



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“LA OPTIMIZACIÓN DE LAS
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y LA
TRANSITABILIDAD VIAL, CASO: CARRETERA
Dv. YUNGUY - YUNGUY, EN LA PROVINCIA
DE HUARAL – REGIÓN LIMA.”

Tesis para optar el título profesional de:
Ingeniero Civil

Autor:

Orlando Raúl Navarro Alvarado

Asesor:

Mg. Luis Guillermo Cervetto Robles

Lima – Perú

2016

APROBACIÓN DE LA TESIS

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el (la) Bachiller **Orlando Raúl Navarro Alvarado**, denominada:

**“LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y LA
TRANSITABILIDAD VIAL, CASO: CARRETERA DESVÍO YUNGUY – YUNGUY,
EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA”**

Cervetto Robles, Luis Guillermo
ASESOR METODOLÓGICO

Ing. Fanny Rita Valdivieso García
**JURADO
PRESIDENTE**

Ing. Manuel Nahon Vidal Velásquez
JURADO

Ing. Jorge Luis Canta Honores
JURADO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por guiar mis pasos por el camino correcto, por protegerme día a día y permitirme llegar a este momento tan importante en mi vida.

A mis padres Ricardo y María. A mi padre por inculcarme la honradez el buen hábito y la responsabilidad en el trabajo y a mi madre, por ser una gran motivadora e inculcarnos la lucha por lograr nuestros objetivos y metas.

A mis hermanos, quienes desde pequeños hemos convivido y valorado las cosas de la vida y que han mostrado el apoyo en momentos y situaciones difíciles. A Eduardo, mi hermano y socio, por el apoyo sincero y voluntario.

Finalmente dedicar esta tesis a mi compañera de toda la vida, Karina y mis tres hijos: Orlando, Maju y Alonzo, quienes han sido mi sustento, fuerza y motivación en la culminación de esta meta.

Navarro Alvarado, Orlando Raúl.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada del Norte y a los docentes por la formación académica y científica.

Al Profesor Luis Cervetto por su gran apoyo y guía metodológica.

A los Pobladores de Yunguy por su apoyo y buena atención durante los trabajos de campo

A la Empresa GeNET SAC, por el apoyo de laboratorios y equipos de medición.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

<u>APROBACIÓN DE LA TESIS</u>	ii
<u>DEDICATORIA</u>	iii
<u>AGRADECIMIENTO</u>	iv
<u>ÍNDICE DE CONTENIDOS</u>	v
<u>ÍNDICE DE TABLAS</u>	viii
<u>ÍNDICE DE FIGURAS</u>	ix
<u>RESUMEN</u>	xi
<u>ABSTRACT</u>	xii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. ANTECEDENTES	4
2.2. BASES TEÓRICAS.....	6
2.2.1. <i>OPTIMIZACION DE LAS CARACTERISTICAS GEOMÉTRICAS</i>	6
2.2.2. <i>TRANSITABILIDAD VIAL</i>	15
2.3. HIPÓTESIS.....	29
2.3.1. <i>General:</i>	29
2.3.2. <i>Específicos:</i>	29
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	31
3.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	31
3.2. DEFINICIÓN OPERACIONAL	31
3.2.1. <i>LINEAMIENTOS TÉCNICOS DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES</i>	31

3.2.2.	<i>DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA</i>	32
3.2.3.	<i>DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PERFIL</i>	32
3.2.4.	<i>DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL</i>	32
3.3.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	32
3.3.1.	<i>SEGÚN EL PROPÓSITO:</i>	32
3.3.2.	<i>SEGÚN EL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</i>	33
3.4.	UNIDAD DE ESTUDIO	33
3.5.	POBLACIÓN	33
3.6.	MUESTRA (MUESTREO O SELECCIÓN).....	33
3.7.	TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS.....	33
3.7.1.	<i>RECOLECCIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN DE CAMPO.</i>	34
3.7.2.	<i>PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</i>	34
3.7.3.	<i>PROCEDIMIENTOS</i>	34
CAPÍTULO 4.	RESULTADOS	36
4.1.	ASPECTOS GENERALES.....	36
4.1.1.	<i>UBICACIÓN</i>	36
4.1.2.	<i>ACCESIBILIDAD AL AREA DEL PROYECTO</i>	37
4.1.3.	<i>CONDICIONES CLIMATICAS DE LA ZONA.</i>	37
4.2.	RESULTADOS ESPECIFICOS DE LAS DIMENSIONES DEL PROYECTO DE INVESTIGACION.....	38
4.2.1.	<i>LINEAMIENTOS TÉCNICOS DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.</i>	38
4.2.2.	<i>DISEÑO GEOMÉTRICO</i>	38
4.2.3.	<i>DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA.</i>	39
4.2.4.	<i>DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PERFÍL</i>	51
4.2.5.	<i>DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCION TRANSVERSAL</i>	62
4.3.	RESUMEN COMPARATIVO DE LOS INDICADORES PRINCIPALES.	67

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN	71
5.1. DISCUSIÓN SOBRE EL COMPLEMENTO DE INFORMACIÓN DE LAS DEMÁS ESPECIALIDADES.....	72
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
6.1. CONCLUSIONES:	73
6.2. RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS	75

RELACION DE ANEXOS

- ANEXO 1** : MATRIZ DE CONSISTENCIA
- ANEXO 2** : MEMORIA DESCRIPTIVA DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
- ANEXO 3** : IDENTIFICACION Y METRADO DE LOS DEFECTOS GEOMETRICOS DE LA VÍA
- ANEXO 4** : CALCULO DEL INDICE MEDIO DIARIO PROYECTADO
- ANEXO 5** : MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS TRABAJOS DE MECANICA DE SUELOS
- ANEXO 6** : CALCULOS HIDROLOGICOS Y DRENAJE PROPUESTO
- ANEXO 7** : CAPA DE AFIRMADO PROPUESTO
- ANEXO 8** : PLANO DE LA PROPUESTA DE SEÑALIZACION
- ANEXO 9** : CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS EN LA TESIS

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: RANGOS DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO POR DEMANDA Y OROGRAFÍA	9
TABLA N° 2: DATOS BÁSICOS DE LOS VEHÍCULOS DE TIPO M UTILIZADOS EN EL DISEÑO DE CARRETERAS.	12
TABLA N° 3: DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (METROS)	14
TABLA N° 4: DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO	15
TABLA N° 5: PENDIENTES MÁXIMAS.....	22
TABLA N° 6: ANCHOS MÍNIMOS DE CALZADA EN TANGENTES	26
TABLA N° 7: ANCHOS DE BERMAS	27
TABLA N° 8: VALORES DEL BOMBEO DE CALZADA.....	27
TABLA N° 9: TALUDES REFERENCIALES EN ZONAS DE CORTE	28
TABLA N° 10: TALUDES REFERENCIALES EN ZONAS DE RELLENO	28
TABLA N° 11: DIMENSIONES MÍNIMAS DE CUNETAS	29
TABLA N° 12: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	31
TABLA N° 13: CUADRO RESUMEN DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EXISTENTES.	39
TABLA N° 14: CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVAS HORIZONTALES (EJE PROYECTADO).....	39
TABLA N° 15: CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA VERTICAL	52

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 2: DIMENSIONES DEL VEHÍCULO LIGERO.....	11
FIGURA N° 3: DIMENSIONES DEL VEHÍCULO PESADO	11
FIGURA N° 4: ELEMENTOS DE CURVA HORIZONTAL	16
FIGURA N° 5: COMBINACIÓN EN PLANTA, PERFIL Y SU PERSPECTIVA	18
FIGURA N° 6: ELEMENTOS DE CURVA VERTICAL	23
FIGURA N° 7: SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO EN CURVA.....	25
FIGURA N° 8: UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	36
FIGURA N° 9: DISEÑO DEL EJE DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL (KM 0 AL KM 1)	43
FIGURA N° 10: DISEÑO DEL EJE DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL (KM 1 AL KM 2)	44
FIGURA N° 11: DISEÑO DEL EJE DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL (KM 2 AL KM 3)	45
FIGURA N° 12: DISEÑO DEL EJE DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL (KM 3 AL KM 4)	46
FIGURA N° 13: DISEÑO DEL EJE DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL (KM 4 AL KM 5)	47
FIGURA N° 14: DISEÑO DEL EJE DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL (KM 5 AL KM 6)	48
FIGURA N° 15: DISEÑO DEL EJE DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL (KM 6 AL KM 7)	49
FIGURA N° 16: DISEÑO DEL EJE DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL (KM 7 AL KM 7.96).....	50
FIGURA N° 17: DISEÑO DEL EJE DE ALINEAMIENTO VERTICAL (KM 0 AL KM 1)	54
FIGURA N° 18: DISEÑO DEL EJE DE ALINEAMIENTO VERTICAL (KM 1 AL KM 2).....	55
FIGURA N° 19: DISEÑO DEL EJE DE ALINEAMIENTO VERTICAL (KM 2 AL KM 3)	56
FIGURA N° 20: DISEÑO DEL EJE DE ALINEAMIENTO VERTICAL (KM 3 AL KM 4)	57

FIGURA N° 21: DISEÑO DEL EJE DE ALINEAMIENTO VERTICAL (KM 4 AL KM 5)	58
FIGURA N° 22: DISEÑO DEL EJE DE ALINEAMIENTO VERTICAL (KM 5 AL KM 6).....	59
FIGURA N° 23: DISEÑO DEL EJE DE ALINEAMIENTO VERTICAL (KM 6 AL KM 7)	60
FIGURA N° 24: DISEÑO DEL EJE DE ALINEAMIENTO VERTICAL (KM 7 AL KM 7.96).....	61
FIGURA N° 25: SECCIÓN TIPO EN TRAMOS DE TANGENTE	63
FIGURA N° 26: SECCIÓN TIPO EN TRAMOS DE CURVAS	64
FIGURA N° 27: SECCIONES TRANSVERSALES PROYECTADAS (KM 0+000 AL 3+500).....	65
FIGURA N° 28: SECCIONES TRANSVERSALES PROYECTADAS (KM 3+600 AL 7+900).....	66

RESUMEN

El objetivo de la presente tesis ha sido determinar la relación que existe entre la optimización de las características geométricas viales y la transitabilidad de la carretera: Desvío Yunguy – Yunguy, provincia de Huaral, región Lima. Es decir, a través de la optimización del alineamiento horizontal, del alineamiento vertical, y de la implementación de una sección transversal adecuada, determinar en qué medida estas variables influyen en la transitabilidad de la vía (Variable dependiente).

La problemática se centra en aquellas vías rurales o trochas carrozables, que por emplazarse en relieve accidentado y adecuarse a las inflexiones propias del terreno, no cuentan con una óptima característica de sus elementos geométricos, poniendo de manifiesto una necesidad de mejoramiento en el diseño de estas vías. Caso contrario a lo que sucede en la mayoría de vías urbanas.

Para la identificación de los defectos existentes en esta vía, se ha utilizado Métodos de observación mediante de instrumentos topográficos. Mientras que para el diseño de la optimización, se ha hecho uso de software CAD, y como guía de referencia técnica, los lineamientos de diseño que recomienda el Ministerio de Transporte y Comunicaciones mediante el Manual de Diseño Geométrico.

El tipo de investigación es Aplicativo, ya que ha hecho uso de procedimientos y herramientas que recomienda el Manual de diseño peruano en la solución de este tipo de deficiencias y /o problemas en vías con estas características.

Los resultados demuestran la relación positiva que existe entre las variables indicadas. En principio se ha identificado todos los sectores con deficiencias geométricas tanto en planta, perfil longitudinal, y de sección transversal, y a través de la optimización de estos elementos se ha podido cuantificar mediante coeficientes en qué medida se relaciona con la variable dependiente denominada la transitabilidad de la vía.

Adicionalmente, como parte de la discusión de resultados se ha incluido propuestas y sugerencias en aspectos generales de alternativas de solución de especialidades que complementarías a la investigación y que forman parte del diseño total de una vía (drenaje, señalización y pavimento propuesto). Toda esta información está incluida en los anexos adjuntos.

ABSTRACT

The aim of this thesis was to determine the relationship between optimization of road geometric characteristics and walkability of the road: Divert Yunguy - Yunguy province of Huaral, Lima region. That is, through the optimization of horizontal alignment, vertical alignment, and the implementation of appropriate cross section, determine to what extent these variables influence the walkability of the track (dependent variable).

The issue focuses on those country roads or dirt roads, which emplaced in rugged terrain and adapt to the inflections of the land, do not have optimum characteristic of their geometric elements, highlighting a need for improvement in the design of these tract. contrary to what happens in most urban roads case.

For identifying existing defects in this pathway, it has been used methods of observation through surveying instruments. While for design optimization, it has made use of CAD software, and as a technical reference guide, design guidelines recommended by the Ministry of Transport and Communications by geometric design manual.

The research project has been kind of application because it has made use of procedures and tools recommended by the Manual of Peruvian design in solving such deficiencies and / or problems in the process with these characteristics.

The results are proof of the positive relationship between the variables indicated. In principle it identified all sectors with geometric deficiencies in plan, longitudinal profile and cross section, and through optimization of these elements has been quantified by coefficients to what extent is related to the dependent variable called the transitability route.

In addition to this, as part of the discussion of results, it is included proposals and suggestions in general, alternative solutions of specialties that are not part of the research of the thesis, but that complement the overall design of a road (drainage , proposed signage and pavement). All this information is included in the annex attached hereto.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

A la tierra se le puede dividir en varios espacios geomorfológicos llamados regiones naturales, ya que tienen características físicas homogéneas en cuanto a suelo, clima, morfología, entre otros. Dentro de estas grandes regiones se pueden mencionar a los bosques tropicales, los bosques templados, las regiones polares y desérticas. En estas regiones el hombre ha modificado espacios naturales para establecer centros poblados y desarrollar sus actividades (agricultura, ganadería y minería), creando una nueva categoría de región: la urbana y la rural (Peñaherrera Del Aguila, 2006).

Dentro de Sudamérica el Perú es uno de los países que se caracteriza por tener una geografía diversa ya que se encuentra dividido en tres grandes regiones naturales: la costa, la sierra y la selva. Debido a ello, su población se encuentra distribuida en diferentes sectores geográficos, algunos en el llano de la costa, mayormente conformada por la zona urbana, y otros en lo accidentado de nuestra selva y sierra, mayormente conformada por la zona rural. Todas estas poblaciones suelen ser interconectadas mediante alguna vía de comunicación, principalmente: las autopistas, las vías generalmente asfaltadas en zona urbana, las trochas carrozables y carreteras sin asfaltar en la zona rural.

Todos estos ejes viales son de vital importancia en el progreso y crecimiento económico de las poblaciones que la circundan, y que harán uso de los mismos en aras de la interrelación e integración social, comercial y económica de sus poblaciones. Sin embargo en el caso de la zona rural, estos ejes viales no logran su cometido, debido **al mal estado de su vía de transporte**, como es el caso de las carreteras con serios defectos en la superficie, así como en el caso de **vías con deficiencias en sus características geométricas**. Este último caso, principalmente por emplazarse en una zona muy accidentada y con limitada optimización del trazo y diseño geométrico. Similar característica y problema que tiene la vía que se investigará y mejorará aplicando metodología de optimización y adecuación a lo que recomienda nuestro manual de diseño del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Actualmente la vía investigada se encuentra a nivel de trocha carrozable, con una superficie de terreno escarpado, encalaminado y con baches a lo largo de su recorrido; Sin embargo, el mayor inconveniente radica en las excesivas pendientes verticales, además de tramos sinuosos y con ancho de vía muy reducido. Defectos que se manifiestan en el tránsito lento de los vehículos, daño a los accesorios vehiculares, demora en el traslado de sus mercaderías, entre otros.

Con base en el diagnóstico realizado se ha identificado la existencia del siguiente problema central:

“Deficiente nivel de transitabilidad que perjudica el traslado de carga y pasajeros”,
cuyas causas se indican a continuación:

Causa Directa:

- Vía en malas condiciones de transitabilidad

Causas Indirectas:

- Deficiencias en la geometría horizontal y vertical de la vía.
- Insuficiente sección vial

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

- **GENERAL:**

- ¿Qué relación existe entre la optimización de las características geométricas viales y la transitabilidad del tramo Desvío Yunguy – Poblado de Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima?

- **ESPECÍFICOS:**

- ¿Qué relación existe entre la optimización de las características geométricas viales y el alineamiento horizontal de la carretera Desvío Yunguy – Poblado de Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima?
- ¿Qué relación existe entre la optimización de las características geométricas viales y el alineamiento vertical de la carretera Desvío Yunguy – Poblado de Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima?

- ¿Qué relación existe entre la optimización de las características geométricas y la sección transversal de la carretera Desvío Yunguy – Poblado de Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Actualmente muchas de las vías ubicadas en el ámbito rural de nuestro país cuentan con infraestructura inadecuada. Por ello, los vehículos transitan con dificultad y a baja velocidad, debido a que su superficie de rodadura presenta ondulaciones y encalaminado, pero principalmente debido **a una excesiva pendiente vertical a lo largo de la ruta**, así como calzadas con anchos muy estrechos, **que dificultan el traslado de carga y pasajeros** y que además pone en riesgo a quienes circulan en ella. Frente a ésta necesidad de los usuarios se debe dotar de infraestructura vial adecuada que involucre necesariamente un **mejoramiento de las características geométricas existentes** acorde al Manual de Diseño elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

1.4. LIMITACIONES

- Esta investigación se centra específicamente en la optimización y mejoramiento de las características geométricas (Ejes de planta, Perfil y Sección Transversal) de la vía, así como de otras especialidades antecesoras a esta, como es la topografía y el tráfico. En el caso de otras especialidades participes en un diseño completo de vías como es: el estudio de suelos, la hidrología, el drenaje y la señalización, sólo se presentarán propuestas de soluciones generales, ya que la problemática radica en la deficiente geometría existente.
- Este diseño geométrico se relaciona únicamente a la presente. Por lo que cada carretera debe ser optimizada y diseñada de acuerdo a su propia topografía.
- Las autoridades locales (Municipio Provincial y Dirigentes de la zona) no han proporcionado ninguna información referencial o técnica de la zona. Hecho que fue superado con el recorrido in situ y levantamiento de información (Se adjunta solicitud a Municipalidad Provincial).

1.5. OBJETIVOS

1.5.1.OBJETIVO GENERAL

- Determinar la relación que existe entre la optimización de las características geométricas y transitabilidad del tramo Dv. Yunguy – Poblado de Yunguy en la Provincia de Huaral, Región Lima.

1.5.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la relación que existe entre la optimización de las características geométricas viales y el alineamiento horizontal de la carretera: Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima.
- Determinar la relación que existe entre la optimización de las características geométricas viales y el alineamiento vertical de la carretera: Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima.
- Determinar la relación que existe entre la optimización de las características geométricas viales y la sección transversal de la carretera: Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1.ANTECEDENTES

- La tesis titulada: “**Propuesta de diseño geométrico de 5.0 km de vía de acceso vecinal montañosa, final col. Quezaltepeque-Cantón Victoria, Santa Tecla, La Libertad, utilizando software especializado para diseño de carreteras**”, de Alemán, Juárez y Neiro (2015), publicado por la universidad del Salvador de San Salvador, demostró que el diseño geométrico de la vía montañosa mejoraría la transitabilidad mediante las mejoras de los alineamientos de los ejes tridimensionales (Planta, Perfil y sección Transversal). El antecedente da referencia a la importancia del mejoramiento de las características geométricas en la transitabilidad de las vías montañosas o rurales.

- La tesis titulada: “**Análisis y diseño vial de la avenida Mártir Olaya ubicada en el distrito de Lurín del departamento de Lima**”, de Arias y Sarmiento (2015), publicado por la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, concluye que el diseño estructural del pavimento de la vía analizada debería ser complementada con el diseño geométrico, ya que antes de mejorar el pavimento debe enfocarse en la necesidad de un mejoramiento del diseño geométrico, para darle una completa funcionalidad y transitabilidad, con lo que se comprueba la importancia de la geometría vial en una carretera.
- García, Perez y Camacho, (2012) en su artículo de investigación “**Conocimientos básicos sobre diseño geométrico**”, publicado por la Universidad Politécnica de Valencia, menciona: “El diseño geométrico de una carretera supone la parte más importante de su concepción y proyecto (...) pero a su vez pueda facilitar una accesibilidad y movilidad de las personas y las mercancías que sea segura, cómoda, sostenible y en unos tiempos que estén proporcionados a la magnitud de la demanda de movilidad...”. Lo que refuerza la correlación que existe entre el diseño geométrico y la transitabilidad de las vías. Además incluyen el termino optimización de la siguiente forma: “El diseño geométrico se lleva a cabo mediante un proceso de diseño iterativo, donde se va construyendo la geometría de la carretera a través de un modelo espacial que continuamente se evalúa, según todos los condicionantes y objetivos del diseño, para proceder a introducir modificaciones continuas en el mismo, buscando la **optimización** de la realidad física y funcional final”.
- En la tesis titulada: “**Análisis de las características geométricas de la ruta PE-06 A, en el departamento de Lambayeque con propuesta de solución al empalme PE-1N en el área metropolitana de Chiclayo**”, de Reinoso (2013), publicado por la Universidad San Martín de Porres, de Lima Perú, demostró que la vía indicada tenía defectos geométricos en cuanto a Planta, Perfil y la Sección Transversal, además propuso una alternativa de empalme de vía hacia Chiclayo. Lo que refuerza la necesidad de analizar las vías desde el punto de vista geométrico, ya que en muchos casos estos defectos son imperceptibles a la vista de los usuarios y que podrían ocasionar accidentes.

- Cárdenas, (2012) en su artículo sobre **“Diseño geométrico de carreteras”**, menciona: “En el proyecto integral de una carretera, el diseño geométrico es la parte más importante ya que a través de él se establece la configuración geométrica tridimensional, con el propósito de que la vía sea funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente” (p.1). Con lo que refuerza la tesis de que el diseño de las características geométricas de una vía es parte importante e influyente en la transitabilidad de la misma.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. OPTIMIZACION DE LAS CARACTERISTICAS GEOMÉTRICAS.

LINEAMIENTOS TÉCNICOS DE LOS MANUALES DE DISEÑO DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC)

(DISEÑO GEOMÉTRICO - 2014 - MTC)

(MANUAL DE CAMINOS DE BAJO COLUMEN DE TRANSITO- 2008- MTC).

A. CLASIFICACIÓN DE VÍA.

Según el manual de diseño geométrico del MTC (2014), las carreteras del Perú se clasifican:

a. SEGÚN SU DEMANDA:

i. Autopistas de Primera Clase

Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6,000 Veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6.00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

ii. Autopistas de Segunda Clase

Son carreteras con un IMDA entre 6,000 y 4,001 veh./día. de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6.00 m hasta

1.00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

iii. Carreteras de Primera Clase

Son carreteras con un IMDA entre 4,000 y 2,001 veh/día, de con una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

iv. Carreteras de Segunda Clase

Son carreteras con IMDA entre 2.000 y 400 Veh/día con una calzada de dos carriles de 3.30 m de ancho como mínimo.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada

v. Carreteras de Tercera Clase

Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta 2.50, contando con el sustento técnico correspondiente.

vi. Trochas Carrozables

Son vías transitables que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 Veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4.00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce por lo menos cada 500 m. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

b. SEGÚN SU OROGRAFÍA

En el Perú, la orografía del terreno, se clasifican de la siguiente manera:

- Terreno Plano (Tipo 1)

- Terreno Ondulado (Tipo 2)
- Terreno Accidentado (Tipo 3)
- Terreno Escarpado (Tipo 4)

B. VELOCIDAD DE DISEÑO

El manual de diseño geométrico (2014), indica que es la velocidad escogida para el diseño, el cual será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad. Agrega que esta es la base para la definición de las características de los elementos geométricos.

a. DEFINICIÓN DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO

La velocidad de diseño está en función de la clasificación por demanda u orografía de la carretera a diseñarse, (DG-2014, p.100). Para ello nos muestra el siguiente cuadro:

TABLA N° 1: Rangos de la velocidad de diseño por demanda y orografía

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
Autopista de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Autopista de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de tercera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												

Fuente: Manual de diseño del MTC (DG-2014)

b. VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN

La velocidad directriz condiciona todas las características geométricas de la vía, su definición se encuentra íntimamente ligada al costo de construcción de cada carretera. Para una velocidad de circulación alta, el diseño vial obliga, entre otros, al uso de mayores anchos de plataforma y mayores radios de giro en las curvas horizontales, lo que trae como consecuencia el incremento de los volúmenes de obra.

Para el caso específico del proyecto se está considerando una Velocidad Máxima de Circulación de 30 Km/h.

c. VEHÍCULO DE DISEÑO

Según el Manual de diseño del MTC (2014), el Diseño Geométrico de carreteras se debe efectuar en concordancia con los tipos de vehículos, dimensiones, pesos y demás características, contenidas en el Reglamento Nacional de Vehículos vigente.

Agrega además que es necesario tomar en cuenta la composición del tráfico que utiliza o utilizará la vía. Dando énfasis en que el vehículo de diseño normal será el vehículo comercial rígido (camiones y/o buses).

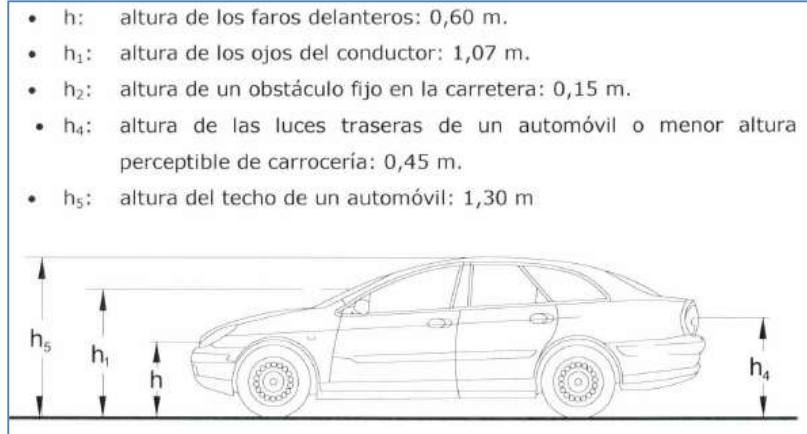
El manual también precisa que los tipos de vehículos, según el reglamento nacional de vehículos, se dividen en ligeros y pesados, de la siguiente manera:

- **Vehículos de pasajeros**
 - Jeep (VL)
 - Auto (VL)
 - Bus (B2, B3, B4 y BA)
 - Camión C2

- **Vehículos de carga**
 - Pick-up (equivalente a Remolque Simple T2S1)
 - Camión C2
 - Camión C3 y C2CR
 - T3S2

Los vehículos ligeros son los que se utilizan para el cálculo de las distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento, tal como lo indica el manual de diseño (p.28) de acuerdo a las medidas del siguiente gráfico:

FIGURA N° 1: Dimensiones del vehículo ligero

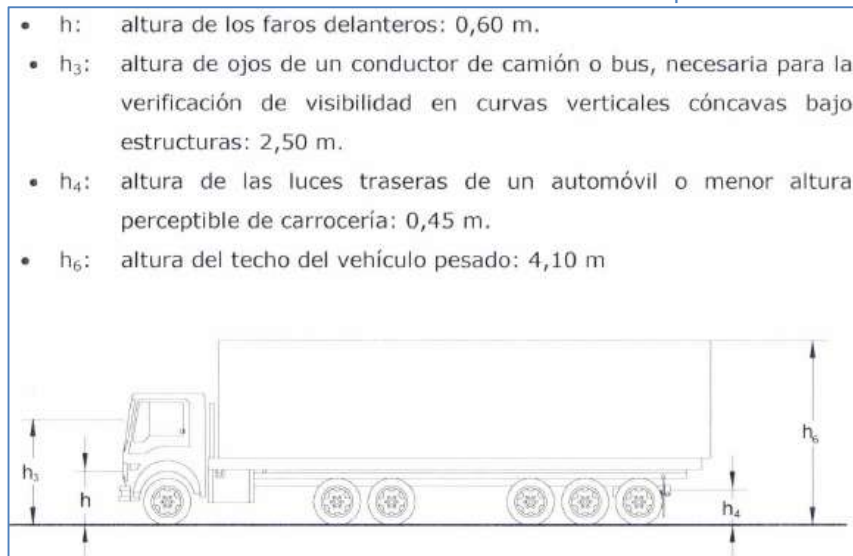


Fuente: Manual de diseño del MTC

Los vehículos pesados serán los que determinen la sección de los carriles y su capacidad portante, además de los radios, sobre anchos en curvas horizontales, alturas libres mínimas permisibles, etc. (p.29).

Para ello muestra las siguientes dimensiones como referencia en los diseños:

FIGURA N° 2: Dimensiones del vehículo pesado



Fuente: Manual de diseño del MTC

El manual nos muestra además los datos básicos de los vehículos de diseño, mediante la siguiente tabla:



TABLA N° 2: Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados en el diseño de carreteras.

Tipo de vehículo	Alto total	Ancho Total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero	Radio mín. rueda exterior
Vehículo ligero (VL)	1,30	2,10	0,15	1,80	5,80	0,90	3,40	1,50	7,30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4,10	2,60	0,00	2,60	13,20	2,30	8,25	2,65	12,80
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	4,10	2,60	0,00	2,60	14,00	2,40	7,55	4,05	13,70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4,10	2,60	0,00	2,60	15,00	3,20	7,75	4,05	13,70
Ómnibus articulado (BA-1)	4,10	2,60	0,00	2,60	18,30	2,60	6,70 / 1,90 / 4,00	3,10	12,80
Semirremolque simple (T2S1)	4,10	2,60	0,00	2,60	20,50	1,20	6,00 / 12,50	0,80	13,70
Remolque simple (C2R1)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	10,30 / 0,80 / 2,15 / 7,75	0,80	12,80
Semirremolque doble (T3S2S2)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	5,40 / 6,80 / 1,40 / 6,80	1,40	13,70
Semirremolque remolque (T3S2S1S2)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	5,45 / 5,70 / 1,40 / 2,15 / 5,70	1,40	13,70
Semirremolque simple (T3S3)	4,10	2,60	0,00	2,60	20,50	1,20	5,40 / 11,90	2,00	1

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos en el Manual de diseño del MTC

D. ELEMENTOS DE DISEÑO GEOMÉTRICO

De acuerdo al manual de diseño geométrico de carreteras (DG-2014), Los elementos que definen la geometría de la carretera son:

- a. La velocidad de diseño seleccionada.
- b. La distancia de visibilidad necesaria
- c. La estabilidad de la plataforma de la carretera, de las superficies de rodadura. de puentes. de obras de arte y de los taludes.
- d. La preservación del medio ambiente

E. DISTANCIA DE VISIBILIDAD

Es la longitud continua hacia delante de la carretera, que es visible al conductor del vehículo. En los proyectos se consideran tres distancias de visibilidad:

- Visibilidad de parada
- Visibilidad de paso o adelantamiento
- Visibilidad de cruce con otra vía.

Las dos primeras influyen en el diseño de la carretera, (DG-2014).

a. Visibilidad De Parada

Es la longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto inmóvil que se encuentra en su trayectoria.

Se considera obstáculo aquél de una altura mayor o igual a 0.15 m, con relación a los ojos de un conductor que está a 1.07 m. sobre la rasante de circulación

El manual nos da la siguiente tabla respecto a las distancias de parada a considerar en función de la velocidad de diseño y de la pendiente.

TABLA N° 3: Distancia de visibilidad de parada (metros)

Velocidad de diseño (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
100	185	194	207	223	174	167	160
110	220	227	243	262	203	194	186
120	250	283	293	304	234	223	214
130	287	310	338	375	267	252	238

FUENTE: Manual de diseño del MTC (DG-2014)

b. Visibilidad De Adelantamiento

Es la mínima distancia que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro vehículo que viaja a velocidad menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz, y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso.

La distancia de visibilidad de adelantamiento debe considerarse únicamente para las carreteras de dos carriles con tránsito en las dos direcciones, donde el adelantamiento se realiza en el carril del sentido opuesto. 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 1.07 m y que la del ojo del conductor del vehículo que realiza la maniobra de adelantamiento es de 1.07m.

La distancia de visibilidad de adelantamiento a adoptarse varía con la velocidad directriz tal como se muestra en el siguiente cuadro.

TABLA N° 4: Distancia de Visibilidad de Adelantamiento

VELOCIDAD ESPECÍFICA EN LA TANGENTE EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO ADELANTADO (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE ADELANTA, V (km/h)	MÍNIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO D_A (m)	
			CALCULADA	REDONDEADA
20	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

FUENTE: Manual de diseño del MTC (DG-2014)

2.2.2. NO OBSTANTE, LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA Y ADELANTAMIENTO SE DEBE APLICAR CUANDO NO EXISTAN IMPEDIMENTOS IMPUESTOS POR EL TERRENO Y QUE SE REFLEJAN, POR LO TANTO, EN EL COSTO DE CONSTRUCCIÓN.

2.2.3. TRANSITABILIDAD VIAL

Según Cárdenas, (2012) "...el diseño geométrico de carreteras es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría".

Es por ello la importancia de generar un alineamiento tridimensional en planta, perfil y de su sección transversal que permita visualizar la integración física del diseño con el entorno físico.

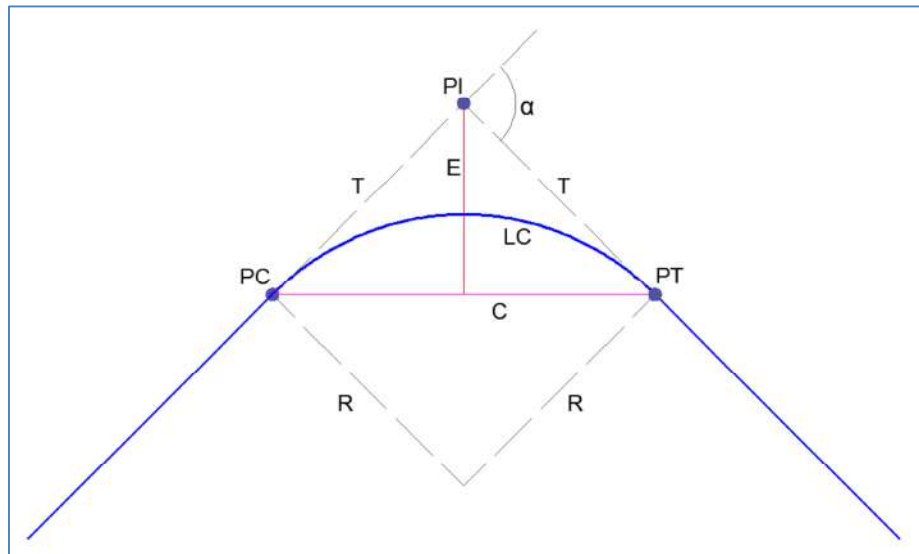
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA

El diseño geométrico en planta de una carretera, o alineamiento horizontal, es la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Dicho eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas, Cárdenas (2012, p.34).

A. Curvas circulares simples

Las curvas horizontales simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales, Cárdenas (2012, p.34).

FIGURA N° 3: Elementos de curva Horizontal



Dónde:

PI: Punto de intersección de la prolongación de los alineamientos.

PC: Punto de inicio de la curva

PT: Punto de término de la curva

R: Radio de la curva

T: Tangente a la curva horizontal

α : Angulo de deflexión

LC: Longitud de la curva horizontal

E: externa de la curva horizontal

C: cuerda mayor de la curva horizontal

Para hallar:

$$T= R \cdot \tan (\alpha / 2)$$

$$LC= \frac{\pi \cdot R \cdot \alpha}{180}$$

$$E= R (\sec (\alpha / 2) - 1)$$

B. Curvas de Transición

Son espirales que tienen por objeto evitar las discontinuidades en la curvatura del trazo, por lo que en su diseño, deberán ofrecer las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos del trazado.

Con tal finalidad y a fin de pasar de la sección transversal con bombeo, correspondiente a los tramos en tangente, a la sección de los tramos en curva provistos de peralte y sobre ancho, es necesario intercalar un elemento de diseño, con una longitud en la que se realice el cambio gradual, a la que se conoce con el nombre de longitud de transición (DG-2014, p.114).

C. Sobre Ancho de la Calzada en Curvas Circulares

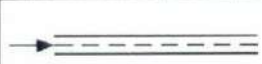
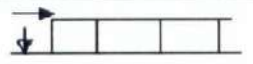




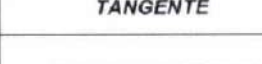
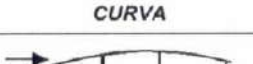







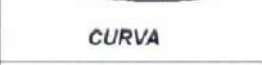
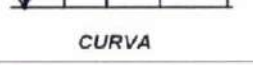

Es el ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

Esta necesidad, refiere el manual de diseño DG-2014, se debe a la extensión de la trayectoria de los vehículos y a la mayor dificultad en mantener el vehículo dentro del carril en tramos curvos.

D. Coordinación del trazo en planta y perfil, y consistencia del diseño geométrico

De acuerdo al manual de diseño del MTC, es necesario estudiar los efectos combinados de la concepción del diseño de la planta y perfil longitudinal ya que puede llevar una serie de depresiones no visibles al conductor del vehículo. La superposición de los elementos del trazado en planta y perfil unidos a las características transversales de la carretera, constituye una visión tridimensional o espacial, denominada también perspectiva.

FIGURA N° 4: Combinación en Planta, Perfil y su Perspectiva

PLANTA	PERFIL	PERSPECTIVA
 TANGENTE	 TANGENTE	
 TANGENTE	 CURVA	
 TANGENTE	 CURVA	
 CURVA	 TANGENTE	
 CURVA	 CURVA	
 CURVA	 CURVA	

FUENTE: Manual de Diseño geométrico 2014 MTC

E. Consistencia del diseño geométrico

De acuerdo al manual de diseño del MTC, la consistencia del diseño geométrico de una carretera, se entiende como la relación de homogeneidad de sus características geométricas y las condiciones de seguridad que espera encontrar el conductor de un vehículo que circula por ella.

Menciona también, que para lograr ello debe cumplir las siguientes condiciones:

- Que el conductor pueda distinguir la superficie de rodadura, así como eventuales obstáculos, a una distancia suficiente que le permita reaccionar adecuadamente.
- Que el conductor pueda apreciar de manera oportuna, puntos particulares tales como intersecciones, confluencias, bifurcaciones, puentes, túneles, etc.
- Tener una percepción continua de la evolución del trazado, evitando confusiones generadas por interrupciones en la geometría, que podrían llevar a respuestas erróneas a los conductores.
- Que el conjunto resultante del proceso de diseño, tenga las mejores condiciones de seguridad vial y el menor impacto ambiental, posibles.

DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL

De acuerdo al manual de diseño geométrico del MTC (2014):

El diseño geométrico del perfil longitudinal o alineamiento vertical, está constituido por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, a los cuales dichas rectas son tangentes; en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, en positivas, aquellas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas (p.188).

Además, está controlado principalmente por la categoría del camino, velocidad de diseño, topografía, alineamiento horizontal, distancias de visibilidad, seguridad, drenaje, costos de construcción y Valores Estéticos.

Las consideraciones de diseño del perfil longitudinal, según el manual, son los siguientes:

- En terreno plano, por razones de drenaje, la rasante estará sobre el nivel del terreno.
- En terreno ondulado, por razones de economía, en lo posible la rasante seguirá las inflexiones del terreno.
- En terreno accidentado, en lo posible la rasante deberá adaptarse al terreno, evitando los tramos en contrapendiente, para evitar alargamientos innecesarios.
- En terreno escarpado el perfil estará condicionado por la divisoria de aguas.
- Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas, que presenten variaciones graduales de los lineamientos, compatibles con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.
- Los valores especificados para pendiente máxima y longitud crítica, podrán estar presentes en el trazado si resultan indispensables. Sin embargo, la forma y oportunidad de su aplicación serán las que determinen la calidad y apariencia de la carretera terminada.
- Deberán evitarse las rasantes de “lomo quebrado” (dos curvas verticales de mismo sentido, unidas por una alineación corta). Si las curvas son convexas se generan largos sectores con visibilidad restringida, y si ellas son cóncavas, la visibilidad del conjunto resulta antiestética y se crean falsas apreciaciones de distancia y curvatura.
- En pendientes que superan la longitud crítica, establecida como deseable para la categoría de carretera en proyecto, se deberá analizar la factibilidad de incluir carriles para tránsito lento.
- En pendientes de bajada, largas y pronunciadas, es conveniente disponer, cuando sea posible, de carriles de emergencia que permitan maniobrar el frenado.

A. PENDIENTE

a. Pendiente Mínima:

Generalmente es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0.5%

b. Pendiente Máxima:

Ver la tabla N°4 del manual de diseño geométrico del MTC (2014), a excepción de los siguientes casos:

- En zonas de altitud superior de los 3,000 msnm, los valores máximos de la tabla indicada, se reducirán en 1% para terrenos accidentados o escarpados.
- En autopistas, las pendientes de bajada podrán superar en un 2% los máximos establecidos en la tabla indicada.

TABLA N° 5: Pendientes Máximas

Demanda	Autopistas												Carretera								
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				Carretera < 400				
	Primera clase		Segunda clase		Primera clase		Segunda clase		Primera clase		Segunda clase		Primera clase		Segunda clase		Tercera clase				
Características	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Tipo de orografía																					
Velocidad de diseño: 30 km/h																					
40 km/h																					
50 km/h																					
60 km/h																					
70 km/h																					
80 km/h																					
90km/h																					
100km/h																					
110 km/h																					
120 km/h																					
130 km/h																					

FUENTE: Manual de Diseño geométrico 2014 MTC

Además, el manual de diseño (2014) también recomienda que en caso de pendientes máximas excepcionales que superen el 10% estas deben tener algún sustento de orden técnico o económico, (p.191).

B. CURVAS VERTICALES

Las curvas verticales parabólicas, indicadas líneas arriba, son definidas por su parámetro de curvatura K , que equivale a la longitud de la curva en el plano horizontal, en metros, para cada 1% de variación en la pendiente.

La fórmula que recomienda el manual de diseño (2014) es la siguiente:

$$K=L/A$$

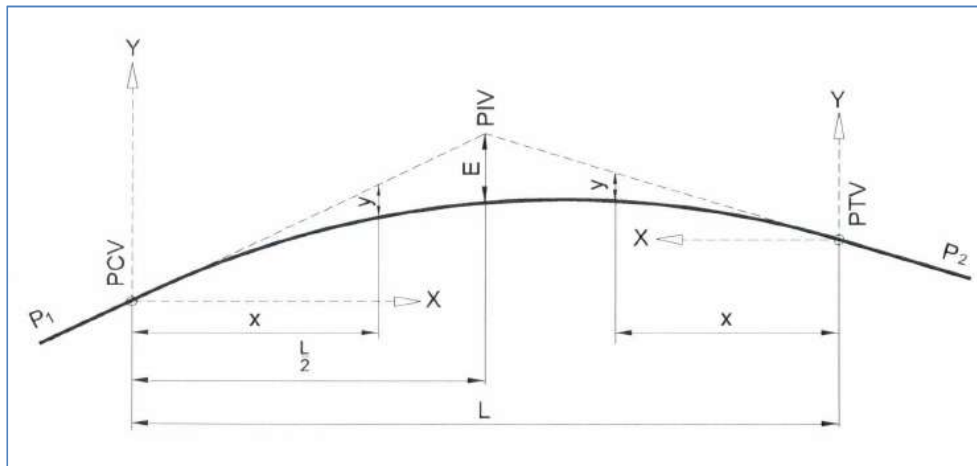
Dónde,

K : Parámetro de curvatura

L : Longitud de curva vertical

A : Valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes.

FIGURA N° 5: Elementos de curva Vertical



FUENTE: Manual de diseño Geométrico 2014

Dónde,

PCV : Principio de la curva vertical

- PIV : Punto de intersección de las tangentes verticales
- PTV : Término de la curva vertical
- L : Long. de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros (m)
- S_1 : Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%)
- S_2 : Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%)
- A : Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%)

$$A = |S_2 - S_1|$$

- E : Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m), se determina:

$$E = \frac{AL}{800}$$

- X : Distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV
- Y : Llamada corrección de la curva vertical.

$$Y = X^2 \left(\frac{A}{200L} \right)$$

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCION TRANSVERSAL

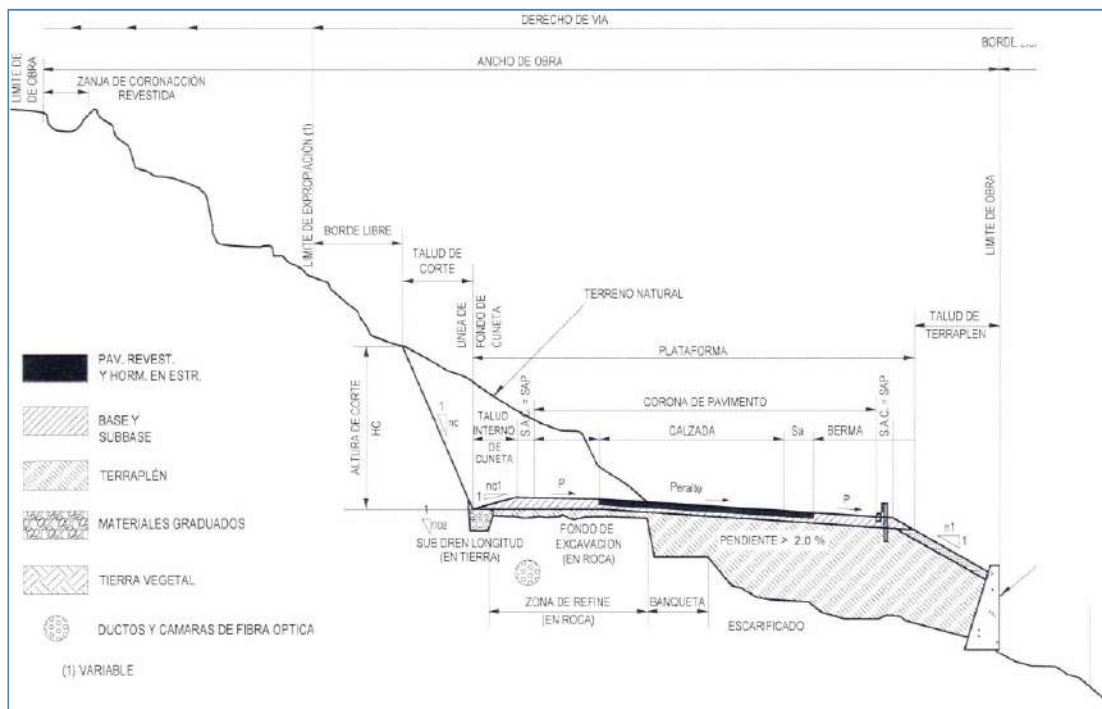
Según, el manual de diseño geométrico del MTC (2014):

El diseño geométrico de la sección transversal, consiste en la descripción de los elementos de la carretera en un plano de corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de

dichos elementos, en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural (p.204).

En la sección transversal se plasman los carriles de diseño, las bermas y las cunetas en los casos de necesidad por drenaje. Tal como se muestra en la siguiente figura:

FIGURA N° 6: Sección Transversal Tipo en curva



FUENTE: Manual de diseño geométrico del MTC (2014)

A. CALZADA O SUPERFICIE DE RODADURA

Según el manual:

La calzada se divide en carriles, los que están destinados a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido...el número de carriles de cada calzada se fijará de acuerdo con las previsiones y composición del tráfico, acorde al IMDA de diseño, así como el nivel de servicio deseado.

Menciona también que los anchos de calzada deberán estar entre 3.00 y 3.60m. En la siguiente tabla se muestra el ancho de calzada en relación a la clasificación de la carretera.

TABLA N° 6: Anchos mínimos de calzada en tangentes

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera							
Tráfico vehículos/día	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400							
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase							
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Velocidad de diseño: 30 km/h																					6,00	6,00		
40 km/h																					5,60	5,60	5,60	6,00
50 km/h													7,20	7,20			5,60	5,60	5,60	6,00	6,00			
60 km/h					7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	5,60	5,60	5,60	6,00				
70 km/h					7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	5,60				5,60	6,00		
80 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20							5,60	6,00		
90 km/h	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			7,20								5,60	6,00		
100 km/h	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20				7,20											
110 km/h	7,20	7,20			7,20																			
120 km/h	7,20	7,20			7,20																			
130 km/h	7,20																							

Notas:

- a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
- b) En carreteras de Tercera Clase, excepcionalmente podrán utilizarse calzadas de hasta 5,00 m, con el correspondiente sustento técnico y económico

FUENTE: Manual de diseño geométrico (2014)

B. BERMAS

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

Ancho de las Bermas

En la Siguiete tabla se muestra los anchos de berma, establecidos por el MTC, en función de la clasificación de la vía, velocidad de diseño y orografía.

TABLA N° 7: Anchos de bermas

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			0,50	0,50
40 km/h															1,20	1,20	0,90	0,50		
50 km/h										2,60	2,60			1,20	1,20	1,20	0,90	0,90		
60 km/h					3,00	3,00	2,60	2,60	3,00	3,00	2,60	2,60	2,00	2,00	1,20	1,20	1,20	1,20		
70 km/h			3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	1,20		1,20	1,20		
80 km/h	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00		2,00	2,00			1,20	1,20		
90 km/h	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00	3,00			2,00				1,20	1,20		
100 km/h	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00				2,00							
110 km/h	3,00	3,00			3,00															
120 km/h	3,00	3,00			3,00															
130 km/h	3,00																			

Notas:

- Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
- Los anchos indicados en la tabla son para la berma lateral derecha; para la berma lateral izquierda es de 1,50 m para Autopistas de Primera Clase y 1,20 m para Autopistas de Segunda Clase
- Para carreteras de Primera, Segunda y Tercera Clase, en casos excepcionales y con la debida justificación técnica, la Entidad Contratante podrá aprobar anchos de berma menores a los establecidos en la presente tabla, en tales casos, se preverá áreas de ensanche de la plataforma a cada lado de la carretera, destinadas al estacionamiento de vehículos en caso de emergencias, de acuerdo a lo previsto en el [Tópico 304.12](#), debiendo reportar al órgano normativo del MTC.

FUENTE: Manual de diseño del MTC (2014)

C. BOMBEO

El bombeo es la inclinación transversal de la calzada, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. En la siguiente tabla se muestra los valores recomendados por el MTC.

TABLA N° 8: Valores del bombeo de 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 diseño del MTC (2014)

D. PERALTE

Similar al bombeo, pero la inclinación se aplica a los sectores de curva horizontal. Su función específica es contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.

La fórmula que recomienda el manual de diseño, para calcularla es la siguiente:

$$p = \frac{V^2}{127R} - f$$

Dónde:

p : Peralte máximo asociado a V

V : Velocidad de diseño (km/h)

R : Radio mínimo absoluto (m)

F : Coeficiente de fricción lateral máximo asociado a V

E. TALUDES

Es la inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes. Para ello se necesita tener información proveniente del estudio de mecánica de suelos. Todo ello con la finalidad de proveer de estabilidad a los taludes laterales.

TABLA N° 9: Taludes referenciales en zonas de corte

Clasificación de materiales de corte	Roca fija	Roca suelta	Material			
			Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas	
Altura de corte	<5 m	1:10	1:6-1:4	1:1 -1:3	1:1	2:1
	5-10 m	1:10	1:4-1:2	1:1	1:1	*
	>10 m	1:8	1:2	*	*	*

(*) Requerimiento de banquetas y/o estudio de estabilidad.

FUENTE: Manual de diseño geométrico 2014

TABLA N° 10: Taludes referenciales en zonas de relleno

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1,5	1:1,75	1:2
Arena	1:2	1:2,25	1:2,5
Enrocado	1:1	1:1,25	1:1,5

FUENTE: Manual de diseño geométrico 2014

F. CUNETAS

Según el manual de diseño geométrico (2014) las cunetas “Son canales construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y sub-superficiales, procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes, a fin de proteger la estructura del pavimento” (p.228). Menciona también que es necesario recabar información hidráulica para la determinación de las dimensiones de las cunetas.

TABLA N° 11: Dimensiones mínimas de cunetas

Región	Profundidad(m)	Ancho(m)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.75
Muy Lluviosa	0.50	1.00

FUENTE: Manual de diseño geométrico.

2.3. HIPÓTESIS.

2.3.1. GENERAL:

- Existe una relación positiva entre la optimización de las características geométricas viales y la transitabilidad del tramo: Desvío Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima.

2.3.2. ESPECÍFICOS:

- Existe una relación positiva entre la optimización de las características geométricas y el alineamiento horizontal de la carretera: Desvío Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima
- Existe una relación positiva entre la optimización de las características geométricas y alineamiento vertical de la carretera: Desvío Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima.

- Existe una relación positiva entre la optimización de las características geométricas y la sección transversal de la carretera: Desvío Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TABLA N° 12: Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES	Consiste en optimizar el diseño del eje vial en Planta, Perfil y sección Transversal.	Diseño geométrico en Planta	Tangentes horizontales.
			Curvas Horizontales
		Diseño geométrico del Perfil	Pendiente de Sub-rasante
			Curvas Verticales.
		Diseño geométrico de la Sección Transversal	Ancho de Vía
			Geometría en curva
TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA	Consiste en que la carretera tenga las características geométricas que recomienda el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.	Lineamientos técnicos del Manual de diseño del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.	Recomendaciones de Diseño del alineamiento horizontal.
			Recomendaciones de Diseño del alineamiento vertical.
			Recomendaciones de diseño de la sección transversal.

FUENTE: Elaboración Propia

3.2. DEFINICIÓN OPERACIONAL

3.2.1. LINEAMIENTOS TÉCNICOS DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.

La institución encargada de gestionar los lineamientos técnicos viales en nuestro país es el Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Es mediante el manual de diseño de carreteras donde establece todos los parámetros y recomendaciones mínimas de diseño geométrico.

3.2.2. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA.

El diseño geométrico comprende la optimización y adecuación del eje en planta a los requerimientos y necesidades de los tipos de vehículos que la circulan. Esta Optimización se realiza en función de lo que recomiendan las instituciones encargadas de la seguridad y administración vial de cada País. Para nuestro caso la entidad encargada es el MTC.

3.2.3. DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PERFIL.

Similar al anterior, aunque la optimización se implementa en el perfil de la Vía, tratando en lo posible de mantener una pendiente que permita a los vehículos circular con seguridad y comodidad.

3.2.4. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL.

En este caso el diseño se implementa en las secciones de toda la vía. Es decir se establece un trazo transversal que permita una circulación con espacios suficientes entre el cruce de un vehículo y otro, además de pendientes transversales que generen una circulación en curva con seguridad y también para efectos de drenaje de lluvias y otros fenómenos hidrológicos.

3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.3.1. SEGÚN EL PROPÓSITO:

La presente investigación según el propósito es **aplicada**, porque hace uso de procedimientos establecidos en las Normas de diseño del MTC, para resolver un problema existente, tal como lo menciona la Universidad La Sabana:

Es aquella que parte de una situación problemática que requiere ser intervenida y mejorada. Comienza con la descripción sistemática de la situación deficitaria, luego se enmarca en una teoría suficientemente

aceptada de la cual se exponen los conceptos más importantes y pertinentes; posteriormente, la situación descrita se evalúa a la luz de esta Teoría y se proponen secuencias de acción o un prototipo de solución.

3.3.2. SEGÚN EL DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

- Tipo de investigación: **No Experimental/Correlacional**, porque se planteó la optimización de las características existentes y se correlacionó mediante los indicadores de la variable (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2006).
- Diseño de Investigación: **Transversal**, porque se recopiló información de campo en un momento determinado. (Guía de investigación UPN, 2014)

3.4. UNIDAD DE ESTUDIO

Las mediciones y observaciones se realizaron en la carretera tipo trocha carrozable de la zona rural de Huaral.

3.5. POBLACIÓN

Carreteras tipo Trochas carrozables con problemas de transitabilidad a causa de una deficiente geometría vial.

3.6. MUESTRA (MUESTREO O SELECCIÓN)

Levantamiento de todas las características técnicas, principalmente las geométricas, en los 7.98 km de la vía mencionada.

3.7. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS.

Toda la información recabada de campo sirvió para identificar las deficiencias técnicas que existe en la vía, específicamente aquella geometría que no concuerda con lo recomendado en los manuales de diseño de carreteras. De igual manera esta

información sirvió de base para diseñar el mejoramiento de las características geométricas en función al Manual correspondiente.

Esta optimización fue cuantificada mediante valores porcentuales de los indicadores mejorados con respecto a lo existente. Se utilizó para ello la observación de campo y herramientas de diseño CAD para la identificación de las deficiencias, y software de diseño vial para la optimización del trazo, luego se determinaron mediante coeficientes el porcentaje de mejoras de todos los indicadores.

3.7.1. RECOLECCIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN DE CAMPO.

- Para la Superficie del terreno : Mediante equipo topográfico.
- Para determinar el Tipo de Suelo : Mediante excavación de calicatas.
- Para determinar el Trafico Existente : Mediante conteo vehicular.

3.7.2. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

- Para la Superficie del terreno : Mediante Software CAD.
- Para determinar el Tráfico : Mediante Calculo Manual.

3.7.3. PROCEDIMIENTOS

A continuación se describe en forma resumida todas las actividades y dimensiones que se realizó para el cumplimiento de los objetivos.

3.7.3.1 Superficie del terreno:

- a) Establecimiento de Poligonal de apoyo
- b) Levantamiento con estación Total de la faja de terreno, así como de las características existentes de la vía.
- c) Elaboración del plano topográfico e identificación de las deficiencias técnicas en planta perfil y sección transversal.

3.7.3.2 Trafico de la Carretera (Índice Medio Diario Proyectado (IMD)):

- a) Conteo Vehicular durante 1 semana en puntos estratégicos
- b) Proyección a futuro del IMD diario
- c) Factoración y Ajuste del IMD
- d) Valor representativo de la demanda diaria de Vehículos.

3.7.3.3 Diseño y/o Solución Geométrica en Planta, Perfil y Sección Transversal.

- a) Con la Información de Campo se determinaron los parámetros de diseño y el manual de diseño de referencia.
- b) Se elaboró el nuevo trazo del Alineamiento horizontal (Eje de diseño), el eje del perfil de subrasante y las secciones transversales proyectadas. Todo acorde a las recomendaciones del Manual de diseño del MTC.
- c) Con la información procesada se cuantificó la cantidad de elementos deficientes de la vía existente, así como de las nuevas características de la vía proyectada.
- d) Seguidamente se dieron los indicadores resultantes entre la comparación de lo proyectado y lo existente.

3.7.3.4 Complemento de información de las demás especialidades.

- a) Finalmente se complementó de forma general y aproximada con propuesta de solución a las especialidades que complementarían el diseño total de la vía.
- b) Se elaboraron cuadros y planos de las propuestas de solución de las demás especialidades.

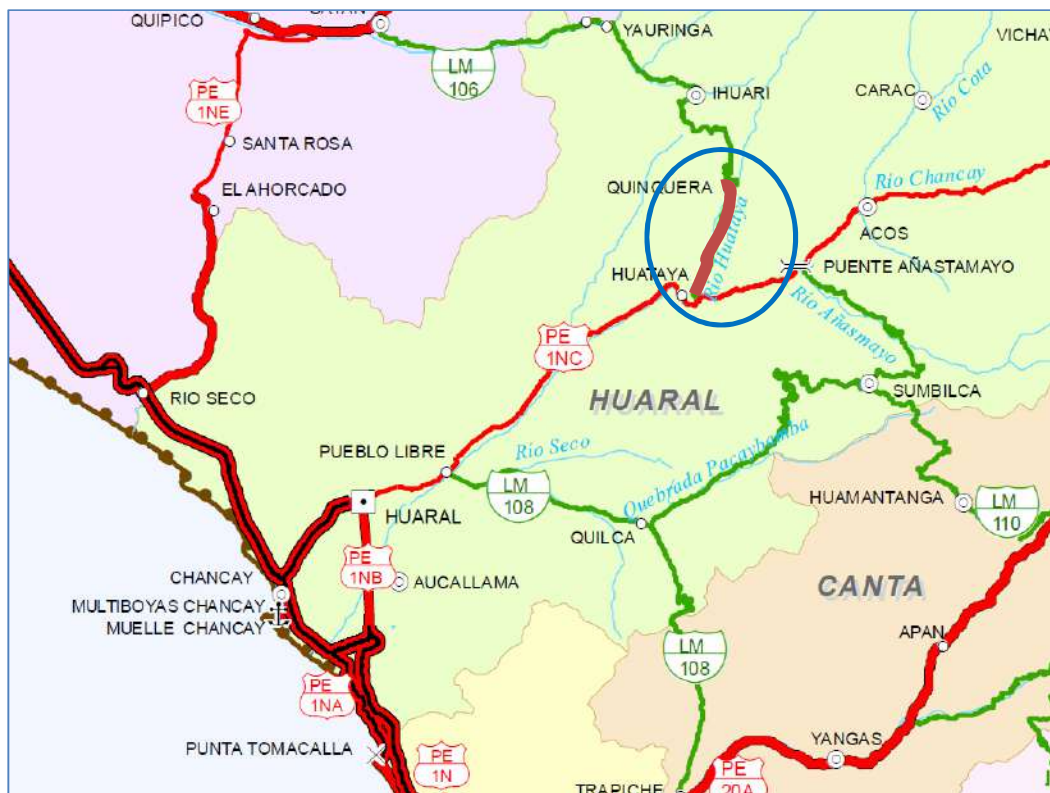
CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1. ASPECTOS GENERALES

4.1.1. UBICACIÓN

El proyecto en estudio se encuentra ubicado en el Distrito de Ihuari, Provincia de Huaral y Departamento de Lima entre los 1000 y 1500 msnm. Así mismo, se encuentra ubicada a 30 km aproximadamente de Huaral en dirección al distrito de Acos. El tiempo de recorrido desde la ciudad de Huaral hasta el lugar del proyecto, es de $\frac{3}{4}$ de hora en camioneta.

FIGURA N° 7: Ubicación del Proyecto.



FUENTE: Mapa Vial de Lima

4.1.2. ACCESIBILIDAD AL AREA DEL PROYECTO

Se accede desde Huaral hacia el área del proyecto por la carretera natural en dirección a Acos: pasando por el poblado el Tres, Huayan, Hornillos, Lindero, Lumbra, San Miguel, Quisque Bajo, Huataya; luego en este poblado se ingresa por el desvío Huataya - Ihuari, donde se inicia el proyecto. El recorrido total es de 30Km. Aproximadamente hasta el inicio de la trocha en estudio, y el tiempo de recorrido desde Huaral hasta el lugar del Proyecto, es de $\frac{3}{4}$ de hora en camioneta.

4.1.3. CONDICIONES CLIMATICAS DE LA ZONA.

La temperatura media anual máxima y mínima es 21.1°C y 20.3°C respectivamente. Se observa durante el año dos periodos bien marcados: Verano desde Enero hasta Marzo, cuando la temperatura máxima se encuentra por encima de 21.1°C y la mínima alrededor de 20.3°C, y el invierno desde Abril a Junio, con temperaturas máximas menores de 20°C y mínimas de 15°C. La fluctuación de la temperatura es muy variable en un mismo día y en un mismo lugar, más aún en los diferentes pisos altitudinales. La presencia de heladas se dan entre abril a julio. En esta época las temperaturas descienden hasta 15°C dependiendo de la altitud. En los meses de invierno los días son calurosos y las noches bastante frías, que originan perdidas en los cultivos de los agricultores.

4.2. RESULTADOS ESPECIFICOS DE LAS DIMENSIONES DEL PROYECTO DE INVESTIGACION.

4.2.1. LINEAMIENTOS TÉCNICOS DEL MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.

I. *Clasificación de Vía:*

- Según su función: RED VIAL TERCIARIA O LOCAL - SISTEMA VECINAL.
- Según su demanda: TERCERA CLASE.
- Según su orografía: TIPO 4

II. *Vehículo de Diseño:*

- B2 / C2 y VL (Vehículo Ligero)

III. *Velocidad de Diseño:*

- 30 km/h

4.2.2. DISEÑO GEOMÉTRICO

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN PRELIMINAR E IDENTIFICACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS GEOMÉTRICAS DE LA VÍA.

I. *Relieve del terreno (Planos Topográficos):*

- Trocha carrozable. Ver Anexo de memoria y planos respectivos

II. *IMD Referencial:*

	AUTO / PICK UP	COMBIS MICROS	BUS	C2E	C3E	TOTAL
Diario	115	55	0	30	0	199
Anual	41803	20068	0	10878	0	72749

FUENTE: Elaboración Propia (Ver cálculos en Anexo adjunto)

III. *Inventario de elementos geométricos a optimizar en la vía:*

TABLA N° 13: Cuadro resumen de elementos geométricos existentes.

	Curvas Horizontales	Curvas Verticales	# Tramos Superiores a 12% de Pendiente
CANTIDAD DE ELEMENTOS EXISTENTES	122	201	57

- Ver detalle en el anexo III (**Identificación y metrado de elementos geométricos a optimizar**).

4.2.3. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA.

PARÁMETROS DE DISEÑO

I. *Parámetros de Diseño:*

PARAMETROS DE DISEÑO	
Velocidad Directriz	VD = 30 KPH
Radio mínimo	25m, excepcional 15m
Angulo de deflexión mínimo	2°30'

FUENTE: Manual de diseño Geométrico

DISEÑO DE TANGENTES Y CURVAS HORIZONTALES (ALINEAMIENTO HORIZONTAL)

TABLA N° 14: Cuadro de elementos de curvas horizontales (Eje Proyectado)



N° de Curva	Sentido	Angulo de Deflexión	Radio	Tangente	Longitud de Curva.	Principio De Curva	Punto de Intersección	Principio de Tangente	Sobre. Ancho.	Peralte. %	NORTE	ESTE
INICIO							0+000.00				8745467.352	287371.789
1	I	172°52'43"	25	282.839	53.105	0+009.518	0+292.357	0+062.622	1.8	2.5	8745546.205	287653.311
2	D	21°51'7"	60.00	11.582	22.883	0+131.834	0+143.417	0+154.718	1.4	2.5	8745492.294	287293.696
3	I	20°10'24"	140.00	24.904	49.293	0+165.408	0+190.312	0+214.701	0.7	2.5	8745503.168	287247.789
4	D	14°58'15"	90.00	11.825	23.516	0+223.817	0+235.643	0+247.333	1.0	2.5	8745497.702	287202.270
5	I	89°4'53"	55.00	54.711	86.104	0+271.835	0+326.546	0+357.939	1.5	2.5	8745510.566	287112.146
6	D	25°53'55"	190.00	43.688	85.883	0+360.961	0+404.649	0+446.844	0.6	2.5	8745410.239	287097.286
7	I	18°44'20"	50.00	8.250	16.353	0+472.885	0+481.135	0+489.238	1.6	2.5	8745345.839	287053.316
8	D	117°10'49"	38.00	62.230	77.717	0+501.295	0+563.525	0+579.012	2.0	2.5	8745266.337	287031.141
9	I	6°14'20"	190.00	10.355	20.689	0+665.428	0+675.783	0+686.117	0.6	2.5	8745374.298	286914.412
10	D	52°46'41"	170.00	84.348	156.596	0+689.461	0+773.809	0+846.057	0.6	2.5	8745432.655	286835.623
11	I	37°36'39"	220.00	74.917	144.415	0+916.608	0+991.526	1+061.024	0.5	2.5	8745662.455	286832.833
12	D	112°44'21"	75.00	112.754	147.575	1+079.893	1+192.647	1+227.468	1.2	2.5	8745824.529	286704.805
13	I	69°15'37"	80.00	55.250	96.706	1+240.241	1+295.491	1+336.946	1.1	2.5	8745873.044	286878.951
14	D	14°7'54"	230.00	28.509	56.728	1+586.365	1+614.874	1+643.093	0.5	2.5	8746204.865	286908.989
15	D	10°19'59"	300.00	27.125	54.104	1+735.914	1+763.039	1+790.017	0.4	2.5	8746344.973	286958.066
16	D	20°35'56"	100.00	18.172	35.952	1+905.595	1+923.767	1+941.547	0.9	2.5	8746484.801	287037.620
17	I	16°21'12"	70.00	10.058	19.979	2+012.934	2+022.992	2+032.914	1.2	2.5	8746548.519	287114.195
18	D	4°25'19"	1500.00	57.910	115.763	2+103.104	2+161.014	2+218.867	0.0	2.5	8746663.215	287191.218
19	I	7°20'15"	700.00	44.884	89.645	2+290.108	2+334.992	2+379.753	0.0	2.5	8746799.785	287299.093
20	D	31°30'31"	40.00	11.284	21.997	2+460.383	2+471.667	2+482.380	2.0	2.5	8746917.084	287369.482
21	I	42°24'30"	30.00	11.639	22.205	2+510.887	2+522.525	2+533.092	2.0	2.5	8746940.851	287415.091
22	I	25°57'27"	140.00	32.267	63.426	2+600.918	2+633.184	2+664.344	0.7	2.5	8747045.799	287453.429
23	D	46°38'43"	170.00	73.293	138.400	2+740.701	2+813.994	2+879.100	0.6	2.5	8747226.756	287434.761
24	I	23°7'27"	60.00	12.275	24.216	2+910.660	2+922.935	2+934.876	1.4	2.5	8747315.481	287511.226
25	D	35°32'57"	50.00	16.029	31.023	2+956.940	2+972.969	2+987.963	1.6	2.5	8747363.483	287526.482
26	I	31°12'4"	80.00	22.337	43.565	3+000.782	3+023.119	3+044.347	1.1	2.5	8747394.158	287567.457
27	D	17°11'19"	130.00	19.648	39.000	3+129.876	3+149.523	3+168.876	0.8	2.5	8747512.404	287615.182



N° de Curva	Sentido	Angulo de Deflexión	Radio	Tangente	Longitud de Curva.	Principio De Curva	Punto de Intersección	Principio de Tangente	Sobre. Ancho.	Peralte. %	NORTE	ESTE
28	D	14°10'55"	150.00	18.659	37.128	3+252.248	3+270.907	3+289.375	0.7	2.5	8747606.741	287692.034
29	I	18°50'14"	70.00	11.612	23.014	3+345.948	3+357.559	3+368.962	1.2	2.5	8747658.580	287761.708
30	I	13°20'5"	110.00	12.859	25.601	3+397.076	3+409.935	3+422.677	0.9	2.5	8747701.910	287791.502
31	D	39°55'40"	60.00	21.795	41.812	3+444.613	3+466.408	3+486.425	1.4	2.5	8747754.678	287811.946
32	I	90°26'36"	30.00	30.233	47.356	3+519.325	3+549.558	3+566.681	2.0	2.5	8747795.715	287886.302
33	D	44°16'18"	30.00	12.204	23.181	3+578.578	3+590.782	3+601.759	2.0	2.5	8747843.080	287859.681
34	D	38°18'35"	110.00	38.209	73.549	3+746.694	3+784.903	3+820.244	0.9	2.5	8748031.830	287910.023
35	I	21°18'6"	190.00	35.732	70.639	3+837.529	3+873.261	3+908.168	0.6	2.5	8748086.421	287983.112
36	I	5°42'41"	500.00	24.941	49.842	3+940.182	3+965.123	3+990.023	0.3	2.5	8748165.074	288032.149
37	I	41°17'31"	130.00	48.983	93.689	4+026.227	4+075.210	4+119.916	0.8	2.5	8748263.862	288080.824
38	D	33°3'41"	70.00	20.776	40.392	4+136.540	4+157.316	4+176.932	1.2	2.5	8748347.277	288058.377
39	I	41°26'38"	40.00	15.132	28.933	4+213.840	4+228.972	4+242.773	2.0	2.5	8748416.529	288080.878
40	D	11°41'6"	200.00	20.465	40.788	4+351.354	4+371.819	4+392.142	0.5	2.5	8748548.805	288023.516
41	D	52°54'33"	140.00	69.663	129.282	4+421.323	4+490.986	4+550.604	0.7	2.5	8748665.610	287999.201
42	D	13°52'21"	150.00	18.248	36.318	4+610.972	4+629.220	4+647.290	0.7	2.5	8748777.262	288096.773
43	D	10°13'28"	120.00	10.736	21.414	4+715.343	4+726.079	4+736.757	0.8	2.5	8748832.889	288176.283
44	I	58°39'60"	50.00	28.097	51.196	4+760.536	4+788.633	4+811.733	1.6	2.5	8748859.105	288233.142
45	I	19°32'1"	140.00	24.099	47.729	4+840.909	4+865.008	4+888.639	0.7	2.5	8748939.941	288242.467
46	D	10°18'12"	100.00	9.016	17.983	4+900.097	4+909.112	4+918.079	0.9	2.5	8748983.379	288232.476
47	I	8°19'48"	500.00	36.411	72.693	4+934.971	4+971.382	5+007.665	0.3	2.5	8749045.631	288229.595
48	D	25°12'25"	80.00	17.887	35.195	5+043.967	5+061.854	5+079.163	1.1	2.5	8749134.573	288212.339
49	I	22°13'50"	70.00	13.753	27.160	5+101.713	5+115.465	5+128.872	1.2	2.5	8749187.101	288225.657
50	D	20°22'49"	50.00	8.988	17.785	5+142.078	5+151.066	5+159.863	1.6	2.5	8749222.697	288220.652
51	D	12°40'43"	100.00	11.109	22.128	5+214.308	5+225.417	5+236.436	0.9	2.5	8749295.506	288236.629
52	I	26°36'46"	150.00	35.476	69.672	5+321.317	5+356.793	5+390.989	0.7	2.5	8749414.602	288292.304
53	D	27°23'22"	60.00	14.621	28.682	5+421.603	5+436.224	5+450.286	1.4	2.5	8749495.283	288290.110
54	I	58°32'9"	30.00	16.813	30.649	5+456.877	5+473.691	5+487.527	2.5	2.5	8749529.509	288306.679
55	D	67°0'15"	40.00	26.477	46.778	5+502.358	5+528.835	5+549.136	2.0	2.5	8749578.417	288275.276



N° de Curva	Sentido	Angulo de Deflexión	Radio	Tangente	Longitud de Curva.	Principio De Curva	Punto de Intersección	Principio de Tangente	Sobre. Ancho.	Peralte. %	NORTE	ESTE
56	D	56°24'40"	60.00	32.179	59.074	5+604.792	5+636.972	5+663.866	1.4	2.5	8749672.851	288339.695
57	I	144°11'17"	30.00	30.947	25.165	5+706.021	5+736.968	5+731.186	2.0	2.5	8749671.544	288444.968
58	D	68°10'49"	30.00	13.536	23.799	5+748.067	5+761.603	5+771.866	2.0	2.5	8749708.067	288395.657
59	I	26°37'13"	70.00	16.560	32.523	5+791.745	5+808.305	5+824.268	1.2	7.5	8749756.405	288408.344
60	D	41°55'5"	120.00	45.965	87.793	5+886.447	5+932.412	5+974.239	0.8	6.0	8749878.423	288382.600
61	D	22°56'27"	50.00	10.146	20.020	6+051.904	6+062.050	6+071.924	1.6	8.0	8749994.271	288449.496
62	I	28°11'28"	30.00	7.533	14.761	6+097.846	6+105.379	6+112.606	2.0	8.0	8750020.544	288484.292
63	I	122°26'58"	30.00	21.850	25.646	6+153.737	6+175.588	6+179.383	2.0	8.0	8750084.579	288513.818
64	D	80°33'22"	30.00	25.422	42.179	6+214.062	6+239.484	6+256.241	2.0	8.0	8750073.605	288432.605
65	D	26°54'52"	50.00	11.964	23.487	6+358.953	6+370.918	6+382.440	1.6	8.0	8750207.482	288391.318
66	I	6°37'56"	300.00	17.383	34.726	6+447.594	6+464.977	6+482.321	0.4	3.5	8750300.611	288407.362
67	D	99°4'14"	70.00	82.062	121.038	6+530.612	6+612.674	6+651.650	1.2	7.5	8750448.125	288415.461
68	I	85°4'19"	30.00	27.525	44.544	6+670.080	6+697.605	6+714.623	2.0	8.0	8750421.043	288540.580
69	I	79°4'57"	30.00	24.766	41.407	6+760.423	6+785.189	6+801.830	2.0	8.0	8750514.776	288569.490
70	D	81°31'55"	30.00	25.864	42.690	6+826.164	6+852.029	6+868.855	2.0	8.0	8750550.038	288503.336
71	I	4°39'55"	200.00	8.147	16.285	6+983.401	6+991.548	6+999.686	0.5	4.5	8750689.996	288553.148
72	D	6°22'44"	100.00	5.573	11.134	7+045.928	7+051.500	7+057.061	0.9	6.5	8750747.934	288568.592
73	I	11°39'12"	100.00	10.205	20.339	7+105.898	7+116.102	7+126.237	0.9	6.5	8750808.132	288592.068
74	D	18°33'22"	50.00	8.168	16.193	7+143.962	7+152.130	7+160.155	1.6	8.0	8750843.719	288598.120
75	I	14°4'128"	200.00	25.782	51.281	7+261.890	7+287.672	7+313.171	0.5	4.5	8750963.290	288662.254
76	I	14°1'45"	240.00	29.530	58.766	7+376.231	7+405.762	7+434.997	0.5	4.5	8751078.384	288689.921
77	D	22°46'16"	60.00	12.082	23.846	7+468.390	7+480.472	7+492.236	1.4	8.0	8751153.387	288689.250
78	D	19°50'39"	100.00	17.492	34.635	7+521.169	7+538.661	7+555.803	0.9	6.5	8751207.535	288711.412
79	I	65°46'33"	70.00	45.264	80.360	7+646.117	7+691.382	7+726.478	1.2	7.5	8751321.105	288814.040
80	D	16°56'32"	80.00	11.915	23.656	7+773.269	7+785.184	7+796.925	1.1	7.0	8751416.326	288772.294
81	D	6°29'19"	900.00	51.016	101.923	7+859.121	7+910.137	7+961.044	0.0	2.0	8751540.591	288757.628
	I	177°52'4"	0.00	0.000	0.000	7+979.988	7+979.988	7+979.988	0.0	0.0	8751610.550	288757.332

FUENTE: Elaboración Propia (Diseño Geométrico)

FIGURA N° 8: Diseño del Eje de Alineamiento Horizontal (Km 0 al km 1)

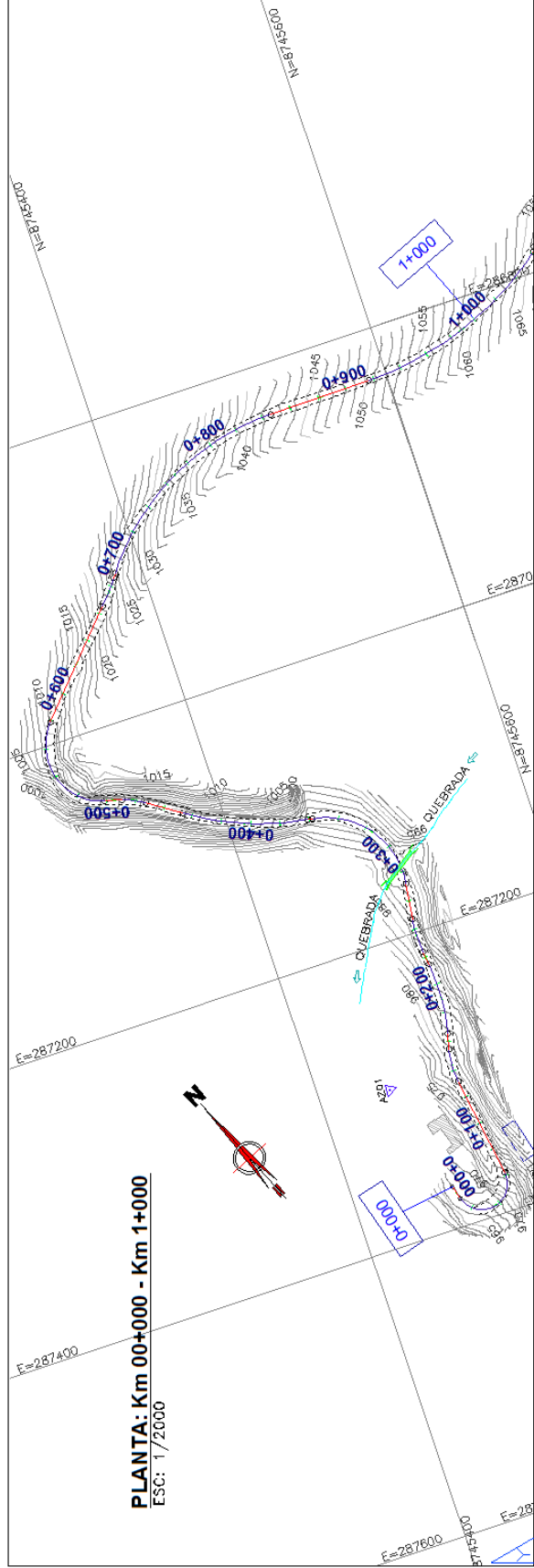




FIGURA N° 9: Diseño del Eje de Alineamiento Horizontal (Km 1 al km 2)

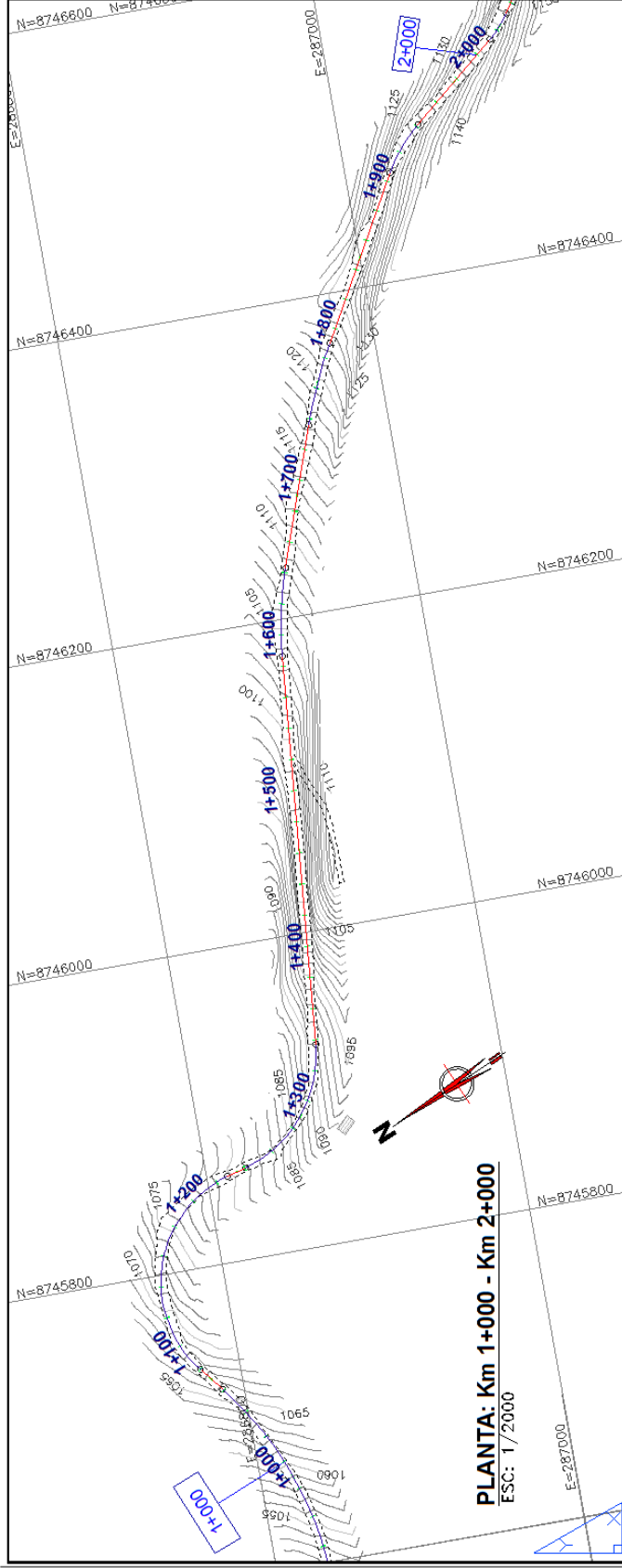
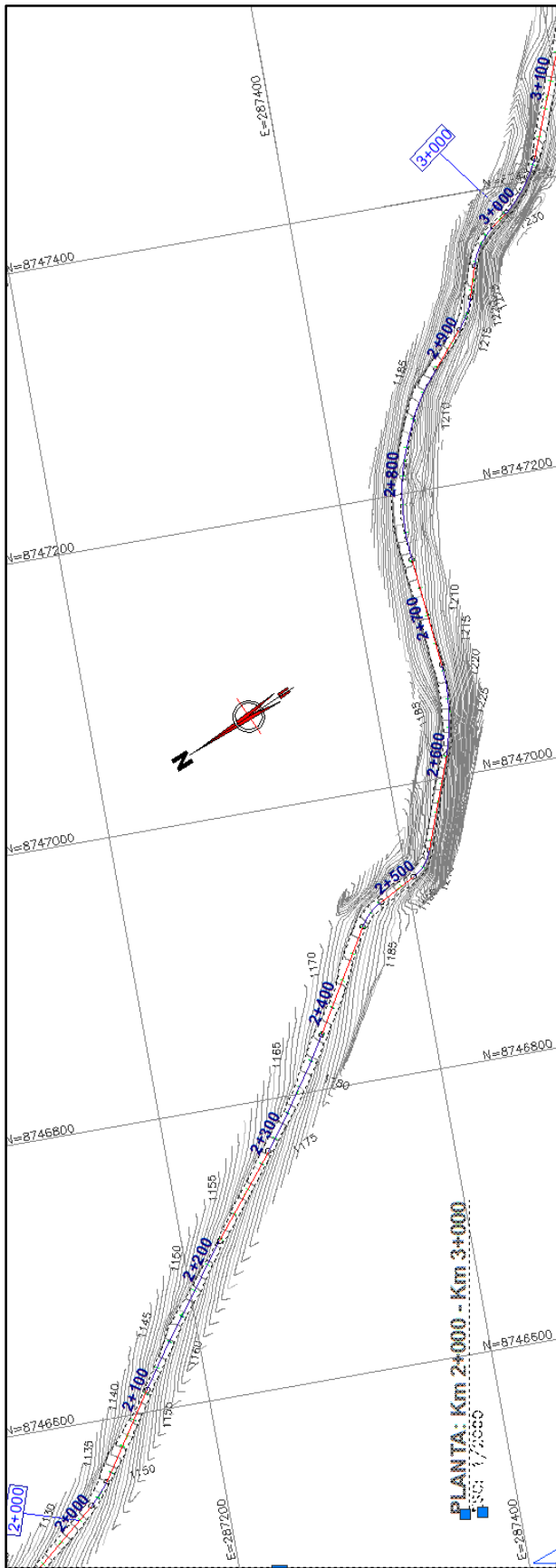




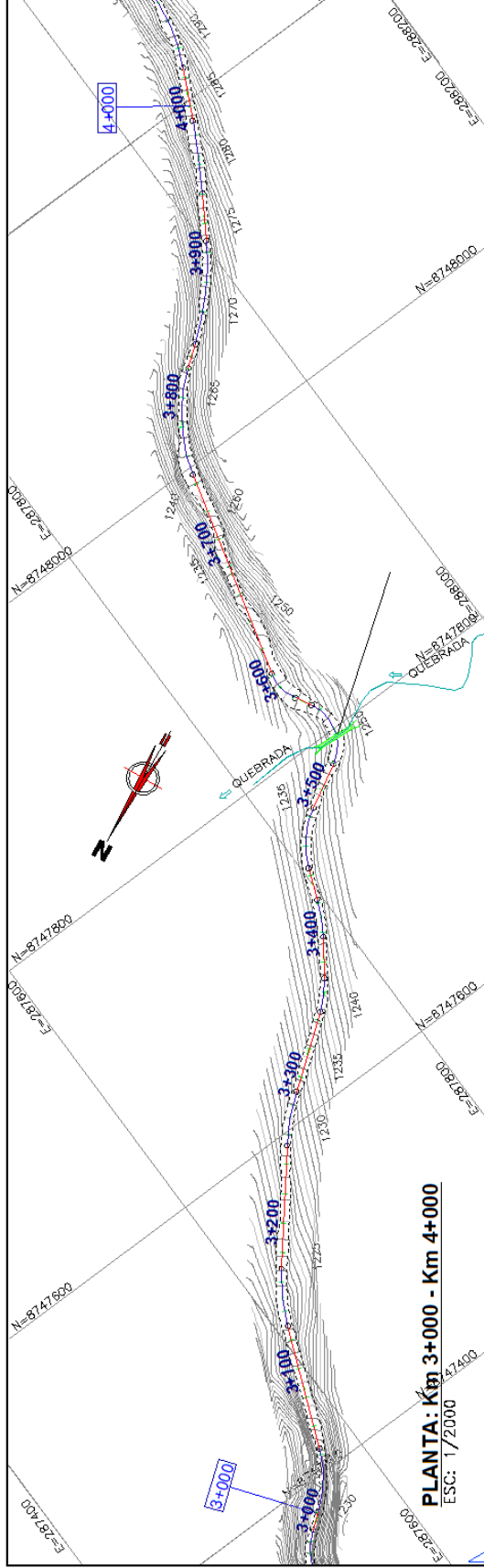
FIGURA N° 10: Diseño del Eje de Alineamiento Horizontal (Km 2 al km 3)



FUENTE: Elaboración Propia (Diseño Geométrico)



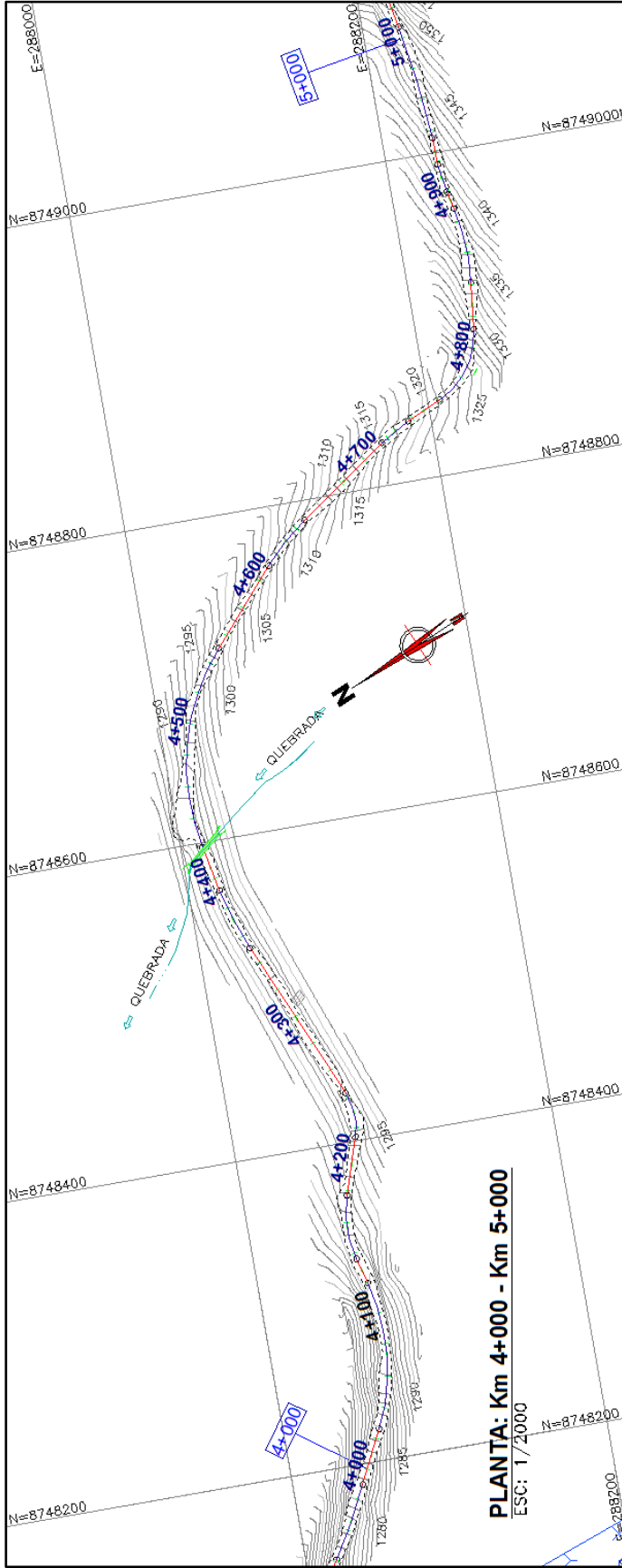
FIGURA N° 11: Diseño del Eje de Alineamiento Horizontal (Km 3 al km 4)



FUENTE: Elaboración Propia (Diseño Geométrico)



FIGURA N° 12: Diseño del Eje de Alineamiento Horizontal (Km 4 al km 5)



PLANTA: Km 4+000 - Km 5+000
ESC: 1/2000

FUENTE: Elaboración Propia (Diseño Geométrico)



FIGURA N° 13: Diseño del Eje de Alineamiento Horizontal (Km 5 al km 6)

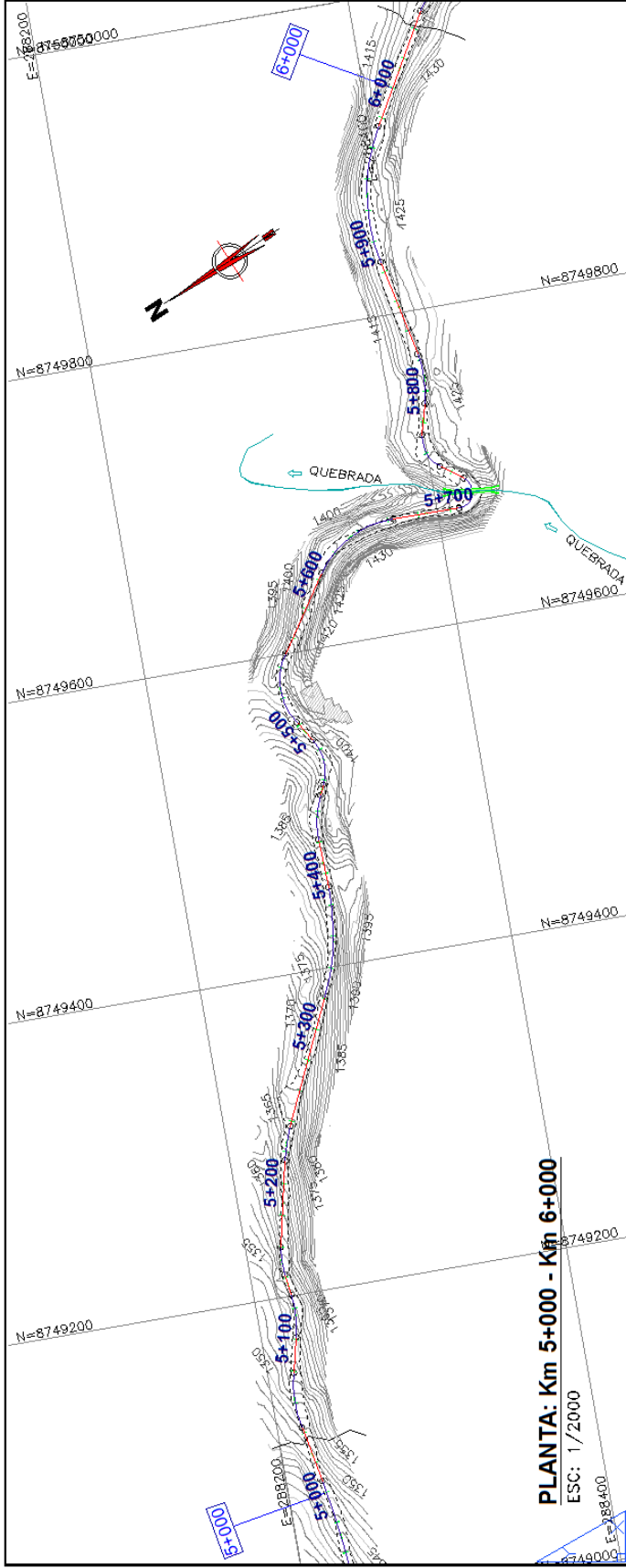
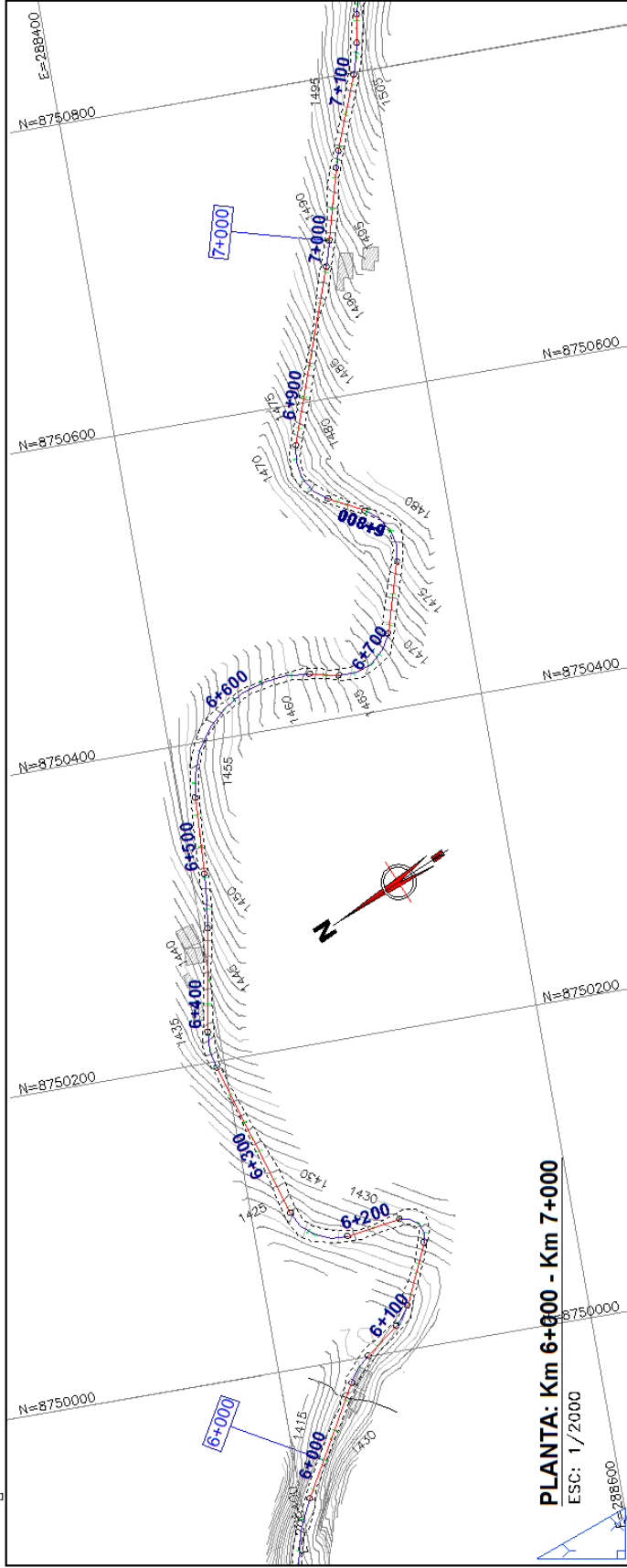




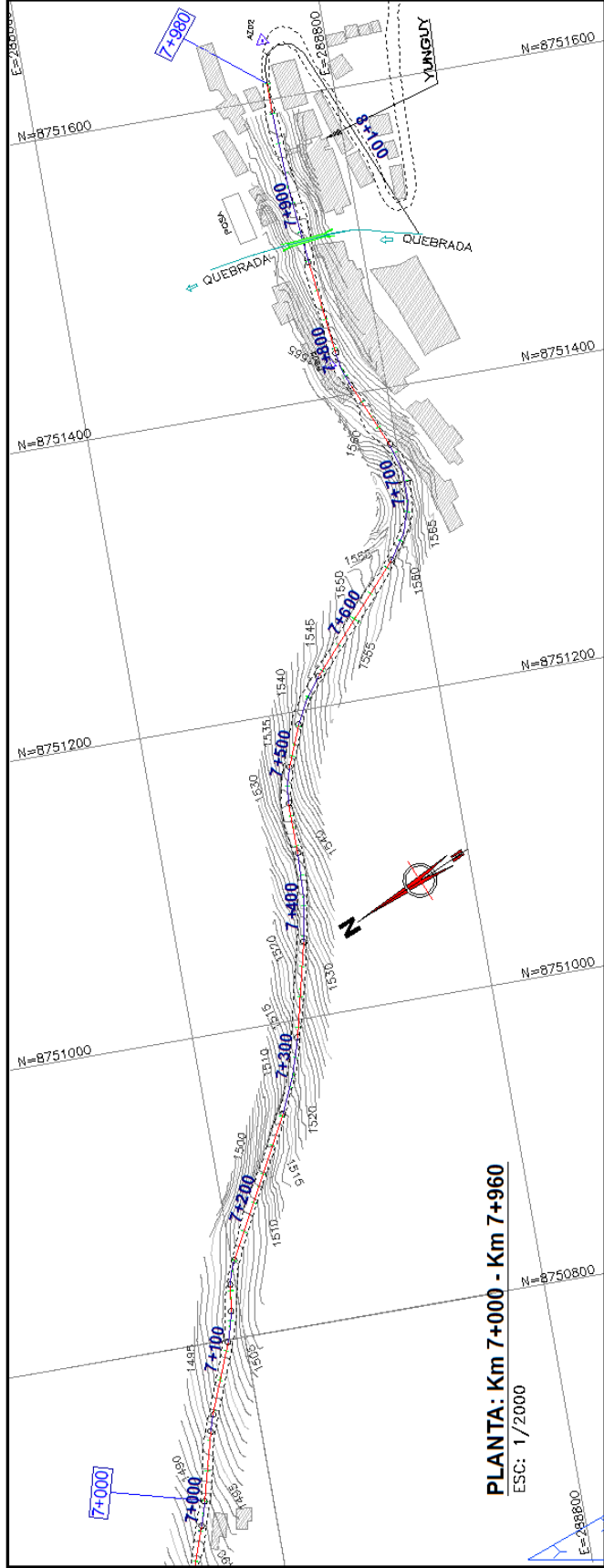
FIGURA N° 14: Diseño del Eje de Alineamiento Horizontal (Km 6 al km 7)



FUENTE: Elaboración Propia (Diseño Geométrico)



FIGURA N° 15: Diseño del Eje de Alineamiento Horizontal (Km 7 al km 7.96)



FUENTE: Elaboración Propia (Diseño Geométrico)

4.2.4. DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PERFÍL.

PARÁMETROS DE DISEÑO DEL PERFÍL

I. *Parámetros de Diseño:*

PARAMETROS DE DISEÑO	
Pendiente máxima	12% Camino de bajo volumen de tránsito
Pendiente mínima	0.5%
Longitud de Curva Mínima	30 (Excepcionalmente 20)
Diferencia Algebraica de Pendientes (A)	2%

FUENTE: Manual de diseño Geométrico

DISEÑO DE SUB-RASANTE Y CURVAS VERTICALES

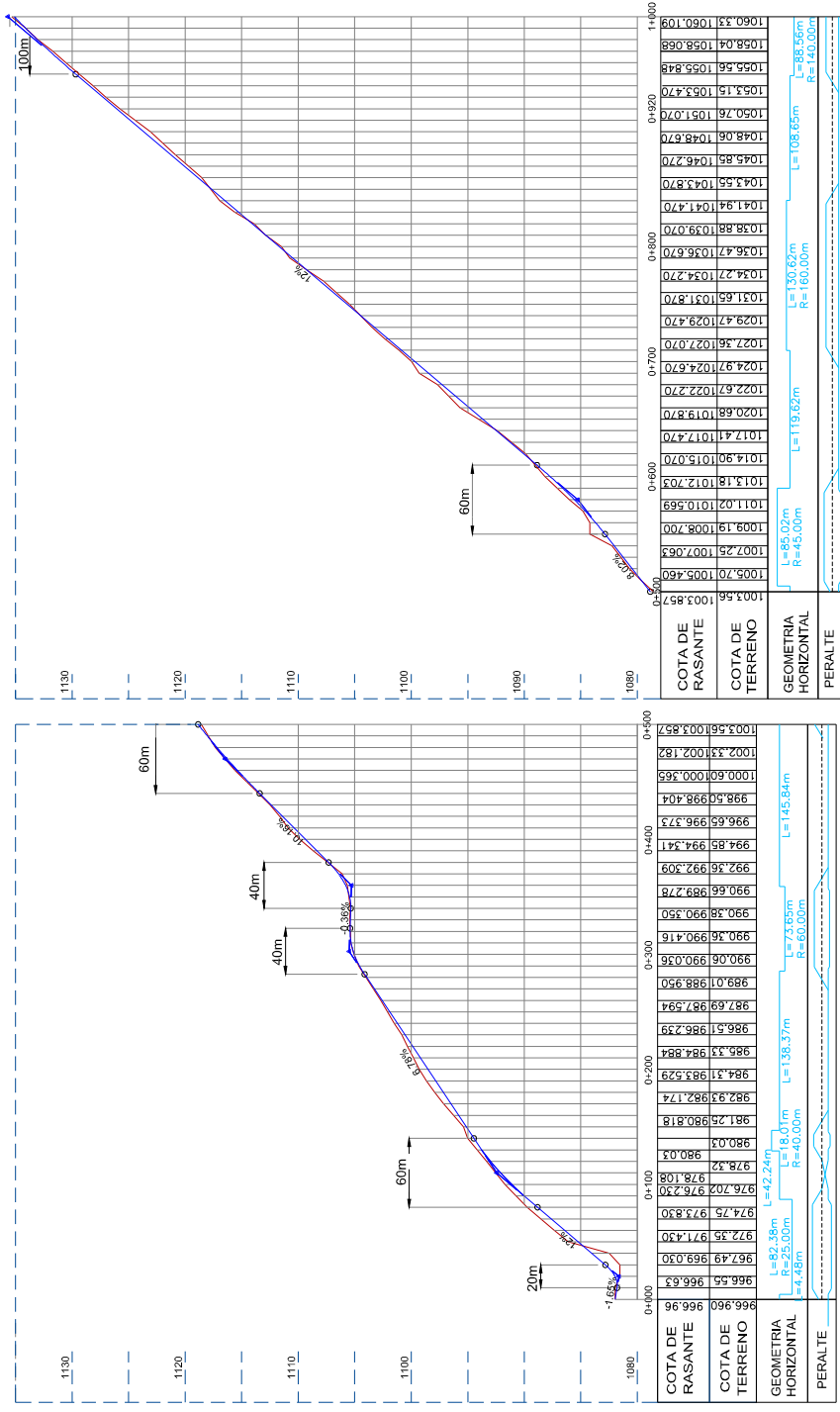
TABLA N° 15: Cuadro de Elementos de Curva Vertical

PVI	Estación	Elevación	Pendiente (%)	Longitud de curva
1	0+000	966.96	-1.65	
2	0+020	966.63	12.00	20
3	0+110	977.43	6.78	60
4	0+305	990.485	-0.36	40
5	0+360	990.278	10.16	40
6	0+470	1001.452	8.02	60
7	0+580	1010.27	12.00	60
8	1+000	1060.67	7.51	100
9	1+120	1069.736	9.44	40
10	1+250	1081.937	12.00	40
11	1+310	1089.137	5.73	30
12	1+350	1091.43	11.04	30
13	1+390	1095.844	12.00	40
14	1+430	1100.644	-3.18	40
15	1+510	1098.098	7.17	40
16	1+615	1105.623	9.61	60
17	1+830	1126.289	1.19	40
18	1+900	1127.125	11.10	40
19	1+960	1133.788	9.43	40
20	2+030	1140.39	12.00	60
21	2+120	1151.19	9.23	40
22	2+220	1160.418	8.49	20
23	2+340	1170.609	6.69	40
24	2+460	1178.634	11.56	40
25	2+670	1202.914	-8.15	60
26	2+810	1191.506	12.00	60
27	2+920	1204.706	6.51	40
28	2+980	1208.609	12.00	40
29	3+080	1220.609	-8.41	40
30	3+145	1215.145	7.74	60
31	3+275	1225.209	11.27	60
32	3+390	1238.164	-2.65	40
33	3+450	1236.577	9.96	40
34	3+540	1245.537	-12.0	40
35	3+580	1240.186	-6.89	20
36	3+625	1237.083	12.00	40
37	3+725	1249.814	6.86	40
38	3+810	1255.645	11.30	40
39	4+070	1285.015	-0.08	40

40	4+140	1284.963	8.73	40
41	4+230	1292.823	-0.79	40
42	4+475	1290.894	10.58	60
43	4+590	1303.066	10.91	
44	4+870	1333.604	9.20	60
45	5+190	1363.05	11.75	40
46	5+270	1372.454	10.69	
47	5+450	1391.689	12.00	60
48	5+600	1410.623	3.36	40
49	5+710	1414.316	7.01	30
50	5+820	1422.024	-0.57	40
51	6+090	1420.491	10.64	40
52	6+170	1429.006	-7.35	40
53	6+235	1424.229	9.63	60
54	6+500	1449.736	2.53	60
55	6+560	1451.255	12.00	40
56	6+660	1463.255	12.00	40
57	6+780	1477.655	-6.39	40
58	6+850	1473.18	12.00	30
59	6+890	1477.98	12.00	30
60	6+980	1488.78	9.76	40
61	7+030	1493.66	11.08	40
62	7+120	1503.633	-3.67	40
63	7+160	1502.167	11.41	30
64	7+330	1521.558	11.19	60
65	7+600	1551.783	9.90	60
66	7+820	1573.56	6.69	60
67	7+960	1582.928		

FUENTE: Elaboración Propia (Diseño Geométrico)

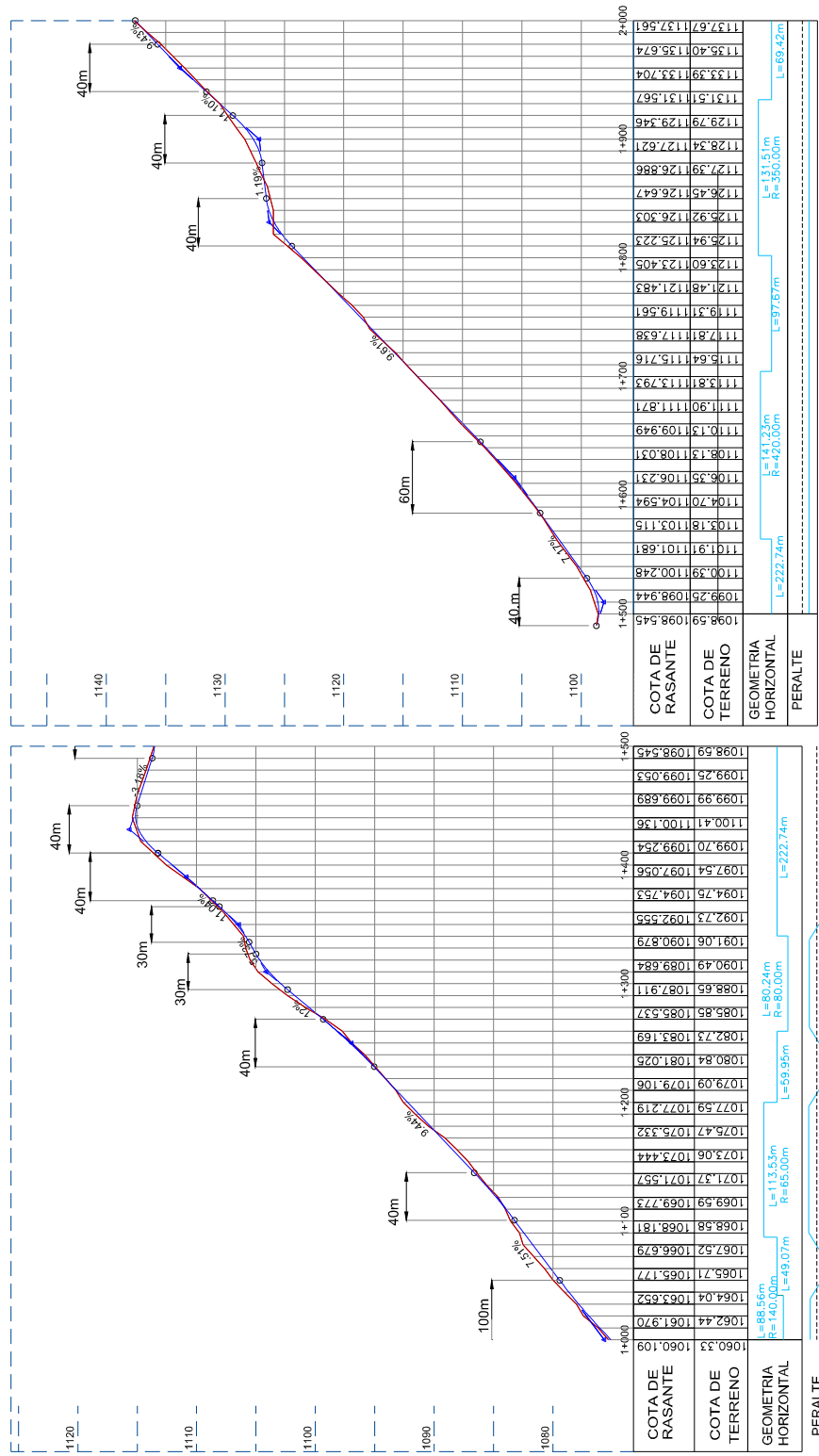
FIGURA N° 16: Diseño del Eje de Alineamiento Vertical (Km 0 al km 1)



FUENTE: Elaboración Propia (Diseño Geométrico)



FIGURA N° 17: Diseño del Eje de Alineamiento Vertical (Km 1 al km 2)



FUENTE: Elaboración Propia (Diseño Geométrico)



FIGURA N° 18: Diseño del Eje de Alineamiento Vertical (Km 2 al km 3)

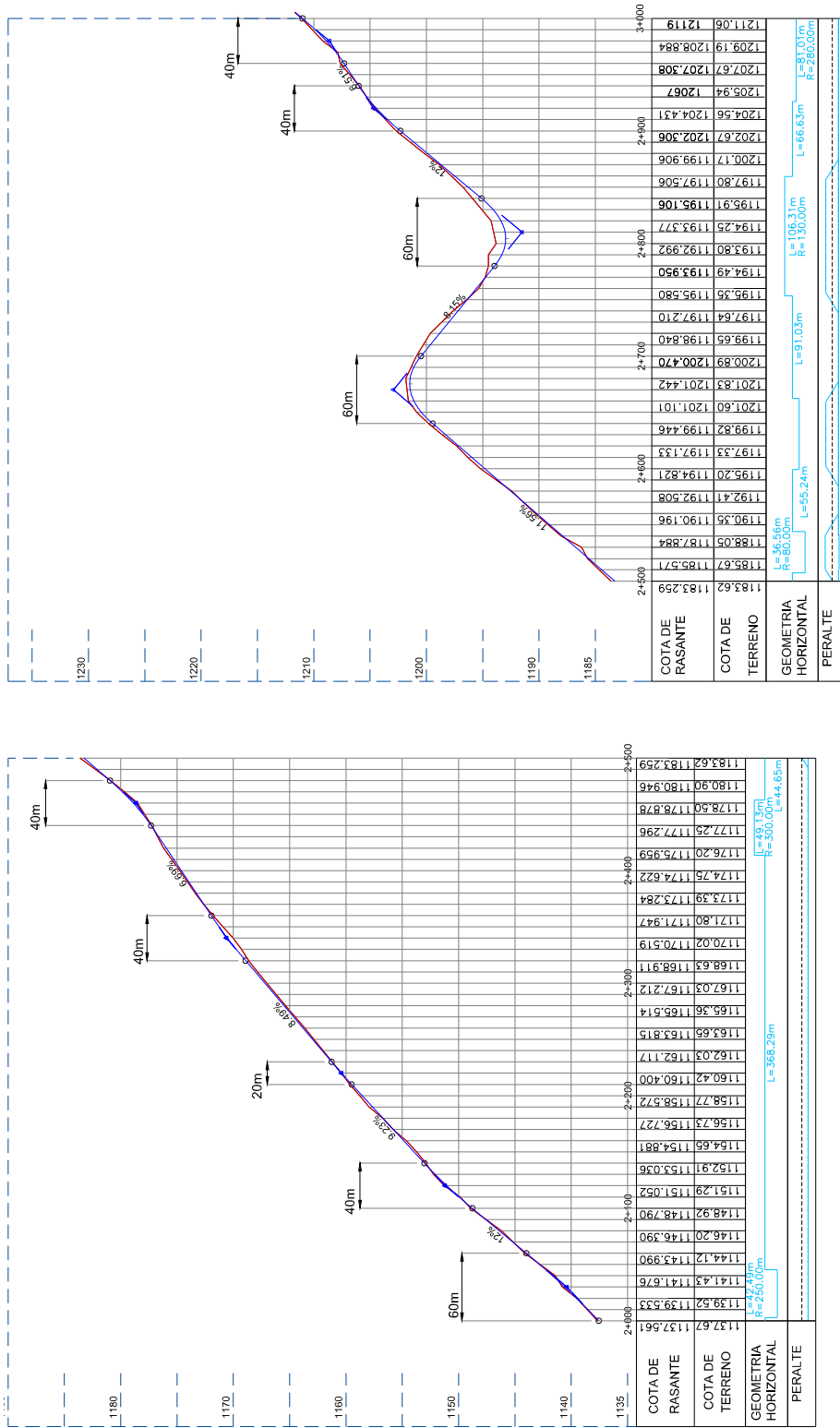
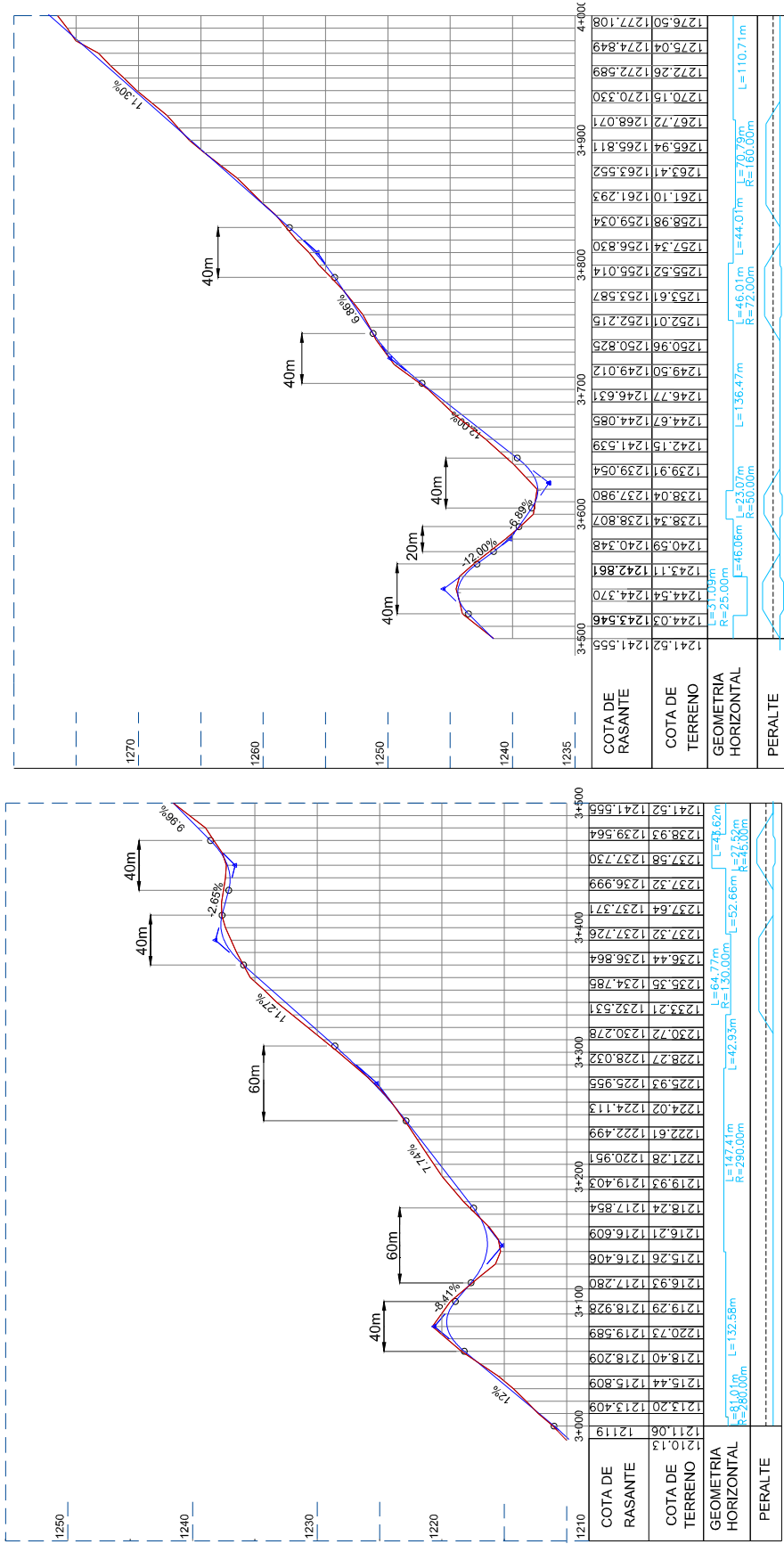




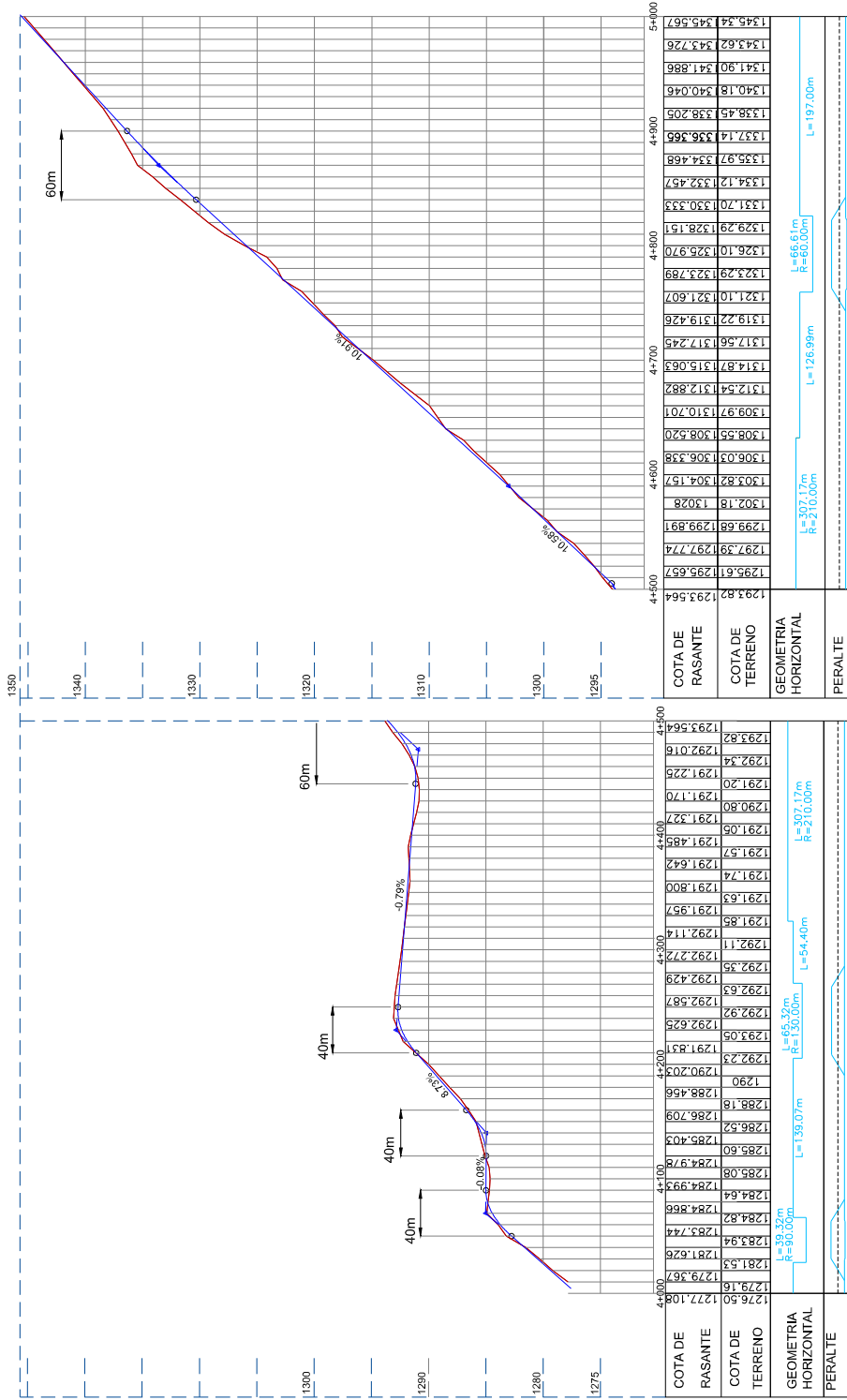
FIGURA N° 19: Diseño del Eje de Alineamiento Vertical (Km 3 al km 4)



FUENTE: Elaboración Propria (Diseño Geométrico)



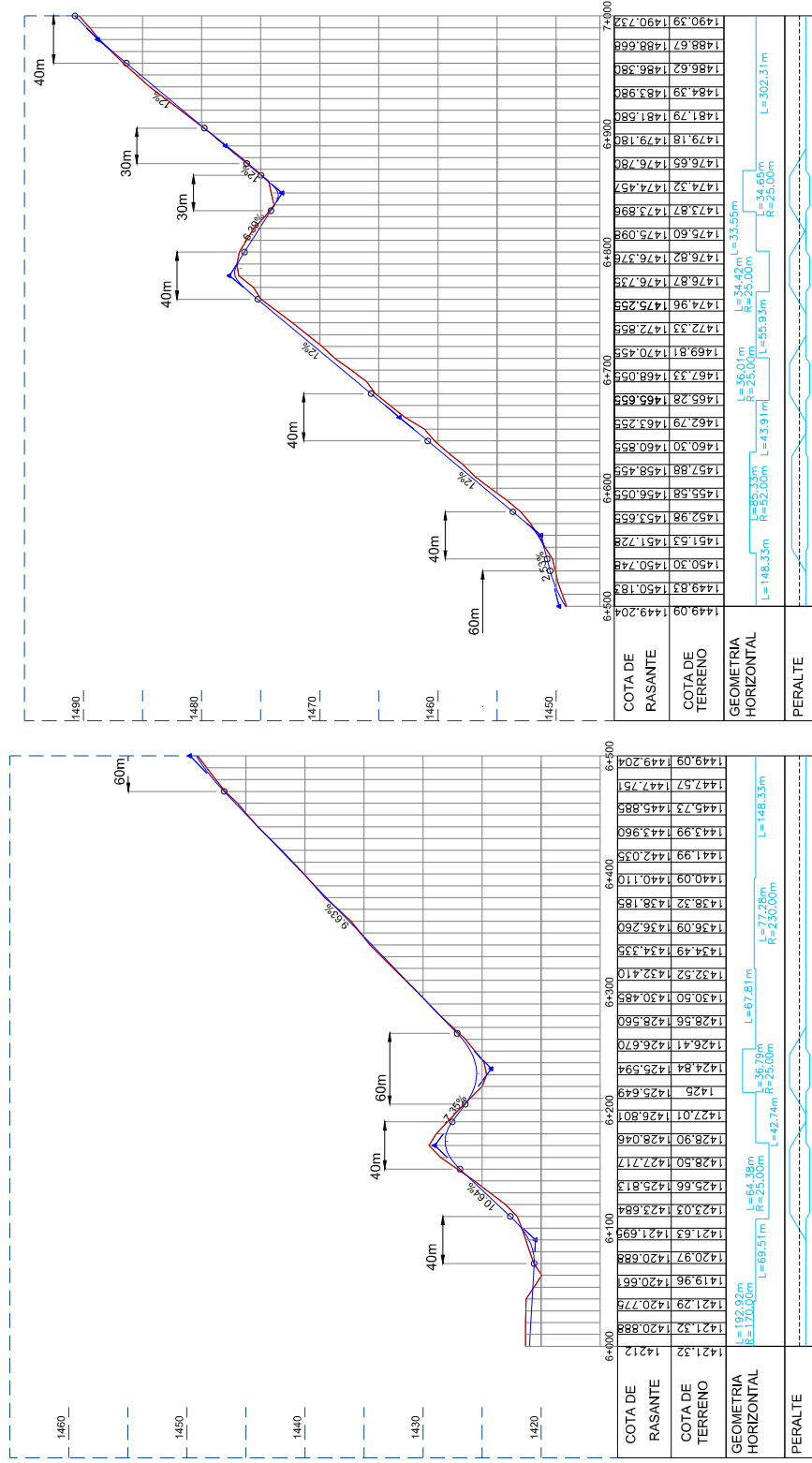
FIGURA N° 20: Diseño del Eje de Alineamiento Vertical (Km 4 al km 5)



FUENTE: Elaboración Propia (Diseño Geométrico)



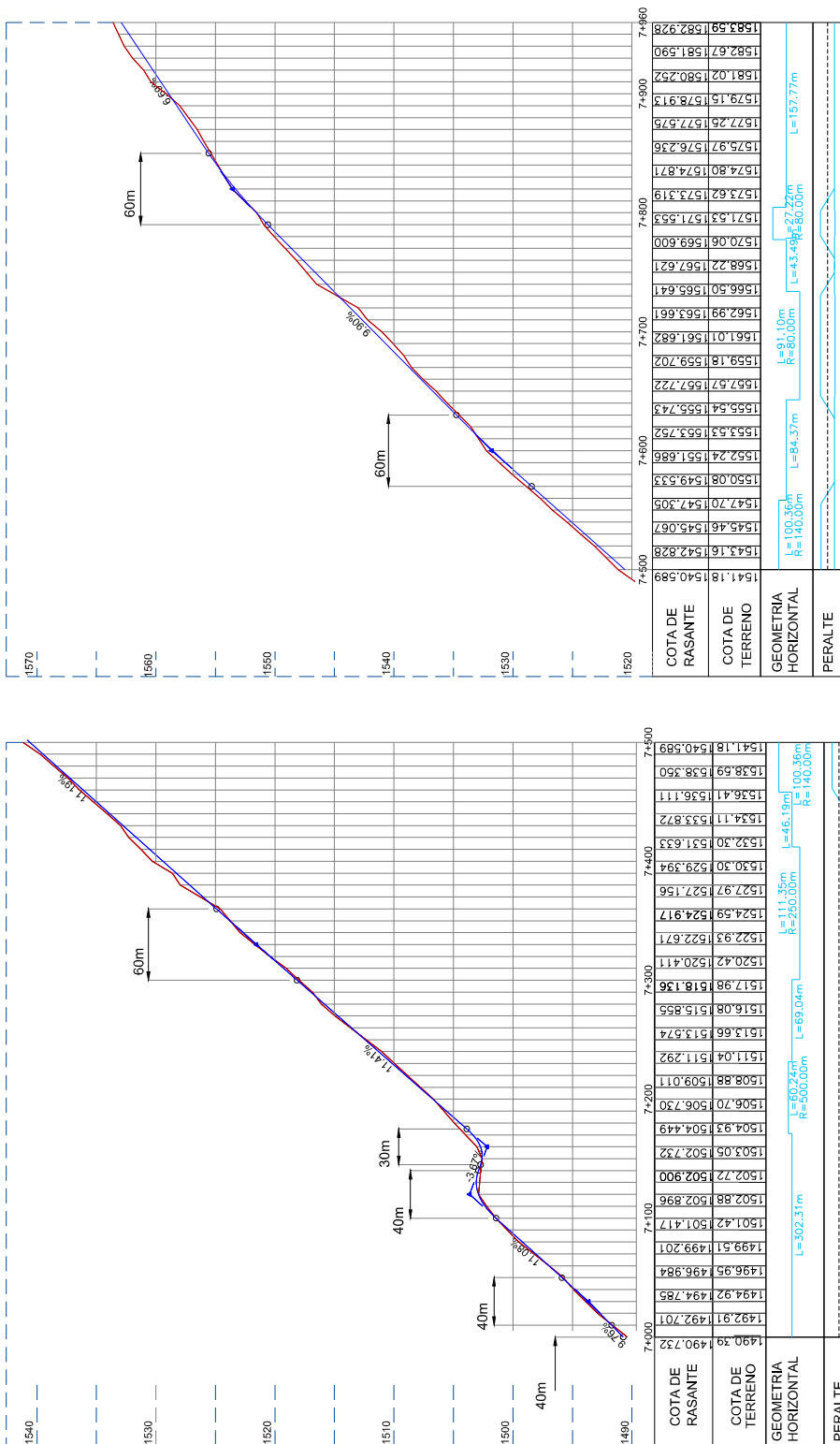
FIGURA N° 22: Diseño del Eje de Alineamiento Vertical (Km 6 al km 7)



FUENTE: Elaboración Propia (Diseño Geométrico)



FIGURA N° 23: Diseño del Eje de Alineamiento Vertical (Km 7 al km 7.98)



FUENTE: Elaboración Propia (Diseño Geométrico)

4.2.5. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCION TRANSVERSAL.

PARÁMETROS DE DISEÑO PARA LA SECCION TRANSVERSAL.

I. *Parámetros de Diseño:*

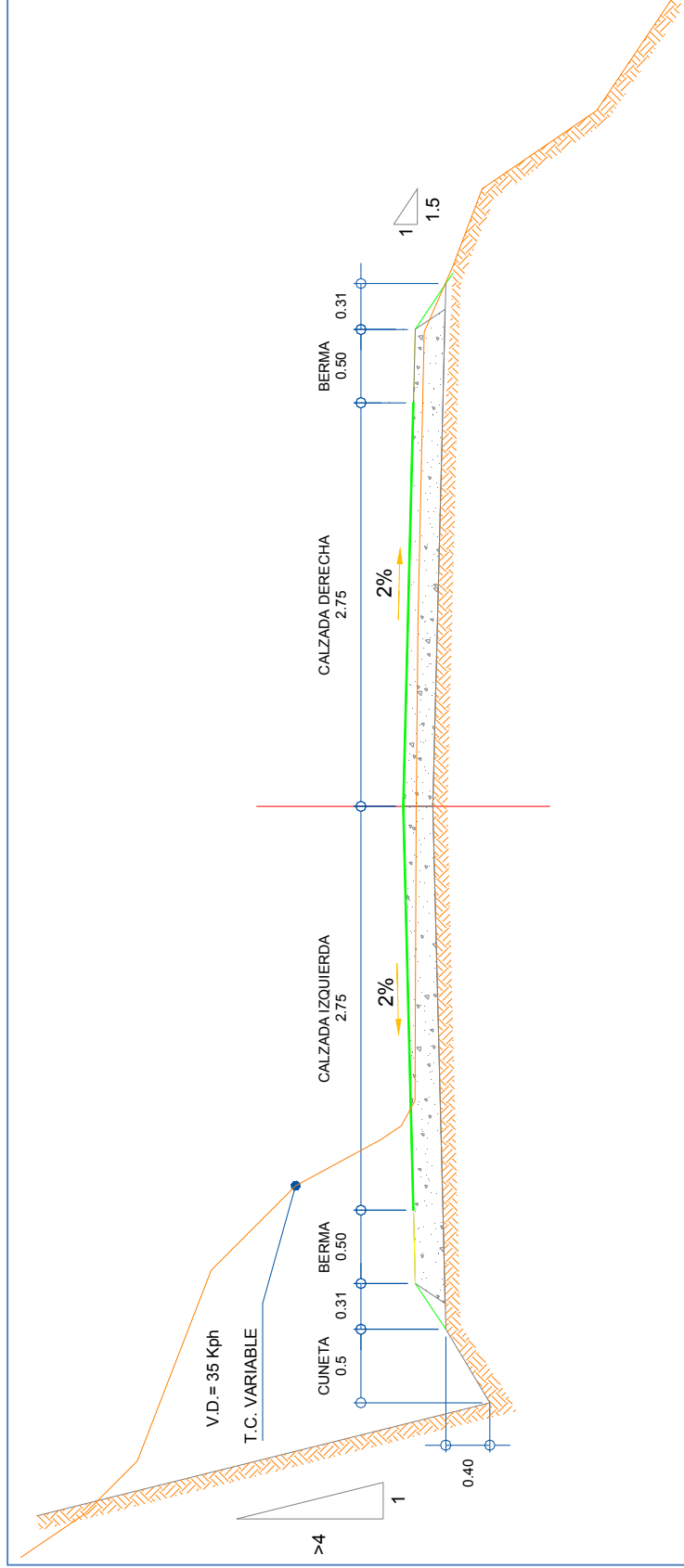
PARAMETROS DE DISEÑO	
Ancho de Calzada	5.50m
Ancho de Bermas	0.50m c/lado
Bombeo	2%
Sobre ancho máximo	Variable
Peralte máximo	2.5% para este caso
Talud de relleno	1.5H:1V
Talud de corte	De acuerdo al tipo de material
Cunetas Triangular	1.00 x 0.40

FUENTE: Manual de diseño Geométrico

DISEÑO DE SECCION TRANSVERSAL (PLATAFORMA, SOBRE ANCHOS, Y PERALTES EN CURVA)



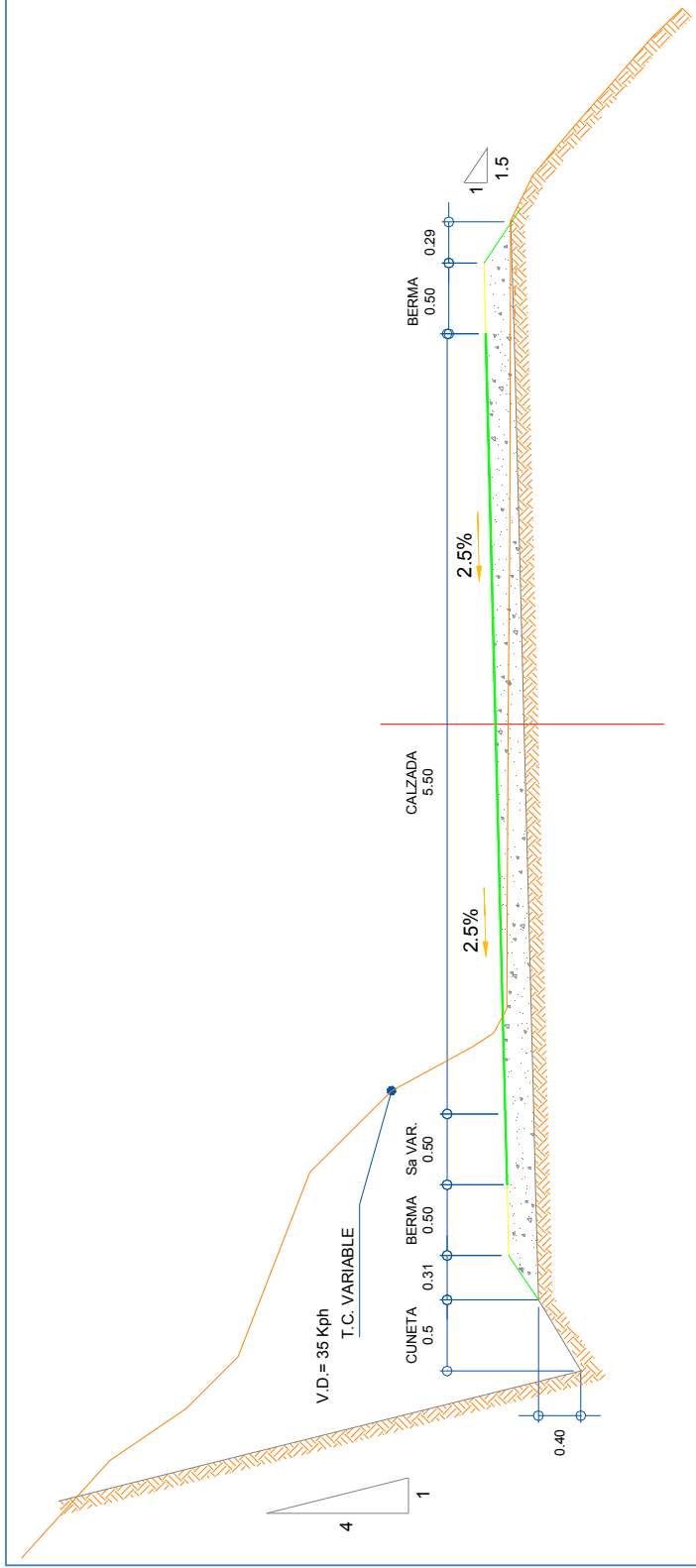
FIGURA N° 24: Sección Tipo en tramos de tangente



FUENTE: Elaboración Propia (Diseño Geométrico)



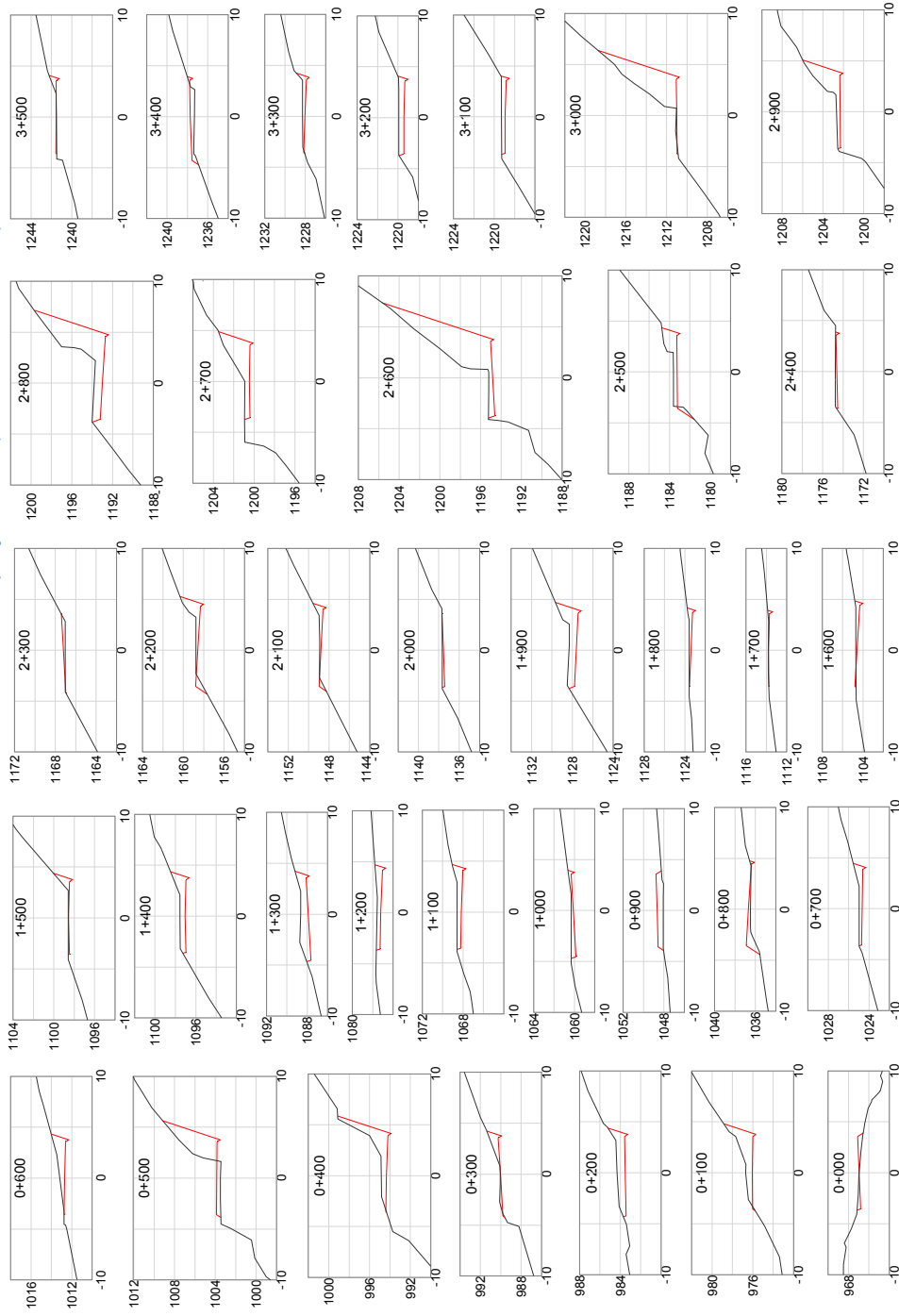
FIGURA N° 25: Sección Tipo en tramos de curvas



FUENTE: Elaboración Propia (Diseño Geométrico)



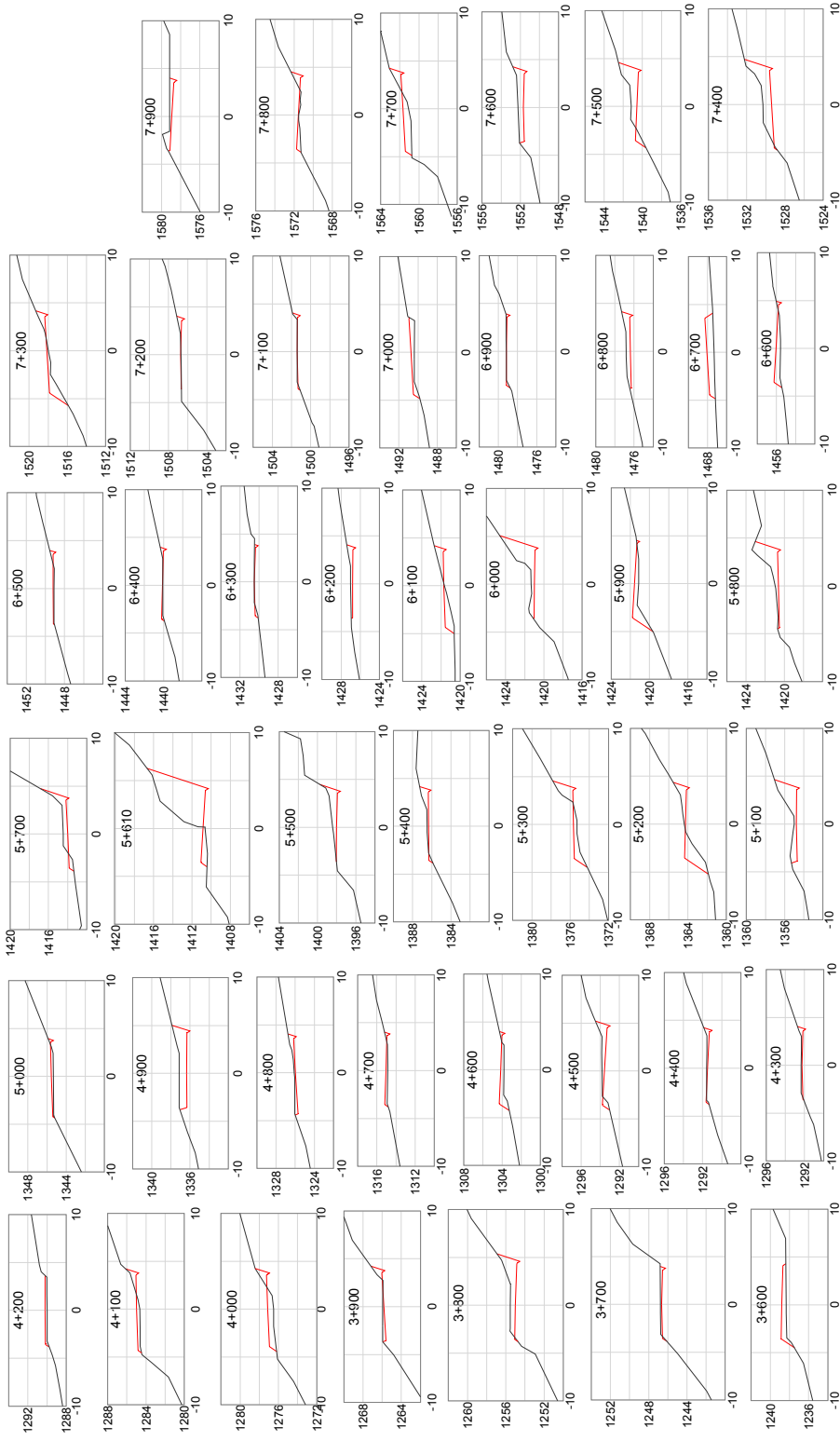
FIGURA N° 26: Secciones transversales proyectadas (Km 0+000 al 3+500)



FUENTE: Elaboración Propia (Diseño Geométrico)



FIGURA N° 27: Secciones transversales proyectadas (Km 3+600 al 7+900)



FUENTE: Elaboración Propia (Diseño Geométrico)

4.3. RESUMEN DESCRIPTIVO DE LA OPTIMIZACION

4.3.1. OPTIMIZACIÓN EN EL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

a) Disminución de sinuosidad de trazo (Reducción de curvas horizontales)

A lo largo de la ruta se ha reducido la sinuosidad excesiva, mediante la reducción de curvas horizontales. Con lo que se obtiene mayor seguridad en la maniobra de los usuarios. (Ver gráficos de planta)

b) Establecimiento de radios apropiados en curvas horizontales

Actualmente las curvas de la vía tienen longitudes de radio por debajo de lo que recomienda el manual de diseño para este tipo de vía. Por lo que se ha establecido curvas con radios apropiados en todos los casos, tal como se refleja en el cuadro de elementos de curva y gráficos respectivos. Generando de esta manera seguridad y confort en el giro y recorrido de estos tramos.

c) Establecimiento de tangentes con longitudes apropiadas.

Para el presente caso, por ser una vía no pavimentada y de características orográficas tipo 4, se ha priorizado mantener, en la medida de lo posible, el trazo existente, sin hacer grandes modificaciones en la superficie. En ese contexto las longitudes de tangentes necesarias para esta optimización se han establecido de manera parcial, generando algunos tramos críticos, los cuales serán debidamente señalizadas.

4.3.2. OPTIMIZACIÓN EN EL ALINEAMIENTO VERTICAL

a) Diseño de pendientes de tangentes verticales (Línea de Rasante)

En esta vía, la pendiente es el elemento más crítico, ya que sobrepasa lo recomendado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones mediante el Manual de diseño. Generando ello dificultad de y lentitud en el tránsito.

Para este caso se ha establecido tangentes verticales con una máximo del 12% de pendientes. Ello permitirá tener mayor dinamismo en la circulación.

b) Diseño y Establecimiento de longitudes de curvas verticales

Las curvas verticales generan mayor confort y seguridad en el traslado de un tramo tangencial vertical hacia otro. Por lo que para este caso se ha reducido las curvas y puntos de intersección y adecuado curvas con longitudes mayores a 20m, tal como lo que recomienda nuestro manual (Ver gráficos de perfil y cuadro de elementos de curvas verticales).

c) Establecimiento de distancias de visibilidad de parada y de paso.

La visibilidad de parada ha sido establecida en la mayoría de las curvas verticales, salvo en aquellos sectores en los que los impedimentos impuestos por el terreno podrían reflejar un alto costo de la posible construcción.

d) Establecimiento de longitudes de transición de peraltes

Los peraltes se encargan de equilibrar la fuerza de inercia (centrifuga), en aras de dar seguridad a los usuarios. Para este caso el peralte máximo es del 2.5% por lo que se han establecido longitudes acorde a dicha pendiente. Ello generara seguridad y facilidad de tránsito en dichos sectores

4.3.3. OPTIMIZACIÓN EN EL ALINEAMIENTO TRANSVERSAL

a) Establecimiento de nueva calzada.

Se ha propuesto una calzada con dos carriles de 2.75 m cada una, con un bombeo de 2% para el drenaje superficial, además de cunetas triangulares en la parte lateral. Ello permitirá un mejor flujo de vehículos en la ruta.

b) Establecimiento de peraltes y sobre ancho en zona de curva

Todas las curvas están diseñadas con una inclinación del 2.5% además de un sobre ancho al interior de la misma. Todo ello aportará seguridad y confort a los usuarios de la vía

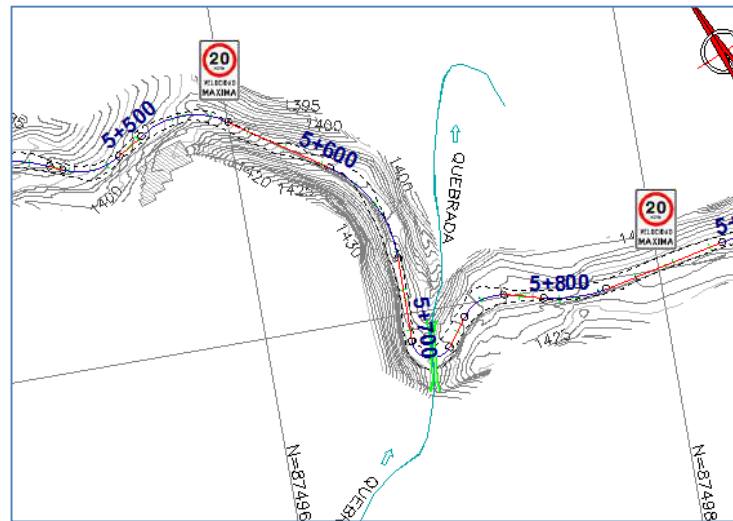
4.3.4. DETERMINACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS

TRAMO1: Km 05 +500 al km 05+800

Descripción: Curva cerrada y tramo sinuoso debido a cruce de quebrada

Solución planteada: Disminuir el límite de velocidad a 20 km/h. Señalizar

FIGURA N° 28: Punto Crítico 1



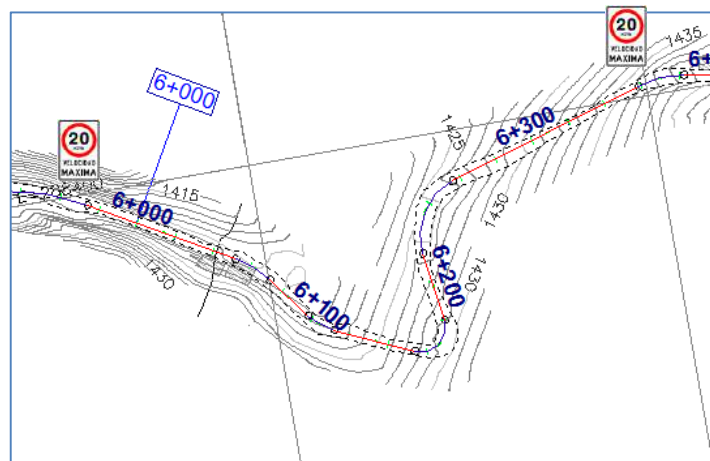
FUENTE: Elaboración propia

TRAMO2: Km 06 +100 al km 06+300

Descripción: Curva cerrada y tramo sinuoso

Solución planteada: Señalizar y disminución del límite de velocidad a 20 km/h

FIGURA N° 29: Punto Crítico 2



FUENTE: Elaboración propia

4.4. RESUMEN COMPARATIVO DE LOS INDICADORES.

I. Cuadro Resumen de resultados de Optimización.

	PI / Curvas Horizontales	PIV / Curvas Verticales	# Tramos Superiores a 12% de Pendiente
ELEMENTOS EXISTENTES	122	201	57
ELEMENTOS PROYECTADOS	81	67	0
INDICES	33%°	69%	100%

En resumen y en función a las hipótesis planteadas:

- Se prueba la existencia de una relación positiva entre la optimización de las características geométricas y la transitabilidad de la vía, porque todos los mejoramientos han sido contrastados con las recomendaciones de la norma de diseño geométrico, en aras de dar seguridad, comodidad y dinamismo en el tránsito de una vía.
- Se prueba la existencia de una relación positiva entre la optimización de las características geométricas y el alineamiento horizontal, el alineamiento vertical, y la sección transversal de la vía; ya que se ha reducido en un 33% la cantidad de curvas horizontales y puntos de intersección existentes, los cuales generan excesivos tramos sinuosos y por ende peligrosos. Se ha reducido en 69% la cantidad de curvas verticales y puntos de intersección vertical y el 100% de los tramos mayores al 12% de lo que recomienda el manual, los cuales generan dificultad en el tránsito de vehículos con carga. En cuanto a la sección de la vía, se ha complementado con un ancho de calzada acorde al tránsito proyectado y el tipo de vía, tal como lo recomienda el manual de diseño del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

La presente tesis buscó identificar el tipo de relación que existe entre las variables especificadas, es decir el **mejoramiento de la transitabilidad** en la vía carrozable que va hacia el poblado de Yunguy, ubicado en la zona rural de la provincia de Huaral, mediante la **optimización de sus características geométricas**. Transitabilidad que se contrasta con lo que recomienda al manual de diseño del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de nuestro país.

El diseño geométrico depende de una óptima base topográfica y de una adecuada caracterización del suelo. Por ello, para la recopilación de información de campo se ha utilizado equipos electrónicos debidamente calibrados como Estación Total y Nivel Automático. En el caso de las muestras de Suelos, estas han sido analizadas en los laboratorios con equipos debidamente certificados y calibrados. En ambos casos, Suelos y Topografía se ha contado con el soporte y apoyo logístico de la Empresa GeNET Servicios Generales SAC con RUC 2052672697 (Ver anexo de Certificados de Calibración). Por lo que la validez interna de nuestro Diseño de Mejoramiento se encuentra debidamente sustentada.

Este diseño solo se aplica a la superficie de la vía específica que comunica al poblado de Yunguy. Sin embargo el procedimiento puede aplicarse en la mayoría de carreteras rurales con deficiencias geométricas. Por lo que se puede decir que dicho procedimiento se podría generalizar a la mayoría de carreteras rurales y/o trochas carrozables con deficiencias geométricas del Perú.

Los resultados han sido contrastados con lo que exige la norma y los manuales de diseño del MTC del Perú, y a su vez se ha realizado el comparativo mediante índices de mejoramiento y optimización del trazo proyectado con el existente, obteniendo en todos los casos resultados positivos.

Finalmente con todo lo mencionado se podría confirmar la hipótesis planteada, ya que los resultados están debidamente relacionados a lo que exige y recomienda el manual de diseño del Ministerio de Transportes y Comunicaciones en aras de dar seguridad, comodidad y dinamismo en el tránsito.

5.1.DISCUSIÓN SOBRE EL COMPLEMENTO DE INFORMACIÓN DE LAS DEMÁS ESPECIALIDADES.

Todo mejoramiento vial comprende la participación de varias disciplinas, además del diseño geométrico. Por ello, adicional a la optimización de las características geométricas, se proponen a modo de discusión, alternativas de mejoramiento en otras especialidades que no forman parte de la investigación de la tesis, pero que complementan el diseño de una vía.

A continuación se mencionan las propuestas a estas:

I. *Pavimento Propuesto:*

- Se propone una capa de afirmado de 0.21 m, acorde a la cantidad de tráfico y el vehículo de diseño.
- Ver capítulo de suelos y pavimentos en el anexo respectivo.

II. *Propuesta de Solución en Drenaje:*

- Se prevé el establecimiento de Cunetas de Mampostería de Piedra a lo largo de la vía en el lado del talud de corte, con dimensiones de 0.40x0.50m.
- Se prevé el establecimiento de 25 alcantarillas tipo aliviadero, que servirán de recepción y desfogue de aguas procedentes de las cunetas.
- Ver Procedimientos, Cálculos generales y Planos de Drenaje en el Anexo de Planos y Memoria, Capítulo Hidrología y Drenaje.

III. *Propuesta de Solución en Seguridad y Señalización:*

- Para la señalización se ha elaborado el plano respectivo donde se han establecido señales Verticales de seguridad e informativas, además de marcas en el Pavimento, Ver información en Anexo y Memoria Respectiva.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES:

- Se comprueba la hipótesis planteada, ya que los resultados de la optimización están contrastados con lo que recomienda el manual de diseño geométrico con la finalidad de dar transitabilidad (Seguridad, Comodidad y dinamismo en la circulación) a la carretera.
- El diseño de la geometría vertical (Perfil Longitudinal) de la carretera proyectada mejoró todas las pendientes por encima de lo que recomienda el Manual de Diseño.
- El diseño de la geometría horizontal (Eje de Diseño) de la carretera proyectada disminuyó curvas y tramos sinuosos innecesarios y mejoró el ancho de las calzadas existentes.
- El diseño contempla las obras de drenaje necesarias para su sostenibilidad frente a lluvias y arrastre de residuos similares, así como la respectiva señalización vial.

6.2. RECOMENDACIONES

- El Diseño de la vía a futuro debe contemplar un diseño definitivo con asfalto el cual pueda sostener el mayor tránsito generado al final de su vida útil.
- Las Autoridades de la zona deben contemplar un mantenimiento preventivo de forma periódica de la vía mejorada y rehabilitada.
- Si bien las quebradas existentes cuentan con alcantarillas de pase en buen estado, estas deben ser limpiadas periódicamente para evitar obstrucciones y daños a la superficie del proyecto.

- Se debe educar a la población de la zona en temas de seguridad y concientización del cuidado de la vía. Evitar en lo posible ensuciar al paso de los ganados y de los peatones.
- Resguardar que en la vía no transite vehículos pesados no contemplados en el modelo de diseño y así se pueda mantener la integridad de las calzadas.

REFERENCIAS

Manual de Diseño Geométrico 2014 del Ministerio de Transportes y comunicaciones (DG-2014)

Manual De Diseño De Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen de Tránsito del Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2008.

Manual De Diseño De Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen de Tránsito Capítulo Hidrología y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008).

Manual De Diseño De Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen de Tránsito Capítulo Impacto Ambiental del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

James Cárdenas Grisales, (2012) *Diseño Geométrico de carreteras, Segunda Edición* Colombia, 2012.

Ingeniería de Carreteras de Wright y Dixon, Segunda Edición, Editorial Limusa Wiley, México 2011

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación, Cuarta Edición*. Mexico, D.F.: McGraw-Hill Interamericana.

Peñaherrera del Aguila, C. (2006). *Geografía general del Perú*. Lima.

ANEXO I
MATRIZ DE CONSISTENCIA

TABLA N° I.1: Matriz de consistencia

Título de la Investigación		La optimización de las características geométricas viales y la transitabilidad de la Carretera Dv. Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral - Región Lima					
Planteamiento del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	
General	General	General					
¿Qué relación existe entre la optimización de las características geométricas viales y la transitabilidad del tramo Dv Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima.	Determinar la relación que existe entre la optimización de las características geométricas viales y la transitabilidad de la carretera Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima.	Existe una relación positiva entre la optimización de las características geométricas viales y la transitabilidad de la carretera Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima.	Optimización de las características geométricas	Lineamientos técnicos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones	- Clasificación de Vía - Vehículo de diseño - Elementos del diseño Geométrico - Parámetros de diseño.	Ordinal	
Específicos	Específicos	Específicos					

La optimización de las características geométricas viales y la transitabilidad de la Carretera Dv. Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral - Región Lima						
Título de la Investigación	La optimización de las características geométricas viales y la transitabilidad de la Carretera Dv. Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral - Región Lima					
Planteamiento del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
¿Qué relación existe entre la optimización de las características geométricas el alineamiento horizontal de la carretera Desvío Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima?	Determinar la relación que existe entre la optimización de las características geométricas viales y el alineamiento horizontal de la carretera Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima.	Existe una relación positiva entre la optimización de las características geométricas viales y el alineamiento horizontal de la carretera Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima.	Transitabilidad vial	Diseño geométrico en Planta	<ul style="list-style-type: none"> Tangentes horizontales. Curvas Horizontales. 	Ordinal
¿Qué relación existe entre la optimización de las características geométricas y el alineamiento vertical de la carretera Desvío Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima?	Determinar la relación que existe entre la optimización de las características geométricas viales y el alineamiento vertical de la carretera Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima.	Existe una relación positiva entre la optimización de las características geométricas viales y el alineamiento vertical de la carretera Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima.		Diseño geométrico del Perfil	<ul style="list-style-type: none"> Pendiente de Sub-rasante Curvas Vert. Cóncavas. Curvas Vert. Convexas. 	Ordinal
¿Qué relación existe entre la optimización de las características geométricas la sección	Determinar la relación que existe entre la optimización de las características	Existe una relación positiva entre la optimización de las características geométricas	Diseño geométrico de la Sección Transversal	<ul style="list-style-type: none"> Ancho de Vía. Peraltes 	Ordinal	

La optimización de las características geométricas viales y la transitabilidad de la Carretera Dv. Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral - Región Lima						
Título de la Investigación						
Planteamiento del Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
transversal de la carretera Desvío Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima?	geométricas viales y la sección transversal de la carretera Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima.	viales y la sección transversal de la carretera Yunguy - Yunguy en la provincia de Huaral, Región Lima.			<ul style="list-style-type: none"> • Bombeo • Sobre anchos • Bermas • Cunetas 	

ANEXO II

MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS TRABAJOS
DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

II. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

2.1. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

La trocha carrozable de longitud de 7.98 kilómetros que une la vía Nacional 1N con el distrito de Yunguy cuenta con un ancho de vía variable de 4.5 metros hasta 7 metros, además de varios tramos con ancho de vía muy angosta.

Esta trocha presenta pendientes pronunciadas, faltas de ancho de vía y curvas horizontales con radios inadecuados, además de presentar taludes variables a lo largo de todo su recorrido.

La superficie de rodadura se encuentra deteriorada por falta de mantenimiento periódico, lo cual ocasiona la contaminación de los cultivos aledaños.

2.2. GEOREFERENCIACION:

2.2.1. TRABAJOS PRELIMINARES

Antes de iniciar los trabajos de la poligonal Básica, se realizó una inspección visual del lugar de trabajo, y se seleccionó las mejores ubicaciones para los puntos geodésicos, con la finalidad de lograr un desarrollo óptimo de los trabajos topográficos a realizar.

Por la longitud de la trocha se programaron 4 hitos de control geodésico, y luego se procedió a ubicar y monumentar estos hitos correspondientes a la poligonal geodésica, necesarios para el enlace de los trabajos topográficos.

Estos hitos geodésicos se colocaron en pares en lugares estratégicos de visibilidad para la toma de datos, cada par de hitos está separado aproximadamente a 7Km de distancia, y se utilizó un GPS navegador para conocer la distancia a colocar cada par de hitos. La nomenclatura utilizada para la identificación de los hitos geodésicos fue; GPS PB01 y GPS AZ01, para cada par de hitos, el primer par fue colocado al inicio, y al final del tramo se ubicó los puntos GPS PB02, GPS AZ02.

2.2.2. METODOLOGÍA PARA LA GEOREFERENCIACION

La toma de datos se realizó mediante uso de equipo GPS DIFERENCIAL con una toma de 2 horas aproximadamente en modo estático para la base y 1:30 horas para el equipo móvil.

Teniendo como estación base de rastreo permanente, y con nomenclatura GPS LI01, ubicado dentro de la sede del Instituto Geográfico Nacional (IGN), ubicado en avenida Aramburú, Surco, Lima.

Haciendo móvil el GPS PB01, ubicado en el cruce de la carretera 1N con carretera a Yunguy, se realiza el enlace con el GPS LI01, para obtener datos geodésicos y realizar el cálculo de coordenadas. Se prosiguió con el mismo procedimiento para los puntos: GPS AZ01, GPS PB02, GPS AZ02.

2.3. POLIGONAL DE APOYO

Encontrado las mejores ubicaciones para los vértices de la poligonal, se procedió a monumentar los hitos de la poligonal de apoyo.

Para la toma de datos se utilizó el método de la medida de ángulos horizontales, ángulos verticales, y distancias inclinadas, con estación total. Por el método de las repeticiones se tomaron las distancias horizontales y distancias verticales, obteniéndose como resultado el promedio de dichas medidas.

La toma de datos se inició desde el tramo GPS PB01 al GPS PB02, primero se instaló una estación total en hito AZ01, luego se hace vista atrás con un prisma en el hito PB01, el cual se usa como azimut de partida; después se procede a tomar los datos de la vista adelante con nombre PA-A. Este procedimiento se realiza para todos los puntos de dicha poligonal de apoyo, tomando los datos necesarios para la obtención de las coordenadas.

2.4. NIVELACIÓN GEOMÉTRICA

Al no existir un BM oficial de la red geodésica nacional cercano al proyecto, se tomó como BM de proyecto la cota obtenida con gps diferencial del hito geodésico de la poligonal básica PB01 el cual se tomara como punto de partida para el control vertical, luego se procedió a monumentar cada 500 metros aproximadamente a lo largo de la carretera los hitos de BMs de red vertical del proyecto.

Se realizó la toma de datos con el método de cierre de ida y vuelta en modo de precisión con equipo topcon AT-G6.

La toma de datos se inició desde el BM 00(GPS PB01) al BM 7+50.

2.5. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO:

El trabajo consistió en el levantamiento planialtimétrico de la trocha carrozable en un ancho de faja de 30 m a cada lado del eje de la carretera. Tomando como bases o puntos de apoyo a la poligonal.

Estos trabajos se iniciaron estacionando el equipo topográfico en el GPS AZ01, orientándose en el GPS PB01, el cual es un BM de proyecto del cual se arrastró la cota, una vez estacionado y

orientado el equipo topográfico se procedió con la toma de puntos de relleno por el método de radiación, además se tomaron detalles como construcciones existentes, cercos, muros, pozo, linderos, postes, etc.

2.6. EQUIPAMIENTO DE TRABAJO:

2.6.1. EQUIPOS TOPOGRÁFICOS:

- 02 GPS diferencial PROMARK-MAGELLANE.
- 01 Estación Total marca LEICA - modelo Flex line TS06 R1000.
- 01 Nivel Electrónico marca TOPCON AT6.
- 02 Mira telescópica de códigos de barras.
- 05 Trípodes.
- 06 Prisma y porta prisma.
- 01 Cargador para baterías para estación total marca LEICA.
- 01 Cargador para baterías para estación total marca TOPCON.
- 01 Cargador de baterías para GPS diferencial MAGELLANE.
- 02 Baterías para estación total marca LEICA.
- 02 Baterías para estación total marca TOPCON.
- 03 Huincha metálica de 3m.
- 01 Huincha de 30m.

2.6.2. EQUIPO DE COMUNICACIÓN:

- 06 Radios marca Motorola.
- 06 Baterías para radio marca Motorola.
- 03 Cargadores de radio marca Motorola.

2.6.3. EQUIPO DE OFICINA Y DIBUJO:

- 01 PC Asus Core i7.
- 01 Plotter HP Design jet T1200 & T770 printer series.
- 01 Impresora HP DeskJet 2050 print scan copy.

2.6.4. BRIGADA DE TRABAJO

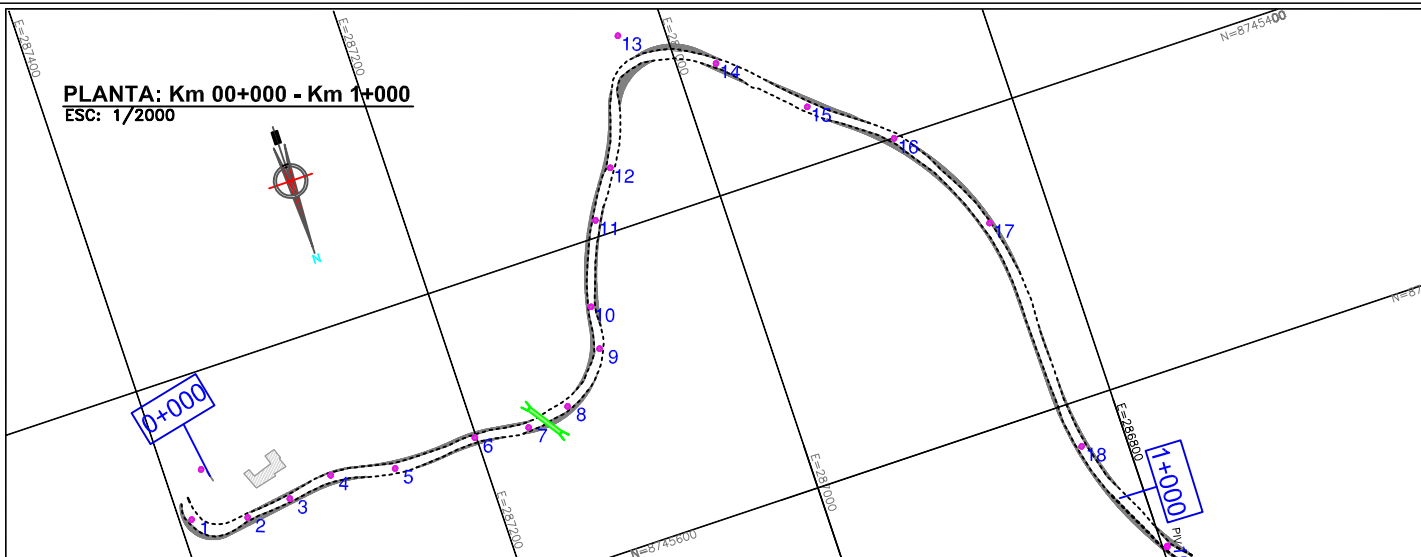
Brigada 1(Poligonal Básica, poligonal auxiliar y nivelación)

- 01 Tesista
- 01 Topógrafo.
- 03 Auxiliares de Topografía.

ANEXO III

**IDENTIFICACION Y METRADO DE LOS
DEFECTOS GEOMETRICOS DE LA VÍA**

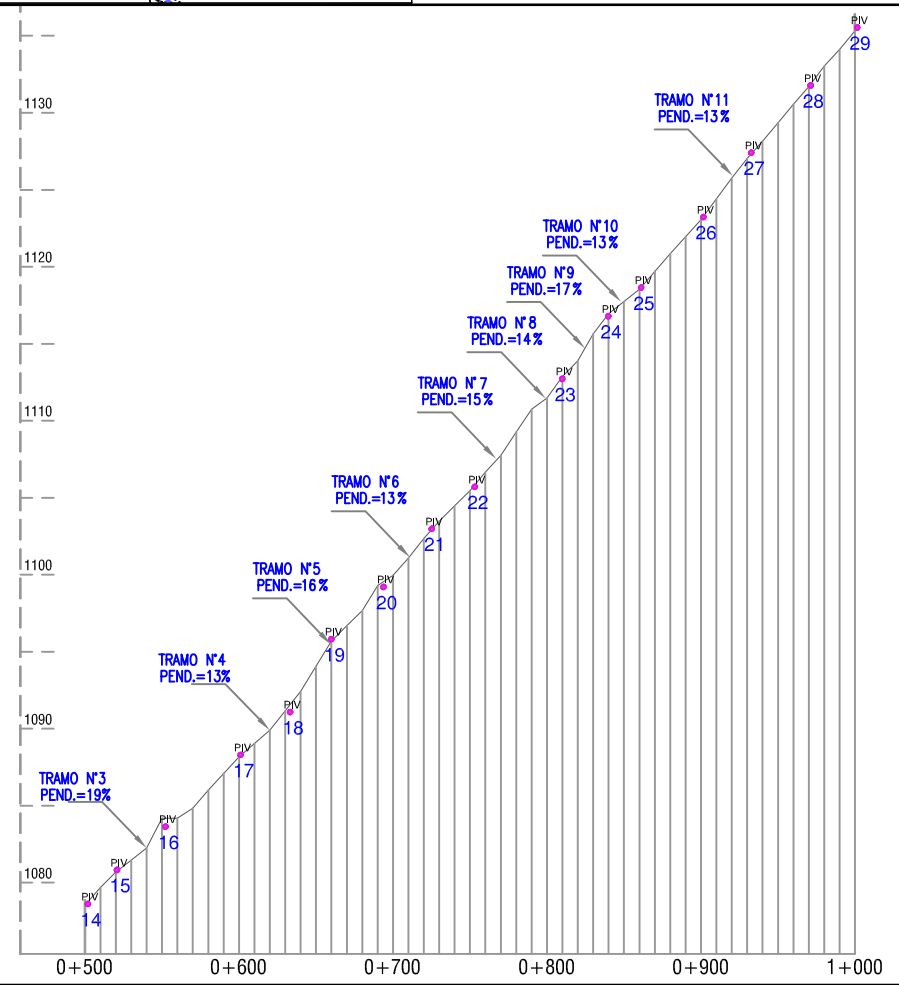
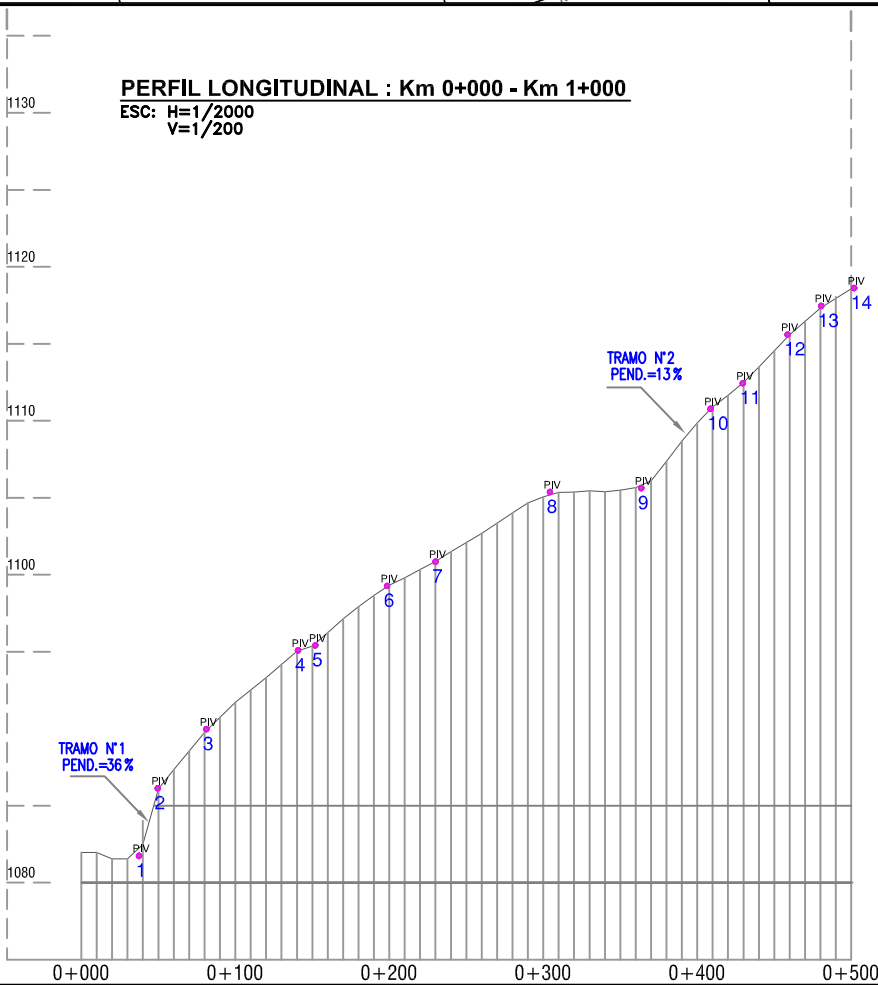
PLANTA: Km 00+000 - Km 1+000
ESC: 1/2000

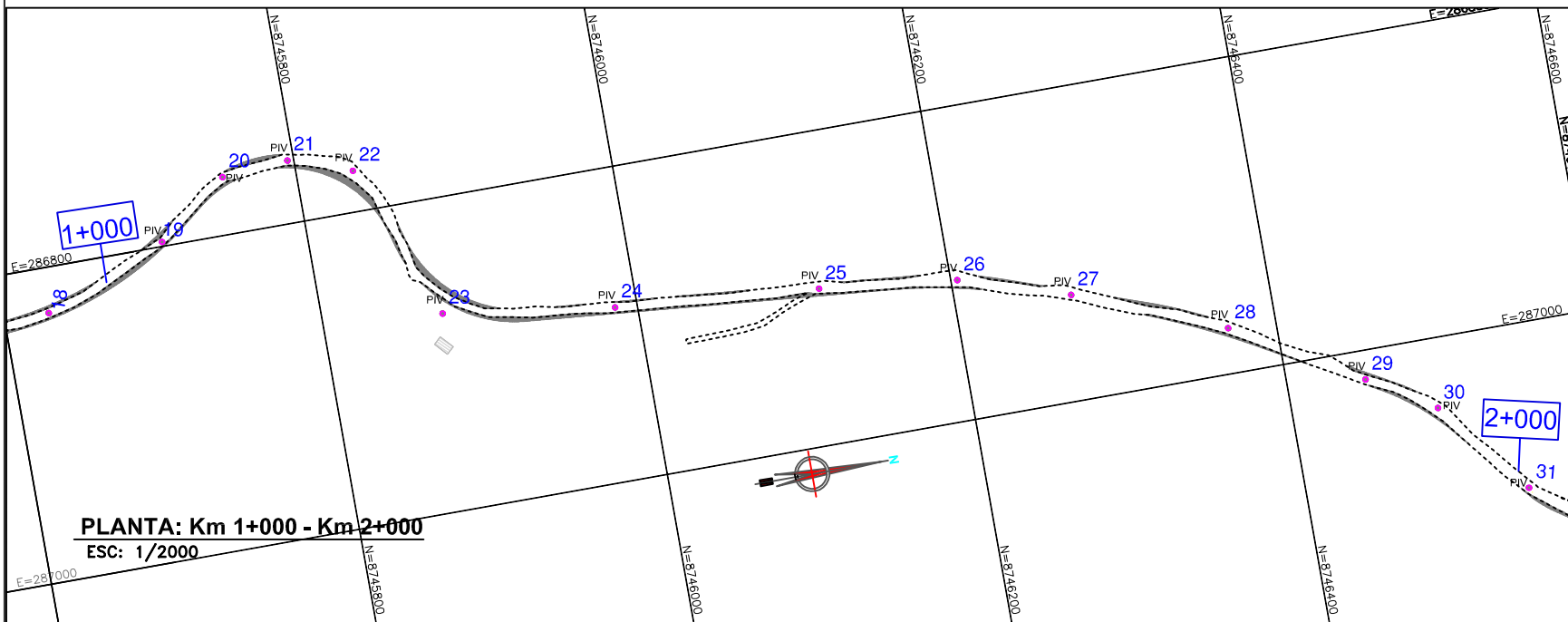


LEYENDA

- CURVAS EXISTENTES
- BORDE DE CARRETERA

PERFIL LONGITUDINAL : Km 0+000 - Km 1+000
ESC: H=1/2000
V=1/200

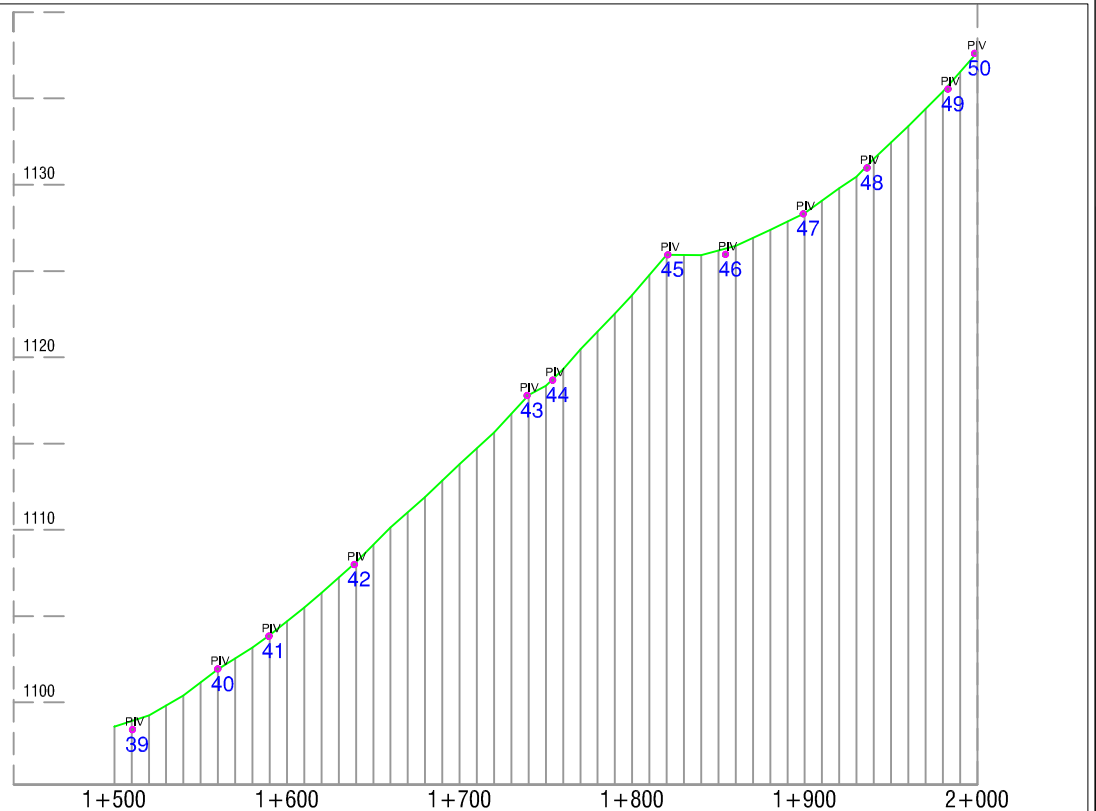
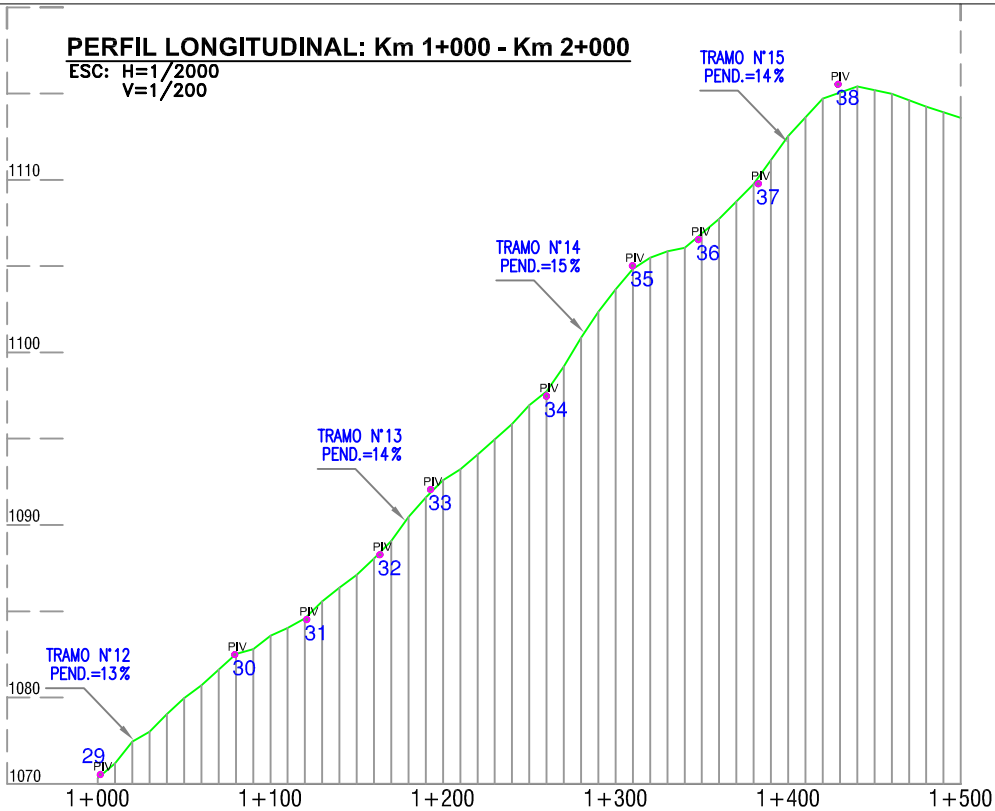




LEYENDA

- CURVAS EXISTENTES
- BORDE DE CARRETERA

PLANTA: Km 1+000 - Km 2+000
 ESC: 1/2000



2+000

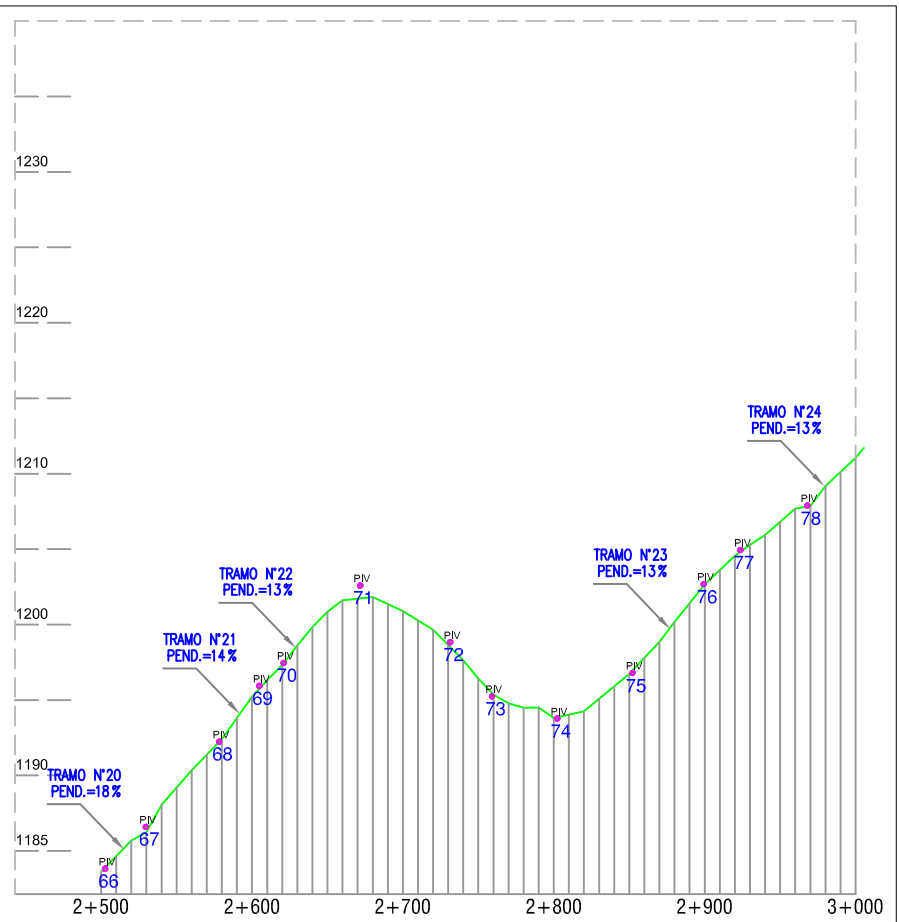
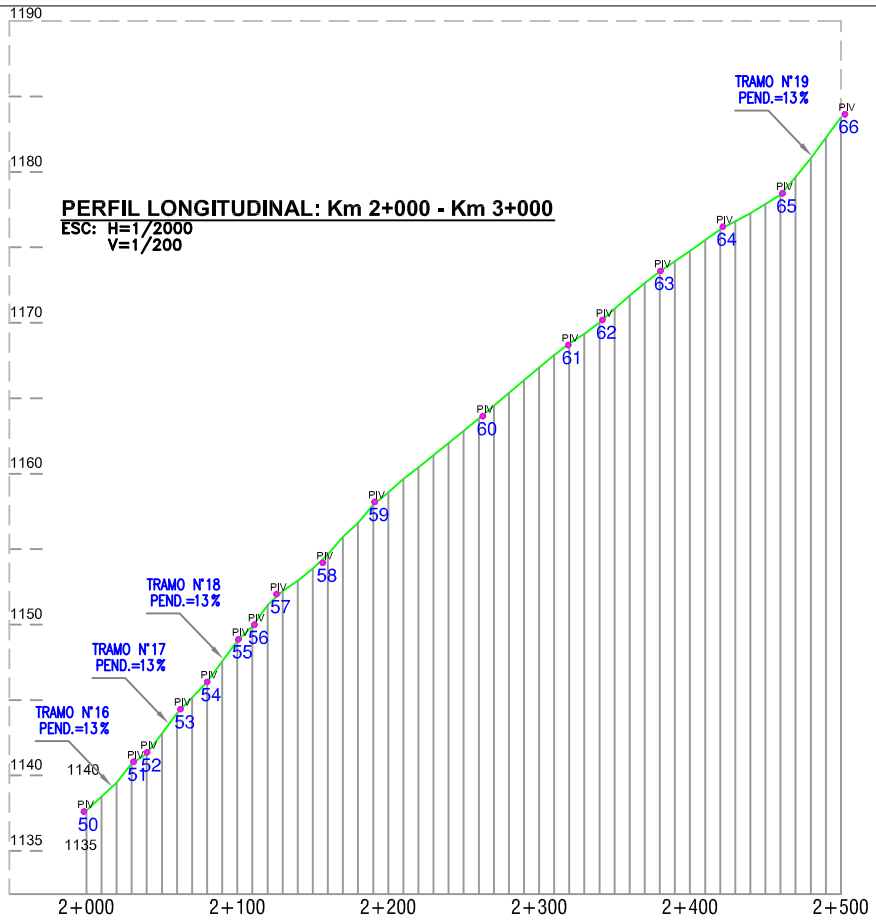
3+000

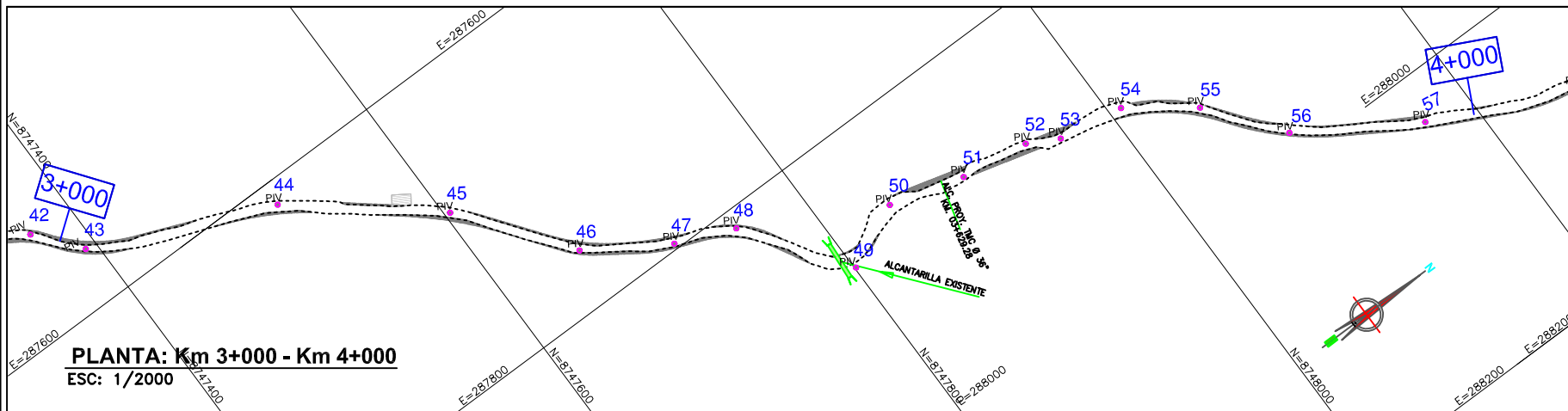
PLANTA: Km 2+000 - Km 3+000
ESC: 1/2000

LEYENDA

- CURVAS EXISTENTES
- BORDE DE CARRETERA

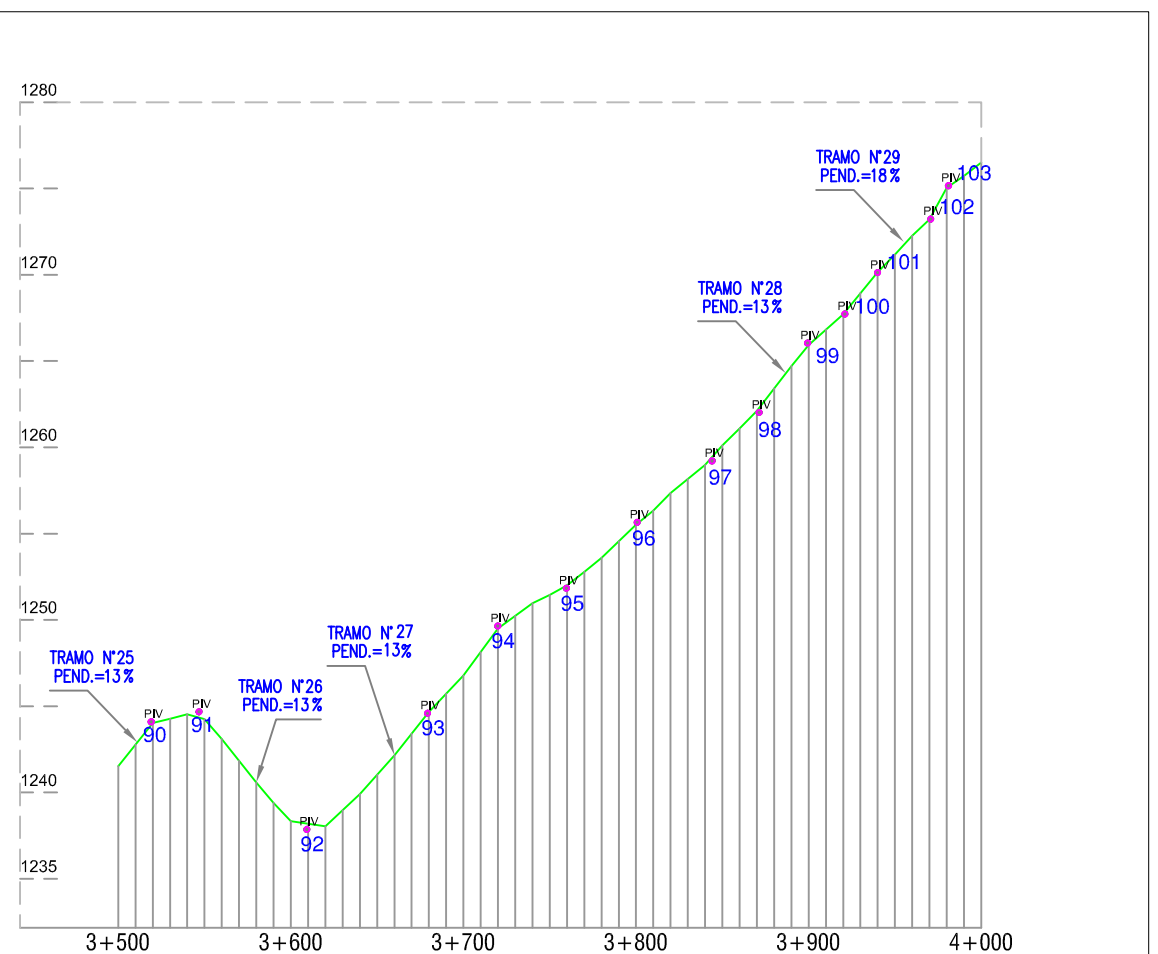
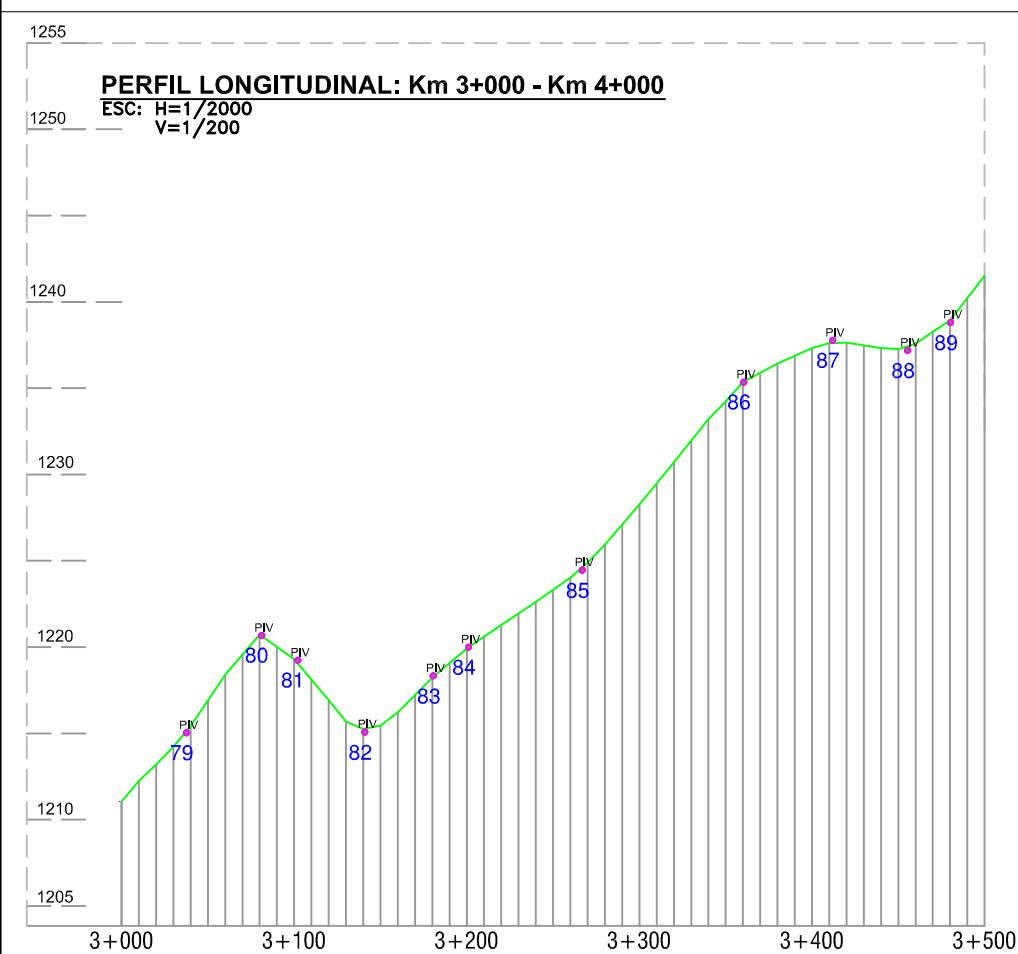
PERFIL LONGITUDINAL: Km 2+000 - Km 3+000
ESC: H=1/2000
V=1/200

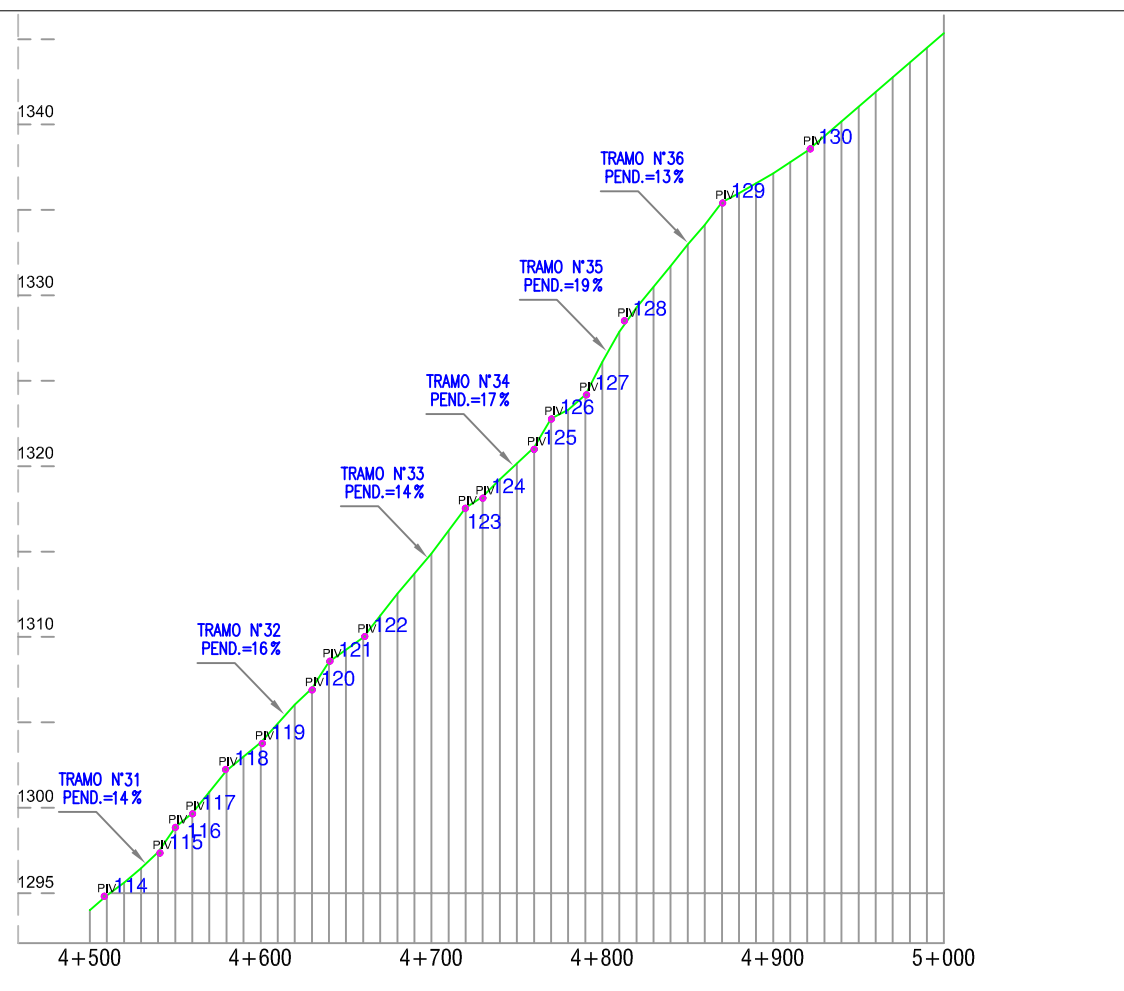
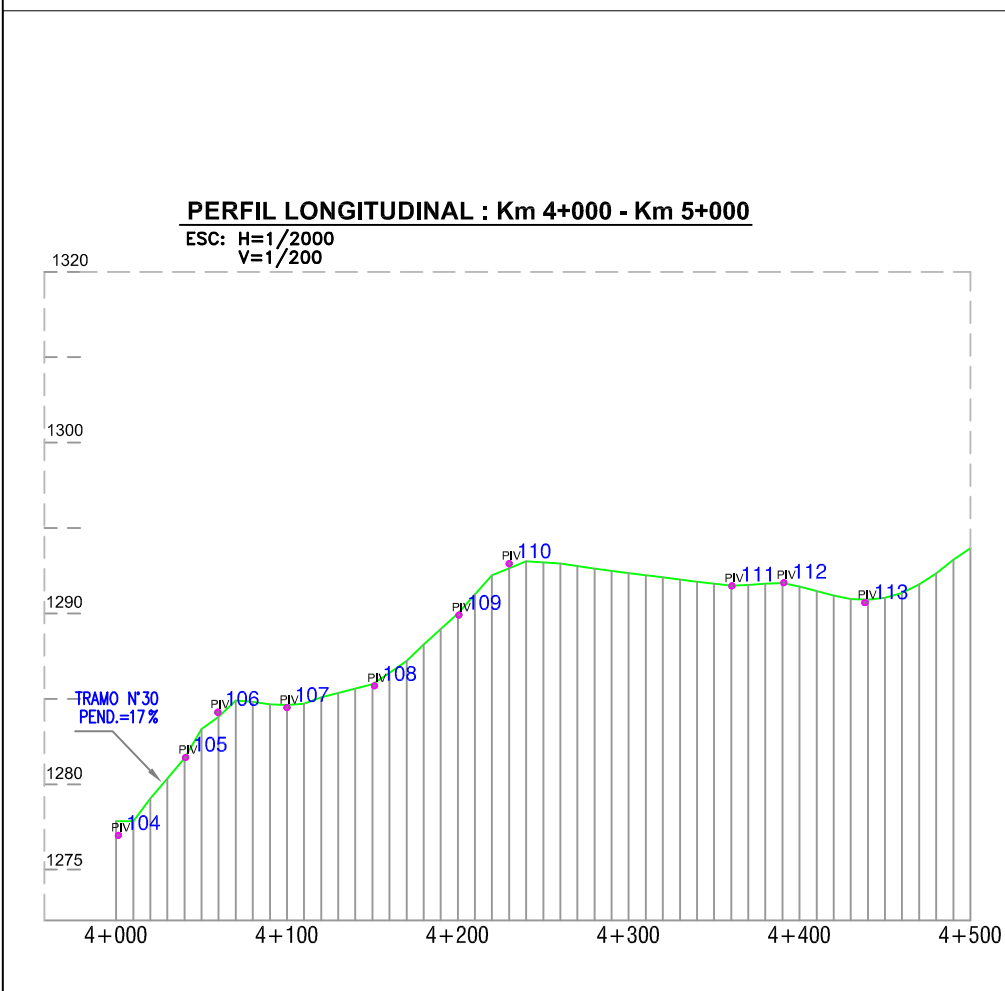
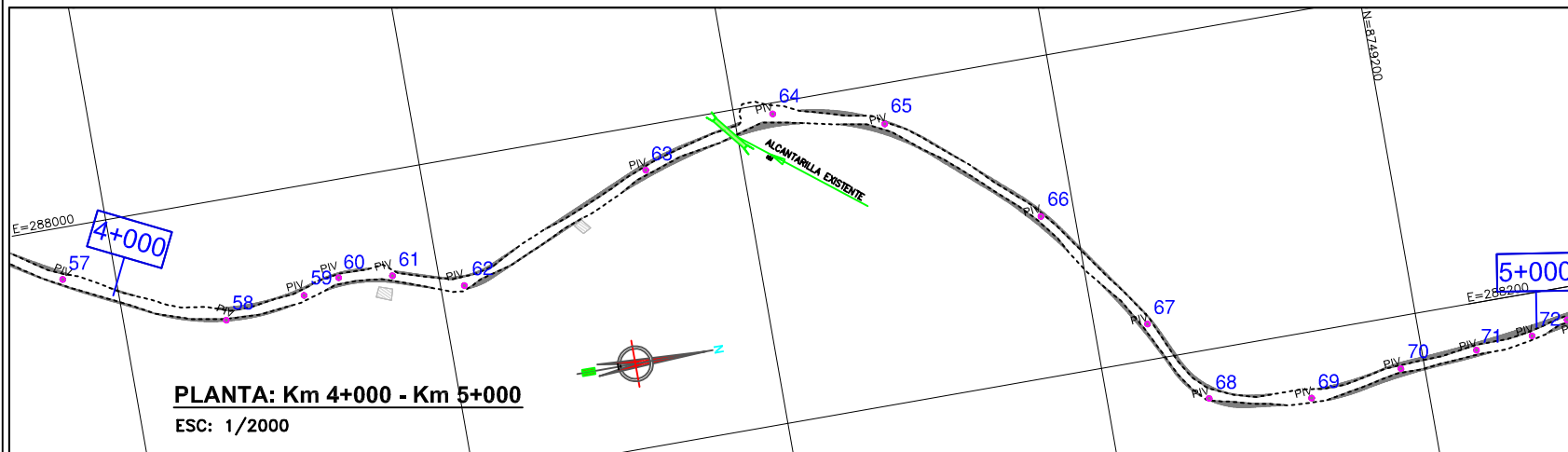


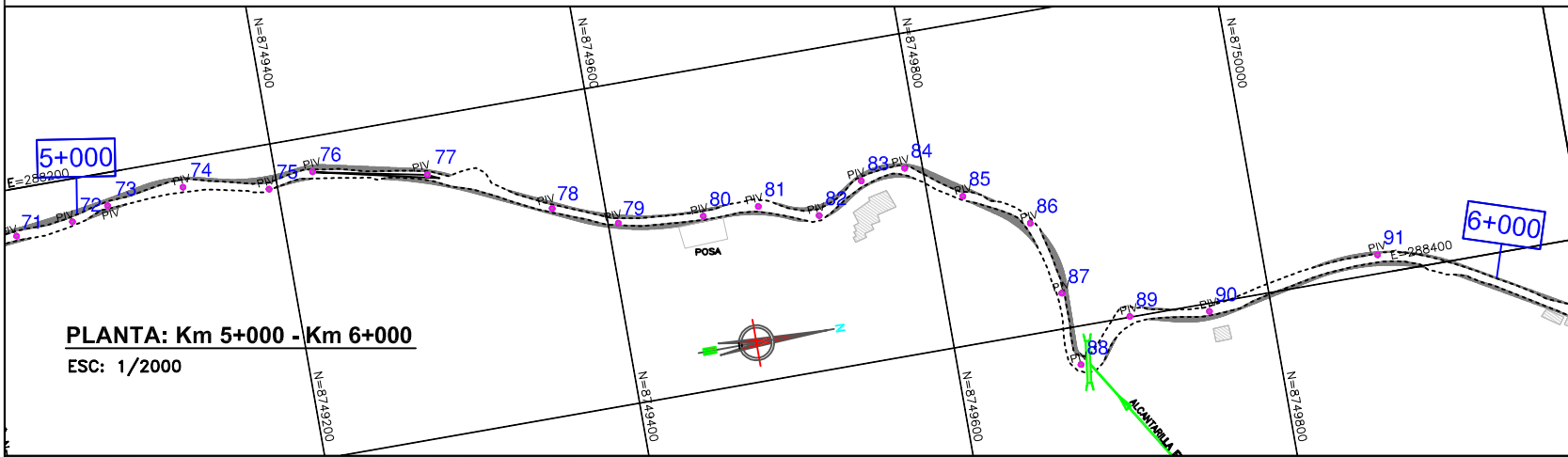


LEYENDA

- CURVAS EXISTENTES
- - - BORDE DE CARRETERA

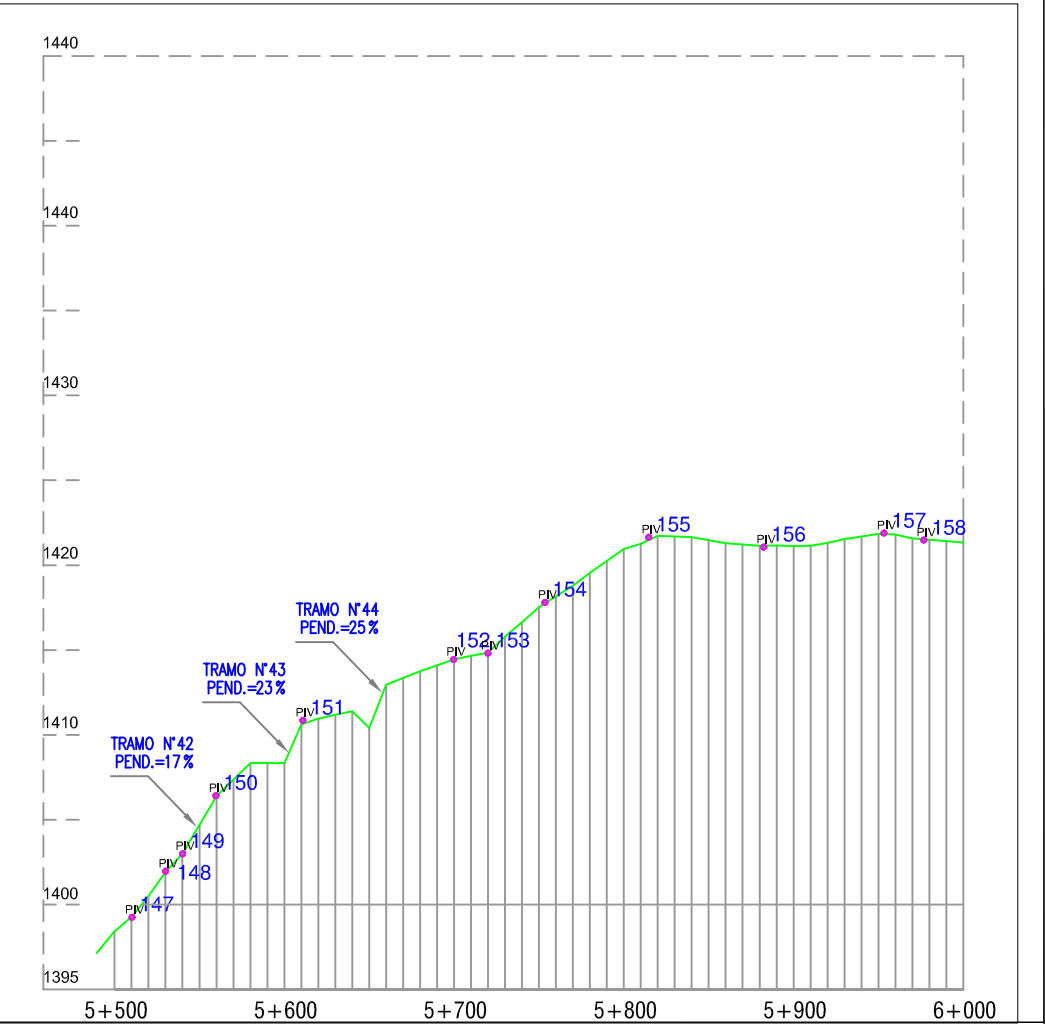
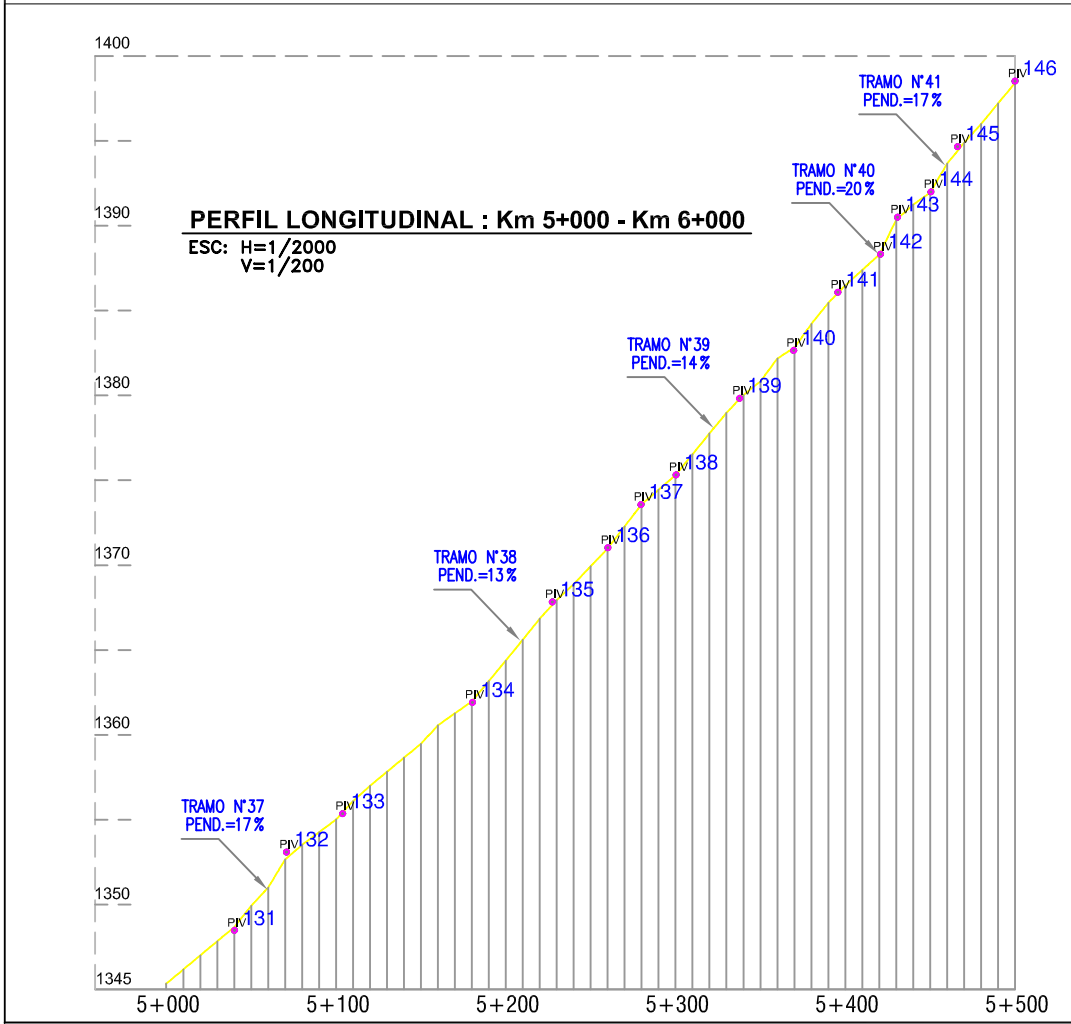


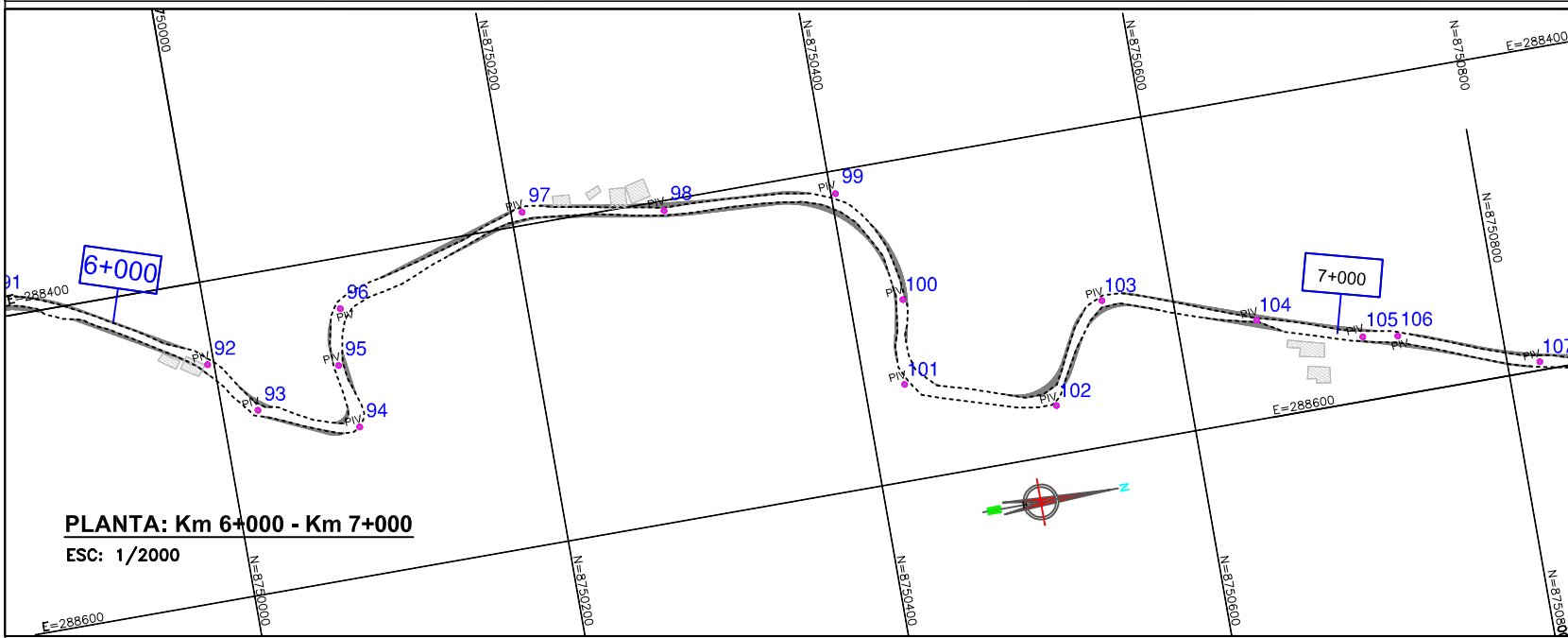




LEYENDA

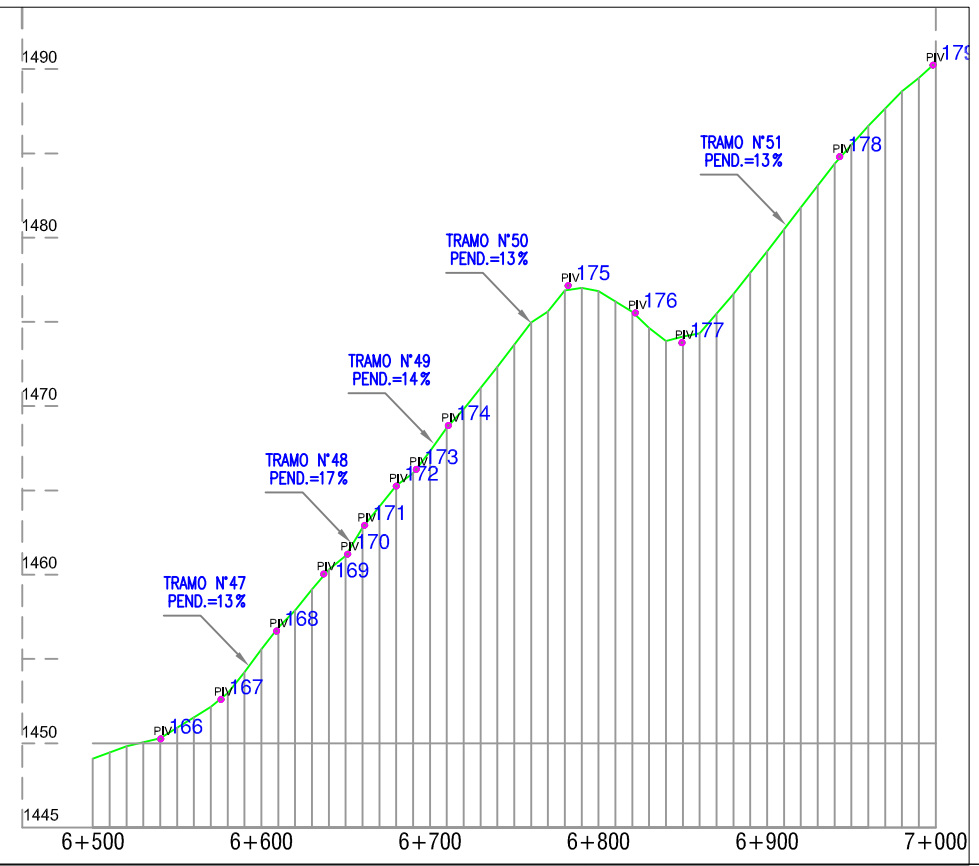
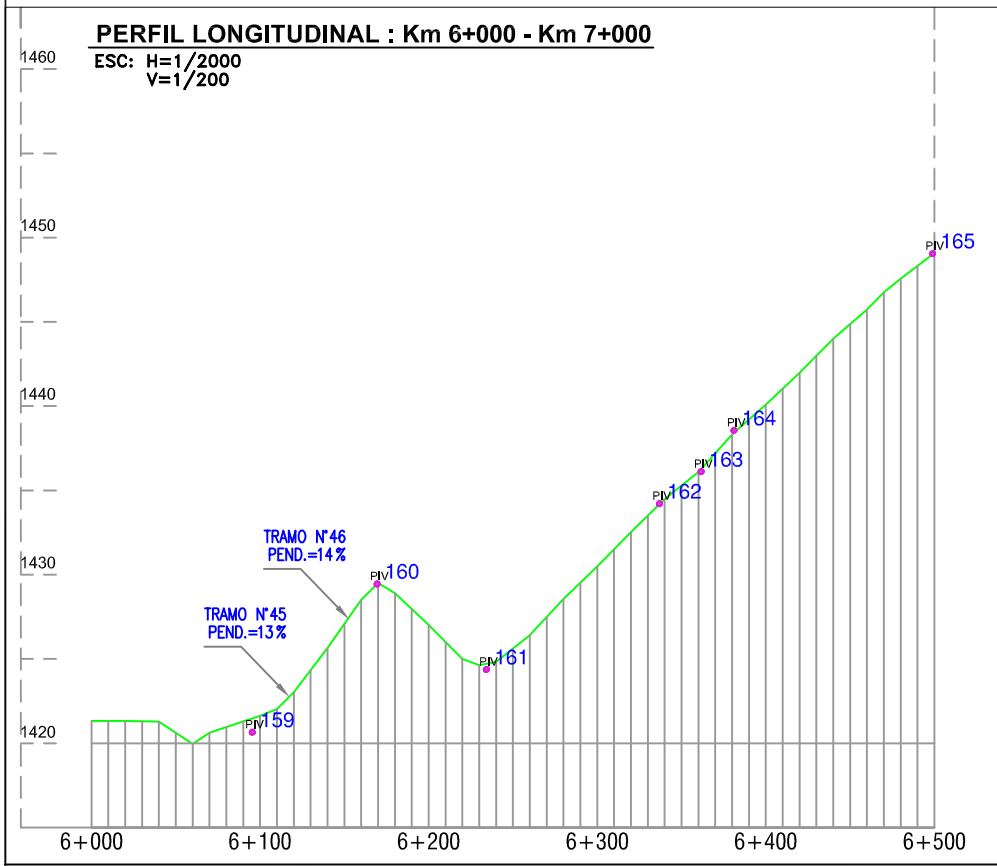
- CURVAS EXISTENTES
- BORDE DE CARRETERA

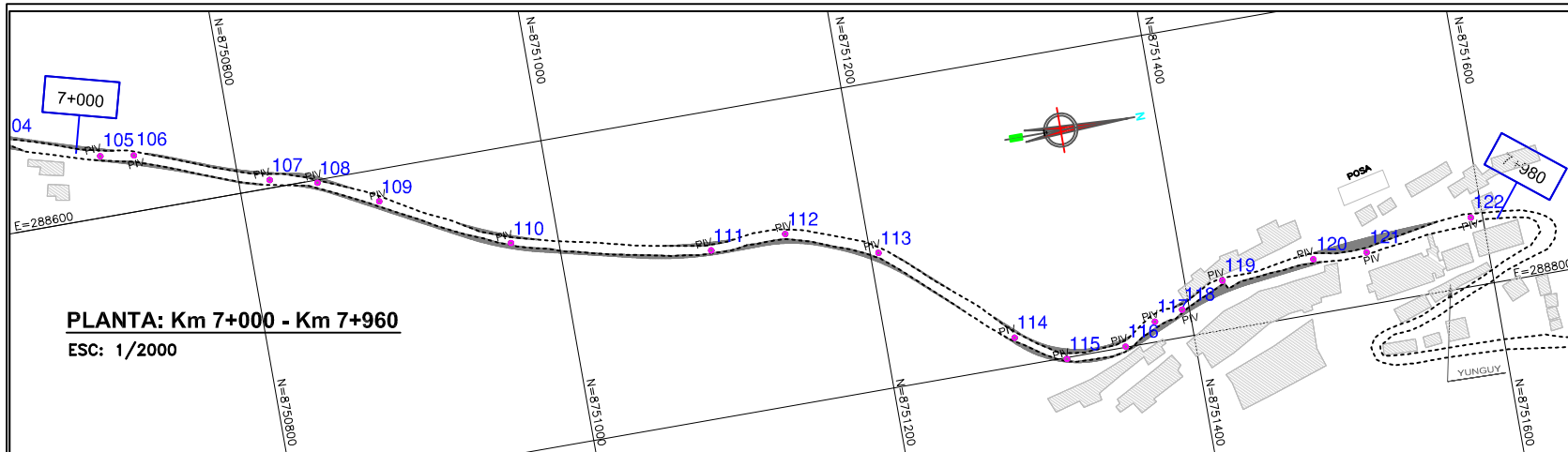




LEYENDA

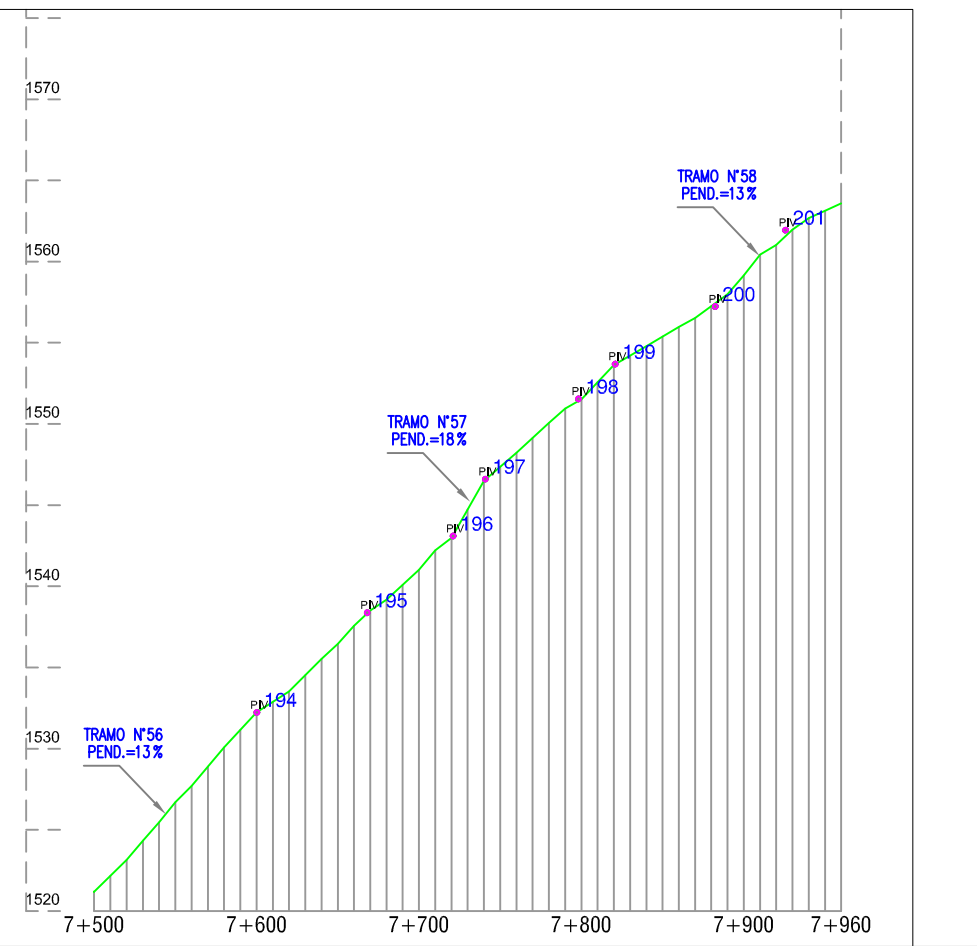
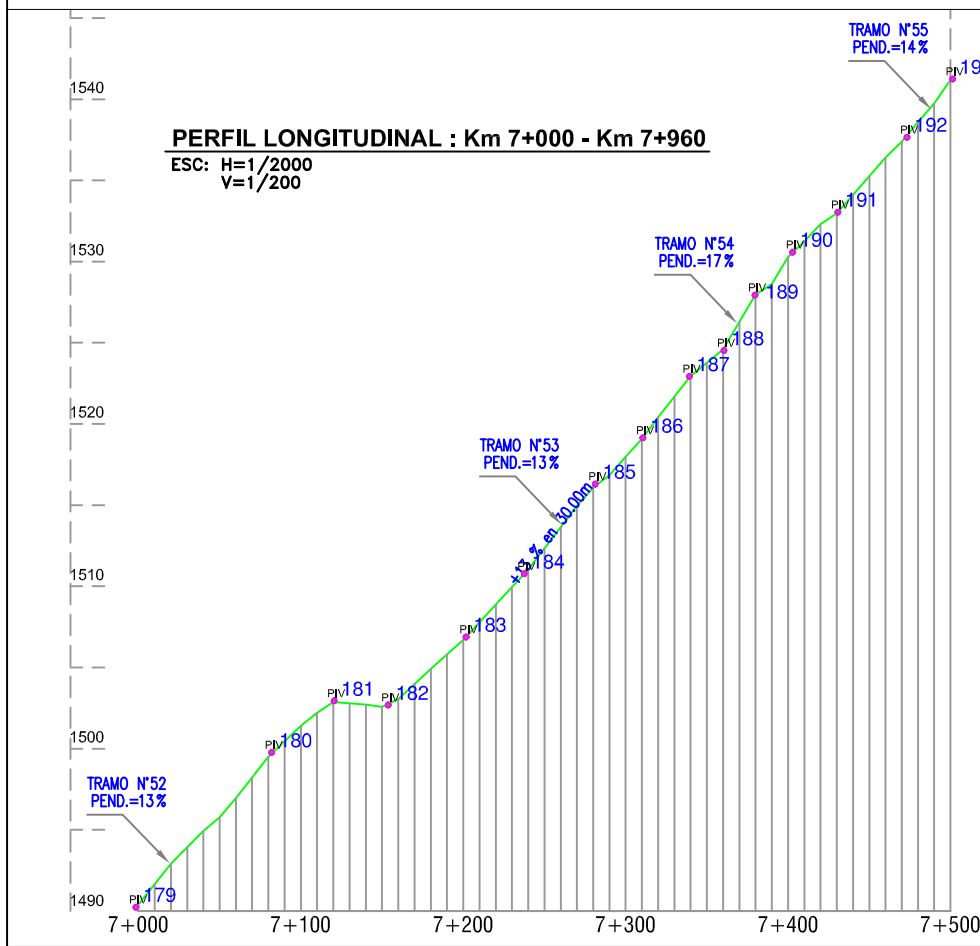
- CURVAS EXISTENTES
- BORDE DE CARRETERA





LEYENDA

- CURVAS EXISTENTES
- - - BORDE DE CARRETERA



ANEXO IV
CALCULO DEL INDICE MEDIO DIARIO
PROYECTADO

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO

1.0 CONTEOS VOLUMÉTRICOS

CLASIFICACION DIARIA DE TRANSITO MOTORIZADO (EXCEP. MOTOS)

DIA	SENTIDO	AUTOS	COMBIS MICROS	BUS	CAMIONES	CAMIONES	TOTAL
		CAMIONETAS PICK UP			2 EJES	3 EJES	
LUNES	AMBOS	34	19	0	7	0	60
MARTES	AMBOS	35	18	0	9	0	62
MIERCOLES	AMBOS	36	19	0	7	0	62
JUEVES	AMBOS	32	16	0	11	0	59
VIERNES	AMBOS	31	13	0	8	0	52
SABADO	AMBOS	29	12	0	9	0	50
DOMINGO	AMBOS	27	10	0	7	0	44
TOTAL		224	107	0	58	0	389

2.0 CÁLCULO DEL TRÁFICO MEDIO DIARIO SEMANAL

$$IMDS = \sum Vi / 7$$

TRÁFICO MEDIO DIARIO SEMANAL

PROM	AUTO/ PICK UP	COMBIS MICROS	BUS	C2E	C3E
56	32	15	0	8	0
100%	57.58%	27.51%	0.00%	14.91%	0.00%

3.0 FACTORES DE CORRECCIÓN

(Mes de levantamiento de informacion: Diciembre)

Temporada de Vacaciones (universidades Institutos y Universidades)

Temporada de baja cosecha

✳ Factor de Correcion = 1.25

4.0 CÁLCULO DEL TRÁFICO MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA)

$$IMDA = FC \times IMDS$$

TRÁFICO MEDIO DIARIO ANUAL (FC=1.25)

PROM	AUTO/ PICK UP	COMBIS MICROS	BUS	C2E	C3E
69	40	19	0	10	0
100%	57.58%	27.51%	0.00%	14.91%	0.00%

5.0 PROYECCIONES DE TRÁNSITO FUTURO

5.1 VIDA ÚTIL DEL PAVIMENTO : 10 años

5.2 VOLUMEN DE TRANSITO PROYECTADO : $TF = TA + IT$

Donde:
 TF= Tránsito Futuro o Proyectado
 TA= Tránsito Actual
 IT= Incremento de Tránsito

Del mismo modo: $TA = TE + TAt$

Donde:
 TE= Tránsito Existente
 TAt= Tránsito Atraído >> De Vehic. Que desviarán su recorrido por la nueva vía. 20% Aprox.

Así mismo : $IT = CNT + TG + TD$

Donde:
 CNT= Crecimiento Normal del Tránsito
 TG= Tránsito generado
 TD= Tránsito Desarrollado

A su vez : $CNT_f = TA ((1+i)^{n-1})$

n= 10

$TG = TI + TC + TT$

Donde:
 TI = Tránsito Inducido >> Por el incremento de las actividades ganaderas y Agrícolas. 50% Aprox.
 TC= Tránsito convertido >> Por Transeuntes y arreos de animales que usarán transp. 5% Aprox.
 TT= Tránsito Traslado >> Por cambio de destino de viaje al tener nueva vía. 20% Aprox.

En resumen :

$TF = TA + (CNT + TG + TD)$

6.0 TASAS DE CRECIMIENTO

TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL Y DEL PRODUCTO BRUTO INTERNO DE LIMA PROVINCIAS

Variable Macroeconómica	Tasa de Crecimiento Histórica	Tasa de Crecimiento Promedio Anual Proyecciones		
		2009 - 2019	2019 - 2029	2029 - 2039
POBLACION (1993-2007)				
PROVINCIA HUARAL	1	1.2	1.8	1.6
DISTRITO IHUARI	0.5			
PBI (1994-2002)				
REGION LIMA PROVINCIAS	1.1	2.5	3.2	3.7

TASAS DE CRECIM. X VEHIC.

Tipo de Vehículo	Tasa % Anual
Vehículos Ligeros	1.2
Omnibus	2.5
Camión 2E/3E	2.5

7.0 CÁLCULO DEL TRANSITO ACTUAL Y PROYECTADO

TRANSITO ACTUAL

DIA	%	AUTOS CAMIONETAS PICK UP	COMBIS MICROS	BUS	CAMIONES 2 EJES	CAMIONES 3 EJES	TOTAL
TRANSITO EXISTENTE	-	40	19	0	10	0	69
TRANSITO ATRAIDO	15	4	2	0	1	0	7
TOTAL TRANSITO ACTUAL		44	21	0	11	0	76

INCREMENTO DE TRANSITO

DIA	CRECIMIENTO	AUTOS CAMIONETAS PICK UP	COMBIS MICROS	BUS	CAMIONES 2 EJES	CAMIONES 3 EJES	TOTAL
TRANSITO GENERADO	T. I. = 20%	8	4	0	2	0	14
	T. C. = 5%	2	1	0	1	0	3
	T. T. = 20%	8	4	0	2	0	14
TRANSITO DESARROLLADO	20%	8	4	0	2	0	14
CRECIM. NORMAL DE TRANSITO	TASA VAR. SEGUN VEHIC.	45	22	0	12	0	78
TOTAL INCREM. DE TRANSITO		71	34	0	18	0	192

8.0 IMD PROYECTADO

(TF = TA + IT)

IMDA TRANSITO PROYECTADO A 10 AÑOS

IMDA TRANSITO PROYECTADO A 10 AÑOS

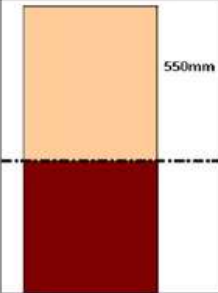
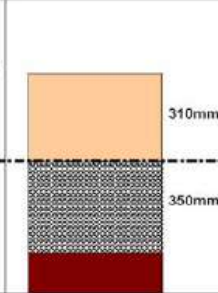
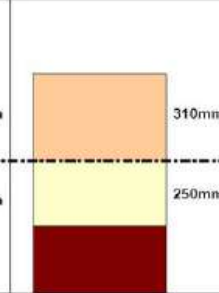
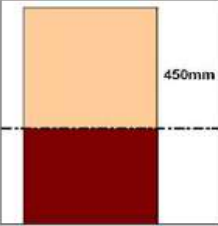
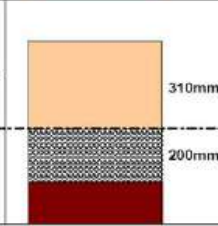
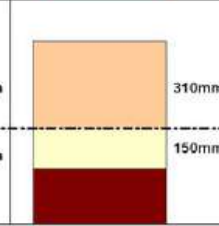
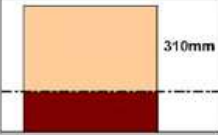
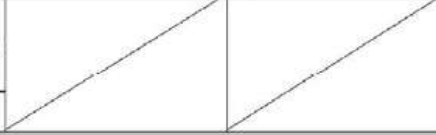


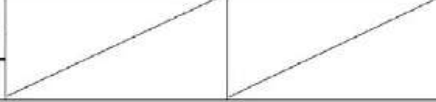






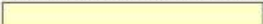

	AUTO/ PICK UP	COMBIS MICROS	BUS	C2E	C3E	TOTAL
Diario	115	55	0	30	0	199
Anual	41803	20068	0	10878	0	72749

CAPITULO II CALCULO DE EJES EQUIVALENTES

TIPOS DE EJES	NEUMÁTICOS	CARGA KG.	FACTOR DESTRUCTIVO	AUTO/ PICK UP	COMBIS MICROS	BUS	C2E	C3E
SIMPLE	2	7,000.00	0.49	41,021.67	19,693.04	0.00	5,337.37	0.00
SIMPLE	4	11,000.00	3.75				40,799.32	
DOBLE	6	16,000.00	1.22					
DOBLE	8	18,000.00	2.08					

TOTAL EAL (ambos sentidos) >>

CATÁLOGO DE CAPAS DE REVESTIMIENTO GRANULAR
TRÁFICO T3

TIPO DE SUBRASANTE	CLASE TRÁFICO: T3 IMDa: 101 - 200 vehículos Vehículos pesados (Buses+Camiones) carril de diseño: 29 - 55 vehículos pesados. Número de repeticiones de EE 0.2m (carril de diseño): 1.6E+05 - 3.1E+05		
	A: subrasante sin mejoramiento, perfilado y compactada	B: con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%	C: con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos
S0 SUBRASANTE MUY POBRE CBR < 3%			
S1 SUBRASANTE POBRE CBR 3% - 5%			
S2 SUBRASANTE REGULAR CBR 6% - 10%			
S3 SUBRASANTE BUENA CBR 11% - 19%			
S4 CBR > 20%			
----- Nivel superior de la subrasante perfilado y compactado al 95% de la MDS			
 Subrasante			
 B: Con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%			
 C: Con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos, para obtener un CBR > 6%			
 Capa de afirmado Tipo 3			

Nota: En caso se requiriese proteger la superficie de las carreteras, podrá colocarse una capa protectora, que podría ser una imprimación reforzada bituminosa; o una estabilización con cloruro de sodio (sal), magnesio u otros estabilizadores químicos.

ANEXO V

MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS TRABAJOS
DE MECANICA DE SUELOS

V. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

5.1. ALCANCE

El estudio de los suelos de fundación de una carretera es importante ya que será el material que se va a intervenir en la ingeniería de una vía. Es indispensable saber sus características físico-mecánicas, así como su comportamiento frente a diferentes aplicaciones de carga que soportará (Móviles, vivas, muertas, etc.) además de los que origina el intemperismo de nuestra zona geográfica.

5.2. TRABAJOS DE INVESTIGACION GEOTECNICA

Las investigaciones de campo de la vía se realizó considerando las áreas libres que estén lo más próxima posible a la vía. Para ello se hizo un plan de trabajo el cual se detalla a continuación:

5.2.1. EXCAVACION DE CALICATAS Y MUESTREO

Se ubicó las progresivas siguiendo un espaciamiento de 1000 metros entre punto y punto dentro de la vía. En total se ubicaron 8 puntos de prospección y se procedió a su investigación geotécnica mediante la excavación de calicatas dentro de las áreas libres, para determinar las características del material.

Del material extraído se separó muestras representativas de cada estrato encontrado de material. Se realizó la descripción de la calicata de las muestras. Las muestras representativas se analizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos.

5.2.2. ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO.

Con el objeto de determinar las características, propiedades y calidad del material, se realizaron los ensayos considerando las normas técnicas vigentes (Manual de Ensayos de Materiales para Carretera del MTC (EM-2000) y complementariamente con las normas y especificaciones AASHTO, ASTM y NTP)

5.2.2.1. PLANIFICACIÓN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.

Para la planificación de los ensayos de laboratorio se debe tener información de los espesores de los estratos encontrados y definir bien a que capa corresponde sea sub rasante o afirmado, de acuerdo al requerimiento se elaboró una relación de ensayos definidos en dos tipos:

ENSAYOS ESTÁNDAR: su finalidad es clasificar al material y tener características básicas como contenido de humedad y clasificación SUCS y AASHTO.

ENSAYOS ESPECIALES: su fin es definir las características físicas mecánicas y químicas de los materiales y ver el grado de durabilidad del mismo.

5.2.2.2. DEFINICIÓN DE LAS MUESTRAS REPRESENTATIVAS PARA LA EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO.

Todas las muestras obtenidas en las distintas prospecciones se analizaron con ensayos estándar para definir su clasificación y porcentaje de finos. De acuerdo a estos resultados se efectuaron ensayos especiales a 2 muestras 1 por cada 4 km, se ensayó una muestra la más desfavorable (mayor cantidad de finos) del afirmado y de la sub rasante por tramo.

5.2.2.3. RELACIÓN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.

De las muestras obtenidas en las distintas prospecciones se realizaron los ensayos pertinentes para la determinación de sus propiedades. Se detalla a continuación en los cuadros N° 1 y N°2 los ensayos realizados.

TABLA N° V.1: RELACION DE ENSAYOS ESTANDAR

TIPO DE ENSAYO	NOMBRE DEL ENSAYO	NORMA DE ENSAYO			
		NTP	ASTM	AASHTO	MTC
Ensayos Estándar	Análisis Granulométrico por tamizado.	339.128	D-422	T-88	MTC E-107
	Humedad Natural.	339.127	D-2216	T-265	MTC E-108
	Límite Líquido (Material que pasa la Malla N° 40).	339.129	D-4318	T-89	MTC E-110
	Límite Plástico (Material que pasa la Malla N° 40).	339.129	D-4318	T-90	MTC E-111
	Clasificación de Suelos por los Métodos SUCS.	339.134	D-2487	--	--
	Clasificación de Suelos por los Métodos AASHTO.	339.135	D-3282	--	--

TABLA N° V.2: RELACION DE ENSAYOS ESPECIALES

TIPO DE ENSAYO	NOMBRE DEL ENSAYO	NORMA DE ENSAYO			
		NTP	ASTM	AASHTO	MTC
Ensayos Especiales	Proctor Modificado.	339.141	D-1557	T-180	MTC E-115
	California Bearing Ratio (CBR).	339.145	D-1883	T-193	MTC E-132

5.3. RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO.

En el cuadro N° V.3 se presenta los resúmenes de los ensayos realizados a las muestras encontradas

TABLA N° V.3: RESUMEN DE ENSAYOS REALIZADOS

Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Clasificación SUCS	Clasificación AASTHO	DISTRIBUCION GRANULOMETRICA							LIMITES DE ATTERBERG			CONTENIDO DE HUMEDAD
					% DE GRAVA		% DE ARENA			% DE FINOS	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD		
					GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA						
C-1	M-1	0.20-1.50	SM	A-6 (8)	6.07	8.74	8.55	19.10	18.38	39.15	21.94	15.42	6.52	6.20	
C-2	M-1	0.20-1.50	SM	A-3	6.10	8.95	8.51	18.95	18.65	38.84	22.20	15.40	6.80	6.35	
C-3	M-1	0.20-1.50	SM	A-6 (8)	11.22	9.09	8.54	19.30	18.75	38.20	22.45	15.79	6.65	6.94	
C-4	M-1	0.20-1.50	SM	A-6 (8)	15.08	9.14	8.79	19.16	19.17	37.80	21.77	15.96	5.81	6.42	
C-5	M-1	0.20-1.50	SM	A-6 (8)	24.16	9.56	8.51	20.10	19.53	36.21	21.96	15.22	6.75	6.99	
C-6	M-1	0.20-1.50	SM	A-6 (8)	34.02	9.12	8.59	19.49	19.19	37.69	22.51	15.97	6.64	6.57	
C-7	M-1	0.20-1.50	SM	A-6 (8)	36.90	8.97	8.48	19.45	19.34	37.97	21.35	15.14	6.21	6.54	
C-8	M-1	0.20-1.50	SM	A-6 (8)	39.73	8.71	8.49	20.15	19.27	36.71	22.31	15.62	6.68	6.33	
CC-1	CANTERA	0.00-3.00	GM-GP	A-1-b(0)	15.2	26.28	8.52	12.3	25.2	12.5	12.5	0	0	4.1	

Fuente: Elaboracion Propia.

5.4. CARACTERISTICAS DEL SUELO Y CBR DE DISEÑO

El suelo de fundación presenta un primer estrato de 0.20 m compuesto de material gravoso seleccionado, esto debido a una antigua conformación que por falta de mantenimiento se encuentra con una superficie en mal estado. El siguiente estrato se caracteriza por un material limo arenoso con grava medianamente consolidado, poco plástico.

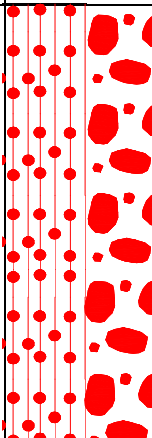
El ensayo de CBR para la subrasante al 95% de la máxima densidad seca obtenida es 12%, es decir recomendable para usos de subrasante.

REGISTRO DE CALICATA

CANTERA

SOLICITANTE:	UPN, Tesista: Orlando Navarro	Fecha:	28/12/2015
PROYECTO:	TESIS: PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO	Tipo de ensayo:	
LOCALIZACIÓN :	Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral	Fecha de Entrega:	
		Paginas:	

<p>ACB</p> <p>ENSAYOS</p> <p><input type="checkbox"/> Veleta <input type="checkbox"/> SPT <input type="checkbox"/> Penetrómetro</p> <p>MUESTRAS</p> <p><input type="checkbox"/> in situ <input type="checkbox"/> Físicos <input type="checkbox"/> Químicos</p> <p><input type="checkbox"/> Inalterada <input type="checkbox"/> Alterada <input type="checkbox"/> Agua</p>	<p>HECHO POR:</p> <p>OBSERVACIONES</p>
---	--

PROF. (m)	CLASIFICACION		SÍMBOLO	DESCRIPCIONES	MUESTRA N°	W (%)	LL (%)	IP (%)	
	SUCS	AASHTO							
0.00 -3.00	GM-GP	A-1b(0)		<p>0.00 -3.00m Grava Limosa con Arena</p> <p>Se observa un Suelo Limoso con tamaño máximo de 1 1/2" , de color amarillo grisáceo oscuro en condición húmeda, amarillo grisáceo en condición seca, con olor de suelo húmedo, sin material orgánico sin presencia de bolones, con presencia de piedras, con 41.48% de peso en gravas, con 46.02 % de peso en arenas, con 12.50 % de peso en finos menor a la malla N° 200, húmeda, consistencia firme, cementacion moderada, estructura estratificada, resistencia en seco mediana, dilatancia lenta, tenacidad media, de plasticidad media. No se visualizan restos distintos a los del mismo suelo.</p>	<input type="checkbox"/>	1.00	4.10	NP	NP

Observaciones:



REGISTRO DE CALICATA

CALICATA C-8

SOLICITANTE:

UPN, Tesista: Orlando Navarro

Fecha:

28/12/2015

PROYECTO:

TESIS: PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO

Tipo de ensayo:

Fecha de Entrega:

Paginas:

ENSAYOS: Veleta SPT Penetrómetro


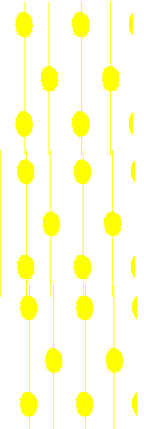
MUESTRAS: in situ Físicos Químicos

Inalterada Alterada Agua

Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

HECHO POR:

OBSERVACIONES

PROF. (m)	CLASIFICACION		SÍMBOLO	DESCRIPCIONES	MUESTRA N°	W (%)	LL (%)	IP (%)
	SUCS	AASHTO						
0.00 - 0.20	GW	A-1-b		<p>0.00-020 m Grava bien graduada con Arena</p> <p>Se observa un suelo de color marron oscuro, con olor orgánico, con T.M, de 1 1/2", con presencia de bolones, con presencia de pedrones, con 63.59% en peso de gravas con 34.01% en peso de arenas gruesas a finas y 2.40% en peso de finos menor a la malla N°200, húmeda, consistencia firme, cementacion moderada, estructura estratificada, resistencia en seco mediana, dilatancia lenta, tenacidad media, de plasticidad media.</p>	1.00	4.54	-	-
0.20 - 1.50	SM	A-6(8)		<p>0.20 -1.50m Arena Limosa con Grava</p> <p>Se observa un Suelo Limoso con tamaño máximo de 3/4" , de color amarillo grisáceo oscuro en condición húmeda, amarillo grisáceo en condición seca, con olor de suelo húmedo, sin material orgánico sin presencia de bolones, con presencia de piedras, con 15.39% de peso en gravas, con 47.90 % de peso en arenas, con 36.71 % de peso en finos menor a la malla N° 200, húmeda, consistencia firme, cementacion moderada, estructura estratificada, resistencia en seco mediana, dilatancia lenta, tenacidad media, de plasticidad media. No se visualizan restos distintos a los del mismo suelo.</p>	1.00	6.33	22.31	6.68

Observaciones:



REGISTRO DE CALICATA

CALICATA C-7

SOLICITANTE: UPN, Tesista: Orlando Navarro

Fecha: 28/12/2015

PROYECTO: TESIS: PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO

Tipo de ensayo:

Fecha de Entrega:

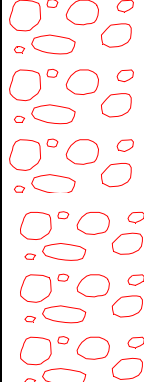
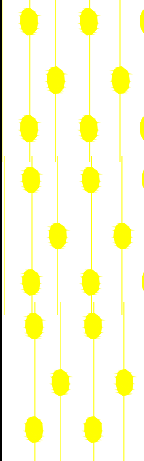
L(ENSAYOS MUESTRAS Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

Paginas:

Veleta In situ Inalterada
 SPT Físicos Alterada
 Penetrómetro Químicos Agua

HECHO POR:

OBSERVACIONES

PROF. (m)	CLASIFICACION		SÍMBOLO	DESCRIPCIONES <input type="checkbox"/>	MUESTRA N°	W (%)	LL (%)	IP (%)
	SUCS	AASHTO						
0.00 - 0.20	GW	A - 1 - b		<p>0.00-020 m Grava bien graduada con Arena</p> <p>Se observa un suelo de color marron oscuro, con olor orgánico, con T.M, de 1 1/2", con presencia de bolones, con presencia de pedrones, con 64.03% en peso de gravas con 33.58% en peso de arenas gruesas a finas y 2.39% en peso de finos menor a la malla N°200, húmeda, consistencia firme, cementacion moderada, estructura es estratificada, resistencia en seco mediana, dilatancia lenta, tenacidad media, de plasticidad media.</p>	1.00	4.38	-	-
0.20 - 1.50	SM	A-6(8)		<p>0.20 -1.50m Arena Limosa con Grava</p> <p>Se observa un Suelo Limoso con tamaño máximo de 3/4" , de color amarillo grisáceo oscuro en condición húmeda, amarillo grisáceo en condición seca, con olor de suelo húmedo, sin material orgánico sin presencia de bolones, con presencia de piedras, con 14.76% de peso en gravas, con 47.28 % de peso en arenas, con 37.97 % de peso en finos menor a la malla N° 200, húmeda, consistencia firme, cementacion moderada, estructura estratificada, resistencia en seco mediana, dilatancia lenta, tenacidad media, de plasticidad media. No se visualizan restos distintos a los del mismo suelo.</p>	1.00	6.54	21.35	6.21

Observaciones:



REGISTRO DE CALICATA

CALICATA C-6

SOLICITANTE: UPN, Tesista: Orlando Navarro

Fecha: 28/12/2005

PROYECTO: TESIS: PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO

Tipo de ensayo:

Fecha de Entrega:

L(ENSAYOS MUESTRAS Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

Paginas:

Veleta In situ Inalterada
 SPT Físicos Alterada
 Penetrómetro Químicos Agua

HECHO POR:

OBSERVACIONES

PROF. (m)	CLASIFICACION		SÍMBOLO	DESCRIPCIONES <input type="checkbox"/>	MUESTRA N°	W (%)	LL (%)	IP (%)
	SUCS	AASHTO						
0.00 - 0.20	GW	A - 1 - b		<p>0.00-020 m Grava bien graduada con Arena</p> <p>Se observa un suelo de color marron oscuro, con olor orgánico, con T.M, de 1 1/2", con presencia de bolones, con presencia de pedrones, con 62.99% en peso de gravas con 32.83% en peso de arenas gruesas a finas y 4.18% en peso de finos menor a la malla N°200, húmeda, consistencia firme, cementacion moderada, extructura es estratificada, resistencia en seco mediana, dilatancia lenta, tenacidad media, de plasticidad media.</p>	1.00	4.67	-	-
0.20 - 1.50	SM	A-6(8)		<p>0.20 -1.50m Arena Limosa con Grava</p> <p>Se observa un Suelo Limoso con tamaño máximo de 3/4" , de color amarillo grisáceo oscuro en condición húmeda, amarillo grisáceo en condición seca, con olor de suelo húmedo, sin material orgánico sin presencia de bolones, con presencia de piedras, con 15.04% de peso en gravas, con 47.27 % de peso en arenas, con 37.69 % de peso en finos menor a la malla N° 200, húmeda, consistencia firme, cementacion moderada, extructura estratificada, resistencia en seco mediana, dilatancia lenta, tenacidad media, de plasticidad media. No se visualizan restos distintos a los del mismo suelo.</p>	1.00	6.57	22.51	6.64

Observaciones:



REGISTRO DE CALICATA

CALICATA C-5

SOLICITANTE: UPN, Tesista: Orlando Navarro

Fecha: 28/12/2015

PROYECTO: TESIS: PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO

Tipo de ensayo:

Fecha de Entrega:

L(ENSAYOS: Voleta In situ Inalterada Físicos Alterada Químicos Agua
 MUESTRAS: Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

Paginas:

HECHO POR:

OBSERVACIONES

PROF. (m)	CLASIFICACION		SÍMBOLO	DESCRIPCIONES <input type="checkbox"/>	MUESTRA N°	W (%)	LL (%)	IP (%)
	SUCS	AASHTO						
0.00 - 0.20	GW	A - 1 - b		<p>0.00-020 m Grava bien graduada con Arena</p> <p>Se observa un suelo de color marron oscuro, con olor orgánico, con T.M, de 1 1/2", con presencia de bolones, con presencia de pedrones, con 63.93% en peso de gravas con 32.48% en peso de arenas gruesas a finas y 3.58% en peso de finos menor a la malla N°200, húmeda, consistencia firme, cementacion moderada, estructura es□.tificada, resistencia en seco mediana, dilatancia lenta, tenacidad media, de plasticidad media.</p>	1.00	4.87	-	-
0.20 - 1.50	SM	A-6(8)		<p>0.20 -1.50m Arena Limosa con Grava</p> <p>Se observa un Suelo Limoso con tamaño máximo de 3/4" , de color amarillo grisáceo oscuro en condición húmeda, amarillo grisáceo en condición seca, con olor de suelo húmedo, sin material orgánico sin presencia de bolones, con presencia de piedras, con 15.66% de peso en gravas, con 48.14 % de peso en arenas, con 36.21 % de peso en finos menor a la malla N° 200, húmeda, consistencia firme, cementacion moderada, estructura estratificada, resistencia en seco mediana, dilatancia lenta, tenacidad media, de plasticidad media. No se visualizan restos distintos a los del mismo suelo.</p>	1.00	6.99	21.96	6.75

Observaciones:



REGISTRO DE CALICATA

CALICATA C-4

SOLICITANTE: UPN, Tesista: Orlando Navarro

Fecha: 28/12/2015

PROYECTO: TESIS: PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO

Tipo de ensayo:

Fecha de Entrega:

L(ENSAYOS: MUESTRAS: Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

Paginas:

Voleta In situ Inalterada
 SPT Físicos Alterada
 Penetrómetro Químicos Agua

HECHO POR:

OBSERVACIONES

PROF. (m)	CLASIFICACION		SÍMBOLO	DESCRIPCIONES <input type="checkbox"/>	MUESTRA N°	W (%)	LL (%)	IP (%)
	SUCS	AASHTO						
0.00 - 0.20	GW	A - 1 - b		0.00-020 m Grava bien graduada con Arena Se observa un suelo de color marron oscuro, con olor orgánico, con T.M, de 1 1/2", con presencia de bolones, con presencia de pedrones, con 65.43% en peso de gravas con 32.06% en peso de arenas gruesas a finas y 2.51% en peso de finos menor a la malla N°200, húmeda, consistencia firme, cementacion moderada, estructura es estratificada, resistencia en seco mediana, dilatancia lenta, tenacidad media, de plasticidad media.	1.00	4.11	-	-
0.20 - 1.50	SM	A-6(8)		0.20 -1.50m Arena Limosa con Grava Se observa un Suelo Limoso con tamaño máximo de 3/4" , de color amarillo grisáceo oscuro en condición húmeda, amarillo grisáceo en condición seca, con olor de suelo húmedo, sin material orgánico sin presencia de bolones, con presencia de piedras, con 15.08% de peso en gravas, con 47.12 % de peso en arenas, con 37.80 % de peso en finos menor a la malla N° 200, húmeda, consistencia firme, cementacion moderada, estructura estratificada, resistencia en seco mediana, dilatancia lenta, tenacidad media, de plasticidad media. No se visualizan restos distintos a los del mismo suelo.	1.00	6.42	21.77	5.81

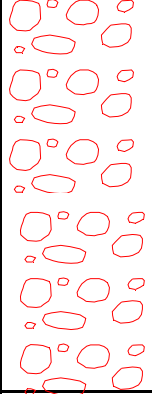
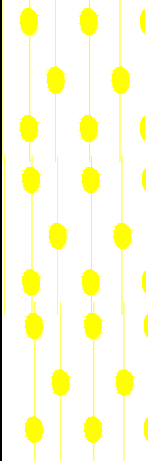
Observaciones:



REGISTRO DE CALICATA

CALICATA C-3

SOLICITANTE:	UPN, Tesista: Orlando Navarro	Fecha:	28/12/205
PROYECTO:	TESIS: PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO	Tipo de ensayo:	
	lado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral	Fecha de Entrega:	
L		Paginas:	
ENSAYOS: <input type="checkbox"/> Veleta, <input type="checkbox"/> SPT, <input type="checkbox"/> Penetrómetro MUESTRAS: <input type="checkbox"/> Inalterada, <input type="checkbox"/> Alterada, <input type="checkbox"/> Física, <input type="checkbox"/> Química, <input type="checkbox"/> Agua	HECHO POR:		
	OBSERVACIONES		

PROF. (m)	CLASIFICACION		SÍMBOLO	DESCRIPCIONES	MUESTR A N°	W (%)	LL (%)	IP (%)
	SUCS	AASHTO						
0.00 - 0.20	GW	A - 1 - b		0.00-020 m Grava bien graduada con Arena Se observa un suelo de color marron oscuro, con olor orgánico, con T.M, de 1 1/2", con presencia de bolones, con presencia de pedrones, con 65.30% en peso de gravas con 32.23% en peso de arenas gruesas a finas y 2.47% en peso de finos menor a la malla N°200, húmeda, consistencia firme, cementacion moderada, estructura estratificada, resistencia en seco mediana, dilatancia lenta, tenacidad media, de plasticidad media.	1.00	4.73	-	-
0.20 - 1.50	SM	A-6(8)		0.20 -1.50m Arena Limosa con Grava Se observa un Suelo Limoso con tamaño máximo de 3/4" , de color amarillo grisáceo oscuro en condición húmeda, amarillo grisáceo en condición seca, con olor de suelo húmedo, sin material orgánico sin presencia de bolones, con presencia de piedras, con 15.21% de peso en gravas, con 46.58 % de peso en arenas, con 38.20 % de peso en finos menor a la malla N° 200, húmeda, consistencia firme, cementacion moderada, estructura estratificada, resistencia en seco mediana, dilatancia lenta, tenacidad media, de plasticidad media. No se visualizan restos distintos a los del mismo suelo.	1.00	6.94	22.45	6.65

Observaciones:



REGISTRO DE CALICATA

CALICATA C-2

SOLICITANTE: UPN, Tesista: Orlando Navarro		Fecha:	28/12/205														
PROYECTO: TESIS: PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO		Tipo de ensayo:															
lado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral		Fecha de Entrega:															
L <table border="0"> <tr> <td>ENSAYOS</td> <td>MUESTRAS</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Veleta</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> In situ</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> SPT</td> <td><input type="checkbox"/> Físicos</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Penetrómetro</td> <td><input type="checkbox"/> Químicos</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Inalterada</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Alterada</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Agua</td> </tr> </table>		ENSAYOS	MUESTRAS	<input checked="" type="checkbox"/> Veleta	<input checked="" type="checkbox"/> In situ	<input type="checkbox"/> SPT	<input type="checkbox"/> Físicos	<input type="checkbox"/> Penetrómetro	<input type="checkbox"/> Químicos		<input type="checkbox"/> Inalterada		<input type="checkbox"/> Alterada		<input type="checkbox"/> Agua	HECHO POR:	
ENSAYOS	MUESTRAS																
<input checked="" type="checkbox"/> Veleta	<input checked="" type="checkbox"/> In situ																
<input type="checkbox"/> SPT	<input type="checkbox"/> Físicos																
<input type="checkbox"/> Penetrómetro	<input type="checkbox"/> Químicos																
	<input type="checkbox"/> Inalterada																
	<input type="checkbox"/> Alterada																
	<input type="checkbox"/> Agua																
		OBSERVACIONES															

PROF. (m)	CLASIFICACION		SÍMBOLO	DESCRIPCIONES <input type="checkbox"/>	MUESTR A N°	W (%)	LL (%)	IP (%)
	SUCS	AASHTO						
0.00 - 0.20	GW	A - 1 - b		0.00-020 m Grava bien graduada con Arena Se observa un suelo de color marron oscuro, con olor orgánico, con T.M, de 1 1/2", con presencia de bolones, con presencia de pedrones, con 65.39% en peso de gravas con 32.10% en peso de arenas gruesas a finas y 2.52% en peso de finos menor a la malla N°200, húmeda, consistencia firme, cementacion moderada, estructura estratificada, resistencia en seco mediana, dilatancia lenta, tenacidad media, de plasticidad media.	1.00	4.22	-	-
0.20 - 1.50	SM	A-3		0.20 -1.50m Arena Limosa con Grava Se observa un Suelo Limoso con tamaño máximo de 3/4" , de color amarillo grisáceo oscuro en condición húmeda, amarillo grisáceo en condición seca, con olor de suelo húmedo, sin material orgánico sin presencia de bolones, con presencia de piedras, con 15.06% de peso en gravas, con 46.10 % de peso en arenas, con 38.84 % de peso en finos menor a la malla N° 200, húmeda, consistencia firme, cementacion moderada, estructura estratificada, resistencia en seco mediana, dilatancia lenta, tenacidad media, de plasticidad media. No se visualizan restos distintos a los del mismo suelo.	1.00	6.35	22.20	6.80

Observaciones:



REGISTRO DE CALICATA

CALICATA C-1

SOLICITANTE: UPN, Tesista: Orlando Navarro

Fecha: 28/12/2005

PROYECTO: TESIS: PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO

Tipo de ensayo:

Fecha de Entrega:

L(ENSAYOS MUESTRAS Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

Paginas:

Veleta In situ Inalterada
 SPT Físicos Alterada
 Penetrómetro Químicos Agua

HECHO POR:

OBSERVACIONES

PROF. (m)	CLASIFICACION		SÍMBOLO	DESCRIPCIONES <input type="checkbox"/>	MUESTRA N°	W (%)	LL (%)	IP (%)
	SUCS	AASHTO						
0.00 - 0.20	GW	A - 1 - b		<p>0.00-020 m Grava bien graduada con Arena</p> <p>Se observa un suelo de color marron oscuro, con olor orgánico, con T.M, de 1 1/2", con presencia de bolones, con presencia de pedrones, con 65.24% en peso de gravas con 32.31% en peso de arenas gruesas a finas y 2.45% en peso de finos menor a la malla N°200, húmeda, consistencia firme, cementacion moderada, estructura es estratificada, resistencia en seco mediana, dilatancia lenta, tenacidad media, de plasticidad media.</p>	1.00	4.69	-	-
0.20 - 1.50	SM	A-6(8)		<p>0.20 -1.50m Arena Limosa con Grava</p> <p>Se observa un Suelo Limoso con tamaño máximo de 3/4" , de color amarillo grisáceo oscuro en condición húmeda, amarillo grisáceo en condición seca, con olor de suelo húmedo, sin material orgánico sin presencia de bolones, con presencia de piedras, con 14.82% de peso en gravas, con 46.03 % de peso en arenas, con 39.14 % de peso en finos menor a la malla N° 200, húmeda, consistencia firme, cementacion moderada, estructura estratificada, resistencia en seco mediana, dilatancia lenta, tenacidad media, de plasticidad media. No se visualizan restos distintos a los del mismo suelo.</p>	1.00	6.20	21.94	6.52

Observaciones: BJJB
Laboratorista de Suelos



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D 422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

CALICATA : CANTERA

FECHA : 07/12/2015

PROFUNDIDAD: 0.00 - 3.00 m

DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	CANTERA
Muestra	M1
Nombre de la Leyenda	CANTERA
Profundidad (m)	0.00 - 3.00 m

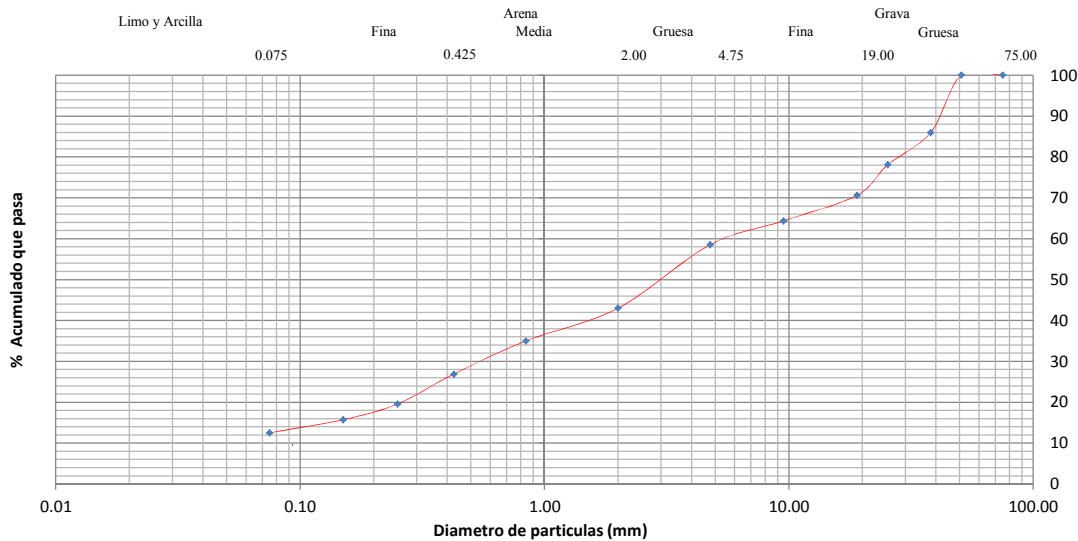
CONTENIDO DE HUMEDAD	
Número de la tara	1
Peso tara (g)	77
Peso tara + suelo húmedo (g)	586.24
Peso tara + suelo seco (g)	566.18
Peso suelo seco (g)	489.18

MALLA N° 200	
Número de la tara	TG-E
Peso tara (g)	77.00
Peso tara + suelo seco (g)	1285.29
Peso tara + suelo seco lavado (g)	1245.21
Peso suelo seco lavado (g)	1168.21

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO							
MALLA	Malla (mm)	Peso retenido (g)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasa	Retenido acumulado (%)	Pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00		100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00		100.00	
1 1/2"	38.100	169.34	14.02	14.02		85.98	
1"	25.400	95.26	7.88	21.90		78.10	
3/4"	19.000	90.48	7.49	29.39		70.61	
3/8"	9.500	75.51	6.25	35.64		64.36	
N° 4	4.760	70.58	5.84	41.48		58.52	
N° 10	2.000	187.36	15.51	56.99		43.01	
N° 20	0.840	96.51	7.99	64.97		35.03	
N° 40	0.425	98.41	8.15	73.12		26.88	
N° 60	0.250	88.35	7.31	80.43		19.57	
N° 100	0.150	46.24	3.83	84.26		15.74	
N° 200	0.075	39.16	3.24	87.50		12.50	
Fondo	-	151.02	12.50	100.00		0.00	
TOTAL		1208.22	100.00				

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Norma ASTM D - 422 (Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado)	
Grava (%) :	41.48
Arena (%) :	46.02
Fino (%) :	12.50
Norma ASTM D - 4318 (Límites de Consistencia)	
Límite líquido (LL) (%) :	12.05
Límite plástico (LP) (%) :	NP
Índice de Plasticidad (IP) (%) :	NP
Norma ASTM D - 2216 (Contenido de humedad)	
(%) :	4.10
Norma ASTM D - 2487 (Clasificación SUCS) :	
GM-GP	
Grava Limosa con Arena	
Norma ASTM D - 3282 (Clasificación AASHTO) :	
A-1-b(0) Fragmentos de Piedra Grava y Arena	

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D 422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

CALICATA : BASE

FECHA : 07/12/2015

PROFUNDIDAD: 0.20 mts.

DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	BASE
Muestra	M - 1
Nombre de la Leyenda	BASE
Profundidad (m)	0.00 - 0.20 m

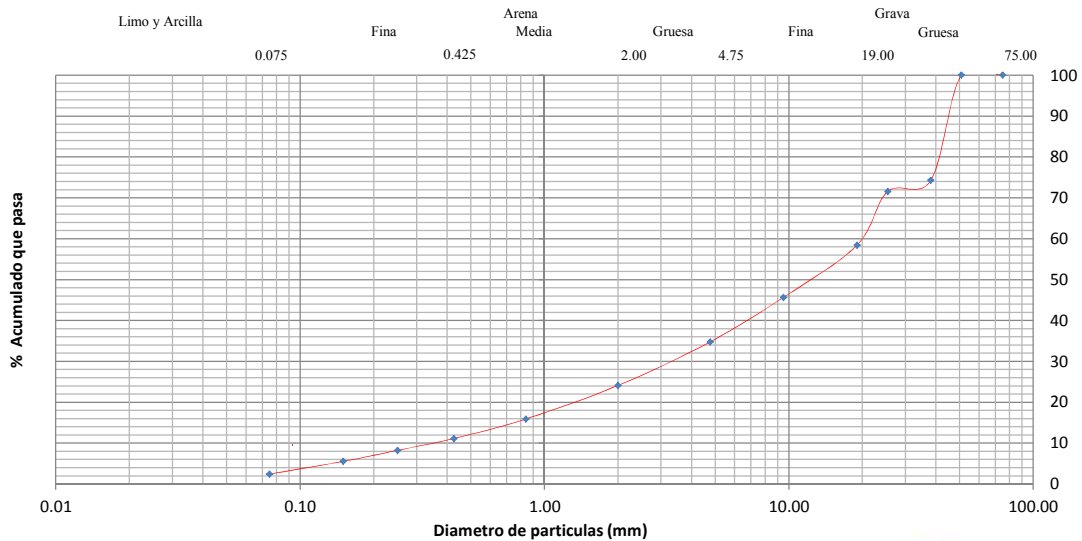
CONTENIDO DE HUMEDAD	
Número de la tara	1
Peso tara (g)	77
Peso tara + suelo húmedo (g)	635.24
Peso tara + suelo seco (g)	610.25
Peso suelo seco (g)	533.25

MALLA N° 200	
Número de la tara	TG-E
Peso tara (g)	77.00
Peso tara + suelo seco (g)	1220.85
Peso tara + suelo seco lavado (g)	1192.85
Peso suelo seco lavado (g)	1115.85

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						
MALLA	Malla (mm)	Peso retenido (g)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasa	acumulado (%)
3"	75.000	0.00	0.00	0.00		100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00		100.00
1 1/2"	38.100	294.44	25.74	25.74		74.26
1"	25.400	30.75	2.69	28.43		71.57
3/4"	19.000	150.85	13.19	41.62		58.38
3/8"	9.500	145.43	12.71	54.33		45.67
N° 4	4.760	124.82	10.91	65.24		34.76
N° 10	2.000	121.95	10.66	75.90		24.10
N° 20	0.840	93.43	8.17	84.07		15.93
N° 40	0.425	54.91	4.80	88.87		11.13
N° 60	0.250	33.11	2.89	91.77		8.23
N° 100	0.150	30.88	2.70	94.47		5.53
N° 200	0.075	35.25	3.08	97.55		2.45
Fondo	-	28.05	2.45	100.00		0.00
TOTAL		1143.87	100.00			

CARACTERÍSTICAS GENERALES		
Norma ASTM D - 422 (Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado)		
Grava (%) :	65.24	
Arena (%) :	32.31	
Fino (%) :	2.45	
Norma ASTM D - 4318 (Límites de Consistencia)		
Límite líquido (LL) (%) :	NP	
Límite plástico (LP) (%) :	NP	
Índice de Plasticidad (IP) (%) :	NP	
Norma ASTM D - 2216 (Contenido de humedad)		
(%) :	4.69	
Norma ASTM D - 2487 (Clasificación SUCS) : GW		
Grava bien graduada con Arena		
Norma ASTM D - 3282 (Clasificación AASHTO) : A-6 (8)		
Suelo Arcilloso- Regular		

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:



Tipo de ensayo	Análisis granulométrico	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Fecha de Entrega	01/12/2015	
Paginas	02/16	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
 ASTM D 422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

CALICATA : BASE

FECHA : 07/12/2015

PROFUNDIDAD: 1.50 mts.

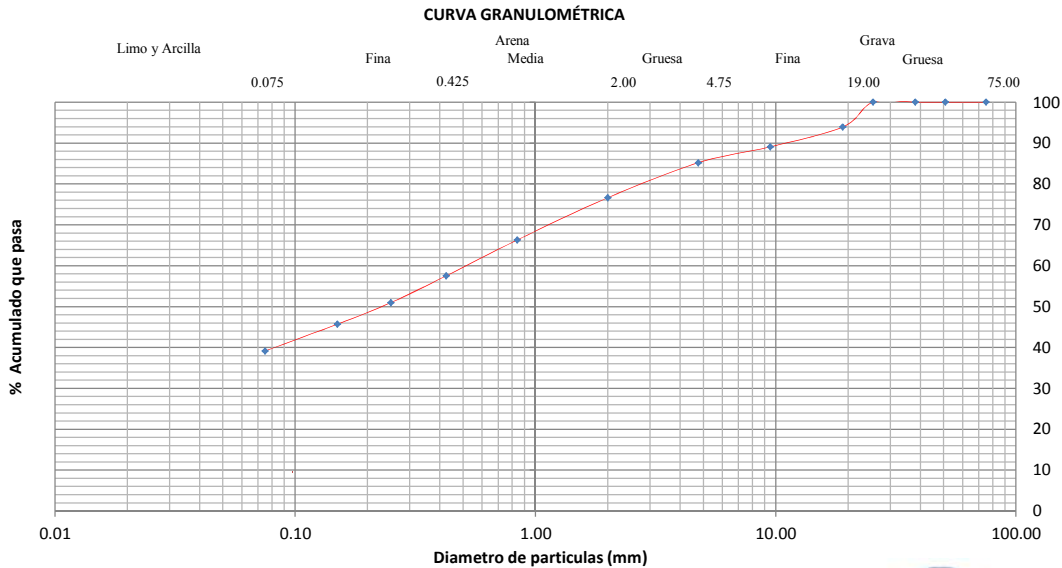
DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	BASE
Muestra	M - 1
Nombre de la Leyenda	BASE
Profundidad (m)	0.20 - 1.50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Número de la tara	2
Peso tara (g)	80.32
Peso tara + suelo húmedo (g)	733.58
Peso tara + suelo seco (g)	695.45
Peso suelo seco (g)	615.13

MALLA N° 200	
Número de la tara	TG-A
Peso tara (g)	80.3
Peso tara + suelo seco (g)	647.57
Peso tara + suelo seco lavado (g)	425.56
Peso suelo seco lavado (g)	345.24

ANALISIS GRANULOMETRICO						
MALLA	Malla (mm)	Peso retenido (g)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasa	acumulado (%)
3"	75.000	0.00	0.00	0.00		100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00		100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00		100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00		100.00
3/4"	19.000	34.45	6.07	6.07		93.93
3/8"	9.500	27.41	4.83	10.91		89.09
N° 4	4.760	22.19	3.91	14.82		85.18
N° 10	2.000	48.50	8.55	23.37		76.63
N° 20	0.840	58.57	10.33	33.69		66.31
N° 40	0.425	49.79	8.78	42.47		57.53
N° 60	0.250	37.23	6.56	49.04		50.96
N° 100	0.150	29.8	5.25	54.28		45.72
N° 200	0.075	37.28	6.57	60.85		39.15
Fondo	-	222.05	39.15	100.00		0.00
TOTAL		567.23	100.00			

CARACTERISTICAS GENERALES	
Norma ASTM D - 422 (Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado)	
Grava (%) :	14.82
Arena (%) :	46.03
Fino (%) :	39.14
Norma ASTM D - 4318 (Límites de Consistencia)	
Límite líquido (LL) (%) :	21.94
Límite plástico (LP) (%) :	15.42
Índice de Plasticidad (IP) (%) :	6.52
Norma ASTM D - 2216 (Contenido de humedad)	
(%) :	6.20
Norma ASTM D - 2487 (Clasificación SUCS) : SM	
Arena Limosa con Grava	
Norma ASTM D - 3282 (Clasificación AASHTO) : A-6 (8)	
Suelo Arcilloso- Regular	



Observaciones:



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D 422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral
CALICATA : BASE
FECHA : 07/12/2015

PROFUNDIDAD: 0.20 mts.

DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	BASE
Muestra	M - 1
Nombre de la Leyenda	BASE
Profundidad (m)	0.00 - 0.20 m

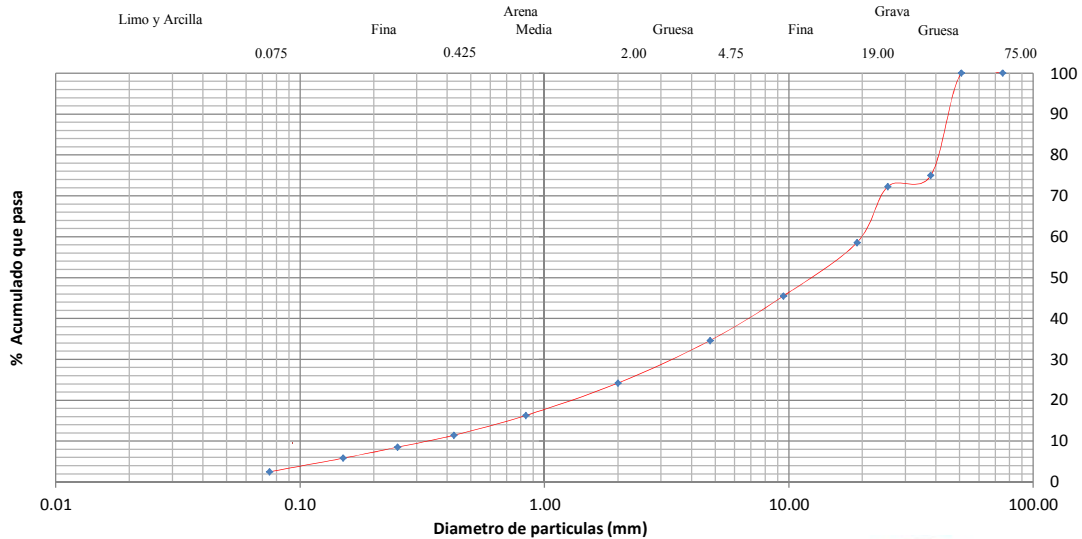
CONTENIDO DE HUMEDAD	
Número de la tara	1
Peso tara (g)	77
Peso tara + suelo húmedo (g)	1271.68
Peso tara + suelo seco (g)	1223.36
Peso suelo seco (g)	1146.36

MALLA N° 200	
Número de la tara	TG-E
Peso tara (g)	77.0
Peso tara + suelo seco (g)	1223.36
Peso tara + suelo seco lavado (g)	1196.36
Peso suelo seco lavado (g)	1119.36

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO							
MALLA	Malla (mm)	Peso retenido (g)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasa	Retenido acumulado (%)	Pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00		100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00		100.00	
1 1/2"	38.100	286.78	25.02	25.02		74.98	
1"	25.400	31.36	2.74	27.75		72.25	
3/4"	19.000	157.07	13.70	41.45		58.55	
3/8"	9.500	149.42	13.03	54.49		45.51	
N° 4	4.760	124.93	10.90	65.39		34.61	
N° 10	2.000	119.14	10.39	75.78		24.22	
N° 20	0.840	90.69	7.91	83.69		16.31	
N° 40	0.425	56.03	4.89	88.58		11.42	
N° 60	0.250	33.12	2.89	91.47		8.53	
N° 100	0.150	30.95	2.70	94.17		5.83	
N° 200	0.075	38.01	3.32	97.48		2.52	
Fondo	-	28.86	2.52	100.00		0.00	
TOTAL		1146.36	100.00				

CARACTERÍSTICAS GENERALES		
Norma ASTM D - 422 (Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado)		
Grava (%) :	65.39	
Arena (%) :	32.10	
Fino (%) :	2.52	
Norma ASTM D - 4318 (Límites de Consistencia)		
Limite líquido (LL) (%) :	NP	
Limite plástico (LP) (%) :	NP	
Índice de Plasticidad (IP) (%) :	NP	
Norma ASTM D - 2216 (Contenido de humedad)		
(%) :	4.22	
Norma ASTM D - 2487 (Clasificación SUCS) : GW		
Grava bien graduada con Arena		
Norma ASTM D - 3282 (Clasificación AASHTO) : A-6 (8)		
Suelo Arcilloso- Regular		

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:



Tipo de ensayo	Análisis granulométrico	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Fecha de Entrega	01/12/2015	
Páginas	04/16	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D 422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral
CALICATA : BASE
FECHA : 07/12/2015

PROFUNDIDAD: 1.50 mts.

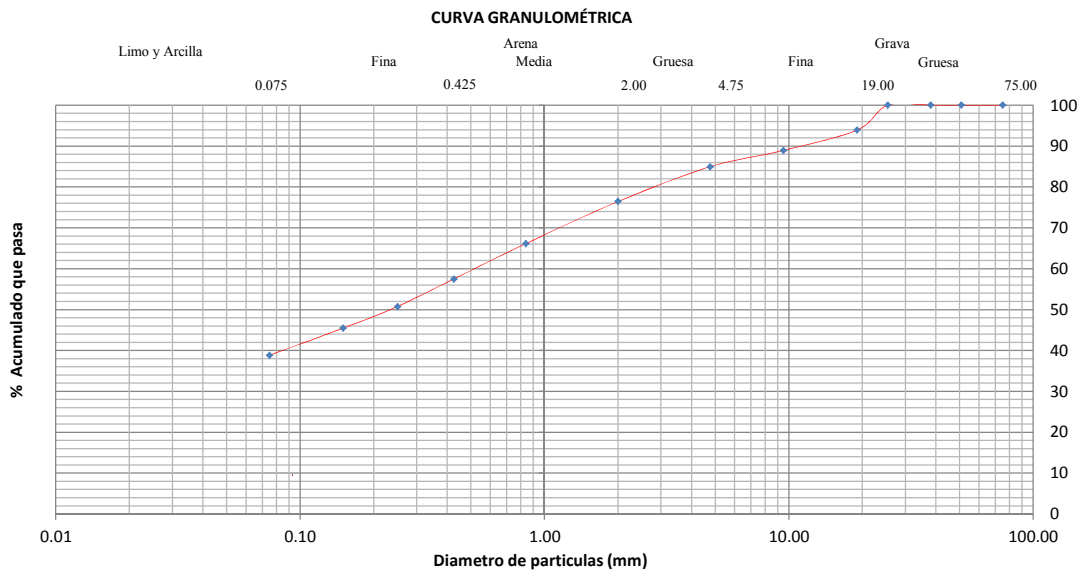
DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	BASE
Muestra	M - 1
Nombre de la Leyenda	BASE
Profundidad (m)	0.20 - 1.50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Número de la tara	1
Peso tara (g)	80.32
Peso tara + suelo húmedo (g)	435.93
Peso tara + suelo seco (g)	414.7
Peso suelo seco (g)	334.38

MALLA N° 200	
Número de la tara	TG-A
Peso tara (g)	80.3
Peso tara + suelo seco (g)	649.77
Peso tara + suelo seco lavado (g)	430.70
Peso suelo seco lavado (g)	350.38

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						
MALLA	Malla (mm)	Peso retenido (g)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasa	acumulado (%)
3"	75.000	0.00	0.00	0.00		100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00		100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00		100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00		100.00
3/4"	19.000	34.75	6.10	6.10		93.90
3/8"	9.500	28.35	4.98	11.08		88.92
N° 4	4.760	22.64	3.98	15.06		84.94
N° 10	2.000	48.44	8.51	23.56		76.44
N° 20	0.840	58.58	10.29	33.85		66.15
N° 40	0.425	49.31	8.66	42.51		57.49
N° 60	0.250	38.36	6.74	49.25		50.75
N° 100	0.150	30.1	5.28	54.52		45.48
N° 200	0.075	37.78	6.63	61.16		38.84
Fondo	-	221.18	38.84	100.00		0.00
TOTAL		569.45	100.00			

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Norma ASTM D - 422 (Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado)	
Grava (%) :	15.06
Arena (%) :	46.10
Fino (%) :	38.84
Norma ASTM D - 4318 (Límites de Consistencia)	
Límite líquido (LL) (%) :	22.20
Límite plástico (LP) (%) :	15.40
Índice de Plasticidad (IP) (%) :	6.80
Norma ASTM D - 2216 (Contenido de humedad)	
(%) :	6.35
Norma ASTM D - 2487 (Clasificación SUCS) : SM	
Arena Limosa con Grava	
Norma ASTM D - 3282 (Clasificación AASHTO) : A-3	
Arena fina con grava	



Observaciones:



Tipo de ensayo	Análisis granulométrico	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Fecha de Entrega	01/12/2015	
Páginas	05/16	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D 422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

CALICATA : BASE

FECHA : 07/12/2015

PROFUNDIDAD: 0.20 mts.

DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	BASE
Muestra	M - 1
Nombre de la Leyenda	BASE
Profundidad (m)	0.00 - 0.20 m

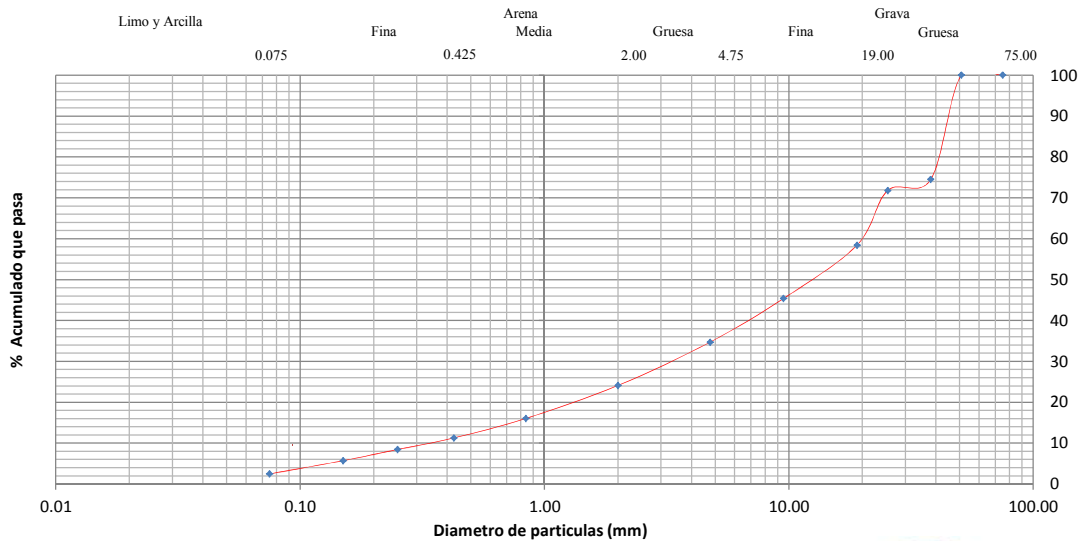
CONTENIDO DE HUMEDAD	
Número de la tara	1
Peso tara (g)	77
Peso tara + suelo húmedo (g)	588.23
Peso tara + suelo seco (g)	565.15
Peso suelo seco (g)	488.15

MALLA N° 200	
Número de la tara	TG-E
Peso tara (g)	77.00
Peso tara + suelo seco (g)	1224.58
Peso tara + suelo seco lavado (g)	1196.24
Peso suelo seco lavado (g)	1119.24

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO							
MALLA	Malla (mm)	Peso retenido (g)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasa	Retenido acumulado (%)	Pasa (%)
3"	75.000	0.00	0.00	0.00		100.00	0.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00		100.00	0.00
1 1/2"	38.100	292.52	25.49	25.49		74.51	25.49
1"	25.400	31.05	2.71	28.20		71.80	28.20
3/4"	19.000	153.93	13.41	41.61		58.39	41.61
3/8"	9.500	149.42	13.02	54.63		45.37	54.63
N° 4	4.760	122.43	10.67	65.30		34.70	65.30
N° 10	2.000	121.52	10.59	75.89		24.11	75.89
N° 20	0.840	92.50	8.06	83.95		16.05	83.95
N° 40	0.425	54.91	4.78	88.73		11.27	88.73
N° 60	0.250	32.46	2.83	91.56		8.44	91.56
N° 100	0.150	31.26	2.72	94.29		5.71	94.29
N° 200	0.075	37.25	3.25	97.53		2.47	97.53
Fondo	-	28.33	2.47	100.00		0.00	100.00
TOTAL		1147.57	100.00				

CARACTERÍSTICAS GENERALES		
Norma ASTM D - 422 (Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado)		
Grava (%) :	65.30	
Arena (%) :	32.23	
Fino (%) :	2.47	
Norma ASTM D - 4318 (Límites de Consistencia)		
Limite líquido (LL) (%) :	NP	
Limite plástico (LP) (%) :	NP	
Índice de Plasticidad (IP) (%) :	NP	
Norma ASTM D - 2216 (Contenido de humedad)		
(%) :	4.73	
Norma ASTM D - 2487 (Clasificación SUCS) :		
	GW	
Grava bien graduada con Arena		
Norma ASTM D - 3282 (Clasificación AASHTO) :		
	A-6 (8)	
Suelo Arcilloso- Regular		

CURVA GRANULOMÉTRICA



Tipo de ensayo	Análisis granulométrico	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Fecha de Entrega	01/12/2015	
Paginas	06/16	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
 ASTM D 422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

CALICATA : BASE

FECHA : 07/12/2015

PROFUNDIDAD: 1.50 mts.

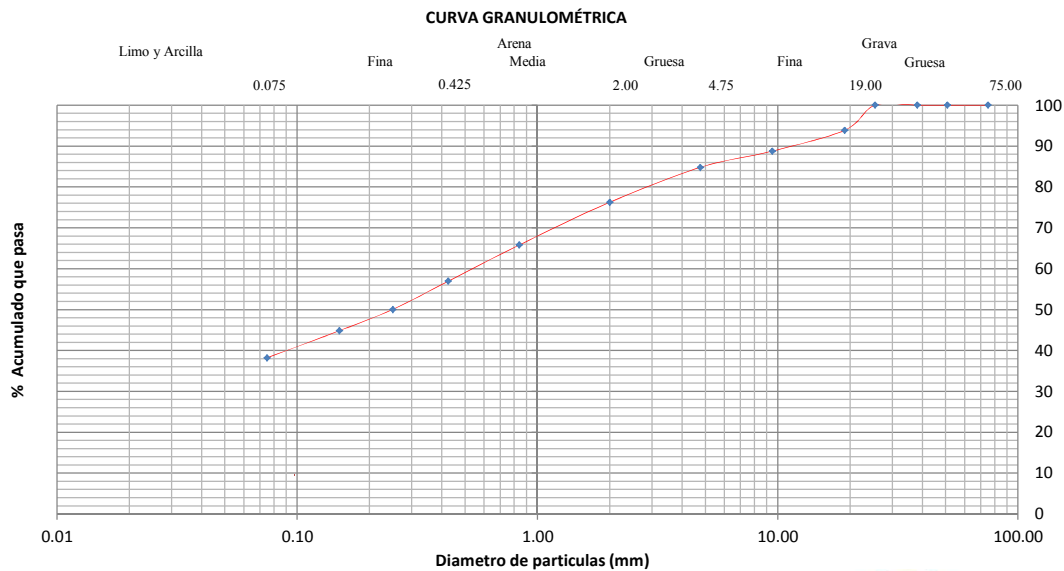
DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	BASE
Muestra	M - 1
Nombre de la Leyenda	BASE
Profundidad (m)	0.20 - 1.50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Número de la tara	2
Peso tara (g)	80.32
Peso tara + suelo húmedo (g)	685.12
Peso tara + suelo seco (g)	645.85
Peso suelo seco (g)	565.53

MALLA N° 200	
Número de la tara	TG-A
Peso tara (g)	80.3
Peso tara + suelo seco (g)	647.63
Peso tara + suelo seco lavado (g)	430.98
Peso suelo seco lavado (g)	350.66

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						
MALLA	Malla (mm)	Peso retenido (g)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasa	acumulado (%)
3"	75.000	0.00	0.00	0.00		100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00		100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00		100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00		100.00
3/4"	19.000	34.75	6.13	6.13		93.87
3/8"	9.500	28.92	5.10	11.22		88.78
N° 4	4.760	22.64	3.99	15.21		84.79
N° 10	2.000	48.44	8.54	23.75		76.25
N° 20	0.840	59.17	10.43	34.18		65.82
N° 40	0.425	50.30	8.87	43.05		56.95
N° 60	0.250	39.13	6.90	49.94		50.06
N° 100	0.150	29.5	5.19	55.14		44.86
N° 200	0.075	37.78	6.66	61.80		38.20
Fondo	-	216.73	38.20	100.00		0.00
TOTAL		567.31	100.00			

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Norma ASTM D - 422 (Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado)	
Grava (%) :	15.21
Arena (%) :	46.58
Fino (%) :	38.20
Norma ASTM D - 4318 (Límites de Consistencia)	
Límite líquido (LL) (%) :	22.45
Límite plástico (LP) (%) :	15.79
Índice de Plasticidad (IP) (%) :	6.65
Norma ASTM D - 2216 (Contenido de humedad)	
(%) :	6.94
Norma ASTM D - 2487 (Clasificación SUCS) : SM	
Arena Limosa con Grava	
Norma ASTM D - 3282 (Clasificación AASHTO) : A-6 (8)	
Suelo Arcilloso- Regular	



Observaciones:



Tipo de ensayo	Análisis granulométrico	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Fecha de Entrega	01/12/2015	
Páginas	07/16	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D 422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

CALICATA : BASE

FECHA : 07/12/2015

PROFUNDIDAD: 0.20 mts.

DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	BASE
Muestra	M - 1
Nombre de la Leyenda	BASE
Profundidad (m)	0.00 - 0.20 m

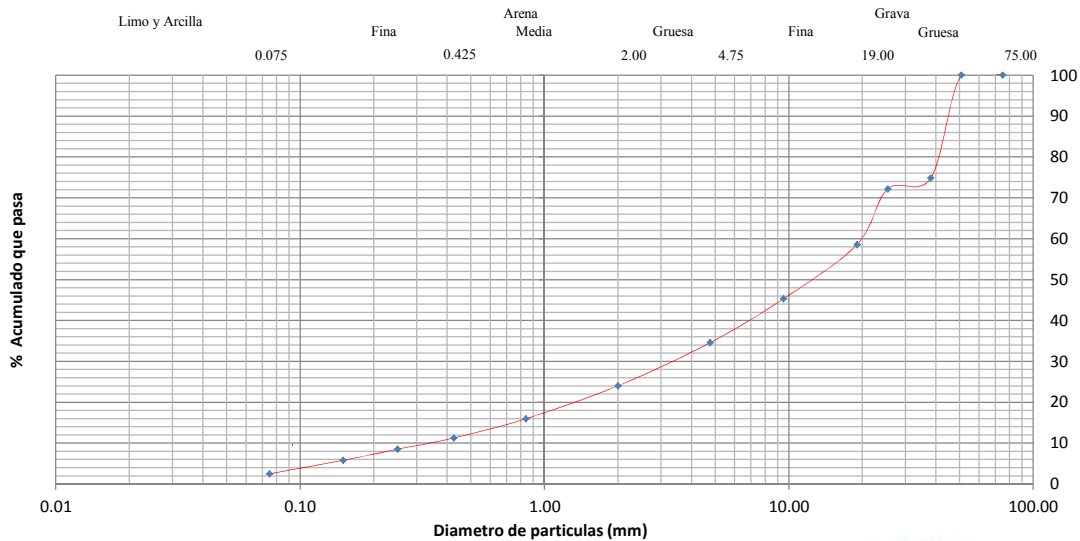
CONTENIDO DE HUMEDAD	
Número de la tara	1
Peso tara (g)	77
Peso tara + suelo húmedo (g)	1272.25
Peso tara + suelo seco (g)	1225.05
Peso suelo seco (g)	1148.05

MALLA N° 200	
Número de la tara	TG-E
Peso tara (g)	77.00
Peso tara + suelo seco (g)	1228.43
Peso tara + suelo seco lavado (g)	1199.55
Peso suelo seco lavado (g)	1122.55

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						
MALLA	Malla (mm)	Peso retenido (g)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasa	acumulado (%)
3"	75.000	0.00	0.00	0.00		100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00		100.00
1 1/2"	38.100	289.59	25.15	25.15		74.85
1"	25.400	30.74	2.67	27.82		72.18
3/4"	19.000	157.01	13.64	41.46		58.54
3/8"	9.500	152.41	13.24	54.69		45.31
N° 4	4.760	123.66	10.74	65.43		34.57
N° 10	2.000	121.52	10.55	75.99		24.01
N° 20	0.840	92.50	8.03	84.02		15.98
N° 40	0.425	54.36	4.72	88.74		11.26
N° 60	0.250	31.81	2.76	91.50		8.50
N° 100	0.150	30.95	2.69	94.19		5.81
N° 200	0.075	37.99	3.30	97.49		2.51
Fondo	-	28.90	2.51	100.00		0.00
TOTAL		1151.43	100.00			

CARACTERÍSTICAS GENERALES		
Norma ASTM D - 422 (Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado)		
Grava (%) :	65.43	
Arena (%) :	32.06	
Fino (%) :	2.51	
Norma ASTM D - 4318 (Límites de Consistencia)		
Limite líquido (LL) (%) :	NP	
Limite plástico (LP) (%) :	NP	
Índice de Plasticidad (IP) (%) :	NP	
Norma ASTM D - 2216 (Contenido de humedad)		
(%) :	4.11	
Norma ASTM D - 2487 (Clasificación SUCS) : GW		
Grava bien graduada con Arena		
Norma ASTM D - 3282 (Clasificación AASHTO) : A-6 (8)		
Suelo Arcilloso- Regular		

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:



Tipo de ensayo	Análisis granulométrico	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Fecha de Entrega	01/12/2015	
Páginas	08/16	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
 ASTM D 422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

CALICATA : SUB-RASANTE

FECHA : 07/12/2015

PROFUNDIDAD: 1.50 mts.

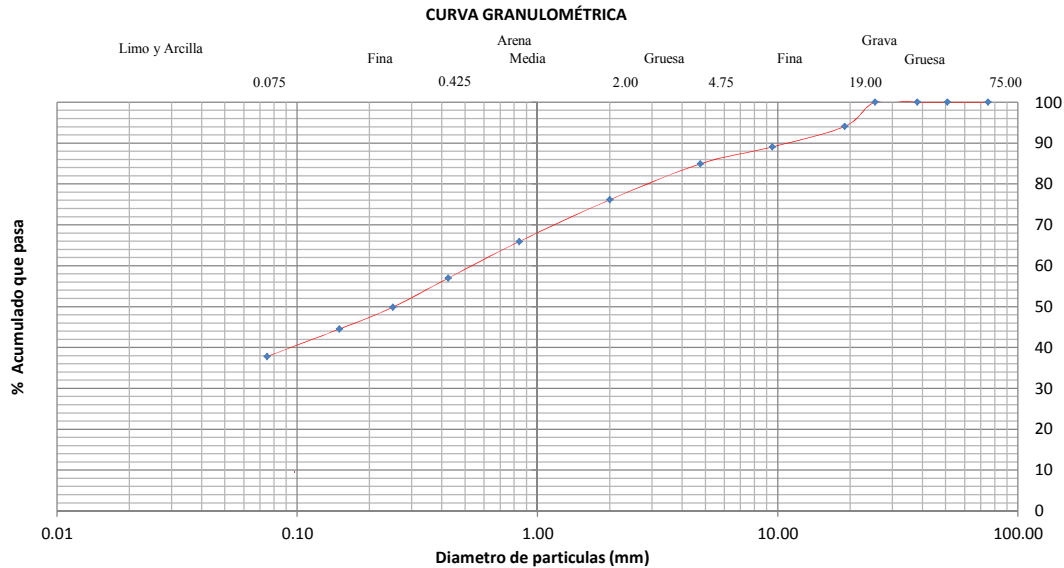
DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	SUB-RASANTE
Muestra	M - 1
Nombre de la Leyenda	SUB-RASANTE
Profundidad (m)	0.20 - 1.50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Número de la tara	2
Peso tara (g)	80.32
Peso tara + suelo húmedo (g)	675.45
Peso tara + suelo seco (g)	639.55
Peso suelo seco (g)	559.23

MALLA N° 200	
Número de la tara	TG-A
Peso tara (g)	80.3
Peso tara + suelo seco (g)	642.29
Peso tara + suelo seco lavado (g)	429.90
Peso suelo seco lavado (g)	349.58

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						
MALLA	Malla (mm)	Peso retenido (g)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasa	acumulado (%)
3"	75.000	0.00	0.00	0.00		100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00		100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00		100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00		100.00
3/4"	19.000	33.37	5.94	5.94		94.06
3/8"	9.500	28.06	4.99	10.93		89.07
N° 4	4.760	23.32	4.15	15.08		84.92
N° 10	2.000	49.41	8.79	23.87		76.13
N° 20	0.840	57.40	10.21	34.09		65.91
N° 40	0.425	50.28	8.95	43.03		56.97
N° 60	0.250	39.91	7.10	50.13		49.87
N° 100	0.150	30.1	5.35	55.48		44.52
N° 200	0.075	37.76	6.72	62.20		37.80
Fondo	-	212.42	37.80	100.00		0.00
TOTAL		561.99	100.00			

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Norma ASTM D - 422 (Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado)	
Grava (%) :	15.08
Arena (%) :	47.12
Fino (%) :	37.80
Norma ASTM D - 4318 (Límites de Consistencia)	
Límite líquido (LL) (%) :	21.77
Límite plástico (LP) (%) :	15.96
Índice de Plasticidad (IP) (%) :	5.81
Norma ASTM D - 2216 (Contenido de humedad)	
(%) :	6.42
Norma ASTM D - 2487 (Clasificación SUCS) : SM	
Arena Limosa con Grava	
Norma ASTM D - 3282 (Clasificación AASHTO) : A-6 (8)	
Suelo Arcilloso- Regular	



Observaciones:



Tipo de ensayo	Análisis granulométrico
Fecha de Entrega	01/12/2015
Páginas	09/16

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D 422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

CALICATA : BASE

FECHA : 07/12/2015

PROFUNDIDAD: 0.20 mts.

DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	BASE
Muestra	M - 1
Nombre de la Leyenda	BASE
Profundidad (m)	0.00 - 0.20 m

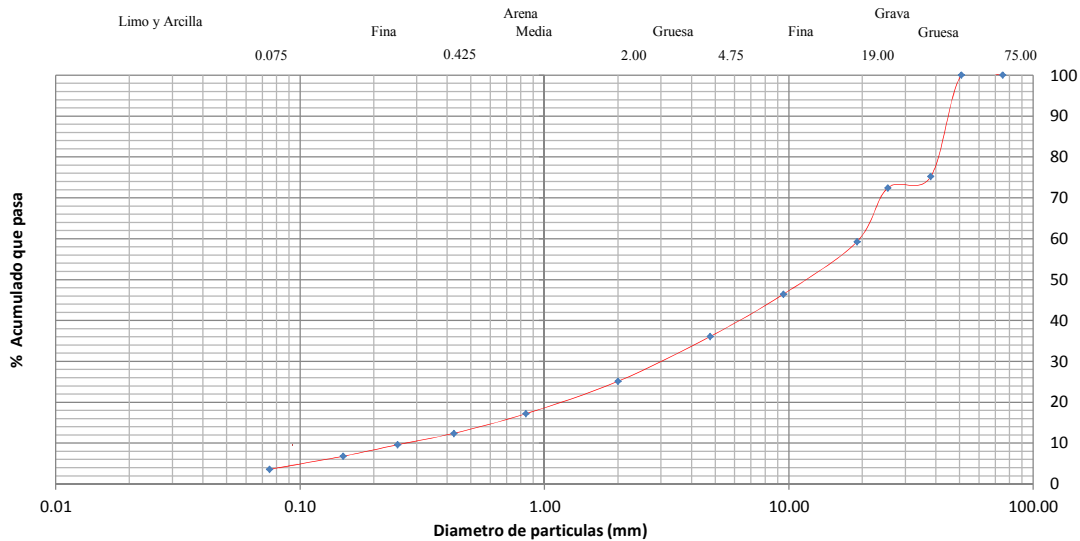
CONTENIDO DE HUMEDAD	
Número de la tara	1
Peso tara (g)	77
Peso tara + suelo húmedo (g)	1252.98
Peso tara + suelo seco (g)	1198.36
Peso suelo seco (g)	1121.36

MALLA N° 200	
Número de la tara	TG-E
Peso tara (g)	77.00
Peso tara + suelo seco (g)	1221.20
Peso tara + suelo seco lavado (g)	1180.17
Peso suelo seco lavado (g)	1103.17

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						
MALLA	Malla (mm)	Peso retenido (g)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasa	acumulado (%)
3"	75.000	0.00	0.00	0.00		100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00		100.00
1 1/2"	38.100	283.80	24.80	24.80		75.20
1"	25.400	31.67	2.77	27.57		72.43
3/4"	19.000	150.85	13.18	40.76		59.24
3/8"	9.500	146.43	12.80	53.55		46.45
N° 4	4.760	118.78	10.38	63.94		36.06
N° 10	2.000	125.19	10.94	74.88		25.12
N° 20	0.840	90.66	7.92	82.80		17.20
N° 40	0.425	54.89	4.80	87.60		12.40
N° 60	0.250	32.13	2.81	90.41		9.59
N° 100	0.150	31.88	2.79	93.19		6.81
N° 200	0.075	36.88	3.22	96.42		3.58
Fondo	-	41.00	3.58	100.00		0.00
TOTAL		1144.17	100.00			

CARACTERÍSTICAS GENERALES		
Norma ASTM D - 422 (Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado)		
Grava (%) :	63.93	
Arena (%) :	32.48	
Fino (%) :	3.58	
Norma ASTM D - 4318 (Límites de Consistencia)		
Limite líquido (LL) (%) :	NP	
Limite plástico (LP) (%) :	NP	
Índice de Plasticidad (IP) (%) :	NP	
Norma ASTM D - 2216 (Contenido de humedad)		
(%) :	4.87	
Norma ASTM D - 2487 (Clasificación SUCS) : GW		
Grava bien graduada con Arena		
Norma ASTM D - 3282 (Clasificación AASHTO) : A-6 (8)		
Suelo Arcilloso- Regular		

CURVA GRANULOMÉTRICA



Tipo de ensayo	Análisis granulométrico	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Fecha de Entrega	01/12/2015	
Páginas	10/16	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D 422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral
CALICATA : SUB-RASANTE
FECHA : 07/12/2015

PROFUNDIDAD: 1.50 mts.

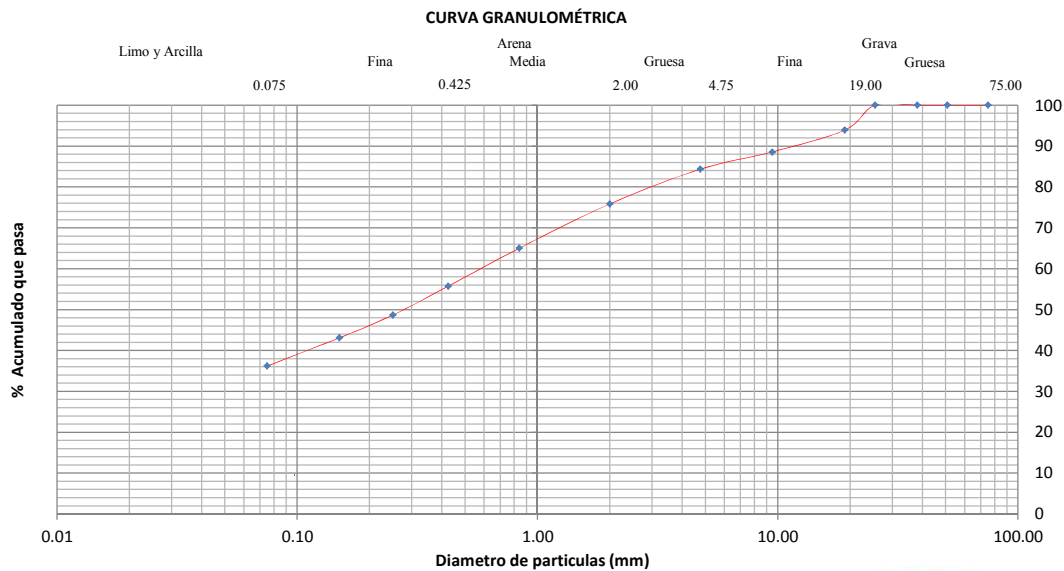
DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	SUB-RASANTE
Muestra	M - 1
Nombre de la Leyenda	SUB-RASANTE
Profundidad (m)	0.20 - 1.50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Número de la tara	2
Peso tara (g)	80.32
Peso tara + suelo húmedo (g)	681.25
Peso tara + suelo seco (g)	641.98
Peso suelo seco (g)	561.66

MALLA N° 200	
Número de la tara	TG-A
Peso tara (g)	80.3
Peso tara + suelo seco (g)	632.56
Peso tara + suelo seco lavado (g)	432.65
Peso suelo seco lavado (g)	352.33

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						
MALLA	Malla (mm)	Peso retenido (g)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasa	acumulado (%)
3"	75.000	0.00	0.00	0.00		100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00		100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00		100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00		100.00
3/4"	19.000	33.69	6.10	6.10		93.90
3/8"	9.500	29.47	5.34	11.44		88.56
N° 4	4.760	23.30	4.22	15.66		84.34
N° 10	2.000	46.98	8.51	24.16		75.84
N° 20	0.840	59.72	10.81	34.98		65.02
N° 40	0.425	51.28	9.29	44.26		55.74
N° 60	0.250	39.10	7.08	51.34		48.66
N° 100	0.150	30.6	5.55	56.89		43.11
N° 200	0.075	38.12	6.90	63.79		36.21
Fondo	-	199.95	36.21	100.00		0.00
TOTAL		552.26	100.00			

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Norma ASTM D - 422 (Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado)	
Grava (%) :	15.66
Arena (%) :	48.14
Fino (%) :	36.21
Norma ASTM D - 4318 (Límites de Consistencia)	
Límite líquido (LL) (%) :	21.96
Límite plástico (LP) (%) :	15.22
Índice de Plasticidad (IP) (%) :	6.75
Norma ASTM D - 2216 (Contenido de humedad)	
(%) :	6.99
Norma ASTM D - 2487 (Clasificación SUCS) : SM	
Arena Limosa con Grava	
Norma ASTM D - 3282 (Clasificación AASHTO) : A-6 (8)	
Suelo Arcilloso- Regular	



Observaciones:



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D 422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

CALICATA : BASE

FECHA : 07/12/2015

PROFUNDIDAD: 0.20 mts.

DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	BASE
Muestra	M - 1
Nombre de la Leyenda	BASE
Profundidad (m)	0.00 - 0.20 m

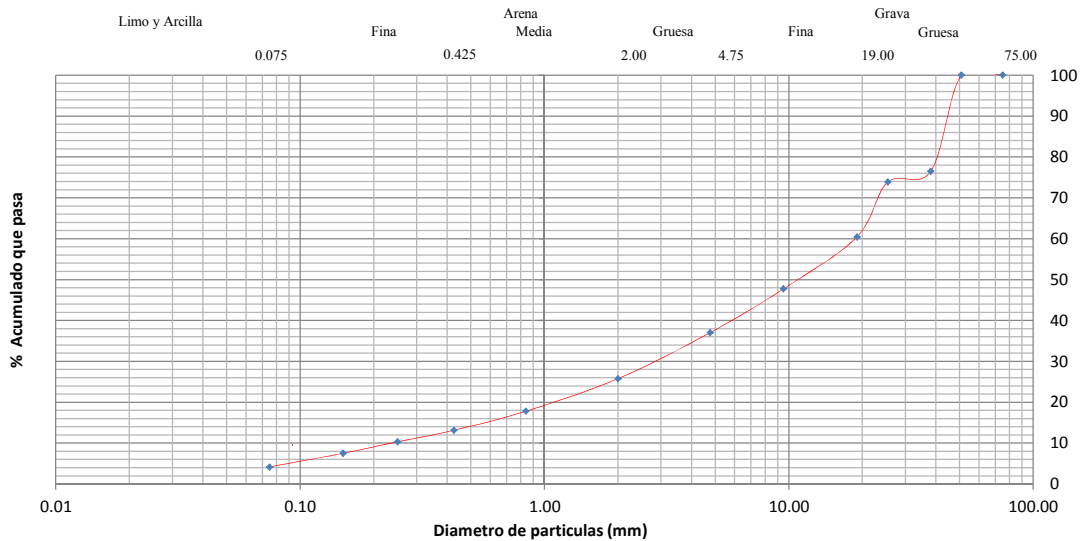
CONTENIDO DE HUMEDAD	
Número de la tara	1
Peso tara (g)	77
Peso tara + suelo húmedo (g)	1069.68
Peso tara + suelo seco (g)	1025.41
Peso suelo seco (g)	948.41

MALLA N° 200	
Número de la tara	TG-E
Peso tara (g)	77.00
Peso tara + suelo seco (g)	1236.18
Peso tara + suelo seco lavado (g)	1187.70
Peso suelo seco lavado (g)	1110.70

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						
MALLA	Malla (mm)	Peso retenido (g)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasa	acumulado (%)
3"	75.000	0.00	0.00	0.00		100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00		100.00
1 1/2"	38.100	272.60	23.52	23.52		76.48
1"	25.400	30.42	2.62	26.14		73.86
3/4"	19.000	155.70	13.43	39.57		60.43
3/8"	9.500	147.20	12.70	52.27		47.73
N° 4	4.760	124.20	10.71	62.99		37.01
N° 10	2.000	130.20	11.23	74.22		25.78
N° 20	0.840	92.41	7.97	82.19		17.81
N° 40	0.425	54.20	4.68	86.87		13.13
N° 60	0.250	32.44	2.80	89.67		10.33
N° 100	0.150	32.52	2.81	92.47		7.53
N° 200	0.075	38.75	3.34	95.82		4.18
Fondo	-	48.50	4.18	100.00		0.00
TOTAL		1159.14	100.00			

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Norma ASTM D - 422 (Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado)	
Grava (%) :	62.99
Arena (%) :	32.83
Fino (%) :	4.18
Norma ASTM D - 4318 (Límites de Consistencia)	
Limite líquido (LL) (%) :	NP
Limite plástico (LP) (%) :	NP
Índice de Plasticidad (IP) (%) :	NP
Norma ASTM D - 2216 (Contenido de humedad)	
(%) :	4.67
Norma ASTM D - 2487 (Clasificación SUCS) : GW	
Grava bien graduada con Arena	
Norma ASTM D - 3282 (Clasificación AASHTO) : A-6 (8)	
Suelo Arcilloso- Regular	

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:



Tipo de ensayo	Análisis granulométrico
Fecha de Entrega	01/12/2015
Páginas	12/16

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D 422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral
CALICATA : SUB-RASANTE
FECHA : 07/12/2015

PROFUNDIDAD: 1.50 mts.

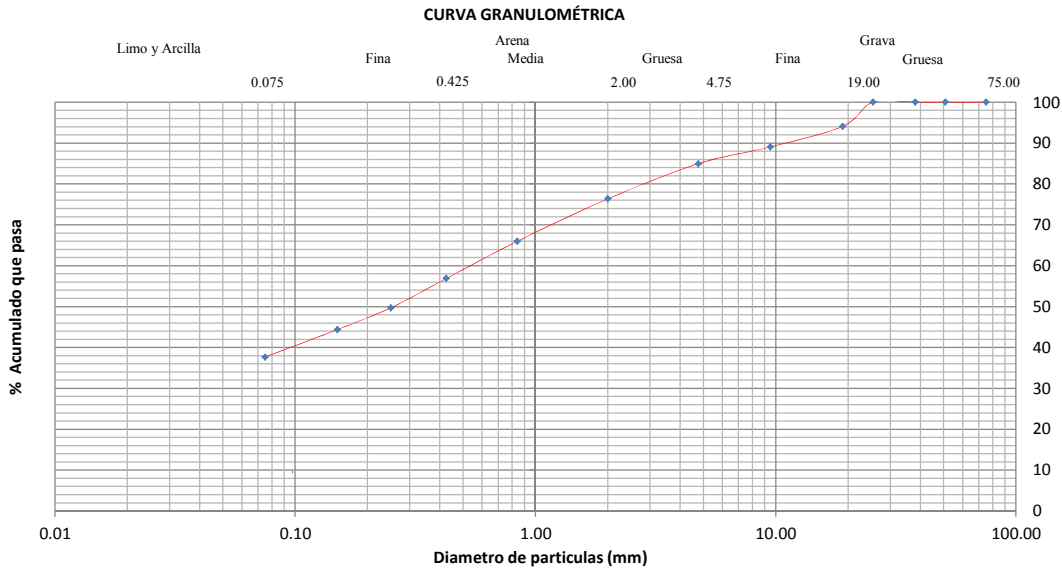
DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	SUB-RASANTE
Muestra	M - 1
Nombre de la Leyenda	SUB-RASANTE
Profundidad (m)	0.20 - 1.50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Número de la tara	2
Peso tara (g)	80.32
Peso tara + suelo húmedo (g)	555.12
Peso tara + suelo seco (g)	525.85
Peso suelo seco (g)	445.53

MALLA N° 200	
Número de la tara	TG-A
Peso tara (g)	80.3
Peso tara + suelo seco (g)	638.11
Peso tara + suelo seco lavado (g)	428.05
Peso suelo seco lavado (g)	347.73

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						
MALLA	Malla (mm)	Peso retenido (g)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasa	acumulado (%)
3"	75.000	0.00	0.00	0.00		100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00		100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00		100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00		100.00
3/4"	19.000	33.03	5.92	5.92		94.08
3/8"	9.500	28.04	5.03	10.95		89.05
N° 4	4.760	22.85	4.10	15.04		84.96
N° 10	2.000	47.92	8.59	23.64		76.36
N° 20	0.840	57.94	10.39	34.02		65.98
N° 40	0.425	50.77	9.10	43.13		56.87
N° 60	0.250	39.90	7.15	50.28		49.72
N° 100	0.150	29.7	5.33	55.61		44.39
N° 200	0.075	37.38	6.70	62.31		37.69
Fondo	-	210.21	37.69	100.00		0.00
TOTAL		557.78	100.00			

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Norma ASTM D - 422 (Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado)	
Grava (%) :	15.04
Arena (%) :	47.27
Fino (%) :	37.69
Norma ASTM D - 4318 (Límites de Consistencia)	
Límite líquido (LL) (%) :	22.51
Límite plástico (LP) (%) :	15.97
Índice de Plasticidad (IP) (%) :	6.64
Norma ASTM D - 2216 (Contenido de humedad)	
(%) :	6.57
Norma ASTM D - 2487 (Clasificación SUCS) : SM	
Arena Limosa con Grava	
Norma ASTM D - 3282 (Clasificación AASHTO) : A-6 (8)	
Suelo Arcilloso- Regular	



Observaciones:



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D 422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

CALICATA : BASE

FECHA : 07/12/2015

PROFUNDIDAD: 0.20 mts.

DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	BASE
Muestra	M - 1
Nombre de la Leyenda	BASE
Profundidad (m)	0.00 - 0.20 m

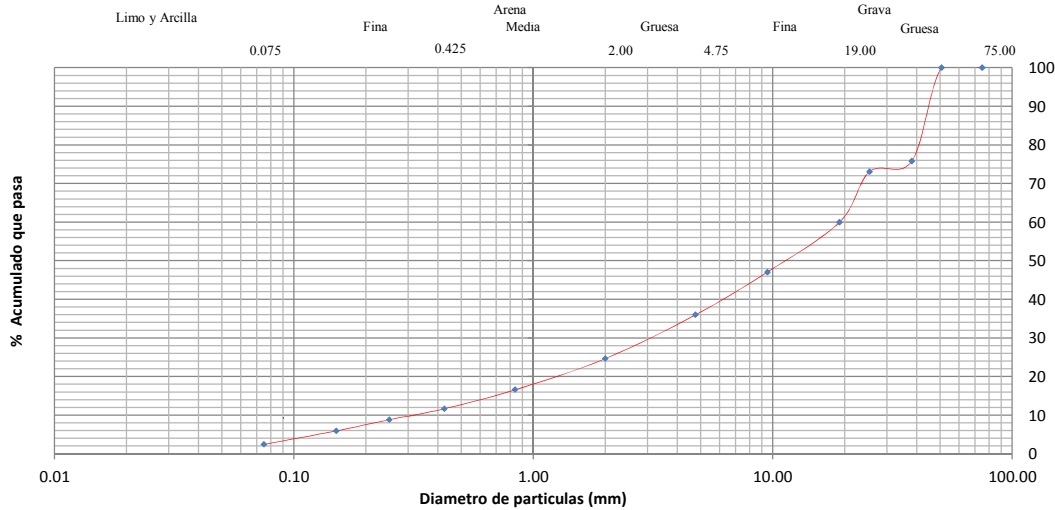
CONTENIDO DE HUMEDAD	
Número de la tara	1
Peso tara (g)	77
Peso tara + suelo húmedo (g)	941.68
Peso tara + suelo seco (g)	905.36
Peso suelo seco (g)	828.36

MALLA N° 200	
Número de la tara	TG-E
Peso tara (g)	77.00
Peso tara + suelo seco (g)	1202.25
Peso tara + suelo seco lavado (g)	1176.04
Peso suelo seco lavado (g)	1099.04

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						
MALLA	Malla (mm)	Peso retenido (g)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasa	acumulado (%)
3"	75.000	0.00	0.00	0.00		100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00		100.00
1 1/2"	38.100	272.56	24.22	24.22		75.78
1"	25.400	30.42	2.70	26.92		73.08
3/4"	19.000	147.79	13.13	40.06		59.94
3/8"	9.500	144.92	12.88	52.94		47.06
N° 4	4.760	124.82	11.09	64.03		35.97
N° 10	2.000	127.66	11.34	75.37		24.63
N° 20	0.840	90.59	8.05	83.42		16.58
N° 40	0.425	55.43	4.93	88.35		11.65
N° 60	0.250	32.12	2.85	91.20		8.80
N° 100	0.150	32.52	2.89	94.09		5.91
N° 200	0.075	39.53	3.51	97.61		2.39
Fondo	-	26.93	2.39	100.00		0.00
TOTAL		1125.29	100.00			

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Norma ASTM D - 422 (Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado)	
Grava (%) :	64.03
Arena (%) :	33.58
Fino (%) :	2.39
Norma ASTM D - 4318 (Límites de Consistencia)	
Limite líquido (LL) (%) :	NP
Limite plástico (LP) (%) :	NP
Indice de Plasticidad (IP) (%) :	NP
Norma ASTM D - 2216 (Contenido de humedad)	
(%) :	4.38
Norma ASTM D - 2487 (Clasificación SUCS) :	
	GW
Grava bien graduada con Arena	
Norma ASTM D - 3282 (Clasificación AASHTO) :	
	A-6 (8)
Suelo Arcilloso- Regular	

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:



Tipo de ensayo	Análisis granulométrico	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Fecha de Entrega	01/12/2015	
Páginas	14/16	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
 ASTM D 422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral
CALICATA : SUB-RASANTE
FECHA : 07/12/2015

PROFUNDIDAD: 1.50 mts.

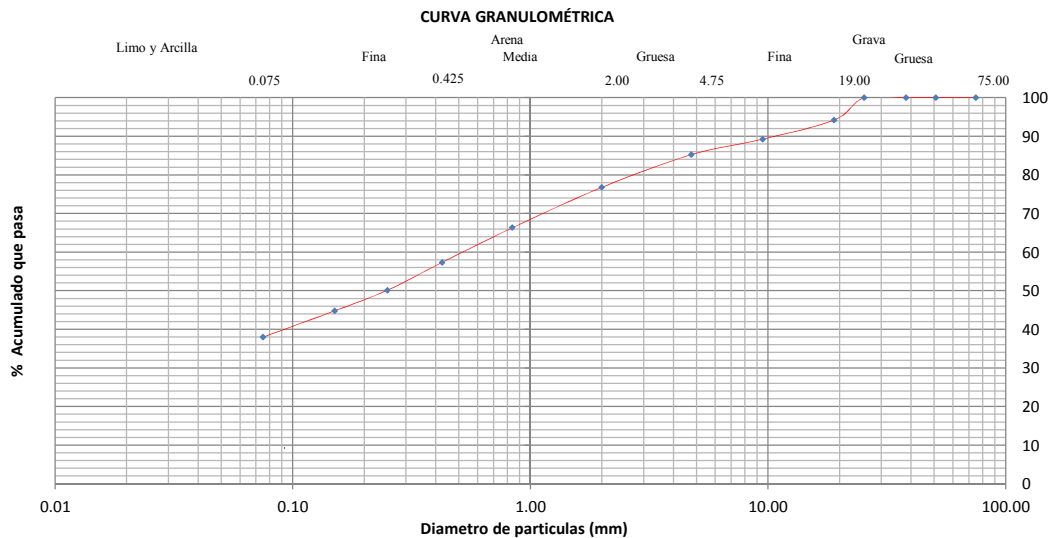
DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	SUB-RASANTE
Muestra	M - 1
Nombre de la Leyenda	SUB-RASANTE
Profundidad (m)	0.20 - 1.50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Número de la tara	2
Peso tara (g)	80.32
Peso tara + suelo húmedo (g)	687.12
Peso tara + suelo seco (g)	649.85
Peso suelo seco (g)	569.53

MALLA N° 200	
Número de la tara	TG-A
Peso tara (g)	80.3
Peso tara + suelo seco (g)	639.53
Peso tara + suelo seco lavado (g)	427.30
Peso suelo seco lavado (g)	346.98

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						
MALLA	Malla (mm)	Peso retenido (g)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasa	Pasa acumulado (%)
3"	75.000	0.00	0.00	0.00		100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00		100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00		100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00		100.00
3/4"	19.000	32.37	5.79	5.79		94.21
3/8"	9.500	27.76	4.96	10.75		89.25
N° 4	4.760	22.39	4.00	14.76		85.24
N° 10	2.000	47.44	8.48	23.24		76.76
N° 20	0.840	58.52	10.46	33.70		66.30
N° 40	0.425	50.26	8.99	42.69		57.31
N° 60	0.250	40.30	7.21	49.90		50.10
N° 100	0.150	29.7	5.32	55.22		44.78
N° 200	0.075	38.12	6.82	62.03		37.97
Fondo	-	212.32	37.97	100.00		0.00
TOTAL		559.22	100.00			

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Norma ASTM D - 422 (Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado)	
Grava (%) :	14.76
Arena (%) :	47.28
Fino (%) :	37.97
Norma ASTM D - 4318 (Límites de Consistencia)	
Límite líquido (LL) (%) :	21.35
Límite plástico (LP) (%) :	15.14
Índice de Plasticidad (IP) (%) :	6.21
Norma ASTM D - 2216 (Contenido de humedad)	
(%) :	6.54
Norma ASTM D - 2487 (Clasificación SUCS) : SM	
Arena Limosa con Grava	
Norma ASTM D - 3282 (Clasificación AASHTO) : A-6 (8)	
Suelo Arcilloso- Regular	



Observaciones:



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

ASTM D 422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

CALICATA : BASE

FECHA : 07/12/2015

PROFUNDIDAD: 0.20 mts.

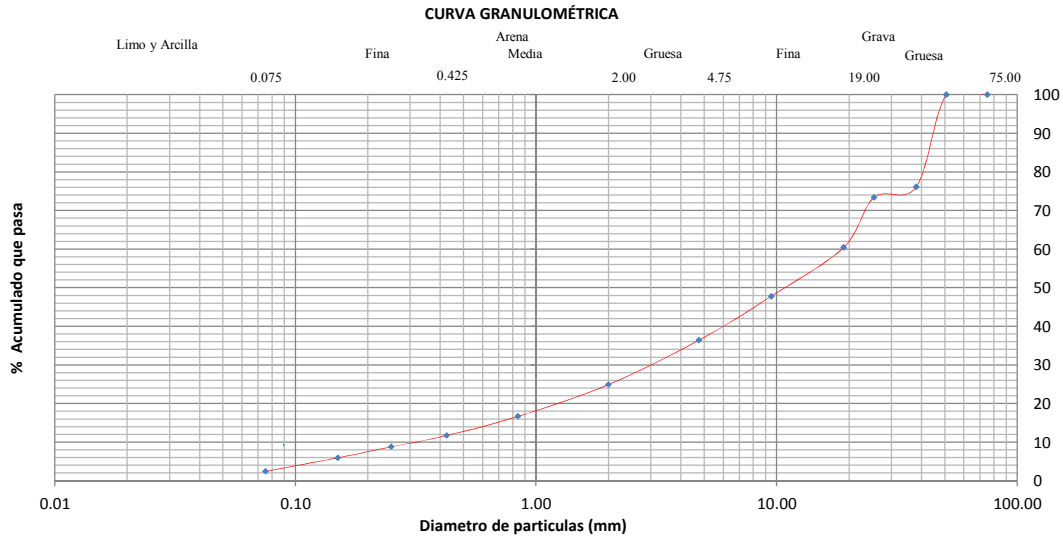
DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	BASE
Muestra	M - 1
Nombre de la Leyenda	BASE
Profundidad (m)	0.00 - 0.20 m

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Número de la tara	1
Peso tara (g)	77
Peso tara + suelo húmedo (g)	821.68
Peso tara + suelo seco (g)	789.36
Peso suelo seco (g)	712.36

MALLA N° 200	
Número de la tara	TG-E
Peso tara (g)	77.00
Peso tara + suelo seco (g)	1197.12
Peso tara + suelo seco lavado (g)	1171.56
Peso suelo seco lavado (g)	1094.56

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO						
MALLA	Malla (mm)	Peso retenido (g)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasa	acumulado (%)
3"	75.000	0.00	0.00	0.00		100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00		100.00
1 1/2"	38.100	267.11	23.85	23.85		76.15
1"	25.400	31.03	2.77	26.62		73.38
3/4"	19.000	144.83	12.93	39.55		60.45
3/8"	9.500	142.03	12.68	52.22		47.78
N° 4	4.760	127.31	11.37	63.59		36.41
N° 10	2.000	128.93	11.51	75.10		24.90
N° 20	0.840	92.40	8.25	83.35		16.65
N° 40	0.425	55.43	4.95	88.30		11.70
N° 60	0.250	32.76	2.92	91.22		8.78
N° 100	0.150	31.87	2.85	94.07		5.93
N° 200	0.075	39.53	3.53	97.60		2.40
Fondo	-	26.93	2.40	100.00		0.00
TOTAL		1120.16	100.00			

CARACTERÍSTICAS GENERALES		
Norma ASTM D - 422 (Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado)		
Grava	(%) :	63.59
Arena	(%) :	34.01
Fino	(%) :	2.40
Norma ASTM D - 4318 (Límites de Consistencia)		
Límite líquido (LL)	(%) :	NP
Límite plástico (LP)	(%) :	NP
Índice de Plasticidad (IP)	(%) :	NP
Norma ASTM D - 2216 (Contenido de humedad)		
	(%) :	4.54
Norma ASTM D - 2487 (Clasificación SUCS) : GW		
Grava bien graduada con Arena		
Norma ASTM D - 3282 (Clasificación AASHTO) : A-6 (8)		
Suelo Arcilloso- Regular		



Observaciones:



Tipo de ensayo	Análisis granulométrico	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Fecha de Entrega	01/12/2015	
Páginas	16/16	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
 ASTM D 422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral
CALICATA : SUB-RASANTE
FECHA : 07/12/2015

PROFUNDIDAD: 1.50 mts.

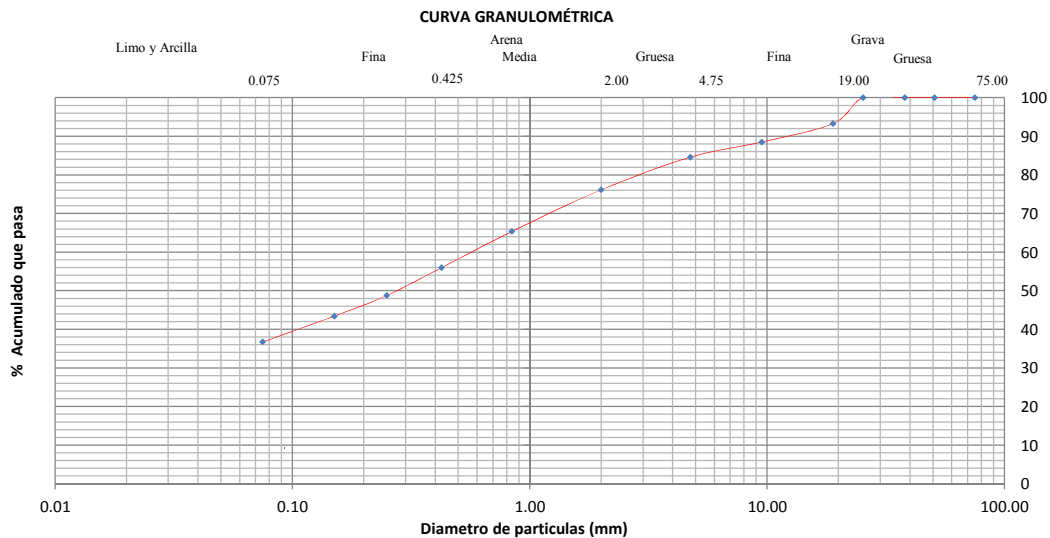
DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	SUB-RASANTE
Muestra	M - 1
Nombre de la Leyenda	SUB-RASANTE
Profundidad (m)	0.20 - 1.50 m

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Número de la tara	2
Peso tara (g)	80.32
Peso tara + suelo húmedo (g)	985.12
Peso tara + suelo seco (g)	931.25
Peso suelo seco (g)	850.93

MALLA N° 200	
Número de la tara	TG-A
Peso tara (g)	80.3
Peso tara + suelo seco (g)	639.13
Peso tara + suelo seco lavado (g)	435.05
Peso suelo seco lavado (g)	354.73

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
MALLA	Malla (mm)	Peso retenido (g)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasa acumulado (%)
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	37.36	6.69	6.69	93.31
3/8"	9.500	26.93	4.82	11.50	88.50
N° 4	4.760	21.72	3.89	15.39	84.61
N° 10	2.000	47.42	8.49	23.88	76.12
N° 20	0.840	60.29	10.79	34.67	65.33
N° 40	0.425	52.29	9.36	44.03	55.97
N° 60	0.250	40.28	7.21	51.24	48.76
N° 100	0.150	30.0	5.37	56.61	43.39
N° 200	0.075	37.36	6.69	63.29	36.71
Fondo	-	205.12	36.71	100.00	0.00
TOTAL		558.81	100.00		

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Norma ASTM D - 422 (Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado)	
Grava (%) :	15.39
Arena (%) :	47.90
Fino (%) :	36.71
Norma ASTM D - 4318 (Límites de Consistencia)	
Límite líquido (LL) (%) :	22.31
Límite plástico (LP) (%) :	15.62
Índice de Plasticidad (IP) (%) :	6.68
Norma ASTM D - 2216 (Contenido de humedad)	
(%) :	6.33
Norma ASTM D - 2487 (Clasificación SUCS) : SM	
Arena Limosa con Grava	
Norma ASTM D - 3282 (Clasificación AASHTO) : A-6 (8)	
Suelo Arcilloso- Regular	



Observaciones:



TIPO DE ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA
FECHA DE ENTREGA	
PAGINAS	01/08

LABORATORIO DE
MECÁNICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA (TAMIZ N°40)

ASTM D - 4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

CALICATA : S-R

MUESTRA :

PROFUNDIDAD:

1.50 mts.

FECHA : 07/12/2015

DATOS DE LA MUESTRA

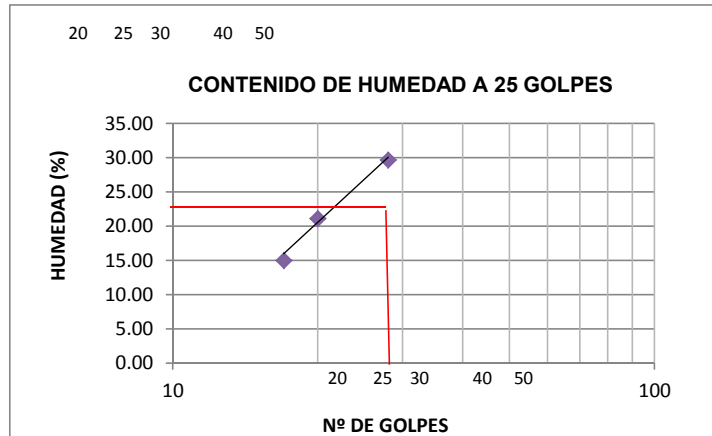
Sondaje	:	S-R
Muestra	:	0
Nombre de la Leyenda	:	S-R / 0
Profundidad (m)	:	1.50 mts.

LIMITE LIQUIDO

Numero de tara	:	TP-J	TP-L	TP-H
Peso de tara +suelo húmedo (g)	:	36.35	39.75	41.05
Peso de tara + suelo seco (g)	:	34.55	36.75	37.01
Peso de tara (g)	:	22.55	22.55	23.4
Peso de agua (g)	:	1.8	3	4.04
Peso del suelo seco (g)	:	12	14.2	13.61
Contenido de humedad (%)	:	15.00	21.13	29.68
Numero de golpes	:	17	20	28

LIMITE PLASTICO

Numero de tara	:	TP-K	TP-I
Peso de tara +suelo húmedo (g)	:	29.05	29.35
Peso de tara + suelo seco (g)	:	28.75	28.52
Peso de tara (g)	:	23.25	25.25
Peso de agua (g)	:	0.3	0.83
Peso del suelo seco (g)	:	5.5	3.27
Contenido de humedad (%)	:	5.45	25.38



LÍMITES DE CONSISTENCIA (%)

Limite Liquido (LL)	21.94
Limite Plastico (LP)	15.42
Indice de Plasticidad (IP)	6.52

Observaciones: Humedades obtenidas en horno



TIPO DE ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA
FECHA DE ENTREGA	
PAGINAS	02/08

LABORATORIO DE
MECÁNICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA (TAMIZ N°40)

ASTM D - 4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

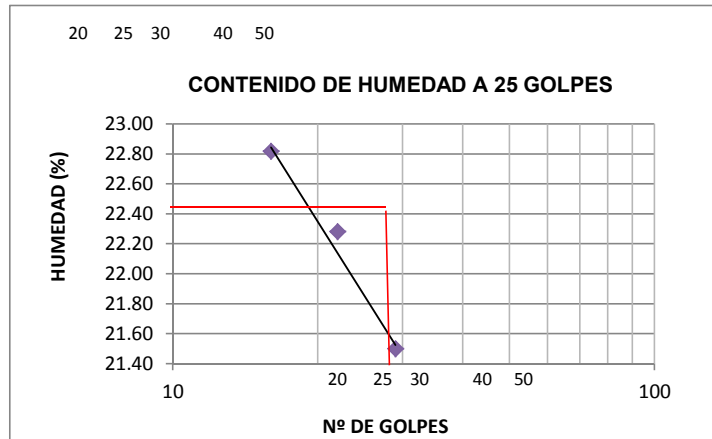
CALICATA : S-R **MUESTRA :** **PROFUNDIDAD:** 1.50 mts.

FECHA : 07/12/2015

DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	: S-R
Muestra	: 0
Nombre de la Leyenda	: S-R / 0
Profundidad (m)	: 1.50 mts.

LIMITE LIQUIDO				
Numero de tara	:	TP-J	TP-L	TP-H
Peso de tara +suelo húmedo	(g) :	37.18	38.66	38.96
Peso de tara + suelo seco	(g) :	34.46	35.73	36.21
Peso de tara	(g) :	22.54	22.58	23.42
Peso de agua	(g) :	2.72	2.93	2.75
Peso del suelo seco	(g) :	11.92	13.15	12.79
Contenido de humedad	(%) :	22.82	22.28	21.50
Numero de golpes	:	16	22	29

LIMITE PLASTICO			
Numero de tara	:	TP-K	TP-I
Peso de tara +suelo húmedo	(g) :	25.31	25.44
Peso de tara + suelo seco	(g) :	25.04	25.14
Peso de tara	(g) :	23.27	23.21
Peso de agua	(g) :	0.27	0.3
Peso del suelo seco	(g) :	1.77	1.93
Contenido de humedad	(%) :	15.25	15.54



LÍMITES DE CONSISTENCIA (%)	
Límite Líquido (LL)	22.20
Límite Plástico (LP)	15.40
Índice de Plasticidad (IP)	6.80

Observaciones: Humedades obtenidas en horno



TIPO DE ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA
FECHA DE ENTREGA	
PAGINAS	03/08

LABORATORIO DE
MECÁNICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA (TAMIZ N°40)

ASTM D - 4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

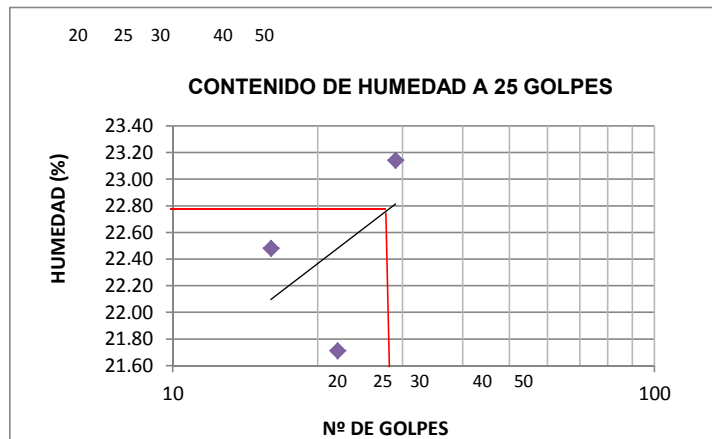
CALICATA : S-R **MUESTRA :** **PROFUNDIDAD:** 1.50 mts.

FECHA : 07/12/2015

DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	: S-R
Muestra	: 0
Nombre de la Leyenda	: S-R / 0
Profundidad (m)	: 1.50 mts.

LIMITE LIQUIDO				
Numero de tara	:	TP-J	TP-L	TP-H
Peso de tara +suelo húmedo	(g) :	37.25	38.78	39.01
Peso de tara + suelo seco	(g) :	34.55	35.89	36.08
Peso de tara	(g) :	22.54	22.58	23.42
Peso de agua	(g) :	2.7	2.89	2.93
Peso del suelo seco	(g) :	12.01	13.31	12.66
Contenido de humedad	(%) :	22.48	21.71	23.14
Numero de golpes	:	16	22	29

LIMITE PLASTICO			
Numero de tara	:	TP-K	TP-I
Peso de tara +suelo húmedo	(g) :	26.23	28.05
Peso de tara + suelo seco	(g) :	26.05	27.48
Peso de tara	(g) :	23.27	25.21
Peso de agua	(g) :	0.18	0.57
Peso del suelo seco	(g) :	2.78	2.27
Contenido de humedad	(%) :	6.47	25.11



LÍMITES DE CONSISTENCIA (%)	
Limite Liquido (LL)	22.45
Limite Plastico (LP)	15.79
Indice de Plasticidad (IP)	6.65

Observaciones: Humedades obtenidas en horno



TIPO DE ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA
FECHA DE ENTREGA	
PAGINAS	04/08

LABORATORIO DE
MECÁNICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA (TAMIZ N°40)

ASTM D - 4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

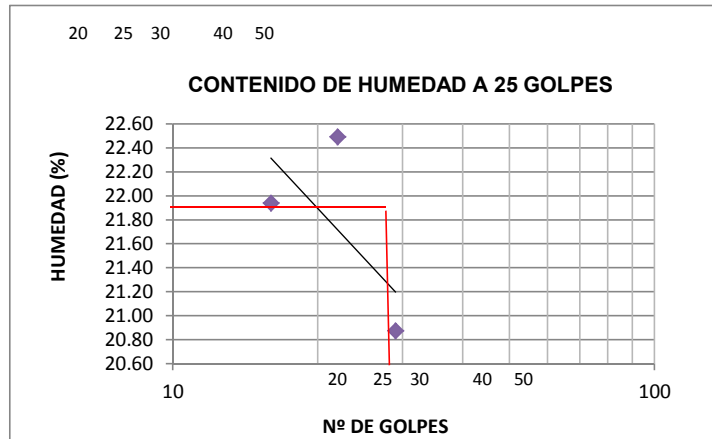
CALICATA : S-R **MUESTRA :** **PROFUNDIDAD:** 1.50 mts.

FECHA : 07/12/2015

DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	: S-R
Muestra	: 0
Nombre de la Leyenda	: S-R / 0
Profundidad (m)	: 1.50 mts.

LIMITE LIQUIDO			
Numero de tara	:	TP-J	TP-L TP-H
Peso de tara +suelo húmedo	(g) :	37.36	39.05 39.11
Peso de tara + suelo seco	(g) :	34.85	36.02 36.25
Peso de tara	(g) :	23.41	22.55 22.55
Peso de agua	(g) :	2.51	3.03 2.86
Peso del suelo seco	(g) :	11.44	13.47 13.7
Contenido de humedad	(%) :	21.94	22.49 20.88
Numero de golpes	:	16	22 29

LIMITE PLASTICO		
Numero de tara	:	TP-K TP-I
Peso de tara +suelo húmedo	(g) :	28.45 29.26
Peso de tara + suelo seco	(g) :	28.15 28.43
Peso de tara	(g) :	23.27 25.21
Peso de agua	(g) :	0.3 0.83
Peso del suelo seco	(g) :	4.88 3.22
Contenido de humedad	(%) :	6.15 25.78



LÍMITES DE CONSISTENCIA (%)	
Limite Liquido (LL)	21.77
Limite Plastico (LP)	15.96
Indice de Plasticidad (IP)	5.81

Observaciones: Humedades obtenidas en horno



TIPO DE ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA
FECHA DE ENTREGA	
PAGINAS	05/08

LABORATORIO DE
MECÁNICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA (TAMIZ N°40)

ASTM D - 4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

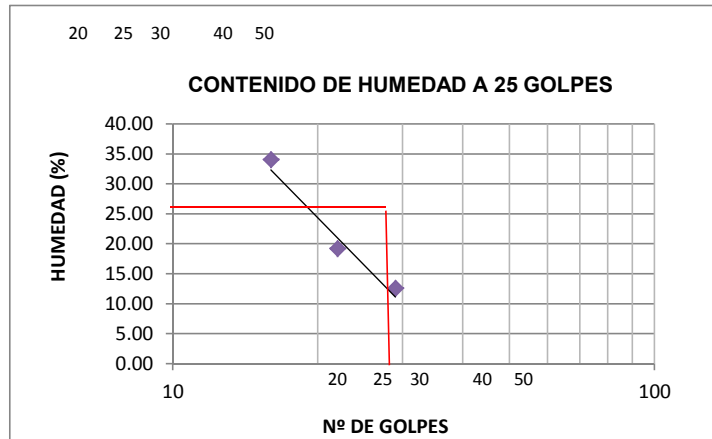
CALICATA : S-R **MUESTRA :** **PROFUNDIDAD:** 1.50 mts.

FECHA : 07/12/2015

DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	: S-R
Muestra	: 0
Nombre de la Leyenda	: S-R / 0
Profundidad (m)	: 1.50 mts.

LIMITE LIQUIDO				
Numero de tara	:	TP-J	TP-L	TP-H
Peso de tara +suelo húmedo	(g) :	36.31	39.71	39.89
Peso de tara + suelo seco	(g) :	32.81	36.95	38.05
Peso de tara	(g) :	22.54	22.58	23.45
Peso de agua	(g) :	3.5	2.76	1.84
Peso del suelo seco	(g) :	10.27	14.37	14.6
Contenido de humedad	(%) :	34.08	19.21	12.60
Numero de golpes	:	16	22	29

LIMITE PLASTICO			
Numero de tara	:	TP-K	TP-I
Peso de tara +suelo húmedo	(g) :	26.15	26.38
Peso de tara + suelo seco	(g) :	25.78	25.95
Peso de tara	(g) :	23.27	23.21
Peso de agua	(g) :	0.37	0.43
Peso del suelo seco	(g) :	2.51	2.74
Contenido de humedad	(%) :	14.74	15.69



LÍMITES DE CONSISTENCIA (%)	
Limite Liquido (LL)	21.96
Limite Plastico (LP)	15.22
Indice de Plasticidad (IP)	6.75

Observaciones: Humedades obtenidas en horno



TIPO DE ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA
FECHA DE ENTREGA	
PAGINAS	06/08

LABORATORIO DE
MECÁNICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA (TAMIZ N°40)

ASTM D - 4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

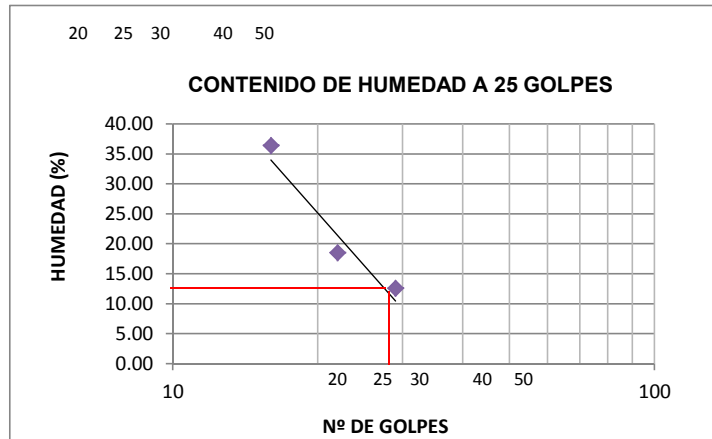
CALICATA : S-R **MUESTRA :** **PROFUNDIDAD:** 1.50 mts.

FECHA : 07/12/2015

DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	: S-R
Muestra	: 0
Nombre de la Leyenda	: S-R / 0
Profundidad (m)	: 1.50 mts.

LIMITE LIQUIDO			
Numero de tara	:	TP-J	TP-L TP-H
Peso de tara +suelo húmedo	(g) :	36.25	39.61 39.89
Peso de tara + suelo seco	(g) :	32.59	36.95 38.05
Peso de tara	(g) :	22.54	22.58 23.45
Peso de agua	(g) :	3.66	2.66 1.84
Peso del suelo seco	(g) :	10.05	14.37 14.6
Contenido de humedad	(%) :	36.42	18.51 12.60
Numero de golpes	:	16	22 29

LIMITE PLASTICO		
Numero de tara	:	TP-K TP-I
Peso de tara +suelo húmedo	(g) :	28.15 26.38
Peso de tara + suelo seco	(g) :	27.98 25.68
Peso de tara	(g) :	23.27 23.21
Peso de agua	(g) :	0.17 0.7
Peso del suelo seco	(g) :	4.71 2.47
Contenido de humedad	(%) :	3.61 28.34



LÍMITES DE CONSISTENCIA (%)	
Limite Liquido (LL)	22.51
Limite Plastico (LP)	15.97
Indice de Plasticidad (IP)	6.54

Observaciones: Humedades obtenidas en horno



TIPO DE ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA
FECHA DE ENTREGA	
PAGINAS	07/08

LABORATORIO DE
MECÁNICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA (TAMIZ N°40)

ASTM D - 4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

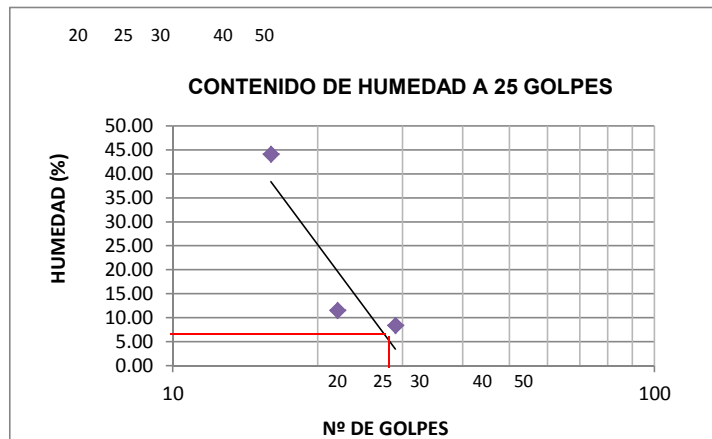
CALICATA : S-R **MUESTRA :** **PROFUNDIDAD:** 1.50 mts.

FECHA : 07/12/2015

DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	: S-R
Muestra	: 0
Nombre de la Leyenda	: S-R / 0
Profundidad (m)	: 1.50 mts.

LIMITE LIQUIDO			
Numero de tara	:	TP-J	TP-L TP-H
Peso de tara +suelo húmedo	(g) :	35.38	37.52 38.98
Peso de tara + suelo seco	(g) :	31.45	35.97 37.78
Peso de tara	(g) :	22.54	22.58 23.45
Peso de agua	(g) :	3.93	1.55 1.2
Peso del suelo seco	(g) :	8.91	13.39 14.33
Contenido de humedad	(%) :	44.11	11.58 8.37
Numero de golpes	:	16	22 29

LIMITE PLASTICO		
Numero de tara	:	TP-K TP-I
Peso de tara +suelo húmedo	(g) :	28.43 28.48
Peso de tara + suelo seco	(g) :	28.01 27.55
Peso de tara	(g) :	23.27 23.21
Peso de agua	(g) :	0.42 0.93
Peso del suelo seco	(g) :	4.74 4.34
Contenido de humedad	(%) :	8.86 21.43



LÍMITES DE CONSISTENCIA (%)	
Limite Liquido (LL)	21.35
Limite Plastico (LP)	15.14
Indice de Plasticidad (IP)	6.21

Observaciones: Humedades obtenidas en horno



TIPO DE ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA
FECHA DE ENTREGA	
PAGINAS	08/08

LABORATORIO DE
MECÁNICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA (TAMIZ N°40)

ASTM D - 4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

UBICACIÓN : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

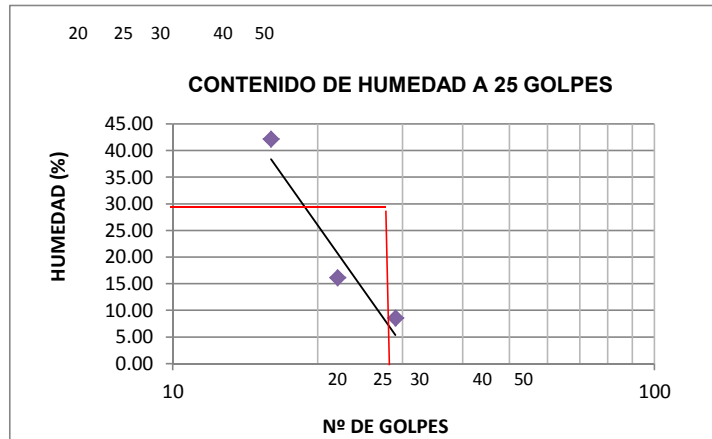
CALICATA : S-R **MUESTRA :** **PROFUNDIDAD:** 1.50 mts.

FECHA : 07/12/2015

DATOS DE LA MUESTRA	
Sondaje	: S-R
Muestra	: 0
Nombre de la Leyenda	: S-R / 0
Profundidad (m)	: 1.50 mts.

LIMITE LIQUIDO				
Numero de tara	:	TP-J	TP-L	TP-H
Peso de tara +suelo húmedo	(g) :	34.78	37.88	38.87
Peso de tara + suelo seco	(g) :	31.15	35.75	37.65
Peso de tara	(g) :	22.54	22.58	23.45
Peso de agua	(g) :	3.63	2.13	1.22
Peso del suelo seco	(g) :	8.61	13.17	14.2
Contenido de humedad	(%) :	42.16	16.17	8.59
Numero de golpes	:	16	22	29


LIMITE PLASTICO			
Numero de tara	:	TP-K	TP-I
Peso de tara +suelo húmedo	(g) :	28.88	28.55
Peso de tara + suelo seco	(g) :	28.35	27.63
Peso de tara	(g) :	23.27	23.21
Peso de agua	(g) :	0.53	0.92
Peso del suelo seco	(g) :	5.08	4.42
Contenido de humedad	(%) :	10.43	20.81



LÍMITES DE CONSISTENCIA (%)	
Límite Líquido (LL)	22.31
Límite Plástico (LP)	15.62
Índice de Plasticidad (IP)	6.68

Observaciones: Humedades obtenidas en horno



	TIPO DE ENSAYO		CBR		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS					
	FECHA DE ENTREGA		15-Dic. 2015							
	PAGINAS		01/02							
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883										
PROYECTO:		TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA								
UBICACION:		Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral								
CALICATA:		C4		MUESTRA M-1			PROFUNDIDAD:		0.20-1.50	
FECHA:		15-Dic. 2015								
COMPACTACION C.B.R.										
MOLDE	1			2			3			
Altura Molde mm.	167			167			167			
N° Capas	5			5			5			
N° Golp x Capa	10			25			55			
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR		DESPUES	ANTES DE EMPAPAR		DESPUES	ANTES DE EMPAPAR		DESPUES	
P. Húm.+ Molde	14920.00		14920.81	15410.00		15412.97	15840.00		15841.17	
Peso Molde (gr)	8923.00		8923.00	8923.00		8923.00	8923.00		8923.00	
Peso Húmedo (gr)	5997.00		5997.81	6487.00		6489.97	6917.00		6918.17	
Vol. Molde (cc)	3030.36		3030.36	3151.16		3151.16	3151.16		3151.16	
Densidad H.(gr/cc)	1.98		1.98	2.06		2.06	2.20		2.20	
Número de Ensayo	1-A	1-B	1-C	2-A	2-B	2-C	3-A	3-B	3-C	
P.Húmedo + Tara	160.54	146.58	203.50	206.96	207.14	136.90	159.59	159.35	159.25	
Peso Seco + Tara	157.32	143.58	199.70	199.70	199.85	131.70	149.61	149.80	149.60	
Peso Agua (gr)	3.22	3.00	3.80	7.26	7.29	5.20	9.98	9.55	9.65	
Peso Tara (gr)	37.84	38.01	63.12	63.01	62.09	34.50	36.57	36.70	38.10	
P. Muestra Seca	119.48	105.57	136.58	136.69	137.76	97.20	113.04	113.10	111.50	
Cont. Humedad	2.70%	2.84%	2.78%	5.31%	5.29%	5.35%	8.83%	8.44%	8.65%	
Cont.Hum.Prom.		2.77%	2.78%		5.30%	5.35%		8.64%	8.65%	
DENSIDAD SECA		1.926	1.926		1.955	1.955		2.021	2.021	
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
ACUMULADO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	0.010	0.010	0.01	0.020	0.010	0.01	0.020	0.010	0.01
48	2	0.020	0.020	0.01	0.040	0.020	0.01	0.040	0.012	0.01
72	3	0.030	0.030	0.02	0.060	0.030	0.02	0.060	0.015	0.01
96	4	0.040	0.040	0.02	0.080	0.040	0.02	0.080	0.016	0.01
Observaciones: Humedades obtenidas en horno										

TIPO DE ENSAYO	CBR	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
FECHA DE ENTREGA	15-Dic. 2015	
PAGINAS	02/02	

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
ASTM D 1883

PROYECTO : TESIS: LA OPTIMIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS VIALES Y LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA: DESVÍO YUNGUY – YUNGUY, EN LA PROVINCIA DE HUARAL – REGIÓN LIMA

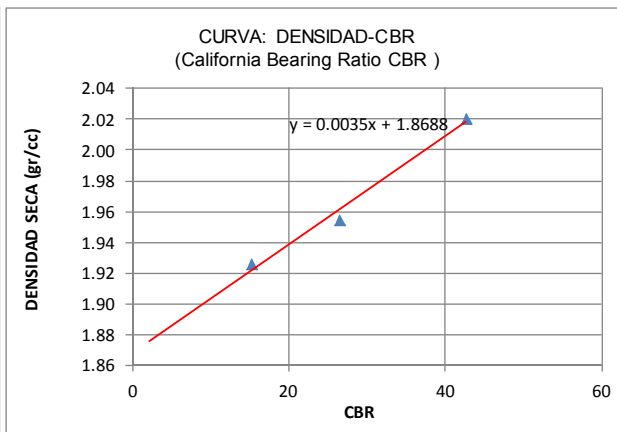
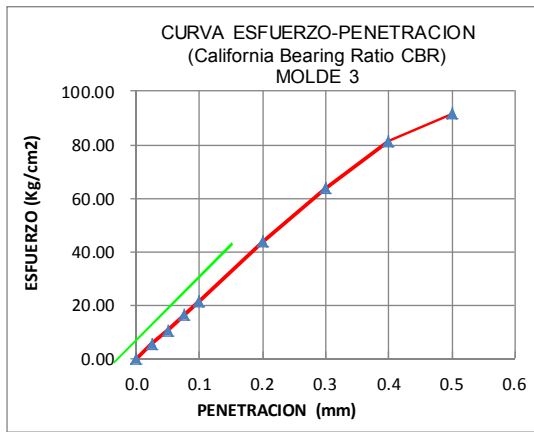
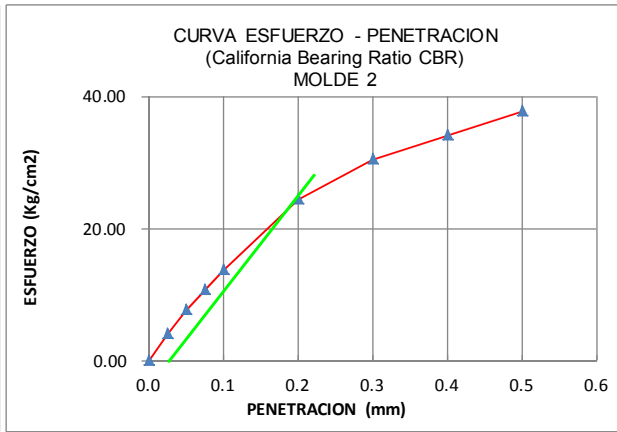
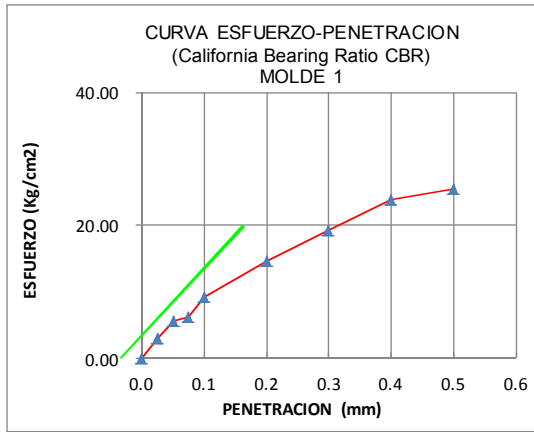
UBICACION : Poblado yunguy, Distrito y Provincia de Huaral

CALICATA : C4 **MUESTRA :** M-2 **PROFUNDIDAD:** 0.20-1.50

FECHA : 15-Dic. 2015

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE Nº 01		MOLDE Nº 02		MOLDE Nº 03	
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO	CARGA	ESFUERZO
0.00	0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.64	0.025	60	3.06	80	4.07	110	5.60
1.27	0.050	110	5.60	150	7.64	210	10.70
1.91	0.075	123	6.26	210	10.70	320	16.30
2.54	0.100	184	9.37	270	13.75	420	21.39
5.08	0.200	288	14.67	480	24.45	860	43.80
7.62	0.300	380	19.35	600	30.56	1250	63.66
10.16	0.400	470	23.94	670	34.12	1600	81.49
12.70	0.500	500	25.46	740	37.69	1800	91.67



PENTRC.	0.1 (*)	0.2 (*)
MOLDE 1	9.00	16.00
MOLDE 2	15.00	28.00
MOLDE 3	22.00	45.00

	DENS	0.1	0.2	CBR	UBICACIÓN:
MOLDE 1	1.93	12.80	15.17	15.17	MUESTRA : M1
MOLDE 2	1.95	21.33	26.55	26.55	
MOLDE 3	2.02	31.29	42.67	42.67	

(*) Valores Corregidos

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. =	42.00%
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. =	12.00%

ANEXO VI
CALCULOS HIDROLOGICOS Y DRENAJE
PROPUESTO

VI. HIDROLOGIA

6.1. GENERALIDADES

La zona de Estudio pertenece a la Cuenca Hidrográfica del Río Chancay - Huaral la misma que se encuentra en una altitud promedio de 1000 m.s.n.m. Las precipitaciones registradas son medias, por lo que el presente Estudio Hidrológico nos permitirá determinar los caudales de diseño que serán captados por las obras de arte y drenaje en una eventual avenida acorde a las precipitaciones máximas registradas en los últimos 30 años las cuales garantizaran la correcta evacuación y drenaje de las aguas.

6.2. ESTUDIOS HIDROLOGICOS

6.2.1. MAXIMA DESCARGA

6.2.1.1. PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (MM)

Se presenta el cuadro de Variación de Precipitaciones Máximas en mm en 24 horas, registrado en 45 años

TABLA N° VI.1: PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS - ESTACION SANTO DOMINGO

AÑO	P. Máx. 24 h.	AÑO	P. Máx. 24 h.
1960	67.10	1984	116.60
1961	101.40	1985	73.20
1962	116.00	1986	70.00
1963	123.10	1987	80.00
1964	98.00	1988	52.00
1965	180.20	1989	110.90
1966	61.00	1990	28.90
1967	400.60	1991	72.00
1968	37.50	1992	28.50
1969	106.10	1993	65.90
1970	158.80	1994	0.00
1971	83.20	1995	125.40
1972	484.20	1996	0.00
1973	172.10	1997	0.00
1974	143.20	1998	120.00

AÑO	P. Máx. 24 h.
1975	97.30
1976	125.40
1977	115.50
1978	64.80
1979	90.10
1980	78.70
1981	142.50
1982	81.00
1983	120.00

AÑO	P. Máx. 24 h.
1999	112.40
2000	165.10
2001	97.50
2002	158.50
2003	61.20
2004	92.70
2005	114.70
2006	128.30

Fuente: Estudios Hidricos ANA, Estudios de maximas avenidas pag. 213

TABLA N° VI.2: PRECIPITACIONES MAXIMAS (MM) ESTACION SANTO DOMINGO PARA DURACIONES DE 5, 10, 30, 60 Y 120MINUTOS

AÑO	P. Máx. 24 h.	DURACION EN MINUTOS				
		5	10	30	60	120
1960	67.10	16.29	19.37	25.49	30.32	36.05
1961	101.40	24.61	29.27	38.52	45.81	54.48
1962	116.00	28.16	33.49	44.07	52.41	62.33
1963	123.10	29.88	35.54	46.77	55.62	66.14
1964	98.00	23.79	28.29	37.23	44.28	52.65
1965	180.20	43.74	52.02	68.46	81.41	96.82
1966	61.00	14.81	17.61	23.17	27.56	32.77
1967	400.60	97.24	115.64	152.20	180.99	215.24
1968	37.50	9.10	10.83	14.25	16.94	20.15
1969	106.10	25.76	30.63	40.31	47.94	57.01
1970	158.80	38.55	45.84	60.33	71.75	85.32
1971	83.20	20.20	24.02	31.61	37.59	44.70
1972	484.20	117.54	139.78	183.96	218.76	260.15
1973	172.10	41.78	49.68	65.38	77.75	92.47
1974	143.20	34.76	41.34	54.40	64.70	76.94
1975	97.30	23.62	28.09	36.97	43.96	52.28
1976	125.40	30.44	36.20	47.64	56.66	67.38
1977	115.50	28.04	33.34	43.88	52.18	62.06
1978	64.80	15.73	18.71	24.62	29.28	34.82
1979	90.10	21.87	26.01	34.23	40.71	48.41
1980	78.70	19.10	22.72	29.90	35.56	42.28
1981	142.50	34.59	41.14	54.14	64.38	76.56
1982	81.00	19.66	23.38	30.77	36.60	43.52
1983	120.00	29.13	34.64	45.59	54.22	64.47

AÑO	P. Máx. 24 h.	DURACION EN MINUTOS				
		5	10	30	60	120
1984	116.60	28.30	33.66	44.30	52.68	62.65
1985	73.20	17.77	21.13	27.81	33.07	39.33
1986	70.00	16.99	20.21	26.59	31.63	37.61
1987	80.00	19.42	23.09	30.39	36.14	42.98
1988	52.00	12.62	15.01	19.76	23.49	27.94
1989	110.90	26.92	32.01	42.13	50.10	59.58
1990	28.90	7.02	8.34	10.98	13.06	15.53
1991	72.00	17.48	20.78	27.35	32.53	38.68
1992	28.50	6.92	8.23	10.83	12.88	15.31
1993	65.90	16.00	19.02	25.04	29.77	35.41
1994	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1995	125.40	30.44	36.20	47.64	56.66	67.38
1996	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1997	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1998	120.00	29.13	34.64	45.59	54.22	64.47
1999	112.40	27.28	32.45	42.70	50.78	60.39
2000	165.10	40.08	47.66	62.72	74.59	88.71
2001	97.50	23.67	28.15	37.04	44.05	52.39
2002	158.50	38.48	45.76	60.22	71.61	85.16
2003	61.20	14.86	17.67	23.25	27.65	32.88
2004	92.70	22.50	26.76	35.22	41.88	49.81
2005	114.70	27.84	33.11	43.58	51.82	61.63
2006	128.30	31.14	37.04	48.74	57.97	68.93

FUENTE: Elaboración propia

TABLA N° VI.3: INTENSIDADES MAXIMAS DE CADA AÑO PARA LLUVIA MÁS CRÍTICA

DURACION EN MINUTOS				
5	10	30	60	120
195.46	116.22	50.98	30.32	18.03
295.37	175.63	77.05	45.81	27.24
337.90	200.92	88.14	52.41	31.16
358.58	213.22	93.54	55.62	33.07
285.47	169.74	74.46	44.28	26.33
524.91	312.12	136.92	81.41	48.41
177.69	105.66	46.35	27.56	16.39
1166.93	693.86	304.39	180.99	107.62
109.24	64.95	28.49	16.94	10.07

309.06	183.77	80.62	47.94	28.50
462.58	275.05	120.66	71.75	42.66
242.36	144.11	63.22	37.59	22.35
1410.45	838.66	367.91	218.76	130.08
501.32	298.09	130.77	77.75	46.23
417.13	248.03	108.81	64.70	38.47
283.43	168.53	73.93	43.96	26.14
365.28	217.20	95.28	56.66	33.69
336.45	200.05	87.76	52.18	31.03
188.76	112.24	49.24	29.28	17.41
262.46	156.06	68.46	40.71	24.20
229.25	136.31	59.80	35.56	21.14
415.10	246.82	108.28	64.38	38.28
235.95	140.30	61.55	36.60	21.76
349.55	207.85	91.18	54.22	32.24
339.65	201.96	88.60	52.68	31.32
213.23	126.79	55.62	33.07	19.66
203.91	121.24	53.19	31.63	18.80
233.04	138.56	60.79	36.14	21.49
151.47	90.07	39.51	23.49	13.97
323.05	192.08	84.27	50.10	29.79
84.18	50.06	21.96	13.06	7.76
209.73	124.71	54.71	32.53	19.34
83.02	49.36	21.66	12.88	7.66
191.96	114.14	50.07	29.77	17.70
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
365.28	217.20	95.28	56.66	33.69
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
349.55	207.85	91.18	54.22	32.24
327.42	194.68	85.41	50.78	30.20
480.93	285.96	125.45	74.59	44.35
284.01	168.87	74.08	44.05	26.19
461.70	274.53	120.43	71.61	42.58
178.27	106.00	46.50	27.65	16.44
270.03	160.56	70.44	41.88	24.90
334.12	198.67	87.15	51.82	30.81
373.73	222.22	97.49	57.97	34.47

Fuente: Elaboración propia

Para la presente cuenca no fue necesario realizar la transferencia de intensidades, ya que la cuenca cuenta con valores de su propia estación (Santo domingo).

TABLA N° VI.4: ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE LA ECUACION DE GUMBEL

Intensidades Máximas Ordenadas (mm/h)					
m	5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	83.02	49.36	21.66	12.88	7.66
5	84.18	50.06	21.96	13.06	7.76
6	109.24	64.95	28.49	16.94	10.07
7	151.47	90.07	39.51	23.49	13.97
8	177.69	105.66	46.35	27.56	16.39
9	178.27	106.00	46.50	27.65	16.44
10	188.76	112.24	49.24	29.28	17.41
11	191.96	114.14	50.07	29.77	17.70
12	195.46	116.22	50.98	30.32	18.03
13	203.91	121.24	53.19	31.63	18.80
14	209.73	124.71	54.71	32.53	19.34
15	213.23	126.79	55.62	33.07	19.66
16	229.25	136.31	59.80	35.56	21.14
17	233.04	138.56	60.79	36.14	21.49
18	235.95	140.30	61.55	36.60	21.76
19	242.36	144.11	63.22	37.59	22.35
20	262.46	156.06	68.46	40.71	24.20
21	270.03	160.56	70.44	41.88	24.90
22	283.43	168.53	73.93	43.96	26.14
23	284.01	168.87	74.08	44.05	26.19

Intensidades Máximas Ordenadas (mm/h)					
m	5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
24	285.47	169.74	74.46	44.28	26.33
25	295.37	175.63	77.05	45.81	27.24
26	309.06	183.77	80.62	47.94	28.50
27	323.05	192.08	84.27	50.10	29.79
28	327.42	194.68	85.41	50.78	30.20
29	334.12	198.67	87.15	51.82	30.81
30	336.45	200.05	87.76	52.18	31.03
31	337.90	200.92	88.14	52.41	31.16
32	339.65	201.96	88.60	52.68	31.32
33	349.55	207.85	91.18	54.22	32.24
34	349.55	207.85	91.18	54.22	32.24
35	358.58	213.22	93.54	55.62	33.07
36	365.28	217.20	95.28	56.66	33.69
37	365.28	217.20	95.28	56.66	33.69
38	373.73	222.22	97.49	57.97	34.47
39	415.10	246.82	108.28	64.38	38.28
40	417.13	248.03	108.81	64.70	38.47
41	461.70	274.53	120.43	71.61	42.58
42	462.58	275.05	120.66	71.75	42.66
43	480.93	285.96	125.45	74.59	44.35
44	501.32	298.09	130.77	77.75	46.23
45	524.91	312.12	136.92	81.41	48.41
46	1166.93	693.86	304.39	180.99	107.62
47	1410.45	838.66	367.91	218.76	130.08
X̄	317.4248	188.7419	82.7995	49.2329	29.2740
Sx	243.8245	144.9789	63.6010	37.8174	22.4864
a	0.0053	0.0088	0.0202	0.0339	0.0570

Intensidades Máximas Ordenadas (mm/h)					
m	5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
b	207.7038	123.5014	54.1790	32.2150	19.1552

Fuente: Elaboración propia de la base del modelamiento de intensidades

TABLA N° VI.5: PROBABILIDADES OBSERVADAS Y SIMULADAS

Probabilidad de Weibull y Gumbel										
P	5 min		10 min		30 min		60 min		120 min	
	Y	P-Y	Y	P-Y	Y	P-Y	Y	P-Y	Y	P-Y
0.01	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04
0.04	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01
0.06	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01
0.08	0.15	0.07	0.15	0.07	0.15	0.07	0.15	0.07	0.15	0.07
0.10	0.15	0.05	0.15	0.05	0.15	0.05	0.15	0.05	0.15	0.05
0.12	0.19	0.07	0.19	0.07	0.19	0.07	0.19	0.07	0.19	0.07
0.14	0.26	0.12	0.26	0.12	0.26	0.12	0.26	0.12	0.26	0.12
0.16	0.31	0.15	0.31	0.15	0.31	0.15	0.31	0.15	0.31	0.15
0.18	0.31	0.13	0.31	0.13	0.31	0.13	0.31	0.13	0.31	0.13
0.20	0.33	0.13	0.33	0.13	0.33	0.13	0.33	0.13	0.33	0.13
0.23	0.34	0.11	0.34	0.11	0.34	0.11	0.34	0.11	0.34	0.11
0.25	0.34	0.10	0.34	0.10	0.34	0.10	0.34	0.10	0.34	0.10
0.27	0.36	0.09	0.36	0.09	0.36	0.09	0.36	0.09	0.36	0.09
0.29	0.37	0.08	0.37	0.08	0.37	0.08	0.37	0.08	0.37	0.08
0.31	0.38	0.07	0.38	0.07	0.38	0.07	0.38	0.07	0.38	0.07
0.33	0.41	0.08	0.41	0.08	0.41	0.08	0.41	0.08	0.41	0.08
0.35	0.42	0.06	0.42	0.06	0.42	0.06	0.42	0.06	0.42	0.06
0.37	0.42	0.05	0.42	0.05	0.42	0.05	0.42	0.05	0.42	0.05
0.39	0.43	0.04	0.43	0.04	0.43	0.04	0.43	0.04	0.43	0.04
0.42	0.47	0.06	0.47	0.06	0.47	0.06	0.47	0.06	0.47	0.06
0.44	0.49	0.05	0.49	0.05	0.49	0.05	0.49	0.05	0.49	0.05
0.46	0.51	0.05	0.51	0.05	0.51	0.05	0.51	0.05	0.51	0.05
0.48	0.51	0.03	0.51	0.03	0.51	0.03	0.51	0.03	0.51	0.03
0.50	0.51	0.01	0.51	0.01	0.51	0.01	0.51	0.01	0.51	0.01
0.52	0.53	0.01	0.53	0.01	0.53	0.01	0.53	0.01	0.53	0.01
0.54	0.56	0.01	0.56	0.01	0.56	0.01	0.56	0.01	0.56	0.01
0.56	0.58	0.02	0.58	0.02	0.58	0.02	0.58	0.02	0.58	0.02
0.58	0.59	0.00	0.59	0.00	0.59	0.00	0.59	0.00	0.59	0.00

Probabilidad de Weibull y Gumbel											
P	5 min		10 min		30 min		60 min		120 min		
	Y	P-Y	Y	P-Y	Y	P-Y	Y	P-Y	Y	P-Y	
0.61	0.60	0.01	0.60	0.01	0.60	0.01	0.60	0.01	0.60	0.01	
0.63	0.60	0.02	0.60	0.02	0.60	0.02	0.60	0.02	0.60	0.02	
0.65	0.60	0.04	0.60	0.04	0.60	0.04	0.60	0.04	0.60	0.04	
0.67	0.61	0.06	0.61	0.06	0.61	0.06	0.61	0.06	0.61	0.06	
0.69	0.62	0.07	0.62	0.07	0.62	0.07	0.62	0.07	0.62	0.07	
0.71	0.62	0.09	0.62	0.09	0.62	0.09	0.62	0.09	0.62	0.09	
0.73	0.64	0.10	0.64	0.10	0.64	0.10	0.64	0.10	0.64	0.10	
0.75	0.65	0.11	0.65	0.11	0.65	0.11	0.65	0.11	0.65	0.11	
0.77	0.65	0.13	0.65	0.13	0.65	0.13	0.65	0.13	0.65	0.13	
0.80	0.66	0.14	0.66	0.14	0.66	0.14	0.66	0.14	0.66	0.14	
0.82	0.71	0.10	0.71	0.10	0.71	0.10	0.71	0.10	0.71	0.10	
0.84	0.72	0.12	0.72	0.12	0.72	0.12	0.72	0.12	0.72	0.12	
0.86	0.77	0.09	0.77	0.09	0.77	0.09	0.77	0.09	0.77	0.09	
0.88	0.77	0.11	0.77	0.11	0.77	0.11	0.77	0.11	0.77	0.11	
0.90	0.79	0.11	0.79	0.11	0.79	0.11	0.79	0.11	0.79	0.11	
0.92	0.81	0.11	0.81	0.11	0.81	0.11	0.81	0.11	0.81	0.11	
0.94	0.83	0.11	0.83	0.11	0.83	0.11	0.83	0.11	0.83	0.11	
0.96	0.99	0.03	0.99	0.03	0.99	0.03	0.99	0.03	0.99	0.03	
0.99	1.00	0.01	1.00	0.01	1.00	0.01	1.00	0.01	1.00	0.01	

5 min		10 min		30 min		60 min		120 min	
D teor.	D exp.	D teor.	D exp.	D teor.	D exp.	D teor.	D exp.	D teor.	D exp.
0.1984	0.1476	0.1984	0.1476	0.1984	0.1476	0.1984	0.1476	0.1984	0.1476
O.K.		O.K.		O.K.		O.K.		O.K.	

Fuente: Elaboración propia de la base del modelamiento de intensidades

En la presente tabla se determina la probabilidad de que los eventos registrados en la Estación Santo Domingo se repitan.

TABLA N° VI.6: SIMULACION DEL MODELO DE GUMBELL

N (Años)	(J) Riesgo Falla	Tiempo de retorno Tr	INTENSIDADES				
			5	10	30	60	120
5	0.10	47.96	941.52	559.83	245.59	146.03	86.83
	0.15	31.27	859.12	510.84	224.10	133.25	79.23
	0.20	22.91	798.85	475.00	208.38	123.90	73.67
	0.30	14.52	709.68	421.98	185.12	110.07	65.45
	0.50	7.73	583.36	346.87	152.17	90.48	53.80
	0.60	5.97	530.30	315.32	138.33	82.25	48.91
	0.70	4.67	478.39	284.45	124.79	74.20	44.12
10	0.10	95.41	1073.30	638.19	279.97	166.47	98.98
	0.15	62.03	990.90	589.19	258.47	153.69	91.38
	0.20	45.32	930.63	553.35	242.75	144.34	85.83
	0.30	28.54	841.46	500.34	219.49	130.51	77.60
	0.50	14.93	715.14	425.23	186.54	110.92	65.95
	0.60	11.42	662.08	393.68	172.70	102.69	61.06
	0.70	8.82	610.17	362.81	159.16	94.64	56.27
15	0.10	142.87	1150.38	684.02	300.07	178.43	106.09
	0.15	92.80	1067.98	635.03	278.58	165.65	98.49
	0.20	67.72	1007.71	599.19	262.86	156.30	92.93
	0.30	42.56	918.55	546.17	239.60	142.47	84.71
	0.50	22.14	792.23	471.06	206.65	122.88	73.06
	0.60	16.88	739.17	439.51	192.81	114.65	68.17
	0.70	12.97	687.26	408.65	179.27	106.59	63.38
20	0.10	190.32	1205.07	716.54	314.34	186.91	111.14
	0.15	123.56	1122.68	667.55	292.85	174.13	103.54
	0.20	90.13	1062.41	631.71	277.13	164.78	97.98
	0.30	56.57	973.24	578.69	253.87	150.95	89.76
	0.50	29.36	846.92	503.58	220.92	131.36	78.11
	0.60	22.33	793.86	472.03	207.08	123.13	73.21
	0.70	17.12	741.95	441.17	193.54	115.08	68.43

Fuente: Elaboración propia de la base del modelamiento de intensidades

En la tabla N° VI.6 se determina el riesgo de falla y tiempo de retorno, en períodos de duración de 5, 10, 30, 60 y 120 minutos.

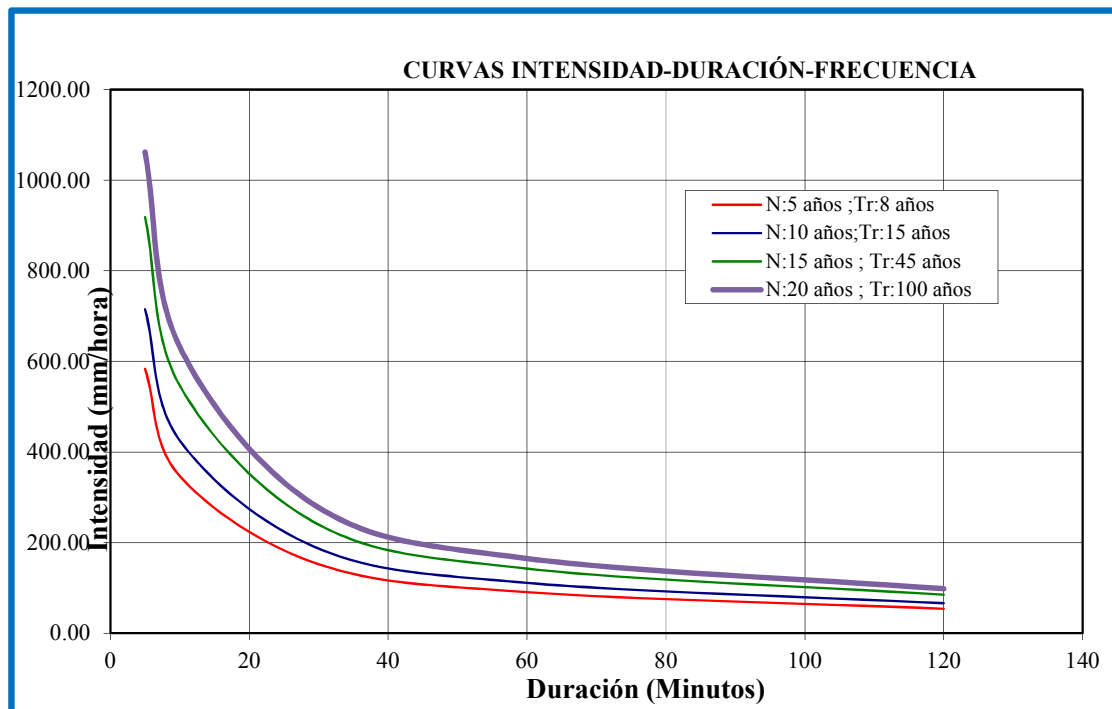
Se considera para proyectos viales:

N: Vida útil 20 años.

Tr Se define como el tiempo ideal durante el cual las estructuras e instalaciones funcionan al 100% de eficiencia.

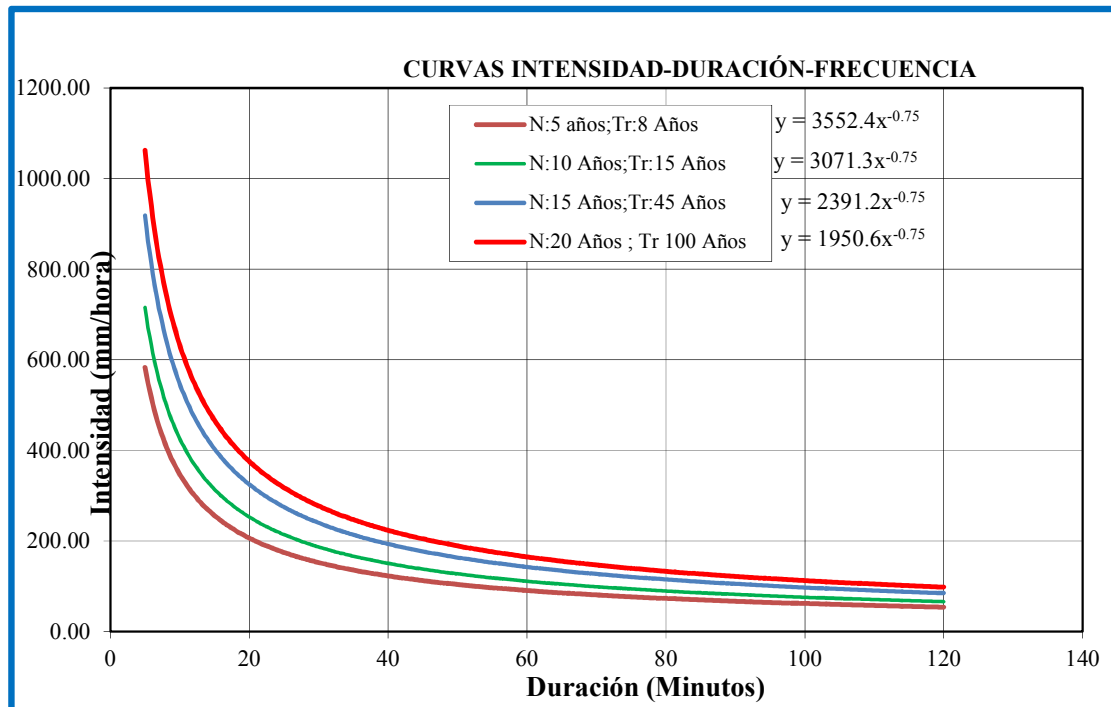
J%: Riesgo de falla, el cual representa el peligro a la probabilidad de que el gasto de diseño sea superado por otro evento de magnitudes mayores, estimándose este peligro en un 50% de probabilidad.

FIGURA N° VI.1: CURVA INTENSIDAD DURACION-FRECUENCIA



Fuente: Elaboración propia de la base del modelamiento de intensidades

FIGURA N° VI.2: CURVAS INTENSIDAD-DURACION-FRECUENCIA MODELADAS



Fuente: Elaboración propia de la base del modelamiento de intensidades

6.2.1.2. CALCULO DEL CAUDAL MAXIMO

Se realiza mediante la ecuación del Método Racional para la cual tenemos: El área representativa por tramos a considerar en el método racional es de 5.30 m de ancho y la longitud variable de cada elemento de influencia, tomados desde el eje de la vía.

TABLA N° VI.7: TIEMPO DE CONCENTRACION PARA CADA TRAMO DE PENDIENTE DE LA VIA.

#	Long. Máximo recorrido (m)	Pendiente Cause Principal	Tc (Horas)	Área (m2)	P (%)
A1	10.00	0.02	0.01	800	1.65
A2	100.00	0.12	0.03	8000	12.00
A3	60.00	0.07	0.02	4800	6.78
A4	180.00	0.07	0.05	14400	6.78
A5	130.00	0.10	0.03	10400	10.16
A6	120.00	0.08	0.03	9600	8.02
A7	250.00	0.12	0.05	20000	12.00
A8	160.00	0.12	0.04	12800	12.00
A9	90.00	0.08	0.03	7200	7.51
A10	31.00	0.08	0.01	2480	7.51

#	Long. Máximo recorrido (m)	Pendiente Cause Principal	Tc (Horas)	Área (m2)	P (%)
A11	130.00	0.09	0.03	10400	9.44
A12	60.00	0.12	0.02	4800	12.00
A13	30.00	0.06	0.01	2400	5.73
A14	90.00	0.11	0.02	7200	11.04
A15	70.00	0.03	0.03	5600	3.18
A16	115.00	0.07	0.03	9200	7.17
A17	135.00	0.10	0.03	10800	9.61
A18	80.00	0.10	0.02	6400	9.61
A19	70.00	0.01	0.05	5600	1.19
A20	60.00	0.11	0.02	4800	11.10
A21	40.00	0.09	0.01	3200	9.43
A22	30.00	0.09	0.01	2400	9.43
A23	90.00	0.12	0.02	7200	12.00
A24	130.00	0.09	0.03	10400	9.23
A25	90.00	0.08	0.03	7200	8.49
A26	120.00	0.07	0.04	9600	6.69
A27	40.00	0.12	0.01	3200	11.56
A28	170.00	0.12	0.04	13600	11.56
A29	135.00	0.08	0.04	10800	8.15
A30	115.00	0.12	0.03	9200	12.00
A31	60.00	0.07	0.02	4800	6.51
A32	25.00	0.12	0.01	2000	12.00
A33	75.00	0.12	0.02	6000	12.00
A34	66.00	0.08	0.02	5280	8.41
A35	130.00	0.08	0.04	10400	7.74
A36	115.00	0.11	0.03	9200	11.27
A37	48.00	0.03	0.03	3840	2.65
A38	101.00	0.10	0.03	8080	9.96
A39	40.00	0.12	0.01	3200	12.00
A40	40.00	0.07	0.02	3200	6.89
A41	105.00	0.12	0.03	8400	12.00
A42	25.00	0.07	0.01	2000	6.86
A43	60.00	0.07	0.02	4800	6.86
A44	140.00	0.11	0.03	11200	11.30
A45	120.00	0.11	0.03	9600	11.30
A46	70.00	0.01	0.05	5600	1.00

#	Long. Máximo recorrido (m)	Pendiente Cause Principal	Tc (Horas)	Área (m2)	P (%)
A47	90.00	0.09	0.03	7200	8.73
A48	220.00	0.01	0.12	17600	1.00
A49	170.00	0.11	0.04	13600	10.58
A50	200.00	0.11	0.05	16000	10.91
A51	50.00	0.11	0.02	4000	10.91
A52	200.00	0.09	0.05	16000	9.20
A53	120.00	0.09	0.03	9600	9.20
A54	130.00	0.12	0.03	10400	11.75
A55	130.00	0.11	0.03	10400	10.69
A56	120.00	0.12	0.03	9600	12.00
A57	30.00	0.12	0.01	2400	12.00
A58	110.00	0.03	0.04	8800	3.36
A59	110	0.07	0.03	8800	7.01
A60	250	0.01	0.13	20000	1.00
A61	100	0.11	0.03	8000	10.64
A62	60	0.07	0.02	4800	7.35
A63	210	0.10	0.05	16800	9.63
A64	60	0.10	0.02	4800	9.63
A65	60	0.03	0.03	4800	2.53
A66	80	0.12	0.02	6400	12.00
A67	140	0.12	0.03	11200	12.00
A68	70	0.06	0.02	5600	6.39
A69	130	0.12	0.03	10400	12.00
A70	50	0.10	0.02	4000	9.76
A71	90	0.11	0.02	7200	11.08
A72	32	0.04	0.02	2560	3.67
A73	177	0.11	0.04	14160	11.41
A74	70	0.11	0.02	5600	11.19
A75	200	0.11	0.04	16000	11.19
A76	50	0.10	0.02	4000	9.90
A77	170	0.10	0.04	13600	9.90
A78	80	0.07	0.03	6400	6.69
A79	60	0.07	0.02	4800	6.69

Fuente: Elaboración propia, cálculos de base topográfica

El proyecto presenta un perfil con diversas pendientes por lo que ha sido necesario calcular las áreas representativas para cada tramo donde hay cambio de pendiente.

TABLA N° VI.8: CALCULO DE LAS INTENSIDADES DE CADA TRAMO DETERMINADO DE LA VIA.

Area	Tc (min)	Cuneta	Badenes	Pontón
		I(mm/h) (5 Años)	I(mm/h) (10 Años)	I(mm/h) (15 Años)
A1	0.56	501.22	0.0000	0.0000
A2	1.53	264.41	0.0000	0.0000
A3	1.29	295.15	0.0000	0.0000
A4	3.00	172.66	0.0000	0.0000
A5	2.00	223.37	0.0000	0.0000
A6	2.06	219.24	0.0000	0.0000
A7	3.10	169.07	0.0000	0.0000
A8	2.20	210.21	0.0000	0.0000
A9	1.69	248.28	0.0000	0.0000
A10	0.74	417.67	0.0000	0.0000
A11	2.05	219.40	0.0000	0.0000
A12	1.03	339.27	0.0000	0.0000
A13	0.80	397.30	0.0000	0.0000
A14	1.46	272.75	0.0000	0.0000
A15	1.94	227.58	0.0000	0.0000
A16	2.08	217.81	0.0000	0.0000
A17	2.10	216.34	0.0000	0.0000
A18	1.40	279.27	0.0000	0.0000
A19	2.83	179.05	0.0000	0.0000
A20	1.06	332.87	0.0000	0.0000
A21	0.83	389.88	0.0000	0.0000
A22	0.66	448.65	0.0000	0.0000
A23	1.41	278.36	0.0000	0.0000
A24	2.07	218.20	0.0000	0.0000

A25	1.61	255.82	0.0000	0.0000
A26	2.20	209.75	0.0000	0.0000
A27	0.77	409.75	0.0000	0.0000
A28	2.33	202.23	0.0000	0.0000
A29	2.24	207.81	0.0000	0.0000
A30	1.70	246.97	0.0000	0.0000
A31	1.31	292.23	0.0000	0.0000
A32	0.53	520.11	0.0000	0.0000
A33	1.23	304.26	0.0000	0.0000
A34	1.27	296.94	0.0000	0.0000
A35	2.22	209.02	0.0000	0.0000
A36	1.74	243.22	0.0000	0.0000
A37	1.55	261.68	0.0000	0.0000
A38	1.66	251.43	0.0000	0.0000
A39	0.76	413.50	0.0000	0.0000
A40	0.94	361.14	0.0000	0.0000
A41	1.59	258.18	0.0000	0.0000
A42	0.65	453.77	0.0000	0.0000
A43	1.28	295.99	0.0000	0.0000
A44	2.03	221.10	0.0000	0.0000
A45	1.80	238.37	0.0000	0.0000
A46	3.03	171.61	0.0000	0.0000
A47	1.59	257.57	0.0000	0.0000
A48	7.31	98.14	0.0000	0.0000
A49	2.42	197.91	0.0000	0.0000
A50	2.71	184.19	0.0000	0.0000
A51	0.93	362.32	0.0000	0.0000
A52	2.89	176.69	0.0000	0.0000
A53	1.95	226.71	0.0000	0.0000
A54	1.89	231.44	0.0000	0.0000
A55	1.96	226.16	0.0000	0.0000
A56	1.76	241.90	0.0000	0.0000
A57	0.61	475.83	0.0000	0.0000
A58	2.69	185.00	0.0000	0.0000
A59	2.02	221.36	0.0000	0.0000
A60	8.06	92.20	0.0000	0.0000
A61	1.60	256.76	0.0000	0.0000
A62	1.25	301.02	0.0000	0.0000

A63	2.95	174.46	0.0000	0.0000
A64	1.12	321.53	0.0000	0.0000
A65	1.88	232.04	0.0000	0.0000
A66	1.29	294.83	0.0000	0.0000
A67	1.98	224.37	0.0000	0.0000
A68	1.48	269.83	0.0000	0.0000
A69	1.87	232.63	0.0000	0.0000
A70	0.97	352.60	0.0000	0.0000
A71	1.45	272.99	0.0000	0.0000
A72	1.00	345.32	0.0000	0.0000
A73	2.42	197.66	0.0000	0.0000
A74	1.19	309.36	0.0000	0.0000
A75	2.68	185.33	0.0000	0.0000
A76	0.97	353.83	0.0000	0.0000
A77	2.48	194.72	0.0000	0.0000
A78	1.61	255.65	0.0000	0.0000
A79	1.29	294.18	0.0000	0.0000

Fuente: Elaboración propia, cálculos de base topográfica

Teniendo el tiempo de concentración calculamos la Intensidad para las áreas representativas de las cunetas para una vida útil de 5 años. Nótese para nuestro caso no se proyectaran estructuras tipo Badén y Pontón.

6.2.1.3. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C)

Es la relación entre el agua que corre por la superficie del terreno y la total precipitada. Para nuestro caso C: 0.80 (Cunetas revestidas con mampostería)

TABLA N° VI.9: CALCULO COEFICIENTE DE ESCORRENTIA PARA LAS CUNETAS REVESTIDAS

COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA PARA SER USADOS EN EL MÉTODO RACIONAL							
Características de la Superficie	Periodo de Retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
Condición pobre (Cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (Cubierta de pasto del 50% al 75% del área)							
Plano, 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (Cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivo							
Plano, 0 - 2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2 - 7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano, 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano, 0 - 2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2 - 7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Fuente: VEN TE CHOW. 1994

Fórmula del Método Racional:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Dónde:

Q: Descarga de diseño (m³/s)

C: Coeficiente de escorrentía superficial (Ver cuadro)

I: Máxima intensidad de precipitación correspondiente al tiempo de concentración (Ver tabla)

A: Área a drenar o tributaria, Ha (Ver tabla)

TABLA N° VI.10: CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO PARA CADA TRAMO DE CUNETAS.

Prog. Inicial	Prog. Final	Descripción	Área Trib. (Ha)	I (mm/h)	C	Q (m3/s)
00+000	00+010	Cuneta	0.08	501.22	0.80	0.089
00+010	00+110	Cuneta	0.80	264.41	0.80	0.470
00+110	00+170	Cuneta	0.48	295.15	0.80	0.315
00+170	00+350	Cuneta	1.44	172.66	0.80	0.553
00+350	00+480	Cuneta	1.04	223.37	0.80	0.516
00+480	00+600	Cuneta	0.96	219.24	0.80	0.468
00+600	00+850	Cuneta	2.00	169.07	0.80	0.751
00+850	01+010	Cuneta	1.28	210.21	0.80	0.598
01+010	01+100	Cuneta	0.72	248.28	0.80	0.397
01+100	01+130	Cuneta	0.25	417.67	0.80	0.230
01+130	01+260	Cuneta	1.04	219.40	0.80	0.507
01+260	01+320	Cuneta	0.48	339.27	0.80	0.362
01+320	01+350	Cuneta	0.24	397.30	0.80	0.212
01+350	01+440	Cuneta	0.72	272.75	0.80	0.436
01+440	01+510	Cuneta	0.56	227.58	0.80	0.283
01+510	01+625	Cuneta	0.92	217.81	0.80	0.445
01+625	01+760	Cuneta	1.08	216.34	0.80	0.519
01+760	01+840	Cuneta	0.64	279.27	0.80	0.397
01+840	01+910	Cuneta	0.56	179.05	0.80	0.223
01+910	01+970	Cuneta	0.48	332.87	0.80	0.355
01+970	02+010	Cuneta	0.32	389.88	0.80	0.277

Prog. Inicial	Prog. Final	Descripción	Área Trib. (Ha)	I (mm/h)	C	Q (m3/s)
02+010	02+040	Cuneta	0.24	448.65	0.80	0.239
02+040	02+130	Cuneta	0.72	278.36	0.80	0.445
02+130	02+260	Cuneta	1.04	218.20	0.80	0.504
02+260	02+350	Cuneta	0.72	255.82	0.80	0.409
02+350	02+470	Cuneta	0.96	209.75	0.80	0.447
02+470	02+510	Cuneta	0.32	409.75	0.80	0.291
02+510	02+680	Cuneta	1.36	202.23	0.80	0.611
02+680	02+815	Cuneta	1.08	207.81	0.80	0.499
02+815	02+930	Cuneta	0.92	246.97	0.80	0.505
02+930	02+990	Cuneta	0.48	292.23	0.80	0.312
02+990	03+015	Cuneta	0.20	520.11	0.80	0.231
03+015	03+090	Cuneta	0.60	304.26	0.80	0.406
03+090	03+156	Cuneta	0.53	296.94	0.80	0.348
03+156	03+286	Cuneta	1.04	209.02	0.80	0.483
03+286	03+401	Cuneta	0.92	243.22	0.80	0.497
03+401	03+449	Cuneta	0.38	261.68	0.80	0.223
03+449	03+550	Cuneta	0.81	251.43	0.80	0.451
03+550	03+590	Cuneta	0.32	413.50	0.80	0.294
03+590	03+630	Cuneta	0.32	361.14	0.80	0.257
03+630	03+735	Cuneta	0.84	258.18	0.80	0.482
03+735	03+760	Cuneta	0.20	453.77	0.80	0.202
03+760	03+820	Cuneta	0.48	295.99	0.80	0.316
03+820	03+960	Cuneta	1.12	221.10	0.80	0.550
03+960	04+080	Cuneta	0.96	238.37	0.80	0.509
04+080	04+150	Cuneta	0.56	171.61	0.80	0.214
04+150	04+240	Cuneta	0.72	257.57	0.80	0.412
04+240	04+460	Cuneta	1.76	98.14	0.80	0.384
04+460	04+630	Cuneta	1.36	197.91	0.80	0.598
04+630	04+830	Cuneta	1.60	184.19	0.80	0.655
04+830	04+880	Cuneta	0.40	362.32	0.80	0.322
04+880	05+080	Cuneta	1.60	176.69	0.80	0.628
05+080	05+200	Cuneta	0.96	226.71	0.80	0.484
05+200	05+330	Cuneta	1.04	231.44	0.80	0.535
05+330	05+460	Cuneta	1.04	226.16	0.80	0.523
05+460	05+580	Cuneta	0.96	241.90	0.80	0.516
05+580	05+610	Cuneta	0.24	475.83	0.80	0.254

Prog. Inicial	Prog. Final	Descripción	Área Trib. (Ha)	I (mm/h)	C	Q (m3/s)
05+610	05+720	Cuneta	0.88	185.00	0.80	0.362
05+720	05+830	Cuneta	0.88	221.36	0.80	0.433
05+830	06+080	Cuneta	2.00	92.20	0.80	0.410
06+080	06+180	Cuneta	0.80	256.76	0.80	0.456
06+180	06+240	Cuneta	0.48	301.02	0.80	0.321
06+240	06+450	Cuneta	1.68	174.46	0.80	0.651
06+450	06+510	Cuneta	0.48	321.53	0.80	0.343
06+510	06+570	Cuneta	0.48	232.04	0.80	0.248
06+570	06+650	Cuneta	0.64	294.83	0.80	0.419
06+650	06+790	Cuneta	1.12	224.37	0.80	0.558
06+790	06+860	Cuneta	0.56	269.83	0.80	0.336
06+860	06+990	Cuneta	1.04	232.63	0.80	0.538
06+990	07+040	Cuneta	0.40	352.60	0.80	0.313
07+040	07+130	Cuneta	0.72	272.99	0.80	0.437
07+130	07+162	Cuneta	0.26	345.32	0.80	0.196
07+162	07+339	Cuneta	1.42	197.66	0.80	0.622
07+339	07+409	Cuneta	0.56	309.36	0.80	0.385
07+409	07+609	Cuneta	1.60	185.33	0.80	0.659
07+609	07+659	Cuneta	0.40	353.83	0.80	0.315
07+659	07+829	Cuneta	1.36	194.72	0.80	0.589
07+829	07+909	Cuneta	0.64	255.65	0.80	0.364
07+909	07+969	Cuneta	0.48	294.18	0.80	0.314

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de base topográfica

6.3. DRENAJE

6.3.1. PARAMETROS PARA EL DRENAJE SUPERFICIAL

6.3.1.1. PERIODO DE RETORNO

Se ha considerado periodos de retomo no inferiores a 5 años para las cunetas.

TABLA N° VI.11: PERIODOS RETORNO PARA DISEÑO OBRAS DRENAJE.

Tipo de obra	Período de retorno en años
Puentes y pontones	100 (mínimo)
Alcantarillas de paso y badenes	50
Alcantarilla de alivio	10 – 20
Drenaje de la plataforma	10

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito

6.3.1.2. VELOCIDAD MAXIMA DEL AGUA

Se considera un daño medio debido al caudal máximo medio que podría precipitarse, por ello se toma en cuenta lo siguientes posibles daños:

TABLA N° VI.12: VELOCIDAD MAXIMA DEL AGUA

Tipo de superficie	Máxima velocidad admisible (m/s)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 – 0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60 – 0.90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60 – 1.20
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20 – 1.50
Hierba	1.20 – 1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40 – 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 – 4.50 *
Concreto	4.50 – 6.00 *

* Para flujos de muy corta duración

FUENTE: Cuadro 4.1.1.C Manual de Diseño de Carreteras

6.4. OBRAS DE ARTE

6.4.1. CUNETAS

Las cunetas que se proponen serán de mampostería de piedra y sección triangular.

6.4.1.1. CÁLCULO DEL TIRANTE DE DISEÑO

Para obtener el tirante de la sección triangular de la cuneta se usa la fórmula de Manning.

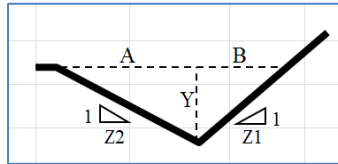


TABLA N° VI.13: COEFICIENTE DE RUGOSIDAD, SEGÚN MATERIAL

MATERIAL	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD (n)
Tubos de barro para drenaje.	0.014
Superficie de cemento pulido.	0.012
Tubería de concreto.	0.015
Canales revestidos con concreto.	0.014
Superficie de mampostería con cemento.	0.017
Acueductos semicirculares, metálicos lisos.	0.012
Acueductos semicirculares, metálicos corrugados.	0.025
Tuberías de plástico corrugadas ADS.	0.012
Canales en tierra, alineados y uniformes.	0.025
Canales en roca, lisos y uniformes.	0.033
Canales en roca, con salientes y sinuosos.	0.04
Canales dragados en tierra.	0.0275
Canales con lecho pedregoso y bordes de tierra enyerbados.	0.035
Canales con plantilla de tierra y taludes ásperos.	0.033
Corrientes naturales limpias, bordes rectos, sin hendiduras ni charcos profundos.	0.03
Corrientes naturales igual al anterior, pero con algo de hierba y piedra.	0.035
Corrientes naturales igual al anterior, pero menos profundas, con secciones pedregosas.	0.055
Ríos con tramos lentos, cauce enyerbado o con charcos profundos.	0.07
Playa muy enyerbada.	0.125

FUENTE : Máximo Villón, M.1994

TABLA N° VI.14: DISEÑO DE LA GEOMETRIA Y COMPROBACION DE VELOCIDAD ADMISIBLE PARA LAS CUNETAS PROYECTADAS.

$n = 0.017$ Mampostería de Piedra

Propiedades Geom. De la Cuneta

Prog. Inicial	Prog. Final	Z1	Z2	Y	A	B	Pendiente (%)	Q (m3/s)	Velocidad
00+000	00+010	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	1.65	0.321	2.01
00+010	00+110	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	12.00	0.866	5.41
00+110	00+170	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	6.78	0.651	4.07
00+170	00+350	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	6.78	0.651	4.07
00+350	00+480	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	10.16	0.797	4.98
00+480	00+600	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	8.02	0.708	4.43
00+600	00+850	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	12.00	0.866	5.41
00+850	01+010	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	12.00	0.866	5.41
01+010	01+100	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	7.51	0.685	4.28
01+100	01+130	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	7.51	0.685	4.28
01+130	01+260	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	9.44	0.768	4.80
01+260	01+320	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	12.00	0.866	5.41
01+320	01+350	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	5.73	0.599	3.74
01+350	01+440	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	11.04	0.831	5.19
01+440	01+510	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	3.18	0.446	2.79
01+510	01+625	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	7.17	0.670	4.18
01+625	01+760	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	9.61	0.775	4.84
01+760	01+840	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	9.61	0.775	4.84
01+840	01+910	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	1.19	0.273	1.70
01+910	01+970	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	11.10	0.833	5.21
01+970	02+010	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	9.43	0.768	4.80
02+010	02+040	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	9.43	0.768	4.80
02+040	02+130	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	12.00	0.866	5.41
02+130	02+260	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	9.23	0.760	4.75
02+260	02+350	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	8.49	0.729	4.55
02+350	02+470	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	6.69	0.647	4.04
02+470	02+510	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	11.56	0.850	5.31
02+510	02+680	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	11.56	0.850	5.31
02+680	02+815	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	8.15	0.714	4.46
02+815	02+930	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	12.00	0.866	5.41
02+930	02+990	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	6.51	0.638	3.99
02+990	03+015	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	12.00	0.866	5.41
03+015	03+090	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	12.00	0.866	5.41

$n = 0.017$ Mampostería de Piedra

Propiedades Geom. De la Cuneta

Prog. Inicial	Prog. Final	Z1	Z2	Y	A	B	Pendiente (%)	Q (m3/s)	Velocidad
03+090	03+156	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	8.41	0.725	4.53
03+156	03+286	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	7.74	0.696	4.35
03+286	03+401	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	11.27	0.839	5.25
03+401	03+449	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	2.65	0.407	2.54
03+449	03+550	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	9.96	0.789	4.93
03+550	03+590	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	12.00	0.866	5.41
03+590	03+630	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	6.89	0.656	4.10
03+630	03+735	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	12.00	0.866	5.41
03+735	03+760	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	6.86	0.655	4.09
03+760	03+820	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	6.86	0.655	4.09
03+820	03+960	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	11.30	0.841	5.25
03+960	04+080	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	11.30	0.841	5.25
04+080	04+150	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	1.00	0.250	1.56
04+150	04+240	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	8.73	0.739	4.62
04+240	04+460	0.5	1.5	0.5	0.75	0.25	1.00	0.453	1.81
04+460	04+630	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	10.58	0.813	5.08
04+630	04+830	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	10.91	0.826	5.16
04+830	04+880	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	10.91	0.826	5.16
04+880	05+080	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	9.20	0.758	4.74
05+080	05+200	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	9.20	0.758	4.74
05+200	05+330	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	11.75	0.857	5.36
05+330	05+460	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	10.69	0.818	5.11
05+460	05+580	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	12.00	0.866	5.41
05+580	05+610	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	12.00	0.866	5.41
05+610	05+720	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	3.36	0.458	2.86
05+720	05+830	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	7.01	0.662	4.14
05+830	06+080	0.5	1.5	0.5	0.75	0.25	1.00	0.453	1.81
06+080	06+180	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	10.64	0.816	5.10
06+180	06+240	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	7.35	0.678	4.24
06+240	06+450	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	9.63	0.776	4.85
06+450	06+510	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	9.63	0.776	4.85
06+510	06+570	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	2.53	0.398	2.49
06+570	06+650	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	12.00	0.866	5.41
06+650	06+790	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	12.00	0.866	5.41

		$n = 0.017$ Mampostería de Piedra								
		Propiedades Geom. De la Cuneta								
Prog. Inicial	Prog. Final	Z1	Z2	Y	A	B	Pendiente (%)	Q (m ³ /s)	Velocidad	
06+790	06+860	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	6.39	0.632	3.95	
06+860	06+990	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	12.00	0.866	5.41	
06+990	07+040	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	9.76	0.781	4.88	
07+040	07+130	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	11.08	0.832	5.20	
07+130	07+162	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	3.67	0.479	2.99	
07+162	07+339	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	11.41	0.845	5.28	
07+339	07+409	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	11.19	0.836	5.23	
07+409	07+609	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	11.19	0.836	5.23	
07+609	07+659	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	9.90	0.787	4.92	
07+659	07+829	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	9.90	0.787	4.92	
07+829	07+909	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	6.69	0.647	4.04	
07+909	07+969	0.5	1.5	0.4	0.6	0.2	6.69	0.647	4.04	

FUENTE : Datos obtenidos en gabinete.

TABLA N°VI.15: DIMENSIONES MINIMAS DE CUNETAS.

Región	Profundidad(m)	Ancho(m)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.75
Muy Lluviosa	0.50	1.00

FUENTE: Cuadro 4.1.3.a Manual de diseño de Caminos no Pavimentados.

Se puede apreciar que las dimensiones de las cunetas superan las mínimas recomendadas por el manual de diseño, así como la no excedencia de la velocidad.

6.4.1.2. DISEÑO DE ALCANTARILLAS Y ALVIADEROS DE CUNETAS.

Debido a las ventajas de diseño e instalación se ha optado por alcantarillas circulares 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.

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.

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 velocidad crítica.

“La velocidad crítica para la descarga máxima de cualquier sección transversal de un canal, es la debida a una carga igual 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 $0.3113D$, en la que D es el diámetro del tubo en metros. La ecuación sólo es válida cuando la superficie del agua coincide con la parte superior del tubo, y cuando éste se halla en una pendiente tal que no haya efecto de remanso debido a la fricción.

Gráfico. Elemento 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.

De donde:

Esta ecuación da 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 conocidas, puede determinarse la descarga.

$$Q = V A$$

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

Por tanto:

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

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

Ecuación que proporciona el diámetro del tubo en la sección crítica, cuando la pendiente es suficiente para no causar el efecto del remanso.

Efecto de la pendiente.

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

$n = 0.021$ (Metal corrugado)

Despejando;

Además;

$$V = 2.471 D^{1/2}$$

$$V^2 = 6.1077 D$$

Tenemos:

Expresada en tanto por ciento:

Esta ecuación da el tanto por ciento de la pendiente en la que debe ser colocado el tubo para que el agua que pasa por la sección crítica fluya sin formar remanso.

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.
- 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 destructora aguas abajo, y al tubo mismo si no se la protege.
- Se recomienda un declive de 1 a 2% para que resulte una pendiente 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.

Para nuestro caso no se proyectaran alcantarillas de pase, ya que las existentes están en buen estado de conservación sin embargo si se diseñaran para aliviaderos de cunetas. Para ello se utilizó el programa HCanales, el cual aplica algoritmos que utiliza las fórmulas indicadas líneas arriba.

FIGURA N° VI.3: CALCULO DE TIRANTE DE ALCANTARILLA TMC

Cálculo del tirante normal, sección circular

Lugar: **Ihuari, Huaral, Lima** Proyecto: **Camino Vecinal Yunguy**
 Tramo: **Dv. Ihuari - Ihuari** Revestimiento: **Fierro Corrugado**

Datos:

Caudal (Q):	.655	m ³ /s
Diámetro (d):	0.901	m
Rugosidad (n):	0.025	
Pendiente (S):	.02	m/m

Resultados:

Tirante normal (y):	0.4455	m	Perímetro mojado (p):	1.4052	m
Area hidráulica (A):	0.3143	m ²	Radio hidráulico (R):	0.2236	m
Espejo de agua (T):	0.9009	m	Velocidad (v):	2.0842	m/s
Número de Froude (F):	1.1267		Energía específica (E):	0.6669	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Retorna al Menú principal 10:09 p.m. 05/07/2016

FUENTE: cálculo en software HCanales

Por lo que se va a utilizar en todos los casos que se están proyectando tubería de aliviadero la del tipo Tubo Metálico Corrugado de 36" de diámetro, ya que supera lo mínimamente establecido como velocidad admisible, tirante, etc. tal como se aprecia en el cuadro indicado.

FIGURA N° VI.04: Ubicación de alcantarillas Propuestas



FUENTE: Elaboración propia

ANEXO VII
CAPA DE AFIRMADO PROPUESTO

VII. DISEÑO DE CAPA DE AFIRMADO PROPUESTO

7.1. Tráfico

El tráfico proyectado al año horizonte, se clasificará según lo siguiente:

TABLA N° VII.1: CLASIFICACION DE TRÁFICO

CLASE	T0	T1	T2	T3
IMDA (Total vehículos ambos sentidos)	<15	16 - 50	51 - 100	101 - 200
Vehículos pesados (carril de diseño)	<6	6 - 15	16 - 28	29 - 56
N° Rep. EE (carril de diseño)	< 2.5 x 10 ⁴	2.6x10 ⁴ -7.8x10 ⁴	7.9x10 ⁴ - 1.5x10 ⁵	1.6x10 ⁵ -3.1x10 ⁵

FUENTE: Manual de diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito.

De la proyección de Tráfico (Ver Anexo) se estableció, un IMDA proyectado entre 101 – 200 Veh/Día determinando a esta Carretera de Bajo Volumen de Tránsito con un tráfico del tipo T3. Para un período de 10 años obteniéndose un rango de Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) de 1.85x10⁵. (Ver anexo de cálculo de tráfico)

TABLA N° VII.2: FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA

Carga total por eje		Factores de equivalencia de carga			Carga total por eje		Factores de equivalencia de carga	
Kgs	Lbs	Ejes Simples	Ejes Dobles		Kgs	Lbs	Ejes Simples	Ejes Dobles
454	1000	0.00002			18597	41000	23.27	2.29
907	2000	0.00018			19051	42000	25.64	2.51
1361	3000	0.00072			19504	43000	28.22	2.75
1814	4000	0.00209			19958	44000	31.00	3.00
2268	5000	0.00500			20411	45000	34.00	3.27
2722	6000	0.01043			20865	46000	37.24	3.55
3175	7000	0.01960			21319	47000	40.74	3.85
3629	8000	0.03430			21772	48000	44.50	4.17
4082	9000	0.05620			22226	49000	48.54	4.51
4536	10000	0.08770	0.00688		22680	50000	52.88	4.86
4990	11000	0.13110	0.01008		23133	51000		5.23
5443	12000	0.189	0.0144		23587	52000		5.63
5897	13000	0.264	0.0199		24040	53000		6.04
6350	14000	0.360	0.0270		24494	54000		6.47
6804	15000	0.478	0.0360		24943	55000		6.93
7257	16000	0.623	0.0472		25401	56000		7.41
7711	17000	0.796	0.0608		25855	57000		7.92
8165	18000	1.000	0.0773		26308	58000		8.45
8618	19000	1.24	0.0971		26762	59000		9.01
9072	20000	1.51	0.1206		27216	60000		9.59
9525	21000	1.83	0.148		27669	61000		10.20
9979	22000	2.18	0.180		28123	62000		10.84
10433	23000	2.58	0.217		28576	63000		11.52
10866	24000	3.03	0.260		29030	64000		12.22
11340	25000	3.53	0.308		29484	65000		12.96
11793	26000	4.09	0.364		29937	66000		13.73
12247	27000	4.71	0.426		30391	67000		14.54
12701	28000	5.39	0.495		30844	68000		15.38
13154	29000	6.14	0.572		31298	69000		16.26
13608	30000	6.97	0.658		31751	70000		17.19
14061	31000	7.88	0.753		32205	71000		18.15
14515	32000	8.88	0.857		32659	72000		19.16
14969	33000	9.98	0.971		33112	73000		20.22
15422	34000	11.18	1.095		33566	74000		21.32
15876	35000	12.50	1.23		34019	75000		22.47
16329	36000	13.93	1.38		34473	76000		23.66
16783	37000	15.50	1.53		34927	77000		24.91
17237	38000	17.20	1.70		35380	78000		26.22
17690	39000	19.06	1.89		35834	79000		27.58
18144	40000	21.08	2.08		36287	80000		28.99

FUENTE: Manual de diseño de Pavimentos AASHTO 1974

7.2. SUBRASANTE

El Manual de Diseño para Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito identifica cinco categorías de subrasante:

- S0: sub rasante muy pobre CBR <3%
 S1: sub rasante pobre CBR = 3% - 5%

S2:	sub rasante regular	CBR = 6% - 10%
S3:	sub rasante buena	CBR = 11% - 19%
S4:	sub rasante muy buena	CBR >=20%

Del estudio de suelos realizado, el valor de CBR promedio arrojó fue 12% a un 95% de la máxima densidad seca y 0.2" de penetración. Considerándose este suelo para subrasante como bueno.

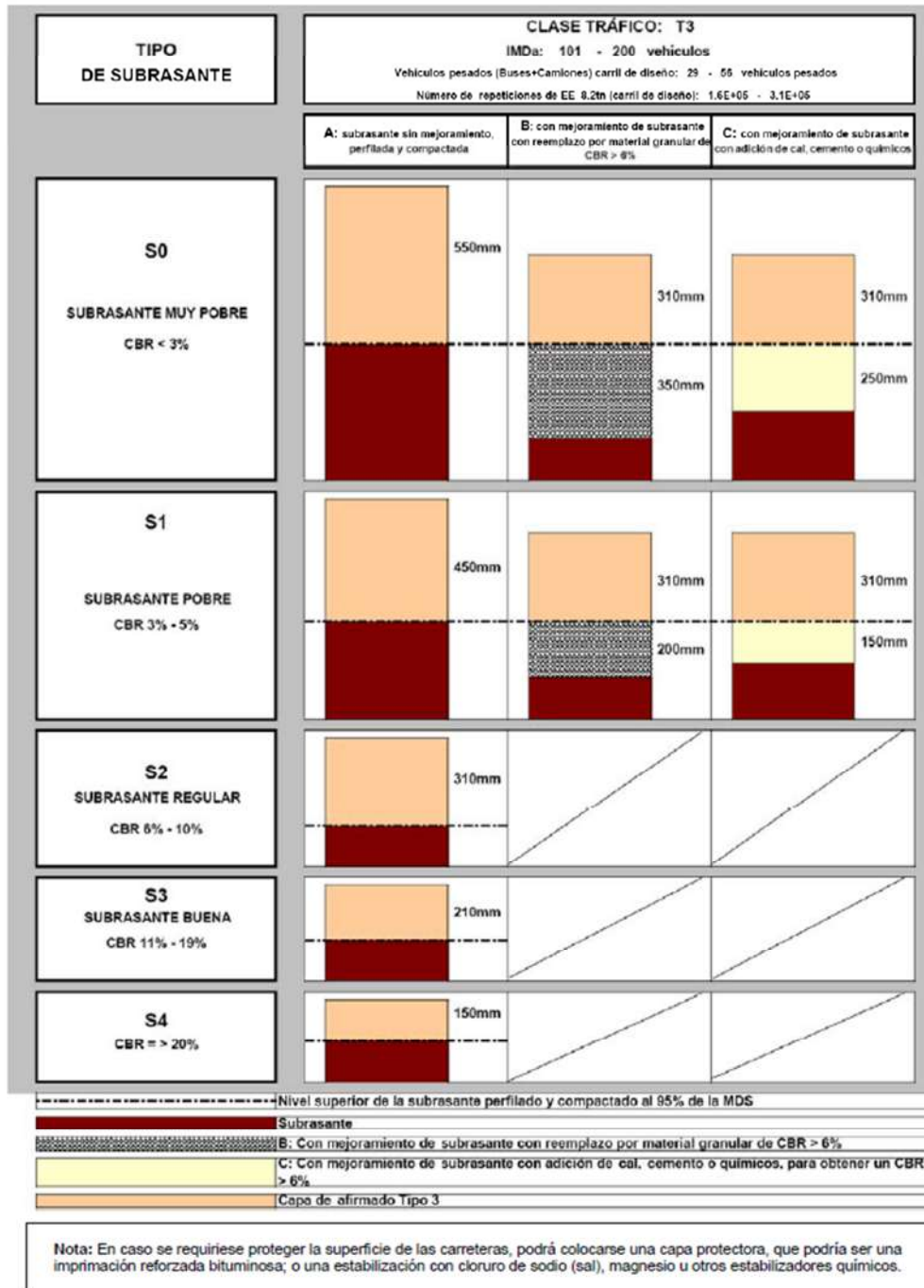
7.3. ESPESOR DEL AFIRMADO

7.3.1. CATÁLOGO ESTRUCTURAL DE SUPERFICIES DE RODADURA

Para determinar el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado se utilizó el catálogo de capas de revestimiento granular y así determinar el espesor del afirmado para cada tipo de sub rasante y de tráfico según cálculo ya mencionado

FIGURA N° VII.1: CATALOGO DE CAPAS DE REVESTIMIENTO GRANULAR

TRAFICO T3

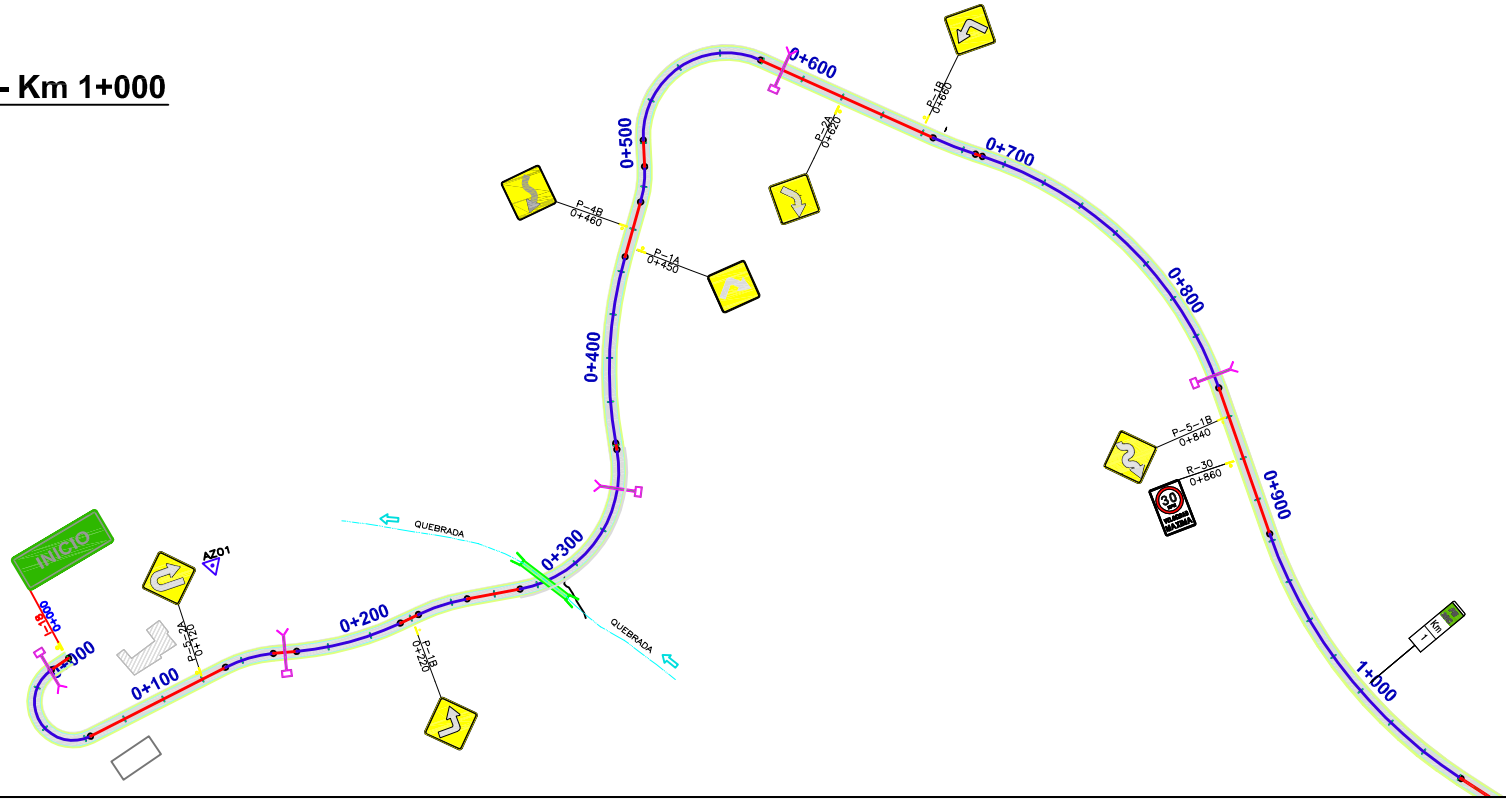


FUENTE: Manual de diseño de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito.

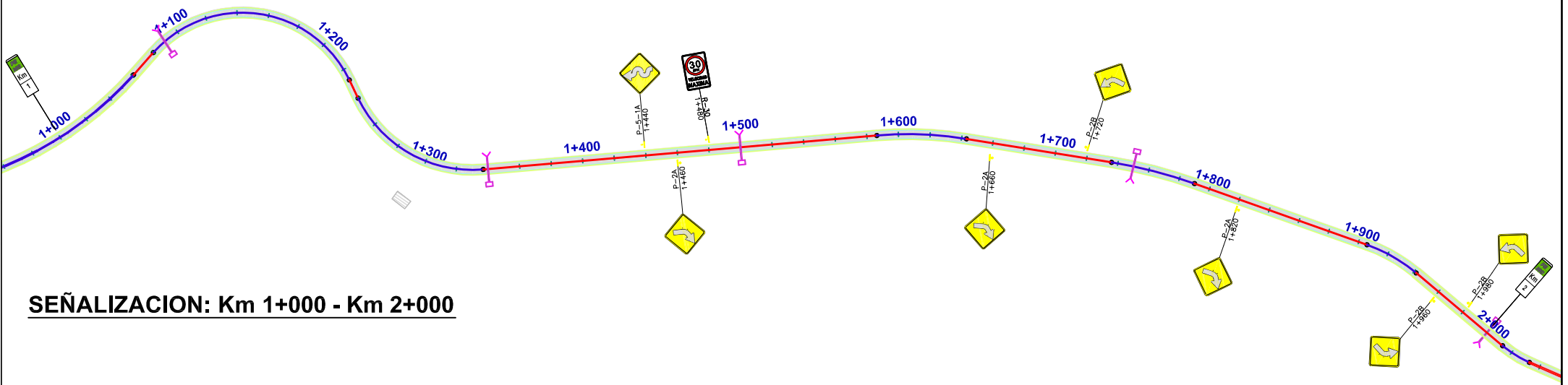
Del catálogo de Capas de Revestimiento Granular para un tráfico T3 se determinó el espesor de la capa de afirmado en consideración con el CBR de 12% correspondiéndole una capa de espesor de 21cm.

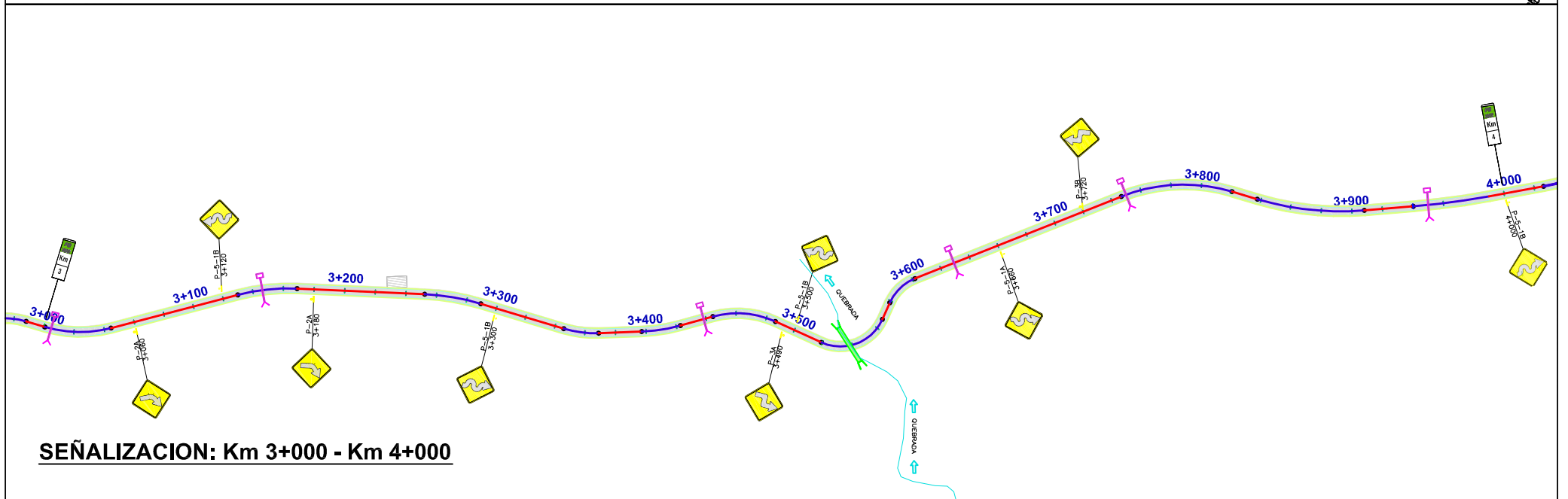
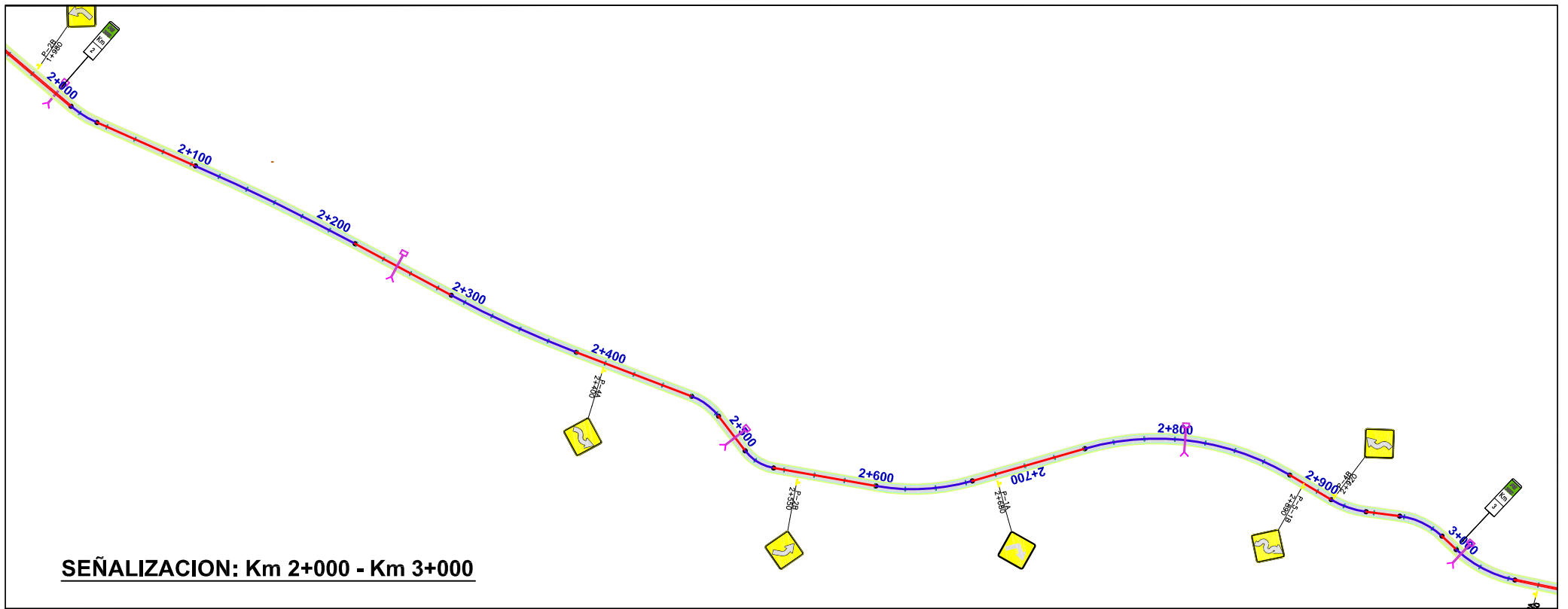
ANEXO VIII
PLANO DE LA PROPUESTA DE
SEÑALIZACION

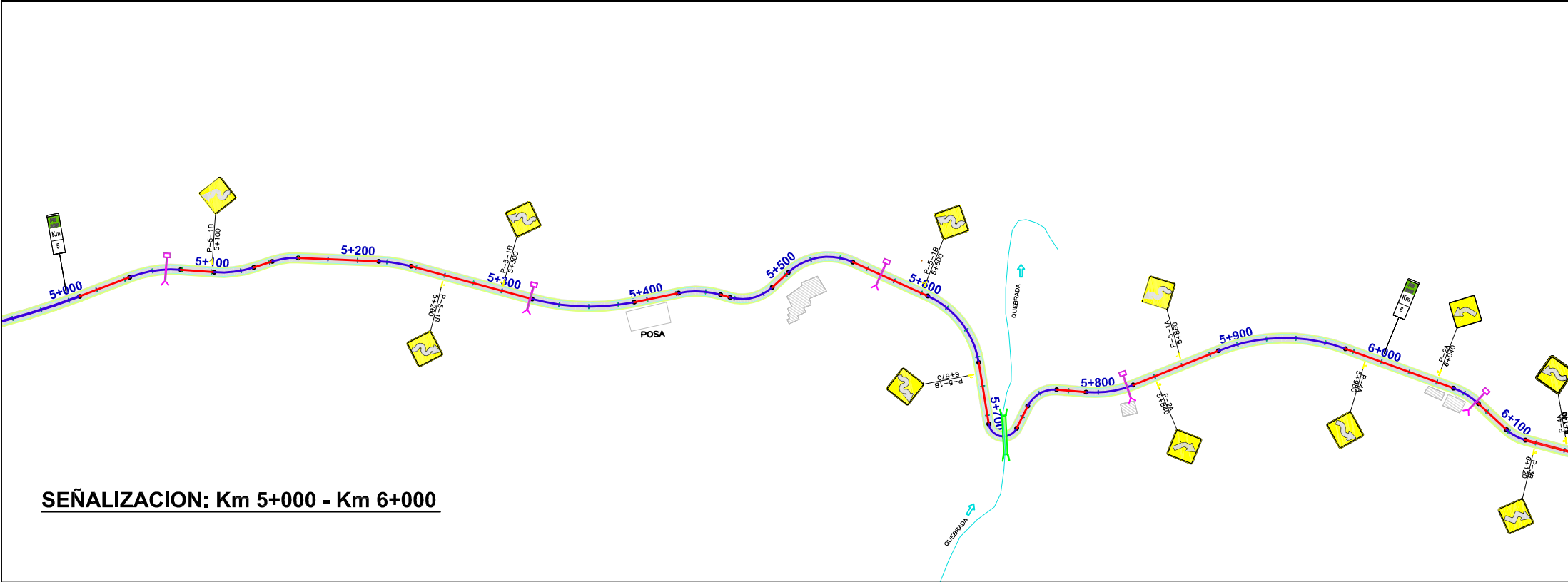
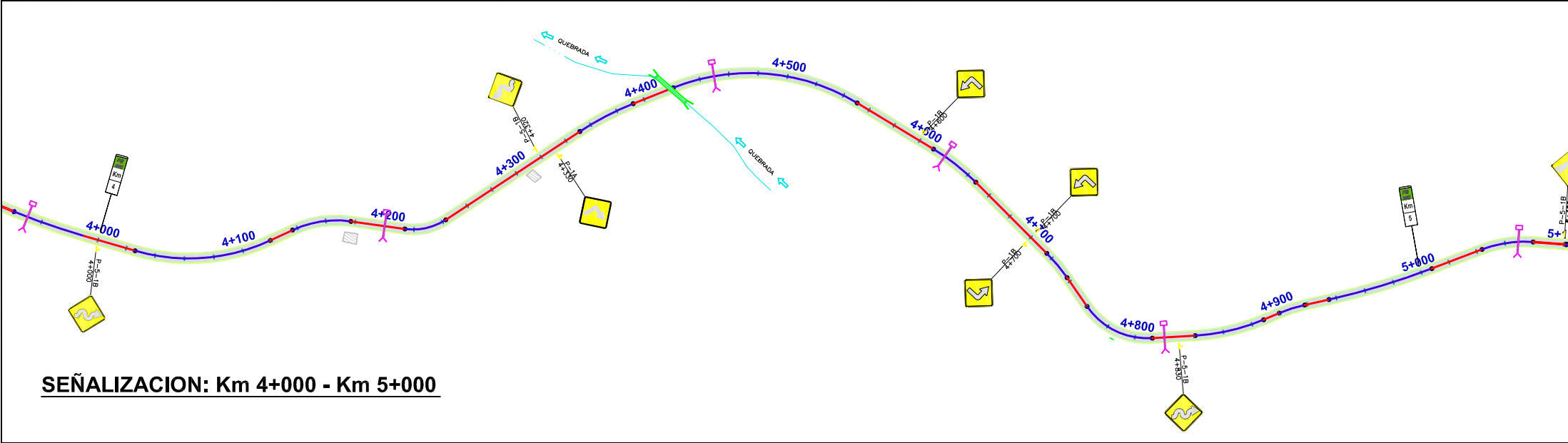
SEÑALIZACION: Km 0+000 - Km 1+000

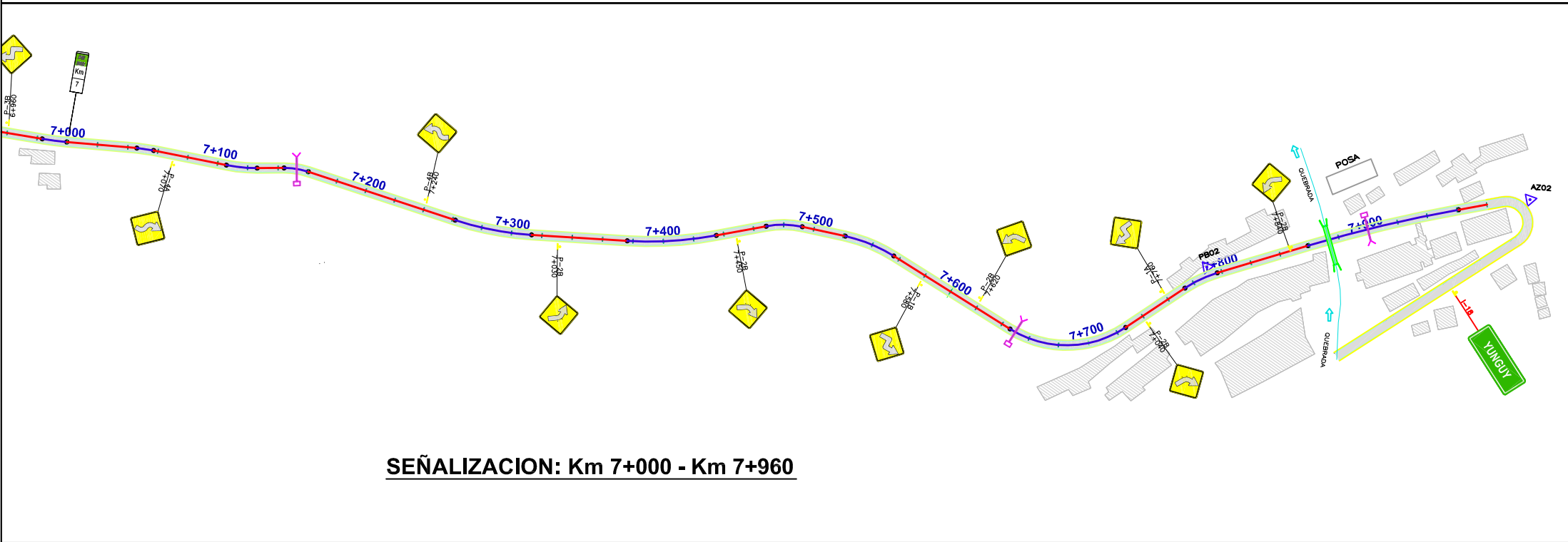
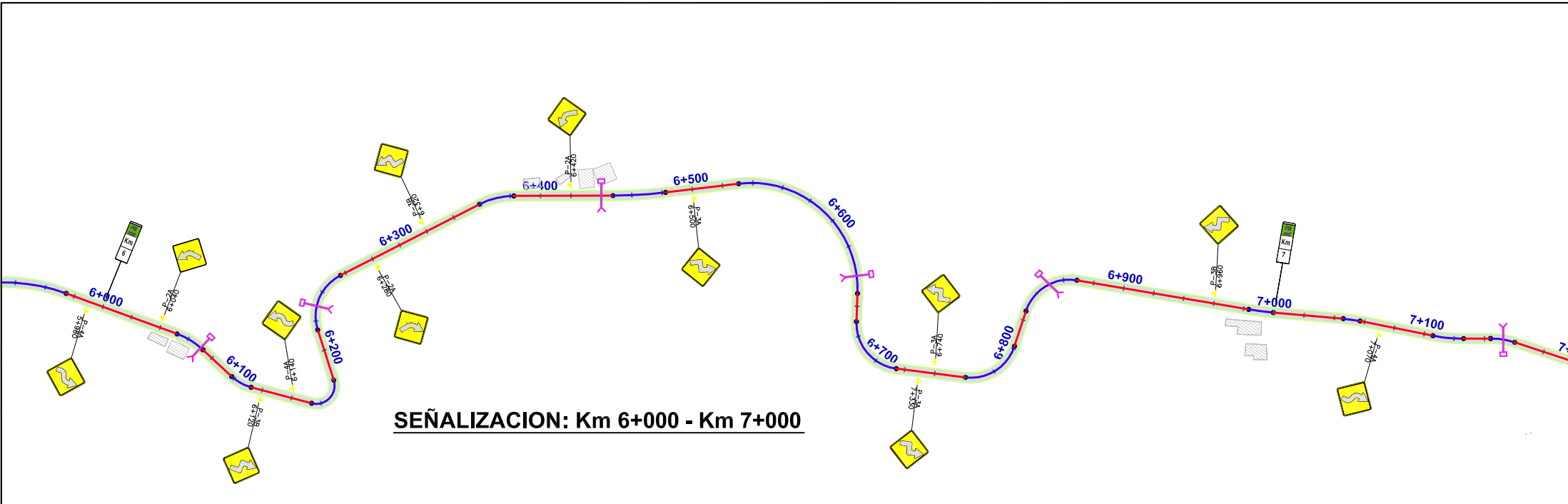


SEÑALIZACION: Km 1+000 - Km 2+000









ANEXO IX
CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE LOS
EQUIPOS UTILIZADOS EN LA TESIS

N° 14574-15

San Isidro 5 Noviembre 2015

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

A petición de GENET SERVICIOS GENERALES S.A.C., la empresa SURVEY RENTAL & SALES SAC, le expide el presente certificado por (01):

ESTACION TOTAL MARCA LEICA
MODELO TS06 ULTRA 5"

Con N° de serie 1322945, dicho instrumento ha sido revisado y calibrado todos los puntos en nuestro laboratorio y se encuentra en perfecto estado de funcionamiento de acuerdo a los estándares internacionales establecidos (DIN 18723).

Equipo de Calibración utilizado:

Equipo /Modelo	Marca	Serie
GEOMAX ZOOM 35 PRO 1	GEOMAX	2832282

Resultados:

Valor de Patrón	Valor Obtenido	Incertidumbre	Error Medido
VR: 360° 00' 00"	359° 00' 01"	5"	1"
HZ: 180° 00' 00"	180° 00' 00"	5"	1"

Certificado Por:

Ing. José Quispe Peña

Supervisor de Laboratorio

Firma: Survey Rental & Sales S.A.C.

JOSE MANUEL QUISPE P.
ING. ELECTRONICO / SUPERVISOR DE SERVICIO TECNICO

Fecha Emisión:

5. Noviembre 2015

Fecha Vencimiento:

5. Mayo 2016

Your authorized Distributor of

GEOMAX
Part of Hexagon Group

N° 14573-15

San Isidro 5 Noviembre 2015

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

A petición de GENET SERVICIOS GENERALES S.A.C., la empresa SURVEY RENTAL & SALES SAC, le expide el presente certificado por (01):

NIVEL AUTOMATICO MARCA TOPCON
MODELO AT-G6

Con N° de serie B37708, dicho instrumento ha sido revisado y calibrado todos los puntos en nuestro laboratorio y se encuentra en perfecto estado de funcionamiento de acuerdo a los estándares internacionales establecidos (DIN 18723).

Equipo de Calibración utilizado:

Equipo /Modelo	Marca	Serie
GEOMAX ZOOM 35 PRO 1	GEOMAX	2832282

Resultados:

Valor de Patrón	Valor Obtenido	Incertidumbre	Error Medido
90° 00' 00"	90° 00' 00"	2.0mm.	0.0mm.

Certificado Por:

Ing. José Quispe Peña

Supervisor de Laboratorio

Firma:

JOSE MANUEL QUISPE P.
ING. ELECTRONICO / SUPERVISOR DE SERVICIO TÉCNICO

Fecha Emisión:

5. Noviembre 2015

Fecha Vencimiento:

5. Mayo 2016

Your authorized Distributor of

GEOMAX
Part of Hexagon Group



METROLOGIA & TECNICAS S.A.C.

Certificado de Calibración

Calibration Certificate

LM-562-2016

Laboratorio de Masa

Page 1 of 3

Página 1 de 3

Solicitante GENET SERVICIOS GENERALES S.A.C.
Customer MZA. L LÓTE. 22 COO. SAN JUAN DE SALINAS LIMA -SAN MARTIN

Objeto - Fabricante BALANZA - AYA INSTRUMENTS
Object - Manufacturer

Número de Serie 111202099

Serial number

Tipo / Modelo WT20002NFE
Type / Model ELECTRONICA

Capacidad Maxima 2000 g
Capacity max.

División de escala, d 0.01 g
Actual scale interval, d

Div. de verificación, e 0.1 g
Verification scale interval, e

Clase de exactitud II
Accuracy classes

Capacidad mínima 5 g
minimum capacity

Identificación NO INDICA
Identification

Fecha de Calibración 2016-05-25
Date of calibration

Lugar de calibración LABORATORIO METROLOGIA & TECNICAS SAC
calibration site

Numero de Páginas 3
Number of pages of the certificate

Expediente : 120451
Order N°

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

This calibration certificate documents the traceability to national o international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The measurement are valid at the time of calibration. The applicant is responsible for arranging a recalibration in due course of time.

This calibration certificate can not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory.

Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Fecha
Date

2016-05-25

Jefe del laboratorio de calibración
Head of the calibration laboratory

JESÚS QUINTO C.

Sello
Seal





CERTIFICADO DE CALIBRACION LT-188-20

FECHA DE EMISIÓN: 2016-05-25

PÁGINA : 1 de 3

- 1. SOLICITANTE** : GENET SERVICIOS GENERALES S.A.C.
DIRECCIÓN : MZA. L LOTE. 22 COO. SAN JUAN DE SALINAS LIMA -SAN MARTIN
- 2. EQUIPO** : HORNO
MARCA : AYA INSTRUMENTS
MODELO : STHX-1A
N° SERIE : 12410
PROCEDENCIA : CHINA
IDENTIFICACIÓN : NO INDICA
UBICACIÓN : Laboratorio de Metrologia & Técnicas SAC
TEMPERATURA DE TRABAJO : 100 °C

DESCRIPCIÓN	CONTROL
ALCANCE DE INDICACIÓN	300°C
DIV. ESCALA / RESOLUCIÓN	0,1 °C
TIPO	DIGITAL

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN

La calibración se efectuó el 25 de Mayo del 2016 en el Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento

4. MÉTODO Y PATRÓN DE MEDICIÓN :

La calibración se efectuó por comparación con patrones que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, tomando como referencia el Procedimiento de Calibración de Medios Isotermos con Aire como Medio Termostático del SNM- INDECOPI

Se utilizó un termómetro patrón con Certificado de Calibración N° LT-545-2010 trazable al SNM/INDECOPI.

5. RESULTADOS :

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Ambiental : 21.1 °C Humedad Relativa : 64 % Presión Ambiental : 1 bar

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición se ha determinado con un factor de cobertura $k = 2$, para un nivel de confianza de 95% aproximadamente.

6. OBSERVACIONES

Se colocó un sticker con la indicación de CALIBRADO

La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o reglamentos vigentes.

Los resultados se refieren únicamente al instrumento ensayado en el momento de la calibración y en las condiciones especificadas en este documento.

Jesús Quinto C.
Jefe de Laboratorio



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE METROLOGIATECNICAS S.A.C.



METROLOGIA & TECNICAS S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACION LT-188-20

PÁGINA : 2 de 3

TEMPERATURA DE TRABAJO : 100 °C													
Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación de termómetros patrones										Temperatura promedio (°C)	Tmax - Tmin
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3	103.0	4.0
02	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3	103.0	4.0
04	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3	103.0	4.0
06	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3	103.0	4.0
08	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3	103.0	4.0
10	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3	103.0	4.0
12	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3	103.0	4.0
14	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3	103.0	4.0
16	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3	103.0	4.0
18	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3	103.0	4.0
20	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3	103.0	4.0
22	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3	103.0	4.0
24	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3	103.0	4.0
26	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3	103.0	4.0
28	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3	103.0	4.0
30	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3	103.0	4.0
32	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3	103.0	4.0
34	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3	103.0	4.0
36	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3	103.0	4.0
38	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3	103.0	4.0
40	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3	103.0	4.0
T. PROM.	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3	103.0	
T. MAX.	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3		
T. MIN.	100.0	101.3	105.3	102.3	104.3	105.1	102.3	102.1	104.2	101.3	101.3		
DTT	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		

DTT: Diferencia de temperatura (T. Max - T. Min.)

Temperatura Ambiental Promedio : 21.1 °C
 Tiempo de calibración del equipo : 40 minutos
 Tiempo de estabilización del equipo : 1 h 45 min

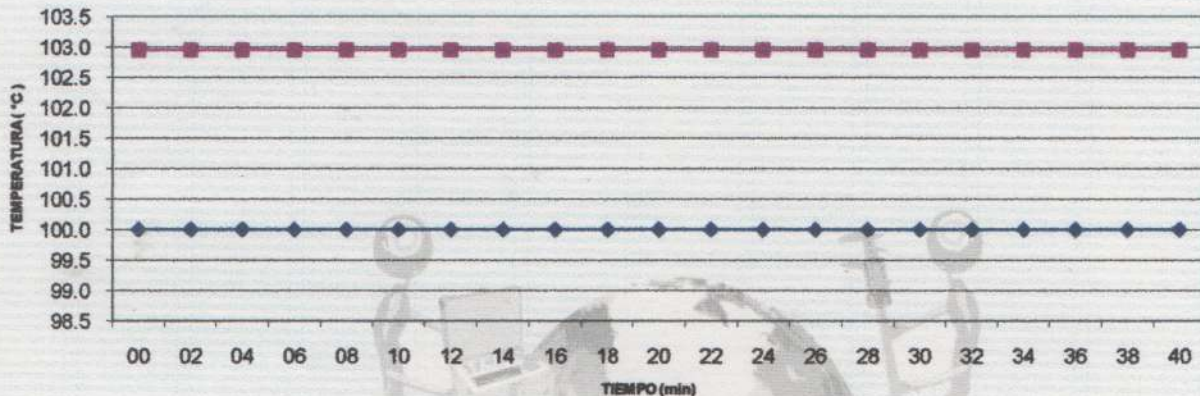
DESVIACIÓN MÁXIMA DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO		INCERTIDUMBRE (± °C)
EN EL TIEMPO (°C)	EN EL ESPACIO (°C)	
0.0	4.0	1.6



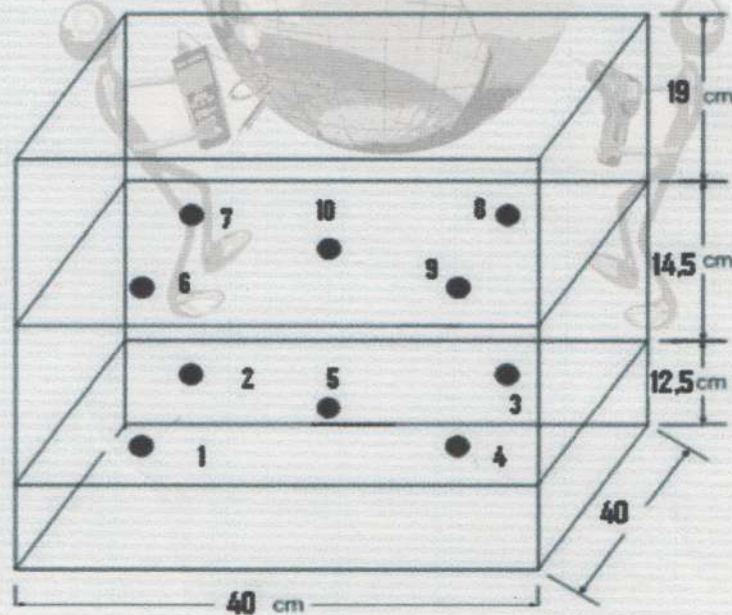
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE METROLOGIATECNICAS S.A.C.



DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: 100 °C



UBICACIÓN DE LOS SENSORES



Los termopares 5 y 10 están ubicados sobre el centro de sus respectivos niveles a 1,5 cm por encima de ellos.
Los demás termopares están ubicados a un cuarto de la longitud de los lados del equipo (en el centro de cada cuadrante) y a 1,5 cm por encima de sus niveles.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE METROLOGIATECNICAS S.A.C.



INFORME TECNICO
MARTILLO PROCTOR ESTANDAR
MANUFACTURADO POR

TAMIEQUIPOS Ltda.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Peso	5.5 libras
Caída	12 "(pulgadas)
Serie	993

El Martillo Proctor Estándar ha sido fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D – 558

Fecha: Julio 20 del 2016

Aprobado:

Dep. Metrologia Pedro Rojas



INFORME TECNICO
MOLDE PROCTOR MODIFICADO
MANUFACTURADO POR

TAMIEQUIPOS Ltda.
EQUIPOS DE LABORATORIO

diámetro interno	6" (152,4mm)
Altura	116,43 mm
Serie	1682
Peso de molde	3072g
Peso de molde con base	6585g

El molde proctor modificado ha sido Fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D – 1557

Fecha: Julio 20 del 2016

Aprobado:

Dep. Metrologia Arnold Rojas Cañon

BOGOTA - COLOMBIA



INFORME TECNICO
MOLDE PROCTOR ESTANDAR
MANUFACTURADO POR

TAMIEQUIPOS Ltda.

EQUIPOS DE LABORATORIO

Diámetro interno	4" (101,6mm)
Altura	116,4 mm
Serie	1042

El Molde Proctor Estándar ha sido Fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D – 558

Fecha Julio 20 del 2016 Aprobado:

Dep. Metrologia Pedro Rojas

BOGOTA – COLOMBIA

**INFORME TECNICO
MOLDE PROCTOR ESTANDAR
MANUFACTURADO POR**

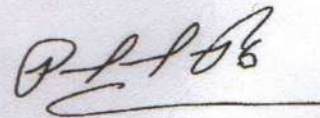
TAMIEQUIPOS Ltda.

EQUIPOS DE LABORATORIO

Diámetro interno	4" (101,6mm)
Altura	116,4 mm
Serie	1042

El Molde Proctor Estándar ha sido Fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D – 558



Fecha Julio 20 del 2016 Aprobado:

Dep. Metrologia Pedro Rojas

BOGOTA – COLOMBIA