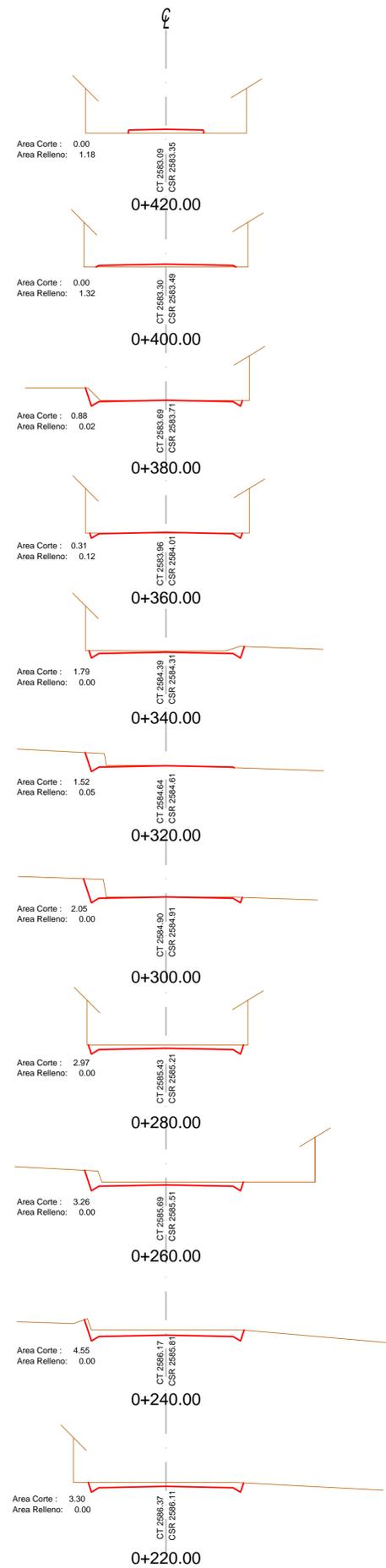
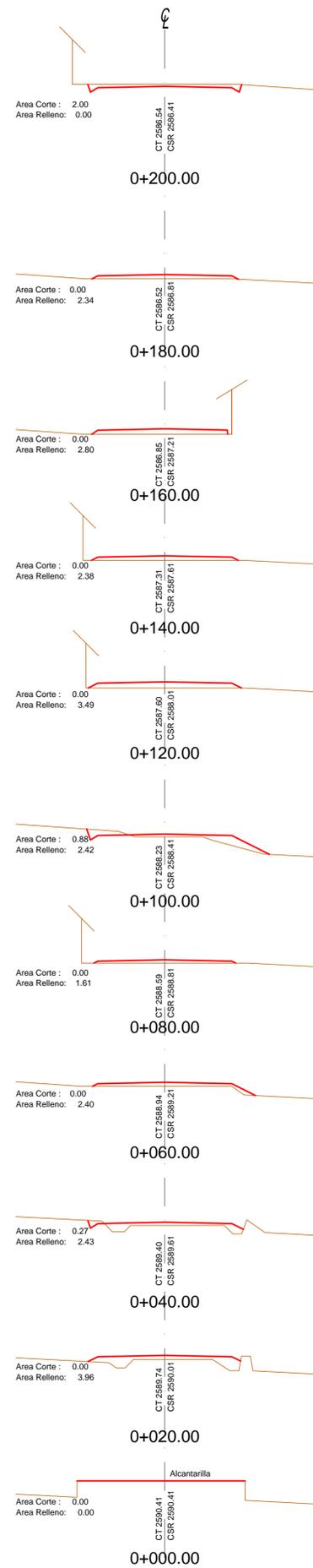
**SECCIONES TRANSVERSALES: Km 02+000 - 03+000**

 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO</b>	PLANO: <b>SECCIONES TRANSVERSALES: Km 02+000 - 03+000</b>	PLANO: 
	UBICACION: REGION : CAJAMARCA PROVINCIA : CELENDIN DISTRITO : CELENDIN	AUTORES: <b>Bach. Gomez Perez, Lenerd David.          Bach. Guillén Flores, Mariley.</b>  ASESOR: <b>Ing. Guido Robert, Marín Cubas</b>
	ESCALA: 1/200	FECHA: ENERD 2021



**"MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN - LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".**

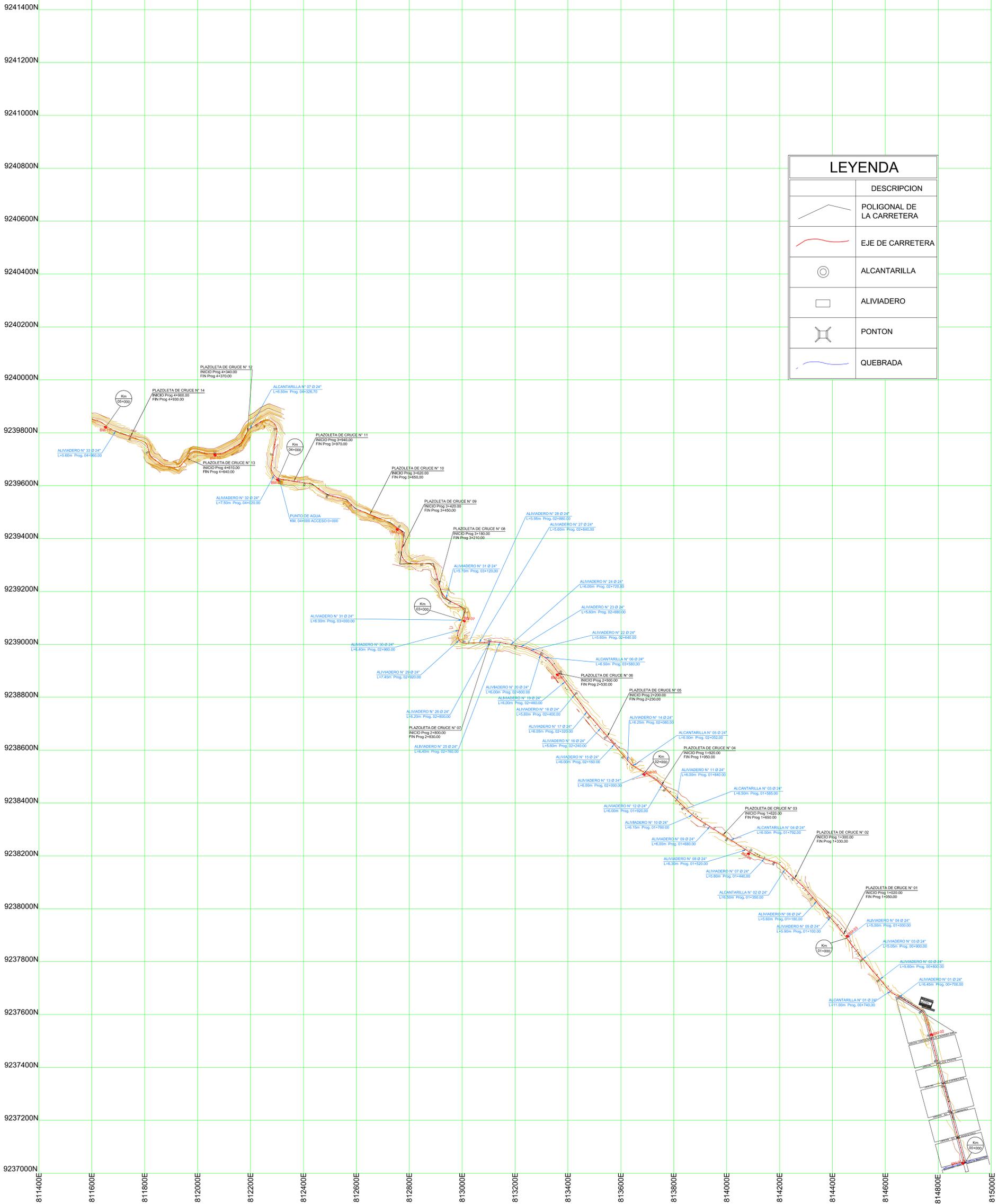
 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO</b>	<b>SECCIONES TRANSVERSALES: Km 01+000 - 02+000</b>		
	UBICACION: REGION : CAJAMARCA PROVINCIA : CELENDIN DISTRITO : CELENDIN	AUTORES: <b>Bach. Gomez Perez, Lenerd David.          Bach. Guillén Flores, Mariley.</b>	PLANO: <b>S=2</b>
	REVISOR: <b>Ing. Guido Robert, Marín Cubas</b>		
	ESCALA: 1/200	FECHA: ENERD 2021	



**"MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN - LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".**

PLANO: **SECCIONES TRANSVERSALES: Km 00+000 - 01+000**

<p>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO</p>	UBICACION: REGION : CAJAMARCA PROVINCIA : CELENDIN DISTRITO : CELENDIN	AUTORES: <b>Bach. Gomez Perez, Lenerd David.</b> <b>Bach. Guillén Flores, Mariley.</b>	PLANO: <b>S=1</b>
	ASESOR: <b>Ing. Guido Robert, Marín Cubas</b>		
REVISIÓN: <b>Ing. Guido Robert, Marín Cubas</b>	ESCALA: 1/200	FECHA: ENERD 2021	



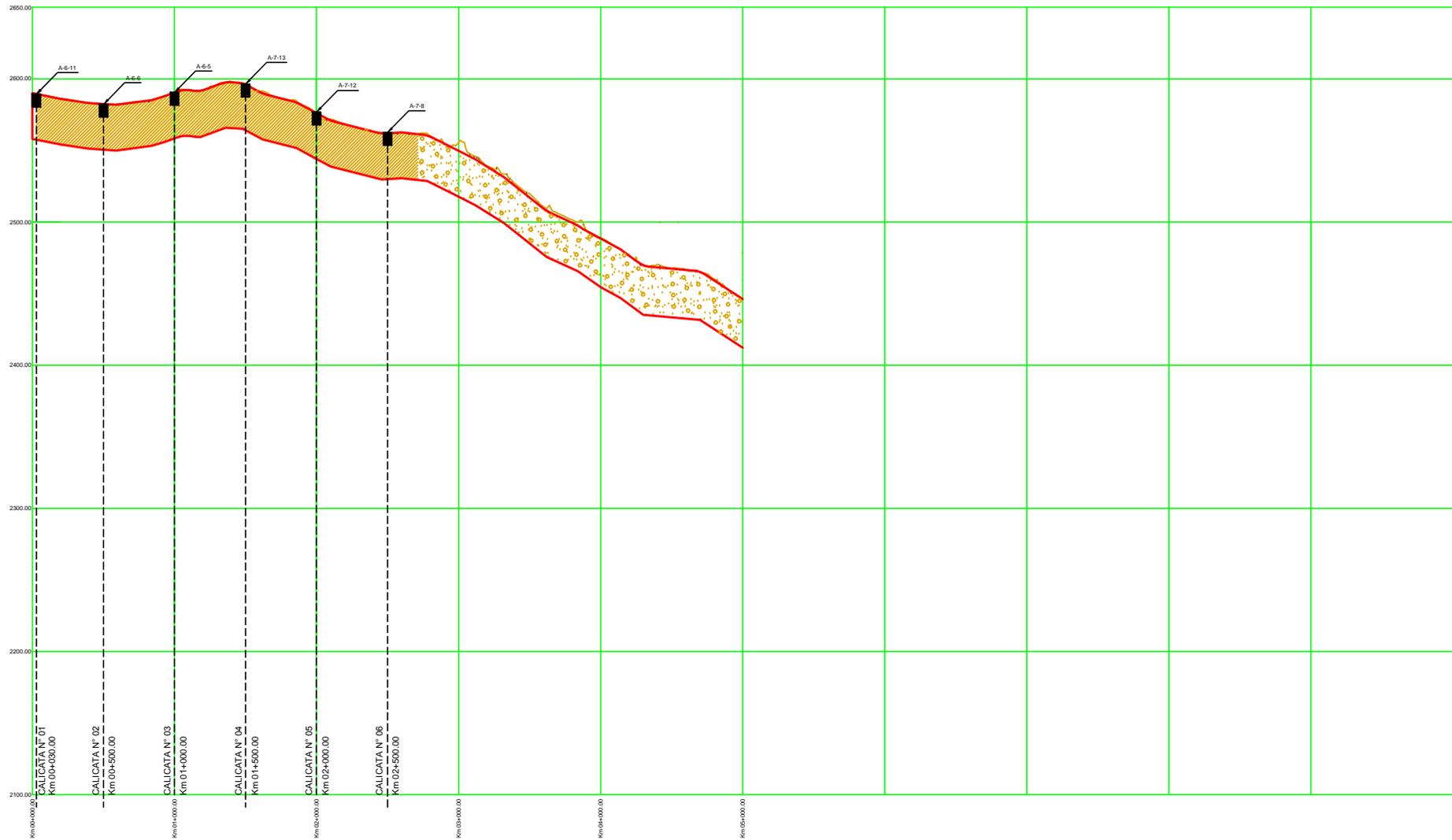
LEYENDA	
DESCRIPCION	
	POLIGONAL DE LA CARRETERA
	EJE DE CARRETERA
	ALCANTARILLA
	ALIVIADERO
	PONTON
	QUEBRADA

**"MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN - LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".**



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

PLANO:		<b>PLANO CLAVE</b>		PLANO:	
UBICACION:		AUTORES:		PLANO:	
REGION : CAJAMARCA		Bach. Gomez Perez, Lener David.		PC-1	
PROVINCIA : CELENDIN		Bach. Guillén Flores, Mariley.			
DISTRITO : CELENDIN		ASESOR:			
		Ing. Guido Robert, Marín Cubas			
REVISION:		ESCALA:		FECHA:	
Ing. Guido Robert, Marín Cubas		1/5000		ENERO DEL 2021	

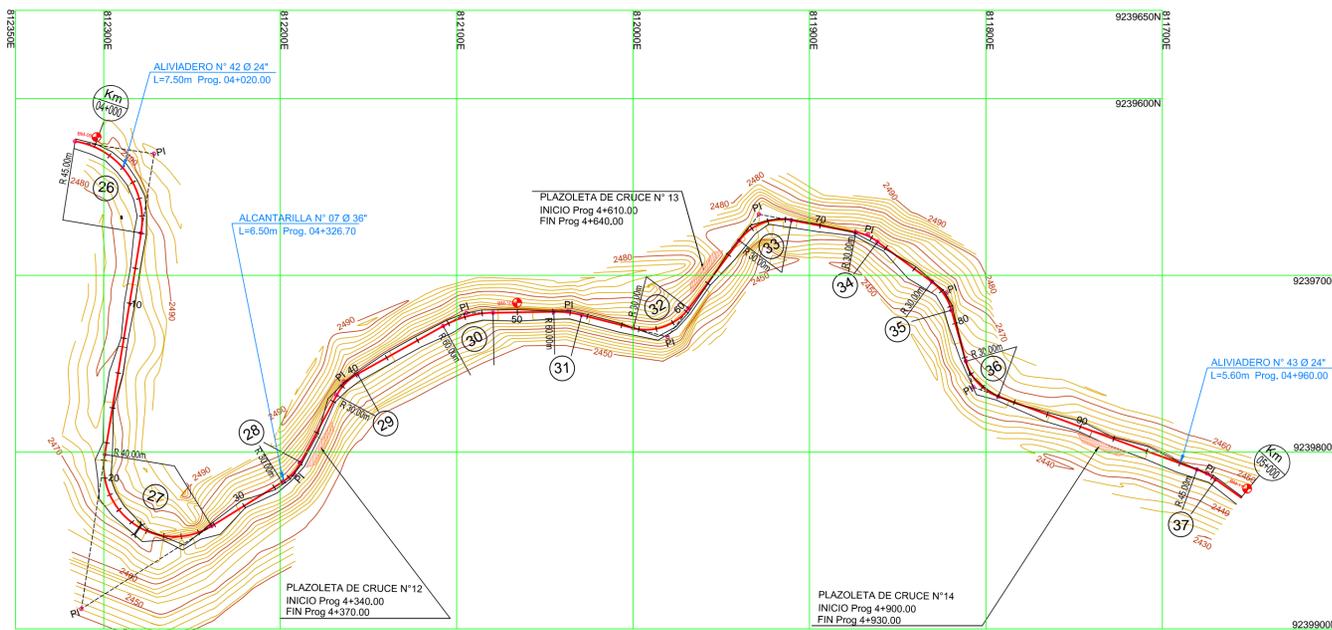


LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	MATERIAL ARENA - LIMOSA
	MATERIAL LIMO - INORGANICO
	MATERIAL ARCILLA - INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD
	MATERIAL ARENA - ARCILLOSA
	MATERIAL ARCILLA - INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD
	MATERIAL GRAVA - LIMOSA

PERFIL ESTRATIGRAFICO Km 00+000 AL Km 10+000

ESCALA HORIZONTAL : 1/15000  
ESCALA VERTICAL : 1/1500

<b>"MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN - LLANGAT, PROVINCIA DE CELENDIN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".</b>			
 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO</b>	PLANO: <b>PERFIL ESTRATIGRAFICO KM. 00+000 - KM. 05+000</b>		<b>PE-1</b>
	UBICACION: REGION : CAJAMARCA PROVINCIA : CELENDIN DISTRITO : CELENDIN	AUTORES: <b>Bach. Gomez Perez, Lenerd David,          Bach. Guillén Flores, Mariley.</b>	
REVISIÓN: Ing. Guido Robert, Marin Cubas	ESCALA: INDICADA	FECHA: ENERO 2021	

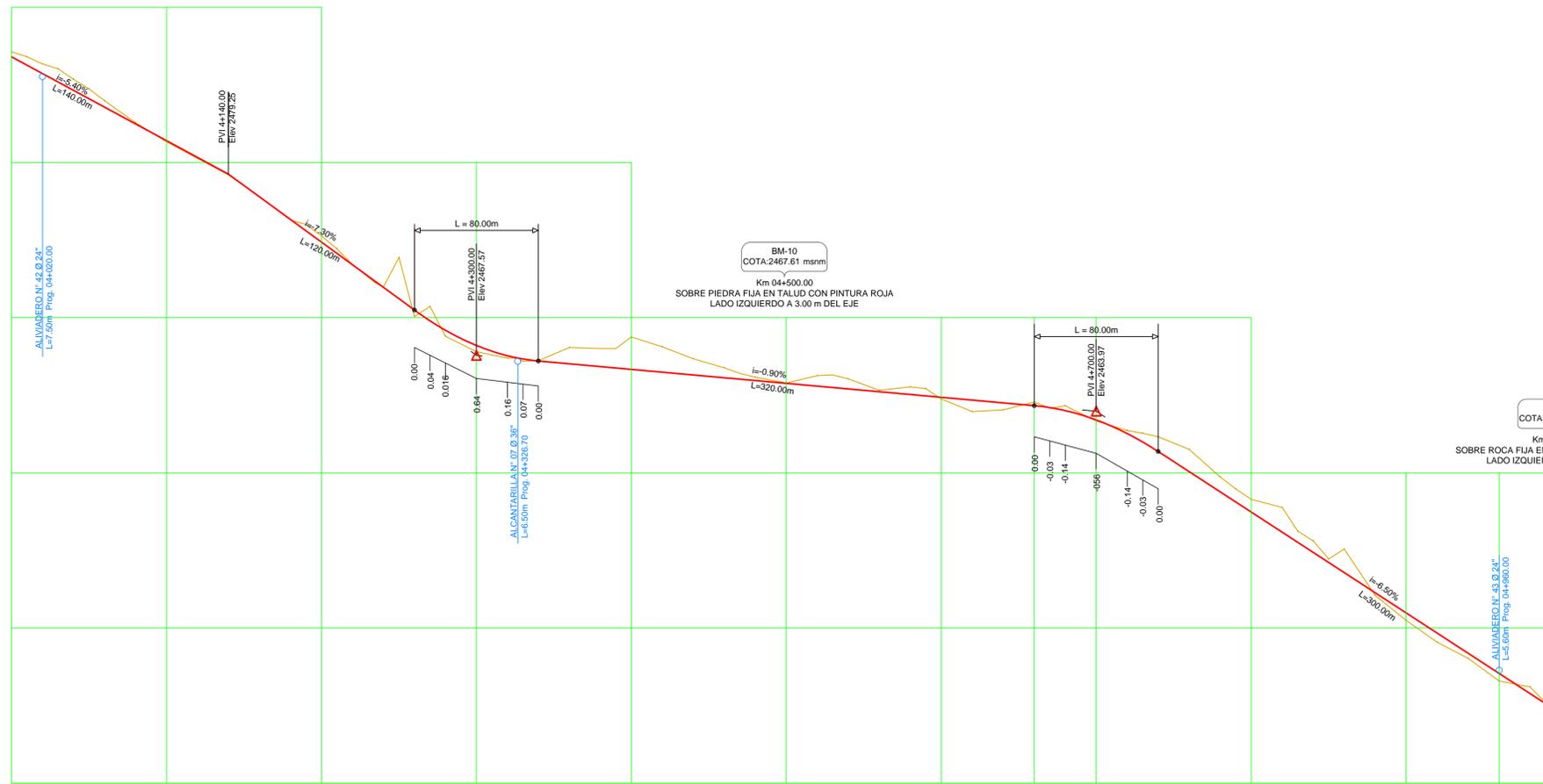


ELEMENTOS DE CURVA								
N°	S	I	R (m)	T (m)	Lc (m)	Ext. (m)	P (%)	
26	D	90°27'15"	45	45.36	71.04	23.21	0.80	7
27	I	131°14'15"	40	88.23	91.62	56.90	0.90	8
28	I	29°52'00"	30	8.00	15.64	1.05	1.10	9
29	D	32°34'50"	30	8.77	17.06	1.25	1.10	9
30	D	28°15'40"	60	15.10	29.59	1.87	0.70	5
31	D	15°10'00"	60	7.99	15.88	0.53	0.70	5
32	I	67°32'10"	30	20.05	35.34	6.08	1.10	9
33	D	63°45'50"	30	18.66	33.39	5.33	1.10	9
34	D	25°57'40"	30	6.91	13.59	0.79	1.10	9
35	D	37°42'10"	30	10.24	19.74	1.70	1.10	9
36	I	53°59'40"	30	15.28	28.27	3.67	1.10	9
37	D	15°18'10"	45	6.04	12.02	0.40	1.80	7

CURVA	PUNTO	PROGRESIVA	COORDENADAS	
			NORTE	ESTE
26	PC	3 + 988.65	9239624.22	812316.23
	PI	4 + 034.01	9239631.23	812271.47
	PT	4 + 059.68	9239676.02	812278.79
27	PC	4 + 186.73	9239601.34	812299.41
	PI	4 + 274.96	9239888.68	812312.67
	PT	4 + 278.35	9239841.81	812238.82
28	PC	4 + 325.35	9239816.97	812198.90
	PI	4 + 333.35	9239812.75	812189.32
	PT	4 + 340.99	9239805.70	812188.32
29	PC	4 + 325.35	9239767.78	812617.95
	PI	4 + 392.80	9239760.06	812163.80
	PT	4 + 401.09	9239755.78	812156.14
30	PC	4 + 456.69	9239278.68	812107.59
	PI	4 + 471.80	9239721.31	812094.40
	PT	4 + 486.29	9239721.07	812079.30
31	PC	4 + 520.71	9239720.52	812044.88
	PI	4 + 528.70	9239720.39	812036.90
	PT	4 + 536.59	9239722.36	812029.15
32	PC	4 + 566.80	9239729.80	811999.87
	PI	4 + 586.85	9239734.73	811980.45
	PT	4 + 602.15	9239718.67	811968.45
33	PC	4 + 650.04	9239680.30	811939.80
	PI	4 + 668.70	9239665.34	811928.63
	PT	4 + 683.43	9239668.75	811910.29
34	PC	4 + 720.58	9239675.23	811873.75
	PI	4 + 727.50	9239676.79	811866.95
	PT	4 + 734.18	9239680.90	811861.39
35	PC	4 + 772.46	9239703.65	811830.61
	PI	4 + 782.70	9239709.74	811822.37
	PT	4 + 792.20	9239719.60	811819.58
36	PC	4 + 822.22	9239748.48	811811.40
	PI	4 + 837.50	9239763.18	811807.23
	PT	4 + 850.49	9239768.46	811792.88
37	PC	4 + 970.35	9239809.81	811680.37
	PI	4 + 976.40	9239811.90	811674.70
	PT	4 + 982.37	9239815.40	811669.78

BM-09  
COTA: 2487.53 msnm  
Km 04+000.00  
SOBRE FILO DE ALCANTARILLA CON PINTURA ROJA  
LADO IZQUIERDO A 3.30 m DEL EJE

ESCALA VERTICAL 1/200



ESCALA HORIZONTAL 1/2000

LONGITUD Y PENDIENTE	i=-5.40% L=140.00		i=-7.30% L=160.00		i=-0.90% L=400.00		i=-6.50% L=300.00	
COTA DE SUB RASANTE	2486.81	2486.27	2485.73	2485.19	2484.65	2484.11	2483.57	2482.49
COTA DE TERRENO	2487.14	2486.81	2486.35	2485.19	2484.65	2484.11	2483.57	2482.49
ALINEAMIENTO	26	27	28	29	30	31	32	33
KILOMETRAJE	0	10	20	30	40	50	60	70

PERFIL LONGITUDINAL

LEYENDA	
	BADEN
	CORRIENTE DE AGUA
	B.M.
	PLAZOLETA DE CRUCE
	ALCANTARILLA
	CASA
	ALVIADERO
	VIA EXISTENTE

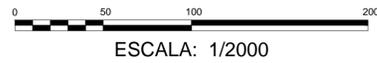
"MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN - LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".



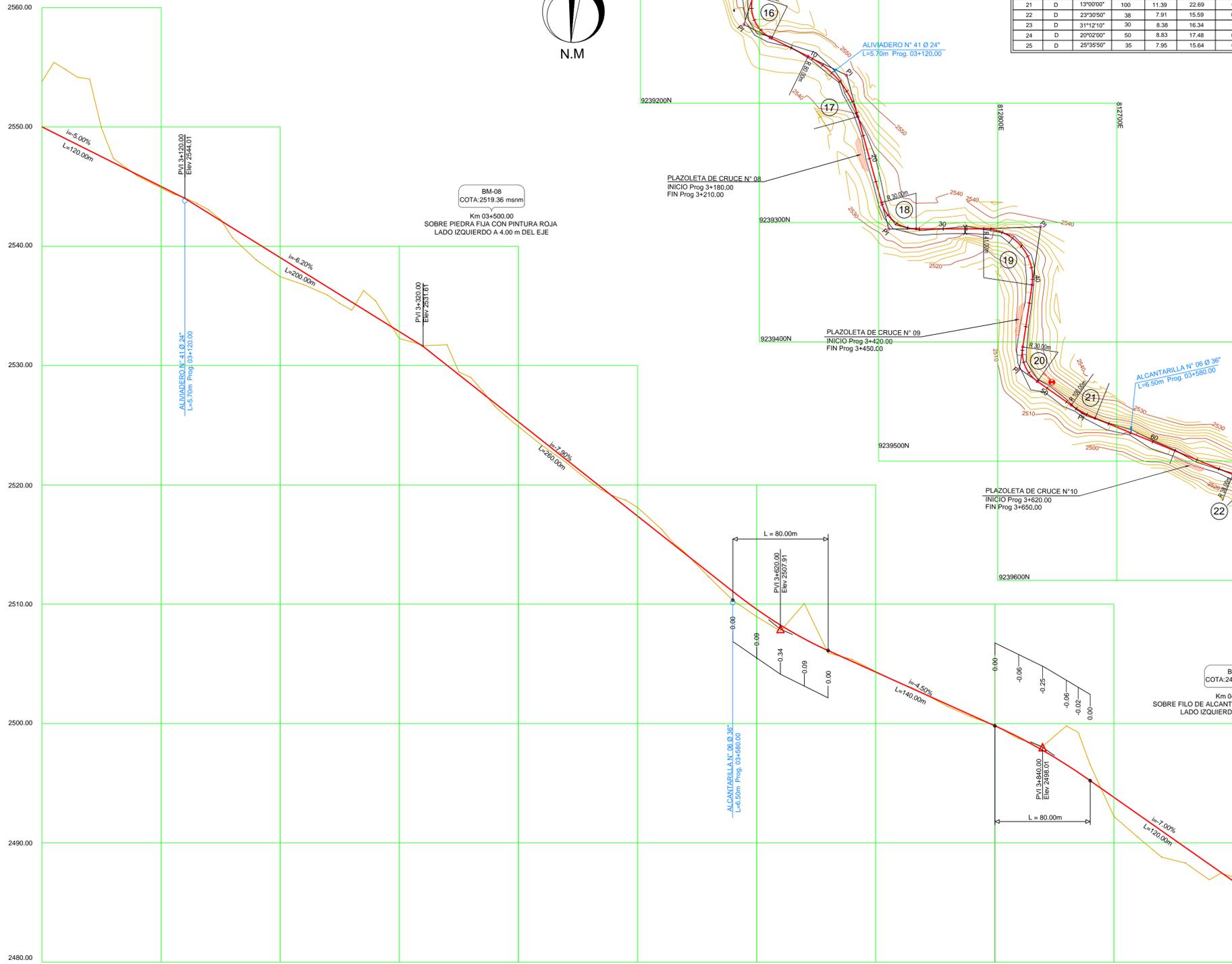
PLANO:		<b>PLANTA Y PERFIL: Km 4+000 - 5+000</b>		PLANO:
UBICACION:	REGION : CAJAMARCA	AUTORES:	Bach. Gomez Perez, Lenard David. Bach. Guillén Flores, Mariley.	
PROVINCIA : CELENDIN	DISTRITO : CELENDIN	ASESOR:	Ing. Guido Robert, Marin Cubas	
REVISION:	Ing. Guido Robert, Marin Cubas	ESCALA:	INDICADA	FECHA:
				ENERO 2021

PP-5

BM-07  
COTA: 2553.82 msnm  
Km 03+000.00  
MARCADO SOBRE HITO DE CONCRETO CON PINTURA ROJA  
LADO DERECHO A 6.00 m DEL EJE



ESCALA VERTICAL: 1/200



ELEMENTOS DE CURVA								
N°	S	I	R (m)	T (m)	Lc (m)	Ext. (m)	S (m)	P (%)
16	I	81°29'20"	30	25.84	42.67	9.60	1.10	9
17	D	48°27'30"	80	36.00	67.66	7.73	0.60	5
18	I	74°47'00"	30	22.83	39.16	7.76	1.10	9
19	D	98°40'25"	41	47.73	70.61	21.92	0.90	8
20	D	63°22'10"	30	18.52	33.18	5.25	1.10	9
21	D	13°00'00"	100	11.39	22.89	0.65	0.50	5
22	D	23°30'00"	38	7.91	15.59	0.81	1.00	8
23	D	31°12'10"	30	8.38	16.34	1.15	1.10	9
24	D	20°02'00"	50	8.83	17.48	0.77	0.80	6
25	D	28°35'50"	35	7.95	15.64	0.89	1.00	9

CURVA	PUNTO	PROGRESIVA	COORDENADAS	
			NORTE	ESTE
16	PC	3 + 018.90	9239109.51	813005.23
	PI	3 + 044.75	9239134.14	813013.07
	PT	3 + 061.57	9239145.53	812989.68
17	PC	3 + 095.85	9239160.65	812959.11
	PI	3 + 131.85	9239176.52	812926.80
	PT	3 + 163.51	9239211.23	812917.25
18	PC	3 + 238.22	9239283.27	812897.43
	PI	3 + 261.15	9239305.38	812891.35
	PT	3 + 277.38	9239305.31	812568.42
19	PC	3 + 333.99	9239494.82	812811.85
	PI	3 + 381.72	9239496.54	812763.88
	PT	3 + 404.60	9239447.73	812771.19
20	PC	3 + 457.08	9239404.12	812778.91
	PI	3 + 475.60	9239422.44	812781.65
	PT	3 + 490.26	9239433.09	812766.51
21	PC	3 + 524.91	9239453.04	812718.31
	PI	3 + 536.30	9239459.59	812728.86
	PT	3 + 547.60	9239463.89	812718.31
22	PC	3 + 672.69	9239511.03	812602.44
	PI	3 + 726.70	9239514.00	812595.11
	PT	3 + 688.29	9239519.66	812589.58
23	PC	3 + 718.33	9239541.14	812568.58
	PI	3 + 726.70	9239547.13	812554.62
	PT	3 + 734.66	9239549.22	812554.62
24	PC	3 + 791.17	9239563.33	812499.90
	PI	3 + 800.00	9239565.53	812491.35
	PT	3 + 808.65	9239570.53	812484.07
25	PC	3 + 863.49	9239601.58	812438.86
	PI	3 + 871.45	9239606.08	812432.30
	PT	3 + 879.14	9239607.31	812424.45

LONGITUD Y PENDIENTE	i=-5.00% L=120.00		i=-6.20% L=200.00		i=-7.90% L=300.00		i=-4.50% L=220.00		i=-7.00% L=160.00	
COTA DE SUB RASANTE	2550.01	2549.51	2549.01	2548.51	2548.01	2547.51	2547.01	2546.51	2546.01	2545.51
COTA DE TERRENO	2553.82	2554.42	2554.80	2554.16	2554.03	2549.90	2547.51	2547.35	2545.89	2544.89
ALINEAMIENTO	[Diagram showing curve alignment from station 16 to 25]									
KILOMETRAJE	[Scale from Km 03+000 to 04+000]									

PERFIL LONGITUDINAL

LEYENDA	
	BADEN
	CORRIENTE DE AGUA
	B.M.
	PLAZOLETA DE CRUCE
	ALCANTARILLA
	CASA
	ALVIADERO
	VIA EXISTENTE

"MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN - LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".

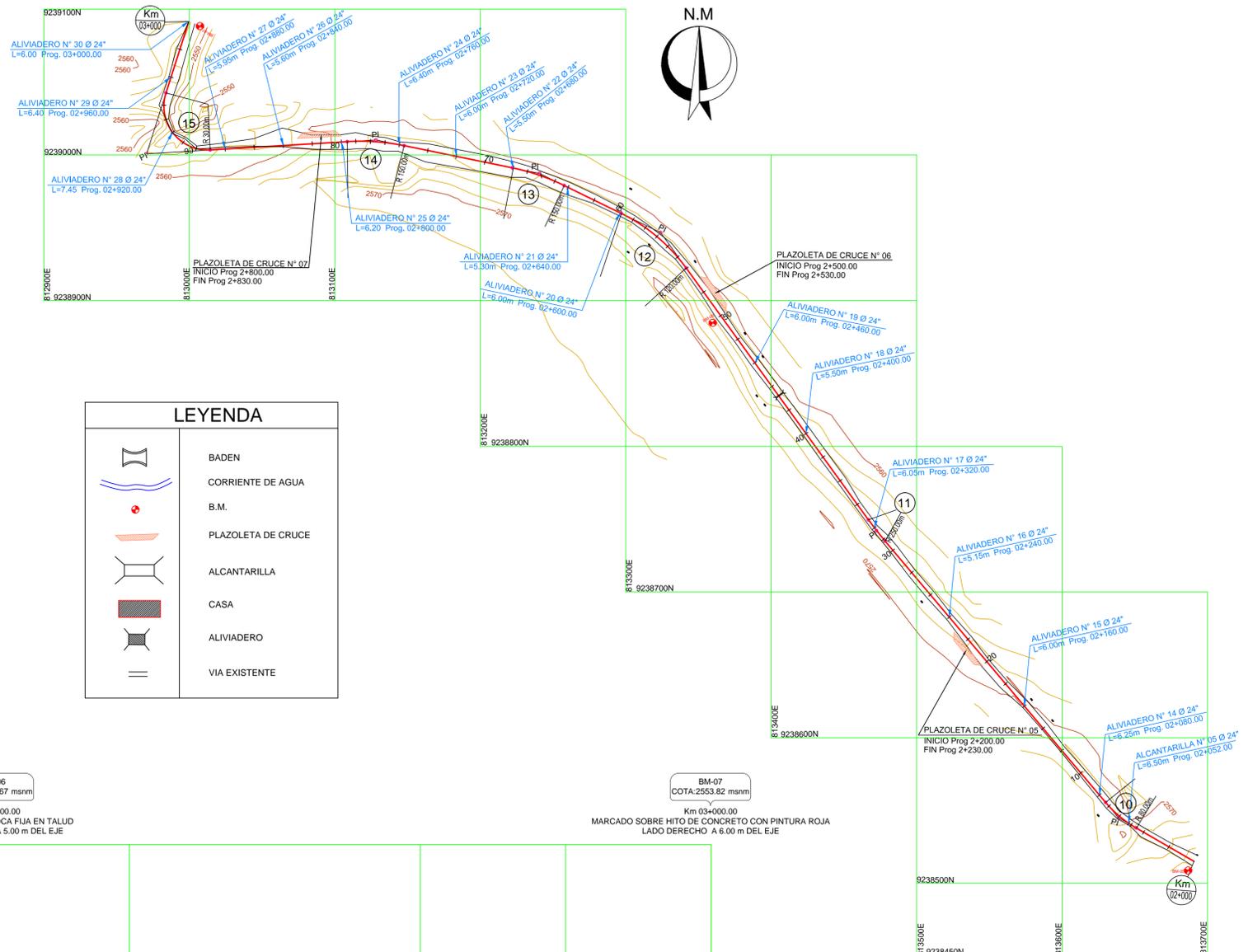


PLANO:		<b>PLANTA Y PERFIL: Km 3+000 - 4+000</b>		PLANO:
UBICACION:	REGION: CAJAMARCA	AUTORES:	Bach. Gomez Perez, Lenard David. Bach. Guillén Flores, Mariley.	PLANO:
PROVINCIA:	CELENDIN	ASESOR:	Ing. Guido Robert, Marin Cubas	PP-4
DISTRITO:	CELENDIN	REVISION:	Ing. Guido Robert, Marin Cubas	ESCALA:
				INDICADA
				FECHA:
				ENERO 2021

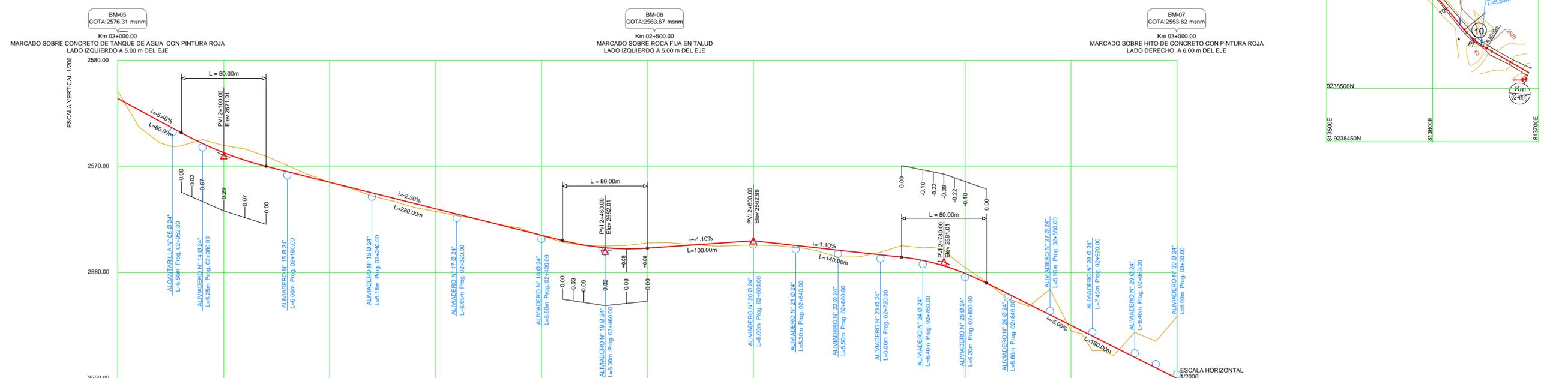


ELEMENTOS DE CURVA							
N°	S	I	R (m)	T (m)	Lc (m)	Est. (m)	P (%)
10	D	19°50'50"	80	13.99	27.71	1.21	0.50
11	D	5°32'50"	250	9.28	18.56	0.17	0.20
12	I	28°02'30"	120	29.97	58.73	3.68	0.40
13	I	14°26'10"	150	18.99	37.79	1.19	0.30
14	I	18°01'30"	150	19.78	39.33	1.29	0.30
15	D	111°06'50"	30	43.74	58.18	23.04	1.10

CURVA	PUNTO	PROGRESIVA	COORDENADAS	
			NORTE	ESTE
10	PC	2 + 045.75	9238537.90	813651.13
	PI	2 + 059.75	9238544.88	813639.01
	PT	2 + 073.47	9238555.57	813629.98
11	PC	2 + 308.32	9238734.93	813478.36
	PI	2 + 317.60	9238742.01	813472.37
	PT	2 + 326.87	9238749.53	813466.62
12	PC	2 + 540.43	9238922.40	813341.52
	PI	2 + 570.40	9238946.65	813323.93
	PT	2 + 599.16	9238959.79	813296.99
13	PC	2 + 642.85	9238978.94	813257.73
	PI	2 + 661.85	9238987.27	813240.65
	PT	2 + 680.65	9238991.08	813222.04
14	PC	2 + 756.59	9239006.31	813147.63
	PI	2 + 776.38	9239010.27	813128.25
	PT	2 + 795.93	9239009.08	813108.51
15	PC	2 + 890.33	9239003.38	813014.28
	PI	2 + 934.07	9239000.74	812970.62
	PT	2 + 948.51	9239042.43	812983.89



LEYENDA	
	BADEN
	CORRIENTE DE AGUA
	B.M.
	PLAZOLETA DE CRUCE
	ALCANTARILLA
	CASA
	ALVIADERO
	VIA EXISTENTE



LONGITUD Y PENDIENTE	i=-5.40% L=100.00		i=-2.50% L=360.00		i=0.70% L=140.00		i=-1.10% L=180.00		i=-5.00% L=220.00		
COTA DE SUB RASANTE	2576.41	2575.33	2574.25	2573.17	2572.08	2570.99	2569.91	2568.82	2567.73	2566.64	
COTA DE TERRENO	2577.10	2576.02	2574.94	2573.86	2572.78	2571.70	2570.62	2569.54	2568.46	2567.38	
ALINEAMIENTO											
KILOMETRAJE	Km 02+000	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Km 03+000

PERFIL LONGITUDINAL

**"MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN - LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".**

PLANO: **PLANTA Y PERFIL: Km 2+000 - 3+000**

UBICACION: REGION : CAJAMARCA, PROVINCIA : CELENDIN, DISTRITO : CELENDIN.

AUTORES: Bach. Gomez Perez, Lenard David, Bach. Guillén Flores, Mariley.

ASESOR: Ing. Guido Robert, Marin Cubas

REVISION: Ing. Guido Robert, Marin Cubas

ESCALA: INDICADA

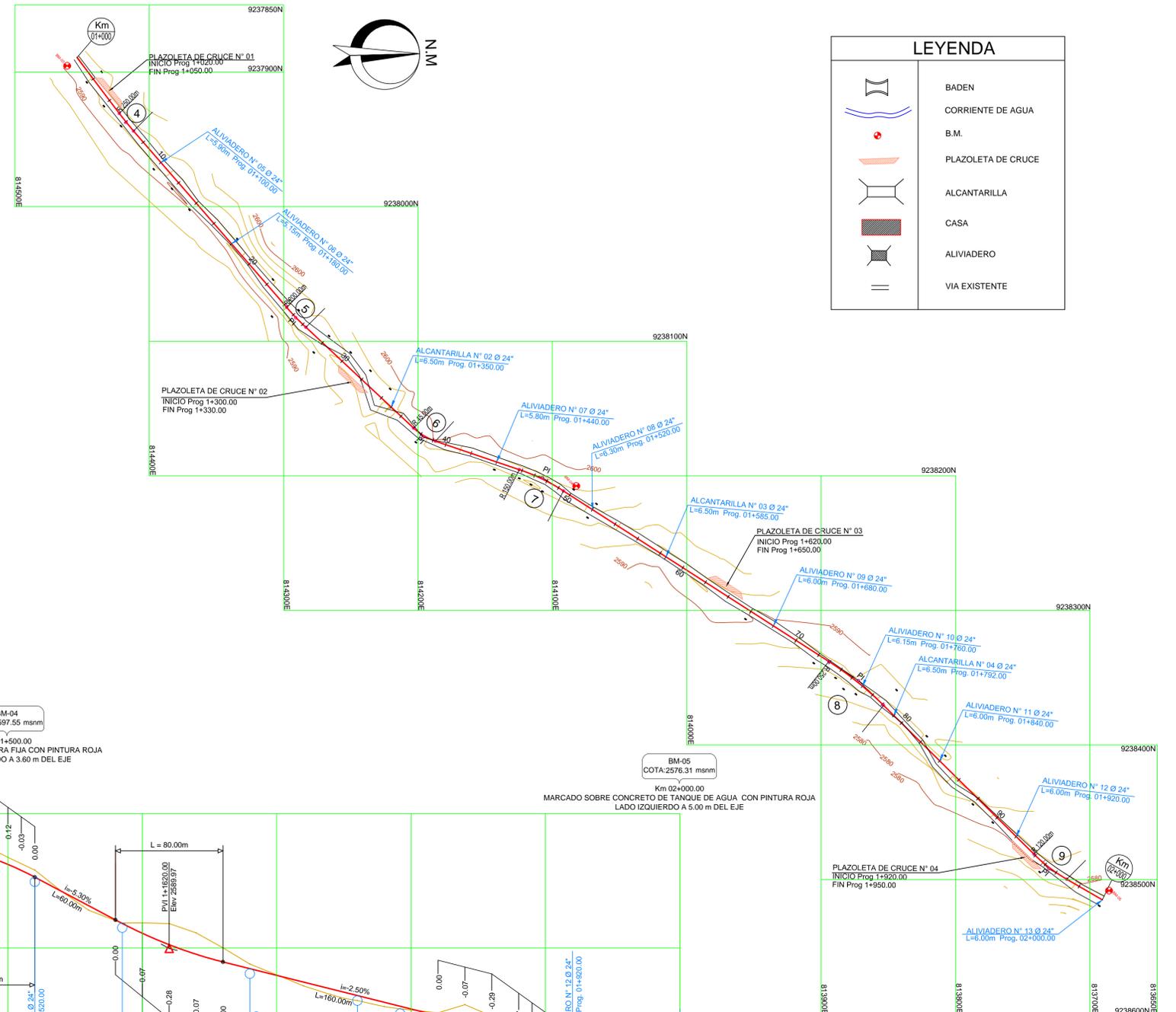
FECHA: ENERO 2021

PP-3

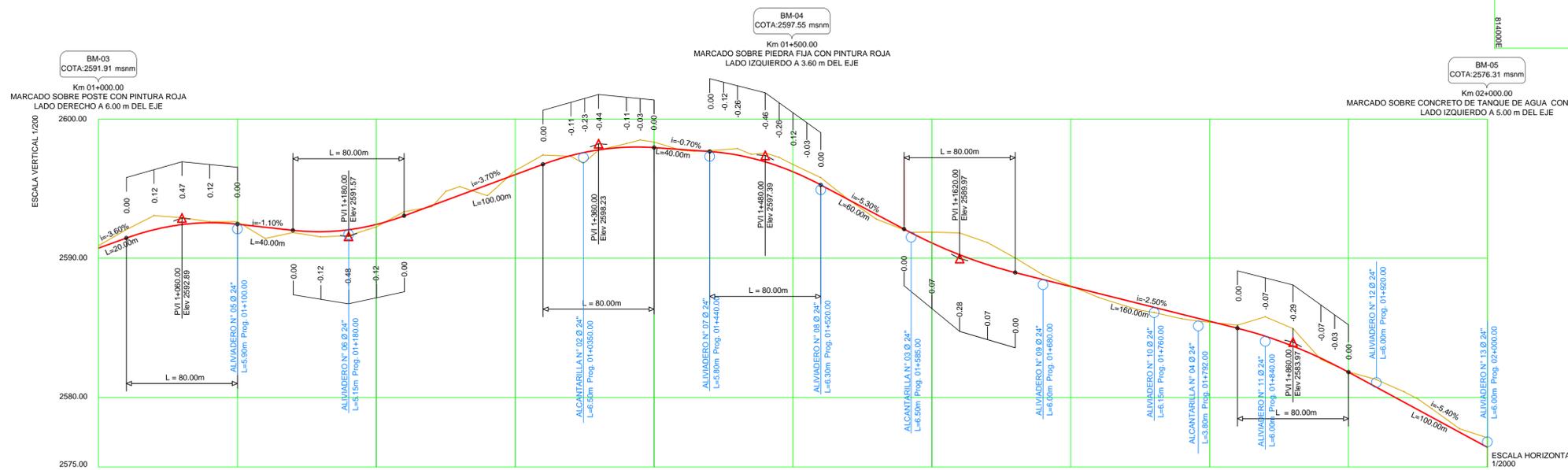


ELEMENTOS DE CURVA							
N°	S	I	R (m)	T (m)	Lc (m)	Ext. (m)	P (%)
4	I	3°51'00"	250	8.40	16.80	0.14	0.20
5	I	6°53'50"	200	10.30	20.59	0.26	0.30
6	I	24°19'30"	45	9.70	19.11	1.03	0.80
7	D	13°56'10"	150	18.33	36.49	1.12	0.30
8	D	11°58'20"	250	26.22	52.24	1.37	0.20
9	I	14°42'30"	120	15.49	30.81	0.99	0.40

CURVA	PUNTO	PROGRESIVA	COORDENADAS	
			NORTE	ESTE
4	PC	1 + 052.197	9237930.76	814422.23
	PI	1 + 060.600	9237937.46	814417.15
	PT	1 + 068.996	9237943.80	814411.63
5	PC	1 + 242.598	9238074.78	814297.69
	PI	1 + 252.900	9238082.55	814290.93
	PT	1 + 263.183	9238089.58	814283.40
6	PC	1 + 372.851	9238164.49	814203.30
	PI	1 + 382.550	9238171.11	814196.22
	PT	1 + 391.956	9238174.23	814187.04
7	PC	1 + 457.867	9238195.43	814124.62
	PI	1 + 476.200	9238201.32	814107.27
	PT	1 + 494.352	9238211.22	814091.84
8	PC	1 + 729.035	9238337.97	813894.33
	PI	1 + 755.250	9238352.13	813872.27
	PT	1 + 781.274	9238370.56	813853.62
9	PC	1 + 938.612	9238481.16	813741.71
	PI	1 + 954.100	9238492.04	813730.70
	PT	1 + 969.417	9238499.78	813717.28



LEYENDA	
	BADEN
	CORRIENTE DE AGUA
	B.M.
	PLAZOLETA DE CRUCE
	ALCANTARILLA
	CASA
	ALIVIADERO
	VIA EXISTENTE



LONGITUD Y PENDIENTE	COTA DE SUB RASANTE	COTA DE TERRENO	ALINEAMIENTO	KILOMETRAJE
i = -3.60% L = 60.00	2590.73 2591.45 2592.05 2592.42 2592.55 2592.45 2592.23	2592.06 2593.07 2592.91 2592.63 2592.63 2591.42	4	0
i = -1.10% L = 120.00	2592.01 2591.91 2592.05 2592.43 2593.05	2591.85 2591.53 2591.63 2592.25 2593.35	5	10
i = -3.70% L = 180.00	2593.79 2594.16 2594.53 2594.27 2598.01	2593.70 2594.16 2594.53 2594.50 2596.30	6	20
i = -0.70% L = 120.00	2597.61 2597.67 2597.42 2597.20 2597.03 2596.60 2596.22 2596.74 2596.27	2597.75 2597.74 2597.88 2597.47 2597.57 2597.25 2596.74 2596.79	7	30
i = -5.30% L = 140.00	2594.21 2593.15 2592.81 2592.09 2591.10 2590.25	2594.21 2593.15 2592.81 2592.04 2591.87	8	40
i = -2.50% L = 240.00	2588.47 2587.47 2586.97 2586.72 2586.47 2585.97 2585.47 2584.97	2588.81 2588.01 2587.18 2586.55 2586.27 2586.10 2585.65 2585.40	9	50
i = -5.40% L = 140.00	2581.81 2580.73 2579.65 2579.11 2578.57 2577.49 2576.41	2581.84 2581.28 2580.40 2579.88 2579.18 2577.74	9	60
		2577.10		70
				80
				90
				Km 02+000

PERFIL LONGITUDINAL

"MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN - LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".

PLANO: **PLANTA Y PERFIL: Km 1+000 - 2+000**

UBICACION: REGION: CAJAMARCA, PROVINCIA: CELENDIN, DISTRITO: CELENDIN.

AUTORES: Bach. Gomez Perez, Lenard David, Bach. Guillén Flores, Mariley.

ASESOR: Ing. Guido Robert, Marin Cubas

REVISION: Ing. Guido Robert, Marin Cubas

ESCALA: INDICADA

FECHA: ENERO 2021

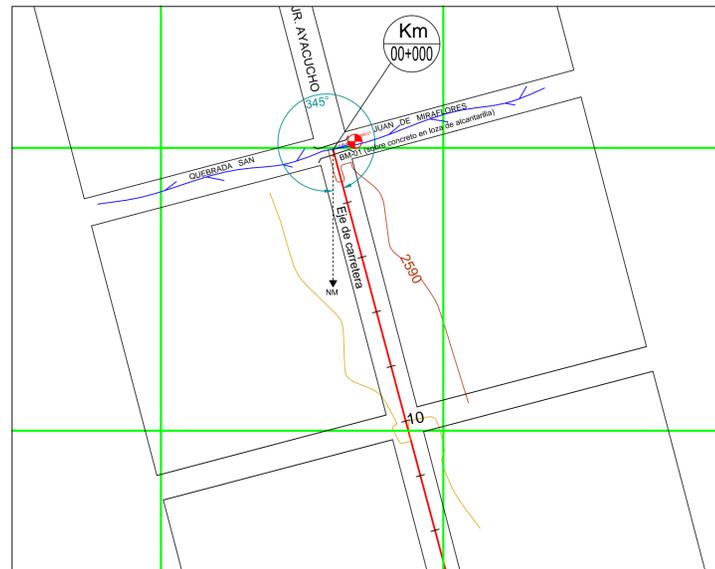
PP-2



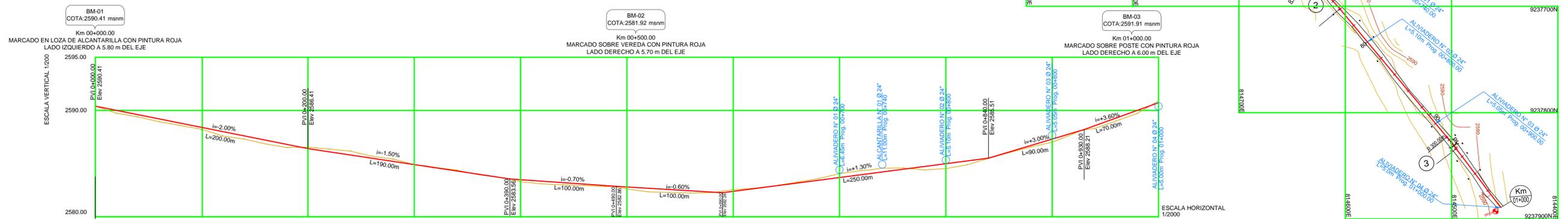
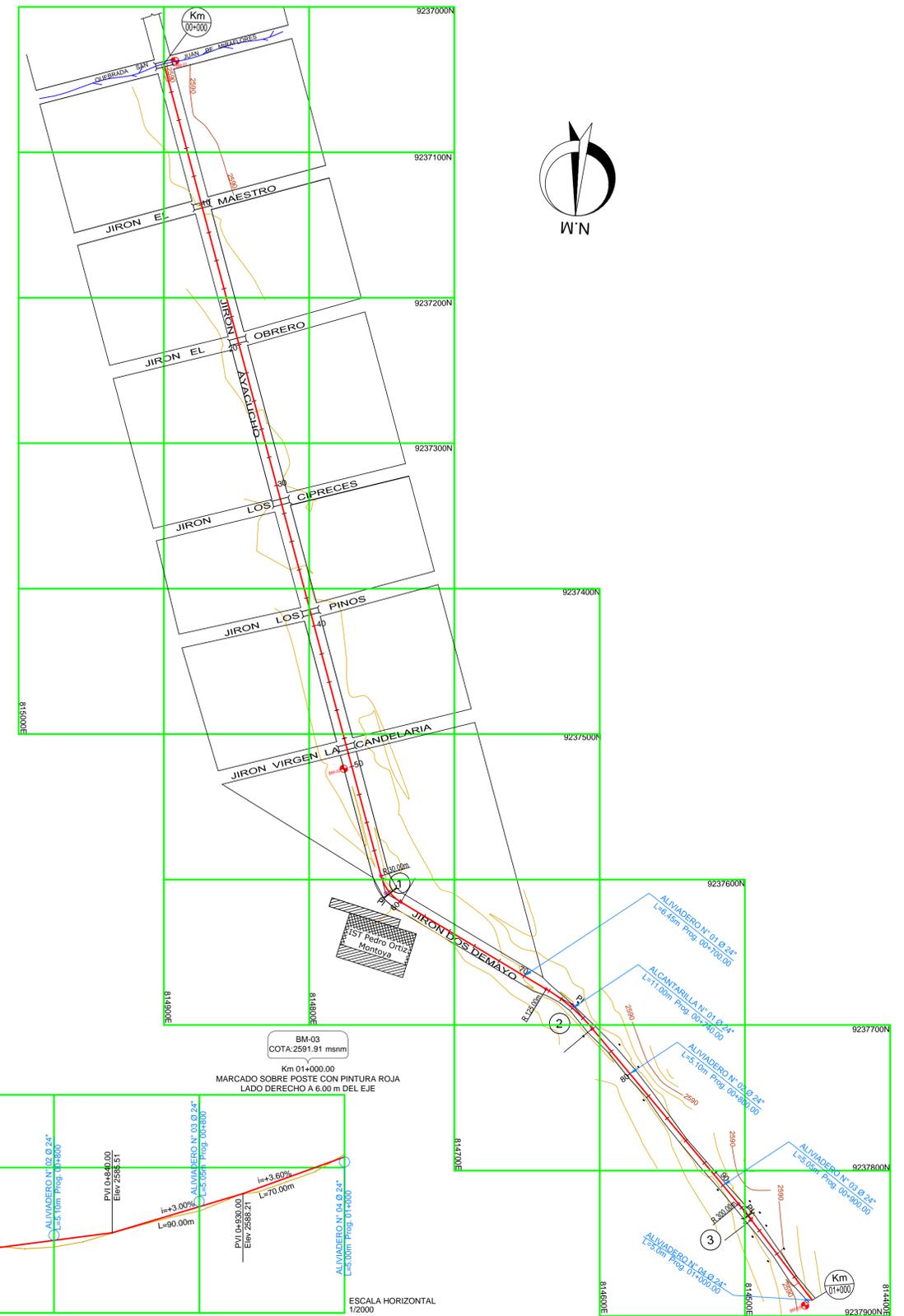
ELEMENTOS DE CURVA								
N°	S	I	R (m)	T (m)	Lc (m)	Ext. (m)	P (%)	
1	I	44°07'00"	30	12.16	23.10	2.37	1.10	9
2	D	19°14'40"	125	21.19	41.99	1.78	0.40	4
3	D	2°42'00"	300	7.07	14.14	0.08	0.20	2

CURVA	PUNTO	PROGRESIVA	COORDENADAS	
			NORTE	ESTE
	Punto de Inicio	0+000.00	9237039.19	814900.01
1	PC	0 + 577.99	9237597.49	814750.41
	PI	0 + 590.15	9237609.23	814747.27
	PT	0 + 601.09	9237615.47	814736.84
2	PC	0 + 717.61	9237675.28	814636.84
	PI	0 + 738.80	9237686.16	814618.65
	PT	0 + 759.59	9237702.42	814605.07
3	PC	0 + 916.63	9237822.95	814504.40
	PI	0 + 923.70	9237828.37	814499.87
	PT	0 + 930.77	9237834.00	814495.60

LEYENDA	
	BADEN
	CORRIENTE DE AGUA
	B.M.
	PLAZOLETA DE CRUCE
	ALCANTARILLA
	CASA
	ALVIADERO
	VIA EXISTENTE



DETALLE PUNTO INICIAL  
Esc: 1/1000



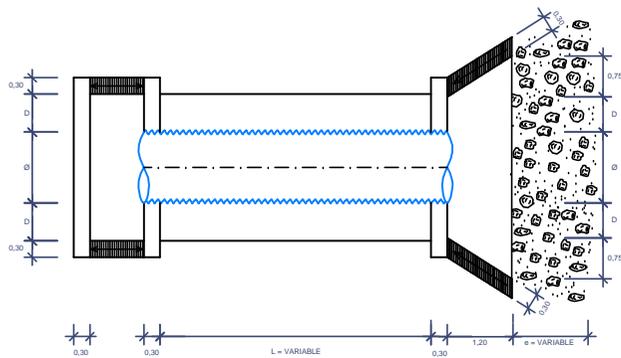
LONGITUD Y PENDIENTE	i=-2.00% L=200.00		i=-1.50% L=190.00		i=-0.70% L=100.00		i=-0.60% L=100.00		i=+1.30% L=250.00		i=+3.00% L=90.00		i=+3.60% L=70.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
COTA DE SUB RASANTE	2590.41	2590.01	2589.74	2589.40	2588.61	2589.21	2588.94	2588.61	2588.23	2586.41	2586.01	2587.61	2587.31	2586.85	2587.21	2586.52	2586.81	2586.41	2586.11	2586.81	2586.51	2585.51	2585.21	2584.90	2584.61	2584.31	2583.96	2583.69	2583.35	2583.00	2582.62	2582.29	2581.94	2581.64	2581.34	2581.04	2580.74	2580.44	2580.14	2579.84	2579.54	2579.24	2578.94	2578.64	2578.34	2578.04	2577.74	2577.44	2577.14	2576.84	2576.54	2576.24	2575.94	2575.64	2575.34	2575.04	2574.74	2574.44	2574.14	2573.84	2573.54	2573.24	2572.94	2572.64	2572.34	2572.04	2571.74	2571.44	2571.14	2570.84	2570.54	2570.24	2569.94	2569.64	2569.34	2569.04	2568.74	2568.44	2568.14	2567.84	2567.54	2567.24	2566.94	2566.64	2566.34	2566.04	2565.74	2565.44	2565.14	2564.84	2564.54	2564.24	2563.94	2563.64	2563.34	2563.04	2562.74	2562.44	2562.14	2561.84	2561.54	2561.24	2560.94	2560.64	2560.34	2560.04	2559.74	2559.44	2559.14	2558.84	2558.54	2558.24	2557.94	2557.64	2557.34	2557.04	2556.74	2556.44	2556.14	2555.84	2555.54	2555.24	2554.94	2554.64	2554.34	2554.04	2553.74	2553.44	2553.14	2552.84	2552.54	2552.24	2551.94	2551.64	2551.34	2551.04	2550.74	2550.44	2550.14	2549.84	2549.54	2549.24	2548.94	2548.64	2548.34	2548.04	2547.74	2547.44	2547.14	2546.84	2546.54	2546.24	2545.94	2545.64	2545.34	2545.04	2544.74	2544.44	2544.14	2543.84	2543.54	2543.24	2542.94	2542.64	2542.34	2542.04	2541.74	2541.44	2541.14	2540.84	2540.54	2540.24	2539.94	2539.64	2539.34	2539.04	2538.74	2538.44	2538.14	2537.84	2537.54	2537.24	2536.94	2536.64	2536.34	2536.04	2535.74	2535.44	2535.14	2534.84	2534.54	2534.24	2533.94	2533.64	2533.34	2533.04	2532.74	2532.44	2532.14	2531.84	2531.54	2531.24	2530.94	2530.64	2530.34	2530.04	2529.74	2529.44	2529.14	2528.84	2528.54	2528.24	2527.94	2527.64	2527.34	2527.04	2526.74	2526.44	2526.14	2525.84	2525.54	2525.24	2524.94	2524.64	2524.34	2524.04	2523.74	2523.44	2523.14	2522.84	2522.54	2522.24	2521.94	2521.64	2521.34	2521.04	2520.74	2520.44	2520.14	2519.84	2519.54	2519.24	2518.94	2518.64	2518.34	2518.04	2517.74	2517.44	2517.14	2516.84	2516.54	2516.24	2515.94	2515.64	2515.34	2515.04	2514.74	2514.44	2514.14	2513.84	2513.54	2513.24	2512.94	2512.64	2512.34	2512.04	2511.74	2511.44	2511.14	2510.84	2510.54	2510.24	2509.94	2509.64	2509.34	2509.04	2508.74	2508.44	2508.14	2507.84	2507.54	2507.24	2506.94	2506.64	2506.34	2506.04	2505.74	2505.44	2505.14	2504.84	2504.54	2504.24	2503.94	2503.64	2503.34	2503.04	2502.74	2502.44	2502.14	2501.84	2501.54	2501.24	2500.94	2500.64	2500.34	2500.04
ALINEAMIENTO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
KILOMETRAJE	Km 00+000	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Km 01+000																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

PERFIL LONGITUDINAL

**"MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN - LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".**

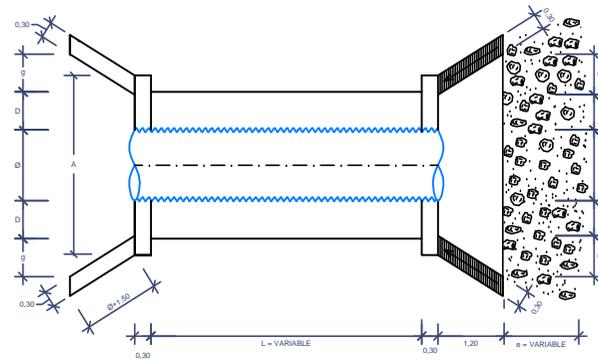
		PLANO: <b>PLANTA Y PERFIL: Km 0+000 - 1+000</b>	
UBICACION:	REGION : CAJAMARCA	AUTORES:	Bach. Gomez Perez, Lenard David. Bach. Guillén Flores, Mariley.
PROVINCIA : CELENDIN	DISTRITO : CELENDIN	ASESOR:	Ing. Guido Robert, Marin Cubas
REVISION:	ESCALA:	FECHA:	
Ing. Guido Robert, Marin Cubas	INDICADA	ENERO 2021	

**PP-1**



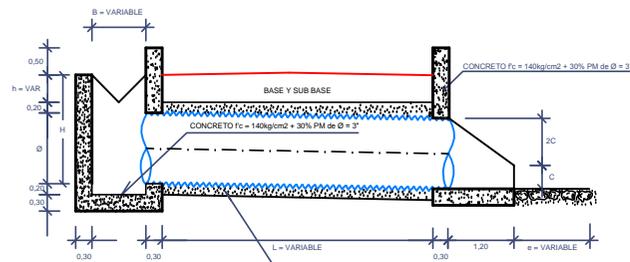
VISTA EN PLANTA DE ALIVIADERO

ESC. 1/50



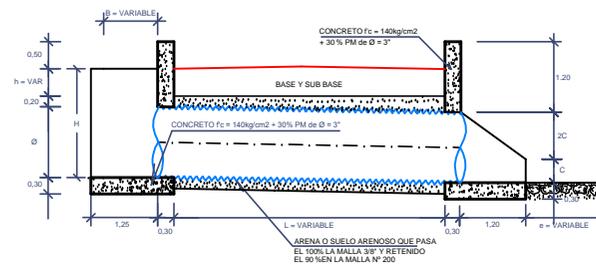
VISTA EN PLANTA DE ALCANTARILLA

ESC. 1/50



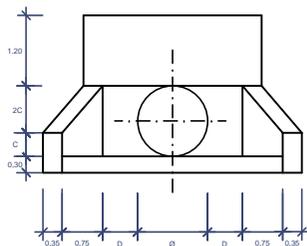
ELEVACION LATERAL DETALLE DE ALIVIADERO ARMCO

ESC. 1/50



ELEVACION LATERAL DETALLE DE ALCANTARILLA ARMCO

ESC. 1/50



ELEVACION PRINCIPAL

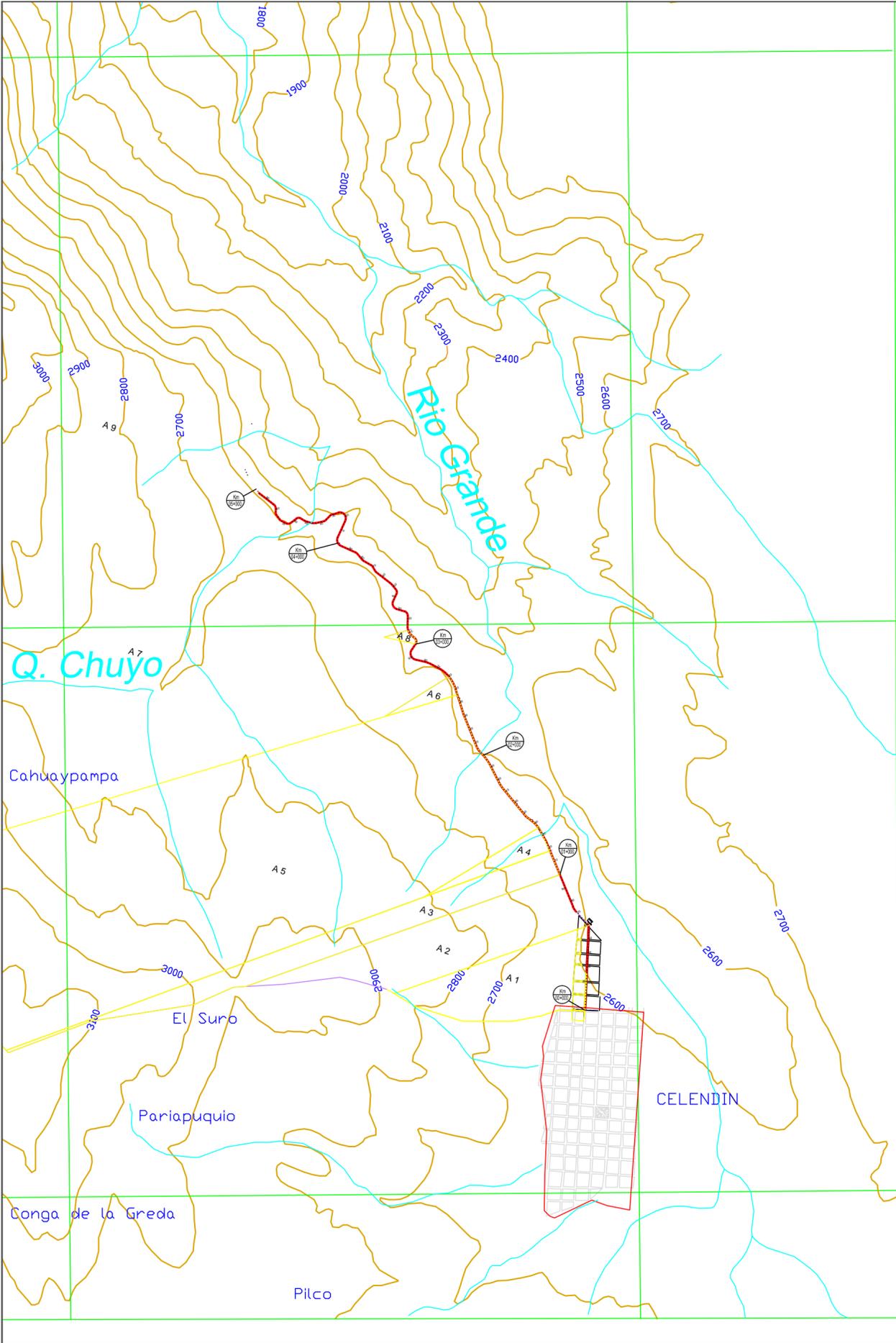
DIMENSIONES DE ALIVIADEROS										
PROGR.	Ø TUBERÍA (PULG.)	A	B	C	D	e	h	H	L	
		m	m	m	m	m	m	m	m	m
00+700.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	6.45	
00+800.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	5.60	
00+900.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	5.05	
01+000.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	5.90	
01+180.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	5.60	
01+360.00	36	1.82	0.80	0.30	0.46	1.50	0.40	1.21	5.90	
01+440.00	24	1.43	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	5.80	
01+520.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	6.30	
01+600.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	5.00	
01+680.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	6.00	
01+760.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	6.15	
01+840.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	6.00	
01+920.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	6.00	
02+000.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	6.00	
02+080.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	6.25	
02+160.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	6.00	
02+240.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	5.60	
02+320.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	6.05	
02+400.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	5.60	
02+480.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	6.00	
02+560.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	6.00	
02+640.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	5.60	
02+680.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	5.60	
02+720.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	6.00	
02+760.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	6.40	
02+800.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	6.20	
02+840.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	5.40	
02+880.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	5.95	
02+920.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	7.45	
02+960.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	6.40	
03+000.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	6.00	
03+120.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	5.70	
04+020.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	7.50	
04+960.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.50	0.40	1.21	5.60	

DIMENSIONES DE ALCANTARILLAS										
PROGR.	Ø TUBERÍA (PULG.)	A	B	C	D	e	g	h	H	L
		m	m	m	m	m	m	m	m	m
00+740.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.80	0.61	0.40	1.21	11.00
01+350.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.80	0.61	0.40	1.21	6.50
01+585.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.80	0.61	0.40	1.21	6.50
01+792.00	24	1.82	1.00	0.20	0.30	2.20	0.61	0.50	1.31	6.50
02+052.00	24	1.82	0.80	0.20	0.30	1.80	0.61	0.40	1.21	6.50
03+580.00	36	2.43	0.90	0.30	0.46	2.20	0.91	0.50	1.61	6.50
04+326.70	36	2.43	0.90	0.30	0.46	2.00	0.91	0.45	1.56	6.50
05+080.00	24	1.82	0.90	0.20	0.30	2.00	0.61	0.45	1.26	6.50

"MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN - LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".

<p>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO</p>	PLANO:		<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>		
	UBICACION:	AUTORES:	Bach. Gomez Perez, Leonid David, Bach. Guillén Flores, Mariley.		
	REGION : CAJAMARCA PROVINCIA : CELENDIN DISTRITO : CELENDIN	ASESOR:	Ing. Guido Robert, Marin Cubas		
	REVISION:	ESCALA:	FECHA:		
	Ing. Guido Robert, Marin Cubas	S/E	ENERO 2021		

**CUENCA HIDROGRAFICA**



"MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE CELENDIN - LLANGUAT, PROVINCIA DE CELENDIN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA".

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO	PLANO: AREA DE INFLUENCIA DE LA CUENCA		PLANO: A-1	
	UBICACIÓN: REGIÓN : CAJAMARCA PROVINCIA : CELENDIN DISTRITO : CELENDIN	AUTORES: Bach. Gómez Pérez, Leonel David Bach. Guillén Flores, Mariley.		
		ASesor: Ing. Guido Robert Marin Cubas		
	REVISOR: Ing. Guido Robert Marin Cubas	ESCALA: 1:25000		FECHA: ENERO 2021