



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA PINLLOPATA – EL CORAZÓN EN EL
TRAMO 0 + 000 HASTA 4 + 000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA
DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”.**

AUTOR: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

TUTOR: Ing. Mg. Fricson Lutgardo Moreira Cedeño

AMBATO – ECUADOR

Marzo - 2021

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, con el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA PINLLOPATA – EL CORAZÓN EN EL TRAMO 0 + 000 HASTA 4 + 000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, elaborado por el Sr. Jonatan Raúl Castellano Bonilla, portador de la cédula de ciudadanía C.I. 050345708-7, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente Proyecto Técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, Marzo 2021

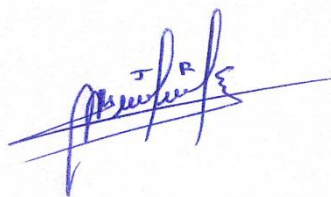
Ing. Mg. Fricson Lutgardo Moreira Cedeño

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Jonatan Raúl Castellano Bonilla** con C.I. 050345708-7, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA PINLLOPATA – EL CORAZÓN EN EL TRAMO 0 + 000 HASTA 4 + 000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Marzo 2021



Jonatan Raúl Castellano Bonilla

C.I. 050345708-7

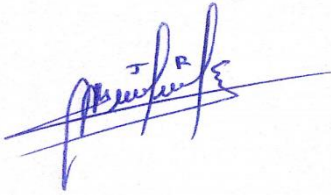
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación según las normas de la Institución.

Cedo lo derechos en línea patrimonial de mi Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento, dentro de las regulaciones de la Universidad siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Marzo 2021



Jonatan Raúl Castellano Bonilla

C.I. 050345708-7

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Jonatan Raúl Castellano Bonilla, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA PINLLOPATA – EL CORAZÓN EN EL TRAMO 0 + 000 HASTA 4 + 000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**.

Ambato, Marzo 2021

Para constancia firman:

Ing. Mg. Byron Genaro Cañizares Proaño
Miembro Calificador

Ing. Mg. Ruth Lorena Pérez Maldonado
Miembro Calificador

DEDICATORIA

Primeramente, este logro se lo dedico a Dios por permitirme cumplir con todos mis objetivos, aunque hubo muchos obstáculos en el camino se logró cumplir con la meta.

A mis padres Raúl y Olga por ser el pilar fundamental y el motor en mi vida ya que sin el apoyo de ellos no hubiese llegado a tener lo que tengo, de principio a fin estuvieron aconsejándome e impulsándome a ser mejor y demostrar que día a día el que persevera alcanza.

A mis hermanas Gisela y Katherine que de una manera u otra supieron brindarme su apoyo cuando lo necesitaba.

A mis tíos Mauricio e Isabel por brindarme su apoyo cuando más lo necesite y por confiar en mí siempre y demostrarme que existen personas que te quieren y ese cariño que me brindan como a un hijo más.

A mis compañeros y amigos, con quienes he compartido muy gratos momentos, haciendo de mi vida estudiantil una etapa inolvidable.

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios por haberme dado salud y vida para poder culminar con mis estudios y cumplir una de las muchas metas que tengo presentes en mi vida.

A la vez agradecerles a mis padres por ser quienes me apoyaron siempre para terminar con mi carrera, gracias a ellos entendí que nunca hay que rendirse y para obtener algo hay que luchar con todas las ganas para lograr lo que uno quiere.

A la Universidad Técnica de Ambato, especialmente a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por brindarme la oportunidad de aprender y darme las bases de conocimiento para formarme profesionalmente.

Agradezco la oportunidad de haber conocido a grandes amigos pocos, pero buenos, ya que sin el apoyo de ellos este logro no hubiese sido realidad.

Somos capaces de lograr lo que nos proponemos, por eso siempre digo: “If you can dream it, you can do it”.

DIOS BENDIGA A TODAS LAS PERSONAS DE BUEN CORAZÓN QUE ME APOYARON DE UNA U OTRA MANERA SIEMPRE ESTARÉ MUY AGRADECIDO CON TODOS ELLOS.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xix
RESUMEN	xx
ABSTRACT	xxi
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1. Tema.....	1
1.1 Antecedentes del Proyecto Técnico	1
1.1.1 Antecedentes	1
1.1.2 Justificación.....	3
1.1.3 Fundamentación Teórica	4
1.1.3.1 Carreteras	4
1.1.3.1.1 Según su función Jerárquica.....	5
1.1.3.1.2 Según su Topografía	7
1.1.3.1 Topografía.....	7
1.1.3.1.1 Sistema de Coordenadas	8
1.1.3.1.2 Curvas de Nivel.....	9

1.1.3.1.3 Topografía Mediante Drone	10
1.1.3.1.3.1 Drone.....	10
1.1.3.2 Estudio de Tráfico.....	12
1.1.3.2.1 Tránsito	12
1.1.3.2.2 Composición del Tráfico	13
1.1.3.2.3 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).....	13
1.1.3.2.4 Tráfico Actual (TA).....	17
1.1.3.2.4.1 Tráfico Existente	18
1.1.3.2.4.2 Tráfico Atraído.....	18
1.1.3.2.5 Incremento de Tráfico (IT)	18
1.1.3.2.5.1 Tráfico Generado	19
1.1.3.2.5.2 Tráfico por Desarrollado.....	19
1.1.3.2.5.3 Crecimiento Normal de Tráfico	20
1.1.3.2.6 Tráfico Futuro (TF).....	20
1.1.3.3 Estudio de Suelo	21
1.1.3.3.1 El suelo	21
1.1.3.3.2 Composición del Suelo	22
1.1.3.3.3 Ensayos	22
1.1.3.3.3.1 Granulometría	23
1.1.3.3.3.2 Límites de Atterberg	25
1.1.3.3.3.3 Identificación y Clasificación de los Suelos	27
1.1.3.3.3.3.1 Sistema Unificado de Claificación de Suelos (SUCS).....	27
1.1.3.3.3.3.2 Sistema de Clasificación AASHTO.....	29
1.1.3.3.3.4 Compactación del Suelo.....	30
1.1.3.3.3.5 California Bearing Ratio - CBR.....	31
1.1.3.4 Diseño de la Capa de Rodadura.....	31
1.1.3.4.1 Pavimento	31

1.1.3.4.1.1	Capa de Rodadura	32
1.1.3.4.1.2	Base	32
1.1.3.4.1.3	Sub base	32
1.1.3.4.2	Tipos de Pavimentos	33
1.1.3.4.2.1	Pavimentos Flexibles	33
1.1.3.4.2.2	Pavimentos Rígidos.....	34
1.1.3.4.2.3	Pavimentos Compuestos	34
1.1.3.4.3	Diseño de un Pavimento Flexible	35
1.1.3.4.3.1	Método de Diseño AASHTO 93	35
1.1.3.4.3.1.1	Parámetros de Diseño	36
1.1.3.4.3.1.2	Tránsito.....	36
1.1.3.4.3.1.3	Ejes Equivalentes	37
1.1.3.4.3.1.4	Serviciabilidad.....	38
1.1.3.4.3.1.5	Confiabilidad “R”	39
1.1.3.4.3.1.6	Desviación Estándar Normal “Zr”.....	39
1.1.3.4.3.1.7	Desviación Estándar “So”	40
1.1.3.4.3.1.8	Módulo de Resiliencia de la Sub-rasante “Mr”	40
1.1.3.4.3.1.9	Número Estructural “SN”.....	41
1.1.3.4.3.1.10	Coeficientes Estructurales “a1, a2, a3”.....	41
1.1.3.4.3.1.11	Coeficiente de drenaje	46
1.1.3.4.3.1.12	Determinación del Número Estructural “SN”	46
1.1.3.4.3.1.13	Espesores de Capas del Pavimento.....	47
1.1.3.5	Diseño Geométrico	48
1.1.3.5.1	Velocidades.....	49
1.1.3.5.2	Diseño Geométrico Horizontal	51
1.1.3.5.3	Diseño Geométrico Vertical	71
1.1.3.5.4	Diseño Geométrico Trasversal.....	76

1.2 Objetivos	80
1.2.1 Objetivo General	80
1.2.2 Objetivos Específicos.....	80
CAPÍTULO II	81
METODOLOGÍA	81
2.1 Materiales y Equipos.....	81
2.1.1 Levantamiento Topográfico	81
2.1.2 Conteo Vehicular	83
2.1.3 Estudio de Suelos	84
2.2 Métodos.....	86
2.2.1.1 Investigación de Campo.....	86
2.2.1.2 Investigación Documentada – Bibliográfica.....	86
2.2.1.3 Investigación Experimental.....	87
2.2.2 Plan de Recolección de Datos	87
2.2.3 Procesamiento y Análisis de Información.....	87
2.2.3.1 Procesamiento	87
2.2.3.2 Análisis de Información	88
CAPÍTULO III.....	89
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	89
3.1 Análisis y Discusión de Resultados	89
3.1.1. Levantamiento Topográfico	89
3.1.2. Estudio de Tráfico	90
3.1.2.1. Conteo Vehicular	90
3.1.3. DISEÑO DE PAVIMENTO	98
3.1.4. Estudio de Suelos	113
3.1.4.1 Contenido de Humedad.....	113
3.1.4.2 Granulometría	114

3.1.4.3 Límites de Atterberg	116
3.1.4.4. Proctor Modificado	118
3.1.4.5 CBR (California Bearing Ratio)	120
3.1.5 Diseño Geométrico Vial.....	124
3.1.5.1. Diseño Horizontal	124
3.1.5.2. Diseño Vertical.....	127
3.1.5.3 Sección Transversal	128
3.1.6 Presupuesto	129
CAPÍTULO IV.....	130
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	130
4.1 Conclusiones	130
4.2 Recomendaciones.....	131
BIBLIOGRAFÍA	132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Carreteras – Clase – Tráfico	5
Tabla 2.- Crecimiento Vehicular	20
Tabla 3.- Mallas o Tamices	23
Tabla 4.- Coeficiente de Uniformidad – Cu	25
Tabla 5.- Clasificación de los Suelos – CBR	31
Tabla 6.- Periodo de Diseño	36
Tabla 7.- Factor por Carril	37
Tabla 8.- Factor de Daño.....	37
Tabla 9.- Índice de Serviciabilidad	38
Tabla 10.- Niveles de Confiabilidad “R”	39
Tabla 11.- Valores “Zr”.....	39
Tabla 12.- Desviación Estándar “So”	40
Tabla 13.- Coeficientes para la Carpeta Asfáltica “a1”	43
Tabla 14.- Coeficientes para Bases Granulares “a2”	44
Tabla 15.- Coeficientes para Sub bases granulares “a3”	45
Tabla 16.- Calidad de Drenaje.....	46
Tabla 17.- Coeficientes de Ajuste (m)	46
Tabla 18.- Velocidad de Diseño “Vd”	49
Tabla 19.- Velocidad de Circulación	50
Tabla 20.- Radios Mínimos	52
Tabla 21.- Longitud Mínima – Espirales	59
Tabla 22.- Coeficientes de Fricción “F”	61
Tabla 23.- Magnitud de Peralte	61
Tabla 24.- Distancias Mínimas de Parada.....	68

Tabla 25.- Distancias Mínimas de Adelantamiento	70
Tabla 26.- Gradientes Longitudinales Máximas	72
Tabla 27.- Coeficiente “K”	75
Tabla 28.- Ancho de Calzada	77
Tabla 29.- Ancho de Espaldones.....	78
Tabla 30.- Talud	78
Tabla 31.- Clasificación de las Superficies de Rodadura.....	79
Tabla 32.- Conteo Vehicular por día.....	91
Tabla 33.- Conteo Vehicular Día de Mayor Afluencia	91
Tabla 34.- Hora Pico	93
Tabla 35.- Tasa de Crecimiento del Tráfico.....	97
Tabla 36.- Proyección de Tráfico Futuro	97
Tabla 37.- Clasificación de las Carreteras – Tráfico Proyectado	98
Tabla 38.- Periodo de Análisis	99
Tabla 39.- Factor de Daño.....	99
Tabla 40.- Factor de Distribución por Carril.....	100
Tabla 41.- Ejes Equivalentes.....	101
Tabla 42.- Espesores	102
Tabla 43.- Niveles de Confiabilidad en Carreteras	102
Tabla 44.- Desviación Normal Estándar Z_r	103
Tabla 45.- Módulos Elásticos de la Carpeta Asfáltica	107
Tabla 46.- Valores de a_2	108
Tabla 47.- Valores de a_3	109
Tabla 48.- Calidad de Drenaje.....	110
Tabla 49.- Coeficiente m_2 y m_3 en Base a la Calidad de Drenaje.....	110
Tabla 50.- Datos para el Cálculo del SN.....	111

Tabla 51.- Cálculo de SN – Ecuación AASHTO 93	111
Tabla 52.- Estructura de un Pavimento Flexible - Espesores.....	112
Tabla 53.- Contenido de Humedad	113
Tabla 54.- Granulometría – Muestra 5	114
Tabla 55.- Coeficiente de Uniformidad y Curvatura.....	115
Tabla 56.- Fracciones de Partículas.....	115
Tabla 57.- Granulometría de los Suelos	115
Tabla 58.- Límites de Atterberg – Muestra 5	116
Tabla 59.- Clasificación del Suelo	117
Tabla 60.- Límites de Atterberg de los Suelos	117
Tabla 61.- Proctor Modificado – Muestra 5	118
Tabla 62.- Proctor Modificado	119
Tabla 63.- Especificaciones del CBR – Muestra 5.....	120
Tabla 64.- CBR – Muestra 5	121
Tabla 65.- California Bearing Ratio (CBR)	123
Tabla 66.- Percentil para CBR de Diseño	104
Tabla 67.- CBR – Correlación	104
Tabla 68.- Velocidad de Diseño	124
Tabla 69.- Velocidad de Circulación	125
Tabla 70.- Presupuesto Referencia.....	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Corredor Arterial	5
Figura 2.- Vía Colectora – Quito – Tambillo.....	6
Figura 3.- Camino Vecinal.....	6
Figura 4.- Coordenadas Geográficas.....	8
Figura 5.- Proyección UTM	9
Figura 6.- Curvas de Nivel.....	10
Figura 7.- Drone – Phantom 4 pro	11
Figura 8.- Fotogrametría	11
Figura 9.- Volumen Horario.....	17
Figura 10.- Suelo - Perfil	21
Figura 11.- Composición del Suelo	22
Figura 12.- Curva Granulométrica.....	24
Figura 13.- Estados del Suelo	26
Figura 14.- Clasificación de los Suelos – SUCS.....	28
Figura 15.- Carta de Plasticidad	29
Figura 16.- Clasificación de los Suelos – AASHTO	29
Figura 17.- Compactación del Suelo.....	30
Figura 18.- Estructura del Pavimento	32
Figura 19.- Pavimento Flexible – Estructura	33
Figura 20.- Estructura – Pavimento Rígido	34
Figura 21.- Estructura – Pavimento Compuesto	35
Figura 22.- Módulo Elástico del Concreto Asfáltico	42
Figura 23.- Coeficiente Estructural “a1”.....	43
Figura 24.- Coeficiente Estructural “a2” – Bases Granulares.....	44

Figura 25.- Coeficiente Estructural “a3” – Subbase Granular	45
Figura 26.- Software Ecuación AASHTO 93	47
Figura 27.- Estructura de Pavimento – Espesores.....	47
Figura 28.- Vía	48
Figura 29.- Curva Simple –Elementos	53
Figura 30.- Curvas de Transición.....	57
Figura 31.- Espiral de Euler	58
Figura 32.- Peralte.....	60
Figura 33.- Desarrollo del Peralte	62
Figura 34.- Sobreechancho	64
Figura 35.- Distancia de parada	66
Figura 36.- Distancia de Adelantamiento	69
Figura 37.- Tangente Vertical	71
Figura 38.- Elementos de una Curva Vertical.....	73
Figura 39.- Tipos de Curvas Cóncavas	74
Figura 40.- Tipos de Curvas Convexas.....	74
Figura 41.- Elementos de una Sección Transversal	76
Figura 42.- Cunetas	77
Figura 43.- Estudio Topográfico	89
Figura 44.- Planificación de Vuelo – Polígonos	90
Figura 45.- Punto de Conteo Vehicular	90
Figura 46.- Nomograma – Carpeta asfáltica a1	106
Figura 47.- Nomograma para Bases Granulares a2	108
Figura 48.- Coeficiente Estructural para Sub bases Granulares.....	109
Figura 49.- Curva Granulométrica – Muestra 5	114
Figura 50.- Ll Casa Grande –Muestra 5.....	116

Figura 51.- Densidad Seca Máxima vs Óptimo Contenido de Humedad	119
Figura 52.- Esfuerzo vs Penetración – Muestra 5	122
Figura 53.- % CBR vs Densidad Seca – Muestra 5	122
Figura 54.- CBR de Diseño.....	105

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.- MATERIALES Y EQUIPOS	136
ANEXO 2.- LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	142
ANEXO 3.- CONTEO VEHICULAR (TPDA)	151
ANEXO 4.- ESTUDIO DE SUELOS	159
ANEXO 5.- ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	207
ANEXO 6.- DISEÑO DE PLANOS	217

RESUMEN

El presente proyecto técnico se realizó desde la Parroquia de Pinlopata hasta El Corazón con la finalidad de realizar el estudio de tráfico, levantamiento topográfico de la zona y el estudio de suelos, en el cuál se presentan los diferentes aspectos técnicos para detallar el diseño geométrico de la vía, cumpliendo con las normativas impuestas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

A partir del día Domingo 17 al sábado 23 de noviembre del 2019 se procedió a realizar el conteo vehicular, la cual se tomó como punto de control en el sector el Empalme, el conteo se realizó de forma manual durante 12 horas ininterrumpidas con intervalos de 15 min según la normativa de diseño geométrico según el MTOP.

El estudio topográfico se efectuó, el día miércoles 11 al sábado 14 de diciembre del 2019 donde se determinaron las características del terreno colocando puntos de referencias mediante estacas y dianas para así por medio del drone captar ortofotos con una amplitud de 100 m a cada lado desde el eje de la vía.

El estudio de suelos se realizó el día sábado 14 de diciembre donde se tomaron muestras de suelos mediante calicatas, con el fin de conocer las características y propiedades del suelo para el posterior desarrollo de la estructura del pavimento, bajo la normativa AASHTO-93.

ABSTRACT

This present technical project was to carried out from the Pinllopata's parish to El Corazón in order to carry out the traffic study, topographic survey of the area and the soil study, in which the different technical aspects are presented to detail the geometric design of the road, complying with the regulations imposed by the Ministry of Transport and Public Works.

From Sunday 17 to Saturday 23 November 2019, the vehicle count was carried out, which was taken as a control point in the Empalme sector, the count was carried out manually for 12 uninterrupted hours with intervals of 15 minutes according to the geometric design regulations of the MTOP.

The topographic study was accomplished from Wednesday, December 11 to Saturday, December 14, 2019 where the characteristics of the terrain were determined by placing reference points by means of stakes and targets in order to capture orthophotos with an amplitude of 100 m on each side from the axis of the track.

The soil study was accomplished on Saturday, December 14, where soil samples were taken through pits, in order to know the characteristics and properties of the soil for the subsequent development of the pavement structure, under the AASHTO-93 regulations.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1. Tema

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA PINLLOPATA – EL CORAZÓN EN EL TRAMO 0 + 000 HASTA 4 + 000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

1.1 Antecedentes del Proyecto Técnico

1.1.1 Antecedentes

Una vía es un sistema de transporte que permite a los vehículos circular en condiciones de continuidad en el espacio y tiempo, la cual requiere de cierto modo un nivel óptimo de seguridad, rapidez y comodidad. La calzada puede estar conformada por uno o varios carriles y tener uno o dos sentidos de circulación de acuerdo a los volúmenes en la demanda de tránsito. [1]

Las vías pierden su vida útil a causa de un alto tráfico vehicular ya sean livianos, medianos o pesados. El clima es un factor fundamental ya que debido al lugar donde se encuentra la vía tiene un aumento considerable de temperatura ya que los pavimentos se atrofian de manera acelerada. Los derrumbes, desprendimientos de taludes, la lluvia, además de un mal mantenimiento de la vía tienen una serie primordial en el envejecimiento del pavimento.[2]

La importancia de desarrollar la cobertura y calidad de las carreteras de tercer orden de la provincia para el desarrollo socio económico de las poblaciones y zonas rurales que se encuentran alejadas de la ciudad es más necesaria. Ya que con este tipo de proyectos es necesario contar con diseños geométricos y de pavimentos adecuados, y como también con tecnologías que adapten a la topografía del terreno y cumplan con las especificaciones de calidad, comodidad y seguridad para el beneficiario.[3]

El alineamiento horizontal es la proyección del eje de la vía sobre un plano horizontal, además los componentes por las que está conformada dicha proyección son las curvas y las tangentes, ya sean circulares o transición. Para el establecimiento del alineamiento horizontal depende de la topografía y características hidrológicas del terreno, las características técnicas de la subrasante y las condiciones de drenaje.[4]

El levantamiento topográfico es fundamental para realizar el diseño geométrico debido al nivel de precisión que esta puede alcanzar en la construcción y planificación, para el trazado de la vía se debe realizar con una considerable información física (detalles, líneas, puntos y polígonos) para así evitar errores imprevistos al ejecutar la obra.[5]

La topografía es un factor que influye en la construcción, desarrollo y planeación de una vía ya que en obras civiles ha representado la solución cuando por demanda de precisión y detalle se requiere en los planos. La fotogrametría a través de drones ha presentado un excelente apoyo, generando así resultados geoespaciales de gran precisión y contenido.[6]

El estudio y comportamiento del suelo, ante el diseño vial es fundamental dado que el suelo es un conjunto de minerales, producto de la desintegración mecánica o de la descomposición química de las rocas existentes. El suelo presenta una serie de propiedades esenciales las cuales comprenden su comportamiento ingenieril.[7]

Del mismo modo; la ingeniería de pavimentos, define al pavimento como una estructura la cual su función principal es la de dar una adecuada funcionalidad al tráfico o densidad de flujo vehicular, por medio de una superficie de rodamiento.[8]

Todos los parámetros para el diseño geométrico vial, se han ido describiendo con el pasar de la historia, en las cuales se ha comprendido que cada uno cumple una función específica, con la finalidad que al trabajar en conjunto brinden al usuario comodidad, seguridad y eficiencia.

1.1.2 Justificación

Las vías tienen una importancia, son el medio por el que la población se moviliza, ya sea por condiciones de trabajo, turismo, etc. Un gran porcentaje de la población mundial se beneficia en niveles económicos y sociales, debido a que se conectan zonas de un alto índice productivo. Al construir una obra vial la cual esté bien planificada se plasma en la reducción de tiempo de viaje, reducción de costos, reducción de contaminación ambiental. Al ser obras estratégicas para el desarrollo, se debe tener en cuenta que cada país debe contar con una red vial, la cual pueda conectar todas las zonas en donde exista población o un posible asentamiento. Estas deben estar en perfectas condiciones para que los usuarios no tengan ningún inconveniente al transitarlas.[9]

Al realizar una excelente gestión, el primer paso para que la ejecución de cualquier proyecto tenga la satisfacción prevista es analizar que el mismo tenga un margen razonable de costo y beneficio. [10] Razón por la cual la construcción de una carretera es un punto clave en la economía del país. Al ser transitada una vía la infraestructura de ésta deberá tener un progresivo mantenimiento, no obstante, al dejar los puntos económicos de lado se deberá centrar en el ámbito social.[11]

La vía ya sea una existente o una que está en estudios previos de construcción o una reapertura vial, beneficiará al sector por la cual pase; debido a esto la economía del sector aumentará, se podrá mejorar la infraestructura, el comercio, disminuir el tiempo de traslado y en cierto punto comunicar a pueblos aislados con zonas pobladas en las cuales exista mayores servicios para brindar a la población por ejemplo comunicación, educación, salud, entre otros.[12]

En Ecuador las vías comúnmente son construidas con pavimento asfáltico, el que es elaborado con asfalto obtenido en las refinerías nacionales. En la construcción de carreteras se debe tener en cuenta los beneficiarios directos de la apertura de la misma, por lo cual conociendo el dato se clasificará a la vía dependiendo de la clase que está sea y se iniciará con la formulación del diseño de la misma teniendo en cuenta la topografía del lugar en la que se la pondrá en funcionamiento.[13]

El presente proyecto técnico trata sobre el mejoramiento y acondicionamiento de la vía existente de cuarto orden o camino vecinal que une los cantones de Pangua y Pujilí de la provincia de Cotopaxi en el tramo km 0+000 – 4+000 la cual se encuentra en condiciones inseguras para el adecuado transporte de personas y productos comerciales hacia el resto de la Provincia.

Dando un beneficio alto a esta provincia ya que podrán reducir el tiempo de transporte de sus usuarios para moverse dentro de su misma provincia con una integración paisajística de la zona, proceso económico, social, cultural y turístico del lugar.

1.1.3 Fundamentación Teórica

Estará basada en normas de diseño como del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO-2003) en lo que se refiere al diseño geométrico vial; la cual se describe la importancia de actualización de las normas debido a que en nuestro país las condiciones topográficas son esenciales, por lo que es importante el estudio topográfico debido a la presencia de la Cordillera de los Andes. Por tanto, se tomará en consideración una reclasificación de las velocidades de diseño, radios de giro, peraltes, tangentes y demás parámetros que intervienen en el diseño geométrico vial.[4] En relación al estudio de suelos y el diseño de la capa de rodadura se tendrá en cuenta una serie de factores los cuales estarán ligados a las Normas SUCS y AASHTO-93 respectivamente.

1.1.3.1 Carreteras

Según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MOP-2003); ha clasificado a las carreteras de acuerdo a su importancia y al volumen de vehículos que circulan mediante la denominada función jerárquica. Se recalca que la red vial del país va desarrollando un incremento de acuerdo al crecimiento vehicular del país.

Es recomendable que para clasificar las vías se lo haga en función del pronóstico de tráfico proyectado, es decir tener un periodo de diseño que oscile entre los 15 y 20 años. [4]

La siguiente tabla estará una clasificación de acuerdo al tráfico proyectado (TPDA), y de acuerdo a la función jerárquica.

Tabla 1.- Carreteras – Clase – Tráfico

Función	Clase de Carretera (Según MOP)	TPDA (1) (Año final de Diseño)
CORREDOR ARTERIAL	RI – RII (2)	> 8000
	I	3000 – 8000
COLECTORA	II	1000 – 3000
	III	300 – 1000
VECINAL	IV	100 – 300
	V	< 100

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP-2003

1.1.3.1.1 Según su función Jerárquica

Corredor Arterial

Denotados así a las autopistas de calzada única, estas carreteras pueden poseer uno o dos sentidos (Clase I y II), cada carril posee su espaldón como manda la norma, en cada uno de los carriles se colocará zonas suplementarias en las que por lo general se ubican carriles auxiliares, zonas de giro, paraderos y accesos que se utilizan como vías de servicio y rampas de ingreso/salida las cuales son diseñadas apropiadamente.[4]

Figura 1.- Corredor Arterial



Fuente: “Carreteras del Ecuador”, Transversal Central, 2010

Vía Colectora

Las vías colectoras son las carreteras de clase (I, II, III y IV), según su importancia a la que están destinadas a recibir el tráfico de los caminos vecinales. Estas vías sirven a poblaciones principales que no se encuentran en el sistema arterial nacional, además aportan con tráfico vehicular hacia los corredores arteriales.[4]

Figura 2.- Vía Colectora – Quito – Tambillo



Fuente: “Carreteras del Ecuador”, Transversal Central, 2010

Caminos vecinales

Los caminos vecinales están denotados en la clase de carreteras (IV y V), incluyen todas las carreteras que no tienen una clasificación anterior es decir son caminos que se han abierto sin un estudio previo.[4]

Figura 3.- Camino Vecinal



Fuente: “Gobierno Autónomo Descentralizado Quininde”

1.1.3.1.2 Según su Topografía

Se ha tomado en cuenta 4 escenarios de terrenos, los cuales debido a sus pendientes se clasifico como:

Terreno llano

Basado en pendientes inferiores al 3%, donde una de las principales características es el alineamiento horizontal y vertical permiten que las velocidades de circulación sean casi iguales en relación a todos los vehículos de circulación.[1]

Terreno Ondulado

Desarrollado en un diseño geométrico con pendientes transversales entre el 3% y 6%, las cuales dan como características la variación de velocidades entre vehículos livianos y pesados, es un terreno que permite aún un correcto funcionamiento para cualquier tipo de vehículo.[1]

Terreno Montañoso

Es un terreno con pendientes entre el 7% al 12%, donde se presenta un requerimiento en los alineamientos, la cual obligan a los vehículos pesados a circular a velocidades bajas en el transcurso de rampa de largos intervalos, dado por la capacidad de la vía.[1]

Terreno Escarpado

Un terreno escarpado posee pendientes superiores a los 12%. Las cuales no son apropiadas para vehículos pesados.[1]

1.1.3.1 Topografía

La topografía es una ciencia, la cual posee la técnica de realizar mediciones de ángulos y distancias en extensiones de terreno reducidas como para poder despreciar el efecto de la curvatura terrestre, para después procesarlas y obtener coordenadas de puntos, direcciones, elevaciones, áreas o volúmenes, en forma gráfica y numérica,

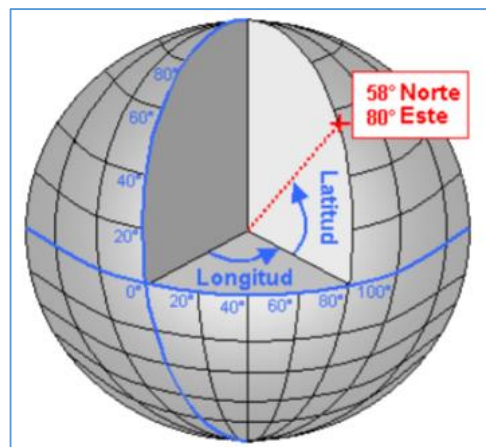
según la demanda del trabajo. Se estudia la teoría de errores, ya que en varios trabajos topográficos se requieren determinados valores de exactitud en los resultados, ya que con estos valores se determinan los métodos y la precisión de los instrumentos a utilizar en el proyecto.[14]

1.1.3.1.1 Sistema de Coordenadas

Sistema de Coordenadas Geográficas

Es el primer sistema utilizado tanto en la navegación y la prospección. Es un sistema fundamentado en coordenadas esféricas, no siendo los meridianos y paralelos rectos, sin estar regularmente espaciados. El sistema es muy útil para cartografiar grandes extensiones de terreno y para medir distancias, direcciones en unidades angulares de grados, minutos y segundos.[15]

Figura 4.- Coordenadas Geográficas



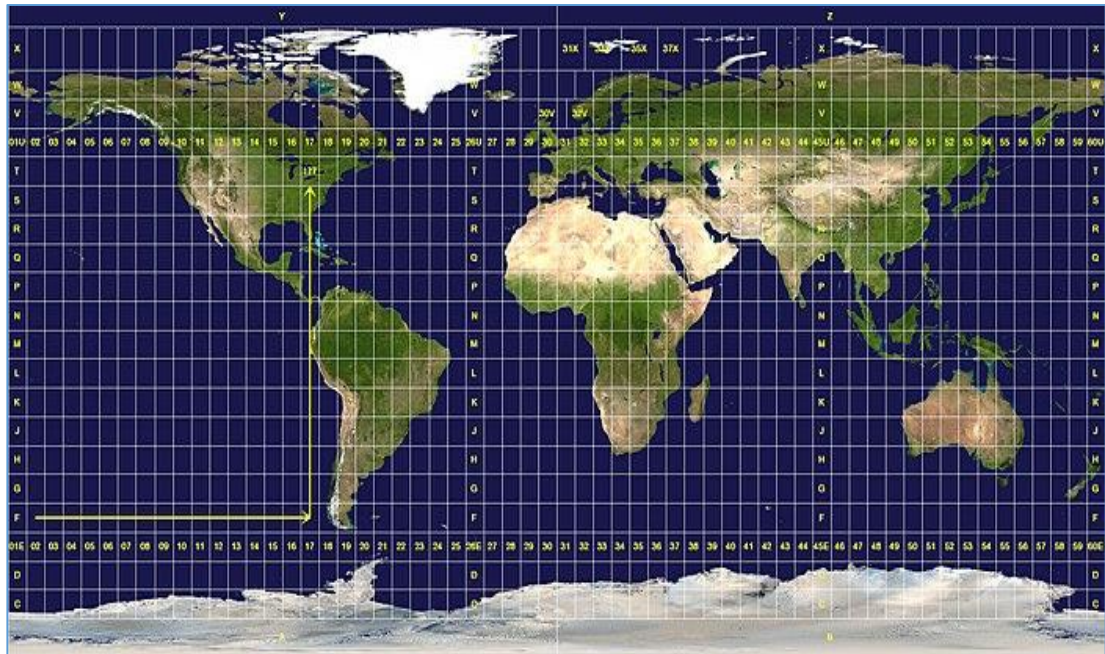
Fuente: “Topografía para Ingenieros Civiles”, 2011

Sistema de Coordenadas UTM

La proyección UTM, se las define como una proyección cilíndrica transversal, en la que se puede denotar que la generatriz del cilindro no es paralela al eje de rotación sino perpendicular. La tierra está dividida en 60 husos, los cuales están formados de 6 grados de longitud, que comienzan a partir del meridiano de Greenwich con una numeración del 1 al 60. Un huso es definido como el posicionamiento geográfico que

ocupan todos los puntos que se encuentran dentro de dos meridianos.[15] En el sentido de latitud está formado por 8 grados y con una nomenclatura de letras desde la C hasta la X, en donde están excluidas las letras I, O, Ñ y van desde los 80°S hasta los 80°N. [16]

Figura 5.- Proyección UTM



Fuente: “Cartografía y Geodesia”, 2013

1.1.3.1.2 Curvas de Nivel

Llamadas así a las líneas imaginarias en donde cuyos puntos están a una misma altura sobre un plano referencial, se puede considerar también como la intersección de una superficie de nivel con el terreno. Las curvas de nivel ayudan a la representación del terreno, en todas sus formas, accidentes tanto en su posicionamiento en un plano horizontal lo que ayuda a denotar sus alturas. Las curvas de nivel son utilizadas para representar simultáneamente, tanto en planta como en elevación.[15]

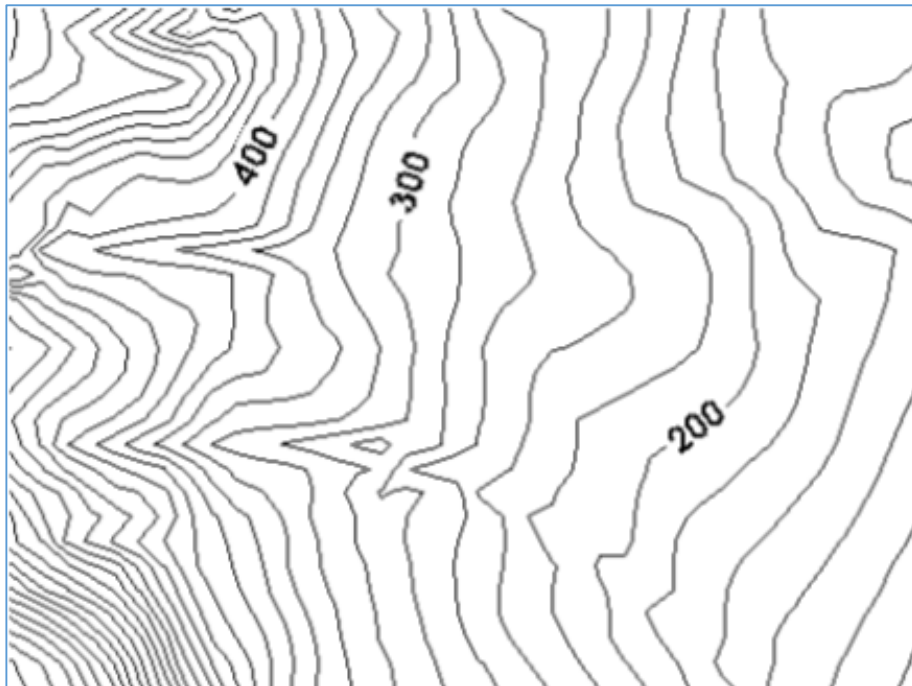
Curvas de Nivel Principales

Son curvas con un grosor de línea mayor que las secundarias es decir son más resaltadas, tienen un mayor espesor y están numeradas en múltiplos de 5 o 10.[15]

Curvas de Nivel Secundarias

Son curvas de nivel con un grosor de líneas finas, las cuales se encuentran visibles y sin numeración, se puede determinar mediante las equidistancias respectivas.[15]

Figura 6.- Curvas de Nivel



Fuente: “Cartografía y Geodesia”, 2013

1.1.3.1.3 Topografía Mediante Drone

1.1.3.1.3.1 Drone

Se inicia diciendo que los drones son vehículos aéreos, los cuales son autónomos, portátiles y confiables. Tienen una gran precisión y suficiente potencia para tomar datos en amplias extensiones. Una de las características que se maneja es la escala de trabajo que se convierte en una herramienta adecuada, para los trabajos de aerofotografía, y los usuales levantamientos topográficos convencionales.[17]

El drone combina la precisión con el fragmento de la fotogrametría, con el cual en el campo toma relieves, vegetación, y todos los detalles existentes en este momento.

Dependiendo del drone y su batería, son ideales para cubrir grandes extensiones de tierras. [17]

Figura 7.- Drone – Phantom 4 pro



Fuente: Jonatan Castellano, 2019

Proceso

El drone cumple un funcionamiento ideal en el levantamiento topográfico dado que adquiere una serie de imágenes georreferenciadas (Fotogrametría), las cuales son homogéneas, verticales consecutivos y son procesadas por un software que mediante múltiples fotos, interpreta y genera un sin número de puntos georreferenciados de la superficie del terreno sobrevolado. El producto final es similar al de un escáner se la superficie con láser, es decir permite obtener una malla de la textura de la superficie. Por finalizar a partir de la malla es posible generar cortes y curvas de nivel.[17]

Figura 8.- Fotogrametría



Fuente: “Fotogrametría con Drones”, 2016

Software ArcGIS 10.2 y Pix4d

Sistemas de información geográfica en el cual se procesa una serie de información o nubes de puntos generadas. Pix4D; es un software que permite el procesamiento de imágenes, que son sobrepuestas y corregidas para transformarlas en nubes de puntos.[18]

1.1.3.2 Estudio de Tráfico

1.1.3.2.1 Tránsito

Es un proceso técnico, el cual mediante un estudio cuantitativo se mide el tráfico. El estudio del tránsito investiga el comportamiento, las características y funcionamiento de los flujos de tránsito en una vía determinada. Este estudio conlleva a un análisis comparativo entre el flujo vehicular y la capacidad de absorción de la capa de rodadura.[19]

El tráfico, afecta directamente a las características de un diseño geométrico vial, el cual debe comprender un análisis del tráfico actual, en base a los estudios de un tráfico futuro, utilizando proyecciones máximas y mínimas, que conlleva a un pronóstico cercano a una demanda futura.[4]

1.1.3.2.2 Composición del Tráfico

Existen diferentes tipos de vehículos, los cuales tienen un distinto funcionamiento y operación sobre una vía. Los diferentes tipos de vehículos para un diseño de una vía, están agrupados en dos categorías, teniendo en cuenta el porcentaje de afección al momento de operar en las vías.[1]

Vehículos Livianos

Son vehículos pequeños, los cuales cumplen con la función de transportar a personas o mercancías, comprenden de 2 o 4 ruedas. Su peso máximo de transporte es de cuatro toneladas y comprenden características de operación, velocidad y peso.[1]

Vehículos Pesados

Este grupo de vehículos tienen la característica de tener un peso superior a las cuatro toneladas, además que varían en tamaño, en peso y su potencia de circulación. Los buses y camiones son los más comunes en este grupo, dado que con sus dos o tres ejes ocasionan una relación peso/potencia. Además pueden existir combinaciones entre camión – remolque – tractor, entre otros.[1]

1.1.3.2.3 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

El Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), es la unidad de medida del volumen de tráfico promedio diario anual, dado que para poderlo calcular se debe tomar en cuenta una serie de factores entre ellos el sentido de circulación, la densidad vehicular y el porcentaje de vehículos en cada sentido.[4]

Para determinar un TPDA real, sería necesario disponer de estaciones de conteo permanentes las cuales darían un flujo exacto de vehículos, así como las variaciones diarias, semanales y estaciones. Debido a que no es práctico tener estaciones permanentes se pueden realizar TPDA semanales el cual consta de al menos 4 días a la semana, durante 24 horas tomar datos del flujo vehicular esto incluye los fines de semana. En lo posible se debe tener y tomar en cuenta las variaciones que existan entre meses y semanas siempre con los meses más representativos del año.[4]

Para determinar el TPDA, se debe tomar en cuenta:

1.- Periodos de Observación

Para un diseño vial es importante, al menos tener un conteo manual el cual implica de 7 días seguidos en una semana, los cuales no se vean afectados por eventos especiales.[4]

2.- Tipos de conteo

Los tipos de conteo se pueden distinguir en dos posibilidades el conteo manual y el automático.

Manual. - Son netamente realizados por personal humano, el cual proporciona información de la composición del tráfico, sus variaciones entre otras cosas, es indispensable para el diseño geométrico vial.[4]

Automático. – Desarrollados a base de equipos de conteo automático, por lo general estos equipos están instalados en autopistas, donde su calibración es primordial para no tener alteración de resultados. Este tipo de conteo siempre debe ir acompañado de un conteo manual para poder establecer una composición de tráfico real.[4]

3.- Variaciones de Tráfico

Como variaciones del tráfico, se les conoce a los factores que permiten establecer las relaciones entre la observación actual de tráfico y el tráfico estadístico de años anteriores, dado esto se llegará a determinar el TPDA del año que se realice el estudio.[4]

Factor Horario (FH)

Factor con el cual es posible transformar el volumen de tráfico registrado en un determinado número de horas, a VOLUMEN DIARIA PROMEDIO.[4]

Factor Diario (FD)

Factor utilizado para transformar el tráfico diario promedio en VOLUMEN SEMANAL PROMEDIO.[4]

Factor Semanal (FS)

Es el factor que se utiliza para transformar el volumen semanal promedio de tráfico en VOLUMEN MENSUAL PROMEDIO.[4]

Factor Mensual (FM)

Es el encargado de transformar el volumen mensual promedio de tráfico en TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA).[4]

Para lo cual mediante la siguiente fórmula se puede determinar:

$$\text{For. 1} \quad TPDA = T_o \times FH \times FD \times FS \times FM$$

Donde:

TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual

To: Tráfico Observado

Factor Horario de Máxima Demanda (FHMD)

Relación existente entre el volumen registrado en la hora de máxima demanda y el valor máximo de circulación durante el periodo de tiempo dentro de dicha hora, multiplicado por el número de periodos contenidos en una hora (usual considerar periodos de 15 minutos).[1]

$$\text{For. 2} \quad FHDM = \frac{VHDM}{N * Q_{\text{máx}}}$$

Donde:

VHMD: Volumen Horario de Máxima Demanda.

N: Número de periodos en el transcurso de la hora de máxima demanda generalmente 4.

$Q_{m\acute{a}x}$: Flujo vehicular máximo en la hora de máxima demanda.

Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD)

Es el volumen máximo de tráfico que pasa sobre un punto de la vía en el cual se acostumbra a medir el TPDA, en un intervalo de una hora. Por lo general este volumen se encuentra en la hora pico, es decir en la hora de mayor demanda de tráfico.[1]

Volumen Horario del Proyecto (VHP)

El volumen horario del proyecto (VHP), que se utilice para el diseño debe estar conforme a la capacidad de estudio de la vía, tomando en cuenta que no debe ser ni muy desolada ni congestionada. Para determinar esto es necesario acudir al Método de la Treintava hora, que tiene como finalidad determinar un coeficiente K.[20]

$$\text{For. 3} \qquad \qquad \qquad VHP = K \times TPDA$$

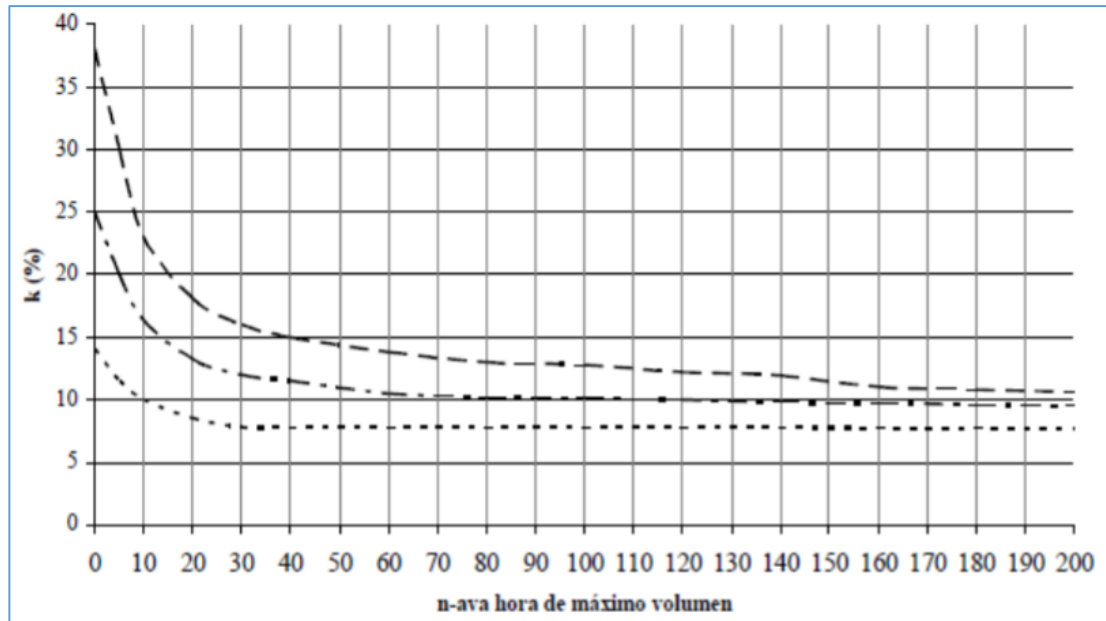
Donde:

K: Valor porcentual

TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual

El valor porcentual “K”, viene dado en la siguiente gráfica, mediante una curva se puede determinar el valor trazando una perpendicular en la 30ava hora, esto mientras la curva se viene a horizontalizarse, en donde no existirá variación de valores. Es importante que para vías urbanas y rurales dependiendo el caso se tome a consideración la existencia de valores propios para su respectivo análisis.

Figura 9.- Volumen Horario



Fuente: “Diseño Geométrico de Vías”, Chocontá 1998

Los valores de K vienen dados en el siguiente rango:

Sector Urbano: 10%

Sector Rural: 15%

1.1.3.2.4 Tráfico Actual (TA)

Mencionado así, al número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser intervenida “Mejorada”, o también se puede decir que es el volumen de vehículos que circularía sobre una nueva carretera dado si ya estuviera al servicio de los beneficiarios.[4] El tráfico actual se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$\text{For. 4} \quad TA = Tex + Tatr$$

Donde:

Tex: Tráfico existente

Tatr: Tráfico atraído

1.1.3.2.4.1 Tráfico Existente

Denotado así, dado que es el tráfico que se utiliza antes del mejoramiento de la vía, por lo que se puede asumir como el tráfico obtenido a través de un estudio o conteo vehicular.[4]

$$\text{For. 5} \quad T_{ex} = TPDA \text{ actual}$$

Donde:

Tex: Tráfico Existente

TPDA actual: Tráfico Promedia Diario Anual (actual año de estudio)

1.1.3.2.4.2 Tráfico Atraído

Es un tráfico que basa mucho en el aspecto económico, dado que es el atraído de carreteras aledañas para que disminuyan tiempo, distancia y costo. Este tráfico dependerá mucho del mejoramiento vial.[4] Se calculará mediante la interpretación de la norma.

$$\text{For. 6} \quad T_{atr} = n\% \times TPDA(\text{vía secundaria})$$

Donde:

Tatr: Tráfico Atraído

n%: Índice porcentual probable de vehículos provenientes de vías secundarias.

TPDA (vía secundaria): Tráfico Promedio Diario Anual actual de la vía secundaria.

1.1.3.2.5 Incremento de Tráfico (IT)

El incremento de tráfico (IT), parte en base a un tráfico probable en un periodo de diseño vial. El cual, a partir del tráfico actual, se deberá agregar el crecimiento normal de tráfico, el tráfico Generado y el tráfico por desarrollo de la zona.[1] Se calculará con la siguiente fórmula:

$$\text{For. 7} \quad IT = Tg + Td + CNT$$

Donde:

IT: Incremento de Tráfico

Tg: Tráfico Generado

Td: Tráfico por Desarrollado

CNT: Crecimiento Normal de Tráfico

1.1.3.2.5.1 Tráfico Generado

Es producido a partir de las mejoras realizadas en una vía aperturada, constituido por el número de viajes efectuados en la misma. Este tráfico será el 20 por ciento del Tráfico Actual.[4]

$$\text{For. 8} \qquad Tg = 0.20 \times TA$$

Donde:

Tg: Tráfico Generado

TA: Tráfico Actual

1.1.3.2.5.2 Tráfico por Desarrollado

Es un tráfico producido por la incorporación de nuevas rutas o áreas de explotación, debido al incremento de zonas de influencia o de producción del lugar. Este Tráfico generalmente se lo considera a partir de la incorporación de la carretera al servicio de los usuarios.[4] Se lo calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{For. 9} \qquad Tg = 0.05 \times TA$$

Donde:

Td: Tráfico por Desarrollado

TA: Tráfico Actual

1.1.3.2.5.3 Crecimiento Normal de Tráfico

Es un tráfico basado en la tasa de crecimiento poblacional, mediante información estadística o por medio de proyecciones. Este Tráfico limita el incremento de uso de automotores.[4] Su fórmula de cálculo es:

$$\text{For. 10} \quad CNT = TA \times (1 + i)^n$$

Donde:

CNT: Crecimiento Normal de Tráfico

TA: Tráfico Actual

i: Tasa de crecimiento vehicular

n: Periodo de diseño del proyecto

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas, proporciona una tasa del crecimiento vehicular, la cual se detalla a continuación.

Tabla 2.- Crecimiento Vehicular

Periodo	Tipo de vehículos		
	Livianos	Buses	Camiones
2010 – 2015	4.47	2.22	2.18
2015 – 2020	3.97	1.97	1.94
2020 – 2025	3.57	1.78	1.74
2025 – 2030	3.25	1.62	1.58
2030 – 2035	3.25	1.62	1.58
2035 - 2040	3.25	1.62	1.58

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP-2003

1.1.3.2.6 Tráfico Futuro (TF)

Es un tráfico que está ligado a las proyecciones de diseño, se maneja periodos alrededor de 15 y 20 años dependiendo del tipo de carretera.[4] Este Tráfico es la sumatoria de todos los calculados anteriormente, y se calcula de la siguiente manera:

For. 11

$$TF = TA + IT$$

Donde:

TF: Tráfico Futuro

TA: Tráfico Actual

IT: Incremento de Tráfico

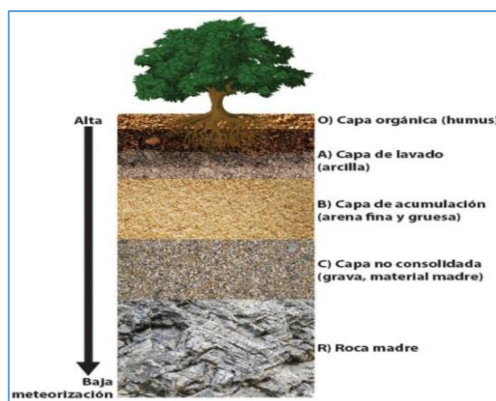
1.1.3.3 Estudio de Suelo

1.1.3.3.1 El suelo

En ingeniería civil, al suelo se lo cataloga como un grupo de sedimentos no consolidados de partículas sólidas, debido a la alteración de las rocas producido por el movimiento a causa de agentes externos como el agua, hielo o viento con una contribución de la gravedad. Se define al suelo como un cuerpo natural heterogéneo, la estructura del suelo puede ser natural “en situ” esto como un talud, y artificial “material de construcción” como terraplén o relleno.[21]

La mecánica de suelos es una parte que estudia el comportamiento del suelo, su función principal es corregir los problemas geotécnicos. En si estudia las propiedades, comportamiento y utilización del suelo como material estructural, para poder determinar deformaciones y resistencias, debido que esto conlleva a que el suelo ofrezca seguridad, durabilidad y estabilidad a las estructuras.[21]

Figura 10.- Suelo - Perfil



Fuente: “Formación del Suelo”, 2011

1.1.3.3.2 Composición del Suelo

De manera general el suelo puede estar compuesto de aire y agua, de forma sólida, líquida o en forma de gases. Se puede determinar que los guijarros son fragmentos de roca con diámetros mayores a los 2 cm ($\phi > 2$ cm). Las gravas tienen dimensiones de 2 cm a 2 mm; la arena gruesa desde los 0.2 cm $< \phi < 0.2$ mm; la arena fina está entre 0.2 mm $< \phi < 0.005$ mm. Por último se tiene al limo el cual tiene un diámetro entre 0.05 mm y 0.005 mm.[21]

Los suelos que se presentan en el cantón Pangua varían en el orden: BASEU, ENTISOL, INCEPTISOL, INCEPTISOL+ALFISOL Y INCEPTISOL+ENTISOL, son suelos que poseen características de cordillera ya que presentan dos grandes unidades geológicas muy diferenciadas por su material parental y relieve. Estos suelos son generalmente volcánicos y vulcano – sedimentarios debido a la presencia de la Cordillera de Los Andes.[22]

Figura 11.- Composición del Suelo



Fuente: “Gobierno Autónomo Descentralizado Pangua”, 2020

1.1.3.3.3 Ensayos

Su caracterización depende al tipo de suelo y al procedimiento que se le dé en las pruebas de laboratorio. Con la finalidad de garantizar los resultados de los estudios

de suelos para que tengan la menor variabilidad en los laboratorios, se ha optado en normar todos los ensayos con el fin de que los resultados sean precisos y concisos.[23]

Son consideradas muestras alteradas las que una vez extraídas del terreno, ya pierden la condición de la estructura original. Por lo general son extraídas por medios de perforación y almacenadas con el fin de conservar la humedad natural.[23]

Las muestras inalteradas son aquellas que mediante métodos de extracción hacen lo posible para que mantengan su estructura natural de suelo, sean la humedad natural, la composición mineralógica y relación de poros o vacíos.[23]

1.1.3.3.1 Granulometría

Se denomina granulometría a la medición y graduación de los granos de una formación sedimentaria, sean de suelos o materiales sedimentarios. Este ensayo se realiza con la finalidad de poder determinar su origen, así como las propiedades mecánicas del suelo y separar la abundancia de cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica, se realiza mediante una tamizadora de distintos tamaños de malla. Otro de los métodos utilizados en la actualidad es de un granulómetro laser, en donde el rayo de disparo difracta en las partículas para poder determinar el tamaño respectivo, también se utilizan los rayos gama.[24]

Tabla 3.- Mallas o Tamices

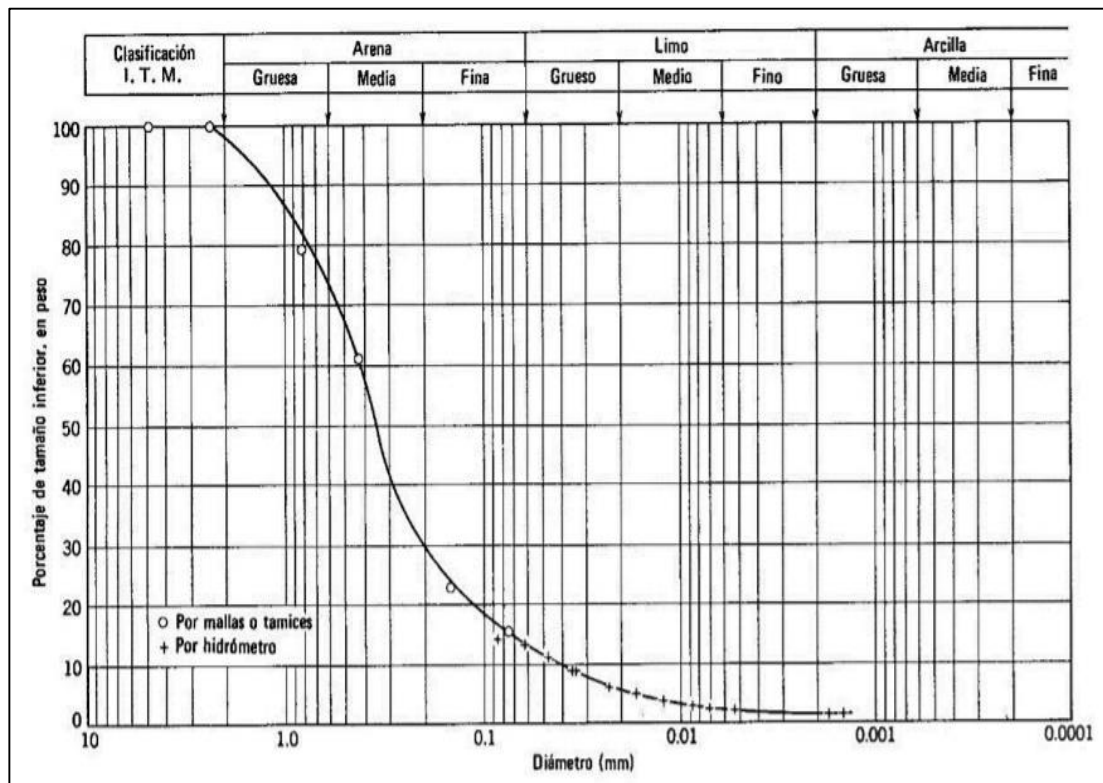
TAMIZ	ABERTURA (mm)
3"	76.20
2"	50.30
1 ½"	38.10
1"	25.40
¾"	19.50
½"	12.70
3/8"	9.53
¼"	6.35
N° 4	4.76
N° 10	2.00
N° 20	0.84
N° 30	0.59
N° 40	0.43

N° 60	0.25
N° 100	0.15
N° 200	0.07
PLATILLO	

Fuente: “Mecánica de Suelos – Ensayos de Laboratorio”, 2015

Una de las pautas que da este ensayo es el poder determinar una curva granulométrica, que es una representación gráfica de los resultados obtenidos en el laboratorio de la estructura del suelo (Suelo Tamizado), desde un punto de vista del tamaño de las partículas que lo forman. Esta gráfica es representada en un papel “log-normal” o semilogarítmica.[24]

Figura 12.- Curva Granulométrica



Fuente: “Mecánica de Suelos – Ensayos de Laboratorio”, 2015

Los resultados pueden ser interpretados de diferentes maneras para un suelo bien graduado se puede determinar unos coeficientes de curvatura mediante la siguiente fórmula:

For. 12

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

Donde:

Cc: Coeficiente de Curvatura

D₁₀: Diámetro correspondiente al 10% de suelo acumulado que pasa.

D₃₀: Diámetro correspondiente al 30% de suelo acumulado que pasa.

D₆₀: Diámetro correspondiente al 60% de suelo acumulado que pasa.

Para poder determinar analíticamente el coeficiente de Uniformidad en un suelo Uniforme tres autores mencionan lo siguiente:

Tabla 4.- Coeficiente de Uniformidad – Cu

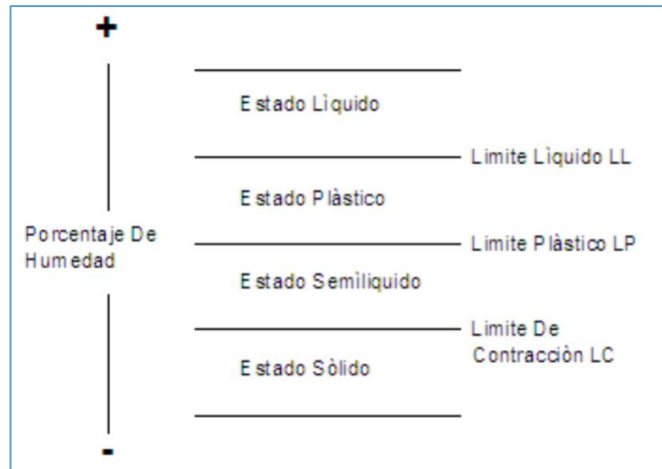
AUTOR	SIMBOLO	FÓRMULA	LÍMITES
William Lambe	Cu	$Cu = D_{60}/D_{10}$	Cu < 2 Suelo Uniforme
Eulalio Juárez Badillo	Cu	$Cu = D_{60}/D_{10}$	Cu < 3 Suelo Uniforme
George Sowers	Cu	$Cu = D_{60}/D_{10}$	Cu < 4 Suelo Uniforme

Fuente: “Mecánica de Suelos – Ensayos de Laboratorio”, 2015

1.1.3.3.2 Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg se calcularán a partir, de la hipótesis de que los suelos poseen algo de cohesión, según su naturaleza y el contenido de agua que disponga, en donde puede presentar propiedades que lo incluyan en el estado sólido, semi-sólido, plástico o semi-liquido. El contenido de agua o humedad límite al que se produce el cambio de estado varía de un suelo a otro.[25]

Figura 13.- Estados del Suelo



Fuente: “Manual de Procedimientos de Ensayos de Suelos”, Joseph Bowles 2015

Para poder determinar los Límites de Atterberg se tomarán en cuenta las siguientes normas las cuales son: INEN 691 – 1982; INEN 692 – 1982; ASTM D 4318 – 95; AASHTO T 89 – 94; AASHTO T 90 – 94.[25]

Límite Líquido (Ll). - Se denomina así al contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. El contenido de humedad del suelo se encuentra en el vértice de cambiar su comportamiento al de un fluido viscoso. Está expresado en porcentaje de una muestra de suelo secado al horno, es decir se encuentra entre el estado líquido y el estado plástico.[24]

Para determinar el Límite Líquido (Ll), se podrá calcular con la siguiente fórmula:

For. 13
$$Ll = \omega \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

Donde:

Ll: Límite Líquido

ω : Contenido de humedad del suelo, para N golpes

N: Número de golpes que causan el cierre de la ranura para el contenido de humedad

Límite Plástico (Lp). – Está definido como la frontera que existe entre los estados plástico y semisólido del suelo. Decir que en términos de laboratorio este límite

corresponde al contenido de humedad, se determina enrollando pequeñas muestras de 3mm de diámetro y cuando alcanzan la cantidad de agua correspondiente empiezan a desmoronarse.[23]

Límite de Contracción (Lc). – Es la humedad máxima de un suelo, para la cual existe una reducción de humedad, la cual no es provocada por la variación del volumen del suelo.[25]

Índice Plástico (Ip). – Se define como la diferencia entre el Límite Líquido y el Límite Plástico.

$$\text{For. 14} \qquad \qquad \qquad I_p = L_l - L_p$$

Donde:

Ip: Índice de Plasticidad

Ll: Límite Líquido

Lp: Límite Plástico

1.1.3.3.3 Identificación y Clasificación de los Suelos

Dada la complejidad y a un número indeterminado de variables que presenta el suelo en la naturaleza, es necesario crear sistemas que permitan la clasificación e identificación de cada suelo con sus propias características.[26] Para poder determinar y clasificar a los suelos se ha tomado en cuenta el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y de forma simultánea por parte del método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte (AASHTO).

1.1.3.3.3.1 Sistema Unificado de Clasificación (SUCS)

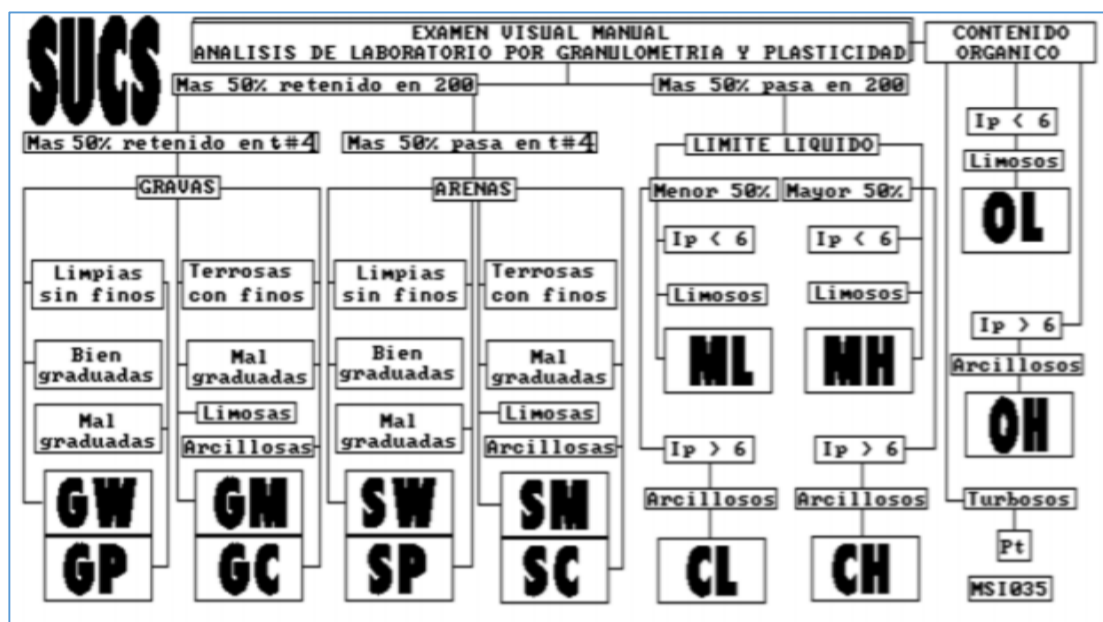
El Sistema Clasifica a los suelos en finos y gruesos diferenciándose ambos por el cribado a través de la malla 200, siendo suelo grueso la porción que no pasa la malla 200 y suelo fino la que pasa. Un suelo se considera grueso si más del 50% de la muestra son gruesas, y un suelo fino, si más de la mitad de la muestra son finas.

Suelos de grano grueso, en los cuales se tiene a las gravas (G) y a las arenas (S), su denominación depende de su forma propia, donde un suelo puede pertenecer al grupo de las gravas si más del 50% del suelo grueso es retenido en el tamiz N° 4, y de la misma forma pertenece al grupo de las arenas si el porcentaje es menor al 50%. [24]

Mencionar que tanto las gravas como las arenas se dividen en grupos los cuales les dan denominaciones propias ya sean por su granulometría, por su índice de limosas o arcillosas, así como su pureza. [24]

Los Suelos de grano fino, son considerados en el sistema como tres grupos para limos y arcillas con un límite líquido menor al 50%, y en tres grupos para limos y arcillas con el límite líquido mayor a 50%, además de un grupo exclusivo para suelos orgánicos. [24] Basándonos en la siguiente tabla:

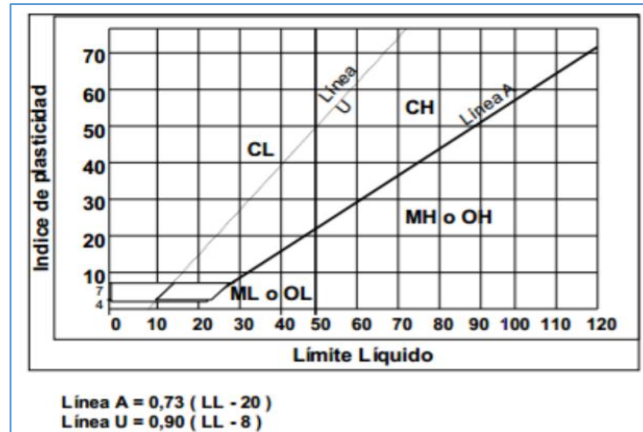
Figura 14.- Clasificación de los Suelos – SUCS



Fuente: “Mecánica de Suelos – Ensayos de Laboratorio”, 2015

Para la clasificación de los suelos, se utiliza la carta de plasticidad cuya gráfica está en función del índice de plasticidad (Ip) y del límite líquido (Ll). Las arcillas se encuentran por encima de la recta del ensayo de Casagrande, $A = 0,73(Ll - 20)$, los limos por debajo de la recta, alta plasticidad: $Ll > 50\%$, baja plasticidad $Ll < 50\%$. [24]

Figura 15.- Carta de Plasticidad



Fuente: “Mecánica de Suelos – Ensayos de Laboratorio”, 2015

1.1.3.3.3.2 Sistema de Clasificación AASHTO

Se puede decir que se encuentra normado por:

Materiales granulares, los cuales son aquellos que pasan el 34% o menos en el tamiz N° 200; Los materiales Limo-arcillosos, aquellos que pasan más del 35% en el tamiz N° 200; Se tiene un Índice de grupo el cual permite realizar una evaluación aproximada de los materiales granular-arcillosos y de los materiales limo-arcillosos. Los índices están colocados en paréntesis en la tabla después del nombre de la clasificación. [24] De manera más ilustrativa se adjunta la tabla de clasificación.

Figura 16.- Clasificación de los Suelos – AASHTO

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO											
Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)							Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)			
	A-1		A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Grupo:	A-1-a	A-1-b									
Porcentaje que pasa: N° 10 (2mm) N° 40 (0,425mm) N° 200 (0,075mm)	50 máx 30 máx 15 máx	- 50 máx 25 máx	- 51 mín 10 máx	- -	- 35 máx	- -	- -	- 36 mín	- -	- -	
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40											
Límite líquido	-		-	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín (2)
Índice de plasticidad	6 máx		NP (1)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Constituyentes principales	Fracmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa			Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Características como subgrado	Excelente a bueno							Pobre a malo			

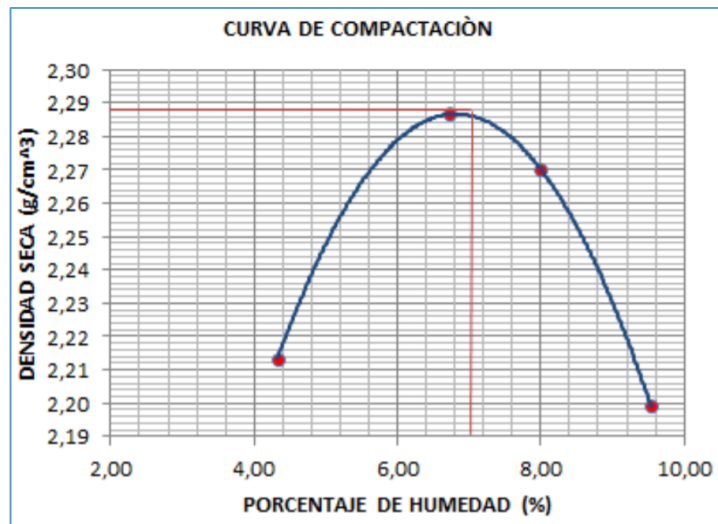
(1): No plástico
(2): El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30
El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL menos 30

Fuente: “Mecánica de Suelos – Ensayos de Laboratorio”, 2015

1.1.3.3.4 Compactación del Suelo

La compactación por medio del Ensayo Proctor Modificado es un proceso artificial el cual obliga a las partículas del suelo a estar cerca y por esta razón unas con otras en constante contacto, lo que produce una reducción en la relación de vacíos. Este ensayo produce un considerable mejoramiento en las propiedades ingenieriles del suelo, tales como el aumento de la resistencia al corte, una disminución en su deformabilidad, un aumento en el peso específico y un notable mejoramiento en la permeabilidad. Aclarar que los métodos para la compactación, varían dependiendo de las características de los suelos a compactar.[23]

Figura 17.- Compactación del Suelo



Fuente: “Manual de Procedimientos de Ensayos de Suelos”, Joseph Bowles 2015

Por lo que se puede decir que la compactación del suelo mediante el Proctor Modificado, determina la relación de la densidad seca máxima y el porcentaje de humedad óptimo del suelo compactado.[27]

Las normas de referencia para el Proctor son: ASTM D – 698 – 91; ASTM D 1557 – 91; AASHTO T – 180 – 93; AASHTO T – 99 – 94.

1.1.3.3.5 California Bearing Ratio - CBR

El ensayo del CBR con siglas en inglés “California Bearing Ratio”, permite determinar el esfuerzo cortante del suelo en condiciones de humedad y densidad. Mediante este método, se establece la relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y su capacidad portante o de soporte.[27]

El método del CBR es utilizado para analizar materiales cuyo diámetro máximo de partículas es de 3/4", existiendo metodologías adicionales para los casos en que muestras no cumplan con este tipo de granulometría.[23]

Para determinar el CBR se podrá utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{For. 15} \quad CBR = \frac{\text{Esfuerzo en la muestra ensayada}}{\text{Esfuerzo en el Suelo Patrón}} \times 100\%$$

A continuación, se presenta una tabla en donde con base a valores del CBR se establece una clasificación para uso del suelo.

Tabla 5.- Clasificación de los Suelos – CBR

Valor CBR	Clasificación General	Usos
0 – 3	Muy Pobre	Subrasante
3 – 7	Pobre a Regular	Subrasante
7 – 20	Regular	Sub – base
20 – 50	Bueno	Base, Subbase
> 50	Excelente	Base

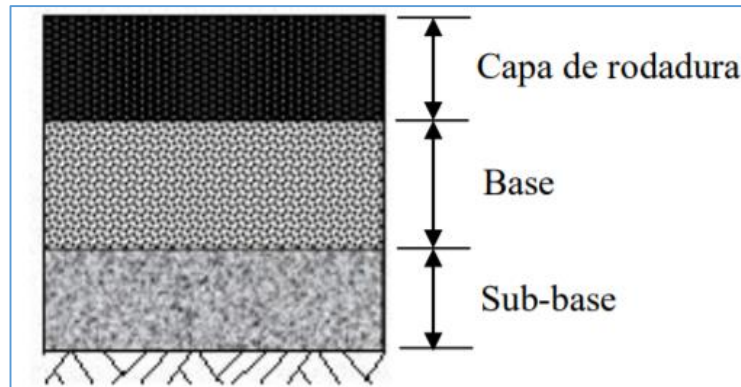
Fuente: “Manual de Procedimientos de Ensayos de Suelos”, Joseph Bowles 2015

1.1.3.4 Diseño de la Capa de Rodadura

1.1.3.4.1 Pavimento

Es una estructura de varias capas las cuales están construidas sobre la subrasante del camino, con el único fin de resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos, dando así una mejor condición de seguridad y comodidad para el tránsito. La estructura de un pavimento está conformada por las siguientes capas: Capa de Rodadura, Subbase y la Base.[28]

Figura 18.- Estructura del Pavimento



Fuente: “Manual de Carreteras”, 2013

1.1.3.4.1.1 Capa de Rodadura

Se encuentra en la parte superior de la estructura del pavimento, puede ser de flexible con un material bituminoso “asfalto”; rígido, siendo este elaborado con concreto de cemento Portland; o a su vez de adoquines, mencionar que todos ellos cumplen la misma función sostener directamente el tránsito.[28]

1.1.3.4.1.2 Base

Está situada en la inferior de la capa de rodadura, su principal característica y función es de sostener, distribuir y de transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito. La base por lo general será de material granular que tenga una condición drenante, con un ($CBR \geq 80\%$), también puede ser tratada mediante asfalto, cemento o cal.[28]

1.1.3.4.1.3 Sub base

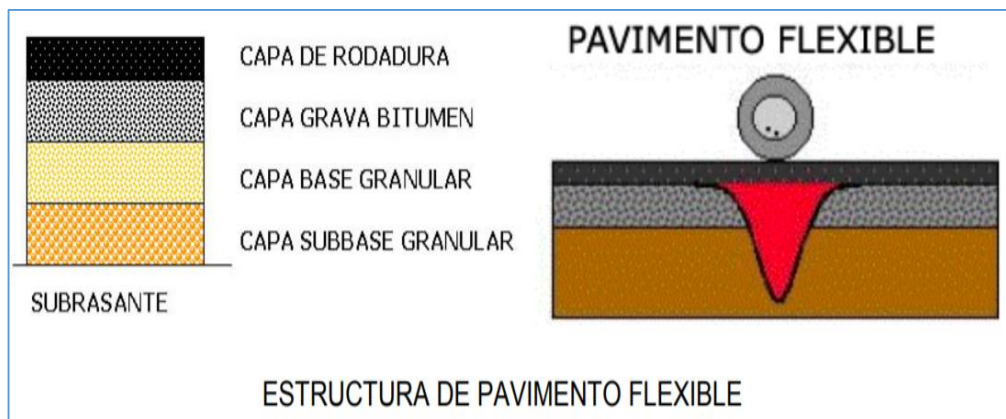
Es la capa ubicada por debajo de la base y la capa de rodadura, por lo general esta capa tiene un material específico y con un espesor de diseño. Es utilizado como una capa de drenaje y como controlador de la capilaridad del agua procedente del suelo. Esta capa depende en su totalidad del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, en pocas ocasiones se puede obviar. Esta capa puede ser de material granular. ($CBR \geq 40\%$).[28]

1.1.3.4.2 Tipos de Pavimentos

1.1.3.4.2.1 Pavimentos Flexibles

Un pavimento flexible es el que consta de una carpeta asfáltica, la cual proporciona la superficie de rodamiento. Las cargas aplicadas por los vehículos en estos pavimentos hacen que las capas inferiores distribuyan por medio de las características de fricción y de la cohesión de las partículas de los materiales, en donde la carpeta asfáltica puede presentar pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que se rompa su estructura.[29]

Figura 19.- Pavimento Flexible – Estructura



Fuente: “Concreto Hidráulico Permeable”, 2018

Un pavimento flexible está diseñado según condiciones especiales, las cuales se puede definir como:

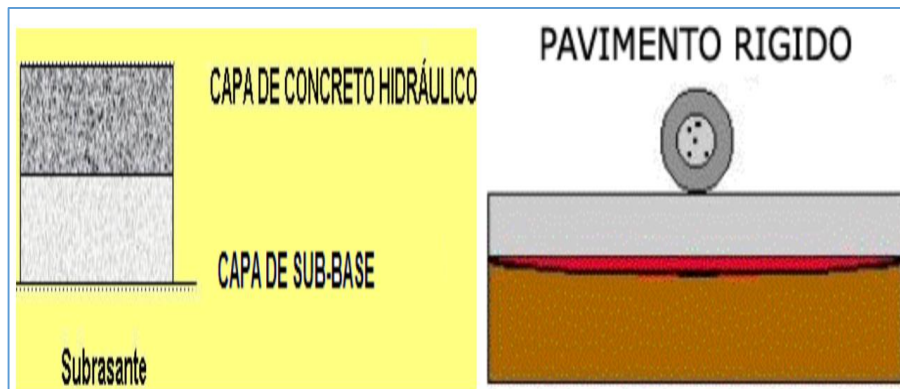
- 1.- Número de ejes o vehículos que pasan por la vía
- 2.- Módulos elásticos de las capas que conforman el pavimento
- 3.- Temperatura del Proyecto
- 4.- Espesores de capas

Mencionar que un pavimento flexible, está diseñado según el número de repeticiones de carga, así como se espera que el pavimento se fatigue y falle, el fallo del pavimento se muestra con la aparición de fisuras o grietas en la parte superficial.[29]

1.1.3.4.2 Pavimentos Rígidos

Es un elemento utilizado como capa de rodadura, es decir una losa de concreto hidráulico en la que se distribuye las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores por medio de toda la superficie de la losa, así como de sus adyacentes que trabajan en conjunto y reciben directamente las cargas. Este pavimento muestra primero fallas estructurales, antes que sus deformaciones se propaguen a capas inferiores. Un pavimento rígido, en teoría puede trabajar directamente sobre la sub-rasante, pero es muy necesario colocar la sub-base para evitar que los finos sean bombeados hacia la superficie de rodamiento al pasar los vehículos.[29]

Figura 20.- Estructura – Pavimento Rígido



Fuente: “Concreto Hidráulico Permeable”, 2018

Un pavimento rígido el cual no posee, todas las capas y donde la más externa es la capa construida en concreto por lo general es colocada en placas, es diseñada también con un tráfico específico, con una diferencia marcada de que este pavimento puede fallar con una sola repetición de carga.[29]

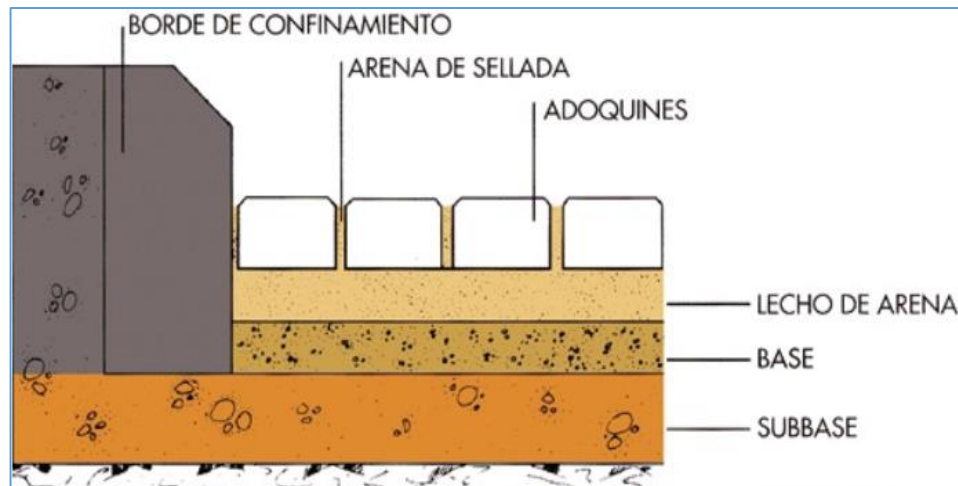
Las variaciones de temperatura y humedad son los factores, que provocan gradientes, produciendo esfuerzos y deformaciones en las losas, contribuyendo al agrietamiento.[29]

1.1.3.4.2.3 Pavimentos Compuestos

Son pavimentos con una estructura compuesta por capas asfálticas con un espesor total bituminoso. “Carpeta asfáltica en caliente sobre la base tratada con asfalto”; en

otra definición estos pavimentos también son llamados pavimentos semi-rigidos, dado que dentro de este grupo se encuentran los pavimentos adoquinados, así como la estructura compuesta por la carpeta asfáltica sobre la base, está tratada con cemento o sobre una base tratada con cal.[28]

Figura 21.- Estructura – Pavimento Compuesto



Fuente: “Pavimentos”, 2014

1.1.3.4.3 Diseño de un Pavimento Flexible

1.1.3.4.3.1 Método de Diseño AASHTO 93

Para obtener el diseño de un pavimento flexible mediante el método AASHTO - 1993, es necesario presentar un modelo o ecuación, con el cual se obtendrá un número estructural (SN), cuyo valor a más de ser un indicador es un requerimiento para el diseño. Para determinar estos y más indicadores es necesario conocer la densidad de tránsito, la confiabilidad, desviación estándar, índice de serviciabilidad que serán determinados mediante tablas o fórmulas dependiendo el caso, con ayuda de un software (AASHTO 93).[30]

Todos estos valores, son pautas para poder determinar espesores de capas para un diseño óptimo, seguro y confiable para los usuarios. La ecuación básica de diseño de pavimento flexible es la siguiente:

For. 16

$$\log_{10}W_{18} = Zr(So) + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{\frac{0.40 + 1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}Mr - 8.07$$

Donde:

W_{18} : Número de aplicaciones de carga de un eje equivalente a 8.2 ton

Z_r : Valor de “Z” correspondiente a la curva estandarizada

S_o : Error estándar de la predicción de tráfico y de ejecución

ΔPSI : Diferencia del índice de servicio

M_r : Módulo resistente de la subrasante (psi)

SN : Número Estructural

1.1.3.4.3.1.1 Parámetros de Diseño

El periodo de diseño corresponde al tiempo total, que cada estrategia de diseño debe cumplir los requerimientos solicitados.[31]

Tabla 6.- Periodo de Diseño

Clasificación de la vía	Periodo de Análisis (Años)
Urbana de alto volumen de tráfico	30 – 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 – 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 – 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 – 20

Fuente: “Guía AASHTO”, 1993

1.1.3.4.3.1.2 Tránsito

El estudio se fundamenta en base a las cargas equivalentes acumuladas para un periodo de diseño, estableciendo los espesores de capa mediante este método. Consiste en un estudio detallado, el cual contenga una composición vehicular completa; como el Tráfico Promedia Diario Anual, el factor de daño, un tráfico acumulado de número de ejes.[32]

Tabla 7.- Factor por Carril

Número de carriles en una dirección	Porcentaje de W18 en el carril de Diseño
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 – 75

Fuente: “Guía AASHTO”, 1993

De acuerdo a la AASHTO 93, proporciona la siguiente fórmula para determinar el número de ejes equivalentes al final del periodo de diseño.

$$\text{For. 17} \quad W18 = 365 \times TPDA \text{ diseño} \times FD \times fd$$

Donde:

W18: Número acumulado de ejes equivalentes

FD: Factor de Daño

Fd: Factor direccional

1.1.3.4.3.1.3 Ejes Equivalentes

Para el diseño de un pavimento es primordial conocer el factor de daño según el tipo de vehículo que transite en la vía, para poder determinar los ejes equivalentes.

Tabla 8.- Factor de Daño

TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TRIDEM		TRIDEM		FACTOR DAÑO
	Ton	(P/6.6) ⁴	Ton	(P/8.2) ⁴	Ton	(P/15) ⁴	Ton	(P/23) ⁴	
BUS	4.0	0.13	8.0	0.91					1.04
C-2P	2.5	0.02							1.29
	7.0	1.27							
C-2G	6.0	0.68	11.0	3.24					3.92
C-3	6.0	0.68			18	2.07			2.75
C-4	6.0	0.68					25	1.40	2.08
C-5	6.0	0.68			18	2.07			2.76
C-6	6.0	0.68			18	2.07	25	1.40	4.16

Fuente: “Guía AASHTO”, 1993

1.1.3.4.3.1.4 Serviciabilidad

Se usa como una medida del comportamiento del pavimento, manteniendo relación con la seguridad y comodidad que pueda brindar al usuario, cuando circule por la vía. De igual manera se puede relacionar con las características físicas que presenta el pavimento como son las grietas, fallas, peladuras, que podrían afectar la capacidad de soporte de la estructura.[33]

$$\text{For. 18} \qquad \qquad \qquad \Delta PSI = P_t - P_o$$

Donde:

ΔPSI : Diferencia entre los Índices de servicio inicial y el final

P_t : Índice de Servicio Inicial

P_o : Índice de Servicio Final

Índice de Serviciabilidad Inicial (P_o). – Se puede establecer como la condición original o inicial del pavimento después de su construcción o rehabilitación.[34]

$$P_o = 4.2 ; \text{ Para Pavimentos Flexibles}$$

Índice de Serviciabilidad Final (P_t). – Es la que se encuentra en función de la carretera y se basa en el índice más bajo que pueda ser tolerado antes de ser rehabilitada o reconstruida una carretera. [34]

$$P_t = 2.5 ; \text{ Para Autopistas y vías principales}$$

$$P_o = 2.0 ; \text{ Para Carreteras}$$

Tabla 9.- Índice de Serviciabilidad

Índice de Serviciabilidad	Calificación
0 – 1	Muy mala
1 – 2	Mala
2 – 3	Regular
3 – 4	Buena
4 – 5	Muy buena

Fuente: “Guía AASHTO”, 1993

1.1.3.4.3.1.5 Confiabilidad “R”

Es definida como la probabilidad de que la estructura tenga un comportamiento real, igual o menor a lo indicado, es decir; la probabilidad de que el número de repeticiones de carga sobre un pavimento pueda soportar hasta alcanzar un nivel de capacidad de servicio, y esta no sea excedida por el número de cargas reales que son aplicadas. Los niveles de confiabilidad “R”, van en relación al tipo de carreteras.[35]

Tabla 10.- Niveles de Confiabilidad “R”

Clasificación de la Vía	Urbana	Rural
Autopistas	85 – 99.9	80 – 99.9
Troncales	80 – 99	75 – 95
Locales	80 – 95	75 – 95
Ramales y Vías Agrícolas	50 – 80	50 – 80

Fuente: “Guía AASHTO”, 1993

1.1.3.4.3.1.6 Desviación Estándar Normal “Zr”

Viene dado en relación al nivel de confiabilidad, mientras más alto sea el nivel de confiabilidad, mayores serán los espesores del pavimento, y el Zr menor.[35]

Tabla 11.- Valores “Zr”

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

Fuente: “Guía AASHTO”, 1993

1.1.3.4.3.1.7 Desviación Estándar “So”

El valor de desviación estándar, debe ser representativo para las condiciones locales, es decir tiene que estar en función de los parámetros y usos a nivel de localización y densidad de tráfico a soportar.[35]

Tabla 12.- Desviación Estándar “So”

Condición de Diseño	Desviación Estándar
Variación de la predicción en el comportamiento del pavimento (Sin error de Tráfico)	0.25
Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tráfico	0.35 – 0.50 (0.45 valor recomendado)

Fuente: “Guía AASHTO”, 1993

1.1.3.4.3.1.8 Módulo de Resiliencia de la Sub-rasante “Mr”

La capacidad portante del suelo es medida en ensayos de laboratorio mediante el CBR y el módulo de resiliencia. La AASHTO 93, propone mediante aplicaciones de relaciones empíricas ecuaciones de correlación o corrección del Módulo de Resiliencia para la subrasante.[35]

1.- Para materiales de Sub-rasante con un CBR igual o menor al 7.2%, [35] se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{For. 19} \quad Mr = 1500 \times CBR$$

2.- Para materiales de Sub-rasante con un CBR mayor al 7.2% pero menor o igual a un 20% de CBR, [35] se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{For. 20} \quad Mr = 3000 \times (CBR)^{0.65}$$

3.- Para materiales de Sub-rasante con un CBR mayor al 20.0 %,[35] se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{For. 21} \quad Mr = 4.326 \times \ln(CBR) + 241$$

Todos los valores obtenidos en las correcciones vienen dados en las unidades: lb/pulg² -psi-[35].

1.1.3.4.3.1.9 Número Estructural “SN”

Para determinar el número estructural, se requiere una serie de factores como: la Capacidad portante del suelo (CBR), la carga total equivalente a ejes simple (W_{18}), los índices de servicios, para proceder en el Software AASHTO 93, un cálculo analítico y programado.

1.1.3.4.3.1.10 Coeficientes Estructurales “a1, a2, a3”

Determinados a partir del Número Estructural “SN”, estos coeficientes ayudan a determinar los espesores de cada una de las capas empleadas en la estructura del pavimento. La ecuación que se utiliza, está en función de los espesores de cada capa como; la superficie de rodadura o carpeta asfáltica, la base y la subbase.[34]

$$\text{For. 22} \quad SN = a1 \times D1 + a2 \times m2 \times D2 + a3 \times m3 \times D3$$

Donde:

a1, a2, a3: Coeficientes estructurales de capas, representativos de la carpeta asfáltica, base y de la subbase respectivamente

D1, D2, D3: Espesores de las capas, Carpeta asfáltica, base y subbase respectivamente

m2, m3: Coeficientes de drenaje para la base y subbase, respectivamente

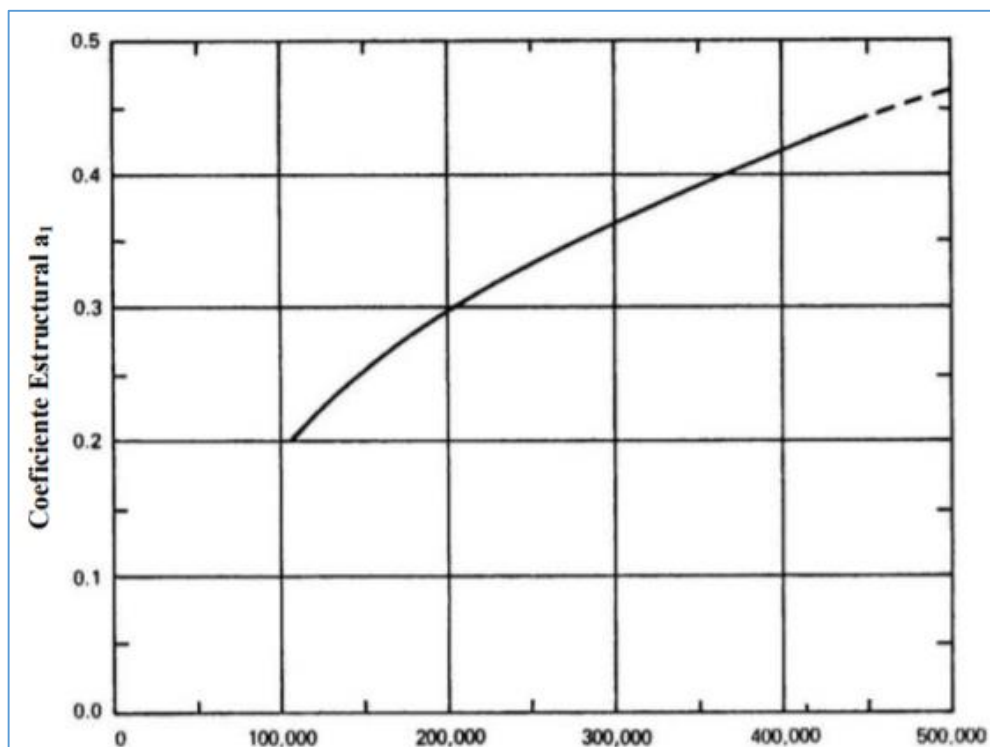
Coefficiente Estructural “ai”

Los coeficientes estructurales son propios de cada una de las capas que componen la estructura del pavimento, estos coeficientes permiten determinar los espesores de cada uno dependiendo del número estructural “SN” calculado. Cada coeficiente representa una capacidad relativa de cada material para funcionar como parte de la estructura del pavimento y poder resistir las cargas solicitadas por el flujo de tráfico.[34]

Coefficiente Estructural Carpeta Asfáltica “a1”

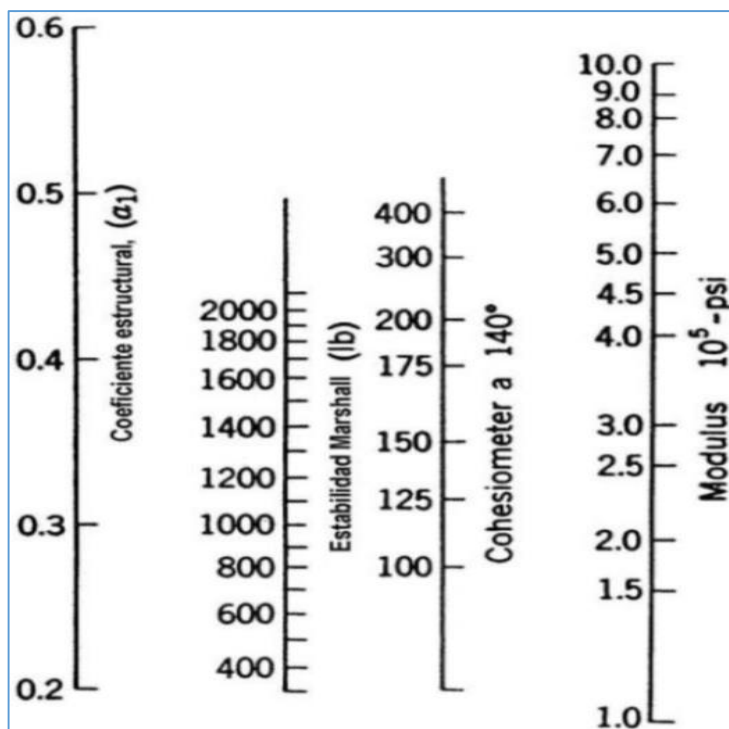
Es un coeficiente propio de las carpetas asfálticas en caliente, que dependen del Módulo de Elasticidad y de la Estabilidad Marshall. Podrán ser determinados mediante ábacos y gráficos, una vez conocido el Módulo de Elasticidad de asfalto a 20°C.[34]

Figura 22.- Módulo Elástico del Concreto Asfáltico



Fuente: “Guía AASHTO”, 1993

Figura 23.- Coeficiente Estructural “a1”



Fuente: “Guía AASHTO”, 1993

Mediante los coeficientes desarrollados de la misma forma el AASHTO 93, proporciona una tabla de coeficientes estructurales para la carpeta asfáltica.

Tabla 13.- Coeficientes para la Carpeta Asfáltica “a1”

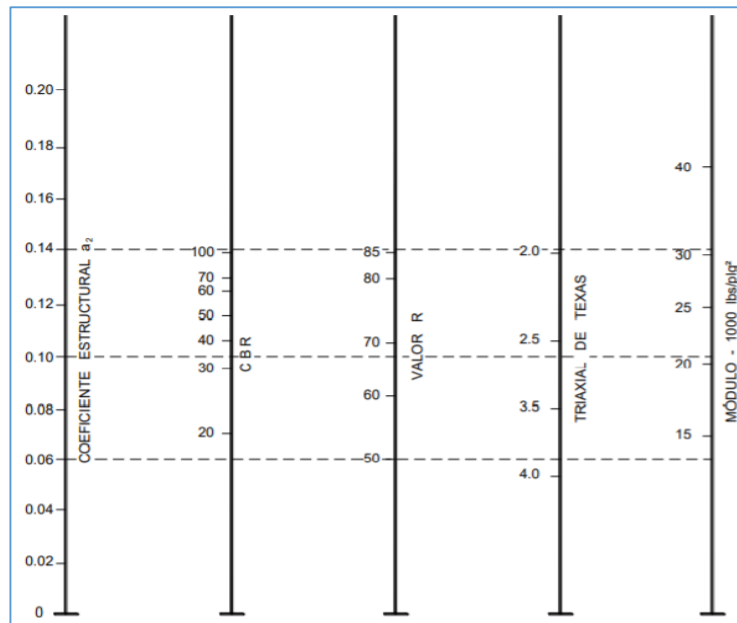
Módulos Elásticos		Valores de “a1”
PSI	MPA	
125000	875	0.220
150000	1050	0.250
175000	1225	0.280
200000	1400	0.295
225000	1575	0.320
250000	1750	0.330
275000	1925	0.355
300000	2100	0.360
325000	2275	0.375
350000	2425	0.385
375000	2625	0.405
400000	2800	0.420
425000	2975	0.435
450000	3150	0.440

Fuente: “Guía AASHTO”, 1993

Coefficiente Estructural Bases Granulares “a2”

Para determinar este coeficiente estructural se utilizará a base de un monograma el cual proporcionará valores como el módulo elástico resistente de la base.

Figura 24.- Coeficiente Estructural “a2” – Bases Granulares



Fuente: “Guía AASHTO”, 1993

Coefficientes estructurales normados por la AASHTO 93, para bases granulares a2.

Tabla 14.- Coeficientes para Bases Granulares “a2”

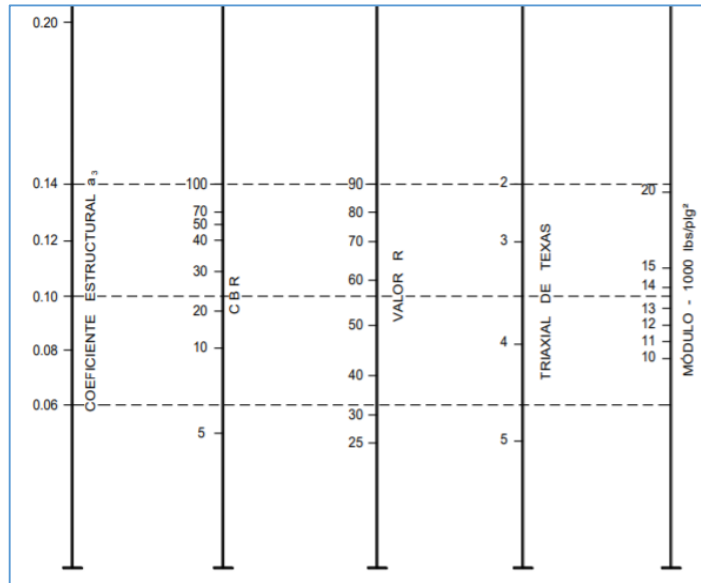
Base de Agregados	
CBR %	a2
20	0.070
25	0.085
30	0.095
35	0.100
40	0.105
45	0.112
50	0.115
55	0.120
60	0.125
70	0.130
80	0.133
90	0.137
100	0.140

Fuente: “Guía AASHTO”, 1993

Coefficiente Estructural Subbase Granular “a3”

Se utiliza un monograma el cual proporcionará el valor del coeficiente estructural a3, en base al principio que una subbase deberá tener un CBR mayor o igual al 30%.

Figura 25.- Coeficiente Estructural “a3” – Subbase Granular



Fuente: “Guía AASHTO”, 1993

Coefficiente estructural para sub bases granulares a3; proporcionado por la AASHTO.

Tabla 15.- Coeficientes para Sub bases granulares “a3”

Sub base Granular	
CBR %	a3
10	0.080
15	0.090
20	0.093
25	0.102
30	0.108
35	0.115
40	0.120
50	0.125
60	0.128
70	0.130
80	0.135
90	0.138
100	0.140

Fuente: “Guía AASHTO”, 1993

1.1.3.4.3.1.11 Coeficiente de drenaje

El método AASHTO determina que los coeficientes de cada capa se ajusten a los factores mayores o menores que la unidad, esto para tomar en cuenta un drenaje adecuado en el tiempo, que las capas granulares estén sometidas a niveles de humedad casi o próximos a la saturación.[36]

Los niveles de Drenaje por este método se los clasifica mediante:

Tabla 16.- Calidad de Drenaje

Drenaje	Agua eliminada dentro
Excelente	2 Horas
Buena	1 Día
Regular	1 Semana
Pobre	1 Mes
Muy Pobre	No drena

Fuente: “Guía AASHTO”, 1993

Según la calidad de drenaje se presenta un factor de ajuste (m), el cual se encuentra en función de las características de la estructura del pavimento y del suelo de fundación.[36]

Tabla 17.- Coeficientes de Ajuste (m)

Calidad de Drenaje	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento está sometido a condiciones de humedad cercana a la saturación			
	Menos del 1%	Entre 1% - 5%	Entre 5% - 25%	Más del 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Buena	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy Pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: “Guía AASHTO”, 1993

1.1.3.4.3.1.12 Determinación del Número Estructural “SN”

El método AASHTO, para el diseño de pavimentos flexibles cuenta con el software de la Ecuación AASHTO 93, para calcular el número estructural “SN”, a partir de los datos de serviciabilidad inicial y final, confiabilidad, desviación estándar, desviación normal, módulo resiliente de la subrasante, número de ejes equivalentes (W18).[32]

Figura 26.- Software Ecuación AASHTO 93

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. It is a window with a title bar and standard Windows controls. The interface is organized into several sections:

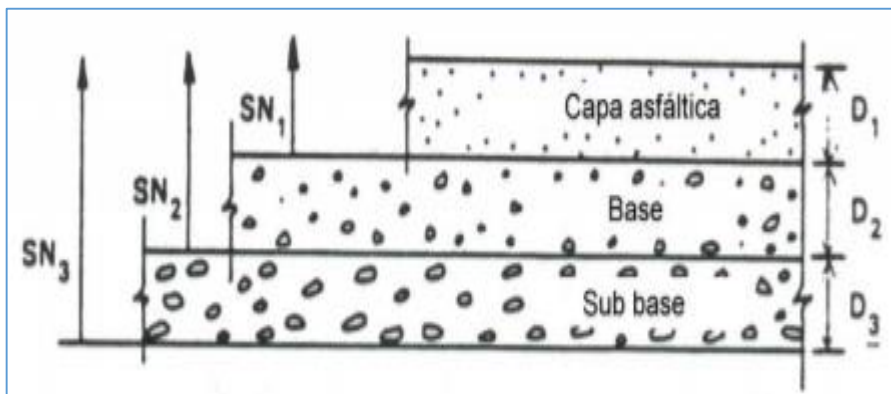
- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu for 'Reliability (R)' and a text input field for 'So'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text input fields for 'PSI inicial' and 'PSI final'.
- Módulo resiliente de la subrasante:** A text input field for 'Mr' followed by the unit 'psi'.
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four text input fields for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. A text input field for 'W18 ='. To the right, a text input field for 'SN ='. The label 'Número Estructural' is positioned above the 'SN =' field.
- Buttons:** 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Fuente: “Guía AASHTO”, 1993

1.1.3.4.3.1.13 Espesores de Capas del Pavimento

Esta metodología se basa al concepto de las capas granulares no tratadas, las cuales están protegidas a tenciones verticales que pueden producir deformaciones permanentes.[36]

Figura 27.- Estructura de Pavimento – Espesores



Fuente: “Guía AASHTO”, 1993

Para calcular el espesor de cada capa, se lo realizará mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{For. 23} \quad D'1 \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$\text{For. 24} \quad SN'1 = a_1 D_1 > SN_1$$

$$\text{For. 25} \quad D'2 = \frac{SN_2 - SN'1}{a_2 m_2}$$

$$\text{For. 26} \quad SN'1 + SN'2 \geq SN_2$$

$$\text{For. 27} \quad D'3 \geq \frac{SN_3 - (SN'1 + SN'2)}{a_3 m_3}$$

1.1.3.5 Diseño Geométrico

El diseño geométrico vial está basado en una correlación de los elementos físicos que componen una vía, con las características del terreno y la operación de los usuarios con sus vehículos. Esta relación conlleva a un diseño individual de los elementos en cada uno de los alineamientos. Se puede subdividir el diseño geométrico vial en horizontal, vertical u transversal.[20]

Figura 28.- Vía



Fuente: "Diseño vial", 2018

1.1.3.5.1 Velocidades

Velocidad de Diseño “Vd”

Es conveniente seleccionar adecuadamente una velocidad de diseño por lo que se define como “La velocidad máxima a la cual puede circular los vehículos de forma segura y confiable, esto en condiciones atmosféricas y de tránsito favorables”. Esta velocidad se encuentra en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, así como de la importancia de la carretera, los volúmenes de tránsito y el uso de la tierra, todo ello con la única finalidad de darle seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad a los usuarios.[4]

Tabla 18.- Velocidad de Diseño “Vd”

Tipo de Vía		Velocidad de Diseño en Km/h												
		TPDA	Básica				Permisible en Tramos Difíciles							
			Relieve Llano				Relieve Ondulado				Relieve Montañoso			
			Para elementos de trazado del perfil longitudinal		Para elementos de la sección transversal y otros		Para elementos de trazado del perfil longitudinal		Para elementos de la sección transversal y otros		Para elementos de trazado del perfil longitudinal		Para elementos de la sección transversal y otros	
		R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	
RI - RII	> 8000	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80	
I	3000-8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60	
II	1000-3000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50	
III	300-1000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40	
IV	100-300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25	
V	<100	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25	

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP-2003

Velocidad de Circulación “Vc”

Denotada así a la velocidad real a la que circula un vehículo a lo largo de un tramo específico y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo.[4]

La velocidad de circulación en un camino, es medida de acuerdo a la calidad de servicio que proporciona el camino, por lo que es recomendable conocer las

velocidades a la que los vehículos circulan por el camino en diferentes volúmenes de tráfico.[4] Para calcular la velocidad de circulación se puede realizar mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{For. 28} \quad V_c = 0.8 \times V_d + 6.5 \quad \text{Cuando TPDA} < 1000$$

$$\text{For. 29} \quad V_c = 1.32 \times V_d^{0.89} \quad \text{Cuando TPDA entre } 1000 - 3000$$

Donde:

V_c : Velocidad de Circulación, en Km/h

V_d : Velocidad de Diseño, en Km/h

Relación entre Velocidades

La relación entre las velocidades de diseño y de circulación viene dada por una visualización del volumen de tránsito el cual cuando aumenta, la velocidad de circulación disminuye esto debido al tránsito que provoca la aglomeración de vehículos. Por consiguiente, si el volumen de tránsito excede el nivel intermedio, la velocidad de circulación disminuye aún más, y dado en un caso extremo si el volumen es igual a la capacidad del camino, la velocidad de circulación estará dada en función de la saturación de tráfico.[4]

Tabla 19.- Velocidad de Circulación

Velocidad de Diseño (Km/h)	Velocidad de Circulación en Km/h		
	Volumen de Tránsito		
	Bajo	Intermedio	Alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP-2003

1.1.3.5.2 Diseño Geométrico Horizontal

Se denomina a la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Esta proyección sobre el eje horizontal, está conformada por un sin número de tramos rectos las cuales se denominan Tangentes, y a su vez enlazados entre sí por curvas.[37]

Tangentes

Son proyecciones de rectas sobre el plano horizontal, las cuales unen dos curvas consecutivas. Al punto de intersección entre dos tangentes se le conoce con el nombre de PI, y el ángulo formado en la intersección de las rectas se la denomina alfa (α).[4]

Curvas Circulares

Son arcos de circunferencia de un solo radio, con la funcionalidad de que unen dos tangentes consecutivas, conformando así la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales.[37] Entre sus elementos principales se puede denotar lo siguientes.

Grado de Curvatura (Gc). - Es el ángulo formado por un ángulo de 20 metros. Donde su valor máximo es el permitido para poder recorrer la curva con seguridad y con un peralte máximo a la velocidad de diseño.[4] Se representa con la letra Gc y se calcula mediante la fórmula:

$$\text{For. 30} \quad Gc = \frac{1145.92}{R}$$

Donde:

Gc: Grado de Curvatura

R: Radio de curvatura

En donde el Radio de curvatura se lo define con la letra R, y se encuentra en función del Grado de curvatura quedando su fórmula:

For. 31

$$R = \frac{1145.92}{Gc}$$

Radio Mínimo de Curvatura Horizontal

Es el valor más bajo es decir el que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada, se encuentra en función de un peralte máximo adoptado (e) y con un correspondiente coeficiente de fricción lateral (f). [4] Se calcula mediante la siguiente fórmula:

For. 32

$$R = \frac{V^2}{127 x (e + f)}$$

Donde:

R: Radio mínimo de curvatura horizontal, en m

V: Velocidad de diseño, en Km/h

f: Coeficiente de Fricción Lateral

e: Peralte de la curva, en m/m

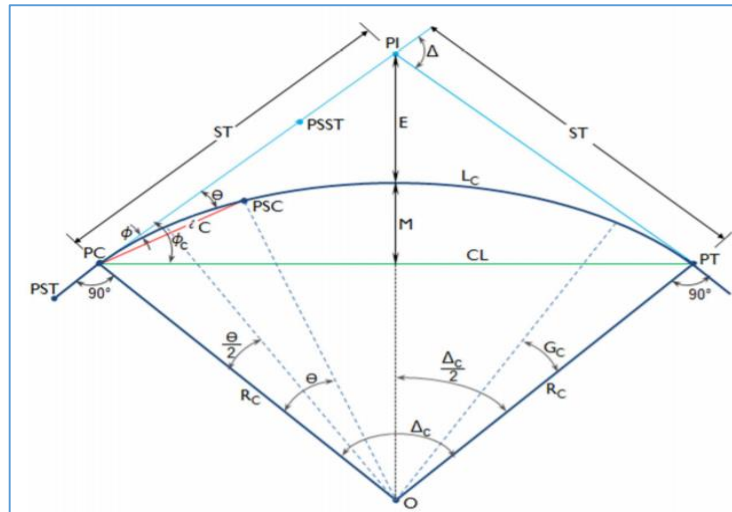
Tabla 20.- Radios Mínimos

Velocidad de diseño en Km/h	“f” Máximo	Radio Mínimo							
		Calculado				Recomendado			
		e				e			
		10%	8%	6%	4%	10%	8%	6%	4%
20	0.350		7.32	7.68	8.08	15	18	20	20
25	0.315		12.46	13.12	13.86	15	20	25	25
30	0.284		19.47	20.60	21.87	20	25	30	30
35	0.255		28.79	30.62	32.70	30	30	35	36
40	0.221		41.86	44.83	48.27	40	42	45	50
45	0.206		55.75	59.94	64.82	55	58	60	66
50	0.190		72.91	78.74	85.59	70	75	80	90
60	0.165	106.97	115.70	125.98	138.28	110	120	130	140
70	0.150	154.33	167.75	183.73	203.07	160	170	185	205
80	0.140	209.97	229.06	251.97	279.97	210	230	255	280
90	0.134	272.56	298.04	328.76	366.55	275	300	330	370
100	0.130	342.35	374.95	414.42	463.18	350	375	415	465
110	0.124	425.34	467.04	517.80	580.95	430	470	520	585
120	0.120	515.39	566.39	629.92	708.66	520	570	630	710

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP-2003

Elementos de una Curva Circular Simple

Figura 29.- Curva Simple –Elementos



Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP-2003

Donde:

PI: Punto de intersección de la prolongación de las tangentes

PC: Punto en donde empieza la curva simple

PT: Punto en donde termina la curva simple

α : Ángulo de deflexión de las tangentes

Δ_c : Ángulo central de la curva circular

θ : Ángulo de deflexión a un punto sobre la curva circular

G_c : Grado de curvatura de la curva circular

R_c : Radio de la curva circular

T: Tangente de la curva circular o subtangente

E: External

M: Ordenada media

C: Cuerda

CL: Cuerda larga

l: Longitud de un arco

lc: Longitud de la curva circular

Ángulo Central (α). - Es el ángulo formado por la curva circular, se denota con la letra griega alfa “ α ”. en las curvas circulares simples este ángulo es igual a la deflexión de las tangentes.[4]

Longitud de la Curva (l_c). – Es la distancia comprendida del arco entre el PC y el PT. Es representada con la letra l_c y se calcula mediante la fórmula.[4]

For. 33
$$l_c = \frac{\pi R \alpha}{180}$$

Donde:

l_c : Longitud de la curva

R: Radio de Curvatura

α : Ángulo central

Cuando, el ángulo de deflexión sea muy pequeño se deberá asumir valores de radio un poco mayores, dado que se deberá satisfacer la longitud requerida para la transición del peralte, esto para darle una mejor visibilidad o estética al trazado.[4]

Tangente a la Curva (T). – Es una medida que se realiza sobre la prolongación de las tangentes, se encuentra entre el PI y el Pc ó entre el Pi y el PT de la curva.[4]

For. 34
$$T = R \times \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Donde:

T: Tangente a la Curva

R: Radio de Curvatura

α : Ángulo central

External (E). – Es la distancia existente entre el Pi y la curva. Su nomenclatura es de la letra “E”. [4]

For. 35
$$E = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$$

Donde:

E: External

R: Radio de Curvatura

α : Ángulo central

Ordenada Media (M). – Es la distancia de la flecha representada en el punto medio de la curva. Se representa con la letra “M”. [4]

$$\text{For. 36} \quad M = R - R \cos \frac{\alpha}{2}$$

Donde:

M: Ordenada Media

R: Radio de Curvatura

α : Ángulo central

Deflexión en un punto cualquiera de la Curva (θ). – Es el ángulo que se forma de la prolongación de la tangente en el Pc y la tangente en un punto considerado. Se denota con la letra griega “ θ ”. [4]

$$\text{For. 37} \quad \theta = \frac{Gc \times l}{20}$$

Donde:

θ : Deflexión punto cualquiera

Gc: Grado que curvatura

l: Longitud del arco

Cuerda (C). – Es la recta trazada entre dos puntos de la curva, se denota con la letra “C”. [4]

$$\text{For. 38} \quad C = 2 \times R \times \text{Sen} \frac{\theta}{2}$$

Donde:

C: Cuerda

e: Deflexión punto cualquiera

R: Radio de Curvatura

Cuerda Larga (CL). – Es la resultante de la unión de los puntos del PC y del PT. Representada por las letras “CL”. [4]

$$\text{For. 39} \quad CL = 2 \times R \times \text{Sen} \frac{\alpha}{2}$$

Donde:

CL: Cuerda Larga

α : Ángulo Central

R: Radio de Curvatura

Ángulo de la cuerda (\emptyset). – Es el ángulo formado de la prolongación de la tangente de la vía y la curva, se representa con la letra griega “ \emptyset ”. [4]

$$\text{For. 40} \quad \emptyset = \frac{\theta}{2}$$

Donde:

\emptyset : Ángulo de la Cuerda

e: Deflexión punto cualquiera

También se puede calcular el ángulo de la cuerda en función del radio de curvatura.

$$\text{For. 41} \quad \emptyset = \frac{Gc \times l}{40}$$

De igual manera en función de la cuerda larga el cual se representa.

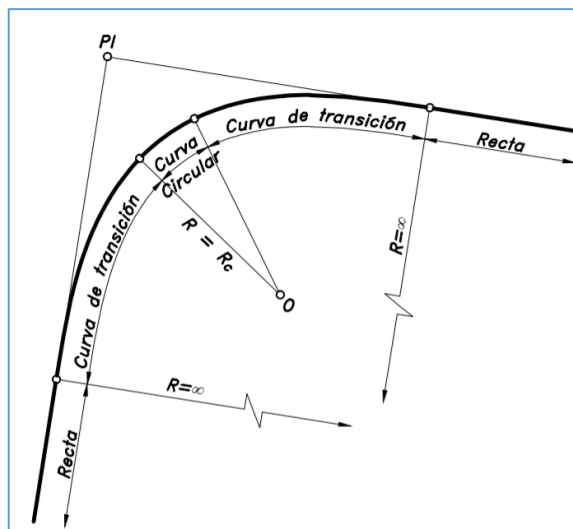
$$\text{For. 42} \quad \emptyset = \frac{Gc \times lc}{40}$$

Curvas de Transición

Se denominan curvas de transición dado que proporcionan una transición o cambio gradual en la curvatura de una vía, va desde un tramo recto hasta una curvatura de grado determinado o viceversa.[20] Las ventajas que se obtiene con las curvas de transición son:

- 1.- Brinda una cómoda operación de los vehículos, dado que hace que la fuerza centrífuga varíe lentamente desde cero hasta el valor máximo, o viceversa.
- 2.- Desarrolla un peralte de forma gradual, con la finalidad de acomodarlo de acuerdo a la variación de la fuerza centrífuga.
- 3.- Reduce la tendencia de los vehículos a desviarse de su carril, dado que la vía se acomodará a la trayectoria natural de los vehículos, con lo que se mejorará la seguridad del tránsito.

Figura 30.- Curvas de Transición



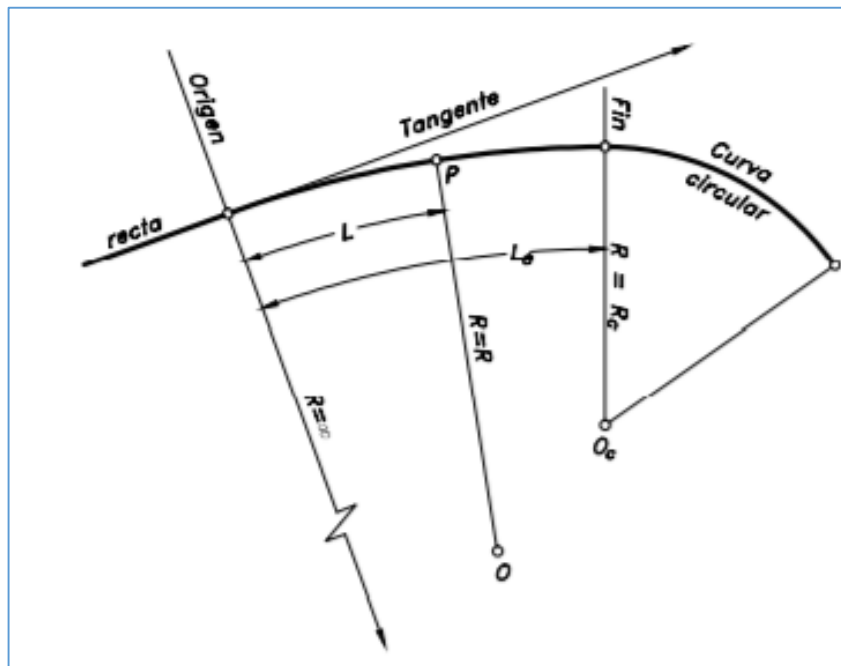
Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP-2003

De acuerdo con la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras (MTOP-2003), menciona que las curvas de transición empalman la alineación recta con la parte circular, aumentando la seguridad, dado que ayuda a la maniobrabilidad de la curva de entrada y la permanencia de los vehículos en su carril. La clotoide o la denominada Espiral de Euler es el tipo de curva más apropiada para desarrollar las transiciones en curvas.[4]

Clotoide o Espiral de Euler

Es conocida como la Espiral de Cornu y espiral de Arquímedes, la cual trata de una curva plana que se desarrolla a partir de un punto dando vueltas, y alejándose cada vez más de dicho punto y disminuyendo su radio. Para el diseño de vías, se utiliza solo la parte inicial de la teoría.[1]

Figura 31.- Espiral de Euler



Fuente: “Diseño Geométrico de Carreteras”, Cárdenas

En donde se sabe que un vehículo se mueve a una velocidad uniforme V sobre una curva de transición de radio variable R , experimenta una aceleración radial o centrífuga,[37] y se representa por:

For. 43

$$ac = \frac{V^2}{R}$$

Donde:

En una curva de transición su aceleración ac varía de manera continua desde cero en la recta hasta V^2 / R_c , en la curva circular de radio R_c .[37]

Longitud de la espiral (Le). – Es la distancia que se encuentra sobre la curva desde el TE y el EC o del Ce al ET. Su longitud mínima estará dada mediante la siguiente fórmula:

For. 44
$$Le = 0.072 x \frac{V^3}{R x C}$$

Donde:

Le: Longitud mínima de la espiral, en m

V: Velocidad de diseño, en Km/h

R: Radio de curvatura circular, en m

C: Coeficiente de comodidad y seguridad (varía entre 1 y 3)

Para un diseño geométrico vial el coeficiente de comodidad se utilizará 2, para lo cual se podrá determinar la longitud mínima mediante el siguiente cuadro.

Tabla 21.- Longitud Mínima – Espirales

Valores Mínimos (Le = 0.036 V³/ R)

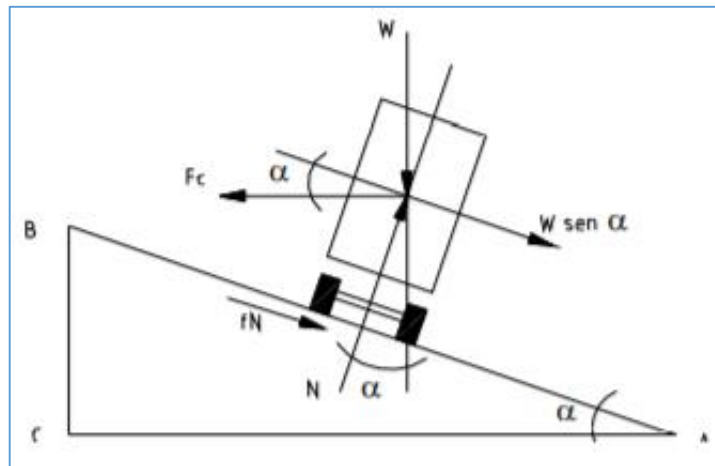
Vd (Km/h)	Rmín, m	Le mín, m
20	18	30
25	20	30
30	25	40
35	30	52
40	42	55
45	56	59
50	75	60
60	110	70
70	160	80
80	210	90
90	275	95
100	350	100
110	430	110
120	520	120

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP-2003

Peralte

Es la inclinación de la calzada que impide que un vehículo salga de su trayectoria, es decir cuando un vehículo recorre una trayectoria circular es empujado hacia afuera por acción de la fuerza centrífuga “F”, la cual es equilibrada por la componente de la fuerza del peso (P) del vehículo debido al peralte, y por la fuerza de fricción del suelo ejercida entre las llantas de vehículo y la calzada. [4]

Figura 32.- Peralte



Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP-2003

Donde:

W: Peso del Vehículo

α : Ángulo de la sobreelevación

f: Coeficiente de fricción lateral

N: $W * \text{Cos } \alpha$

Fc: Fuerza centrífuga

La inestabilidad que genera la fuerza centrífuga se puede manifestar de dos maneras: por deslizamiento y por volcamiento.[4] Para determinar el peralte se utilizará la siguiente fórmula:

For. 45

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

Donde:

e: Peralte de la curva, en m/m

V: Velocidad de Diseño, en Km/h

R: Radio de curvatura, en m

f: Máximo coeficiente de fricción lateral

Tabla 22.- Coeficientes de Fricción “f”

Requerimientos	Valores límites Permisibles de “f”; según el pavimento este:		
	Seco	Humedad	Con hielo
Estabilidad contra el volcamiento	0.60	0.60	0.60
Estabilidad contra el deslizamiento	0.36	0.24	0.12
Comodidad del viaje para el pasajero	0.15	0.15	0.15
Explotación económica del vehículo	0.15	0.10	0.10

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP-2003

1.- Magnitud del Peralte

La magnitud del peralte debe estar acorde a la comodidad y seguridad del vehículo que transita, dado que un valor exagerado puede provocar deslizamientos del vehículo hacia el interior de la curva cuando el mismo circula a velocidades bajas. Mediante investigaciones se ha optado el criterio para contrarrestar mediante el peralte a un 55% de la fuerza centrífuga y en un 45% absorbe la fricción lateral.[4]

Tabla 23.- Magnitud de Peralte

Peralte “e”	Velocidad Km/h	Tipo de vía	Capa de Rodadura
10%	Mayores 50	I , II , III	Asfalto, Concreto o Empedrada
8%	Menores 50	Caminos vecinales IV ,V	Granular

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP-2003

Para poder hacer uso de los valores máximos del peralte, se debe tomar en cuenta una serie de criterios con la finalidad de evitar:

El resbalamiento hacia el interior de la curva por parte de vehículos pesados que transitan a velocidades bajas.

El pronto deterioro de la estructura de la calzada, debido a las precipitaciones que soportará.

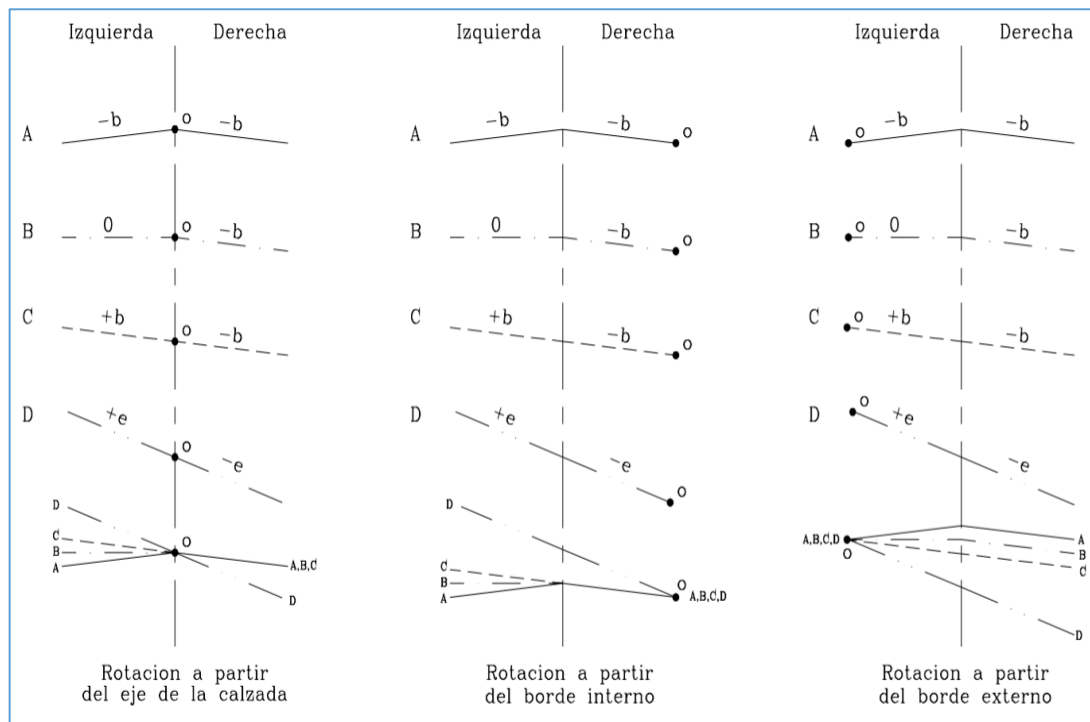
La mala distribución que ocasionan los vehículos pesados sobre la calzada.

2.- Desarrollo del Peralte

Se presenta cuando una curva necesita modificar su inclinación transversal desde el bombeo hasta el peralte requerido para la curva y luego después de la curva desde el peralte hasta el bombeo. Esta modificación se la debe realizar a lo largo de una longitud apropiada y se la denota como la transición del peralte y se desarrolla de tres formas posibles.[1]

- 1.- Girando el pavimento de la calzada alrededor de su línea central o eje.
- 2.- Girando el pavimento alrededor de su borde interior.
- 3.- Girando el pavimento alrededor de su borde exterior.

Figura 33.- Desarrollo del Peralte



Fuente: “Diseño Geométrico de Carreteras”, Cárdenas

3.- Longitud de Transición

Es la que sirve para efectuar la transición entre las pendientes transversales entre una sección peraltada y una normal, esto se realiza alrededor del eje de la vía o de uno de sus bordes. La longitud mínima se determinará en base al siguiente criterio.[4] La longitud de transición debe ser mayor a la distancia necesaria de un vehículo que transita a una velocidad de diseño, determinada durante dos segundos.[4] se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$\text{For. 46} \qquad L_{\text{mín}} = 0.56 \times V$$

Donde:

$L_{\text{mín}}$: Longitud mínima de Transición

V : Velocidad de Diseño, en Km/h

Esta fórmula es aplicable en caminos con relieve montañoso difícil, es decir en zonas de estribaciones y cruce de la Cordillera de los Andes.[4]

4.- Longitud Tangencial

Longitud necesaria para empezar a inclinar transversalmente la calzada en la tangente a partir de un punto anterior al "TE" de una curva espiralizada la cual se va a peraltar, para el caso de una curva circular en un punto anterior al inicio de la transición, de manera que la faja exterior de la calzada pase a su posición inclinada por el bombeo y la posición horizontal en el punto de inicio de transición.[4]

$$\text{For. 47} \qquad X = \frac{e' \times L}{e}$$

Donde:

X : Longitud Tangencial

L : Longitud de Transición del peralte, en m

e' : Pendiente lateral de Bombeo, en %

e : Peralte de la curva circular, en %

Tangente Mínima Intermedia

Las tangentes que van unidas entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente son las denominadas tangentes intermedias. Su máxima longitud está condicionada por la seguridad que pueda brindar. Dado que las tangentes intermedias largas pueden causar fatiga y cansancio al usuario.[4]

For. 48

$$TIM = \frac{2L_1}{3} + \frac{2L_2}{3} + X_1 + X_2$$

Donde:

L 1,2: Longitud de transición, m

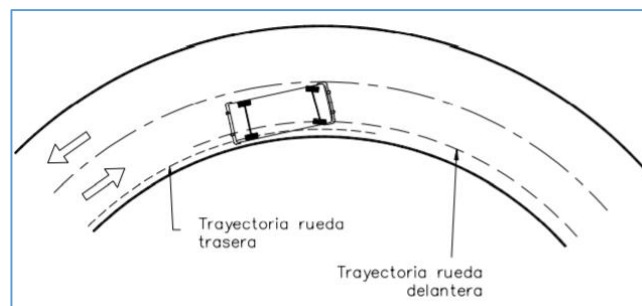
X 1,2: Longitud Tangencial, m

La longitud mínima del arco circular (o Transición de bombeo) viene dada por: $1/3(L_1+L_2)$. Cuando existen condiciones críticas, se puede decir que para el diseño geométrico no se podrá aplicar los valores del TIM, se podrán optar una solución óptima, el cual permita mejorar el proyecto dadas las condiciones topográficas existentes.[4]

Sobrecancho

Se define sobrecancho a la trayectoria que describe las ruedas traseras de un vehículo sobre la calzada, la cual es diferente a las que describen las ruedas delanteras. Dicha trayectoria describe un radio menor, es decir que la rueda interna del eje posterior tiende a salirse de la vía.[1]

Figura 34.- Sobrecancho



Fuente: “Diseño Geométrico de Vías”, Agudelo

En muchas ocasiones es necesario colocar un ancho adicional de la calzada de una curva con la única finalidad de evitar que los vehículos se salgan de la vía. Este ancho varía dependiendo de las condiciones de la vía y la curvatura.[1]

Para poder calcular el sobreebanco es necesario tomar en cuenta los siguientes elementos:

- * Ancho del Carril
- * Radio de Curva
- * Deflexión de la curva
- * Número de Carriles
- * Vehículo de diseño
- * Velocidad de diseño

Para poder calcular el sobreebanco, considerando la velocidad de tránsito y para diferentes números de carriles es necesario la siguiente fórmula:

For. 49

$$TIM = \frac{2L_1}{3} + \frac{2L_2}{3} + X1 + X2$$

Donde

S: Valor del Sobreebanco, m

n: Número de Carriles de la calzada

R: Radio de curvatura, m

L: Longitud entre la parte frontal y el eje posterior del vehículo de diseño, m

V: Velocidad de diseño, Km/h

De acuerdo al Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP-2003), los valores de diseño para el sobreebanco son “Para velocidades de hasta los 50 Km/h, tendrán un sobreebanco de 30 cm y para velocidades superiores a los 50 Km/h un sobreebanco de 40 cm”. [4]

Distancias de Visibilidad

Se la define como la longitud de una carretera en la cual un conductor pueda maniobrar y conducir de manera segura, cómoda, bajo condiciones expresas. Decir que la velocidad y la distancia de visibilidad están estrechamente relacionadas.[20]

Distancia de Visibilidad de Parada (D_p)

Es la distancia necesaria en la que un vehículo por parte de su conductor toma la decisión de detenerse, esto dependiendo del obstáculo, la trayectoria y velocidad de circulación.[37] Por lo que la distancia requerida para detener un vehículo vendrá denotada como “ D_p ” y será igual a la suma de las distancias que son: distancia recorrida durante un tiempo de percepción – reacción “ d_{pr} ” más la distancia recorrida durante el frenado “ d_f ”. [37] La cual se calcular mediante la siguiente fórmula:

$$\text{For. 50} \quad D_p = d_{pr} + d_f$$

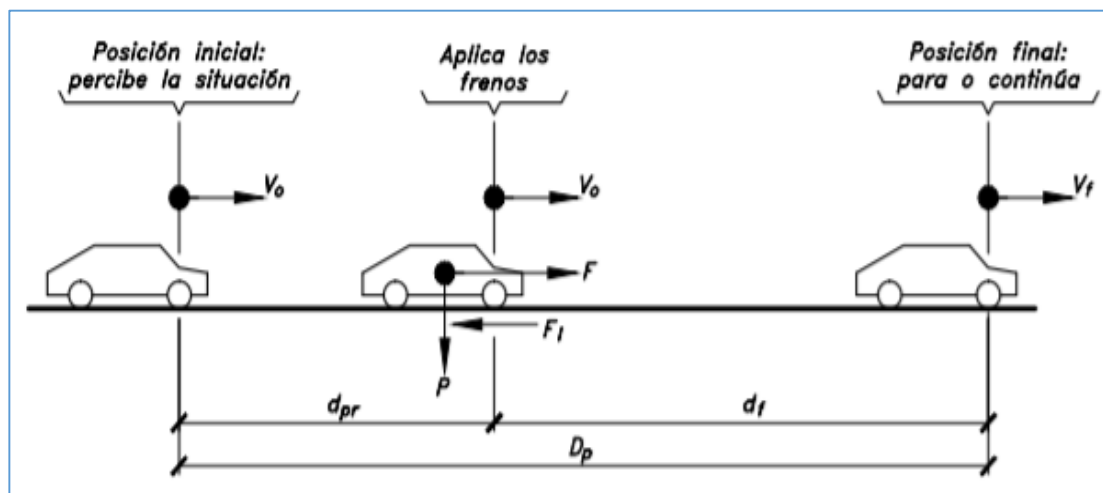
Donde:

D_p : Distancia de visibilidad de Parada

d_{pr} : Distancia de Recepción - reacción

d_f : Distancia de Frenado

Figura 35.- Distancia de parada



Fuente: “Diseño Geométrico de Carreteras”, Cárdenas

En donde para poder calcular la distancia de Recepción – Reacción, vendrá dado por la siguiente fórmula:

$$\text{For. 51} \quad d_{pr} = 0.7 \times V_c$$

Donde:

d_{pr} : Distancia de Recepción - Reacción

V_c : Velocidad de circulación, Km/h

Para a distancia de frenado, vendrá determinada por la siguiente expresión:

$$\text{For. 52} \quad df = \frac{V_c^2}{254 \times f}$$

Donde

df : Distancia de Frenado

V_c : Velocidad de Circulación, Km/h

f : Coeficiente de fricción longitudinal

Para determinar el coeficiente de fricción longitudinal se lo realizara mediante la siguiente fórmula.

$$\text{For. 53} \quad f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}}$$

Donde

f : Coeficiente de fricción longitudinal

V_c : Velocidad de Circulación del vehículo

A continuación, se detalla una tabla con las distancias mínimas de parada recomendada por el MOP-2003.

Tabla 24.- Distancias Mínimas de Parada

Criterio de Diseño : Pavimentos Mojados

CLASE DE CARRETERAS	VALORES RECOMENDABLES			VALOR ABSOLUTO		
	L	O	M	L	O	M
RI o RII	220	180	135	180	135	110
I	180	160	110	160	110	70
II	160	135	90	135	110	55
III	135	110	70	110	70	40
IV	110	70	55	70	35	25
V	70	55	40	55	35	25

L:Terreno Llano ; O:Terreno Ondulado ; M:Terreno Montañoso

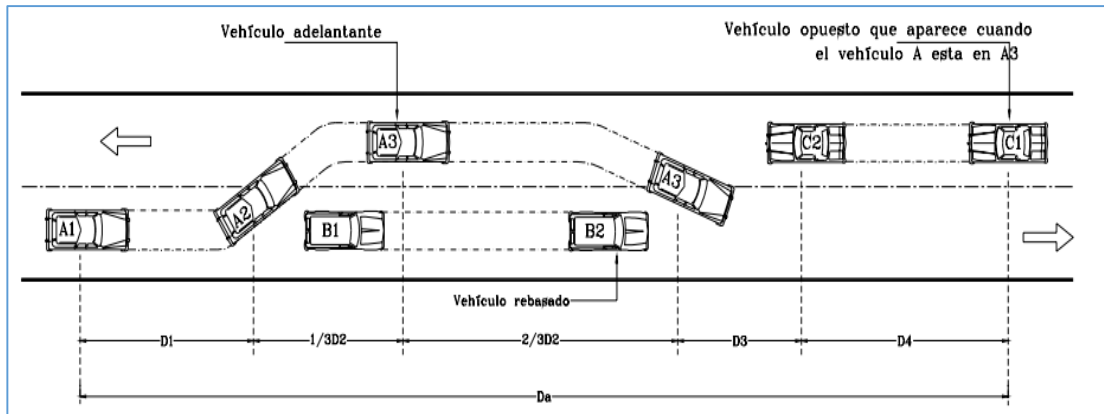
Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP-2003

Distancia de Visibilidad de Adelanto (Da)

Se determina mediante una longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de adelantamiento en condiciones óptimas de seguridad[4]. Para poder determinar una distancia de adelantamiento entre vehículos se tomará en cuenta las siguientes condiciones.

- 1.- El vehículo rebasado circula a una velocidad uniforme.
- 2.- Cuando se entra a la zona de rebasamiento, el conductor del vehículo rebasante requiere de un lapso de tiempo corto para realizar dicha maniobra.
- 3.- El vehículo rebasante al momento de la maniobra aumenta en 16 km/h, la velocidad del vehículo rebasado.
- 4.- La distancia entre el vehículo rebasante y el del sentido contrario debe ser lo suficiente para regresar a su carril.

Figura 36.- Distancia de Adelantamiento



Fuente: “Diseño Geométrico de Vías”, Agudelo

Para determinar la distancia de visibilidad de adelantamiento se calculará mediante la siguiente fórmula.

$$\text{For. 54} \quad Da = d1 + d2 + d3 + d4$$

Donde

Da: Distancia de adelantamiento

d1: Distancia recorrida por el vehículo rebasante, durante la aceleración inicial hasta alcanzar el carril izquierdo

d2: Distancia recorrida por el vehículo rebasante en el tiempo que ocupa el carril izquierdo

d3: Distancia existente entre el vehículo rebasante y el vehículo que circula en sentido opuesto

d4: Distancia recorrida por el vehículo que circula en sentido opuesto, durante los 2/3 de tiempo empleado por el vehículo rebasante.

$$\text{For. 55} \quad d1 = 0.14 t1 (2V - 2m + at1)$$

$$\text{For. 56} \quad d2 = 0.28 x Vt2$$

$$\text{For. 57} \quad d3 = 30m a 90m$$

For. 58

$$d4 = 0.18 \times Vt2$$

Donde

t1: Tiempo de la maniobra inicial, en segundos

t2: Tiempo durante el cual el vehículo rebasante ocupa el carril izquierdo, en segundos

V: Velocidad promedio del vehículo rebasante, en Kilómetros hora

m: Diferencia de velocidades entre los vehículos, rebasante – rebasado, es considerada 16 km/h

a: Aceleración promedio del vehículo rebasante

Para determinar la distancia de adelantamiento en función de la velocidad se a establecido la siguiente ecuación equivalente para ser determinada.

For. 59

$$Da = 9.54V - 218 \quad (30 < V < 100)$$

Donde

Da: Distancia de adelantamiento

V: Velocidad promedio del vehículo rebasante, en kilómetros hora

Para el Ecuador, es recomendable tomar en cuenta los valores de diseño mínimos denotados en el siguiente cuadro, así como de conocer que para gradientes cuesta arriba es necesario abastecer distancias de visibilidad para rebasamiento mayores que las mínimas sugeridas o calculadas.[4]

Tabla 25.- Distancias Mínimas de Adelantamiento

CLASE DE CARRETERAS	VALORES RECOMENDABLES			VALOR ABSOLUTO		
	L	O	M	L	O	M
RI o RII	830	830	640	830	640	565
I	830	690	565	690	565	415
II	690	640	490	640	565	345
III	640	565	415	565	415	270
IV	480	290	210	290	150	110
V	290	210	150	210	150	110

L:Terreno Llano ; O:Terreno Ondulado ; M:Terreno Montañoso

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP-2003

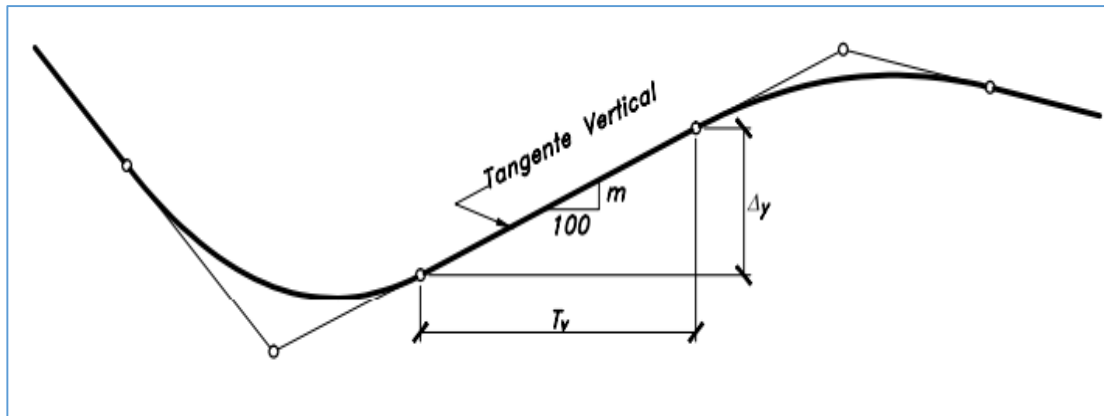
1.1.3.5.3 Diseño Geométrico Vertical

Vine dado como la proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo. En donde debido al paralelismo, dicha proyección mostrará la longitud real del eje en la vía. Este eje se denota como rasante o sub-rasante[37]. Es indispensable que por ninguna razón se deba sacrificar el perfil vertical, con la finalidad de obtener un buen alineamiento horizontal.[4]

Tangentes Verticales

Se caracterizan por su longitud y su pendiente, y se encuentran limitadas por dos curvas sucesivas. En donde una tangente vertical es la distancia medida horizontalmente entre el final de la curva anterior y el principio de la siguiente curva[37].

Figura 37.- Tangente Vertical



Fuente: “Diseño Geométrico de Carreteras”, Cárdenas

Gradientes

Se encuentran en función de la topografía de terreno y por lo general deben tener valores bajos, para tener una adecuada operación de los vehículos con velocidades razonables para su circulación[4]. De acuerdo a la velocidad de diseño, al volumen de tráfico y a la topografía el MTOP-2003, proporciona un cuadro de los valores de gradientes longitudinales máximas.

Tabla 26.- Gradientes Longitudinales Máximas

CLASE DE CARRETERAS	VALORES RECOMENDABLES			VALOR ABSOLUTO		
	L	O	M	L	O	M
RI o RII	2	3	4	3	4	6
I	3	4	6	3	5	7
II	3	4	7	4	6	8
III	4	6	7	6	7	9
IV	5	6	8	6	8	12
V	5	6	8	6	8	14

L:Terreno Llano ; O:Terreno Ondulado ; M:Terreno Montañoso

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP-2003

Dado la importancia y la relación que existe entre la gradiente y la longitud se puede decir lo siguiente.

Para gradientes de: 8 – 10 %, La longitud máxima será de: 1000 m

Para gradientes de: 10 – 12 %, La longitud máxima será de: 500 m

Para gradientes de: 12 – 14 %, La longitud máxima será de: 250 m

Con una pequeña observación, la cual para longitudes cortas se puede aumentar la gradiente el 1 por ciento, en terrenos ondulados y montañosos, con la finalidad de reducir costos de construcción[4].

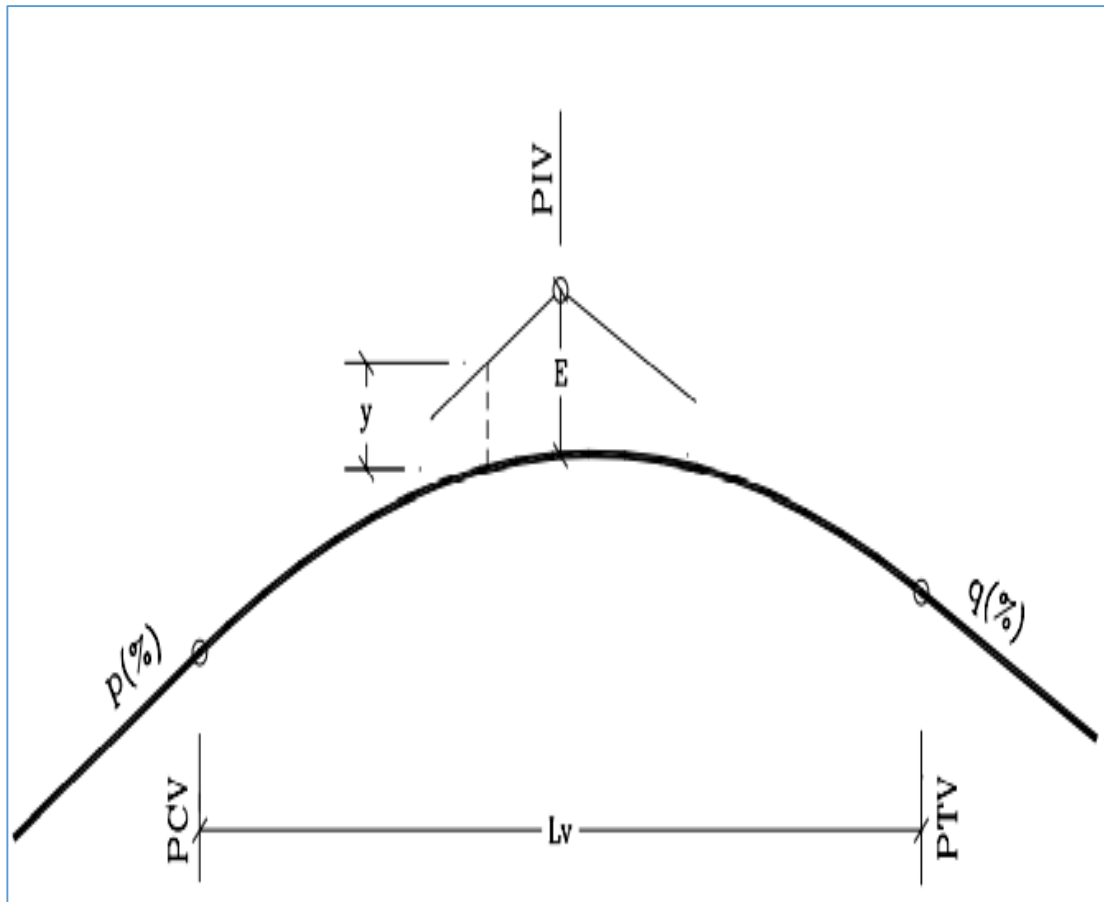
Gradientes Mínimas

La Gradiente mínima utilizada es del 0.5 por ciento, en donde también se puede optar una gradiente del cero por ciento en casos de rellenos mayores a 1 metro de altura o cuando el pavimento tenga una gradiente transversal adecuada para el drenaje de las aguas lluvia[4].

Curvas Verticales

Es un elemento diseñado en perfil el cual permite el enlace entre dos tangentes verticales consecutivas, en donde a lo largo de su longitud se evidencia el cambio gradual de pendiente entre la tangente de entrada y la de salida, con la única finalidad de facilitar la operación vehicular de modo que sea cómoda, segura y confortable[37].

Figura 38.- Elementos de una Curva Vertical



Fuente: “Diseño Geométrico de Vías”, Agudelo

Donde:

PCV: Punto inicial de la curva

PIV: Punto de intersección vertical

PTV: Inicio de la tangente vertical y final de la curva vertical

E: External, Distancia vertical entre el PIV y la curva

Lv: Longitud de la curva vertical

p(%): Pendiente Inicial

q(%): Pendiente final

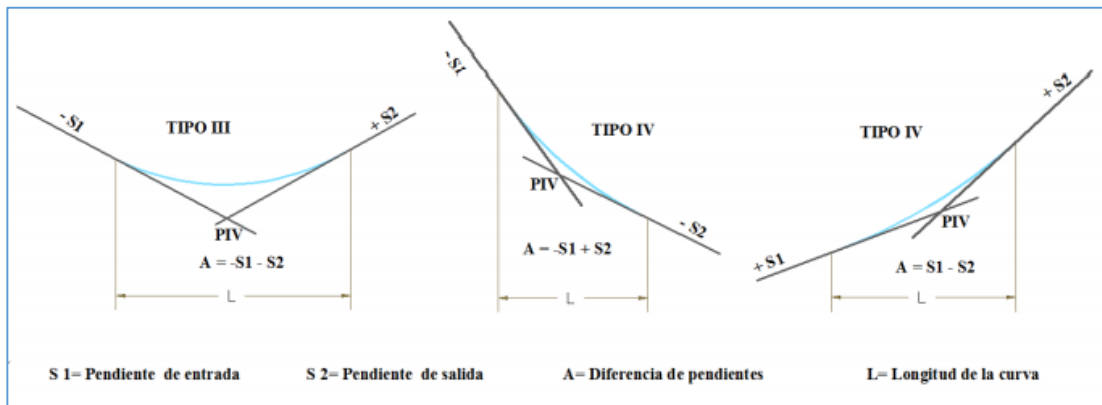
y: Corrección vertical

A: Diferencia algebraica entre pendientes: $q - p$

Curvas Cóncavas

Deben ser lo suficientemente largas por motivos de seguridad, de tal modo que los rayos de luz de los faros del vehículo que se aproxima en sentido contrario no obstruyan la visibilidad del otro conductor, dándole así la distancia de visibilidad necesaria para realizar la parada del vehículo[4].

Figura 39.- Tipos de Curvas Cóncavas

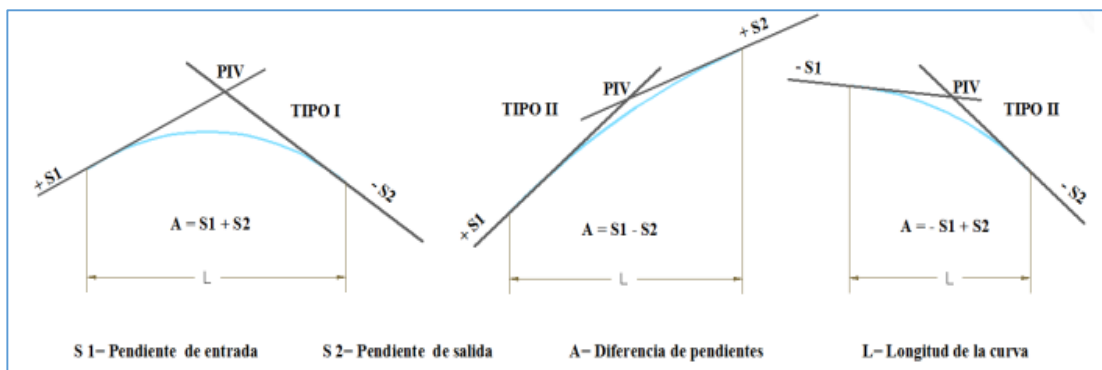


Fuente: “Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras”, 2018

Curvas Convexas

Se encuentra en función de la distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, en donde se considera la altura del ojo del conductor de 1,15 metros así como de la altura del objeto al cual se le divide en la carretera en el cual se le dará una altura de 0,15 metros[4].

Figura 40.- Tipos de Curvas Convexas



Fuente: “Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras”, 2018

Para determinar la longitud de una curva sea cóncava o convexa se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{For. 60} \quad L = K \times A$$

Donde:

L: Longitud de la curva vertical, en m

A: Diferencia algebraica de las gradientes, en %

K: Coeficiente angular de la curva vertical

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas en el 2003, establece valores mínimos para el coeficiente angular de una curva vertical los cuales se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 27.- Coeficiente “K”

CLASE DE CARRETERAS	VALORES RECOMENDABLES			VALOR ABSOLUTO		
	L	O	M	L	O	M
RI o RII	115	80	43	80	43	28
I	80	60	28	60	28	12
II	60	43	19	43	28	7
III	43	28	12	28	12	4
IV	28	12	7	12	3	2
V	12	7	4	7	3	2

L: Terreno Llano ; O: Terreno Ondulado ; M: Terreno Montañoso

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP-2003

Por ningún caso la longitud de una curva vertical podrá ser menor a la expresada y calculada en la siguiente fórmula:

$$\text{For. 61} \quad L_{\text{mín}} = 0,60 \times Vd$$

Donde:

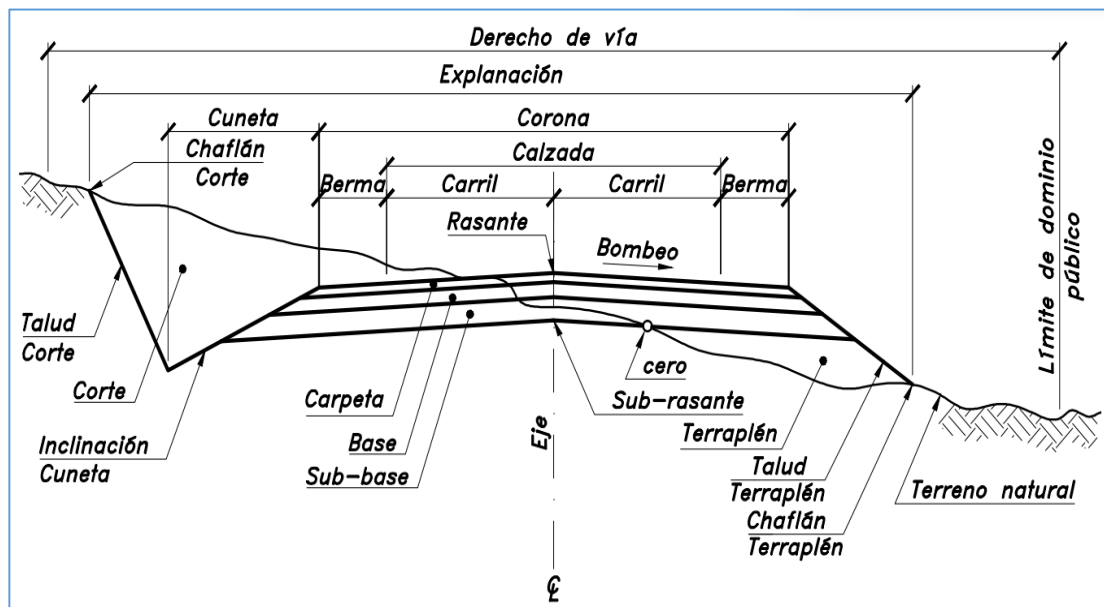
L_{mín}: Longitud mínima de una curva vertical, en m

V: Velocidad de diseño

1.1.3.5.4 Diseño Geométrico Trasversal

El diseño transversal en una vía, implica la definición, ubicación y el dimensionamiento de los elementos que forman una carretera, además de la relación que existe con el terreno natural, en cada punto de ella con dependencia a una sección normal en el alineamiento horizontal. Con esta definición se podrá establecer y fijar la rasante y el ancho de la carretera, así como determinar el área y los volúmenes de tierras a mover[37].

Figura 41.- Elementos de una Sección Transversal



Fuente: “Diseño Geométrico de Carreteras”, Cárdenas

Calzada

Denominada así a la sección transversal destinada a la circulación de los vehículos, conformada por uno o más carriles de uno o dos sentidos. El carril deberá tener un ancho lo suficientemente amplio que permita la circulación de una fila de vehículos[37].

El número de carriles de una vía, así como su ancho se encuentran en función de un estudio de tráfico y el nivel de servicio a prestar, siempre tomando en consideración un periodo de diseño[37].

Tabla 28.- Ancho de Calzada

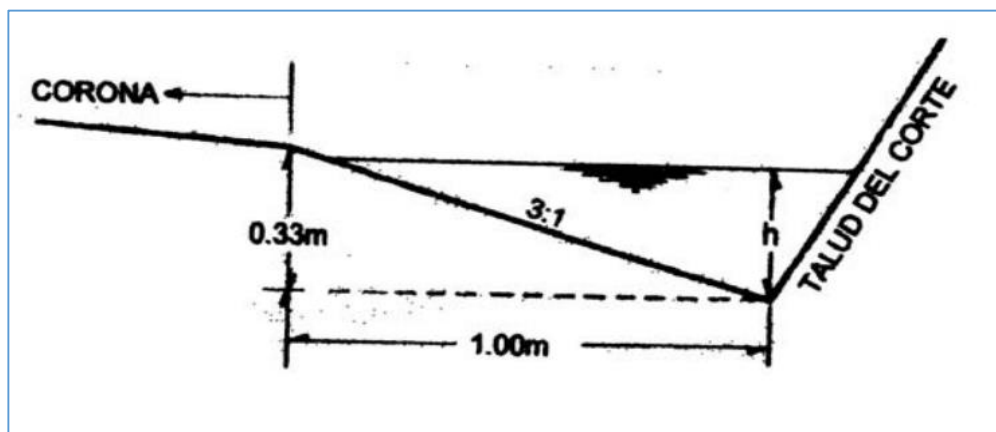
CLASE DE CARRETERAS	Anchos en Metros (m)	
	Recomendable	Absoluto
RI o RII > 8000 TPDA	7,30	7,30
I 3000 a 8000 TPDA	7,30	7,30
II 1000 a 3000 TPDA	7,30	6,50
III 300 a 1000 TPDA	6,70	6,00
IV 100 a 300 TPDA	6,00	6,00
V Menos de 100 TPDA	4,00	4,00

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP-2003

Cuneta

Es recomendable que para vías con una topografía de características montañosas se coloque una cuneta a 30 cm de profundidad con respecto a la rasante y no a la subrasante debido a que el corte lateral será menor y por ende el volumen del movimiento de tierras igual, por ende, abaratar costos, pero sin dejar de lado revestir la cuneta para proteger el pavimento[4].

Figura 42.- Cunetas



Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP-2003

Bermas o Espaldón

Las bermas o mejor conocidas como espaldones son franjas comprendidas entre las orillas de la calzada y las líneas definidas por los hombros de la carretera. Las cuales sirven como confinamiento lateral de la superficie de rodadura y cumplen la función de controlar la humedad y las posibles erosiones de la calzada[37].

Tabla 29.- Ancho de Espaldones

CLASE DE CARRETERAS	VALORES RECOMENDABLES			VALOR ABSOLUTO		
	L	O	M	L	O	M
	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)
RI o RII	3,0*	3,0*	2,5*	3,0	3,0*	2,0*
I	2,5*	2,5*	2,0*	2,5**	2,0**	1,5**
II	2,5**	2,5*	1,5*	2,5	2,0	1,5
III	2,0**	1,5**	1,0*	1,5	1,0	0,5
IV	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
V						

L:Terreno Llano ; O:Terreno Ondulado ; M:Terreno Montañoso
(1,2) Medida del espaldón interior
*** Medida del espaldón exterior**
**** El espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura**

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP-2003

La pendiente transversal en los espaldones puede variar entre el 3 al 6 por ciento, la cual depende de la superficie de rodadura que se adopte. De manera general se ha optado por una pendiente del 4 por ciento para todos los casos[4].

Taludes

Es un parámetro o superficie inclinada que limita lateralmente a un corte o relleno. De forma matemática se representa como la tangente del ángulo que dicho parámetro forma con la vertical. Los valores a darse en un corte o relleno, debe estar dado en tramos debido a la topografía del sector sin descuidar la estabilidad, evitando derrumbes, aunque sin encarecer demasiado el movimiento de tierras[20].

Tabla 30.- Talud

CLASE DE CARRETERAS	Relación de Talud	
	Corte	Relleno
RI o RII > 8000 TPDA	3:1 * **	4:1
I 3000 a 8000 TPDA	3:1	4:1
II 1000 a 3000 TPDA	2:1	3:1
III 300 a 1000 TPDA	2:1	2:1
IV 100 a 300 TPDA	1,8 – 1:1	1,5 – 2:1
V Menos de 100 TPDA	1,8 – 1:1	1,5 – 2:1

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP-2003

Tipos de superficie de rodadura

El tipo de superficie que se opte en gran parte se debe a la velocidad de diseño, en donde también existe una relación entre el tipo de superficie de rodadura y el diseño geométrico ya que la importancia de la indeformabilidad de la superficie y facilidad de escurrimiento de aguas, es indispensable para la operatividad de un vehículo[4].

Tabla 31.- Clasificación de las Superficies de Rodadura

CLASE DE CARRETERAS	Tipo de Superficie	Gradiente Transversal (Porcentajes)
RI o RII > 8000 TPDA	Alto grado estructural: Concreto asfáltico u hormigón	1,5 – 2,0
I 3000 a 8000 TPDA	Alto grado estructural: Concreto asfáltico u hormigón	1,5 – 2,0
II 1000 a 3000 TPDA	Grado estructural intermedio	2,0
III 300 a 1000 TPDA	Bajo grado estructural: Doble tratamiento Superficial Bituminoso D.T.S.B	2,0
IV 100 a 300 TPDA	Grava o D.T.S.B	2,5 – 4,0 *
V Menos de 100 TPDA	Grava, Empedrado, Tierra	4,0
* Para caminos vecinales tipo 5 y 5E		

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP-2003

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Realizar el diseño geométrico de la vía Pinllopata – El Corazón en el tramo Km 0+000 – 4+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi.

1.2.2 Objetivos Específicos

Realizar el levantamiento topográfico del estado actual de la vía.

Determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) actual y futuro.

Realizar el diseño Horizontal, vertical y transversal de la vía.

Realizar el estudio de suelos mediante los ensayos de granulometría, límites de consistencia, Proctor, CBR.

Diseñar la estructura del pavimento utilizando el método AASHTO.

Determinar el presupuesto referencial de la vía.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales y Equipos

Debido a todos los trabajos a desarrollarse en el proyecto, se utilizarán materiales y equipos para lo que es el levantamiento topográfico, el conteo vehicular, tomar las muestras de suelo y lo que son ensayos de laboratorio. (Ver ANEXO 1.- MATERIALES Y EQUIPOS, Página 136).

2.1.1 Levantamiento Topográfico

(Ver ANEXO 2.- LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO, Página 142)

Drone

Es un equipo de vuelo no tripulado que consta de una cámara fotográfica incorporada, la cual cumple la función de capturar imágenes y videos al momento del vuelo, con una proyección cónica y ortogonalmente proyectadas. El drone se moviliza mediante una ruta de vuelo trazada previamente el cual contiene un GPS. Las velocidades de vuelo del drone oscilan entre los 30 y 50 Km/h y su tiempo de duración de vuelo es de 25 minutos, esto depende del tipo de drone.

Sistema de Georreferenciación o Navegador Diferencial Rtk 10

Es un equipo que consta de 3 partes, consta de una base que es el receptor principal, un móvil el cual capta la señal de los satélites mientras se vaya movilizand, y el más importante un colector que en si es el que maneja a los otros dos elementos, puesto que es el que contiene la base de datos de los que se haya tomado. Funciona en red con un mínimo de 24 satélites en la órbita planetaria.

Estaca

Compuestas de madera con dimensiones de 5 de ancho, y con una longitud de 40 cm, debido a que por cuestiones de vegetación los puntos deben quedar bien referenciados es fundamental colocar las estacas.

Pintura

Utilizada para simbolizar o marcar un punto o señal importante sobre la vía de estudio. De manera general es utilizada para el momento de vuelo del dron se divide desde la altura la georreferenciación de la vía.

Clavos

Utilizados en la parte superior central de la estaca, para tener un punto exacto de georreferenciación. Además de ser utilizados en puntos sobre pavimentos rígidos en la vía.

Dianas Topográficas

Llamados así a los puntos de control colocados en el suelo, para poderlos divisar desde el aire por medio de la cámara del dron, generalmente son mantas o tríplex, pintadas con colores llamativos como rojo, amarillo con negro, de gran tamaño que por lo general son de 1,50 x 1,50 m.

Trípode

Es un equipo que permite darle el soporte y la estabilidad necesaria a el RTK fijo, al momento de georreferenciación de un punto base.

Flexómetro

Necesario para tomar medidas entre elementos de control, para este caso estaca – instrumento fijo (RTK 10).

Prisma

Necesario para colocar el RTK móvil, y tomar los puntos de referencia, consta de un bastón y un conjunto de cristales los cuales son más utilizados para un levantamiento por medio de una estación total.

Radios de Comunicación

Utilizados para una referencia del posicionamiento y de localización de cada uno de los miembros. Es un medio de comunicación auditivo.

Libreta de apuntes

Utilizado para tomar apuntes de cada uno de los puntos de referencia.

Computadora

Para el procesamiento de las imágenes mediante el software Pix 4D, es necesario tener un computador de buenas características para el cual se ha obtenido una Laptop Portátil con un microprocesador Intel Core I7, de 3.2 Ghz, con una tarjeta gráfica independiente con un procesador de 16 Gb de RAM.

2.1.2 Conteo Vehicular

(Ver ANEXO 3.- CONTEO VEHICULAR (TPDA), Página 151)

Cronómetro

Equipo de medición del tiempo, capaz de indicar cada uno de los intervalos de conteo vehicular, de 15 minutos.

Esfero

Instrumento de escritura, el cual es necesario para tomar nota de cada una de las cosas importantes.

Cuaderno de Apuntes

Documento realizado previamente con un formato de conteo vehicular, consta de un sin número de cuadrillas, dividido en los tipos de vehículos.

2.1.3 Estudio de Suelos

(Ver ANEXO 4.- ESTUDIO DE SUELOS, Página 159)

Recipientes

Son contenedores que tienen la función de almacenar pequeñas muestras de suelo para ser puestas en el horno, las cuales son de aluminio o acero inoxidable capaces de resistir temperaturas altas.

Horno

El horno es industrial técnico, con temperaturas que oscilan entre los 0°C - 120 °C, es indispensable para los ensayos en especial cuando son secados rápido de muestras.

Balanza Eléctrica o Digital

Sirve para pesar o medir la masa de los cuerpos a ser utilizados en el laboratorio, tiene una presión aproximada con un margen de error del 0.1 gr.

Tamices

Son recipientes con pequeñas aberturas (distintos tamaños), los cuales tienen la única función de separar partículas finas de las gruesas, está constituido de una tela metálica.

Probeta

Equipo utilizado como medición volumétrica para los líquidos (agua), la cual proporciona de forma exacta la cantidad de líquido es de una alta precisión.

Tamizadora

Equipo mecánico utilizado con vibraciones el cual permite el paso de las partículas de suelo de un tamiz a otro.

Mortero de Porcelana

De forma semiesférica es un contenedor utilizado para preparar muestras de suelo con contenido de humedad relativamente alto.

Espátula

Instrumento utilizado para tomar pequeñas partículas de suelo, que en su gran mayoría son polvo.

Copa Casa Grande

Instrumento de laboratorio, utilizado para determinar los límites de Atterberg en específico el límite líquido de una muestra de suelo.

Molde de compactación

Son de forma cilíndrica metálicos los cuales tienen la función de contener las muestras de suelo al momento de realizar el ensayo. Están formados de collar, cuerpo de molde y base (Plato), sus dimensiones son 12 cm de altura, el diámetro interno de 15,10 cm y el externo de 16,85 aproximadamente.

Martillo

Tiene la forma de un tubo circular, cumple con la función de compactar la muestra de suelo colocada en el molde de compactación, con un peso de 10 lb y tiene una altura de caída de 18 plg.

Bandeja de Metal

Es un instrumento de metal de forma plana, en la cual cumple la función de no permitir el esparcimiento y desperdicio de muestra de suelo que va a ser utilizada.

Enrasador Metálico

Es una herramienta que tiene forma de regla es metálico con una longitud de 24 cm, y su finalidad en los ensayos es resantear (Nivelar) las muestras de suelo.

Prensa

Es un equipo utilizado para la aplicación de cargas sobre una muestra, en los ensayos de CBR, utilizada para la penetración del pistón en la muestra previamente compactada.

Trípode

Instrumento que mide la expansión de la muestra, mientras dura la inmersión del espécimen. Formada de metal con dos patas a los costados, los cuales se colocan en el borde del molde.

2.2 Métodos

2.2.1.1 Investigación de Campo

De acuerdo con Naranjo 2012, la investigación de campo se la realizará en el sitio de estudio, las cuales mediante socializaciones y estrategias de estudio se mide las necesidades de los beneficiarios, la investigación estará enfocada para afectaciones en lo que son muestras de suelo, levantamientos topográficos, así como las características del entorno.

2.2.1.2 Investigación Documentada – Bibliográfica

Indispensable debido que es la parte fundamental en la teoría, dado que fomenta y fortalece el conocimiento de cada uno de los temas a desarrollar, es necesario tener acceso a páginas de internet, libros virtuales, así como artículos científicos. Para este caso la biblioteca de la Universidad Técnica de Ambato esta información en lo referente a Estudio de Suelos, Estudio de Tránsito, Diseño Geométrico de Vías y Diseño de Pavimentos.

2.2.1.3 Investigación Experimental

Basada en la información de los ensayos de laboratorio, que proporciona los resultados del suelo como características, propiedades, clasificación y más.

2.2.2 Plan de Recolección de Datos

Debido a la importancia del proyecto se ha tomado como referencia hacer un plan de trabajo el cual consta de los siguientes ítems:

- 1.- Reconocimiento de la zona de estudio.
- 2.- Levantamiento topográfico mediante el uso de un dispositivo no tripulado (Drone), y con la ayuda del Trimble RTK 10, de ser posible obtener una franja de 200 metros de ancho.
- 3.- Censo vehicular de forma manual, como punto de referencia se utilizará la población del Empalme.
- 4.- Estudio de suelos, mediante la toma de muestras por medio de calicatas cada 500 metros de longitud de la vía, serán procesadas en el laboratorio de la facultad, los ensayos a realizar son: análisis granulométrico, límites de consistencia, Proctor Modificado y CBR.

2.2.3 Procesamiento y Análisis de Información

2.2.3.1 Procesamiento

Para el levantamiento topográfico se tomará en cuenta lo siguiente:

- 1.- Se procesará los puntos obtenidos por el RTK 10, con el software Pix4D, el cual proporcionará las curvas de nivel de una manera legible y precisa.

Para el Conteo Vehicular

1.- Se tabulará los resultados obtenidos de manera manual y con la ayuda de Excel se desarrollará la tabla de un Tráfico Promedio Diario Anual.

2.- Mediante Excel se desarrollará todo lo consistente al Tráfico futuro, Incremento de Tráfico, con su respectivo periodo de diseño, Tasa de crecimiento entre otros.

En el Diseño Geométrico Vial se desarrollará mediante.

1.- La información será procesada mediante el software AutoCAD Civil 3D se desarrollará el diseño geométrico horizontal, vertical y transversal de la vía, todo de acuerdo a la Norma del Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP 2003.

Para el Estudio de Suelos los datos obtenidos serán proporcionados por equipo de laboratorio de la facultad y procesados en Excel, para su posterior análisis.

2.2.3.2 Análisis de Información

El análisis de resultados será la última etapa, dado que una vez procesado los datos se deberá relacionar y comparar con cada una de las normas utilizadas para este proyecto, entre las cuales se puede indicar que para un conteo vehicular y un diseño geométrico vial se utilizará Norma del Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP-2003, para el Diseño de la capa de rodadura y Estudios de Suelos la AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, American Association of State Highway and Transportations Officials 1993.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

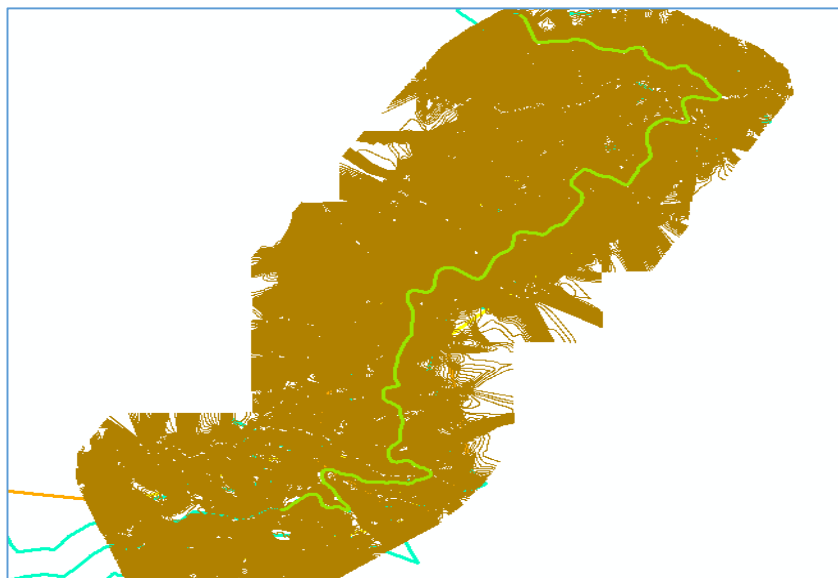
3.1 Análisis y Discusión de Resultados

En este capítulo se presentará los resultados obtenidos de las investigaciones realizadas en campo y laboratorio.

3.1.1. Levantamiento Topográfico

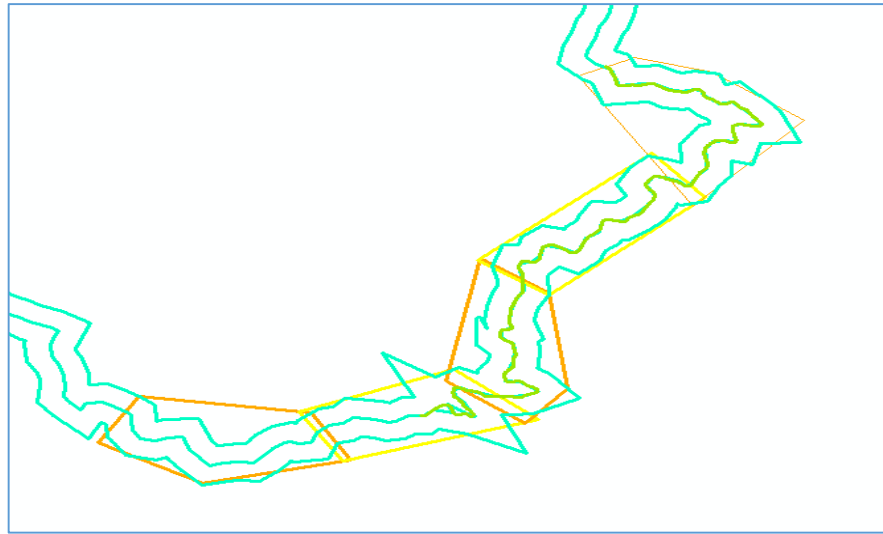
Se realizó el levantamiento topográfico mediante la ayuda del GPS diferencial (Trimble R10) y el Drone (Dji – Phantom 4) desde el Km 0+000 hasta 4+000, en la cual el equipo de posicionamiento cinético en tiempo real (RTK) fue el principal equipo para la referenciación de los puntos, para la planificación del vuelo se realizó polígonos a cada kilómetro colocando en puntos estratégicos las dianas para así obtener mediante el Drone la franja de 100m tomada desde el eje actual de la vía, debido a que las condiciones del lugar no eran adecuadas por la vegetación, el clima y otros factores. Se lo realizó en 4 tramos, aproximadamente cada vuelo es de 15 min por kilómetro (Ver ANEXO 2.- LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO).

Figura 43.- Estudio Topográfico



Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Figura 44.- Planificación de Vuelo – Polígonos



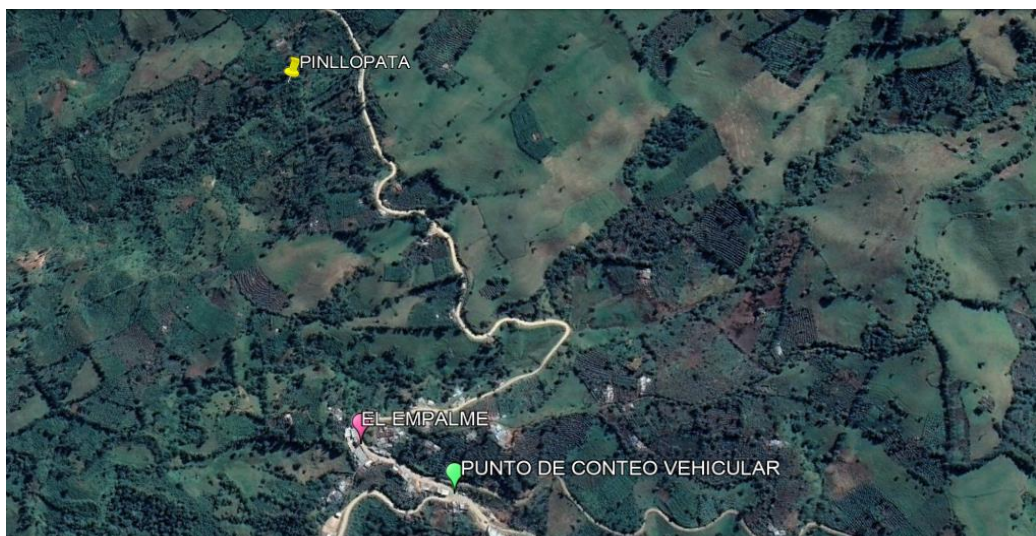
Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

3.1.2. Estudio de Tráfico

3.1.2.1. Conteo Vehicular

Para el conteo manual el punto de estación estuvo ubicada en el Km 3+860 en el Recinto El Empalme considerando que el TPDA vial se realizó durante 7 días, con una duración de 12 horas diarias, cada hora dividida en lapsos de 15 minutos, se realizó el conteo respectivo en los dos sentidos.

Figura 45.- Punto de Conteo Vehicular



Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

A través del volumen de tráfico se determinó que es necesario clasificar a los vehículos que circulan por la vía en Automóviles (A), Buses (B), y Camiones (C), tomando en cuenta la normativa del MTOP. [4]

Según los datos recolectados en el conteo vehicular realizado en el sector El Empalme ubicado entre las abscisas 0+000 – 4+000 km de la vía Pinllopata – El corazón se detallará en la tabla siguiente.

Tabla 32.- Conteo Vehicular por día

CONTEO VEHICULAR SEMANAL						
FECHA: DEL 17 AL 23 DE NOVIEMBRE						
LUGAR: EL EMPALME						
TRAMO: KM 0+000 - KM 4+000						
NÚMERO DE CARRILES: 2						
DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
164	141	139	137	138	135	109
VEHÍCULOS						

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Según la Tabla 32, Se determinó que el conteo vehicular por día con mayor afluencia de vehículos es el día domingo, ya que en este lugar tienen la feria agrícola y ganadera por lo cual hace que la movilización sea más evidente en este sitio

Tabla 33.- Conteo Vehicular Día de Mayor Afluencia

CONTEO VEHICULAR					
FECHA: DOMINGO, 17 DE NOVIEMBRE DE 2019					
LUGAR: EL EMPALME			A: AUTOMÓVILES		
TRAMO: KM 0+000 - KM 4+000			B: BUS		
NÚMERO DE CARRILES: 2			C: CAMIONES		
INTERVALO	TIPO DE VEHÍCULO			TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADO
	A	B	C		
06:00 - 06:15	4		1	5	
06:15 - 06:30	2			2	
06:30 - 06:45		1		1	
06:45 - 07:00	2			2	
07:00 - 07:15				0	
07:15 - 07:30	2			2	
07:30 - 07:45		1		1	

07:45 - 08:00	1			1	
08:00 - 08:15	2	1		3	
08:15 - 08:30				0	
08:30 - 08:45	2			2	
08:45 - 09:00		1		1	
09:00 - 09:15	2		1	3	
09:15 - 09:30		1		1	
09:30 - 09:45		1		1	
09:45 - 10:00	5			5	
10:00 - 10:15	3	1	2	6	
10:15 - 10:30	3			3	
10:30 - 10:45	6	3	1	10	10
10:45 - 11:00	6		2	8	18
11:00 - 11:15	4		2	6	24
11:15 - 11:30	6	1	3	10	34
11:30 - 11:45		1		1	
11:45 - 12:00	6		1	7	
12:00 - 12:15	7			7	
12:15 - 12:30	5	6	3	14	
12:30 - 12:45	3			3	
12:45 - 13:00	1	1		2	
13:00 - 13:15	3			3	
13:15 - 13:30	5	1		6	
13:30 - 13:45	1			1	
13:45 - 14:00	6	2	1	9	
14:00 - 14:15	6	1	2	9	
14:15 - 14:30		1	1	2	
14:30 - 14:45			1	1	
14:45 - 15:00	1		1	2	
15:00 - 15:15	2		1	3	
15:15 - 15:30		1		1	
15:30 - 15:45		1		1	
15:45 - 16:00	1		1	2	
16:00 - 16:15		1		1	
16:15 - 16:30	2	1		3	
16:30 - 16:45	1		1	2	
16:45 - 17:00	2			2	
17:00 - 17:15	1		1	2	
17:15 - 17:30	1			1	
17:30 - 17:45			1	1	
17:45 - 18:00	3	2		5	

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Según la AASHTO 2011; el volumen máximo de vehículos dentro de la hora pico está conformado por:

$$VHMD = A + B + C$$

$$VHMD = 22 + 4 + 8$$

$$VHMD = 34 \text{ veh\u00edculos}$$

Donde:

A = Representa la cantidad de autom\u00f3viles que circulan dentro de la hora pico.

B = Representa la cantidad de buses que circulan dentro de la hora pico.

C = Representa la cantidad de camiones que circulan dentro de la hora pico.

Tomando en cuenta que el conteo vehicular de mayor movilizaci\u00f3n se encuentra en el rango de la hora pico entre 10:30 am – 11:30 am.

Tabla 34.- Hora Pico

FECHA: DOMINGO, 17 DE NOVIEMBRE DE 2019					
LUGAR: EL EMPALME				A: AUTOM\u00d3VILES	
TRAMO: KM 0+000 - KM 4+000				B: BUS	
N\u00daMERO DE CARRILES: 2				C: CAMIONES	
INTERVALO	TIPO DE VEH\u00cdCULO			TOTAL	TOTAL
	A	B	C	VEH\u00cdCULOS	ACUMULADO
10:30 - 10:45	6	3	1	10	10
10:45 - 11:00	6		2	8	18
11:00 - 11:15	4		2	6	24
11:15 - 11:30	6	1	3	10	34
Total	22	4	8	34	86
Porcentaje	64.71%	11.76%	23.53%	100%	100%

Fuente: Jonatan Ra\u00fal Castellano Bonilla

Factor Horario de M\u00e1xima Demanda o Factor de Hora Pico

Se determina el factor de hora pico mediante la for. 2.

$$FHMD = \frac{VHMD}{N * (Q_{m\u00e1x})}$$

$$FHMD = \frac{34}{4 * 10}$$

$$FHMD = 0.85$$

Donde:

FHMD = Factor de la hora de máxima demanda

VHMD = Flujo horario de máxima demanda

Q_{máx} = Flujo máximo en intervalos de 15 min

Determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (Actual)

Una vez determinado el factor horario de máxima demanda se calcula el volumen horario del proyecto (VHP) utilizando el método de la 30ava hora.

$$VHP * FHP = K * TPDA$$

$$TPDA = \frac{VHP * FHP}{K}$$

$$TPDA = \frac{22 * 0.85}{0.15}$$

$$TPDA_{LIVIANOS} = 125 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

$$TPDA_{BUSES} = \frac{4 * 0.85}{0.15}$$

$$TPDA_{BUSES} = 23 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

$$TPDA_{CAMIONES} = \frac{8 * 0.85}{0.15}$$

$$TPDA_{CAMIONES} = 45 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Donde:

k : Para un volumen de dise\u00f1o de la 30ava hora y TPDA, se utilizar\u00e1 el valor de k para zonas rurales de 0.15

Se calcula el TPDA actual con los valores calculados anteriormente:

$$TPDA(actual) = TPDA(livianos) + TPDA(buses) + TPDA(camiones)$$

$$TPDA(actual) = 125 + 23 + 45$$

$$TPDA(actual) = 193 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Tráfico Atraído (Tat)

Según el MTOP-2003 [4], se toma en cuenta para su cálculo la siguiente ecuación Ec.3. El tráfico atraído o desviado es producido por las mejoras o aperturas de una carretera, con la finalidad de optimizar el tiempo de viaje.

$$Tat = 10\% * TPDA(atual)$$

$$Tat = 10\% * 125$$

$$Tat = 12 \text{ livianos}$$

$$Tat = 10\% * 23$$

$$Tat = 2 \text{ buses}$$

$$Tat = 10\% * 45$$

$$Tat = 5 \text{ camiones}$$

Tráfico Generado

Utilizando la fórmula For.8. Según MTOP el tráfico generado de la carretera se determina por el 20% del tráfico actual.

$$TG = 20\% * TPDA(atual)$$

$$TG = 20\% * 125$$

$$TG = 25 \text{ livianos}$$

$$TG = 20\% * 23$$

$$TG = 4 \text{ buses}$$

$$TG = 20\% * 45$$

$$TG = 9 \text{ camiones}$$

Tráfico Desarrollado

Mediante la fórmula For.9. Se determina el tráfico desarrollado por el 5% del TPDA actual de la carretera.

$$TD = 5\% * TPDA(actual)$$

$$TD = 5\% * 125$$

$$TD = 6 \text{ livianos}$$

$$TD = 5\% * 23$$

$$TD = 1 \text{ bus}$$

$$TD = 5\% * 45$$

$$TD = 2 \text{ camiones}$$

Determinación del Tráfico Actual (Ta)

Una vez se obtiene los datos del TPDA actual, tráfico atraído, tráfico generado y tráfico desarrollado, se procede a calcular el tráfico actual con la fórmula For.4.

$$Ta = TPDA(actual) + TA + TG + TD$$

$$Ta \text{ livianos} = 125 + 12 + 25 + 6$$

$$Ta \text{ livianos} = 168 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

$$Ta \text{ buses} = 23 + 2 + 4 + 1$$

$$Ta \text{ buses} = 30 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

$$Ta \text{ camiones} = 45 + 5 + 9 + 2$$

$$Ta \text{ camiones} = 61 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Tráfico Futuro

Se realizará el TPDA con una proyección para 20 años, donde los principales componentes de esta fórmula son el número de años a cuál se proyecta el diseño y el índice de la tasa de crecimiento. For.11.

$$Tf = Ta * (1 + i)^n$$

$$Tf = 395 \text{ veh/d\u00eda}$$

Donde:

Tf: Tráfico futuro

Ta: Tránsito actual

i: Índice de crecimiento vehicular

n: Número de años de proyección (20años)

Tabla 35.- Tasa de Crecimiento del Trafico

TASAS DE CRECIMIENTO ANUAL DEL TRÁFICO (%)				
TIPOS DE VEHICULOS	PERIODO			
	2010-2015	2015-2020	2020-2025	2025-2030
LIVIANOS	4.47	3.97	3.57	3.25
BUSES	2.22	1.97	1.78	1.62
CAMIONES	2.18	1.94	1.74	1.58

Fuente: “Normas de diseño geométrico de carreteras” MTOP-2003

Tabla 36.- Proyección de Tráfico Futuro

AÑO	n	Índice de crecimiento (i%)			Tránsito promedio diario			
		Livianos	buses	camiones	Livianos	buses	camiones	TPDA Total
2020	0	3.97	1.97	1.94	147	27	53	227
2021	1	3.57	1.78	1.74	152	27	54	234
2022	2	3.57	1.78	1.74	158	28	55	241
2023	3	3.57	1.78	1.74	164	28	56	248
2024	4	3.57	1.78	1.74	169	29	57	255
2025	5	3.57	1.78	1.74	175	29	58	263
2026	6	3.25	1.62	1.58	182	30	59	271
2027	7	3.25	1.62	1.58	188	30	60	278
2028	8	3.25	1.62	1.58	194	31	61	286
2029	9	3.25	1.62	1.58	200	31	62	293
2030	10	3.25	1.62	1.58	207	32	63	301
2031	11	3.25	1.62	1.58	213	32	64	310
2032	12	3.25	1.62	1.58	220	33	65	318
2033	13	3.25	1.62	1.58	227	33	66	327
2034	14	3.25	1.62	1.58	235	34	67	336
2035	15	3.25	1.62	1.58	242	34	68	345
2036	16	3.25	1.62	1.58	250	35	69	354
2037	17	3.25	1.62	1.58	258	35	70	364
2038	18	3.25	1.62	1.58	267	36	72	374
2039	19	3.25	1.62	1.58	275	37	73	385
2040	20	3.25	1.62	1.58	284	37	74	395

Fuente: “Normas de diseño geométrico de carreteras” MTOP-2003

Clasificación de la vía

Según la clasificación de carreteras de acuerdo al tráfico proyectado para 20 años tiene un total de 395 vehículos se trata de una vía colectora vecinal categoría III.

Tabla 37.- Clasificación de las Carreteras – Tráfico Proyectado

Función	Categoría de la Vía		TPDA
Corredor Arterial	R-I o R-II	Tipo	>8000
	I	Todos	3000-8000
	II	Todos	1000-3000
Colectora Vecinal	III	Todos	300-1000
	IV	5,5E 6 y 7	100-300
	V	4 y 4E	<100

Fuente: “Normas de diseño geométrico de carreteras” MTOP-2003

3.1.3. Diseño del Pavimento

Para el diseño de pavimentos flexibles se aplicará el método AASHTO-93, se ocupará una serie de parámetros para determinar los espesores de cada capa del pavimento.

$$\log_{10} W_{18} = Z_r S_o + 9.36 \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{\frac{0.40 + 1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10} M_r - 0.87$$

Donde:

W18: Número de ejes equivalentes a 18000 lb (80 KN)

So: Desviación estándar de todas las variables

Zr: Área bajo la curva, para la confiabilidad R

SN: Número estructural

ΔPSI: Índices de servicio inicial y final

Mr: Módulo de resiliencia de la subrasante

Periodo de Diseño

Para este diseño del pavimento se determinará un período de análisis, se utilizará un período de 15 a 25 años para una vía pavimentada de bajo volumen como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 38.- Periodo de Análisis

Tipo de Carretera	Período de Análisis (años)
Urbana de alto volumen	30 a 50
Rural de alto volumen	20 a 50
Pavimentada de bajo Volumen	15 a 25
Tratada superficialmente de bajo volumen	10 a 20

Fuente: “Guía de diseño de la estructura del Pavimento”, AASHTO 93

Ejes Equivalentes acumulados según el periodo de diseño (W18)

La próxima tabla indica los factores de daño que son ocasionados por cada tipo de vehículo, en este diseño se considera los factores de daño de automóviles, buses y camiones de 2 ejes.

Tabla 39.- Factor de Daño

Tipo	Simple		Simple Doble		Tándem		Trídem		Factor de Daño
	ton	$(P/6,6)^4$	ton	$(P/8,2)^4$	ton	$(P/15)^4$	ton	$(P/23)^4$	
Liviano	3	0,04							0.04
Bus	4	0,135	8	0,91					1,04
C-EP	2.5	0,021							1,29
	7	1,265							
2E	6	0,685	11	3,24					3,92
3	6	0,685			18	2,07			2,76
4	6	0,685					25	1,40	2,08
5	6	0,685			36	4,15			4,83
>5E	6	0,685			18	2,07	25	1,40	4,15

Fuente: “Guía de diseño de la estructura del Pavimento”, AASHTO 93

Factor de Distribución por Carril

Para el diseño del pavimento se utilizará un factor de distribución según el número de carriles en la carretera, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 40.- Factor de Distribución por Carril

Número de Carriles por Dirección	Porcentaje de Ejes Equivalentes de 8,2 ton (W18) en el carril de Diseño
1	100
2	80-100
3	60-80
4 o más	50-75

Fuente: “Guía de diseño de la estructura del Pavimento”, AASHTO 93

Aplicando la siguiente ecuación, se determina el número total de ejes equivalentes para el período de diseño seleccionado.

$$W18total = 365 * TPDAfinal * FD$$

Donde:

W18: Número de ejes equivalentes acumulados

TPDA (final): Tránsito promedio diario anual (20 años)

Por lo cual:

$$W18total = 365 * TPDA_{bus} * 365 * TPDA_{camión}$$

$$W18total = (365 * 37 * 1.04) + (365 * 74 * 1.29)$$

$$W18total = 48775$$

En la tabla de ejes equivalentes se muestra proyectado para el año 2040, el valor para W18 carril de diseño es de 438695

Tabla 41.- Ejes Equivalentes

AÑO	n	Índice de crecimiento (i%)			Tránsito promedio diario				W18	W18	W18	W18
		Livianos	buses	camiones	Livianos	buses	camiones	TPDA Total	Parcial	Acumulado	Por sentido	Carril Diseño
2020	0	3.97	1.97	1.94	147	27	53	227	35164	35164	17582	17582
2021	1	3.57	1.78	1.74	152	27	54	234	35850	71014	35507	35507
2022	2	3.57	1.78	1.74	158	28	55	241	36477	107491	53746	53746
2023	3	3.57	1.78	1.74	164	28	56	248	37116	144608	72304	72304
2024	4	3.57	1.78	1.74	169	29	57	255	37766	182374	91187	91187
2025	5	3.57	1.78	1.74	175	29	58	263	38428	220802	110401	110401
2026	6	3.25	1.62	1.58	182	30	59	271	39101	259903	129952	129952
2027	7	3.25	1.62	1.58	188	30	60	278	39723	299627	149813	149813
2028	8	3.25	1.62	1.58	194	31	61	286	40356	339982	169991	169991
2029	9	3.25	1.62	1.58	200	31	62	293	40998	380980	190490	190490
2030	10	3.25	1.62	1.58	207	32	63	301	41650	422630	211315	211315
2031	11	3.25	1.62	1.58	213	32	64	310	42313	464944	232472	232472
2032	12	3.25	1.62	1.58	220	33	65	318	42987	507930	253965	253965
2033	13	3.25	1.62	1.58	227	33	66	327	43671	551601	275801	275801
2034	14	3.25	1.62	1.58	235	34	67	336	44366	595967	297984	297984
2035	15	3.25	1.62	1.58	242	34	68	345	45072	641039	320520	320520
2036	16	3.25	1.62	1.58	250	35	69	354	45789	686829	343414	343414
2037	17	3.25	1.62	1.58	258	35	70	364	46518	733347	366673	366673
2038	18	3.25	1.62	1.58	267	36	72	374	47259	780605	390303	390303
2039	19	3.25	1.62	1.58	275	37	73	385	48011	828616	414308	414308
2040	20	3.25	1.62	1.58	284	37	74	395	48775	877391	438695	438695

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Espesor Concreto asfáltico y Base granular

Para el diseño se escoge el espesor para capa asfáltica un valor mínimo de 2.5 pulg (6 cm) y para la base granular un valor de 4 pulg (10 cm).

Tabla 42.- Espesores

Tránsito W18	Concreto Asfáltico	Base Granular
Menos de 5000	1,0 o Tándem Superficial	4
50001 a 150000	2	4
150001 a 500000	2,5	4
500001 a 2000000	3	6
2000001 a 7000000	3,5	6
mayor a 7000000	4	6

Fuente: “Guía de diseño de la estructura del Pavimento”, AASHTO 93

Confiabilidad “R”

En el capítulo I se indica la probabilidad de confiabilidad para que el diseño tenga un óptimo desempeño o igual al calculado, todo esto depende del tipo de vía. Este diseño es para caminos vecinales o locales en la cual se tomará un valor de R de 50% a 80%, se usará el 70% de confiabilidad.

Tabla 43.- Niveles de Confiabilidad en Carreteras

Tipo de Carretera	Nivel de Confiabilidad, R (%)	
	Urbana	Rural
Autopistas y carreteras importantes	85-99,9	80-99,9
Arterias Principales	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
Caminos vecinales o Locales	50-80	50-80

Fuente: “Guía de diseño de la estructura del Pavimento”, AASHTO 93

Desviación estándar normal (Zr)

El valor de Zr para cada valor de confiabilidad (R%), para este diseño se tomó un porcentaje de confiabilidad del 75% y un valor de -0.674.

Tabla 44.- Desviación Normal Estándar Zr

Confiabilidad, R (%)	Desviador Normal Estándar, ZR
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Fuente: “Guía de diseño de la estructura del Pavimento”, AASHTO 93

Desviación estándar global So

Este diseño es para pavimentos flexibles, por lo tanto, se tomará valores de So desde 0.40 a 0.50. Se ocupa un valor de So=0.45.

Índice de Serviciabilidad “PSI”

Para el diseño de pavimentos flexibles (Método AASHTO-93) se muestra los valores de PSI. Por lo que para este diseño se toma en cuenta el PSI inicial de 4.2 y el PSI final 2.0, ya que es una vía secundaria.

$$\Delta PSI = PSI \text{ Inicial} - PSI \text{ Final}$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

CBR de Diseño

Para la determinación del CBR se utilizó un valor de percentil del 75%, en función al número de ejes equivalentes (W18) con un total de 438695, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 45- Percentil para CBR de Diseño

LÍMITES DE SELECCIÓN	
Número de ejes equivalentes en el carril de Diseño	Percentil de diseño CBR%
<10000	60
10000 - 1000000	75
>1000000	87.50

Fuente: “Guía de diseño de la estructura del Pavimento”, AASHTO 93

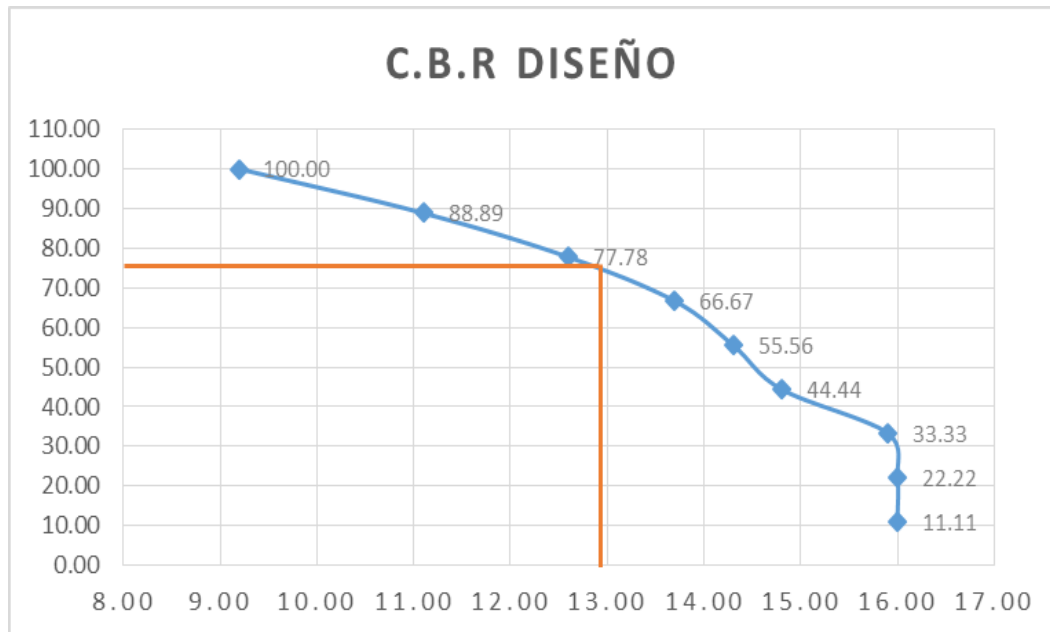
Tabla 46.- CBR – Correlación

ORDEN	C.B.R	PORCENTAJE
9	9.20	100.00
8	11.10	88.89
7	12.60	77.78
6	13.70	66.67
5	14.30	55.56
4	14.80	44.44
3	15.90	33.33
2	16.00	22.22
1	16.00	11.11

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Mediante los siguientes datos se determina el CBR de diseño dado que el percentil seleccionado es del 75%.

Figura 46.- CBR de Diseño



Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Por lo que el CBR de diseño de acuerdo a lo establecido, da un valor de 12.90%, de acuerdo al Ministerio de Transporte y Obra Públicas en el 2003, se clasifica al suelo mediante el CBR para la subrasante de regular a buena.

Módulo de Resiliencia “Mr”

Para el diseño de pavimentos flexibles según el (Método AASHTO-93) se muestra los diversos módulos de resiliencia, se tomará en cuenta la ecuación de correlación $Mr = 3000 * CBR^{0.65}$ ya que se toma un promedio de los CBR calculados en el suelo de la vía Pinllopata – El Corazón. Considerando que en la ecuación escrita se considera usar CBR mayores 7.2%, pero menor o igual a 20%.

$$Mr(PSI) = 3000 \times CBR^{0.65}$$

$$Mr(PSI) = 3000 * 12.90^{0.65}$$

$$Mr(PSI) = 15813 \text{ Psi}$$

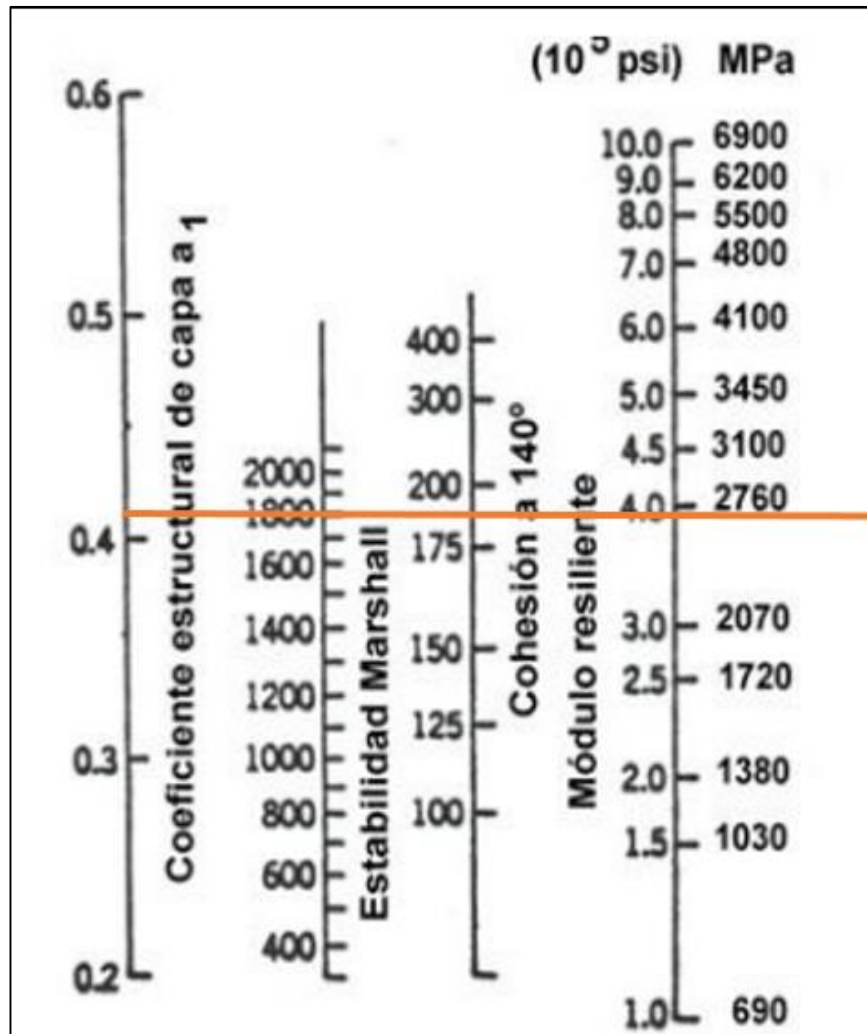
Coefficientes de las capas de pavimento

Para el diseño de pavimentos flexibles (Método AASHTO-93), se analiza los nomogramas para determinar coeficientes estructurales a_1 , a_2 , a_3 . Se utilizará los siguientes nomogramas para obtener los valores correspondientes.

Coefficiente a_1

Para obtener el valor de a_1 correspondiente a la carpeta asfáltica, para el diseño de pavimentos flexibles se utiliza el nomograma, según la AASHTO 93 asume una estabilidad Marshall mínima de 1800 lb para tráfico pesado.

Figura 47.- Nomograma – Carpeta asfáltica a_1



Fuente: “Guía de diseño de la estructura del Pavimento”, AASHTO 93

Tabla 47.- Módulos Elásticos de la Carpeta Asfáltica

Módulos Elásticos		Valores a1
PSI	Mpa	
125000	875	0.22
150000	1050	0.25
175000	1225	0.28
200000	1400	0.295
225000	1575	0.32
250000	1750	0.33
275000	1925	0.35
300000	2100	0.36
325000	2275	0.375
350000	2450	0.85
375000	2625	0.405
400000	2800	0.42
425000	2975	0.435
450000	3150	0.44

Fuente: “Guía de diseño de la estructura del Pavimento”, AASHTO 93

Según el nomograma a1 y la tabla de módulos elásticos para carpeta asfáltica, se obtiene un valor de $3.9 \times 10^5 \text{Psi}$, por lo que se interpola los valores comprendidos entre $3.75 \times 10^5 \text{Psi}$ y $4 \times 10^5 \text{Psi}$, se calcula el valor de a1 con la siguiente operación.

$$\text{Módulo Elástico} = 400000 - 375000$$

$$\text{Módulo Elástico} = 25000$$

$$\text{Valores } a1 = 0.420 - 0.405$$

$$\text{Valores } a1 = 0.015$$

Por lo tanto:

$$x = \frac{(10000 * 0.015)}{25000}$$

$$x = 0.006$$

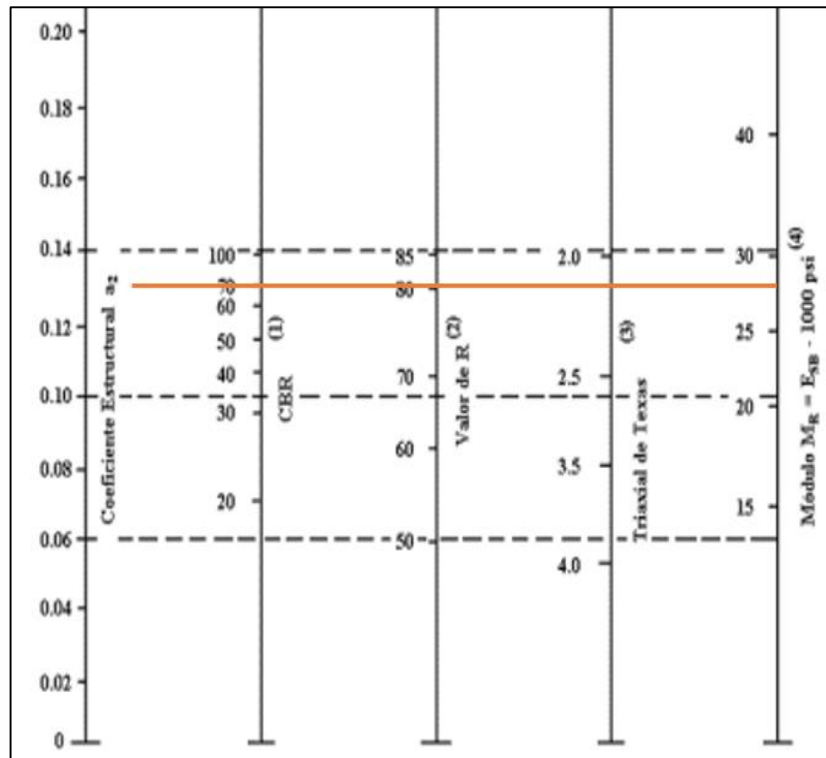
$$a1 = 0.42 - 0.006$$

$$a1 = 0.414$$

Coefficiente a2

Según las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, MTOP 2003. Establece que el CBR para base granular se asume un valor del 80%.

Figura 48.- Nomograma para Bases Granulares a2



Fuente: “Guía de diseño de la estructura del Pavimento”, AASHTO 93

Tabla 48.- Valores de a2

BASE DE AGREGADOS	
CBR	a2
50	0.115
55	0.12
60	0.125
70	0.13
80	0.133
90	0.137
100	0.14

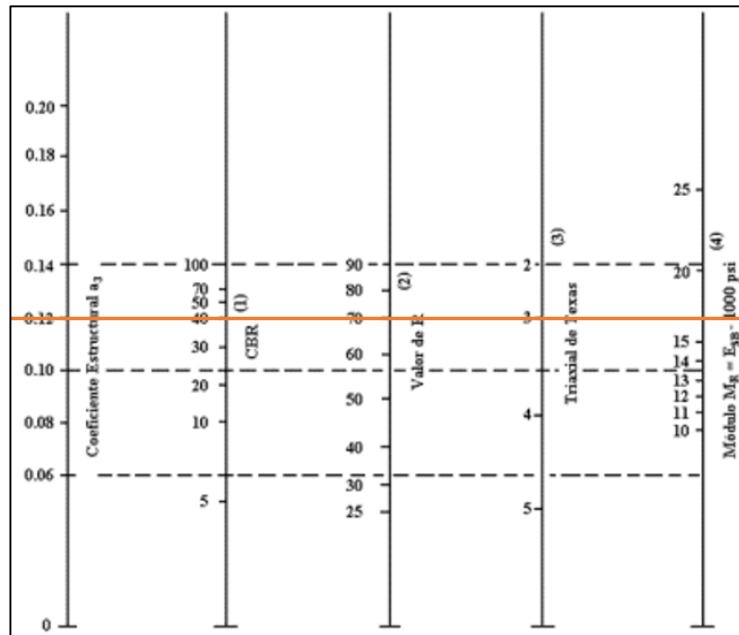
Fuente: “Guía de diseño de la estructura del Pavimento”, AASHTO 93

En el nomograma para bases granulares con un CBR del 80% se toma para a2 un valor de 0.133.

Coefficiente a3

Según las especificaciones del Ministerio de Transporte y Obras públicas, MTOP 2003 establece que para Sub-base granulares se asume un valor igual o mayor al 30% correspondiente al CBR.

Figura 49.- Coeficiente Estructural para Sub bases Granulares



Fuente: “Guía de diseño de la estructura del Pavimento”, AASHTO 93

Tabla 49.- Valores de a_3

Sub-Base Granular	
CBR	a_3
10	0.08
15	0.09
20	0.093
25	0.102
30	0.108
35	0.115
40	0.12
45	0.125
50	0.128
55	0.13
60	0.135
65	0.138
70	0.14

Fuente: “Guía de diseño de la estructura del Pavimento”, AASHTO 93

Según el nomograma a3 y la tabla para Sub-base granular, de tal manera se aprecia un CBR del 40% con un coeficiente estructural de 0.12 y el módulo elasticidad de 16,8 Ksi.

Coefficientes de Drenaje m2, m3

En la siguiente tabla se indica el tiempo que se tarda el agua en ser evacuada del pavimento, donde se escoge el tipo de drenaje Regular ya que al ser la carretera poco transitada el agua será evacuada en 1 semana.

Tabla 50.- Calidad de Drenaje

Calidad de Drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
EXCELENTE	2 horas
BUENO	1 día
REGULAR	1 semana
POBRE	1 mes
MUY MALO	el agua no evacua

Fuente: “Guía de diseño de la estructura del Pavimento”, AASHTO 93

Una vez seleccionada la calidad de drenaje, se obtiene los coeficientes de drenaje. Por lo que se escoge un porcentaje de tiempo de saturación de pavimento del 5%-25%, el cual da un factor entre 1,00 – 0.80 para m1 y m2.

Tabla 51.- Coeficiente m2 y m3 en Base a la Calidad de Drenaje

Capacidad de Drenaje	Porcentaje del tiempo en el que la estructura de pavimento está compuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	1-5%	5-25%	Más del 25%
Excelente	1,40 - 1,35	1,35-1,30	1,30 - 1,20	1,2
Buena	1,35 - 1,25	1,25-1,15	1,15 - 1,00	1
Regular	1,25 - 1,15	1,15-1,05	1,00 - 0,80	0,8
Pobre	1,15 - 1,05	1,05-0,80	0,80 - 0,60	0,6
Deficiente	1,05 - 0,95	0,95-0,75	0,75 - 0,40	0,4

Fuente: “Guía de diseño de la estructura del Pavimento”, AASHTO 93

Por lo que se obtiene un valor de 0,8 para m1 y m2.

Cálculo del Número Estructural “SN”

Tabla 52.- Datos para el Cálculo del SN

Datos del diseño de pavimento	
Tipo de pavimento:	Flexible
TPDA para el año 2040:	395
Período de Diseño:	20 años
Ejes Equivalentes:	438695
Serviciabilidad Inicial:	4.2
Serviciabilidad Final:	2
CBR de la sub-rasante:	12.90%
Confiabilidad:	75%
Desviación Estándar:	-0.674
Desviación Global:	0.45
Módulo de Resiliencia Sub-rasante:	15813
Coefficiente a1:	0.414
Coefficiente a2:	0.133
Coefficiente a3:	0.12
Coefficiente m2 y m3:	0.8

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Cálculo de SN para ejes equivalentes (W18)

Tabla 53.- Cálculo de SN – Ecuación AASHTO 93

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. It contains several input fields and calculated results:

- Tipo de Pavimento:** Pavimento flexible, Pavimento rígido
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** 75 % Zr=-0.674, So = 0.45
- Serviciabilidad inicial y final:** PSI inicial = 4.2, PSI final = 2
- Módulo resiliente de la subrasante:** Mr = 15813 psi
- Información adicional para pavimentos rígidos:**
 - Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi): []
 - Módulo de rotura del concreto - S_c (psi): []
 - Coefficiente de transmisión de carga - (J): []
 - Coefficiente de drenaje - (Cd): []
- Tipo de Análisis:** Calcular SN, Calcular W18
- Número Estructural:** SN = 2.03
- W18 =** 438695
- Buttons: **Calcular** and **Salir**

Fuente: Programa AASHTO 93

Tabla 54.- Estructura de un Pavimento Flexible - Espesores

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO	: VIA PINLLOPATA - EL CORAZÓN		TRAMO :
SECCION	: km 0+000	a km 4+000	FECHA : 10/10/2020
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			390.00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28.00
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			16.80
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			438695
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			75%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0.674
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			15.81
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)			2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)			0.414
Base granular (a2)			0.133
Subbase (a3)			0.120
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)			0.800
Subbase (m3)			0.800
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	2.02		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1.61		
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0.36		
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	0.05		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	9.9 cm	10.0 cm	1.63
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	8.6 cm	15.0 cm	0.63
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	1.3 cm	20.0 cm	0.76
ESPESOR TOTAL (cm)		45.0 cm	3.01
DISEÑADO POR	: Jonatan Castellano		<i>fm</i>

Fuente: Ing. Fricsón Moreira

Al conocer los resultados de los espesores de la estructura del pavimento, se cumple la condición donde el número estructural propuesto es mayor al requerido, es decir $SN_{propuesto} = 3.01 > SN_{requerido} = 2.02$. Donde el diseño del pavimento flexible tiene un espesor total de 40 cm distribuidos de la siguiente manera.

Carpeta Asfáltica = 10 cm (4in)

Base Granular = 15 cm (6in)

Sub base Granular = 20 cm (8in)

3.1.4. Estudio de Suelos

Para el estudio de suelos, se procederá a tomar muestras a cada 500 metros según la longitud del proyecto donde se realizaron calicatas con una profundidad de 1.20 m y se retiró 50 kg de material para ser debidamente ensayadas y procesadas en los laboratorios, por lo que en este proyecto se tomó 9 muestras, los ensayos realizados se indica en el ANEXO 4.- ESTUDIO DE SUELOS, Página 159.

3.1.4.1 Contenido de Humedad

Para determinar el contenido de humedad, se determina que para cada suelo es necesario tomar la muestra en 8 recipientes para tener mayor precisión en los resultados, como se observa en la Tabla.22 en varios tramos existe un contenido de humedad muy alto debido a que la vía tiene diferentes tipos de estratos. (Ver ANEXO 4.- ESTUDIO DE SUELOS)

Tabla 55.- Contenido de Humedad

CONTENIDO DE HUMEDAD					
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS					
	ABSCISA	COORDENADAS		PROFUNDIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD
		X	Y		
1	Km 0+000	719519	9872960	1.20 m	26.70
2	Km 0+500	719929	9872795	1.20 m	25.63
3	Km 1+000	720042	9872557	1.20 m	35.60
4	Km 1+500	719748	9872350	1.20 m	27.20
5	Km 2+000	719495	9872091	1.20 m	22.60
6	Km 2+500	719173	9871860	1.20 m	31.30
7	Km 3+000	719149	9871430	1.20 m	40.30
8	Km 3+500	719140	9871145	1.20 m	53.00
9	Km 4+000	718890	9871095	1.20 m	38.50

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

3.1.4.2 Granulometría

El ensayo de Granulometría se desarrolló según el método de tamices, donde se obtuvo la siguiente distribución de sus partículas.

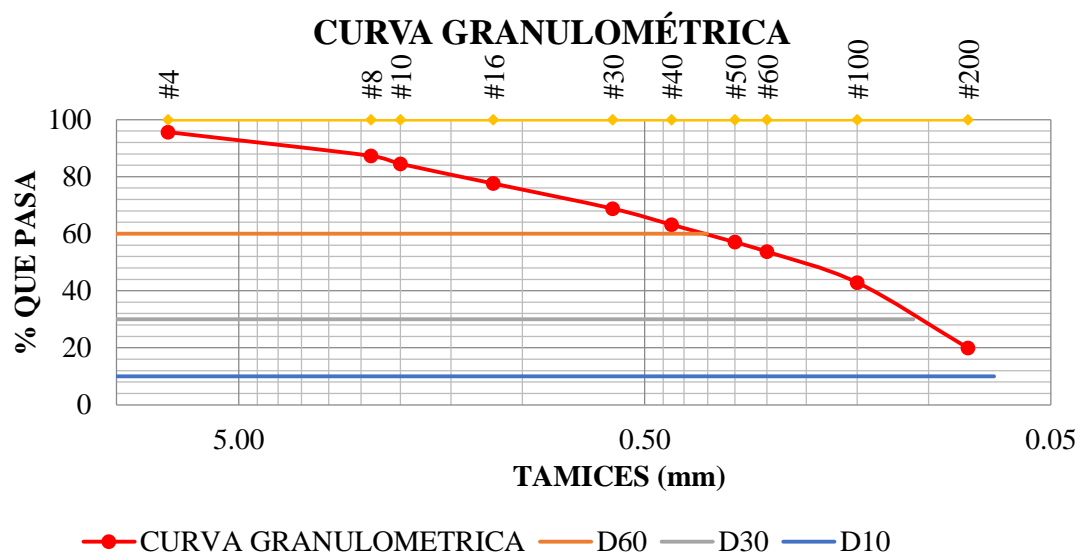
Tabla 56.- Granulometría – Muestra 5

TAMIZ #	mm	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Retenido
#4	7.46	65.80	65.80	4.39	95.61	4.39
#8	2.36	124.90	190.70	12.71	87.29	8.33
#10	2.00	41.70	232.40	15.49	84.51	2.78
#16	1.18	103.80	336.20	22.41	77.59	6.92
#30	0.60	132.00	468.20	31.21	68.79	8.80
#40	0.43	84.20	552.40	36.83	63.17	5.61
#50	0.30	92.10	644.50	42.97	57.03	6.14
#60	0.25	50.40	694.90	46.33	53.67	3.36
#100	0.15	161.90	856.80	57.12	42.88	10.79
#200	0.08	344.50	1201.30	80.09	19.91	22.97
PASA #200		297.50	1498.80	19.83	80.17	19.83
Peso total (gr):		1498.80	Peso Inicial (gr):		1500.00	99.92

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Mediante los datos se procede a realizar la curva granulométrica donde se podrá observar los porcentajes de partículas retenidas en cada tamiz.

Figura 50- Curva Granulométrica – Muestra 5



Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Donde el Coeficiente de uniformidad se determina que Cu está entre 5-20 donde este suelo es poco uniforme, en cuanto al coeficiente de curvatura sus valores se encuentran fuera del rango entre 1-3 por lo que se indica que son suelos mal graduados:

Tabla 57.- Coeficiente de Uniformidad y Curvatura

D10 :	0.069	mm
D30 :	0.109	mm
D60 :	0.351	mm
Cu :	5.09	
Cc :	0.49	

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Además, las fracciones de partículas representadas en porcentaje son:

Tabla 58.- Fracciones de Partículas

Grava	4.39	%
Arena	75.70	%
Finos	19.83	%

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Al realizar los ensayos granulométricos de las muestras de suelo se obtuvo la siguiente distribución por cada tramo. (Ver ANEXO 4.- ESTUDIO DE SUELOS)

Tabla 59.- Granulometría de los Suelos

GRANULOMETRÍA						
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS						
ABSCISA		COORDENADAS		FRACCIÓN DE PARTÍCULAS (%)		
				GRAVA	ARENA	LIMOS
X	Y					
1	Km 0+000	719519	9872960	7.33	79.20	13.29
2	Km 0+500	719929	9872795	9.68	77.42	12.66
3	Km 1+000	720042	9872557	6.27	77.18	16.30
4	Km 1+500	719748	9872350	6.70	84.71	8.49
5	Km 2+000	719495	9872091	4.39	75.70	19.83
6	Km 2+500	719173	9871860	6.23	80.91	12.80
7	Km 3+000	719149	9871430	3.33	80.79	15.79
8	Km 3+500	719140	9871145	0.00	92.74	7.24

9	Km 4+000	718890	9871095	0.00	88.97	10.86
---	----------	--------	---------	------	-------	-------

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

3.1.4.3 Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg determina la plasticidad del suelo, por lo cual es un requisito fundamental para clasificar el tipo de suelo.

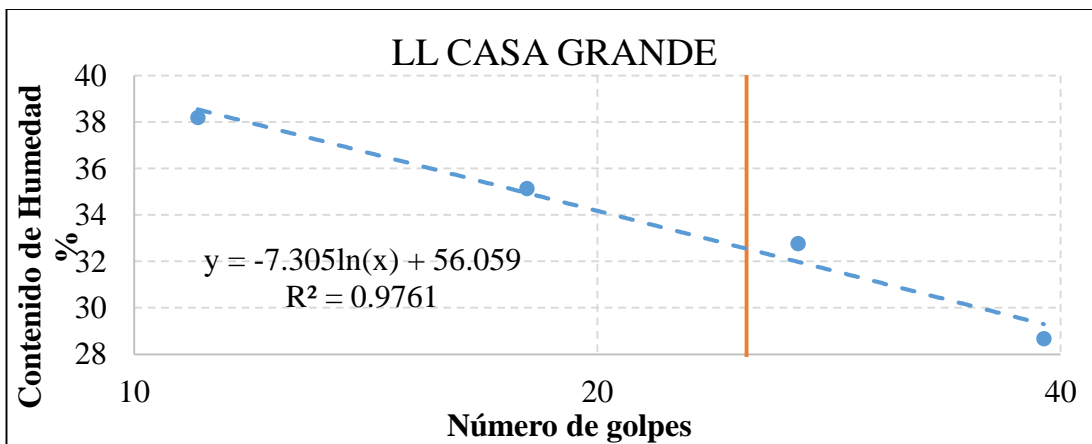
Tabla 60.- Límites de Atterberg – Muestra 5

LÍMITES DE ATTERBERG								
Límite Líquido								
Recipiente N°	# Golpes	Muestra Húm. + Rec.	Muestra Seca + Rec.	Peso Recipiente	Peso Agua	Peso Sólidos	W%	Promedio W%
17	11	21.60	18.70	11.40	2.90	7.30	39.73	38.20
20		23.70	20.40	11.40	3.30	9.00	36.67	
14	18	21.50	18.80	11.10	2.70	7.70	35.06	35.14
34		20.80	18.30	11.20	2.50	7.10	35.21	
60	27	21.50	18.80	10.90	2.70	7.90	34.18	32.76
74		20.30	18.20	11.50	2.10	6.70	31.34	
77	39	23.40	20.70	11.40	2.70	9.30	29.03	28.67
11		25.00	22.00	11.40	3.00	10.60	28.30	
Límite Plástico								
10		7.20	6.90	6.10	0.30	0.80	37.50	28.02
64		7.10	6.90	6.10	0.20	0.80	25.00	
35		7.80	7.50	6.20	0.30	1.30	23.08	
83		7.50	7.20	6.10	0.30	1.10	27.27	
P1		12.20	11.90	10.80	0.30	1.10	27.27	

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Dado los resultados obtenidos mediante el Límite líquido y Límite plástico, se realiza la gráfica de la Copa Casa Grande.

Figura 51.- LI Casa Grande –Muestra 5



Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Donde la clasificación del suelo se determina según el porcentaje que pase en el tamiz N° 200 del ensayo granulométrico y los límites de Atterberg:

Tabla 61.- Clasificación del Suelo

Límites de Atterberg			Clasificación del suelo	
Límite Líquido	32.55	%	SUCS	SM , SC
Límite Plástico	28.02	%		
Índice de Plasticidad	4.52	%	AASHTO	A-2-4 (0)

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Una vez se realizan los Límites de Atterberg de las muestras de suelo se obtuvo la siguiente clasificación por cada tramo. ANEXO 4.- ESTUDIO DE SUELOS

Tabla 62.- Límites de Atterberg de los Suelos

LÍMITES DE ATTERBERG								
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS								
ABSCISA		COORDENADAS		LÍMITES DE ATTERBERG (%)			CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
				Ll	Lp	Ip	AASHTO	SUCS
1	Km 0+000	719519	9872960	40.35	38.53	1.81	A-2-5 (0)	SM
2	Km 0+500	719929	9872795	44.61	38.53	6.08	A-2-5 (0)	SM, SC
3	Km 1+000	720042	9872557	47.38	43.89	3.49	A-2-5 (0)	SM
4	Km 1+500	719748	9872350	36.98	31.91	5.07	A-2-4 (0)	SM, SC
5	Km 2+000	719495	9872091	32.55	28.02	4.52	A-2-4 (0)	SM, SC
6	Km 2+500	719173	9871860	37.55	31.88	5.67	A-2-4 (0)	SM, SC
7	Km 3+000	719149	9871430	72.16	69.33	2.83	A-2-5 (0)	SM
8	Km 3+500	719140	9871145	60.92	51.43	9.50	A-2-5 (0)	SC
9	Km 4+000	718890	9871095	62.16	51.43	10.73	A-2-7 (0)	SC

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

En el límite líquido entre el Km 0+000 al Km 2+500 oscila entre 36.98% - 47.38% lo cual significa que son suelos de baja plasticidad debido a que tiene un Límite Líquido inferior a 50%, y en el tramo Km 3+000 al Km 4+000 se encuentra en un rango de 60.92% - 72.16% por lo tanto tienen un suelo de alta plasticidad ya que el límite líquido es mayor al 50%.

3.1.4.4. Proctor Modificado

Mediante el ensayo Proctor Modificado se determina la máxima densidad seca del suelo con un contenido de humedad óptimo, donde el suelo permite soportar una mayor carga una vez que se encuentre compactado. Las muestras se encuentran en el ANEXO 4.- ESTUDIO DE SUELOS.

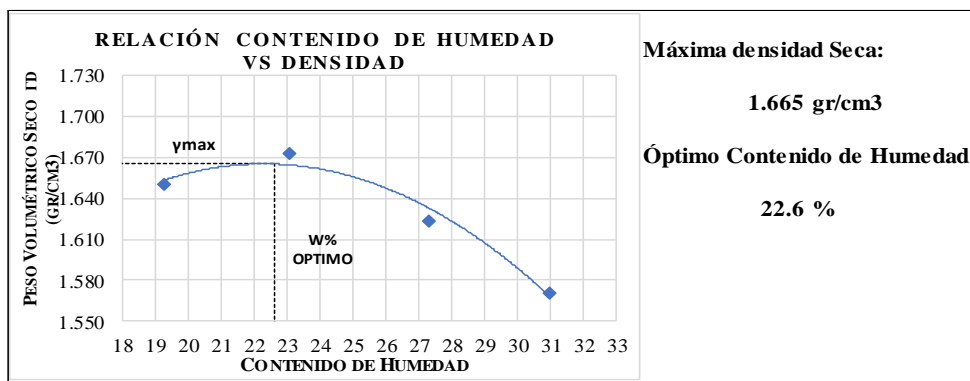
Tabla 63.- Proctor Modificado – Muestra 5

ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16681	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2286	cm ³		
Energía de Compactación		Normas:	AASHTO T-180					
Peso Inicial Deseado	6000		6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	18	22	26	30				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	21182	21389	21408	21385				
Peso suelo húmedo W _m (gr)	4501	4708	4727	4704				
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.969	2.059	2.067	2.057				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente W _r	7.5	7.4	7.6	7.4	7.6	7.4	7.4	7.7
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	70.2	68.5	75.3	62.7	66.8	73	96.8	95
Rec+suelo seco W _s + W _m	60.2	58.5	62.5	52.4	54.2	58.8	76.1	73.9
Peso solidos W _s	52.7	51.1	54.9	45	46.6	51.4	68.7	66.2
Peso del agua W _w	10	10	12.8	10.3	12.6	14.2	20.7	21.1
Cont. Humedad $\omega\%$	18.98	19.57	23.32	22.89	27.04	27.63	30.13	31.87
Cont. Humedad promedio $\omega\%$	19.27	23.10	27.33	31.00				
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1.651	1.673	1.624	1.571				

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Se procede a graficar la relación del contenido de humedad con la densidad para determinar una máxima densidad seca y un contenido de humedad óptimo.

Figura 52.- Densidad Seca Máxima vs Óptimo Contenido de Humedad



Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Donde:

La máxima densidad seca alcanzada según la gráfica corresponde a 1.655 gr/cm³, corresponde a un contenido de humedad óptimo de 22.60%, sin embargo, los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica. El ensayo de Proctor Modificado se realizó para todo el tramo de la vía por lo que se resume en una tabla los 9 puntos tomados para el proyecto, donde serán detallados a continuación en el ANEXO 4.- ESTUDIO DE SUELOS.

Tabla 64.- Proctor Modificado

PROCTOR MODIFICADO					
DENSIDAD MÁXIMA VS HUMEDAD ÓPTIMA					
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS					
	ABSCISA	COORDENADAS		Densidad Máxima (gr/cm ³)	Contenido Óptimo de Humedad (%)
		X	Y		
1	Km 0+000	719519	9872960	1.482	26.70
2	Km 0+500	719929	9872795	1.447	25.63
3	Km 1+000	720042	9872557	1.218	35.60
4	Km 1+500	719748	9872350	1.398	27.20
5	Km 2+000	719495	9872091	1.665	22.60
6	Km 2+500	719173	9871860	1.312	31.30
7	Km 3+000	719149	9871430	1.155	40.30
8	Km 3+500	719140	9871145	1.022	52.40
9	Km 4+000	718890	9871095	1.029	53.00

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Los valores de la máxima densidad seca oscilan entre 1.022 – 1.665 gr/cm³. Y su óptimo contenido de humedad se encuentra entre 22.60% - 53.00%.

3.1.4.5 CBR (California Bearing Ratio)

Una vez determinada la máxima densidad seca y la humedad óptima del suelo se procede a realizar el ensayo CBR, donde serán detallados en el ANEXO 4.- ESTUDIO DE SUELOS.

Tabla 65.- Especificaciones del CBR – Muestra 5

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO		PESO DEL MARTILLO:		10 lb	
NORMA:	AASHTO T-180		ALTURA DE CAIDA:		18 "	
PESO MUESTRA (gr):	6000		CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)		22.60	
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE N°	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	56		27		11	
DATOS DEL MOLDEO						
Muestra húmeda + molde (gr)	11936		11865		11763	
Masa Molde (gr)	7542		7600		7584	
Masa Muestra Húmeda (gr)	4394		4265		4179	
Volumen Muestra (cm ³)	2258.12		2255.76		2256.94	
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.946		1.891		1.852	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	64	41	53	83	18	44
P. Hum. + Recipiente	124.5	134.2	124.6	121.2	130.2	121.5
P. Seco + Recipiente	107.2	115.2	107.2	104.8	111.8	103.9
Peso Recipiente	30.7	31	30.9	30.9	30.7	26.1
Peso Agua	17.3	19	17.4	16.4	18.4	17.6
Peso de Sólidos	76.5	84.2	76.3	73.9	81.1	77.8
Contenido Humedad %	22.61	22.57	22.80	22.19	22.69	22.62
Con. Hum. Prom. %	22.59		22.50		22.66	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.587		1.543		1.510	

DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	12102		12098		12053	
Masa Molde (gr)	7542		7600		7584	
Masa Muestra Húmeda (gr)	4560		4498		4469	
Masa Agua Absorbida	166		233		290	
% Agua Absorbida	3.78%		5.46%		6.94%	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	95	53	45	83	79	46
P. Hum. + Recipiente	140.3	125.3	115.2	130.5	124.2	142.3
P. Seco + Recipiente	118.2	105.6	97.1	107.8	101.2	115.6
Peso Recipiente	33.3	30.9	33.4	30.8	30.9	31.1
Peso Agua	22.1	19.7	18.1	22.7	23	26.7
Peso de Sólidos	84.9	74.7	63.7	77	70.3	84.5
Contenido Humedad %	26.03	26.37	28.41	29.48	32.72	31.60
Con. Hum. Prom. %	26.20		28.95		32.16	

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Dado los valores de la Tabla 63 se procede a calcular el CBR.

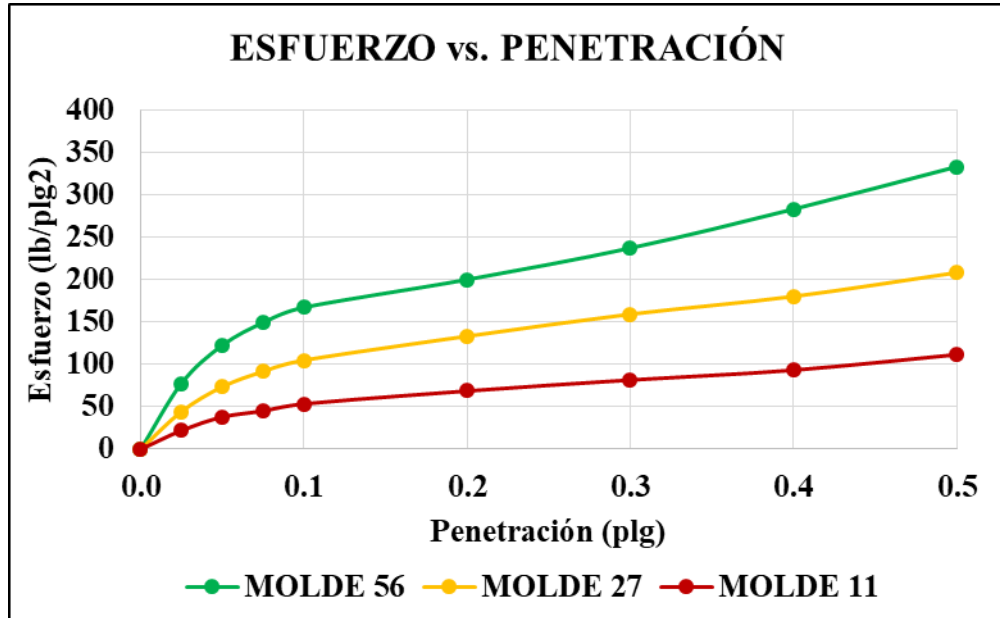
Tabla 66.- CBR – Muestra 5

ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
0.025	233.5	77.8	133.5	44.5	66.5	22.2
0.050	368.2	122.7	221.2	73.7	114.2	38.1
0.075	448.3	149.4	275.6	91.9	135.6	45.2
0.100	502.2	167.4	315.2	105.1	160.5	53.5
0.200	600.9	200.3	400.3	133.4	206.5	68.8
0.300	712.2	237.4	478.3	159.4	245.3	81.8
0.400	850.2	283.4	541.2	180.4	280.2	93.4
0.500	1000.6	333.5	625.5	208.5	335.2	111.7
PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)						
MOLDE N°	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	167.40	16.74%	1.587	200.30	13.35%	1.587
2	105.07	10.51%	1.543	133.43	8.90%	1.543
3	53.50	5.35%	1.510	68.83	4.59%	1.510

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

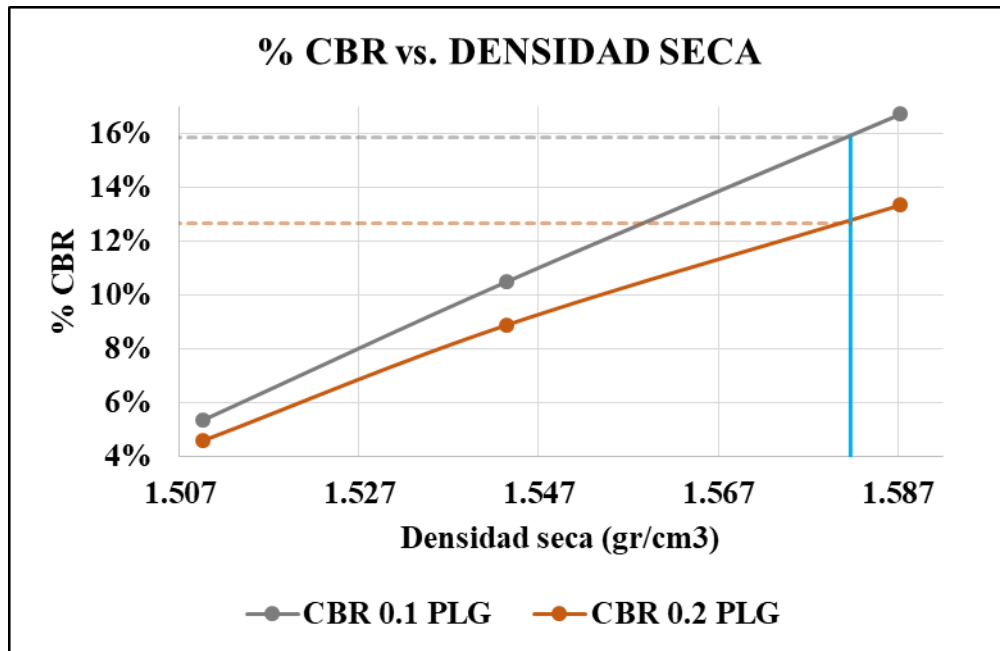
A continuación, se realiza las gráficas del esfuerzo vs penetración, y del % CBR vs Densidad Seca.

Figura 53.- Esfuerzo vs Penetración – Muestra 5



Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Figura 54.- % CBR vs Densidad Seca – Muestra 5



Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

El ensayo de CBR se realizó para todo el tramo de la vía por lo que se resume en una tabla los 9 puntos tomados para el proyecto, donde serán detallados en el ANEXO 4.- ESTUDIO DE SUELOS.

Tabla 67.- California Bearing Ratio (CBR)

DETALLE DE LAS MUESTRAS CBR					
ABSCISA		COORDENADAS		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg
		X	Y		
1	Km 0+000	719519	9872960	16.00	14.20
2	Km 0+500	719929	9872795	14.80	12.90
3	Km 1+000	720042	9872557	16.00	13.50
4	Km 1+500	719748	9872350	14.30	10.60
5	Km 2+000	719495	9872091	15.90	12.70
6	Km 2+500	719173	9871860	9.20	8.50
7	Km 3+000	719149	9871430	12.60	11.00
8	Km 3+500	719140	9871145	13.70	12.00
9	Km 4+000	718890	9871095	11.10	10.20

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

3.1.5 Diseño Geométrico Vial

3.1.5.1. Diseño Horizontal

Velocidad de diseño

La ubicación y relieve del terreno del proyecto se pudo determinar que es una zona montañosa, por lo que la velocidad de diseño será de 60 Km/h de acuerdo al MTOP 2003.

Tabla 68.- Velocidad de Diseño

VELOCIDAD DE DISEÑO EN Km/h							
CLASE DE CARRETERAS	TPDA	VALOR RECOMENDADO			VALOR ABSOLUTO		
		L	O	M	L	O	M
RI ó RII	>8000	120	110	90	110	90	80
I	3000 - 8000	110	100	80	100	80	60
II	1000 - 3000	100	90	70	90	80	50
III	300 - 1000	90	80	60	80	60	40
IV	100 - 300	80	60	50	60	35	25
V	<100	60	50	40	50	35	25

Fuente: “Normas de diseño geométrico de carreteras” MTOP-2003

Velocidad de Circulación

Para determinar la velocidad de circulación, se considera que el TPDA se encuentra en un rango entre 300 – 1000 vehículos, por lo que se utiliza la siguiente fórmula.

$$V_c = 0.80 * V_d + 6.5$$

$$V_c = 0.80 * \left(60 \frac{km}{h}\right) + 6.5$$

$$V_c = 55 \text{ km/h}$$

Por lo tanto, la velocidad de circulación del proyecto es 55 km/h, donde se considera como volumen de Tránsito Bajo, de acuerdo a la Tabla del MTOP - 2003.

Tabla 69.- Velocidad de Circulación

VELOCIDAD DE DISEÑO	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN		
	Volumen de Tránsito Bajo	Volumen de Tránsito Intermedio	Volumen de Tránsito Alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: “Normas de diseño geométrico de carreteras” MTOP-2003

Radio Mínimo de Curvatura

De acuerdo a la siguiente fórmula, el presente proyecto se calculará un radio de curvatura mínimo.

$$R_{\text{mín}} = \frac{V^2}{127(e + f)}$$

Donde:

R: Radio mínimo de la curva

V: Velocidad de diseño

e: Peralte de la curva

f: Coeficiente de fricción

Se toma un valor de $e = 10\%$ ya que es el peralte máximo recomendado por la norma de diseño Geométrico de carreteras y el coeficiente de fricción es igual a 0.165 según la velocidad de diseño.

$$R_{\text{mín}} = \frac{60^2}{127(0.10 + 0.165)}$$

$$R_{\text{mín}} = 106.97 \text{ m}$$

El radio mínimo calculado es 106.97 m y el mínimo recomendado por la norma de diseño geométrico vial se encuentra entre 20 y 75 m.

Distancia de Visibilidad en Parada

Se calcula a través de un coeficiente de fricción longitudinal For.53, donde posterior se aplicará la fórmula para la distancia de parada según la formula For.50.

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}}$$
$$Dp = 0.70 * Vc + \frac{V^2}{254 * f}$$

Donde:

Vc: Velocidad de circulación

f: Coeficiente de fricción longitudinal

Dp: Distancia de visibilidad de parada

$$f = \frac{1.15}{55^{0.3}}$$
$$f = 0.3456$$

$$Dp = 0.70 * 55 \text{ km/h} + \frac{55^2}{254 * 0.3456}$$
$$Dp = 73 \text{ m}$$

De acuerdo al MTOP 2003, se considera que la distancia de visibilidad mínima de parada en carreteras de tipo montañoso, según la **Tabla 24.- Distancias Mínimas de Parada** recomienda un valor de 70 m.

Distancia de Rebasamiento

La distancia de rebasamiento se determina de acuerdo a la siguiente ec.5.

$$Dr = 9.54 * V - 218$$

Tomando en cuenta que:

$$30 < V_c < 100$$

Donde:

Dr: Distancia de rebasamiento

Vc: Velocidad de circulación

$$Dr = 9.54 * 55 \text{ km/h} - 218$$

$$Dr = 306.70 \text{ m}$$

Según a la norma del MTOP 2003, se considera que la distancia mínima de rebasamiento para una vía Tipo III y de terreno montañoso es de 415 m, en este caso se procede a tomar el valor recomendado ya que la distancia de rebasamiento calculado es menor.

Sobreancho

De acuerdo al MTOP 2003, en el trazado geométrico para velocidades mayores a 50 km se utiliza un sobreancho mínimo de 40 cm y para velocidades inferiores a 50 km/h se utiliza un valor de 30 cm. (Ver Tabla de la pag 32).

3.1.5.2. Diseño Vertical

Gradiente

La gradiente de una vía se encuentra en función del tráfico futuro y el tipo de terreno.

La norma de diseño del MTOP 2003, permite determinar que la gradiente longitudinal mínima para una carretera de clase III o de tipo montañoso, el valor máximo de la pendiente es del 7% y el mínimo del 0.5%, (Ver **Tabla 26.-** Gradientes Longitudinales Máximas).

Curvas Verticales Cóncavas y Convexas

La longitud mínima de las curvas verticales cóncavas y convexas, se calcula con la siguiente fórmula.

$$L = K * A$$

En donde:

Lv: Longitud mínima para curvas cóncavas y convexas

A: Diferencia de las gradientes, en %

K cóncava / convexa: 12

Por lo que la longitud mínima de las curvas se utilizará la fórmula, de acuerdo al MTOP 2003.

$$L_{v\text{mín}} = 0.60 * V$$

$$L_{v\text{mín}} = 0.60 * \left(60 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right)$$

$$L_{v\text{mín}} = 36 \text{ m}$$

Donde:

V: Velocidad de diseño

3.1.5.3 Sección Transversal

Ancho de Carril

La sección transversal a tomarse para la vía de tercer orden tendrá un ancho de calzada de 6.70 m, la cual dispondrá de 1 carril en cada sentido de circulación siendo cada carril de 3.35 m. (Ver **Tabla 28**.- Ancho de Calzada).

Cunetas

Debido a que no se llevó a cabo un estudio hidrográfico las cunetas serán diseñadas con dimensiones mínimas, es decir, contará con un ancho de 1.00 m, 0.40 m de profundidad con una pendiente desde la corona de 2:1 (50%) hasta el talud de corte,

y 0.30 m hasta el relleno a lo largo de la vía colectora. El elemento deberá ser elaborado con hormigón simple de hasta $f'c= 180 \text{ kg/cm}^2$

Taludes

Para determinar los valores de talud según la norma del MTOP 2003, para el diseño a corte y relleno se toma en cuenta la relación de 2:1. (Ver **Tabla 30.-** Talud).

3.1.6 Presupuesto

El presupuesto vendrá en relación a las Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes del MOP-2002, así como la mano de obra y ocupaciones estarán sujetas a lo impuesto por la Contraloría General del Estado del 2020 (Ver ANEXO 5.- ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS)

Tabla 70.- Presupuesto Referencia

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA PINLLOPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI					
UBICACION: PINLLOPATA - EL CORAZON					
OFERENTE: PRESUPUESTO REFERENCIAL					
ELABORADO: JONATAN CASTELLANO					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS					
No.	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio global
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	Km	4.12	655.54	2700.82
2	DESBROCE DESBOSQUE Y LIMPIEZA	Ha	48.24	720.57	34760.30
3	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR INC. DESALOJO	M3	83262.12	1.66	138215.12
4	RELLENO COMPACTADO CON EQUIPO PESADO	M3	116889.23	2.67	312094.24
5	SUB-BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO(COMPACTADOR)	M3	5524.82	5.32	29392.04
6	BASE CLASE 4 TENDIDO Y COMPACTADO(COMPACTADOR)	M3	4143.62	13.12	54364.29
7	HORMIGÓN ASFÁLTICO DE 4" (CAPA DE RODADURA)	M2	2762.41	13.39	36988.67
8	EXCAVACIÓN MANUAL PARA CUNETAS	M3	2473.80	1.15	2844.87
9	CUNETAS H.S. TIPO V $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$ e=10 cm a=1.00	M3	412.30	130.30	53722.69
				TOTAL:	665083.04
SON : SEISCIENTOS SESENTA Y CINCO MIL OCHENTA Y TRES DOLARES, 04/100 CENTAVOS					
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
JONATAN CASTELLANO ELABORADO			SALCEDO, 06 DE NOVIEMBRE DE 2020		

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- 1.- Se levantó una franja topográfica de 200 metros de ancho, 100 a cada lado del eje vial, donde se pudo observar un terreno montañoso, de abundante vegetación.
- 2.- Se determinó por medio de un estudio vehicular que el tipo de vía es de clase III, dado que para un periodo de diseño de 20 años el tráfico futuro es de 395 Vehículos/día.
- 3.- Debido a que el suelo no es homogéneo en todos sus tramos, determinamos que tenemos Arenas Limosas – Arenas Arcillosas, en donde presentan una capacidad portante del suelo entre 9.20 – 16.00.
- 4.- Se demuestra que la estructura del pavimento necesaria estar conformada por espesores de una subbase clase 3 de 20cm, la base de clase 4 con 15cm y la carpeta asfáltica de 10cm.
- 5.- El diseño vial está compuesto de una velocidad de diseño de 60 Km/h, un peralte del 10%, un sobreechancho de 40 cm, una distancia de parada de 73 m y una distancia de adelantamiento de 415 m, la gradiente más pronunciada será del 7% y la menos de 0.5%, la calzada tendrá 3.35 m por carril, un espaldón de 1 metro de ancho y se desarrollará una cuneta de 1 metro con una relación de 3 a 1.
- 6.- El presupuesto referencial será de \$665.083,04 (seiscientos sesenta y cinco mil ochenta y tres dólares, 04/100 centavos), esto siempre y cuando se desarrolle con los precios de este estudio, debido a que están expuestos a variación sea de mano de obra o de materiales.

4.2 Recomendaciones

- 1.- Tomar nota de las excepciones que da el MTOP-2003, para terrenos escarpados con un relieve difícil.
- 2.- Es necesario aplicar restricciones de velocidad, por lo que en ciertos tramos de la vía será indispensable la variación de velocidad.
- 3.- De acuerdo al exceso de corte y relleno, dependiendo el caso es necesario tener un buen lugar de acopio o desbanco, para no dañar el paisaje del sector.
- 4.- Realizar un estudio del Impacto Ambiental que tuviere, dado que en el sector existe una amplia biodiversidad de flora y fauna.
- 5.- Es obligatorio, ejecutar un estudio costo – beneficio, dado que el proyecto tendrá un gran impacto hacia la sociedad tanto para su beneficio y desarrollo.
- 6.- Desarrollar campañas de información, acerca del proyecto hacia la población, debido que muchos habitantes podrían ser afectados en el caso que se ejecute este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. Agudelo, “Diseño Geométrico de Vías,” Textos Univ., pp. 459–451, 2012, [Online]. Available: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/disec3b1o-geomc3a9trico-de-vc3adas-john-jairo-agudelo.pdf>.
- [2] L. Angel, C. Quito, W. Anastacio, U. Ynga, and S. López, “VIAL- SGCV,” 2020.
- [3] S. Caro and B. Caicedo, “Tecnologías Para Vías Terciarias: Perspectivas y Experiencias desde la Academia,” Rev. Ing., no. 45, pp. 12–21, 2017, doi: 10.16924/revinge.45.3.
- [4] MTOP, “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras,” Mtop, vol. 2, pp. 1–475, 2003, [Online]. Available: https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf.
- [5] R. O. Leal and C. A. López, “METODOLOGÍA PARA LA PLANEACIÓN LOGÍSTICA DE VÍAS FORESTALES PARA LA COSECHA DE PLANTACIONES DE Eucalyptus globulus Labill. UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE OPTIMIZACIÓN,” Colomb. For., vol. 14, no. 1, p. 51, 2011, doi: 10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2011.1.a05.
- [6] J. G. C. Daza, “TOPOGRAFÍA CONVENCIONAL Y TOPOGRAFÍA CON DRONES PARA EL DISEÑO GEOMETRICO DE UNA VIA EN REHABILITACIÓN SECTOR TULUA – RÍO FRÍO JUAN GUILLERMO CORREDOR DAZA CODIGO : 3101239 Ingeniero Topográfico UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA Bogotá , Colombia,” 2015.
- [7] R. Del Castillo, “La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres, Carreteras , Ferrocarriles y Aeropistas,” vol. 1, p. 456, 2005.
- [8] Universidad mayor de san Simón, “Pavimentos,” p. 644, 2004.

- [9] M. Arroyave Maya et al., “Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo,” *Rev. EIA*, no. 5, pp. 45–57, 2006.
- [10] H. D. Gómez and A. Orobio, “Effects of uncertainty on scheduling of highway construction projects,” *Dyna*, vol. 82, no. 193, pp. 155–164, 2015, doi: 10.15446/dyna.v82n193.47453.
- [11] J. Flores Rangel, “Infraestructura carretera: construcción financiamiento y resistencia en México y América Latina,” *Transp. y Territ.*, vol. 13, no. 13, pp. 122–148, 2015, doi: 10.34096/rtt.i13.1880.
- [12] I. Pareja, I. Coma, and S. Bayarri, “Modelado de calidad para la visualización interactiva de carreteras,” no. January, 2014.
- [13] C. Borja, T. y Cárdenas, “Caracterización de mezclas asfálticas en caliente, elaborados con el uso de cemento asfáltico modificado con polímero SBR y SBS.,” p. 258, 2019.
- [14] J. Hurtado, “Aplicación De La Topografía En Minería a Cielo Abierto Mina La Calera-Cementos Argos,” p. 112, 2013, [Online]. Available: [http://repositorio.uniquindio.edu.co/bitstream/123456789/240/1/APLICACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA EN MINERÍA A CIELO ABIERTO - JEFRY QUIJANO HURTADO.pdf](http://repositorio.uniquindio.edu.co/bitstream/123456789/240/1/APLICACIÓN_DE_LA_TOPOGRAFÍA_EN_MINERÍA_A_CIELO_ABIERTO_-_JEFRY QUIJANO HURTADO.pdf).
- [15] M. B. Nugroho, “Topografía para Ingenieros Civiles,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [16] F. Alonso Sarría, “Cartografía digital. Introducción a los SIG.,” *Sist. Inf. Geográfica*, p. 239, 2015, [Online]. Available: <https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>.
- [17] P. G. Luna, “Fotogrametría aérea con Drones,” *Robot. Arir Syst.*, p. 15, 2018, [Online]. Available: <http://www.roboticairsystems.com/Downloads/informe-fotogrametria.pdf>.

- [18] J. C. Vasquez and M. A. Backhoff, "Procesamiento geo-informático de datos generados mediante drones para la gestión de infraestructura del transporte," Publ. Tec. Inst. Mex. del Transp., no. 490, p. 92, 2017, [Online]. Available: <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt490.pdf>.
- [19] I. M. E. Zelaya, "ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL DEL TRAMO DIRIAMBA – LA BOQUITA (NIC18B), DEPARTAMENTO DE CARAZO," 2017.
- [20] P. Chacontá, Diseño Geométrico de Vías, Primera ed. Santa fe, Colombia, 1998.
- [21] G. Duque, C. Enrique, E. Potes, U. Nacional, and S. Manizales, "Mecánica de los Suelos, DUQUE ESCOBAR."
- [22] PDOT Palanda, "Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Palanda," Br. J. Psychiatry, vol. 112, no. 483, p. 324, 2014, doi: 10.1192/bjp.112.483.211-a.
- [23] W. Á. B. DIAZ, "MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS DE SUELOS Y MEMORIA DE CÁLCULO," 2015.
- [24] E. J. Q. Santos, "Mecánica de Suelos [ENSAYOS DE LABORATORIO]," pp. 0–61.
- [25] U. C. de V. Laboratorio de mecánica de suelos, "Determinación de los límites de atterberg," 2010.
- [26] E. Juárez, "Fundamentos de la mecánica de suelos," J. Chem. Inf. Model., vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [27] C. E. S. R. A. M. V. TOMALÁ, Estudio y diseño de la vía El Salado -Manatial de Guangala del Cantón de Santa Elena. 2015.
- [28] Ministerio de Transportes, "Manual de carreteras," vol. I, p. 1281, 2013.

- [29] U.N.A.Mexico, “Clasificación y Diseños de Pavimentos,” *Concreto Hidraul. Permeable, una Altern. para la recarga los Mantos Acuiferos del Val. Mex.*, pp. 15–71, 2010.
- [30] A. R. G. MORALES, “Diseño De Pavimento Asfáltico Por El Metodo Aashto-93 Empleando El Software Disaashto-93.,” *Hilos Tensados*, vol. 1, no., pp. 1–476, 2019, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [31] A. N. Pavimentos, E. D. E. Ingeniería, D. E. L. A. Carretera, S. D. Y. La, E. Jurídica, and T. Y. E. Re--eis-mtop-, “Anexo no 7. pavimentos,” pp. 1–46, 2012.
- [32] Hernández, “DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE POR LOS MÉTODOS AASHTO Y RACIONAL,” 2014.
- [33] D. Aparicio, “Evaluación Superficial del Pavimento Flexible por el Método Pavement Condition Index (Pci) en las Vías Arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau,” pp. 1–200, 2014.
- [34] B. Á. R. Cristina, “ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL PAVIMENTO RÍGIDO Y PAVIMENTO FLEXIBLE,” *Univ. Cent. Del Ecuador*, p. 132, 2014.
- [35] G. Corredor and D. A. Drajat, “Maestría en Vías Terrestres ó Módulo III Diseño de Pavimentos I,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 1972, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [36] Escuela de Caminos de Montaña, “Diseño de Pavimentos – AASHTO 93,” p. 246, 2006.
- [37] J. Cárdenas Grisales, *Diseño Geométrico de Carreteras*, 2da Edición. 2013.

ANEXOS

ANEXO 1.- MATERIALES Y EQUIPOS



Anexo 1.- Pintura en spray



Anexo 2.- Estacas



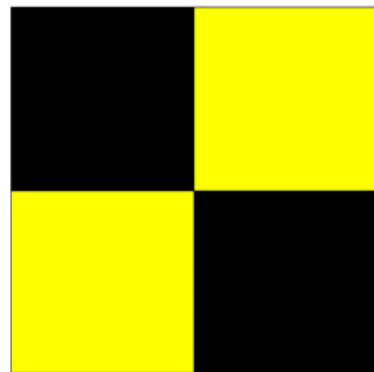
Anexo 3.- Cuaderno de apuntes



Anexo 4.- Combo o Martillo



Anexo 5.- Clavos de hierro



Anexo 6.- Diana

	
<p align="center">Anexo 7- GPS</p>	<p align="center">Anexo 8.- Drone Phantom 4</p>
	
<p align="center">Anexo 9.- RTK R10</p>	<p align="center">Anexo 10.- Computadora</p>
	
<p align="center">Anexo 11.- Lonas o Costales</p>	<p align="center">Anexo 12.- Pico</p>



Anexo 13.- Flexómetro



Anexo 14.- Radio de comunicación



Anexo 15.- Trípode



Anexo 16.- Balanza Digital



Anexo 17.- Recipientes



Anexo 18.- Horno



Anexo 19.- Tamices



Anexo 20.- Probeta



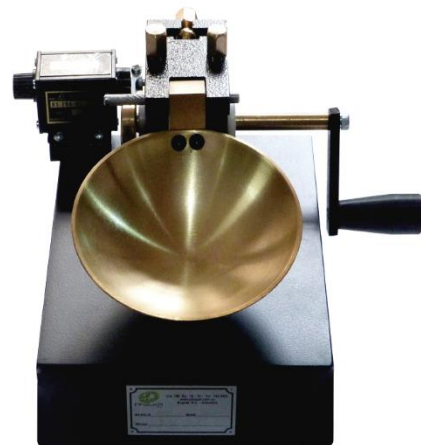
Anexo 21.- Tamizadora



Anexo 22.- Mortero de Porcelana



Anexo 23.- Espátula



Anexo 24.- Copa Casa Grande



Anexo 25- Molde de Compactación



Anexo 26.- Martillo



Anexo 27.- Bandeja de metal



Anexo 28.- Enrasador Metálico



Anexo 29.- Prensa



Anexo 30.- Trípode







ANEXO 2.- LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO






Anexo 31.- Datos Topográficos

Puntos Tomados con el RTK R10		
NORTE	ESTE	ELEVACIÓN
9872958.57	719518.52	2309.13
9872557.19	720043.41	2291.75
9872091.57	719495.42	2355.33
9871430.48	719149.90	2389.82
9871095.20	718890.15	2345.61

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 32.- Levantamiento Topográfico

	
<p>Puntos con GPS</p>	<p>Estacas en puntos de control</p>
	
<p>Instalación del equipo RTK fijo R10</p>	<p>Nivelación y toma de datos georreferenciados con RTK móvil</p>
	
<p>Ubicación de la Diana</p>	<p>Planificación de Vuelo del Drone</p>

	
<p>Vuelo del Drone Phantom 4</p>	<p>Imagen Captada por el Drone Km 0+000 – 1+000</p>
	
<p>Imagen Captada por el Drone Km 1+000 - 2+000</p>	<p>Imagen Captada por el Drone Km 2+000 + 3+000</p>
	
<p>Imagen Captada por el Drone Km 3+000 – 4+000</p>	

Anexo 33.- Volumen de Corte y Relleno

ABSISA	Volumen de Relleno (M3)	Volumen de relleno (M3)	Vol. corte acumul. (M3)	Vol. relleno acumul. (M3)
0+000.000	0	0	0	0
0+020.000	49.55	587.95	49.55	587.95
0+040.000	1	1000.06	50.56	1588.01
0+060.000	1.72	786.98	52.27	2374.99
0+080.000	20.29	922.9	72.56	3297.89
0+100.000	158.34	663.64	230.9	3961.53
0+120.000	359.41	41.8	590.31	4003.33
0+140.000	242.69	168.08	833	4171.42
0+160.000	47.13	274.74	880.13	4446.15
0+180.000	189.38	147.05	1069.51	4593.2
0+200.000	434.27	21.52	1503.78	4614.73
0+220.000	314.87	93.63	1818.65	4708.36
0+240.000	98.71	164.95	1917.36	4873.31
0+260.000	191.43	127.27	2108.8	5000.58
0+280.000	357.69	69.51	2466.49	5070.09
0+300.000	457.29	39.08	2923.78	5109.17
0+320.000	283.35	104	3207.13	5213.18
0+340.000	57.9	426.12	3265.03	5639.29
0+360.000	36.15	580.8	3301.18	6220.09
0+380.000	469.83	217.73	3771.01	6437.83
0+400.000	1039.35	0.01	4810.36	6437.84
0+420.000	724.41	83.32	5534.77	6521.16
0+440.000	105.53	547.4	5640.31	7068.56
0+460.000	0	895.36	5640.31	7963.93
0+480.000	421.22	443.64	6061.53	8407.57
0+500.000	661.24	63.35	6722.77	8470.91
0+520.000	253.52	929.06	6976.29	9399.97
0+540.000	0	3669.49	6976.29	13069.46
0+560.000	0	4863.76	6976.29	17933.22
0+580.000	0	2607.17	6976.29	20540.39
0+600.000	0	1418.75	6976.29	21959.14
0+620.000	0	1222.02	6976.29	23181.16
0+640.000	119.07	490.36	7095.36	23671.52
0+660.000	188.14	14.63	7283.5	23686.15
0+680.000	73.35	104.32	7356.85	23790.47
0+700.000	0	312.68	7356.85	24103.15
0+720.140	67.52	269.78	7424.36	24372.93
0+740.000	333.11	60.96	7757.47	24433.89

0+760.000	681.95	24.13	8439.42	24458.02
0+780.000	447.51	203.48	8886.93	24661.5
0+800.000	0	434.89	8886.93	25096.4
0+820.000	0.19	414.17	8887.11	25510.57
0+840.000	0.16	805.74	8887.28	26316.31
0+860.000	0	1810.17	8887.28	28126.48
0+880.000	0	2625.99	8887.28	30752.47
0+900.000	2.2	1896.42	8889.47	32648.89
0+920.000	34.86	584.03	8924.33	33232.92
0+940.000	64.92	147.98	8989.25	33380.9
0+960.000	48.78	157.09	9038.04	33537.99
0+980.000	49.97	142.65	9088.01	33680.65
1+000.000	39.38	253.74	9127.39	33934.38
1+020.000	0	367.73	9127.39	34302.12
1+040.000	158.22	249.18	9285.61	34551.3
1+060.000	310.8	118.83	9596.41	34670.12
1+080.000	211.97	140.47	9808.38	34810.6
1+100.000	41.68	413.54	9850.06	35224.14
1+120.000	0.02	756.31	9850.08	35980.44
1+140.000	0	722.15	9850.08	36702.6
1+160.000	42.3	340.46	9892.38	37043.05
1+180.000	267.42	62.64	10159.8	37105.7
1+200.000	624.66	0.06	10784.45	37105.76
1+220.000	703.01	0	11487.46	37105.76
1+240.000	523.37	0.03	12010.83	37105.78
1+260.000	212.45	289.02	12223.28	37394.8
1+280.000	2.4	555.4	12225.68	37950.2
1+300.000	154.42	246.06	12380.1	38196.26
1+320.000	469.07	3.96	12849.17	38200.23
1+340.000	938.82	0	13787.98	38200.23
1+360.000	1060.92	0	14848.9	38200.23
1+380.000	522.1	0.78	15371	38201
1+400.000	296.13	0.78	15667.13	38201.78
1+420.000	1075.46	0	16742.59	38201.78
1+440.000	1517.22	0	18259.81	38201.78
1+460.000	833.5	5.6	19093.3	38207.38
1+480.000	205.46	220.26	19298.77	38427.64
1+500.000	12.33	470.71	19311.1	38898.34
1+520.000	1	440.2	19312.09	39338.55
1+540.000	1.04	582.49	19313.13	39921.03
1+560.000	0	1685.89	19313.13	41606.92
1+580.000	0	2742.1	19313.13	44349.02
1+600.000	0	2673.31	19313.13	47022.33
1+620.000	0	2916.96	19313.13	49939.28

1+640.000	0	2606.16	19313.13	52545.44
1+660.000	12.76	999.09	19325.9	53544.54
1+680.000	15.68	440.26	19341.58	53984.79
1+700.000	1.88	1079.44	19343.47	55064.24
1+720.000	0	2472.68	19343.47	57536.92
1+740.000	0	2465.94	19343.47	60002.86
1+760.000	0	1423.78	19343.47	61426.64
1+780.000	0	802.93	19343.47	62229.57
1+800.000	74.12	313.18	19417.58	62542.75
1+820.000	975.7	33.2	20393.28	62575.95
1+840.000	1958.82	0	22352.1	62575.95
1+860.000	1289.48	4.25	23641.58	62580.2
1+880.000	231.85	361.34	23873.43	62941.53
1+900.000	0	990.78	23873.43	63932.31
1+920.000	0	1995.23	23873.43	65927.55
1+940.000	0	3007.15	23873.43	68934.7
1+960.000	0	1869.85	23873.43	70804.55
1+980.000	0	1138.98	23873.43	71943.53
2+000.000	0	1406.46	23873.43	73350
2+020.000	0	1074.21	23873.43	74424.21
2+040.000	0	717.77	23873.43	75141.98
2+060.000	0	738.37	23873.43	75880.35
2+080.000	4.84	781.33	23878.27	76661.68
2+100.000	4.42	1950.26	23882.68	78611.93
2+120.000	0	2834.4	23882.68	81446.34
2+140.000	0	2537.52	23882.68	83983.86
2+160.000	0	2249.3	23882.68	86233.15
2+180.000	0	2356.13	23882.68	88589.29
2+200.000	0	2221.2	23882.68	90810.48
2+220.000	0	1441.25	23882.68	92251.73
2+240.000	0	1608.88	23882.68	93860.6
2+260.000	0	2605.59	23882.68	96466.19
2+280.000	0	3498.29	23882.68	99964.48
2+300.000	0	3217.91	23882.68	103182.39
2+320.000	0	2532.77	23882.68	105715.16
2+340.000	0	1904	23882.68	107619.16
2+360.000	0	1100.8	23882.68	108719.95
2+380.000	0	601.95	23882.68	109321.9
2+400.000	0	719.05	23882.68	110040.95
2+420.000	0	1330.4	23882.68	111371.35
2+440.000	0.57	1529.02	23883.25	112900.37
2+460.000	31.84	844.57	23915.09	113744.94
2+480.000	63.66	279.11	23978.75	114024.05
2+500.000	226.92	182.21	24205.67	114206.26

2+520.000	444.72	5.96	24650.39	114212.22
2+540.000	428.51	106.38	25078.89	114318.6
2+560.000	525.56	144.82	25604.45	114463.41
2+580.000	690.62	48.76	26295.07	114512.17
2+600.000	939.15	0.17	27234.23	114512.34
2+620.000	1245.74	0	28479.96	114512.34
2+640.000	1182.74	0	29662.71	114512.34
2+660.000	1366.54	0	31029.25	114512.34
2+680.000	1867.81	0	32897.06	114512.34
2+700.000	1691.13	0	34588.19	114512.34
2+720.000	1115.11	0.03	35703.3	114512.37
2+740.000	1005.94	0.03	36709.24	114512.4
2+760.000	988.68	0	37697.92	114512.4
2+780.000	793.01	1.98	38490.93	114514.38
2+800.000	890.54	2.03	39381.47	114516.41
2+820.000	1236.66	0	40618.13	114516.41
2+840.000	850.63	47.4	41468.76	114563.81
2+860.000	285.34	80.57	41754.09	114644.37
2+880.000	380.26	50.49	42134.35	114694.86
2+900.000	307.99	36.25	42442.34	114731.12
2+920.000	176.87	94.04	42619.22	114825.15
2+940.000	187.76	58.21	42806.98	114883.36
2+960.000	342.42	1.18	43149.39	114884.54
2+980.000	391.04	3.28	43540.43	114887.82
3+000.000	478.65	3.23	44019.08	114891.06
3+020.000	755.46	0	44774.54	114891.06
3+040.000	629.37	7.76	45403.91	114898.82
3+060.000	636.82	8.05	46040.73	114906.87
3+080.000	1716.37	0	47757.1	114906.87
3+100.000	2063.22	0	49820.32	114906.87
3+120.000	1222.01	0	51042.33	114906.87
3+140.000	765.37	0.48	51807.7	114907.35
3+160.000	558.93	2.54	52366.63	114909.89
3+180.000	505.02	5.6	52871.65	114915.49
3+200.000	701.83	3.44	53573.49	114918.93
3+220.000	1184.84	0	54758.33	114918.93
3+240.000	1060.49	0	55818.82	114918.93
3+260.000	257.32	169.23	56076.14	115088.16
3+280.000	345.22	166.03	56421.36	115254.19
3+300.000	1180.55	0	57601.9	115254.19
3+320.000	1059.67	0	58661.58	115254.19
3+340.000	343.41	0	59004.99	115254.19
3+360.000	283.97	0	59288.96	115254.19
3+380.000	1055.34	0	60344.3	115254.19

3+400.000	1587.81	0	61932.11	115254.19
3+420.000	1065.64	0	62997.75	115254.19
3+440.000	425.18	57.29	63422.93	115311.48
3+460.000	254.34	58	63677.27	115369.49
3+480.000	612.81	0.67	64290.08	115370.16
3+500.000	768.24	0	65058.32	115370.16
3+520.000	674.08	0	65732.41	115370.16
3+540.000	827.1	0	66559.51	115370.16
3+560.000	1129.92	0	67689.43	115370.16
3+580.000	904.78	0	68594.21	115370.16
3+600.000	662.21	0	69256.42	115370.16
3+620.000	876.86	0	70133.28	115370.16
3+640.000	870.77	0	71004.05	115370.16
3+660.000	546.62	31.88	71550.67	115402.04
3+680.000	432.87	37.57	71983.55	115439.6
3+700.000	779.16	3.56	72762.7	115443.16
3+720.000	1128.91	0	73891.61	115443.16
3+740.000	993.55	0	74885.17	115443.16
3+760.000	645.7	0.06	75530.87	115443.22
3+780.000	395.9	2.73	75926.77	115445.95
3+800.000	526.43	2.67	76453.2	115448.62
3+820.000	1001.3	0	77454.51	115448.62
3+840.000	1184.9	0	78639.41	115448.62
3+860.000	1225.73	0	79865.14	115448.62
3+880.000	1012.65	0	80877.79	115448.62
3+900.000	508.36	0	81386.15	115448.62
3+920.000	196.27	368.02	81582.41	115816.64
3+940.000	164.79	394.11	81747.21	116210.75
3+960.000	286.06	123.89	82033.27	116334.64
3+980.000	196.98	135.13	82230.24	116469.77
4+000.000	75.03	207.07	82305.28	116676.84
4+020.000	50.11	182.93	82355.39	116859.77
4+040.000	194.34	21.49	82549.73	116881.26
4+060.000	221.81	1.19	82771.54	116882.45
4+080.000	173.05	1.03	82944.59	116883.48
4+100.000	172.75	2.02	83117.34	116885.5
4+120.000	131.92	2.93	83249.26	116888.43
4+122.878	12.86	0.81	83262.12	116889.23

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

ANEXO 3.- CONTEO VEHICULAR (TPDA)

Anexo 34.- Conteo Vehicular día domingo 17 de Noviembre del 2019

CONTEO VEHICULAR					
FECHA: DOMINGO, 17 DE NOVIEMBRE DEL 2019					
LUGAR: EL EMPALME				A: AUTOMÓVILES	
TRAMO: KM 0+000 - KM 4+000				B: BUS	
NÚMERO DE CARRILES: 2				C: CAMIONES	
INTERVALO	TIPO DE VEHÍCULO			TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADO
	A	B	C		
06:00 - 06:15	4		1	5	
06:15 - 06:30	2			2	
06:30 - 06:45		1		1	
06:45 - 07:00	2			2	10
07:00 - 07:15				0	5
07:15 - 07:30	2			2	5
07:30 - 07:45		1		1	5
07:45 - 08:00	1			1	4
08:00 - 08:15	2	1		3	7
08:15 - 08:30				0	5
08:30 - 08:45	2			2	6
08:45 - 09:00		1		1	6
09:00 - 09:15	2		1	3	6
09:15 - 09:30		1		1	7
09:30 - 09:45		1		1	6
09:45 - 10:00	5			5	10
10:00 - 10:15	3	1	2	6	13
10:15 - 10:30	3			3	15
10:30 - 10:45	6	3	1	10	24
10:45 - 11:00	6		2	8	27
11:00 - 11:15	4		2	6	27
11:15 - 11:30	6	1	3	10	34
11:30 - 11:45		1		1	25
11:45 - 12:00	6		1	7	24
12:00 - 12:15	7			7	25
12:15 - 12:30	5	6	3	14	29
12:30 - 12:45	3			3	31
12:45 - 13:00	1	1		2	26
13:00 - 13:15	3			3	22
13:15 - 13:30	5	1		6	14
13:30 - 13:45	1			1	12
13:45 - 14:00	6	2	1	9	19
14:00 - 14:15	6	1	2	9	25
14:15 - 14:30		1	1	2	21
14:30 - 14:45			1	1	21
14:45 - 15:00	1		1	2	14
15:00 - 15:15	2		1	3	8
15:15 - 15:30		1		1	7
15:30 - 15:45		1		1	7
15:45 - 16:00	1		1	2	7
16:00 - 16:15		1		1	5
16:15 - 16:30	2	1		3	7
16:30 - 16:45	1		1	2	8
16:45 - 17:00	2			2	8
17:00 - 17:15	1		1	2	9
17:15 - 17:30	1			1	7
17:30 - 17:45			1	1	6
17:45 - 18:00	3	2		5	9

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 35.- Conteo Vehicular día lunes 18 de Noviembre del 2019

CONTEO VEHICULAR					
FECHA: LUNES, 18 DE NOVIEMBRE DEL 2019					
LUGAR: EL EMPALME				A: AUTOMÓVILES	
TRAMO: KM 0+000 - KM 4+000				B: BUS	
NÚMERO DE CARRILES: 2				C: CAMIONES	
INTERVALO	TIPO DE VEHÍCULO			TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULADO
	A	B	C		
06:00 - 06:15	5	1	1	7	
06:15 - 06:30	3	2		5	
06:30 - 06:45	1	1		2	
06:45 - 07:00	2	2		4	18
07:00 - 07:15	1			1	12
07:15 - 07:30	1			1	8
07:30 - 07:45				0	6
07:45 - 08:00	2		1	3	5
08:00 - 08:15	1			1	5
08:15 - 08:30				0	4
08:30 - 08:45	2	1		3	7
08:45 - 09:00		1	1	2	6
09:00 - 09:15	2	1		3	8
09:15 - 09:30		1		1	9
09:30 - 09:45	1		1	2	8
09:45 - 10:00	3	1		4	10
10:00 - 10:15	2	1		3	10
10:15 - 10:30	1		1	2	11
10:30 - 10:45	4		1	5	14
10:45 - 11:00	1			1	11
11:00 - 11:15	2		1	3	11
11:15 - 11:30	1		1	2	11
11:30 - 11:45	5			5	11
11:45 - 12:00	3		1	4	14
12:00 - 12:15	4	2	2	8	19
12:15 - 12:30	1	1		2	19
12:30 - 12:45	2	1	1	4	18
12:45 - 13:00	3	1	1	5	19
13:00 - 13:15	4	2		6	17
13:15 - 13:30	2	1	1	4	19
13:30 - 13:45	3	1		4	19
13:45 - 14:00	6	1	1	8	22
14:00 - 14:15	4	1	2	7	23
14:15 - 14:30	2			2	21
14:30 - 14:45	1			1	18
14:45 - 15:00			1	1	11
15:00 - 15:15	1	1	1	3	7
15:15 - 15:30				0	5
15:30 - 15:45	2			2	6
15:45 - 16:00	1		1	2	7
16:00 - 16:15	1		1	2	6
16:15 - 16:30				0	6
16:30 - 16:45	2	1	1	4	8
16:45 - 17:00				0	6
17:00 - 17:15	1		1	2	6
17:15 - 17:30	4	1		5	11
17:30 - 17:45	3		1	4	11
17:45 - 18:00		1		1	12

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 36.- Conteo Vehicular día martes 19 de Noviembre del 2019

CONTEO VEHICULAR					
FECHA: MARTES, 19 DE NOVIEMBRE DEL 2019					
LUGAR: EL EMPALME				A: AUTOMÓVILES	
TRAMO: KM 0+000 - KM 4+000				B: BUS	
NÚMERO DE CARRILES: 2				C: CAMIONES	
INTERVALO	TIPO DE VEHÍCULO			TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULAD
	A	B	C		
06:00 - 06:15	4	1		5	
06:15 - 06:30	2	2		4	
06:30 - 06:45	2	1	1	4	
06:45 - 07:00	4	2		6	19
07:00 - 07:15	3		1	4	18
07:15 - 07:30				0	14
07:30 - 07:45	2			2	12
07:45 - 08:00	3			3	9
08:00 - 08:15			1	1	6
08:15 - 08:30	3			3	9
08:30 - 08:45	1	1		2	9
08:45 - 09:00		1		1	7
09:00 - 09:15	1	1	1	3	9
09:15 - 09:30	1	1		2	8
09:30 - 09:45	2		1	3	9
09:45 - 10:00	2	1		3	11
10:00 - 10:15	1	2		3	11
10:15 - 10:30	3		1	4	13
10:30 - 10:45	2		1	3	13
10:45 - 11:00				0	10
11:00 - 11:15	2			2	9
11:15 - 11:30	3		1	4	9
11:30 - 11:45	2			2	8
11:45 - 12:00	3			3	11
12:00 - 12:15	4	2	1	7	16
12:15 - 12:30	3	1	1	5	17
12:30 - 12:45	1	1		2	17
12:45 - 13:00	2	1	1	4	18
13:00 - 13:15	4	2		6	17
13:15 - 13:30	2	1	1	4	16
13:30 - 13:45	4	1	1	6	20
13:45 - 14:00	5	1		6	22
14:00 - 14:15	2	1	1	4	20
14:15 - 14:30	3			3	19
14:30 - 14:45				0	13
14:45 - 15:00			1	1	8
15:00 - 15:15	2	1	1	4	8
15:15 - 15:30			1	1	6
15:30 - 15:45	2			2	8
15:45 - 16:00	1		1	2	9
16:00 - 16:15			1	1	6
16:15 - 16:30				0	5
16:30 - 16:45	1	1		2	5
16:45 - 17:00	1			1	4
17:00 - 17:15	5			5	8
17:15 - 17:30		1		1	9
17:30 - 17:45	1			1	8
17:45 - 18:00	2	1	1	4	11

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 37.- Conteo Vehicular día miércoles 20 de Noviembre del 2019

CONTEO VEHICULAR					
FECHA: MIÉRCOLES, 20 DE NOVIEMBRE DEL 2019					
LUGAR: EL EMPALME				A: AUTOMÓVILES	
TRAMO: KM 0+000 - KM 4+000				B: BUS	
NÚMERO DE CARRILES: 2				C: CAMIONES	
INTERVALO	TIPO DE VEHÍCULO			TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULAD
	A	B	C		
06:00 - 06:15	3	1		4	
06:15 - 06:30	6	2	1	9	
06:30 - 06:45	4	1		5	
06:45 - 07:00	2	2	1	5	23
07:00 - 07:15	2			2	21
07:15 - 07:30	1			1	13
07:30 - 07:45	3		1	4	12
07:45 - 08:00				0	7
08:00 - 08:15	1			1	6
08:15 - 08:30				0	5
08:30 - 08:45	4	1		5	6
08:45 - 09:00	2	1		3	9
09:00 - 09:15	3	1		4	12
09:15 - 09:30		1	1	2	14
09:30 - 09:45	1		1	2	11
09:45 - 10:00		1		1	9
10:00 - 10:15	3	1	1	5	10
10:15 - 10:30	1			1	9
10:30 - 10:45	3			3	10
10:45 - 11:00	1			1	10
11:00 - 11:15	1			1	6
11:15 - 11:30	2			2	7
11:30 - 11:45			1	1	5
11:45 - 12:00	2			2	6
12:00 - 12:15	4	2		6	11
12:15 - 12:30		1	1	2	11
12:30 - 12:45	3	1	1	5	15
12:45 - 13:00	1	1		2	15
13:00 - 13:15	2	2	1	5	14
13:15 - 13:30	4	1	1	6	18
13:30 - 13:45	1	1		2	15
13:45 - 14:00	3	1		4	17
14:00 - 14:15	3	1		4	16
14:15 - 14:30	4		1	5	15
14:30 - 14:45	1			1	14
14:45 - 15:00	1			1	11
15:00 - 15:15	2	1		3	10
15:15 - 15:30	3		1	4	9
15:30 - 15:45	1		1	2	10
15:45 - 16:00				0	9
16:00 - 16:15	1			1	7
16:15 - 16:30				0	3
16:30 - 16:45	1	1	1	3	4
16:45 - 17:00	3			3	7
17:00 - 17:15	7		1	8	14
17:15 - 17:30	1	1		2	16
17:30 - 17:45				0	13
17:45 - 18:00	3	1		4	14

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 38.- Conteo Vehicular día jueves 21 de Noviembre del 2019

CONTEO VEHICULAR					
FECHA: JUEVES, 21 DE NOVIEMBRE DEL 2019					
LUGAR: EL EMPALME			A: AUTOMÓVILES		
TRAMO: KM 0+000 - KM 4+000			B: BUS		
NÚMERO DE CARRILES: 2			C: CAMIONES		
INTERVALO	TIPO DE VEHÍCULO			TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULAD
	A	B	C		
06:00 - 06:15	3			3	
06:15 - 06:30	1	2		3	
06:30 - 06:45	2	1	2	5	
06:45 - 07:00	4	2		6	17
07:00 - 07:15	5	1		6	20
07:15 - 07:30	3			3	20
07:30 - 07:45	2	1		3	18
07:45 - 08:00	6		1	7	19
08:00 - 08:15	1			1	14
08:15 - 08:30	1	1	1	3	14
08:30 - 08:45	3	1		4	15
08:45 - 09:00	3			3	11
09:00 - 09:15		1		1	11
09:15 - 09:30	1			1	9
09:30 - 09:45	2	1	1	4	9
09:45 - 10:00	3	1		4	10
10:00 - 10:15	1			1	10
10:15 - 10:30	2	1		3	12
10:30 - 10:45	1			1	9
10:45 - 11:00				0	5
11:00 - 11:15	2	1	1	4	8
11:15 - 11:30				0	5
11:30 - 11:45	3			3	7
11:45 - 12:00				0	7
12:00 - 12:15	1	1	1	3	6
12:15 - 12:30	2	1		3	9
12:30 - 12:45	3	1	1	5	11
12:45 - 13:00	4	2	1	7	18
13:00 - 13:15	2	2		4	19
13:15 - 13:30	3	1		4	20
13:30 - 13:45	3			3	18
13:45 - 14:00	4			4	15
14:00 - 14:15	2	1	1	4	15
14:15 - 14:30	1	1		2	13
14:30 - 14:45	2			2	12
14:45 - 15:00	2			2	10
15:00 - 15:15	1	1		2	8
15:15 - 15:30	3		1	4	10
15:30 - 15:45				0	8
15:45 - 16:00	2			2	8
16:00 - 16:15			1	1	7
16:15 - 16:30				0	3
16:30 - 16:45	3	1		4	7
16:45 - 17:00	2			2	7
17:00 - 17:15	2			2	8
17:15 - 17:30	2	1		3	11
17:30 - 17:45	1	1	1	3	10
17:45 - 18:00	2		1	3	11

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 39.- Conteo Vehicular día viernes 22 de Noviembre del 2019

CONTEO VEHICULAR					
FECHA: VIERNES, 22 DE NOVIEMBRE DEL 2019					
LUGAR: EL EMPALME				A: AUTOMÓVILES	
TRAMO: KM 0+000 - KM 4+000				B: BUS	
NÚMERO DE CARRILES: 2				C: CAMIONES	
INTERVALO	TIPO DE VEHÍCULO			TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULAD
	A	B	C		
06:00 - 06:15	4	1		5	
06:15 - 06:30	3	1		4	
06:30 - 06:45	2	2	2	6	
06:45 - 07:00	6	2		8	23
07:00 - 07:15	2			2	20
07:15 - 07:30	3	1		4	20
07:30 - 07:45	1	1		2	16
07:45 - 08:00	4		1	5	13
08:00 - 08:15	1	1		2	13
08:15 - 08:30	2		1	3	12
08:30 - 08:45	1	1		2	12
08:45 - 09:00	1			1	8
09:00 - 09:15	1			1	7
09:15 - 09:30	2			2	6
09:30 - 09:45			1	1	5
09:45 - 10:00	1	1		2	6
10:00 - 10:15		1		1	6
10:15 - 10:30	3			3	7
10:30 - 10:45	2	1		3	9
10:45 - 11:00	1			1	8
11:00 - 11:15			1	1	8
11:15 - 11:30	1			1	6
11:30 - 11:45		1		1	4
11:45 - 12:00	2			2	5
12:00 - 12:15			1	1	5
12:15 - 12:30	1			1	5
12:30 - 12:45	3	1	1	5	9
12:45 - 13:00	2	2	1	5	12
13:00 - 13:15	3	1		4	15
13:15 - 13:30	2	1		3	17
13:30 - 13:45	4			4	16
13:45 - 14:00	2	2		4	15
14:00 - 14:15	1	1	1	3	14
14:15 - 14:30	5	1		6	17
14:30 - 14:45	2			2	15
14:45 - 15:00	1			1	12
15:00 - 15:15	2	1		3	12
15:15 - 15:30	4		1	5	11
15:30 - 15:45	1	2		3	12
15:45 - 16:00		1		1	12
16:00 - 16:15	2		1	3	12
16:15 - 16:30	1			1	8
16:30 - 16:45	4	1		5	10
16:45 - 17:00	1			1	10
17:00 - 17:15	3	1		4	11
17:15 - 17:30	1			1	11
17:30 - 17:45	2	1	1	4	10
17:45 - 18:00	1		1	2	11

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla



Anexo 40.- Conteo Vehicular día sábado 23 de Noviembre del 2019

CONTEO VEHICULAR					
FECHA: SÁBADO, 23 DE NOVIEMBRE DEL 2019					
LUGAR: EL EMPALME			A: AUTOMÓVILES		
TRAMO: KM 0+000 - KM 4+000			B: BUS		
NÚMERO DE CARRILES: 2			C: CAMIONES		
INTERVALO	TIPO DE VEHÍCULO			TOTAL VEHÍCULOS	TOTAL ACUMULAD
	A	B	C		
06:00 - 06:15	6		1	7	
06:15 - 06:30			1	1	
06:30 - 06:45	3	1		4	
06:45 - 07:00			1	1	13
07:00 - 07:15	2			2	8
07:15 - 07:30				0	7
07:30 - 07:45	2			2	5
07:45 - 08:00	2		1	3	7
08:00 - 08:15	1			1	6
08:15 - 08:30	2			2	8
08:30 - 08:45				0	6
08:45 - 09:00	2		1	3	6
09:00 - 09:15				0	5
09:15 - 09:30	2			2	5
09:30 - 09:45	1	1		2	7
09:45 - 10:00	3	1	1	5	9
10:00 - 10:15	1		1	2	11
10:15 - 10:30	2			2	11
10:30 - 10:45	3			3	12
10:45 - 11:00	2	1		3	10
11:00 - 11:15	1			1	9
11:15 - 11:30	2			2	9
11:30 - 11:45	3		1	4	10
11:45 - 12:00	4			4	11
12:00 - 12:15	2	1		3	13
12:15 - 12:30	3			3	14
12:30 - 12:45	5			5	15
12:45 - 13:00	2			2	13
13:00 - 13:15	3			3	13
13:15 - 13:30	1			1	11
13:30 - 13:45				0	6
13:45 - 14:00	5			5	9
14:00 - 14:15	4		1	5	11
14:15 - 14:30		1		1	11
14:30 - 14:45	3			3	14
14:45 - 15:00			1	1	10
15:00 - 15:15	2	1		3	8
15:15 - 15:30				0	7
15:30 - 15:45	2			2	6
15:45 - 16:00	2	1		3	8
16:00 - 16:15	1		1	2	7
16:15 - 16:30				0	7
16:30 - 16:45				0	5
16:45 - 17:00	3		1	4	6
17:00 - 17:15				0	4
17:15 - 17:30	2	1		3	7
17:30 - 17:45				0	7
17:45 - 18:00	1	1	2	4	7

Fuente: Jonatan Raúl Castellano Bonilla

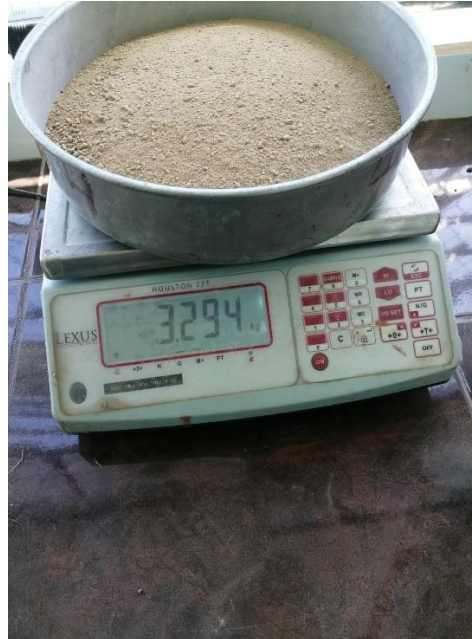
ANEXO 4.- ESTUDIO DE SUELOS

Anexo 41.- Fotografías de Muestras de suelos

	
<p>Excavación con Maquinaria</p>	<p>Calicata 1.20 x 1.20 x 1.20</p>
	
<p>Toma de muestra del Suelo</p>	<p>Secado del suelo</p>
	
<p>Tamizado del suelo para obtener la Granulometría</p>	<p>Límites de Atterberg – Limite Plástico</p>



Copa Casa grande – Límite Líquido



Muestra de suelo para ensayo de compactación



Molde para ensayo de Proctor



**Ensayo de CBR – Máquina Multispeed
34-V1172**

Anexo 42.- Ensayo de Granulometría – Muestra 1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

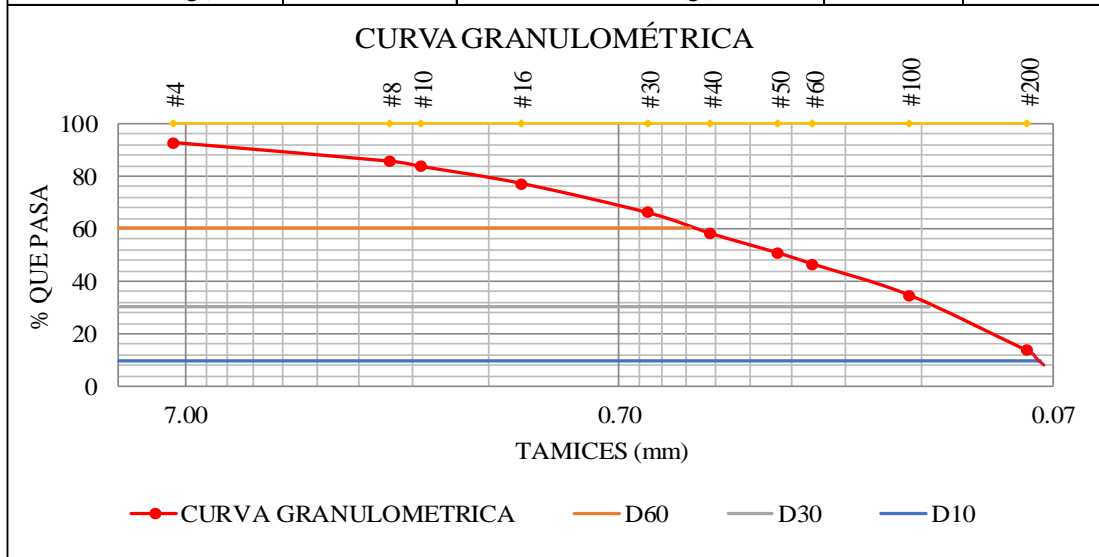


Parroquia: PINLLOPATA
 Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN
 Profundidad: 1.20 m
 Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020
 Muestra: 1

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 88 2013
 Ensayado por: JONATAN CASTELLANO
 Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA
 Coordenadas: X: 719519 Y: 9872960

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	mm	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Retenido
#4	7.46	110.00	110.00	7.33	92.67	7.33
#8	2.36	106.60	216.60	14.44	85.56	7.11
#10	2.00	30.20	246.80	16.45	83.55	2.01
#16	1.18	96.10	342.90	22.86	77.14	6.41
#30	0.60	168.00	510.90	34.06	65.94	11.20
#40	0.43	118.40	629.30	41.95	58.05	7.89
#50	0.30	111.60	740.90	49.39	50.61	7.44
#60	0.25	62.90	803.80	53.59	46.41	4.19
#100	0.15	176.60	980.40	65.36	34.64	11.77
#200	0.08	317.60	1298.00	86.53	13.47	21.17
PASA #200		199.40	1497.40	99.83	0.17	13.29
Peso total (gr):		1497.40	Peso inicial (gr):	1500.00	99.83	



RESULTADOS

Coeficiente de uniformidad y curvatura			Fracciones de partículas		
D10 :	0.075	mm	Grava	7.33	%
D30 :	0.135	mm	Arena	79.20	%
D60 :	0.478	mm	Finos	13.29	%
Cu :	6.37				
Cc :	0.51				

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 43.- Ensayo de Granulometría – Muestra 2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Parroquia: PINLLOPATA

Proyecto: Tesis de Grado

Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN

Normas: AASHTO T 88 2013

Profundidad: 1.20 m

Ensayado por: JONATAN CASTELLANO

Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020

Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA

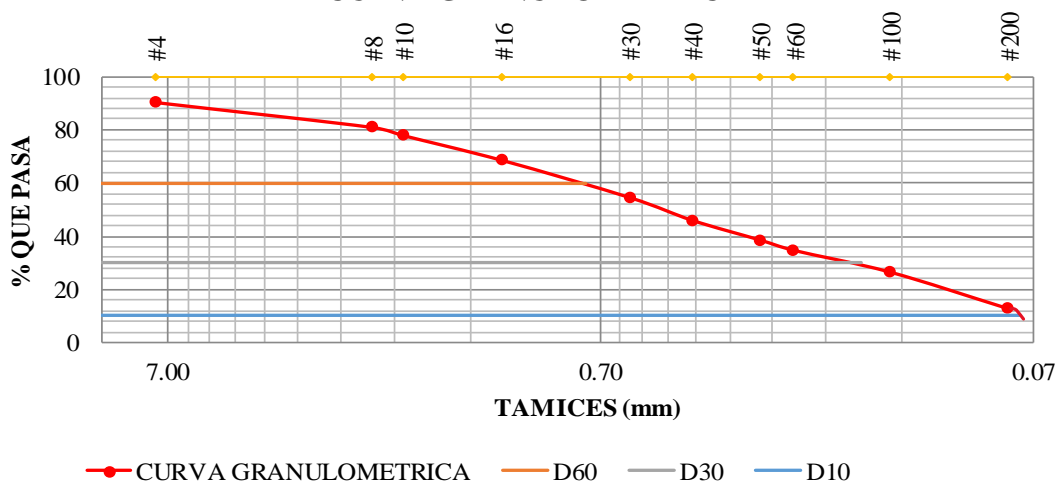
Muestra: 2

Coordenadas: X: 719929 Y: 9872795

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	mm	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Retenido
#4	7.46	145.20	145.20	9.68	90.32	9.68
#8	2.36	140.20	285.40	19.03	80.97	9.35
#10	2.00	46.20	331.60	22.11	77.89	3.08
#16	1.18	140.20	471.80	31.45	68.55	9.35
#30	0.60	208.60	680.40	45.36	54.64	13.91
#40	0.43	128.50	808.90	53.93	46.07	8.57
#50	0.30	110.50	919.40	61.29	38.71	7.37
#60	0.25	58.80	978.20	65.21	34.79	3.92
#100	0.15	122.20	1100.40	73.36	26.64	8.15
#200	0.08	206.10	1306.50	87.10	12.90	13.74
PASA #200		189.90	1496.40	99.76	0.24	12.66
Peso total (gr):		1496.40	Peso Inicial (gr):		1500.00	99.76

CURVA GRANULOMÉTRICA



RESULTADOS

Coeficiente de uniformidad y curvatura			Fracciones de partículas		
D10 :	0.075	mm	Grava	9.68	%
D30 :	0.175	mm	Arena	77.42	%
D60 :	0.755	mm	Finos	12.66	%
Cu :	10.07				
Cc :	0.54				

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 44.- Ensayo de Granulometría – Muestra 3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

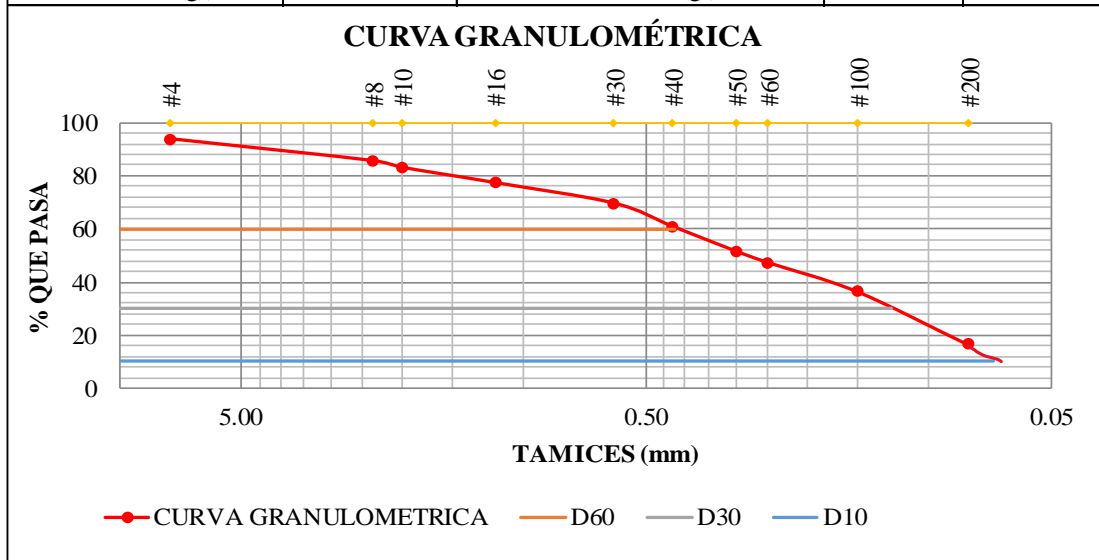


Parroquia: PINLLOPATA
 Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN
 Profundidad: 1.20 m
 Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020
 Muestra: 3

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 88 2013
 Ensayado por: JONATAN CASTELLANO
 Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA
 Coordenadas: X: 720042 Y: 9872557

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	mm	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Retenido
#4	7.46	94.10	94.10	6.27	93.73	6.27
#8	2.36	122.60	216.70	14.45	85.55	8.17
#10	2.00	37.80	254.50	16.97	83.03	2.52
#16	1.18	85.60	340.10	22.67	77.33	5.71
#30	0.60	115.30	455.40	30.36	69.64	7.69
#40	0.43	130.00	585.40	39.03	60.97	8.67
#50	0.30	139.50	724.90	48.33	51.67	9.30
#60	0.25	64.50	789.40	52.63	47.37	4.30
#100	0.15	164.90	954.30	63.62	36.38	10.99
#200	0.08	297.50	1251.80	83.45	16.55	19.83
PASA #200		244.50	1496.30	99.75	0.25	16.30
Peso total (gr):		1496.30	Peso Inicial (gr):		1500.00	99.75



RESULTADOS

Coeficiente de uniformidad y curvatura			Fracciones de partículas		
D10 :	0.069	mm	Grava	6.27	%
D30 :	0.124	mm	Arena	77.18	%
D60 :	0.425	mm	Finos	16.30	%
Cu :	6.16				
Cc :	0.52				

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 45.- Ensayo de Granulometría – Muestra 4



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

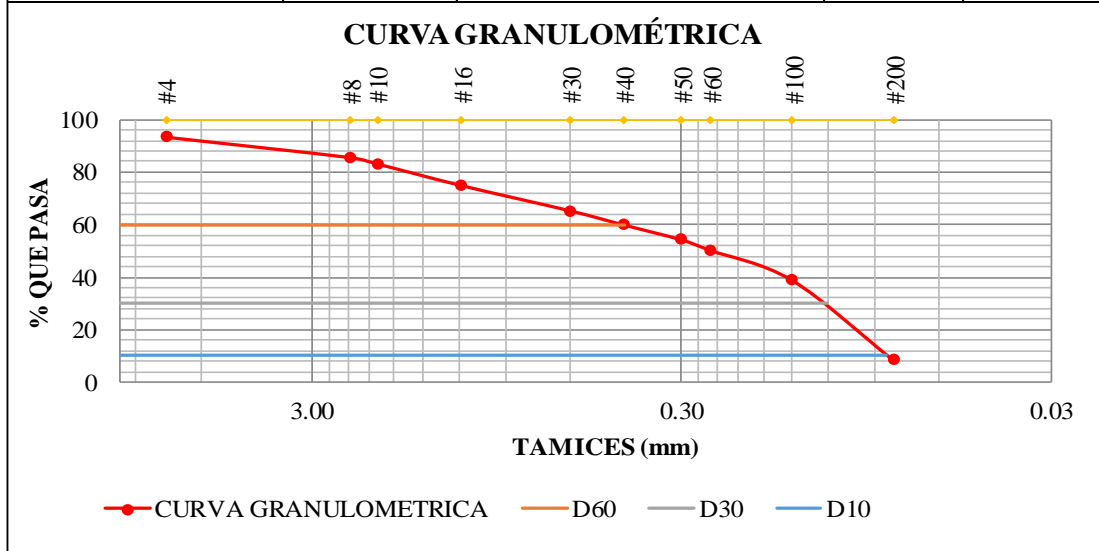


Parroquia: PINLLOPATA
Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN
Profundidad: 1.20 m
Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020
Muestra: 4

Proyecto: Tesis de Grado
Normas: AASHTO T 88 2013
Ensayado por: JONATAN CASTELLANO
Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA
Coordenadas: X: 719748 Y: 9872350

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	mm	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Retenido
#4	7.46	100.50	100.50	6.70	93.30	6.70
#8	2.36	116.80	217.30	14.49	85.51	7.79
#10	2.00	35.20	252.50	16.83	83.17	2.35
#16	1.18	124.20	376.70	25.11	74.89	8.28
#30	0.60	143.40	520.10	34.67	65.33	9.56
#40	0.43	80.40	600.50	40.03	59.97	5.36
#50	0.30	84.80	685.30	45.69	54.31	5.65
#60	0.25	60.50	745.80	49.72	50.28	4.03
#100	0.15	171.50	917.30	61.15	38.85	11.43
#200	0.08	453.80	1371.10	91.41	8.59	30.25
PASA #200		127.30	1498.40	99.89	0.11	8.49
Peso total (gr):		1498.40	Peso Inicial (gr):	1500.00	99.89	



RESULTADOS

Coeficiente de uniformidad y curvatura			Fracciones de partículas		
D10 :	0.084	mm	Grava	6.70	%
D30 :	0.121	mm	Arena	84.71	%
D60 :	0.429	mm	Finos	8.49	%
Cu :	5.11				
Cc :	0.41				

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 46.- Ensayo de Granulometría – Muestra 5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

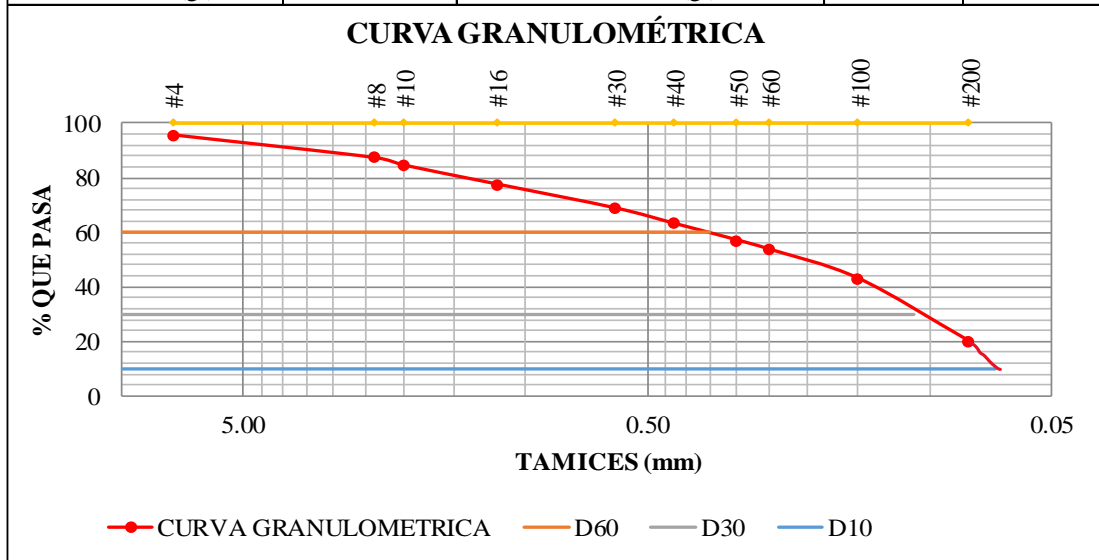


Parroquia: PINLLOPATA
 Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN
 Profundidad: 1.20 m
 Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020
 Muestra: 5

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 88 2013
 Ensayado por: JONATAN CASTELLANO
 Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA
 Coordenadas: X: 719495 Y: 9872091

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	mm	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Retenido
#4	7.46	65.80	65.80	4.39	95.61	4.39
#8	2.36	124.90	190.70	12.71	87.29	8.33
#10	2.00	41.70	232.40	15.49	84.51	2.78
#16	1.18	103.80	336.20	22.41	77.59	6.92
#30	0.60	132.00	468.20	31.21	68.79	8.80
#40	0.43	84.20	552.40	36.83	63.17	5.61
#50	0.30	92.10	644.50	42.97	57.03	6.14
#60	0.25	50.40	694.90	46.33	53.67	3.36
#100	0.15	161.90	856.80	57.12	42.88	10.79
#200	0.08	344.50	1201.30	80.09	19.91	22.97
PASA #200		297.50	1498.80	99.92	0.08	19.83
Peso total (gr):		1498.80	Peso Inicial (gr):	1500.00	99.92	



Coeficiente de uniformidad y curvatura			Fracciones de partículas		
D10 :	0.069	mm	Grava	4.39	%
D30 :	0.109	mm	Arena	75.70	%
D60 :	0.351	mm	Finos	19.83	%
Cu :	5.09				
Cc :	0.49				

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 47.- Ensayo de Granulometría – Muestra 6



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

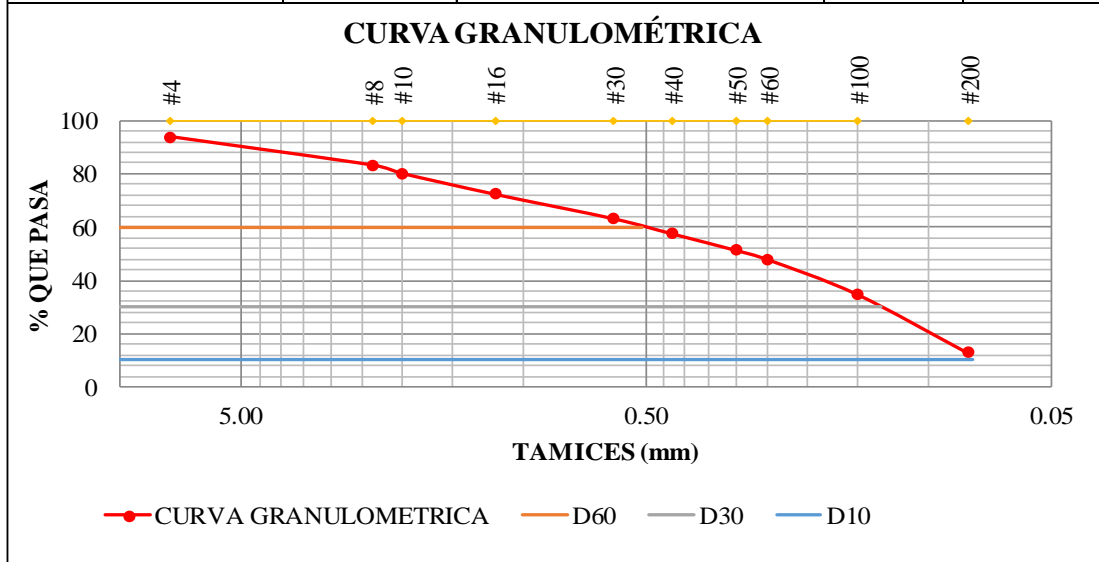


Parroquia: PINLLOPATA
 Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN
 Profundidad: 1.20 m
 Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020
 Muestra: 6

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 88 2013
 Ensayado por: JONATAN CASTELLANO
 Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA
 Coordenadas: X: 719173 Y: 9871860

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	mm	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Retenido
#4	7.46	93.50	93.50	6.23	93.77	6.23
#8	2.36	159.70	253.20	16.88	83.12	10.65
#10	2.00	46.60	299.80	19.99	80.01	3.11
#16	1.18	116.90	416.70	27.78	72.22	7.79
#30	0.60	137.60	554.30	36.95	63.05	9.17
#40	0.43	84.80	639.10	42.61	57.39	5.65
#50	0.30	92.00	731.10	48.74	51.26	6.13
#60	0.25	52.40	783.50	52.23	47.77	3.49
#100	0.15	195.40	978.90	65.26	34.74	13.03
#200	0.08	328.30	1307.20	87.15	12.85	21.89
PASA #200		192.00	1499.20	99.95	0.05	12.80
Peso total (gr):		1499.20	Peso Inicial (gr):		1500.00	99.95



Coeficiente de uniformidad y curvatura			Fracciones de partículas		
D10 :	0.078	mm	Grava	6.23	%
D30 :	0.131	mm	Arena	80.91	%
D60 :	0.511	mm	Finos	12.80	%
Cu :	6.55				
Cc :	0.43				

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 48.- Ensayo de Granulometría – Muestra 7



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

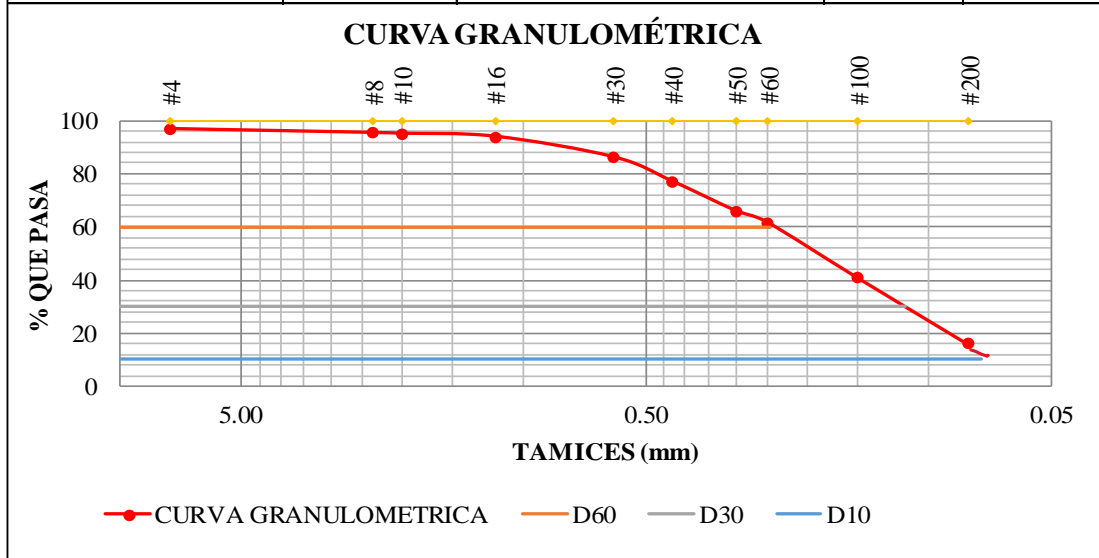


Parroquia: PINLLOPATA
 Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN
 Profundidad: 1.20 m
 Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020
 Muestra: 7

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 88 2013
 Ensayado por: JONATAN CASTELLANO
 Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA
 Coordenadas: X: 719149 Y: 9871430

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	mm	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Retenido
#4	7.46	49.90	49.90	3.33	96.67	3.33
#8	2.36	21.60	71.50	4.77	95.23	1.44
#10	2.00	4.70	76.20	5.08	94.92	0.31
#16	1.18	16.50	92.70	6.18	93.82	1.10
#30	0.60	115.60	208.30	13.89	86.11	7.71
#40	0.43	136.10	344.40	22.96	77.04	9.07
#50	0.30	165.70	510.10	34.01	65.99	11.05
#60	0.25	66.10	576.20	38.41	61.59	4.41
#100	0.15	311.20	887.40	59.16	40.84	20.75
#200	0.08	374.40	1261.80	84.12	15.88	24.96
PASA #200		236.90	1498.70	99.91	0.09	15.79
Peso total (gr):		1498.70	Peso Inicial (gr):	1500.00	99.91	



RESULTADOS			Fracciones de partículas		
Coeficiente de uniformidad y curvatura					
D10 :	0.074	mm	Grava	3.33	%
D30 :	0.114	mm	Arena	80.79	%
D60 :	0.247	mm	Finos	15.79	%
Cu :	3.34				
Cc :	0.71				

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 49.- Ensayo de Granulometría – Muestra 8



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



Parroquia: PINLLOPATA

Proyecto: Tesis de Grado

Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN

Normas: AASHTO T 88 2013

Profundidad: 1.20 m

Ensayado por: JONATAN CASTELLANO

Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020

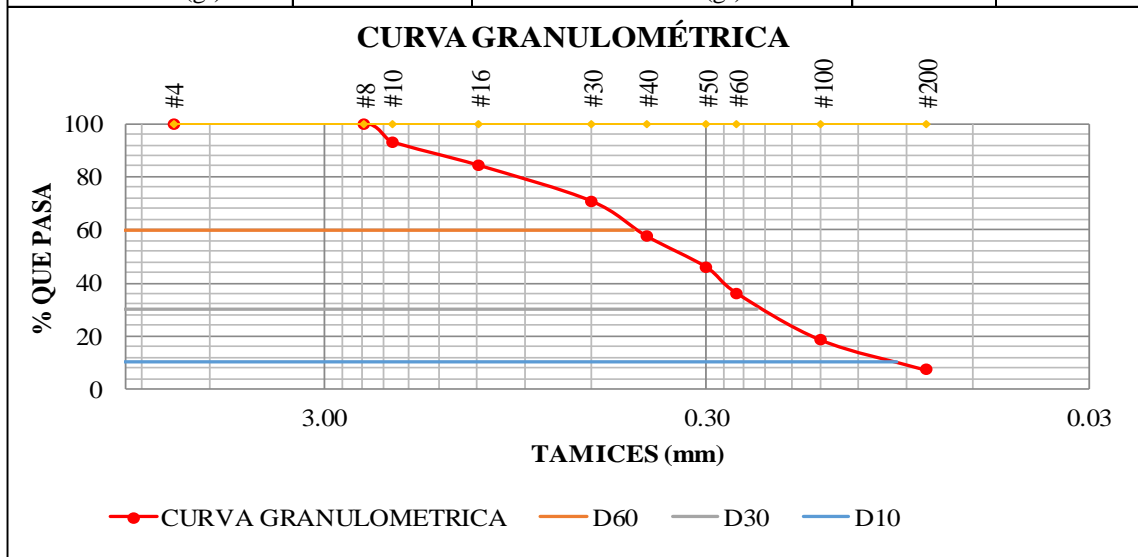
Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA

Muestra: 8

Coordenadas: X: 719140 Y: 9871145

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	mm	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Retenido
#4	7.46	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#8	2.36	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#10	2.00	102.50	102.50	6.83	93.17	6.83
#16	1.18	135.60	238.10	15.87	84.13	9.04
#30	0.60	200.40	438.50	29.23	70.77	13.36
#40	0.43	197.30	635.80	42.39	57.61	13.15
#50	0.30	174.80	810.60	54.04	45.96	11.65
#60	0.25	146.30	956.90	63.79	36.21	9.75
#100	0.15	266.10	1223.00	81.53	18.47	17.74
#200	0.08	168.10	1391.10	92.74	7.26	11.21
PASA #200		108.60	1499.70	7.24	92.76	7.24
Peso total (gr):		1499.70	Peso Inicial (gr):		1500.00	99.98



RESULTADOS

Coeficiente de uniformidad y curvatura			Fracciones de partículas		
D10 :	0.095	mm	Grava	0.00	%
D30 :	0.221	mm	Arena	92.74	%
D60 :	0.466	mm	Finos	7.24	%
Cu :	4.91				
Cc :	1.10				

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 50.- Ensayo de Granulometría – Muestra 9



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

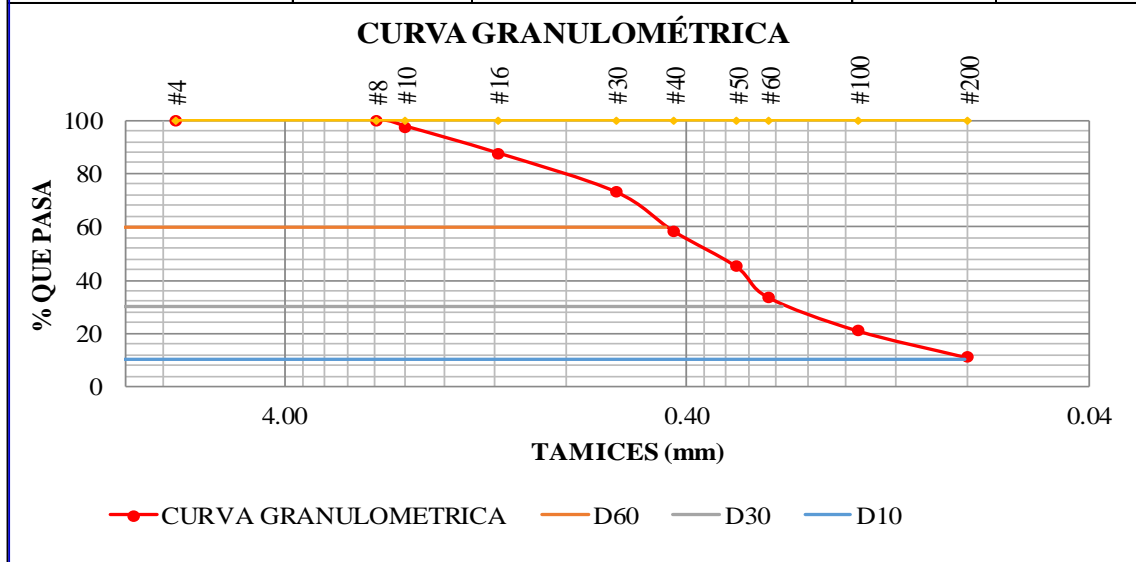


Parroquia: Pinlopatá
 Vía: Pinlopatá - El Corazón
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 14 de Diciembre
 Muestra: 9

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 88 2013
 Ensayado por: Jonatan Castellano
 Revisado Por: Ing. Frison Moreira
 Coordenadas: X: 763207 Y: 9864577

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	mm	Peso Retenido Por Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Retenido
#4	7.46	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#8	2.36	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
#10	2.00	25.40	25.40	2.54	97.46	2.54
#16	1.18	99.40	124.80	12.48	87.52	9.94
#30	0.60	145.20	270.00	27.00	73.00	14.52
#40	0.43	147.60	417.60	41.76	58.24	14.76
#50	0.30	132.60	550.20	55.02	44.98	13.26
#60	0.25	114.60	664.80	66.48	33.52	11.46
#100	0.15	124.50	789.30	78.93	21.07	12.45
#200	0.08	100.40	889.70	88.97	11.03	10.04
PASA #200		108.60	998.30	10.86	89.14	10.86
Peso total (gr):		998.30	Peso Inicial (gr):		1000.00	99.83



RESULTADOS				
Coeficiente de uniformidad y curvatura			Fracciones de partículas	
D10 :	0.081	mm	Grava	0.00 %
D30 :	0.231	mm	Arena	88.97 %
D60 :	0.452	mm	Finos	10.86 %
Cu :	5.580			
Cc :	1.457			

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 51.- Límites de Consistencia – Muestra 1

Recipiente N°		# Golpes	Muestra Húm. + Rec.	Muestra Seca + Rec.	Peso Recipiente	Peso Agua	Peso Sólidos	W%	Promedio W%
07	11		29.40	25.80	17.60	3.60	8.20	43.90	43.73
62			25.70	21.30	11.20	4.40	10.10	43.56	
06	22		29.40	26.00	17.90	3.40	8.10	41.98	42.04
65			24.50	20.50	11.00	4.00	9.50	42.11	
05	30		32.70	28.50	18.00	4.20	10.50	40.00	39.57
04			33.60	29.10	17.60	4.50	11.50	39.13	
70	39		23.70	20.30	11.10	3.40	9.20	36.96	37.58
04A			23.60	20.20	11.30	3.40	8.90	38.20	

LÍMITES DE ATTERBERG									
Límite Líquido									
3			5.50	5.20	4.30	0.30	0.90	33.33	38.53
17A			7.60	7.20	6.10	0.40	1.10	36.36	
11			8.90	8.50	7.40	0.40	1.10	36.36	
5			6.50	5.80	4.20	0.70	1.60	43.75	
S/N			6.90	6.60	5.90	0.30	0.70	42.86	

LL CASA GRANDE

Contenido de Humedad %

Número de golpes

$y = -4.743\ln(x) + 55.614$
 $R^2 = 0.9146$

Resultados								
Límites de Atterberg					Clasificación del suelo			
Límite Líquido	40.35	%			SUCS	SM		
Límite Plástico	38.53	%						
Índice de Plasticidad	1.81	%			AASHTO	A-2-5 (0)		

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 52.- Límites de Consistencia – Muestra 2



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Parroquia: PINLLOPATA
 Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN
 Profundidad: 1,20 m
 Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020
 MUESTRA 2

Proyecto: TESIS DE GRADO
 Normas: AASHTO T 89 2013
 Ensayado por: JONATAN CASTELLANO
 Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA
 Coordenadas: X: 719929 Y: 9872795

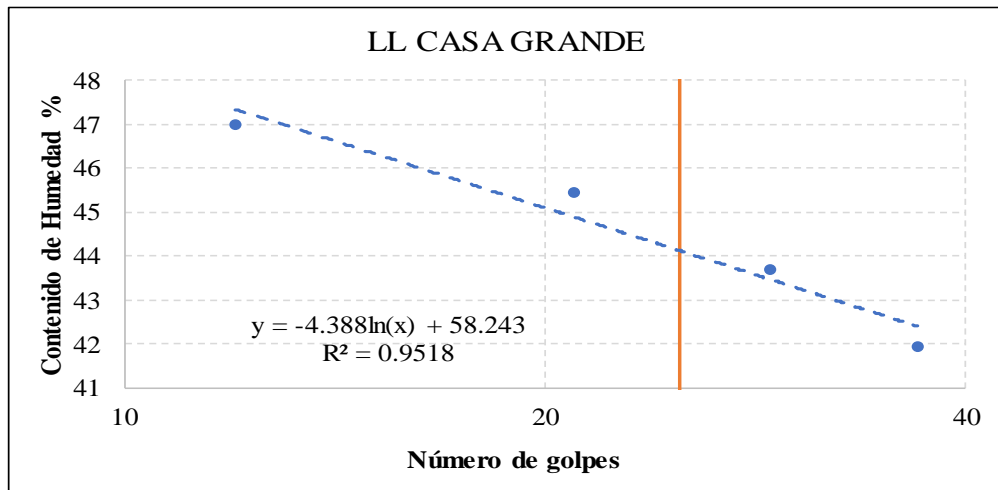
LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido

Recipiente N°	# Golpes	Muestra Húm. + Rec.	Muestra Seca + Rec.	Peso Recipiente	Peso Agua	Peso Sólidos	W%	Promedio W%
01	12	24.20	20.10	11.20	4.10	8.90	46.07	47.01
19		28.80	25.30	18.00	3.50	7.30	47.95	
68	21	28.70	25.30	17.70	3.40	7.60	44.74	45.45
42		21.20	18.20	11.70	3.00	6.50	46.15	
36	29	22.20	18.70	10.90	3.50	7.80	44.87	43.70
03		24.20	20.50	11.80	3.70	8.70	42.53	
02	37	29.80	26.30	17.80	3.50	8.50	41.18	41.94
08		30.40	26.60	17.70	3.80	8.90	42.70	

Límite Plástico

08		7.90	7.40	6.10	0.50	1.30	38.46	38.53
24		7.80	7.40	6.10	0.40	1.30	30.77	
05		9.20	8.30	6.10	0.90	2.20	40.91	
49		8.00	7.40	6.10	0.60	1.30	46.15	
DT		7.60	7.20	6.10	0.40	1.10	36.36	



Resultados

Límites de Atterberg			Clasificación del suelo	
Límite Líquido	44.61	%	SUCS	SM , SC
Límite Plástico	38.53	%		
Índice de Plasticidad	6.08	%	AASHTO	A-2-5 (0)

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 53.- Límites de Consistencia – Muestra 3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Parroquia: PINLLOPATA
 Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN
 Profundidad: 1,20 m
 Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020
 MUESTRA 3

Proyecto: TESIS DE GRADO
 Normas: AASHTO T 89 2013
 Ensayado por: JONATAN CASTELLANO
 Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA
 Coordenadas: X: 720042 Y: 9872557

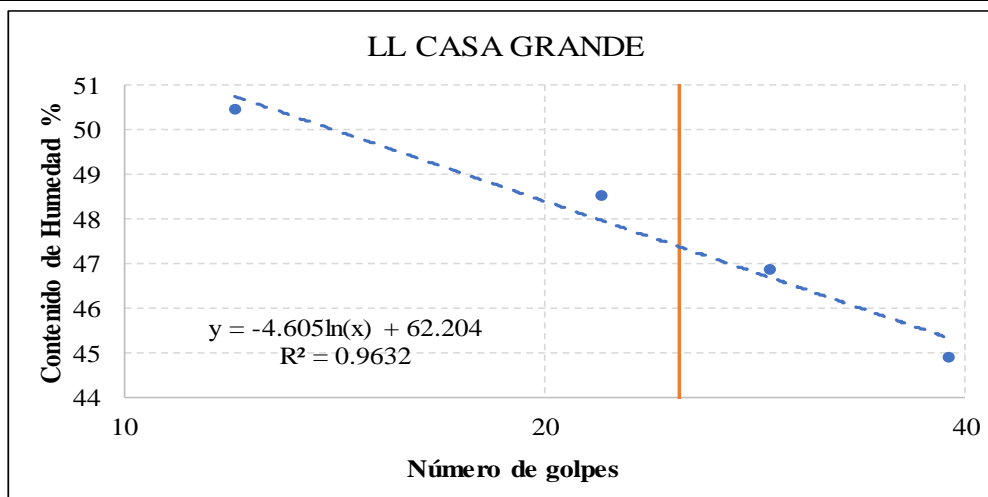
LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido

Recipiente N°	# Golpes	Muestra Húm. + Rec.	Muestra Seca + Rec.	Peso Recipiente	Peso Agua	Peso Sólidos	W%	Promedio W%
07	12	34.50	28.80	17.60	5.70	11.20	50.89	50.45
62		27.70	22.20	11.20	5.50	11.00	50.00	
06	22	30.20	26.20	17.90	4.00	8.30	48.19	48.51
65		23.80	19.60	11.00	4.20	8.60	48.84	
05	29	31.70	27.30	18.00	4.40	9.30	47.31	46.89
04		32.10	27.50	17.60	4.60	9.90	46.46	
70	39	21.20	18.20	11.10	3.00	7.10	42.25	44.91
04A		23.40	19.50	11.30	3.90	8.20	47.56	

Límite Plástico

3E		12.00	11.60	10.70	0.40	0.90	44.44	43.89
202		12.00	11.60	10.80	0.40	0.80	50.00	
P6		11.60	11.30	10.50	0.30	0.80	37.50	
6E		11.80	11.50	10.70	0.30	0.80	37.50	
06		12.00	11.60	10.80	0.40	0.80	50.00	



Resultados

Límites de Atterberg			Clasificación del suelo	
Límite Líquido	47.38	%	SUCS	SM
Límite Plástico	43.89	%		
Índice de Plasticidad	3.49	%	AASHTO	A-2-5 (0)

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 54.- Límites de Consistencia – Muestra 4



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Parroquia: PINLLOPATA
 Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN
 Profundidad: 1,20 m
 Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020
 MUESTRA 4

Proyecto: TESIS DE GRADO
 Normas: AASHTO T 89 2013
 Ensayado por: JONATAN CASTELLANO
 Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA
 Coordenadas: X: 719748 Y: 9872350

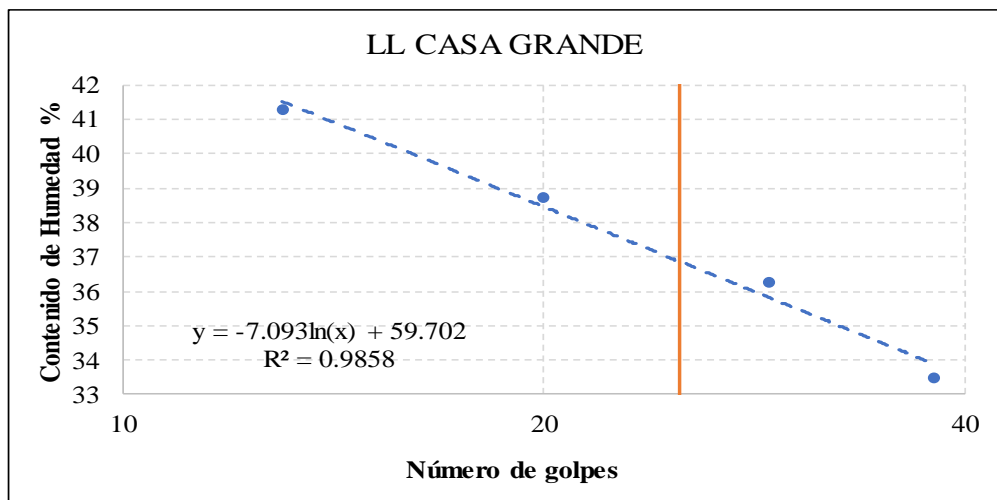
LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido

Recipiente N°	# Golpes	Muestra Húm. + Rec.	Muestra Seca + Rec.	Peso Recipiente	Peso Agua	Peso Sólidos	W%	Promedio W%
35	13	22.00	18.80	11.20	3.20	7.60	42.11	41.25
76		25.20	21.20	11.30	4.00	9.90	40.40	
61	20	23.50	20.10	11.40	3.40	8.70	39.08	38.70
33A		25.80	21.70	11.00	4.10	10.70	38.32	
73	29	19.00	16.90	11.20	2.10	5.70	36.84	36.24
67A		23.10	20.00	11.30	3.10	8.70	35.63	
28	38	18.80	17.00	11.20	1.80	5.80	31.03	33.49
41		19.70	17.40	11.00	2.30	6.40	35.94	

Límite Plástico

13		11.90	11.60	10.60	0.30	1.00	30.00	31.91
73		11.50	11.30	10.60	0.20	0.70	28.57	
01		12.50	12.00	10.70	0.50	1.30	38.46	
74		11.90	11.60	10.80	0.30	0.80	37.50	
3A		11.70	11.50	10.70	0.20	0.80	25.00	



Resultados

Límites de Atterberg			Clasificación del suelo	
Límite Líquido	36.98	%	SUCS	SM , SC
Límite Plástico	31.91	%		
Índice de Plasticidad	5.07	%	AASHTO	A-2-4 (0)

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 55.- Límites de Consistencia – Muestra 5



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Parroquia: PINLLOPATA
 Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN
 Profundidad: 1,20 m
 Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020
 MUESTRA 5

Proyecto: TESIS DE GRADO
 Normas: AASHTO T 89 2013
 Ensayado por: JONATAN CASTELLANO
 Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA
 Coordenadas: X: 719495 Y: 9872091

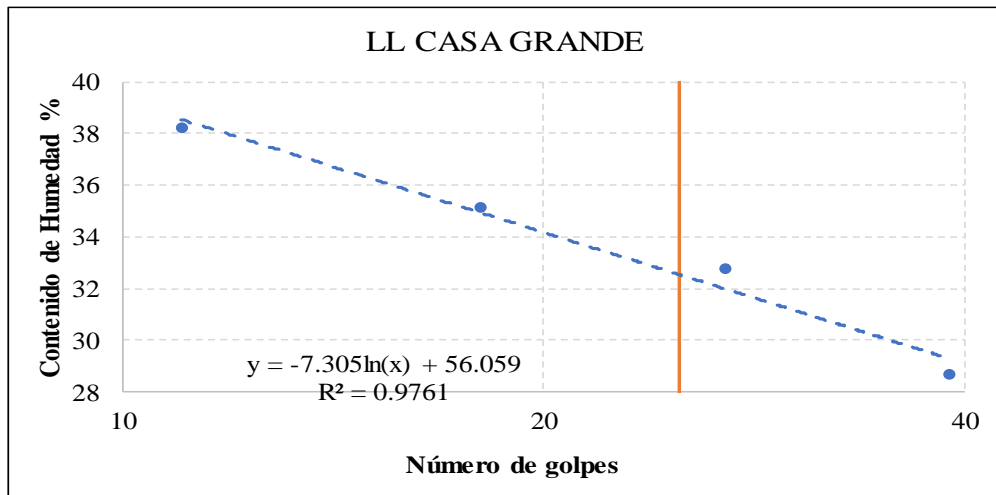
LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido

Recipiente Nº	# Golpes	Muestra Húm. + Rec.	Muestra Seca + Rec.	Peso Recipiente	Peso Agua	Peso Sólidos	W%	Promedio W%
17	11	21.60	18.70	11.40	2.90	7.30	39.73	38.20
20		23.70	20.40	11.40	3.30	9.00	36.67	
14	18	21.50	18.80	11.10	2.70	7.70	35.06	35.14
34		20.80	18.30	11.20	2.50	7.10	35.21	
60	27	21.50	18.80	10.90	2.70	7.90	34.18	32.76
74		20.30	18.20	11.50	2.10	6.70	31.34	
77	39	23.40	20.70	11.40	2.70	9.30	29.03	28.67
11		25.00	22.00	11.40	3.00	10.60	28.30	

Límite Plástico

10		7.20	6.90	6.10	0.30	0.80	37.50	28.02
64		7.10	6.90	6.10	0.20	0.80	25.00	
35		7.80	7.50	6.20	0.30	1.30	23.08	
83		7.50	7.20	6.10	0.30	1.10	27.27	
P1		12.20	11.90	10.80	0.30	1.10	27.27	



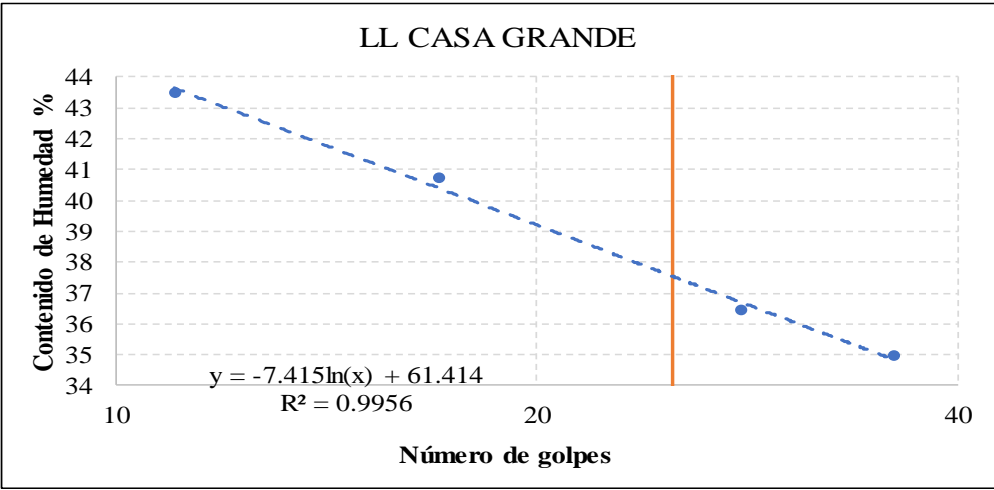


Resultados

Límites de Atterberg			Clasificación del suelo	
Límite Líquido	32.55	%	SUCS	SM , SC
Límite Plástico	28.02	%		
Índice de Plasticidad	4.52	%	AASHTO	A-2-4 (0)

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 56.- Límites de Consistencia – Muestra 6

 UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
Parroquia: PINLLOPATA Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN Profundidad: 1,20 m Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020 MUESTRA 6		Proyecto: TESIS DE GRADO Normas: AASHTO T 89 2013 Ensayado por: JONATAN CASTELLANO Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA Coordenadas: X: 719173 Y: 9871860						
LÍMITES DE ATTERBERG								
Límite Líquido								
Recipiente N°	# Golpes	Muestra Húm. + Rec.	Muestra Seca + Rec.	Peso Recipiente	Peso Agua	Peso Sólidos	W%	Promedio W%
72	11	27.20	22.70	12.20	4.50	10.50	42.86	43.49
03A		26.20	21.70	11.50	4.50	10.20	44.12	
66	17	16.40	14.80	10.90	1.60	3.90	41.03	40.73
43		17.60	15.70	11.00	1.90	4.70	40.43	
63	28	18.60	16.60	11.10	2.00	5.50	36.36	36.44
15		20.00	17.70	11.40	2.30	6.30	36.51	
31	36	18.00	16.70	12.80	1.30	3.90	33.33	34.94
13		18.20	16.30	11.10	1.90	5.20	36.54	
Límite Plástico								
44		7.10	6.80	6.00	0.30	0.80	37.50	31.88
71		6.90	6.80	6.30	0.10	0.50	20.00	
60		6.80	6.60	6.10	0.20	0.50	40.00	
115		7.00	6.80	6.10	0.20	0.70	28.57	
42		7.30	7.00	6.10	0.30	0.90	33.33	
								
Resultados								
Límites de Atterberg			Clasificación del suelo					
Límite Líquido	37.55	%	SUCS	SM , SC				
Límite Plástico	31.88	%						
Índice de Plasticidad	5.67	%	AASHTO	A-2-4 (0)				

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 57.- Límites de Consistencia – Muestra 7



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Parroquia: PINLLOPATA
 Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN
 Profundidad: 1,20 m
 Fecha:
 MUESTRA 7

Proyecto: TESIS DE GRADO
 Normas: AASHTO T 89 2013
 Ensayado por: JONATAN CASTELLANO
 Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA
 Coordenadas: X: 719149 Y: 9871430

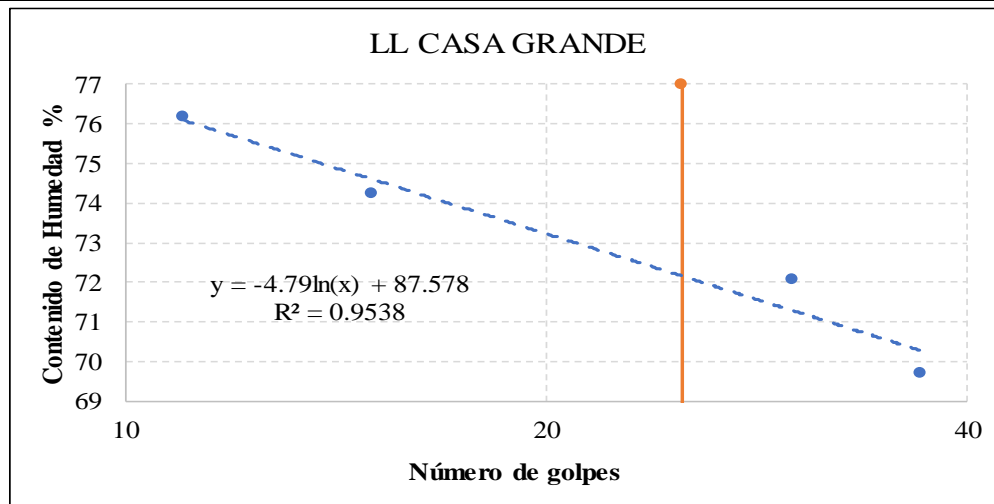
LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido

Recipiente N°	# Golpes	Muestra Húm. + Rec.	Muestra Seca + Rec.	Peso Recipiente	Peso Agua	Peso Sólidos	W%	Promedio W%
10	11	17.10	14.80	11.60	2.30	3.20	71.88	76.22
21		17.50	14.60	11.00	2.90	3.60	80.56	
31	15	20.00	16.30	11.30	3.70	5.00	74.00	74.25
1		20.20	16.40	11.30	3.80	5.10	74.51	
27	30	17.80	14.80	10.60	3.00	4.20	71.43	72.08
32		16.90	14.50	11.20	2.40	3.30	72.73	
37	37	15.50	13.80	11.30	1.70	2.50	68.00	69.71
40		17.10	14.60	11.10	2.50	3.50	71.43	

Límite Plástico

7		8.40	8.00	7.40	0.40	0.60	66.67	69.33
2		8.50	8.10	7.50	0.40	0.60	66.67	
7A		6.50	6.30	6.00	0.20	0.30	66.67	
26		7.00	6.60	6.10	0.40	0.50	80.00	
58		6.60	6.40	6.10	0.20	0.30	66.67	



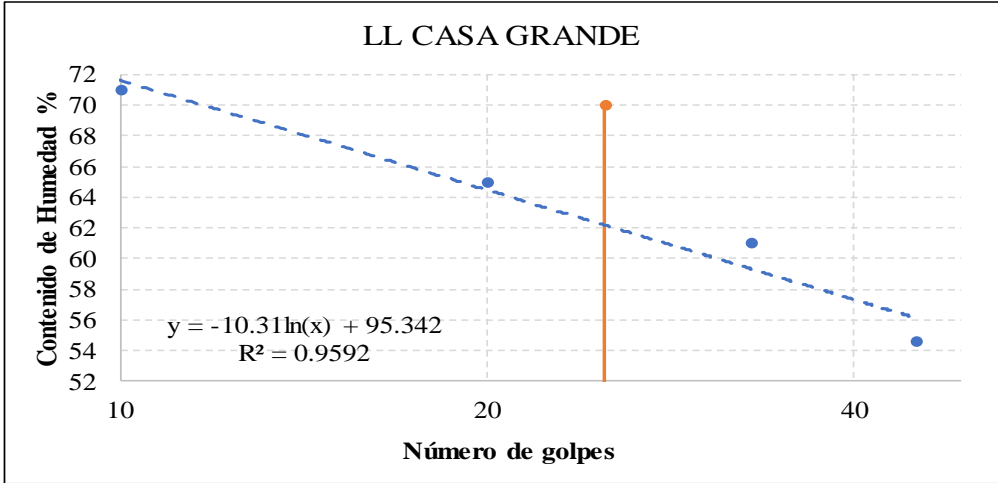


Resultados

Límites de Atterberg			Clasificación del suelo	
Límite Líquido	72.16	%	SUCS	SM
Límite Plástico	69.33	%		
Índice de Plasticidad	2.83	%	AASHTO	A-2-5 (0)

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 58.- Límites de Consistencia – Muestra 8

 UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
Parroquia: PINLLOPATA Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN Profundidad: 1,20 m Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020 MUESTRA 8		Proyecto: TESIS DE GRADO Normas: AASHTO T 89 2013 Ensayado por: JONATAN CASTELLANO Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA Coordenadas: X: 719140 Y: 9871145						
LÍMITES DE ATTERBERG								
Límite Líquido								
Recipiente Nº	# Golpes	Muestra Húm. + Rec.	Muestra Seca + Rec.	Peso Recipiente	Peso Agua	Peso Sólidos	W%	Promedio W%
75geo	10	21.10	16.90	10.90	4.20	6.00	70.00	71.00
76		20.00	16.40	11.40	3.60	5.00	72.00	
14	20	20.70	16.90	11.00	3.80	5.90	64.41	64.96
32		20.80	17.00	11.20	3.80	5.80	65.52	
37	33	19.10	16.10	11.30	3.00	4.80	62.50	60.98
31		18.70	16.50	12.80	2.20	3.70	59.46	
11	45	19.40	16.60	11.40	2.80	5.20	53.85	54.55
35		17.20	15.10	11.30	2.10	3.80	55.26	
Límite Plástico								
18		11.50	11.30	10.80	0.20	0.50	40.00	51.43
74		11.30	11.10	10.70	0.20	0.40	50.00	
200		11.80	11.40	10.70	0.40	0.70	57.14	
76		11.80	11.40	10.60	0.40	0.80	50.00	
56		7.00	6.70	6.20	0.30	0.50	60.00	
								
Resultados								
Límites de Atterberg			Clasificación del suelo					
Límite Líquido	60.92	%	SUCS	SC				
Límite Plástico	51.43	%						
Índice de Plasticidad	9.50	%	AASHTO	A-2-5 (0)				

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 59.- Límites de Consistencia – Muestra 9



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Parroquia: Pinlopatá
 Vía: Pinlopatá - El Corazón
 Profundidad: 1.20 metros
 Fecha: 14 de Diciembre
 Muestra: 9

Proyecto: Tesis de Grado
 Normas: AASHTO T 89 2013
 Ensayado por: Kleyton Guerrero
 Revisado Por: Ing. Fricson Moreira
 Coordenadas: X: 763207 Y: 9864577

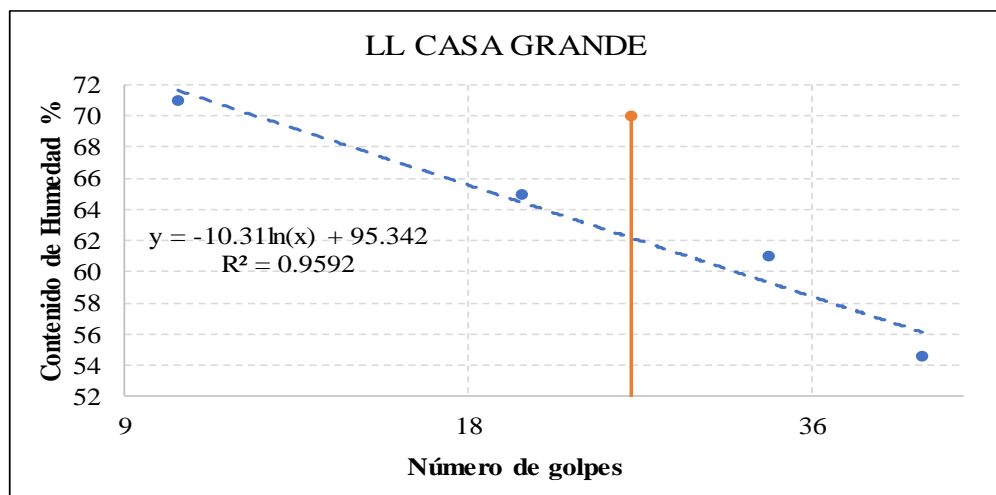
LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido

Recipiente N°	# Golpes	Muestra Húm. + Rec.	Muestra Seca + Rec.	Peso Recipiente	Peso Agua	Peso Sólidos	W%	Promedio W%
75geo	10	21.10	16.90	10.90	4.20	6.00	70.00	71.00
76		20.00	16.40	11.40	3.60	5.00	72.00	
14	20	20.70	16.90	11.00	3.80	5.90	64.41	64.96
32		20.80	17.00	11.20	3.80	5.80	65.52	
37	33	19.10	16.10	11.30	3.00	4.80	62.50	60.98
31		18.70	16.50	12.80	2.20	3.70	59.46	
11	45	19.40	16.60	11.40	2.80	5.20	53.85	54.55
35		17.20	15.10	11.30	2.10	3.80	55.26	

Límite Plástico

18		11.50	11.30	10.80	0.20	0.50	40.00	51.43
74		11.30	11.10	10.70	0.20	0.40	50.00	
200		11.80	11.40	10.70	0.40	0.70	57.14	
76		11.80	11.40	10.60	0.40	0.80	50.00	
56		7.00	6.70	6.20	0.30	0.50	60.00	



Resultados

Límites de Atterberg			Clasificación del suelo	
Límite Líquido	62.16	%	SUCS	SC
Límite Plástico	51.43	%		
Índice de Plasticidad	10.73	%	AASHTO	A-2-7 (0)

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 60.- Ensayo de Compactación del suelo – Muestra 1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Parroquia: PINLLOPATA
 Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN
 Profundidad: 1.20 m
 Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020
 MUESTRA 1

Proyecto: TESIS DE GRADO
 Normas: AASHTO T 180 2018
 Ensayado por: JONATAN CASTELLANO
 Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA
 Coordenadas: X: 719519 Y: 9872960

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15614	gr
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2286	cm ³
Energía de Compactación		Normas	AASHTO T-180			
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000	6000

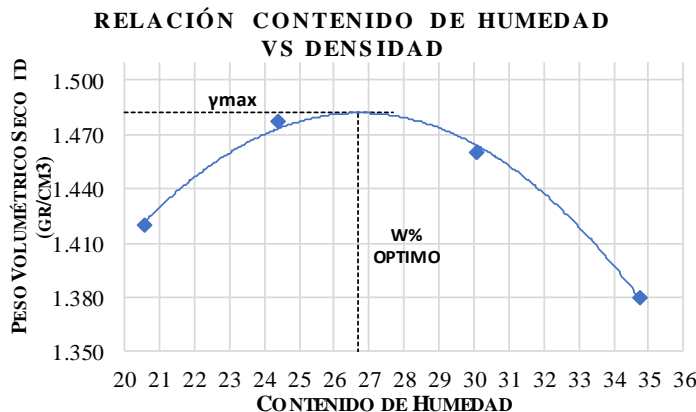
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4
Humedad inicial añadida en %	20	24	28	32
P. molde+Suelo húmedo (gr)	19529	19816	19957	19866
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3915	4202	4343	4252
Peso unitario húmedo γm (gr/cm ³)	1.712	1.838	1.900	1.860

2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	61	84	52	106	64	41	53	83
Peso del recipiente W _r	30.1	30.9	31	30.9	30.7	31	30.9	30.9
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	95.3	86.9	92.1	96.3	116.9	97.1	107.7	115.8
Rec+suelo seco W _s + W _m	84.1	77.4	80	83.6	97.1	81.7	87.7	94.1
Peso sólidos W _s	54	46.5	49	52.7	66.4	50.7	56.8	63.2
Peso del agua W _w	11.2	9.5	12.1	12.7	19.8	15.4	20	21.7
Cont. Humedad ω%	20.74	20.43	24.69	24.10	29.82	30.37	35.21	34.34
Cont. Humedad promedio ω _p	20.59		24.40		30.10		34.77	
Peso Volumétrico Seco γ _d (gr/cm ³)	1.420		1.477		1.460		1.380	

3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



Máxima densidad Seca:
1.482 gr/cm³
Óptimo Contenido de Humedad:
26.7 %

4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

La máxima densidad seca alcanzada según la gráfica corresponde a 1,482 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 26,7 %, sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 61.- Ensayo de Compactación del suelo – Muestra 2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Parroquia: PINLLOPATA
 Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN
 Profundidad: 1.20 m
 Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020
 MUESTRA 2

Proyecto: TESIS DE GRADO
 Normas: AASHTO T 180 2018
 Ensayado por: JONATAN CASTELLANO
 Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA
 Coordenadas: X: 719929 Y: 9872795

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16681	gr
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2286	cm ³
Energía de Compactación	Normas		AASHTO T-180			
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000	

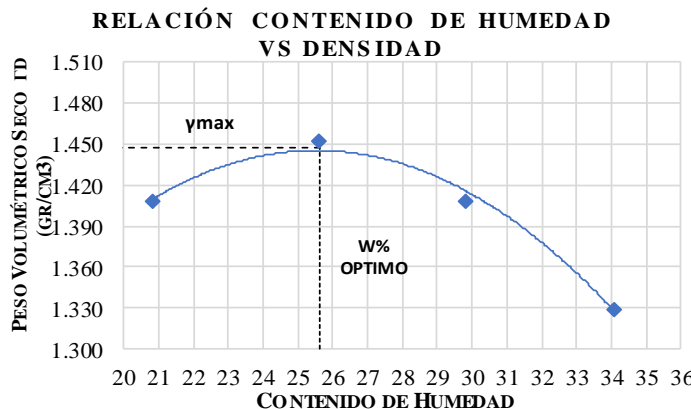
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4
Humedad inicial añadida en %	18	22	26	30
P. molde+Suelo húmedo (gr)	20571	20850	20862	20756
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3890	4169	4181	4075
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.702	1.824	1.829	1.783

2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	84	87	85	96	82	61	18	44
Peso del recipiente W _r	32.4	28.9	30.7	31.4	30.8	30.4	30.7	26.1
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	93.2	97.8	95.2	102.9	92.2	105.1	109.7	106.3
Rec+suelo seco W _s + W _m	82.9	85.7	82.7	87.6	78.3	87.7	89.7	85.8
Peso sólidos W _s	50.5	56.8	52	56.2	47.5	57.3	59	59.7
Peso del agua W _w	10.3	12.1	12.5	15.3	13.9	17.4	20	20.5
Cont. Humedad ω %	20.40	21.30	24.04	27.22	29.26	30.37	33.90	34.34
Cont. Humedad promedio ω %	20.85		25.63		29.81		34.12	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1.408		1.452		1.409		1.329	

3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



Máxima densidad Seca:
1.447 gr/cm³
Óptimo Contenido de Humedad:
25.63 %

4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

La máxima densidad seca alcanzada según la gráfica corresponde a 1,447 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 25,63 %, sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 62.- Ensayo de Compactación del suelo – Muestra 3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Parroquia: PINLLOPATA
 Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN
 Profundidad: 1.20 m
 Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020
 MUESTRA 3

Proyecto: TESIS DE GRADO
 Normas: AASHTO T 180 2018
 Ensayado por: JONATAN CASTELLANO
 Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA
 Coordenadas: X: 720042 Y: 9872557

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16681	gr
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2286	cm ³
Energía de Compactación		Normas	AASHTO T-180			
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000	

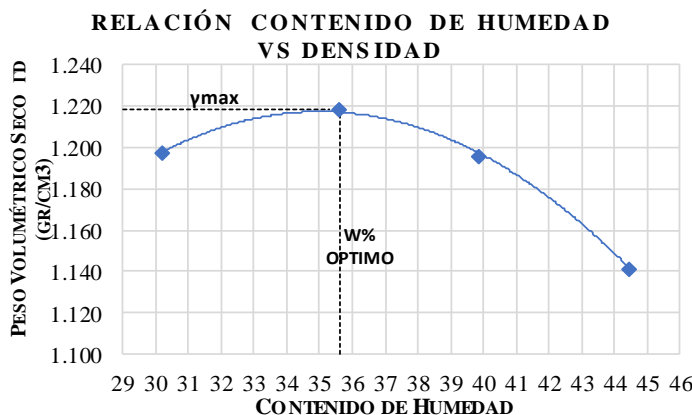
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4
Humedad inicial añadida en %	25	29	33	37
P. molde+Suelo húmedo (gr)	20247	20457	20505	20451
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3566	3776	3824	3770
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.560	1.652	1.673	1.649

2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	95	53	45	83	105	79	101	46
Peso del recipiente W _r	33.3	30.9	33.4	30.8	30.9	30.9	31.3	31.1
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	86.3	78.2	102.1	70.3	108.1	103.4	102.9	101.1
Rec+suelo seco W _s + W _m	73.9	67.3	84.1	59.9	85.8	83	80.9	79.5
Peso sólidos W _s	40.6	36.4	50.7	29.1	54.9	52.1	49.6	48.4
Peso del agua W _w	12.4	10.9	18	10.4	22.3	20.4	22	21.6
Cont. Humedad $\omega\%$	30.54	29.95	35.50	35.74	40.62	39.16	44.35	44.63
Cont. Humedad promedio $\omega\%$		30.24		35.62		39.89		44.49
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)		1.198		1.218		1.196		1.141

3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



Máxima densidad Seca:
1.218 gr/cm³
 Óptimo Contenido de Humedad:
35.6 %

4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

La máxima densidad seca alcanzada según la gráfica corresponde a 1,218 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 35,6 %, sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 63.- Ensayo de Compactación del suelo – Muestra 4



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Parroquia: PINLLOPATA
 Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN
 Profundidad: 1.20 m
 Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020
 MUESTRA 4

Proyecto: TESIS DE GRADO
 Normas: AASHTO T 180 2018
 Ensayado por: JONATAN CASTELLANO
 Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA
 Coordenadas: X: 719748 Y: 9872350

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15529	gr
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2408.29	cm ³
Energía de Compactación		Normas	AASHTO T-180			
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000	

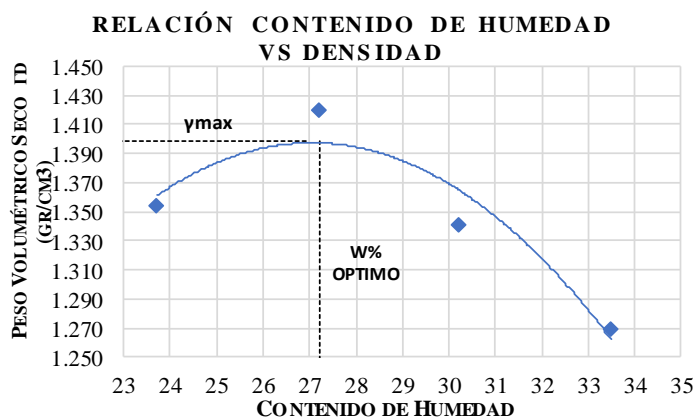
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4
Humedad inicial añadida en %	18	21	24	27
P. molde+Suelo húmedo (gr)	19564	19879	19735	19612
Peso suelo húmedo Wm (gr)	4035	4350	4206	4083
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.675	1.806	1.746	1.695

2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	9	10	11	12	13	14	15	16
Peso del recipiente W _r	7.7	7.3	7.6	7.6	7.3	7.5	7.6	7.5
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	54	57	61.5	66	69.4	62.3	64.1	64.6
Rec+suelo seco W _s + W _m	45.1	47.5	49.8	53.7	55.3	49.3	49.9	50.3
Peso sólidos W _s	37.4	40.2	42.2	46.1	48	41.8	42.3	42.8
Peso del agua W _w	8.9	9.5	11.7	12.3	14.1	13	14.2	14.3
Cont. Humedad $\omega\%$	23.80	23.63	27.73	26.68	29.38	31.10	33.57	33.41
Cont. Humedad promedio $\omega\%$	23.71		27.20		30.24		33.49	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1.354		1.420		1.341		1.270	

3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



Máxima densidad Seca:
1.398 gr/cm³
 Óptimo Contenido de Humedad:
27.2 %

4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

La máxima densidad seca alcanzada según la gráfica corresponde a 1,398 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 27,2 %, sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 64.- Ensayo de Compactación del suelo – Muestra 5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Parroquia: PINLLOPATA
 Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN
 Profundidad: 1.20 m
 Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020
 MUESTRA 5

Proyecto: TESIS DE GRADO
 Normas: AASHTO T 180 2018
 Ensayado por: JONATAN CASTELLANO
 Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA
 Coordenadas: X: 719495 Y: 9872091

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16681	gr
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2286	cm ³
Energía de Compactación		Normas	AASHTO T-180			
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000	

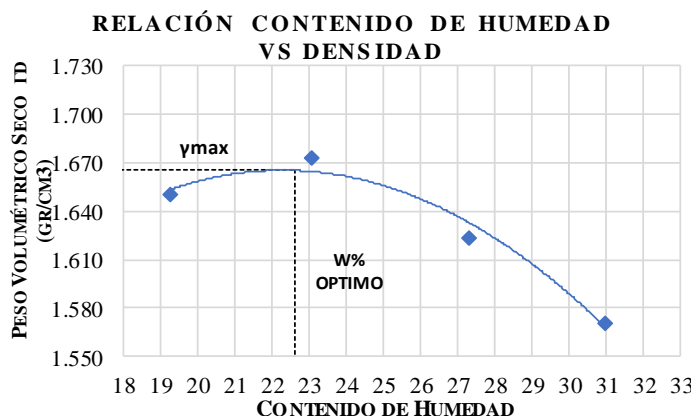
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4
Humedad inicial añadida en %	18	22	26	30
P. molde+Suelo húmedo (gr)	21182	21389	21408	21385
Peso suelo húmedo Wm (gr)	4501	4708	4727	4704
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.969	2.059	2.067	2.057

2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente W _r	7.5	7.4	7.6	7.4	7.6	7.4	7.4	7.7
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	70.2	68.5	75.3	62.7	66.8	73	96.8	95
Rec+suelo seco W _s + W _m	60.2	58.5	62.5	52.4	54.2	58.8	76.1	73.9
Peso sólidos W _s	52.7	51.1	54.9	45	46.6	51.4	68.7	66.2
Peso del agua W _w	10	10	12.8	10.3	12.6	14.2	20.7	21.1
Cont. Humedad ω %	18.98	19.57	23.32	22.89	27.04	27.63	30.13	31.87
Cont. Humedad promedio ω %	19.27		23.10		27.33		31.00	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1.651		1.673		1.624		1.571	

3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



Máxima densidad Seca:
1.665 gr/cm³
 Óptimo Contenido de Humedad:
22.6 %

4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

La máxima densidad seca alcanzada según la gráfica corresponde a 1,665 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 22,6 %, sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 65.- Ensayo de Compactación del suelo – Muestra 6



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Parroquia: PINLLOPATA
 Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN
 Profundidad: 1.20 m
 Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020
 MUESTRA 6

Proyecto: TESIS DE GRADO
 Normas: AASHTO T 180 2018
 Ensayado por: JONATAN CASTELLANO
 Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA
 Coordenadas: X: 719173 Y: 9871860

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15529	gr
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2408.29	cm ³
Energía de Compactación		Normas	AASHTO T-180			
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000	

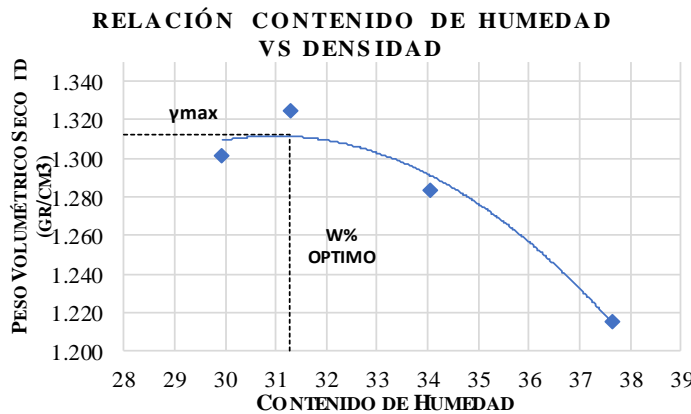
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4
Humedad inicial añadida en %	21	24	27	30
P. molde+Suelo húmedo (gr)	19604	19717	19673	19559
Peso suelo húmedo Wm (gr)	4075	4188	4144	4030
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.692	1.739	1.721	1.673

2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	83	82	101	53	85	105	37	33
Peso del recipiente W _r	30.8	30.8	31.4	30.9	30.7	30.9	26	30.5
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	102.7	125.1	121.4	126	129.1	114.3	118.3	132.7
Rec+suelo seco W _s + W _m	86.4	103	99.7	103.6	104	93.2	92.9	104.9
Peso sólidos W _s	55.6	72.2	68.3	72.7	73.3	62.3	66.9	74.4
Peso del agua W _w	16.3	22.1	21.7	22.4	25.1	21.1	25.4	27.8
Cont. Humedad $\omega\%$	29.32	30.61	31.77	30.81	34.24	33.87	37.97	37.37
Cont. Humedad promedio $\omega\%$	29.96		31.29		34.06		37.67	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1.302		1.325		1.284		1.216	

3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



Máxima densidad Seca:
1.312 gr/cm³
 Óptimo Contenido de Humedad:
31.3 %

4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

La máxima densidad seca alcanzada según la gráfica corresponde a 1,312 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 31,29 %, sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 66.- Ensayo de Compactación del suelo – Muestra 7



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Parroquia: PINLLOPATA
 Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN
 Profundidad: 1.20 m
 Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020
 MUESTRA 7

Proyecto: TESIS DE GRADO
 Normas: AASHTO T 180 2018
 Ensayado por: JONATAN CASTELLANO
 Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA
 Coordenadas: X: 719149 Y: 9871430

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16681	gr
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2286	cm ³
Energía de Compactación		Normas	AASHTO T-180			
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000	

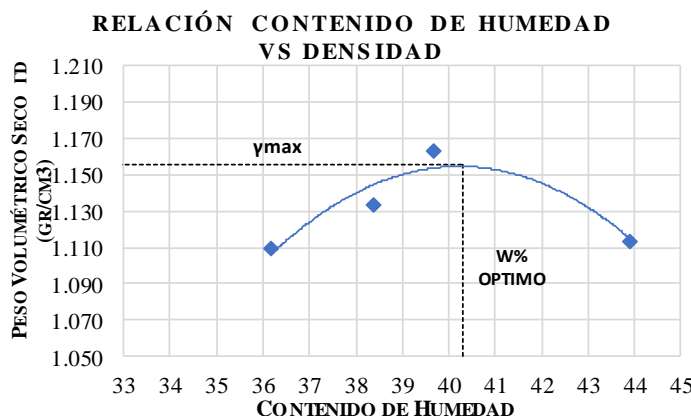
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4
Humedad inicial añadida en %	28	32	36	40
P. molde+Suelo húmedo (gr)	20067	20266	20394	20345
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3386	3585	3713	3664
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.481	1.568	1.624	1.603

2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	18	46	84	96	95	87	44	45
Peso del recipiente W _r	30.7	24.8	32.4	31.4	33.3	28.9	26.1	23.4
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	97.6	93.9	114.1	125.5	127.2	128.7	105.6	99.6
Rec+suelo seco W _s + W _m	81.2	76.2	91.7	99.1	100.1	100.8	81.6	76.1
Peso sólidos W _s	50.5	51.4	59.3	67.7	66.8	71.9	55.5	52.7
Peso del agua W _w	16.4	17.7	22.4	26.4	27.1	27.9	24	23.5
Cont. Humedad ω %	32.48	34.44	37.77	39.00	40.57	38.80	43.24	44.59
Cont. Humedad promedio ω %	33.46		38.38		39.69		43.92	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1.110		1.133		1.163		1.114	

3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



Máxima densidad Seca:
1.155 gr/cm³
Óptimo Contenido de Humedad:
40.3 %

4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

La máxima densidad seca alcanzada según la gráfica corresponde a 1,155 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 40,3 %, sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 67.- Ensayo de Compactación del suelo – Muestra 8



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Parroquia: PINLLOPATA
 Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN
 Profundidad: 1.20 m
 Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020
 MUESTRA 8

Proyecto: TESIS DE GRADO
 Normas: AASHTO T 180 2018
 Ensayado por: JONATAN CASTELLANO
 Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA
 Coordenadas: X: 719140 Y: 9871145

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15614	gr
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2286	cm ³
Energía de Compactación		Normas	AASHTO T-180			
Peso Inicial Deseado	6000		6000		6000	6000

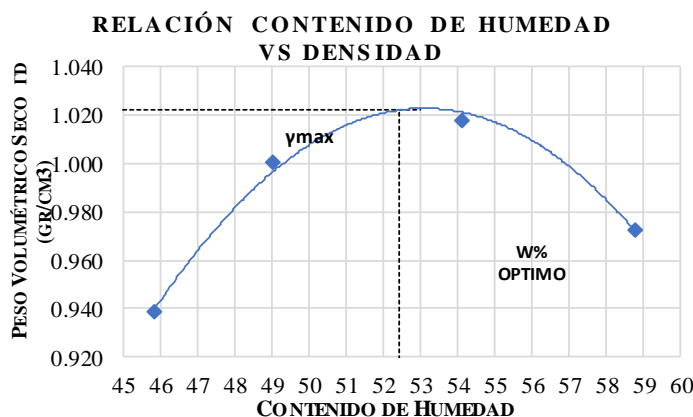
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4
Humedad inicial añadida en %	45	48	51	54
P. molde+Suelo húmedo (gr)	18745	19024	19241	19145
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3131	3410	3627	3531
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.369	1.491	1.586	1.544

2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	D	E	B	F	I	K	G	J
Peso del recipiente W _r	29.1	22.4	21.4	21.7	29.1	44.3	21.4	22.9
Rec+suelo húmedo W _r +W _m	52.3	69.2	55.2	51.2	52.4	71.4	88.6	81.4
Rec+suelo seco W _s + W _m	45.2	54.1	44.3	41.3	44.2	61.9	63.1	60.3
Peso sólidos W _s	16.1	31.7	22.9	19.6	15.1	17.6	41.7	37.4
Peso del agua W _w	7.1	15.1	10.9	9.9	8.2	9.5	25.5	21.1
Cont. Humedad ω %	44.10	47.63	47.60	50.51	54.30	53.98	61.15	56.42
Cont. Humedad promedio ω %	45.87		49.05		54.14		58.78	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	0.939		1.001		1.018		0.973	

3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



Máxima densidad Seca:
1.022 gr/cm³
 Óptimo Contenido de Humedad:
52.4 %

4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

La máxima densidad seca alcanzada según la gráfica corresponde a 1.022 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 52.4 %, sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 68.- Ensayo de Compactación del suelo – Muestra 9



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



Parroquia: Pinllopata
Vía: Pinllopata - El Corazon
Profundidad: 1.20 metros
Fecha: 14 de Diciembre
Muestra: 9

Proyecto: Tesis de Grado
Normas: AASHTO T 180 2018
Ensayado por: Jonatan Castellano
Revisado Por: Ing. Fricson Moreira
Coordenadas: X: 763207 Y: 9864577

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

ESPECIFICACIONES

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15614	gr
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen Molde	2286	cm3
Energía de Compactación	Normas AASHTO T-180					
Peso Inicial Deseado	6000		6000	6000	6000	

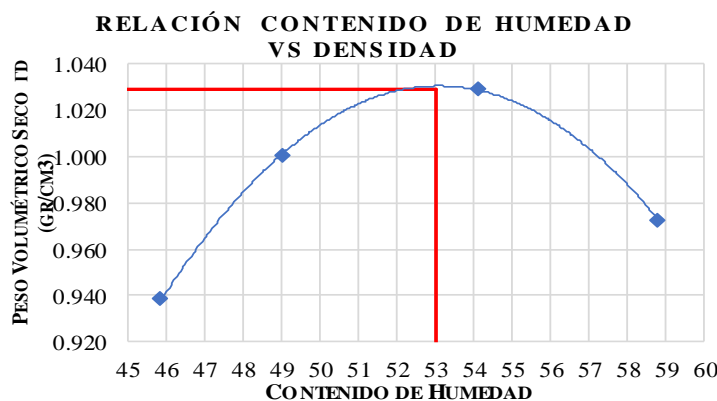
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Numero	1	2	3	4
Humedad inicial añadida en %	45	48	51	54
P. molde+Suelo húmedo (gr)	18745	19024	19241	19145
Peso suelo humedo Wm (gr)	3131	3410	3627	3531
Peso unitario humedo γ_m (gr/cm ³)	1.369	1.491	1.586	1.544

2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente numero	42	27	20	16	11	47	10	19
Peso del recipiente W_r	29.1	22.4	21.4	21.7	29.1	44.3	21.4	22.9
Rec+suelo humedo W_r+W_m	52.3	69.2	55.2	51.2	52.4	71.4	88.6	81.4
Rec+suelo seco $W_s + W_m$	45.2	54.1	44.3	41.3	44.2	61.9	63.1	60.3
Peso solidos W_s	16.1	31.7	22.9	19.6	15.1	17.6	41.7	37.4
Peso del agua W_w	7.1	15.1	10.9	9.9	8.2	9.5	25.5	21.1
Cont. Humedad $\omega\%$	44.10	47.63	47.60	50.51	54.30	53.98	61.15	56.42
Cont. Humedad promedio $\omega\%$	45.87		49.05		54.14		58.78	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	0.939		1.001		1.029		0.973	

3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA





Máxima densidad Seca:
1.029 gr/cm³
Óptimo Contenido de Humedad:
53 %

4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

La máxima densidad seca alcanzada según la gráfica corresponde a 1.029 gr/cm³, la cual corresponde a un contenido de humedad óptimo de 53 %, sin embargo los parámetros pueden variar ligeramente cuando se traza la gráfica.

Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

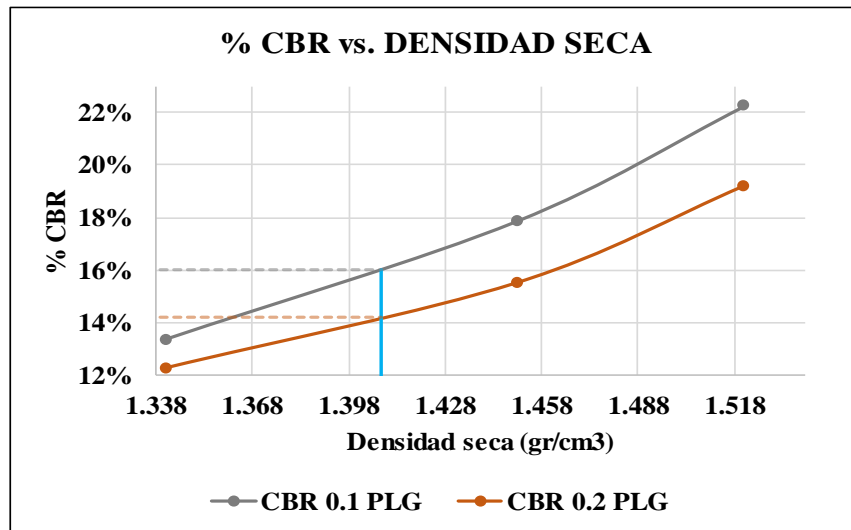
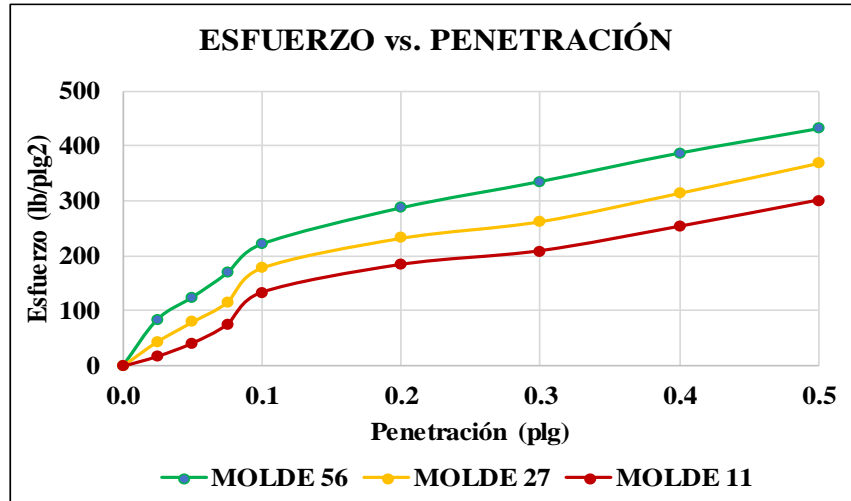
Anexo 69.- Ensayo California Bearing Ratio (CBR) – Muestra 1

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
Parroquia: PINLLOPATA		Proyecto: Tesis de Grado					
Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN		Normas: AASHTO T 193 2013					
Profundidad: 1,20 m		Ensayado por: JONATAN CASTELLANO					
Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020		Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA					
Muestra: 1		Coordenadas: X: 719519 Y: 9872960					
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
TIPO:	ROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:		10 lb			
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:		18 "			
PESO MUESTRA (gr):	6000	CONT. HUMEDAD OPTIMO (%)		26.70			
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.							
MOLDE N°	1	2	3				
N° de Capas	5	5	5				
N° de Golpes	56	27	11				
DATOS DEL MOLDEO							
Muestra húmeda + molde (gr)	11895	11742	11423				
Masa Molde (gr)	7542	7600	7584				
Masa Muestra Humeda (gr)	4353	4142	3839				
Volumen Muestra (cm ³)	2258.12	2255.76	2256.94				
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.928	1.836	1.701				
CONTENIDO DE HUMEDAD							
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Recipiente N°	64	41	53	83	18	44	
P. Hum. + Recipiente	105.2	106.3	108.2	107.3	107.7	103.6	
P. Seco + Recipiente	89.6	90.3	91.8	91.4	91.4	87.2	
Peso Recipiente	30.7	31	30.9	30.9	30.7	26.1	
Peso Agua	15.6	16	16.4	15.9	16.3	16.4	
Peso de Sólidos	58.9	59.3	60.9	60.5	60.7	61.1	
Contenido Humedad %	26.49	26.98	26.93	26.28	26.85	26.84	
Con. Hum. Prom. %	26.73		26.61		26.85		
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.521		1.450		1.341		
DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN							
Muestra húmeda + molde (gr)	12136	12045	11896				
Masa Molde (gr)	7542	7600	7584				
Masa Muestra Humeda (gr)	4594	4445	4312				
Masa Agua Absorbida	241	303	473				
% Agua Absorbida	5.54%	7.32%	12.32%				
CONTENIDO DE HUMEDAD							
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Recipiente N°	95	53	45	83	79	46	
P. Hum. + Recipiente	114.2	116.2	113.3	112.8	115.3	113.5	
P. Seco + Recipiente	96.2	97.2	95.1	94.2	95.5	94.2	
Peso Recipiente	33.3	30.9	33.4	30.8	30.9	31.1	
Peso Agua	18	19	18.2	18.6	19.8	19.3	
Peso de Sólidos	62.9	66.3	61.7	63.4	64.6	63.1	
Contenido Humedad %	28.62	28.66	29.50	29.34	30.65	30.59	
Con. Hum. Prom. %	28.64		29.42		30.62		
ENSAYO CBR							
MOLDE N°	1		2		3		
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)	
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	
0.025	255.6	85.2	133.3	44.4	53.9	18.0	
0.050	376.3	125.4	240.3	80.1	125.3	41.8	
0.075	507.5	169.2	346.8	115.6	225.9	75.3	
0.100	666.8	222.3	535.6	178.5	400.9	133.6	
0.200	864.2	288.1	698.3	232.8	552.3	184.1	
0.300	1007.6	335.9	789.2	263.1	626.5	208.8	
0.400	1162.5	387.5	943.6	314.5	758.6	252.9	
0.500	1295.8	431.9	1106.7	368.9	900.7	300.2	

PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)

MOLDE N°	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	222.27	22.23%	1.521	288.07	19.20%	1.521
2	178.53	17.85%	1.450	232.77	15.52%	1.450
3	133.63	13.36%	1.341	184.10	12.27%	1.341

ENSAYO CBR DE LABORATORIO





Densidad Seca Máxima:	1.482 gr/cm ³
-----------------------	--------------------------

DSM	% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg
95%	1.408	16
		14.2

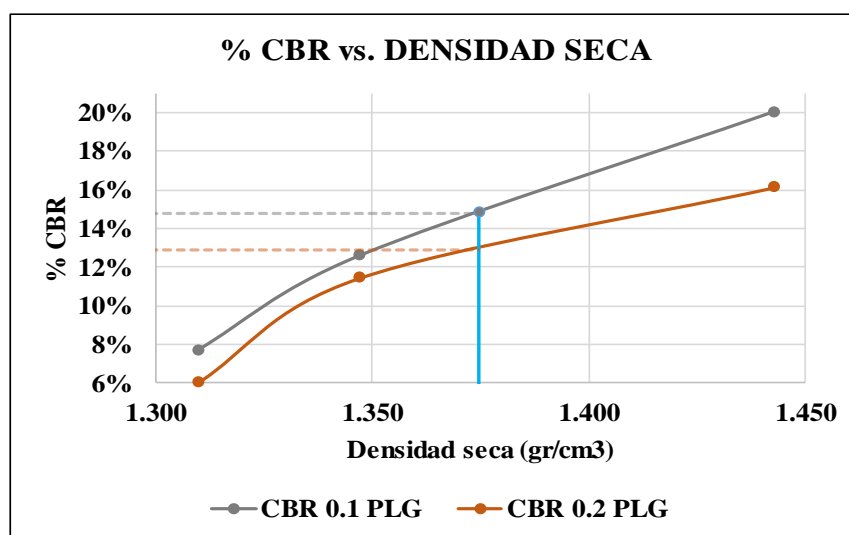
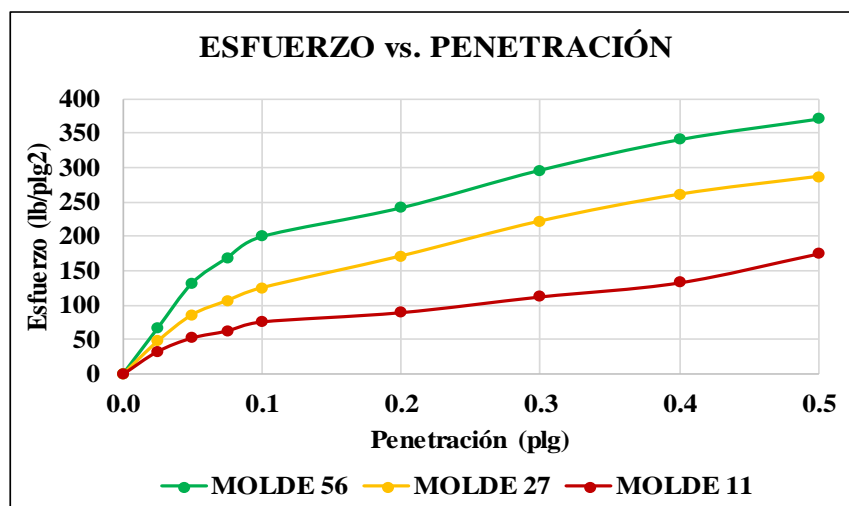
Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 70.- Ensayo California Bearing Ratio (CBR) – Muestra 2

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
Parroquia: PINLLOPATA	Proyecto: Tesis de Grado					
Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN	Normas: AASHTO T 193 2013					
Profundidad: 1,20 m	Ensayado por: JONATAN CASTELLANO					
Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020	Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA					
Muestra: 2	Coordenadas: X: 719929 Y: 9872795					
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:	10 lb			
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:	18 "			
PESO MUESTRA (gr):	6000	CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)	25.63			
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE N°	1	2	3			
N° de Capas	5	5	5			
N° de Golpes	56	27	11			
DATOS DEL MOLDEO						
Muestra húmeda + molde (gr)	11645	11432	11308			
Masa Molde (gr)	7542	7600	7584			
Masa Muestra Humeda (gr)	4103	3832	3724			
Volumen Muestra (cm ³)	2258.12	2255.76	2256.94			
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.817	1.699	1.650			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	79	86	11	95	101	105
P. Hum. + Recipiente	125.6	131.2	121.3	118.4	111.3	120.2
P. Seco + Recipiente	106.2	110.5	102.8	100.6	94.8	101.8
Peso Recipiente	30.9	31.2	30.9	33.3	31.3	30.9
Peso Agua	19.4	20.7	18.5	17.8	16.5	18.4
Peso de Sólidos	75.3	79.3	71.9	67.3	63.5	70.9
Contenido Humedad %	25.76	26.10	25.73	26.45	25.98	25.95
Con. Hum. Prom. %	25.93		26.09		25.97	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.443		1.347		1.310	
DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	11896		11733		11641	
Masa Molde (gr)	7542		7600		7584	
Masa Muestra Humeda (gr)	4354		4133		4057	
Masa Agua Absorbida	251		301		333	
% Agua Absorbida	6.12%		7.85%		8.94%	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	82	96	61	84	52	106
P. Hum. + Recipiente	124.3	130.2	129.4	119.3	130.2	128.5
P. Seco + Recipiente	104.2	109.5	107.5	99.6	107.2	105.6
Peso Recipiente	30.8	31.4	30.1	30.9	31	30.9
Peso Agua	20.1	20.7	21.9	19.7	23	22.9
Peso de Sólidos	73.4	78.1	77.4	68.7	76.2	74.7
Contenido Humedad %	27.38	26.50	28.29	28.68	30.18	30.66
Con. Hum. Prom. %	26.94		28.48		30.42	
ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
0.025	200.3	66.8	144.2	48.1	100.2	33.4
0.050	398.2	132.7	260.3	86.8	160.2	53.4
0.075	507.2	169.1	321.2	107.1	190.4	63.5
0.100	600.3	200.1	377.1	125.7	230.2	76.7
0.200	725.3	241.8	514.9	171.6	270.6	90.2
0.300	888.7	296.2	666.3	222.1	339.1	113.0
0.400	1021.3	340.4	782.3	260.8	400.2	133.4
0.500	1111.2	370.4	860.1	286.7	526.3	175.4

PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)						
MOLDE N°	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	200.10	20.01%	1.443	241.77	16.12%	1.443
2	125.70	12.57%	1.347	171.63	11.44%	1.347
3	76.73	7.67%	1.310	90.20	6.01%	1.310

ENSAYO CBR DE LABORATORIO





Densidad Seca Máxima:	1.447 gr/cm ³
-----------------------	--------------------------

DSM		% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg
95%	1.375	14.8	12.9

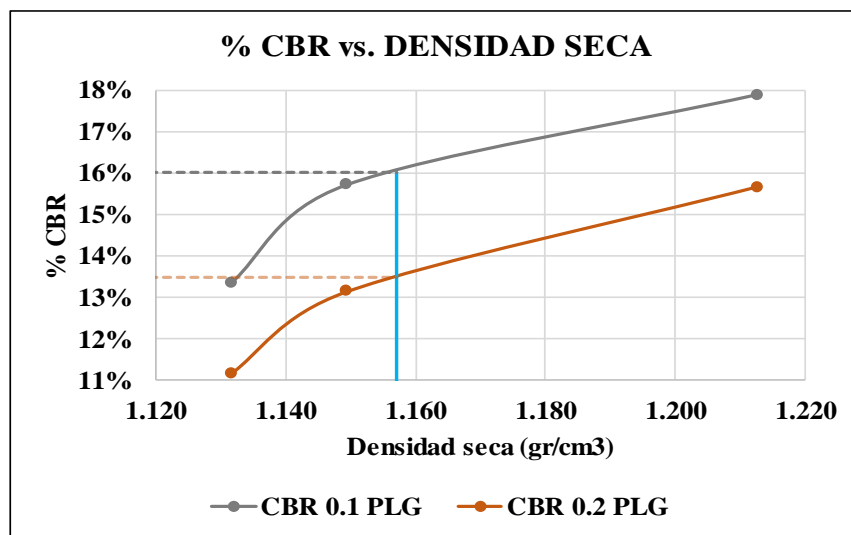
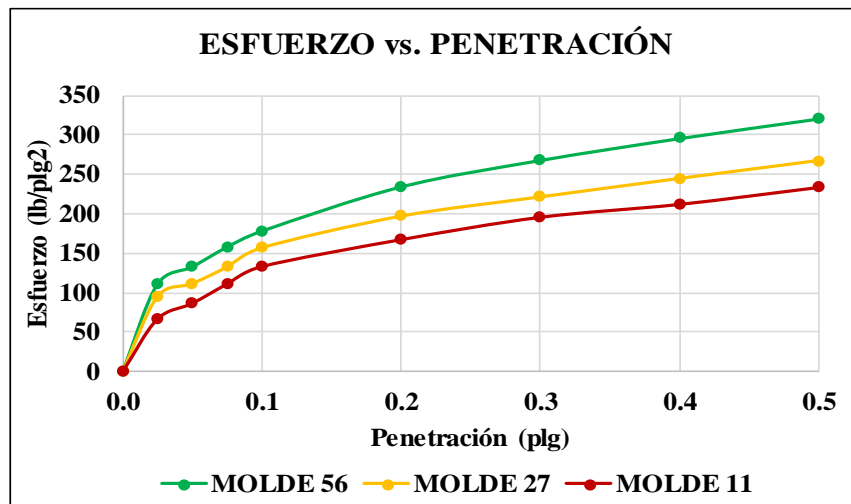
Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 71.- Ensayo California Bearing Ratio (CBR) – Muestra 3

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
Parroquia: PINLLOPATA	Proyecto: Tesis de Grado					
Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN	Normas: AASHTO T 193 2013					
Profundidad: 1,20 m	Ensayado por: JONATAN CASTELLANO					
Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020	Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA					
Muestra: 3	Coordenadas: X: 720042 Y: 9872557					
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:	10 lb			
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:	18 "			
PESO MUESTRA (gr):	6000	CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)	35.60			
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE N°	1	2	3			
N° de Capas	5	5	5			
N° de Golpes	56	27	11			
DATOS DEL MOLDEO						
Muestra húmeda + molde (gr)	11265	11123	11052			
Masa Molde (gr)	7542	7600	7584			
Masa Muestra Humeda (gr)	3723	3523	3468			
Volumen Muestra (cm3)	2258.12	2255.76	2256.94			
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1.649	1.562	1.537			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	64	41	53	83	18	44
P. Hum. + Recipiente	131.5	132.5	128.2	139.3	130.2	127.3
P. Seco + Recipiente	104.9	105.6	102.4	110.8	103.8	100.8
Peso Recipiente	30.7	31	30.9	30.9	30.7	26.1
Peso Agua	26.6	26.9	25.8	28.5	26.4	26.5
Peso de Sólidos	74.2	74.6	71.5	79.9	73.1	74.7
Contenido Humedad %	35.85	36.06	36.08	35.67	36.11	35.48
Con. Hum. Prom. %	35.95		35.88		35.80	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.213		1.149		1.132	
DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	11444		11365		11335	
Masa Molde (gr)	7542		7600		7584	
Masa Muestra Humeda (gr)	3902		3765		3751	
Masa Agua Absorbida	179		242		283	
% Agua Absorbida	4.81%		6.87%		8.16%	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	95	53	45	83	79	46
P. Hum. + Recipiente	145.2	148.2	144.3	136.3	119.2	120.3
P. Seco + Recipiente	115.6	117.2	113.9	108.2	94.5	95.3
Peso Recipiente	33.3	30.9	33.4	30.8	30.9	31.1
Peso Agua	29.6	31	30.4	28.1	24.7	25
Peso de Sólidos	82.3	86.3	80.5	77.4	63.6	64.2
Contenido Humedad %	35.97	35.92	37.76	36.30	38.84	38.94
Con. Hum. Prom. %	35.94		37.03		38.89	
ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
0.025	333.5	111.2	285.2	95.1	200.3	66.8
0.050	400.2	133.4	335.2	111.7	260.3	86.8
0.075	475.3	158.4	398.1	132.7	333.5	111.2
0.100	536.2	178.7	471.2	157.1	400.2	133.4
0.200	704.6	234.9	591.2	197.1	502.3	167.4
0.300	805.3	268.4	664.2	221.4	587.2	195.7
0.400	888.5	296.2	734.1	244.7	636.2	212.1
0.500	963.2	321.1	802.3	267.4	700.4	233.5

PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)						
MOLDE N°	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	178.73	17.87%	1.213	234.87	15.66%	1.213
2	157.07	15.71%	1.149	197.07	13.14%	1.149
3	133.40	13.34%	1.132	167.43	11.16%	1.132

ENSAYO CBR DE LABORATORIO





Densidad Seca Máxima: 1.218 gr/cm³

DSM		% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg
95%	1.157	16	13.5

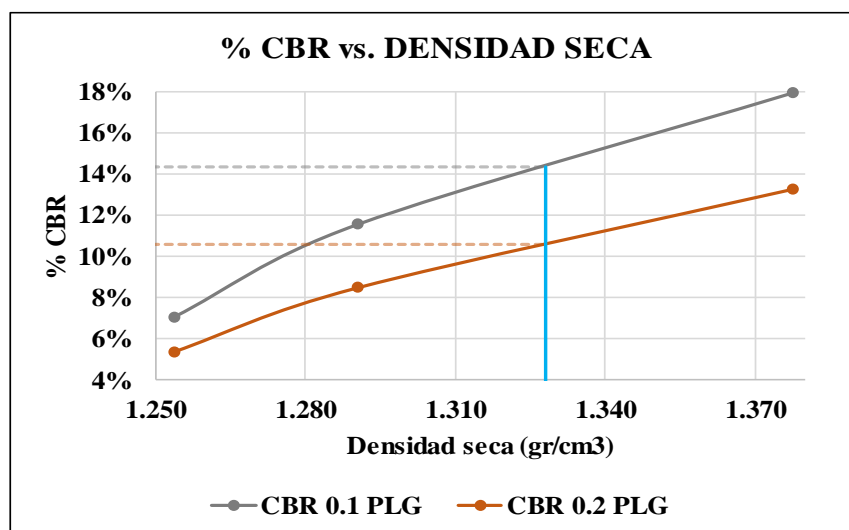
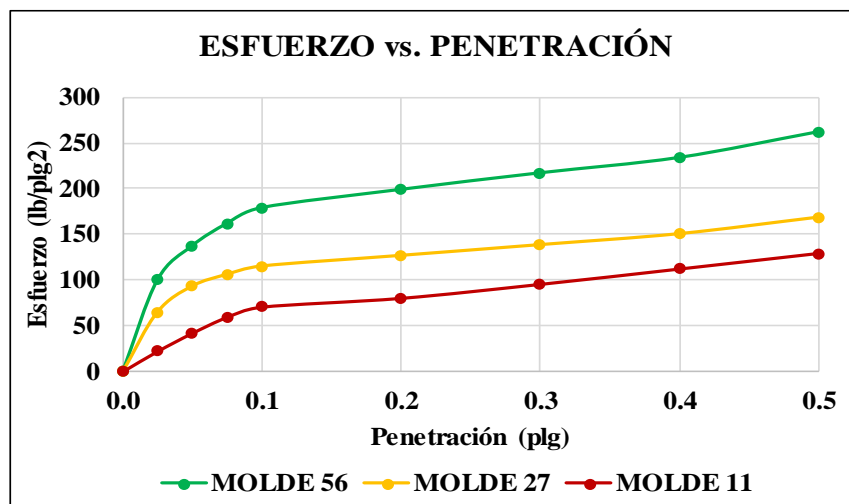
Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 72.- Ensayo California Bearing Ratio (CBR) – Muestra 4

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
Parroquia: PINLLOPATA	Proyecto: Tesis de Grado					
Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN	Normas: AASHTO T 193 2013					
Profundidad: 1,20 m	Ensayado por: JONATAN CASTELLANO					
Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020	Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA					
Muestra: 4	Coordenadas: X: 720042 Y: 9872557					
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
TIPO:	ROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:	10 lb			
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:	18 "			
PESO MUESTRA (gr):	6000	CONT. HUMEDAD OPTIMO (%)	27.20			
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE N°	1	2	3			
N° de Capas	5	5	5			
N° de Golpes	56	27	11			
DATOS DEL MOLDEO						
Muestra húmeda + molde (gr)	11502	11321	11196			
Masa Molde (gr)	7542	7600	7584			
Masa Muestra Humeda (gr)	3960	3721	3612			
Volumen Muestra (cm3)	2258.12	2255.76	2256.94			
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1.754	1.650	1.600			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	79	86	11	95	101	105
P. Hum. + Recipiente	135.2	140.2	131.2	127.3	125.2	126.3
P. Seco + Recipiente	112.5	117.2	109.3	106.9	104.9	105.6
Peso Recipiente	30.9	31.2	30.9	33.3	31.3	30.9
Peso Agua	22.7	23	21.9	20.4	20.3	20.7
Peso de Sólidos	81.6	86	78.4	73.6	73.6	74.7
Contenido Humedad %	27.82	26.74	27.93	27.72	27.58	27.71
Con. Hum. Prom. %	27.28		27.83		27.65	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.378		1.290		1.254	
DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	11650		11600		11532	
Masa Molde (gr)	7542		7600		7584	
Masa Muestra Humeda (gr)	4108		4000		3948	
Masa Agua Absorbida	148		279		336	
% Agua Absorbida	3.74%		7.50%		9.30%	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	82	96	61	84	52	106
P. Hum. + Recipiente	115.2	116.3	120.3	121.3	129.5	130.2
P. Seco + Recipiente	96.2	96.5	98.8	99.5	105.1	106.1
Peso Recipiente	30.8	31.4	30.1	30.9	31	30.9
Peso Agua	19	19.8	21.5	21.8	24.4	24.1
Peso de Sólidos	65.4	65.1	68.7	68.6	74.1	75.2
Contenido Humedad %	29.05	30.41	31.30	31.78	32.93	32.05
Con. Hum. Prom. %	29.73		31.54		32.49	
ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
0.025	300.2	100.1	195.3	65.1	66.3	22.1
0.050	412.3	137.4	280.3	93.4	125.6	41.9
0.075	485.3	161.8	318.5	106.2	177.8	59.3
0.100	536.9	179.0	345.6	115.2	211.4	70.5
0.200	596.3	198.8	380.2	126.7	240.1	80.0
0.300	650.3	216.8	415.2	138.4	285.6	95.2
0.400	700.5	233.5	445.6	150.3	335.6	111.9
0.500	784.3	261.4	504.6	168.2	386.4	128.8

PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)						
MOLDE N°	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	178.97	17.90%	1.378	198.77	13.25%	1.378
2	115.20	11.52%	1.290	126.73	8.45%	1.290
3	70.47	7.05%	1.254	80.03	5.34%	1.254

ENSAYO CBR DE LABORATORIO





Densidad Seca Máxima:	1.398 gr/cm ³
-----------------------	--------------------------

DSM	% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg
95%	1.328	14.3
		10.6

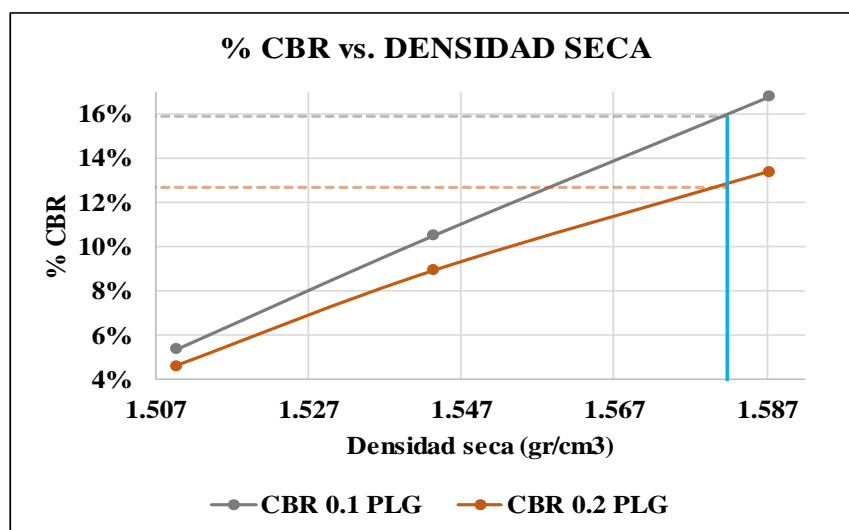
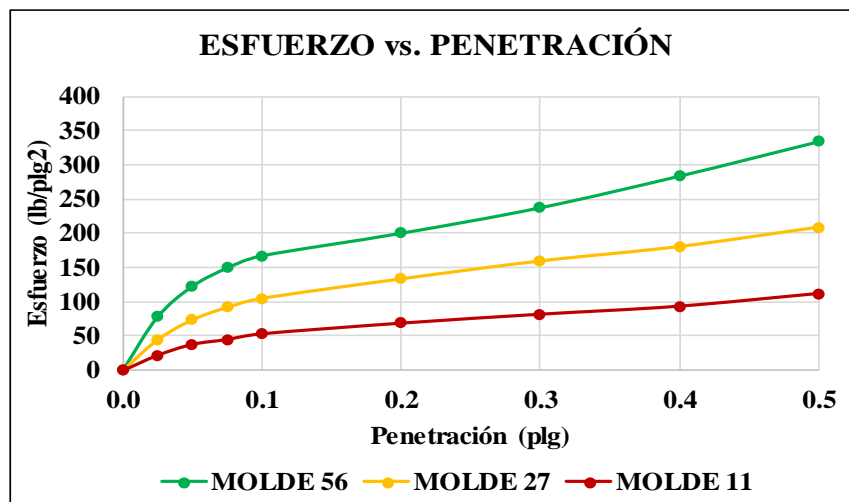
Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 73.- Ensayo California Bearing Ratio (CBR) – Muestra 5

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
Parroquia: PINLLOPATA	Proyecto: Tesis de Grado					
Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN	Normas: AASHTO T 193 2013					
Profundidad: 1,20 m	Ensayado por: JONATAN CASTELLANO					
Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020	Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA					
Muestra: 5	Coordenadas: X: 719495 Y: 9872091					
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
TIPO:	ROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:	10 lb			
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:	18 "			
PESO MUESTRA (gr):	6000	CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)	22.60			
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE N°	1	2	3			
N° de Capas	5	5	5			
N° de Golpes	56	27	11			
DATOS DEL MOLDEO						
Muestra húmeda + molde (gr)	11936	11865	11763			
Masa Molde (gr)	7542	7600	7584			
Masa Muestra Humeda (gr)	4394	4265	4179			
Volumen Muestra (cm3)	2258.12	2255.76	2256.94			
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1.946	1.891	1.852			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	64	41	53	83	18	44
P. Hum. + Recipiente	124.5	134.2	124.6	121.2	130.2	121.5
P. Seco + Recipiente	107.2	115.2	107.2	104.8	111.8	103.9
Peso Recipiente	30.7	31	30.9	30.9	30.7	26.1
Peso Agua	17.3	19	17.4	16.4	18.4	17.6
Peso de Sólidos	76.5	84.2	76.3	73.9	81.1	77.8
Contenido Humedad %	22.61	22.57	22.80	22.19	22.69	22.62
Con. Hum. Prom. %	22.59		22.50		22.66	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.587		1.543		1.510	
DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	12102		12098		12053	
Masa Molde (gr)	7542		7600		7584	
Masa Muestra Humeda (gr)	4560		4498		4469	
Masa Agua Absorbida	166		233		290	
% Agua Absorbida	3.78%		5.46%		6.94%	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	95	53	45	83	79	46
P. Hum. + Recipiente	140.3	125.3	115.2	130.5	124.2	142.3
P. Seco + Recipiente	118.2	105.6	97.1	107.8	101.2	115.6
Peso Recipiente	33.3	30.9	33.4	30.8	30.9	31.1
Peso Agua	22.1	19.7	18.1	22.7	23	26.7
Peso de Sólidos	84.9	74.7	63.7	77	70.3	84.5
Contenido Humedad %	26.03	26.37	28.41	29.48	32.72	31.60
Con. Hum. Prom. %	26.20		28.95		32.16	
ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
0.025	233.5	77.8	133.5	44.5	66.5	22.2
0.050	368.2	122.7	221.2	73.7	114.2	38.1
0.075	448.3	149.4	275.6	91.9	135.6	45.2
0.100	502.2	167.4	315.2	105.1	160.5	53.5
0.200	600.9	200.3	400.3	133.4	206.5	68.8
0.300	712.2	237.4	478.3	159.4	245.3	81.8
0.400	850.2	283.4	541.2	180.4	280.2	93.4
0.500	1000.6	333.5	625.5	208.5	335.2	111.7

PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)						
MOLDE N°	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	167.40	16.74%	1.587	200.30	13.35%	1.587
2	105.07	10.51%	1.543	133.43	8.90%	1.543
3	53.50	5.35%	1.510	68.83	4.59%	1.510

ENSAYO CBR DE LABORATORIO





Densidad Seca Máxima:	1.665 gr/cm ³
-----------------------	--------------------------

DSM	% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg
95%	1.582	15.9

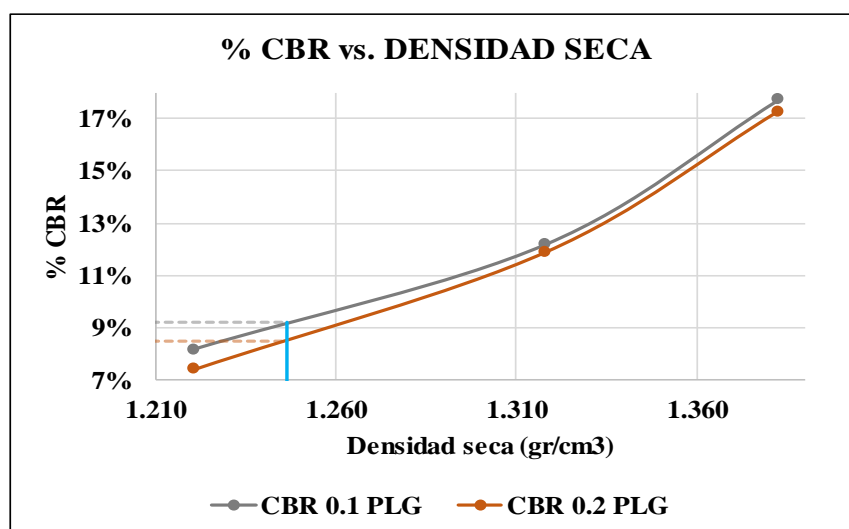
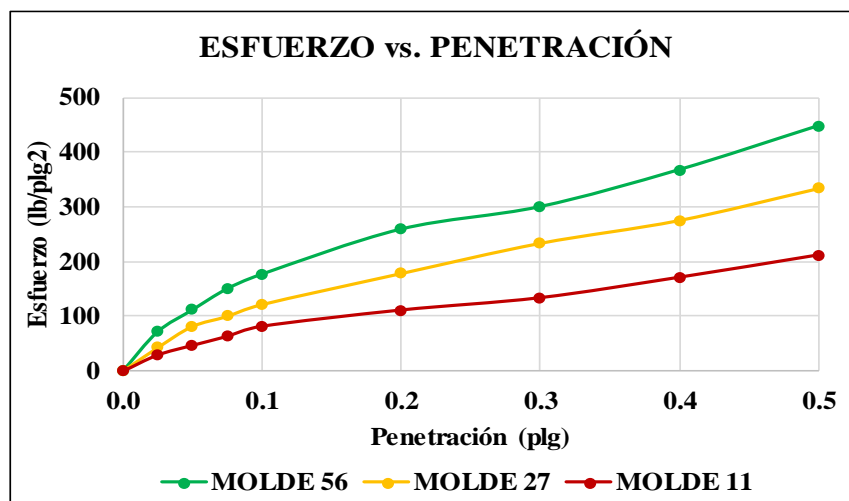
Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 74.- Ensayo California Bearing Ratio (CBR) – Muestra 6

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
		Parroquia: PINLLOPATA Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN Profundidad: 1,20 m Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020 Muestra: 6		Proyecto: Tesis de Grado Normas: AASHTO T 193 2013 Ensayado por: JONATAN CASTELLANO Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA Coordenadas: X: 719173 Y: 9871860			
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
TIPO:	ROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:		10 lb			
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:		18 "			
PESO MUESTRA (gr):	6000	CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)		31.30			
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.							
MOLDE N°	1	2	3				
N° de Capas	5	5	5				
N° de Golpes	56	27	11				
DATOS DEL MOLDEO							
Muestra húmeda + molde (gr)	11662	11520	11203				
Masa Molde (gr)	7542	7600	7584				
Masa Muestra Humeda (gr)	4120	3920	3619				
Volumen Muestra (cm3)	2258.12	2255.76	2256.94				
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1.825	1.738	1.603				
CONTENIDO DE HUMEDAD							
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Recipiente N°	79	86	11	95	101	105	
P. Hum. + Recipiente	125.2	129.3	140.2	115.3	130.2	110.2	
P. Seco + Recipiente	102.3	105.6	114.2	95.2	106.8	91.1	
Peso Recipiente	30.9	31.2	30.9	33.3	31.3	30.9	
Peso Agua	22.9	23.7	26	20.1	23.4	19.1	
Peso de Sólidos	71.4	74.4	83.3	61.9	75.5	60.2	
Contenido Humedad %	32.07	31.85	31.21	32.47	30.99	31.73	
Con. Hum. Prom. %	31.96		31.84		31.36		
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.383		1.318		1.221		
DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN							
Muestra húmeda + molde (gr)	11732		11702		11589		
Masa Molde (gr)	7542		7600		7584		
Masa Muestra Humeda (gr)	4190		4102		4005		
Masa Agua Absorbida	70		182		386		
% Agua Absorbida	1.70%		4.64%		10.67%		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Recipiente N°	82	96	61	84	52	106	
P. Hum. + Recipiente	120.5	130.2	135.6	125.3	115.2	120.3	
P. Seco + Recipiente	98.5	106.2	108.8	101.2	93.2	96.3	
Peso Recipiente	30.8	31.4	30.1	30.9	31	30.9	
Peso Agua	22	24	26.8	24.1	22	24	
Peso de Sólidos	67.7	74.8	78.7	70.3	62.2	65.4	
Contenido Humedad %	32.50	32.09	34.05	34.28	35.37	36.70	
Con. Hum. Prom. %	32.29		34.17		36.03		
ENSAYO CBR							
MOLDE N°	1		2		3		
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	
0.025	215.3	71.8	128.2	42.7	88.5	29.5	
0.050	335.6	111.9	245.3	81.8	141.2	47.1	
0.075	451.2	150.4	300.5	100.2	190.3	63.4	
0.100	531.2	177.1	365.4	121.8	245.3	81.8	
0.200	777.5	259.2	535.2	178.4	333.6	111.2	
0.300	900.5	300.2	700.6	233.5	400.5	133.5	
0.400	1102.3	367.4	825.6	275.2	511.4	170.5	
0.500	1342.3	447.4	1000.1	333.4	632.5	210.8	

PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)						
MOLDE N°	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	177.07	17.71%	1.383	259.17	17.28%	1.383
2	121.80	12.18%	1.318	178.40	11.89%	1.318
3	81.77	8.18%	1.221	111.20	7.41%	1.221

ENSAYO CBR DE LABORATORIO





Densidad Seca Máxima:	1.312 gr/cm ³
-----------------------	--------------------------

DSM	% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg
95%	1.246	9.2
		8.5

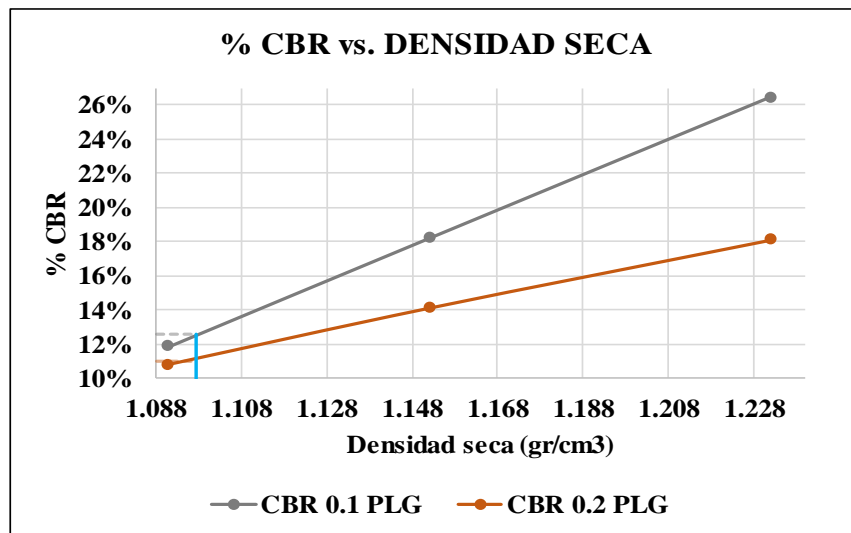
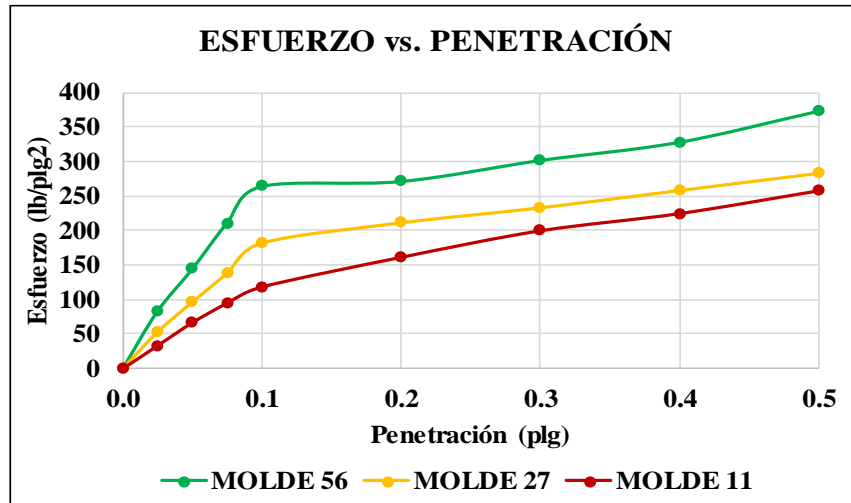
Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 75.- Ensayo California Bearing Ratio (CBR) – Muestra 7

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
Parroquia: PINLLOPATA	Proyecto: Tesis de Grado					
Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN	Normas: AASHTO T 193 2013					
Profundidad: 1,20 m	Ensayado por: JONATAN CASTELLANO					
Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020	Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA					
Muestra: 7	Coordenadas: X: 719149 Y: 9871430					
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
TIPO:	ROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:	10 lb			
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:	18 "			
PESO MUESTRA (gr):	6000	CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%)	40.30			
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE N°	1	2	3			
N° de Capas	5	5	5			
N° de Golpes	56	27	11			
DATOS DEL MOLDEO						
Muestra húmeda + molde (gr)	11452	11263	11052			
Masa Molde (gr)	7542	7600	7584			
Masa Muestra Humeda (gr)	3910	3663	3468			
Volumen Muestra (cm3)	2258.12	2255.76	2256.94			
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1.732	1.624	1.537			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	64	41	53	83	18	44
P. Hum. + Recipiente	130.5	125.2	115.3	125.3	121.2	130.2
P. Seco + Recipiente	101.2	98.5	90.5	98.2	95.3	99.6
Peso Recipiente	30.7	31	30.9	30.9	30.7	26.1
Peso Agua	29.3	26.7	24.8	27.1	25.9	30.6
Peso de Sólidos	70.5	67.5	59.6	67.3	64.6	73.5
Contenido Humedad %	41.56	39.56	41.61	40.27	40.09	41.63
Con. Hum. Prom. %	40.56		40.94		40.86	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.232		1.152		1.091	
DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	11700	11596	11485			
Masa Molde (gr)	7542	7600	7584			
Masa Muestra Humeda (gr)	4158	3996	3901			
Masa Agua Absorbida	248	333	433			
% Agua Absorbida	6.34%	9.09%	12.49%			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	95	53	45	83	79	46
P. Hum. + Recipiente	125.3	130.2	140.2	130.8	124.2	115.2
P. Seco + Recipiente	98.2	101.2	108.2	100.9	95.8	89.8
Peso Recipiente	33.3	30.9	33.4	30.8	30.9	31.1
Peso Agua	27.1	29	32	29.9	28.4	25.4
Peso de Sólidos	64.9	70.3	74.8	70.1	64.9	58.7
Contenido Humedad %	41.76	41.25	42.78	42.65	43.76	43.27
Con. Hum. Prom. %	41.50		42.72		43.52	
ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
0.025	249.5	83.2	160.0	53.3	100.5	33.5
0.050	433.6	144.5	290.0	96.7	200.5	66.8
0.075	633.6	211.2	415.0	138.3	285.6	95.2
0.100	793.5	264.5	547.0	182.3	356.3	118.8
0.200	815.2	271.7	635.2	211.7	485.2	161.7
0.300	906.5	302.2	700.5	233.5	600.5	200.2
0.400	985.6	328.5	775.6	258.5	675.3	225.1
0.500	1120.3	373.4	850.2	283.4	774.2	258.1

PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)						
MOLDE N°	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	264.50	26.45%	1.232	271.73	18.12%	1.232
2	182.33	18.23%	1.152	211.73	14.12%	1.152
3	118.77	11.88%	1.091	161.73	10.78%	1.091

ENSAYO CBR DE LABORATORIO





Densidad Seca Máxima:	1.155 gr/cm ³
-----------------------	--------------------------

DSM		% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg
95%	1.097	12.6	11

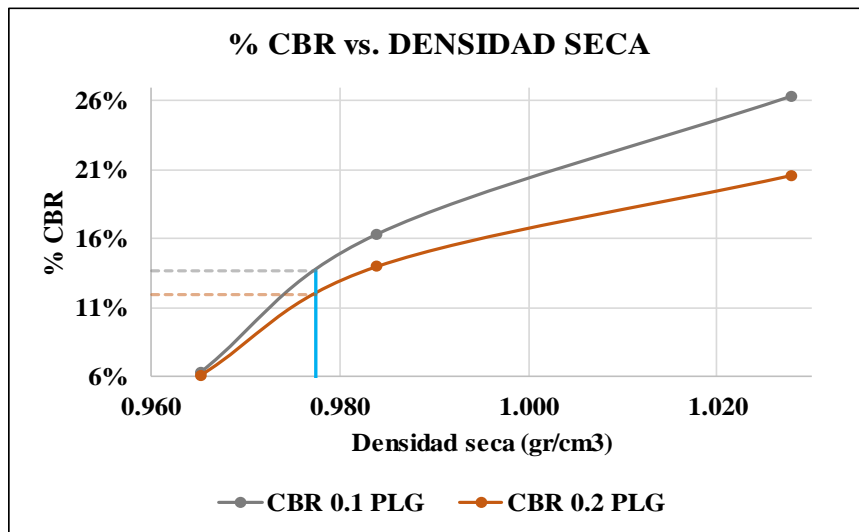
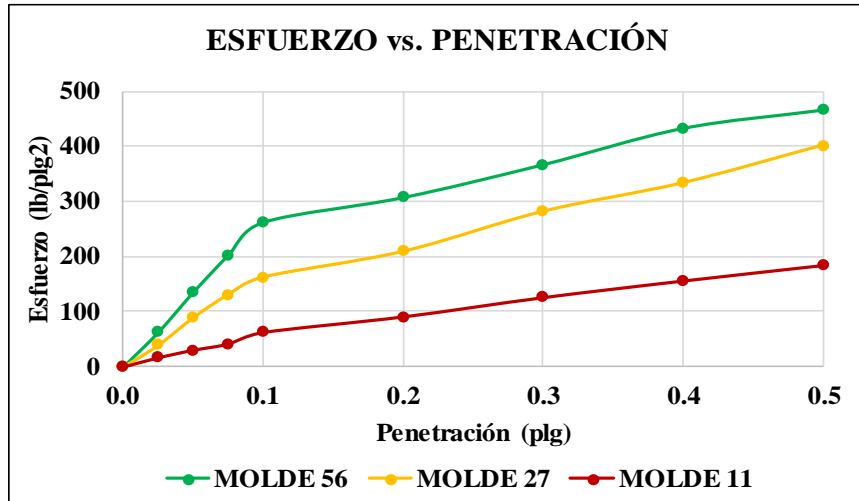
Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 76.- Ensayo California Bearing Ratio (CBR) – Muestra 8

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
	CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
Parroquia: PINLLOPATA	Proyecto: Tesis de Grado					
Vía: PINLLOPATA - EL CORAZÓN	Normas: AASHTO T 193 2013					
Profundidad: 1,20 m	Ensayado por: JONATAN CASTELLANO					
Fecha: 04 DE MAYO DEL 2020	Revisado Por: ING. FRICSON MOREIRA					
Muestra: 8	Coordenadas: X: 719140 Y: 9871145					
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:	10 lb			
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:	18 "			
PESO MUESTRA (gr):	6000	CONT. HUMEDAD ÓPTIMO (%):	53.00			
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.						
MOLDE N°	1	2	3			
N° de Capas	5	5	5			
N° de Golpes	56	27	11			
DATOS DEL MOLDEO						
Muestra húmeda + molde (gr)	11103	11008	10914			
Masa Molde (gr)	7542	7600	7584			
Masa Muestra Humeda (gr)	3561	3408	3330			
Volumen Muestra (cm3)	2258.12	2255.76	2256.94			
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1.577	1.511	1.475			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	79	86	11	95	101	105
P. Hum. + Recipiente	122.3	134.2	115.3	125.3	120.1	130.2
P. Seco + Recipiente	90.5	98.3	85.8	93.3	89.1	96.2
Peso Recipiente	30.9	31.2	30.9	33.3	31.3	30.9
Peso Agua	31.8	35.9	29.5	32	31	34
Peso de Sólidos	59.6	67.1	54.9	60	57.8	65.3
Contenido Humedad %	53.36	53.50	53.73	53.33	53.63	52.07
Con. Hum. Prom. %	53.43		53.53		52.85	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.028		0.984		0.965	
DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN						
Muestra húmeda + molde (gr)	11345		11412		11336	
Masa Molde (gr)	7542		7600		7584	
Masa Muestra Humeda (gr)	3803		3812		3752	
Masa Agua Absorbida	242		404		422	
% Agua Absorbida	6.80%		11.85%		12.67%	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Recipiente N°	82	96	61	84	52	106
P. Hum. + Recipiente	129.2	114.2	122.2	115.1	140.2	135.2
P. Seco + Recipiente	94.5	85.2	89.6	84.2	100.2	97.1
Peso Recipiente	30.8	31.4	30.1	30.9	31	30.9
Peso Agua	34.7	29	32.6	30.9	40	38.1
Peso de Sólidos	63.7	53.8	59.5	53.3	69.2	66.2
Contenido Humedad %	54.47	53.90	54.79	57.97	57.80	57.55
Con. Hum. Prom. %	54.19		56.38		57.68	
ENSAYO CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
0.025	188.8	62.9	118.5	39.5	50.4	16.8
0.050	406.6	135.5	268.3	89.4	91.6	30.5
0.075	608.6	202.9	393.8	131.3	125.4	41.8
0.100	788.2	262.7	488.9	163.0	188.4	62.8
0.200	923.5	307.8	628.2	209.4	273.5	91.2
0.300	1102.3	367.4	845.3	281.8	378.3	126.1
0.400	1300.2	433.4	1000.3	333.4	468.9	156.3
0.500	1400.2	466.7	1204.2	401.4	553.5	184.5

PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)						
MOLDE N°	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	262.73	26.27%	1.028	307.83	20.52%	1.028
2	162.97	16.30%	0.984	209.40	13.96%	0.984
3	62.80	6.28%	0.965	91.17	6.08%	0.965

ENSAYO CBR DE LABORATORIO





Densidad Seca Máxima:	1.029 gr/cm ³
-----------------------	--------------------------

DSM		% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg
95%	0.978	13.7	12

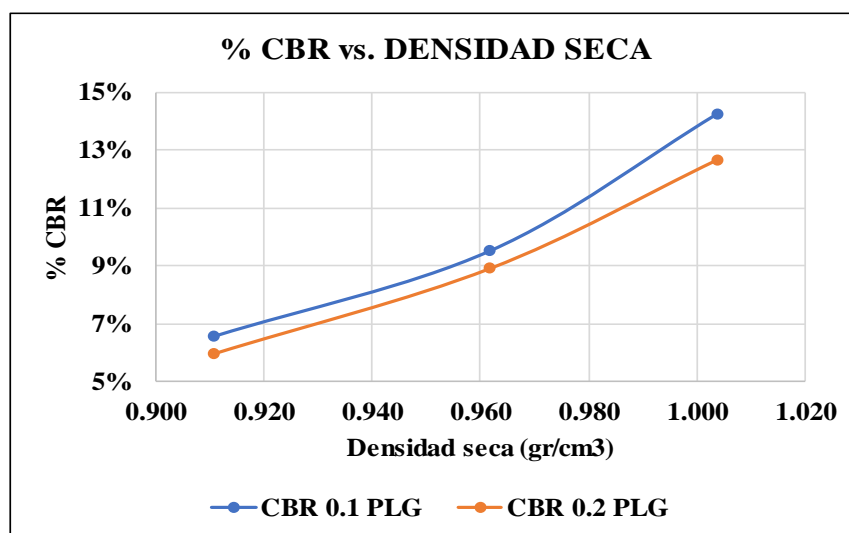
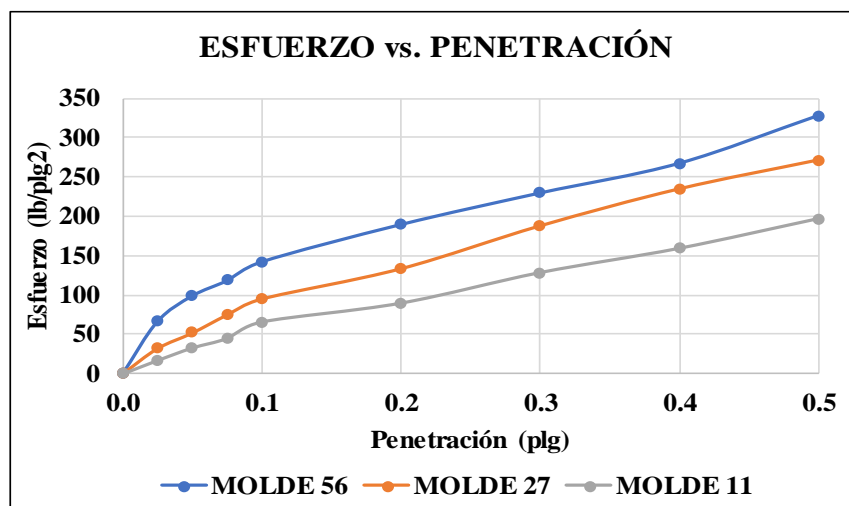
Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

Anexo 77.- Ensayo California Bearing Ratio (CBR) – Muestra 9

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
Parroquia: Pinllopata		Proyecto: Tesis de Grado					
Vía: Pinllopata - El Corazon		Normas: AASHTO T 193 2013					
Profundidad: 1.20 metros		Ensayado por: Kleyton Guerrero					
Fecha: 28 - Jun - 2019		Revisado Por: Ing. Fricson Moreira					
Muestra: 9		Coordenadas: X: 763207 Y: 9864577					
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:		10 lb			
NORMA:	AASHTO T-180	ALTURA DE CAIDA:		18 "			
PESO MUESTRA (gr):	6000	CONT. HUMEDAD OPTIMO (%)		53.00			
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.							
MOLDE N°	1	2	3				
N° de Capas	5	5	5				
N° de Golpes	56	27	11				
DATOS DEL MOLDEO							
Muestra húmeda + molde (gr)	10045	9771	9387				
Masa Molde (gr)	6574	6435	6243				
Masa Muestra Humeda (gr)	3471	3336	3144				
Volumen Muestra (cm3)	2264.61	2268.33	2253.34				
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1.533	1.471	1.395				
CONTENIDO DE HUMEDAD							
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Recipiente N°	25	2	72	43	45	19	
P. Hum. + Recipiente	130.4	128.2	144.3	133.4	132.6	138.7	
P. Seco + Recipiente	94.1	92.1	105.4	95.2	95.7	98.7	
Peso Recipiente	24.8	24	31.3	23.6	26.7	23.1	
Peso Agua	36.3	36.1	38.9	38.2	36.9	40	
Peso de Sólidos	69.3	68.1	74.1	71.6	69	75.6	
Contenido Humedad %	52.38	53.01	52.50	53.35	53.48	52.91	
Con. Hum. Prom. %	52.70		52.92		53.19		
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.004		0.962		0.911		
DATOS DESPUÉS DE LA SATURACIÓN							
Muestra húmeda + molde (gr)	10874	10647	10345				
Masa Molde (gr)	6574	6435	6243				
Masa Muestra Humeda (gr)	4300	4212	4102				
Masa Agua Absorbida	829	876	958				
% Agua Absorbida	23.88%	26.26%	30.47%				
CONTENIDO DE HUMEDAD							
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Recipiente N°	42	27	20	16	11	47	
P. Hum. + Recipiente	146.2	148.7	148.7	149.3	176.8	166.1	
P. Seco + Recipiente	106.4	104.9	102.4	101.9	119.2	118.7	
Peso Recipiente	31.7	25.2	24.7	24.2	30.8	46.4	
Peso Agua	39.8	43.8	46.3	47.4	57.6	47.4	
Peso de Sólidos	74.7	79.7	77.7	77.7	88.4	72.3	
Contenido Humedad %	53.28	54.96	59.59	61.00	65.16	65.56	
Con. Hum. Prom. %	54.12		60.30		65.36		
ENSAYO CBR							
MOLDE N°	1		2		3		
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0	
0.025	199.4	66.5	96.4	32.1	50.8	16.9	
0.050	297.3	99.1	155.6	51.9	98.4	32.8	
0.075	355.4	118.5	224.3	74.8	134.6	44.9	
0.100	427.2	142.4	285.4	95.1	197.2	65.7	
0.200	569.2	189.7	400.6	133.5	268.7	89.6	
0.300	689.4	229.8	563.7	187.9	384.3	128.1	
0.400	802.4	267.5	704.6	234.9	476.3	158.8	
0.500	984.2	328.1	814.6	271.5	588.7	196.2	

PORCENTAJES CBR (CORREGIDOS)						
MOLDE N°	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,1 Plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0,2 Plg	Densidad Seca
1	142.40	14.24%	1.004	189.73	12.65%	1.004
2	95.13	9.51%	0.962	133.53	8.90%	0.962
3	65.73	6.57%	0.911	89.57	5.97%	0.911

ENSAYO CBR DE LABORATORIO





Densidad Seca Máxima:	1.029 gr/cm ³
-----------------------	--------------------------

DSM		% CBR 0,1 plg	% CBR 0,2 plg
95%	0.978	11.1	10.2



Fuente.- Jonatan Raúl Castellano Bonilla

ANEXO 5.- ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS



Anexo 78.- Rubro 1 – Replanteo y Nivelación

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA PINLLOPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI UBICACION: PINLLOPATA - EL CORAZON					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : 1		UNIDAD: Km			
DETALLE : REPLANTEO Y NIVELACIÓN					
EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta Menor 2% de M.O.					5.22
ESTACION TOTAL DE PRECISION	1.00	20.00	20.00	14.000	280.00
SUBTOTAL M					285.22
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION	A	B	C=AxB	R	D=CxR
TOPOGRAFO 2	EO C1 1.00	4.04	4.04	14.000	56.56
CADENERO	EO D2 4.00	3.65	14.60	14.000	204.40
SUBTOTAL N					260.96
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	
TIRAS 2.5*2.5*250	U	0.200	0.25	0.05	
ESTACAS	GBL	0.050	0.30	0.02	
PIOLA	GBL	0.050	0.30	0.02	
TIRAS DE MADERA DURA 2.5*2	M	0.080	0.15	0.01	
SUBTOTAL O					0.10
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					546.28
INDIRECTOS (%)				10.00%	54.63
UTILIDAD (%)				10.00%	54.63
COSTO TOTAL DEL RUBRO					655.54
VALOR UNITARIO					655.54
SON: SEISCIENTOS CINCUENTA Y CINCO DOLARES, 54/100 CENTAVOS ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
JONATAN CASTELLANO ELABORADO					
SALCEDO, 06 DE NOVIEMBRE DE 2020					



Anexo 79.- Rubro 2 – Desbroce, desbosque y limpieza

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL													
PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA PINLLOPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI UBICACION: PINLLOPATA - EL CORAZON														
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS														
RUBRO : 2	UNIDAD: Ha													
DETALLE : DESBROCE DESBOSQUE Y LIMPIEZA														
EQUIPO <i>DESCRIPCION</i>	CANTIDAD <i>A</i>	TARIFA <i>B</i>	COSTO HORA <i>C=AxB</i>	RENDIMIENTO <i>R</i>	COSTO <i>D=CxR</i>									
Herramienta Menor 5% de M.O.					9.27									
EXCAVADORA ORUGA 14 HP	1.00	45.00	45.00	6.670	300.15									
VOLQUETA 20 TN	1.00	30.00	30.00	3.300	99.00									
MOTOSIERRA	2.00	1.00	2.00	3.300	6.60									
SUBTOTAL M					415.02									
MANO DE OBRA <i>DESCRIPCION</i>	CANTIDAD <i>A</i>	JORNAL/HR <i>B</i>	COSTO HORA <i>C=AxB</i>	RENDIMIENTO <i>R</i>	COSTO <i>D=CxR</i>									
PEON EO E2	4.00	3.60	14.40	3.300	47.52									
AYUDANTE OPERADOR EO D2	2.00	3.65	7.30	6.670	48.69									
INSPECTOR DE OBRA EO B3	1.00	4.05	4.05	6.670	27.01									
OPERADOR EQUIPO PESADO OP C1	1.00	4.04	4.04	6.670	26.95									
CHOFER VOLQUETAS CH C1	1.00	5.29	5.29	6.670	35.28									
SUBTOTAL N					185.45									
MATERIALES <i>DESCRIPCION</i>	UNIDAD	CANTIDAD <i>A</i>	PRECIO UNIT. <i>B</i>	COSTO <i>C=AxB</i>										
SUBTOTAL O					0.00									
TRANSPORTE <i>DESCRIPCION</i>	UNIDAD	CANTIDAD <i>A</i>	TARIFA <i>B</i>	COSTO <i>C=AxB</i>										
SUBTOTAL P					0.00									
<table border="1" style="margin-left: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</td> <td style="text-align: right;">600.47</td> </tr> <tr> <td>INDIRECTOS (%)</td> <td style="text-align: right;">10.00% 60.05</td> </tr> <tr> <td>UTILIDAD (%)</td> <td style="text-align: right;">10.00% 60.05</td> </tr> <tr> <td>COSTO TOTAL DEL RUBRO</td> <td style="text-align: right;">720.57</td> </tr> <tr> <td>VALOR UNITARIO</td> <td style="text-align: right;">720.57</td> </tr> </table>					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	600.47	INDIRECTOS (%)	10.00% 60.05	UTILIDAD (%)	10.00% 60.05	COSTO TOTAL DEL RUBRO	720.57	VALOR UNITARIO	720.57
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	600.47													
INDIRECTOS (%)	10.00% 60.05													
UTILIDAD (%)	10.00% 60.05													
COSTO TOTAL DEL RUBRO	720.57													
VALOR UNITARIO	720.57													
SON: SETECIENTOS VEINTE DOLARES, 57/100 CENTAVOS ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA														
JONATAN CASTELLANO ELABORADO														
SALCEDO, 06 DE NOVIEMBRE DE 2020														



Anexo 80.- Rubro 3 – Excavación sin clasificar incluido desalojo

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA PINLLOPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI UBICACION: PINLLOPATA - EL CORAZON					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : 3				UNIDAD: M3	
DETALLE : EXCAVACION SIN CLASIFICAR INC. DESALOJO					
EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
EXCAVADORA ORUGA 140 HP	1.00	45.00	45.00	0.010	0.45
VOLQUETA 20 TN	1.00	30.00	30.00	0.010	0.30
TRACTOR DE ORUGAS	1.00	45.00	45.00	0.010	0.45
SUBTOTAL M					1.21
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
OPERADOR EQUIPO PESADO OP C1	2.00	4.04	8.08	0.010	0.08
PEON EO E2	1.00	3.60	3.60	0.010	0.04
CHOFER VOLQUETAS CH C1	1.00	5.29	5.29	0.010	0.05
SUBTOTAL N					0.17
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.38
INDIRECTOS (%)					10.00%
UTILIDAD (%)					10.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.66
VALOR UNITARIO					1.66
SON: UN DOLAR, 66/100 CENTAVOS ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
JONATAN CASTELLANO ELABORADO					
SALCEDO, 06 DE NOVIEMBRE DE 2020					



Anexo 81.- Rubro 4 – Relleno compactado con equipo pesado

 <div style="display: inline-block; text-align: center;"> <p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</p> <p>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</p> </div> 					
<p>PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA PINLLOPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI UBICACION: PINLLOPATA - EL CORAZON</p>					
<p>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</p>					
RUBRO : 4 DETALLE : RELLENO COMPACTADO CON EQUIPO PESADO				UNIDAD: M3	
EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
VOLQUETA 20 TN	1.00	30.00	30.00	0.028	0.84
CARGADORA FRONTAL 150 HP	1.00	40.00	40.00	0.028	1.12
SUBTOTAL M					1.97
MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION	A	B	C=AxB	R	D=CxR
OPERADOR EQUIPO PESADO OP C1	1.00	4.04	4.04	0.028	0.11
CHOFER VOLQUETAS CH C1	1.00	5.29	5.29	0.028	0.15
SUBTOTAL N					0.26
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	
SUBTOTAL O					0.00
TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
DESCRIPCION		A	B	C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.23
INDIRECTOS (%)					10.00%
UTILIDAD (%)					10.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.67
VALOR UNITARIO					2.67
<p>SON: DOS DOLARES, 67/100 CENTAVOS ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA</p>					
				JONATAN CASTELLANO ELABORADO	
SALCEDO, 06 DE NOVIEMBRE DE 2020					



Anexo 82.- Rubro 5 – Sub-base clase 3 tendido y compactado

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO														
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA														
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL														
PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA PINLLOPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI														
UBICACION: PINLLOPATA - EL CORAZON														
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS														
RUBRO : 5		UNIDAD: M3												
DETALLE : SUB-BASE CLASE 3 TENDIDO Y COMPACTADO(COMPACTADOR)														
EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR									
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02									
CARGADORA FRONTAL 150 HP	1.00	40.00	40.00	0.000	0.00									
MOTONIVELADORA 165 HP	1.00	45.00	45.00	0.000	0.00									
CRIBA DE RIELES	1.00	5.00	5.00	0.000	0.00									
RODILLO LISO VIBRATORIO 125 HP	1.00	30.00	30.00	0.000	0.00									
TANQUERO DE AGUA 2000 gl	1.00	25.00	25.00	0.000	0.00									
SUBTOTAL M					0.02									
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR									
CHOFER TANQUERO DE AGUA CH C1	1.00	5.29	5.29	0.020	0.11									
OPERADOR EQUIPO PESADO OP C1	1.00	4.04	4.04	0.020	0.08									
PEON EO E2	2.00	3.60	7.20	0.020	0.14									
INSPECTOR DE OBRA EO B3	1.00	4.05	4.05	0.020	0.08									
SUBTOTAL N					0.41									
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB										
AGUA	m3	0.100	0.50	0.05										
USO DE MINA	m3	1.200	0.30	0.36										
EXPLOTACION DE MATERIAL DE MINA A 25 KM	m3	1.200	1.00	1.20										
SUBTOTAL O					1.61									
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB										
EXPLOTACION DE MATERIAL DE MINA A 25 KM	m3	1.200	2.00	2.40										
SUBTOTAL P					2.40									
<table border="1"> <tr> <td>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</td> <td>4.44</td> </tr> <tr> <td>INDIRECTOS (%)</td> <td>10.00%</td> </tr> <tr> <td>UTILIDAD (%)</td> <td>10.00%</td> </tr> <tr> <td>COSTO TOTAL DEL RUBRO</td> <td>5.32</td> </tr> <tr> <td>VALOR UNITARIO</td> <td>5.32</td> </tr> </table>					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4.44	INDIRECTOS (%)	10.00%	UTILIDAD (%)	10.00%	COSTO TOTAL DEL RUBRO	5.32	VALOR UNITARIO	5.32
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4.44													
INDIRECTOS (%)	10.00%													
UTILIDAD (%)	10.00%													
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5.32													
VALOR UNITARIO	5.32													
SON: CINCO DOLARES, 32/100 CENTAVOS														
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA														
SALCEDO, 06 DE NOVIEMBRE DE 2020				JONATAN CASTELLANO ELABORADO										



Anexo 83.- Rubro 6 – Base clase 4 tendido y compactado

 <div style="display: inline-block; text-align: center;"> <p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</p> <p>CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</p> </div> 					
<p>PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA PINLLOPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI</p> <p>UBICACION: PINLLOPATA - EL CORAZON</p>					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO : 6				UNIDAD: M3	
DETALLE : BASE CLASE 4 TENDIDO Y COMPACTADO(COMPACTADOR)					
EQUIPO <i>DESCRIPCION</i>	CANTIDAD <i>A</i>	TARIFA <i>B</i>	COSTO HORA <i>C=AxB</i>	RENDIMIENTO <i>R</i>	COSTO <i>D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.06
CARGADORA FRONTAL 150 HP	1.00	40.00	40.00	0.040	1.60
MOTONIVELADORA 165 HP	1.00	45.00	45.00	0.040	1.80
TANQUERO DE AGUA 2000 gl	1.00	25.00	25.00	0.040	1.00
RODILLO LISO VIBRATORIO 125 HP	1.00	30.00	30.00	0.040	1.20
SUBTOTAL M					5.66
MANO DE OBRA <i>DESCRIPCION</i>	CANTIDAD <i>A</i>	JORNAL/HR <i>B</i>	COSTO HORA <i>C=AxB</i>	RENDIMIENTO <i>R</i>	COSTO <i>D=CxR</i>
OPERADOR PLANTA TRITURADORA OP C2	1.00	3.85	3.85	0.040	0.15
CHOFER TANQUERO DE AGUA CH C1	1.00	5.29	5.29	0.040	0.21
INSPECTOR DE OBRA EO B3	1.00	4.05	4.05	0.040	0.16
PEON EO E2	3.00	3.60	10.80	0.040	0.43
OPERADOR EQUIPO PESADO OP C1	2.00	4.04	8.08	0.040	0.32
SUBTOTAL N					1.27
MATERIALES <i>DESCRIPCION</i>	UNIDAD	CANTIDAD <i>A</i>	PRECIO UNIT. <i>B</i>	COSTO <i>C=AxB</i>	
EXPLOTACION DE MATERIAL DE MINA A 25 KM	m3	1.200	1.00	1.20	
USO DE MINA	m3	1.200	0.30	0.36	
AGUA	m3	0.100	0.50	0.05	
SUBTOTAL O					1.61
TRANSPORTE <i>DESCRIPCION</i>	UNIDAD	CANTIDAD <i>A</i>	TARIFA <i>B</i>	COSTO <i>C=AxB</i>	
EXPLOTACION DE MATERIAL DE MINA A 25 KM	m3	1.200	2.00	2.40	
SUBTOTAL P					2.40
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					10.94
INDIRECTOS (%)				10.00%	1.09
UTILIDAD (%)				10.00%	1.09
COSTO TOTAL DEL RUBRO					13.12
VALOR UNITARIO					13.12
<p>SON: TRECE DOLARES, 12/100 CENTAVOS</p> <p>ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA</p>					
SALCEDO, 06 DE NOVIEMBRE DE 2020				JONATAN CASTELLANO ELABORADO	

Anexo 84.- Rubro 7 – Hormigón Asfáltico (Capa de Rodadura)

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO														
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA														
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL														
PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA PINLLOPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI UBICACION: PINLLOPATA - EL CORAZON														
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS														
RUBRO : 7		UNIDAD: M2												
DETALLE : HORMIGON ASFALTICO DE 4" (CAPA DE RODADURA)														
EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR									
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.03									
CARGADORA FRONTAL 150 HP	1.00	40.00	40.00	0.010	0.40									
VOLQUETA 20 TN	1.00	30.00	30.00	0.010	0.30									
PLANTA DE ASFALTO 60 Tn	1.00	145.00	145.00	0.010	1.45									
GENERADOR ELECTRICO	1.00	25.00	25.00	0.010	0.25									
FINISHER 147 HP	1.00	70.00	70.00	0.010	0.70									
RODILLO TANDEM 114 HP	1.00	35.00	35.00	0.010	0.35									
RODILLO NEUMATICO 150 HP	1.00	35.00	35.00	0.010	0.35									
SUBTOTAL M					3.83									
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR									
OPERADOR EQUIPO PESADO OP C1	4.00	4.04	16.16	0.010	0.16									
PEON EO E2	10.00	3.60	36.00	0.010	0.36									
INSPECTOR DE OBRA EO B3	1.00	4.05	4.05	0.010	0.04									
SUBTOTAL N					0.56									
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB										
ASFALTO	Gln	2.010	2.80	5.63										
ADITIVO MAGNABOND	m3	0.010	15.00	0.15										
DIESEL	Gln	0.500	1.10	0.55										
OBTENCION DE AGREGADOS PARA ASFALTO	m3	0.060	4.50	0.27										
SUBTOTAL O					6.60									
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB										
OBTENCION DE AGREGADOS PARA ASFALTO	m3	0.060	2.65	0.16										
SUBTOTAL P					0.16									
<table border="1"> <tr> <td>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</td> <td>11.15</td> </tr> <tr> <td>INDIRECTOS (%)</td> <td>10.00%</td> </tr> <tr> <td>UTILIDAD (%)</td> <td>10.00%</td> </tr> <tr> <td>COSTO TOTAL DEL RUBRO</td> <td>13.39</td> </tr> <tr> <td>VALOR UNITARIO</td> <td>13.39</td> </tr> </table>					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	11.15	INDIRECTOS (%)	10.00%	UTILIDAD (%)	10.00%	COSTO TOTAL DEL RUBRO	13.39	VALOR UNITARIO	13.39
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	11.15													
INDIRECTOS (%)	10.00%													
UTILIDAD (%)	10.00%													
COSTO TOTAL DEL RUBRO	13.39													
VALOR UNITARIO	13.39													
SON: TRECE DOLARES, 39/100 CENTAVOS ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA														
SALCEDO, 06 DE NOVIEMBRE DE 2020														
JONATAN CASTELLANO ELABORADO														

Anexo 85.- Rubro 8 – Excavación manual para cunetas

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL					
PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DE LA VÍA PINLLOPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI UBICACION: PINLLOPATA - EL CORAZON					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO :	8	UNIDAD: M3			
DETALLE :	EXCAVACION MANUAL PARA CUNETAS				
EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
EXCAVADORA ORUGA 140 HP	1.00	45.00	45.00	0.010	0.45
RODILLO LISO VIBRATORIO 125 HP	1.00	30.00	30.00	0.010	0.30
SUBTOTAL M					0.76
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
OPERADOR EQUIPO PESADO OP C1	2.00	4.04	8.08	0.010	0.08
PEON EO E2	2.00	3.60	7.20	0.010	0.07
INSPECTOR DE OBRA EO B3	1.00	4.05	4.05	0.010	0.04
SUBTOTAL N					0.19
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL O				0.00	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.95
INDIRECTOS (%)				10.00%	0.10
UTILIDAD (%)				10.00%	0.10
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.15
VALOR UNITARIO					1.15
SON: UN DOLAR, 15/100 CENTAVOS ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
SALCEDO, 06 DE NOVIEMBRE DE 2020				JONATAN CASTELLANO ELABORADO	

Anexo 86.- Rubro 9 – Cunetas Hormigón simple $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta Menor 2% de M.O.					0.44
CONCRETERA 1 SACO 13 Hp	1.00	5.00	5.00	0.560	2.80
VIBRADOR 9 Hp	1.00	4.00	4.00	0.560	2.24
SUBTOTAL M					5.48

MANO DE OBRA	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
DESCRIPCION	A	B	C=AxB	R	D=CxR
MAESTRO MAYOR EJEC.OBRAS CIVIL EO C1	1.00	4.04	4.04	0.550	2.22
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.65	7.30	0.550	4.02
PEON EO E2	8.00	3.60	28.80	0.550	15.84
SUBTOTAL N					22.08

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB
MATERIAL PETREO ARENA	M3	0.950	11.50	10.93
MATERIAL PETREO RIPIO	M3	0.650	11.50	7.48
CEMENTO PORTLAND	KG	360.500	0.15	54.08
AGUA	M3	0.220	0.50	0.11
ENCOFRADO	M2	2.000	4.00	8.00
ADITIVO	M3	0.300	1.40	0.42
SUBTOTAL O				81.02

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
DESCRIPCION		A	B	C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	108.58
INDIRECTOS (%)	10.00% 10.86
UTILIDAD (%)	10.00% 10.86
COSTO TOTAL DEL RUBRO	130.30
VALOR UNITARIO	130.30

SON: CIENTO TREINTA DOLARES, 30/100 CENTAVOS
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

JONATAN CASTELLANO
 ELABORADO

SALCEDO, 06 DE NOVIEMBRE DE 2020

ANEXO 6.- DISEÑO DE PLANOS

VISTA EN PLANTA
 KM: 0+000.00 - KM: 1+000.00
 ESC: 1:1000

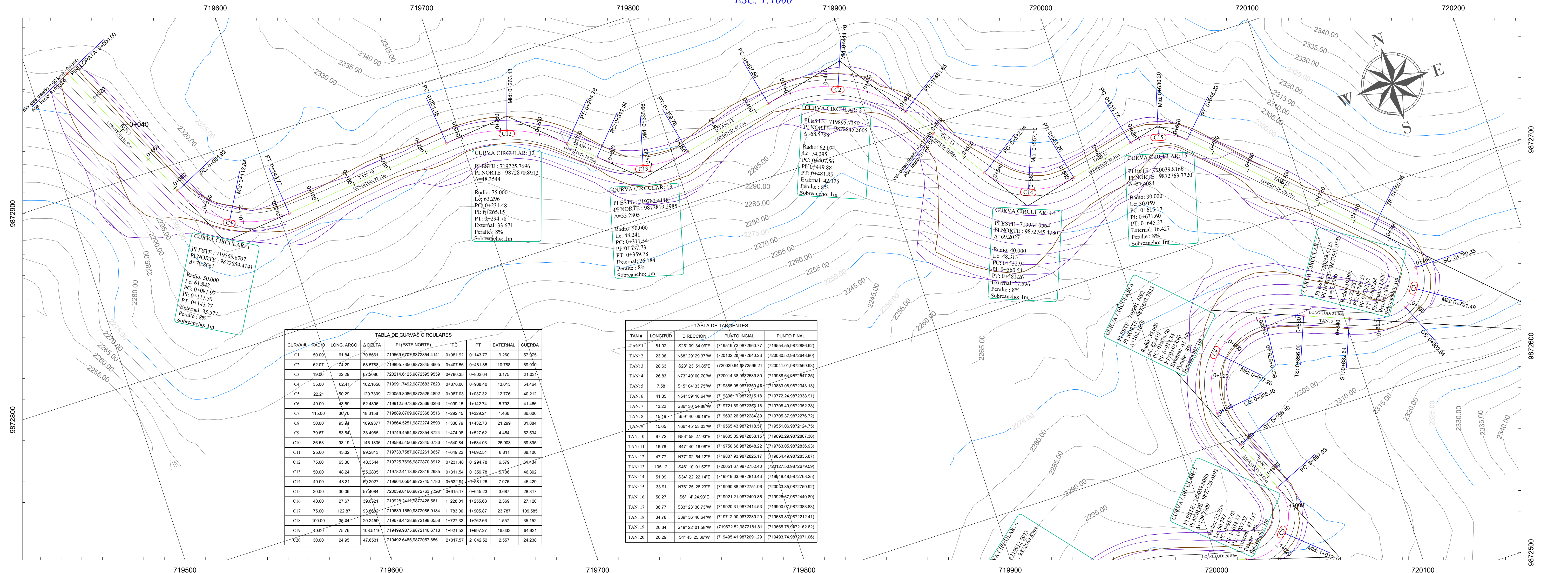
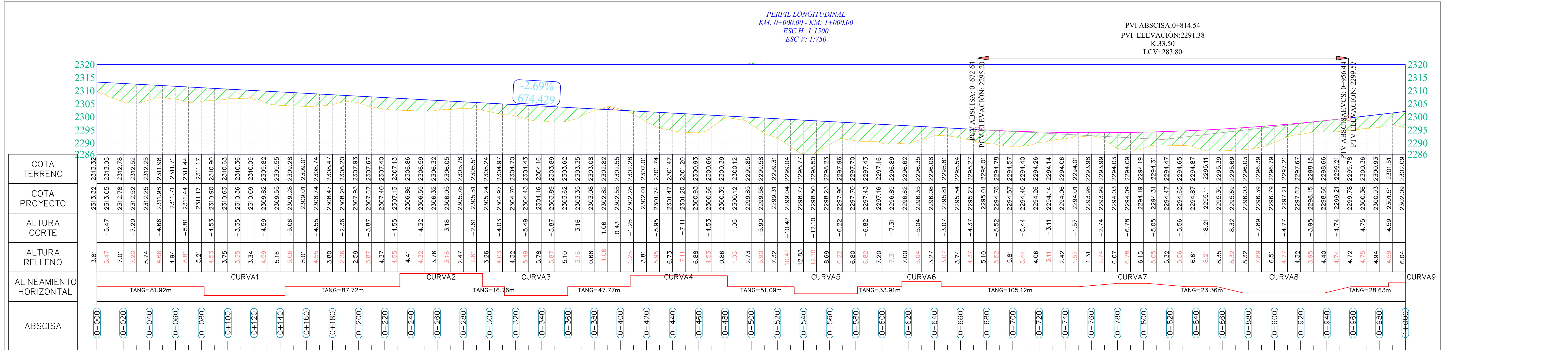


TABLA DE CURVAS CIRCULARES

CURVA #	RADIO	LONG. ARCO	Δ DELTA	PI (ESTE,NORTE)	PC	PT	EXTERNAL	CUERDA
C1	50.000	61.84	70.8661	719569.6707; 9872854.4141	0+081.92	0+143.77	9.260	57.875
C2	62.07	74.29	68.5788	719895.7350; 9872845.3605	0+407.56	0+481.85	10.788	69.839
C3	19.00	22.29	67.2086	720214.6125; 9872595.9559	0+780.35	0+802.64	3.175	21.031
C4	35.00	62.41	102.1658	719991.7492; 9872683.7823	0+876.00	0+938.40	13.013	54.464
C5	22.21	50.29	129.7309	720059.8086; 9872526.4882	0+987.03	1+037.32	12.776	40.212
C6	40.00	43.58	62.4396	719912.5973; 9872569.6293	1+099.15	1+142.74	5.793	41.466
C7	115.00	36.76	18.3158	719889.8709; 9872368.3516	1+292.45	1+329.21	1.466	36.006
C8	50.00	95.94	109.9377	719864.5251; 9872274.2593	1+336.79	1+422.73	21.299	81.884
C9	79.67	53.54	38.4985	719749.4554; 9872354.8724	1+474.08	1+527.82	4.454	52.534
C10	36.53	93.19	146.1836	719588.5456; 9872345.0736	1+540.84	1+634.03	25.903	69.895
C11	25.00	43.32	99.2813	719730.7587; 9872261.8657	1+640.22	1+692.54	6.811	38.100
C12	75.00	63.30	48.3544	719725.7696; 9872870.8912	0+231.48	0+294.78	6.579	61.434
C13	50.00	48.24	55.2805	719782.4118; 9872819.2985	0+311.54	0+359.78	9.706	46.392
C14	40.00	48.31	69.2027	719964.0564; 9872745.4780	0+532.94	0+581.26	7.075	45.429
C15	30.00	30.06	57.9084	720039.8166; 9872763.7720	0+615.17	0+645.23	3.667	28.817
C16	40.00	27.67	39.8321	719928.2449; 9872426.5611	1+229.01	1+255.68	2.369	27.120
C17	75.00	122.87	93.8849	719630.1960; 9872096.9184	1+763.00	1+905.87	23.787	109.585
C18	100.00	38.34	20.2458	719678.4428; 9872198.6558	1+727.32	1+762.66	1.557	35.152
C19	40.00	75.76	108.5116	719499.9875; 9872146.8718	1+621.52	1+697.27	16.633	64.931
C20	30.00	24.95	47.6531	719492.6485; 9872057.8561	2+017.57	2+042.52	2.557	24.238

TABLA DE TANGENTES

TAN #	LONGITUD	DIRECCION	PUNTO INICIAL	PUNTO FINAL
TAN 1	81.92	S25° 09' 34.09"E	(719519.72; 9872960.77)	(719554.55; 9872886.82)
TAN 2	23.36	N68° 29' 29.37"W	(720102.26; 9872640.23)	(720080.52; 9872648.80)
TAN 3	28.63	S23° 23' 51.85"E	(720029.64; 9872596.21)	(720041.01; 9872569.93)
TAN 4	28.83	N73° 00' 00.70"W	(720014.38; 9872530.80)	(719988.64; 9872547.35)
TAN 5	7.58	S15° 04' 33.75"W	(719885.05; 9872350.45)	(719883.08; 9872343.13)
TAN 6	41.35	N04° 59' 10.64"W	(719948.11; 9872315.18)	(719772.24; 9872338.91)
TAN 7	13.22	S88° 30' 54.86"W	(719771.69; 9872330.18)	(719708.49; 9872352.38)
TAN 8	15.18	S59° 40' 06.19"E	(719692.26; 9872284.39)	(719705.37; 9872276.72)
TAN 9	15.65	N66° 45' 53.03"W	(719665.43; 9872118.57)	(719651.06; 9872124.75)
TAN 10	87.72	N83° 58' 27.93"E	(719605.05; 9872858.15)	(719692.29; 9872867.36)
TAN 11	16.76	S47° 40' 16.08"E	(719750.66; 9872842.22)	(719763.05; 9872836.93)
TAN 12	47.77	N77° 02' 54.12"E	(719807.93; 9872825.17)	(719854.49; 9872835.87)
TAN 13	105.12	S46° 10' 01.52"E	(720051.67; 9872752.40)	(720127.50; 9872679.59)
TAN 14	51.09	S34° 22' 22.14"E	(719919.63; 9872810.43)	(719848.48; 9872768.29)
TAN 15	33.91	N16° 29' 28.23"E	(719990.88; 9872751.96)	(720033.85; 9872759.92)
TAN 16	50.27	S6° 14' 24.93"E	(719921.21; 9872490.86)	(719926.67; 9872480.89)
TAN 17	36.77	S33° 23' 30.73"W	(719920.31; 9872414.53)	(719900.07; 9872383.83)
TAN 18	34.78	S39° 38' 46.64"W	(719712.00; 9872239.20)	(719689.83; 9872212.41)
TAN 19	20.34	S19° 22' 01.58"W	(719672.52; 9872181.81)	(719665.78; 9872162.82)
TAN 20	20.29	S4° 43' 25.36"W	(719495.41; 9872091.29)	(719493.74; 9872071.06)



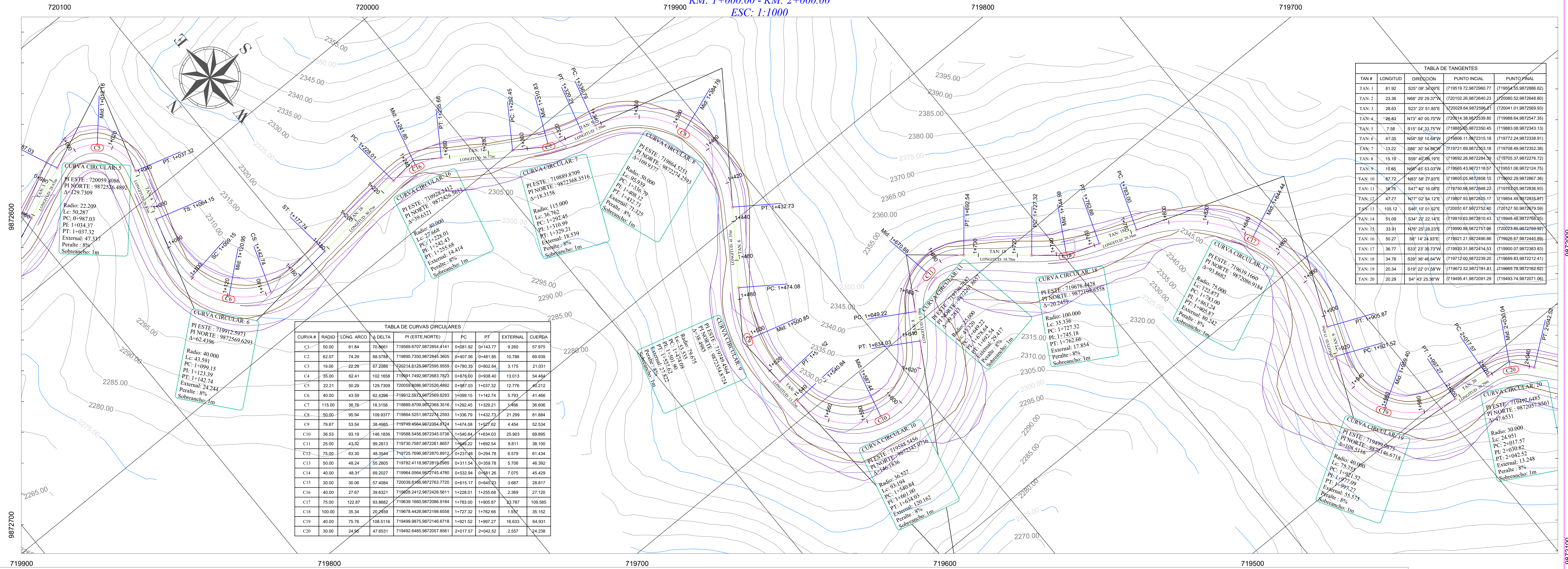
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DE LA VIA PINLOPATA - EL CORAZON EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 PERTENECIENTE AL CANTON PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

CONTIENE: VISTA EN PLANTA, PERFIL LONGITUDINAL ABCS 0+000.00 - 1+000.00, TABLAS DE CURVAS CIRCULARES Y TANGENTES

VIA CLASE: CLASE III	LONGITUD: 4122.88 m	ESTUDIO: DEFINITIVO	UBICACION: PROVINCIA: COTOPAXI CANTON: PANGUA PARROQUIA: PINLOPATA	FECHA: 18/11/2020
DIBUJADO POR: EDGO. JONATAN CASTELLANO	REVISADO POR: ING. WILSON MORAÑA		ESCALA: INDICADAS	LAMINA 1 DE 9

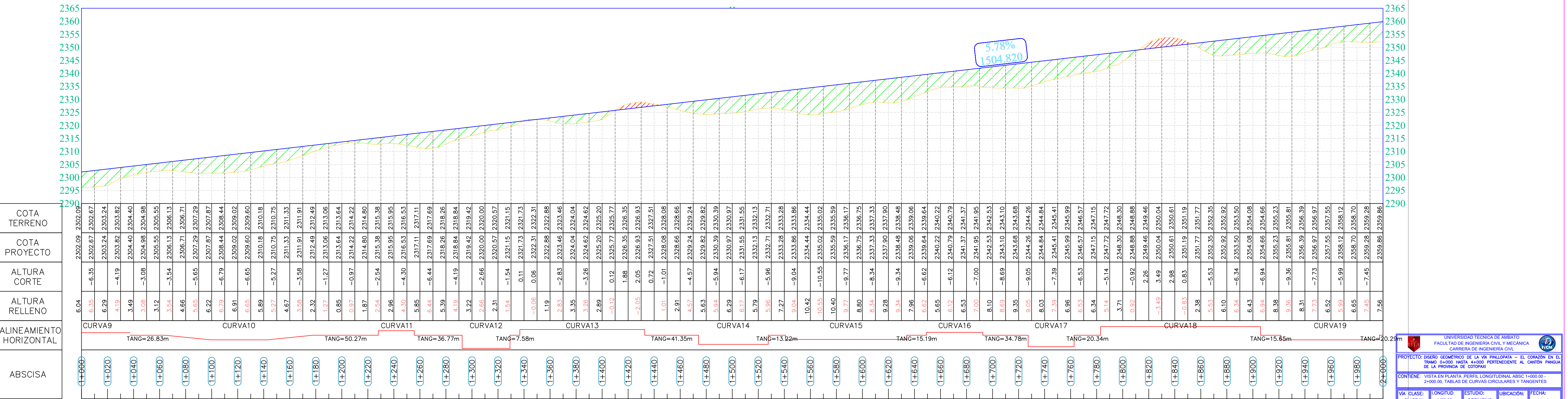
VISTA EN PLANTA
 KM: 1+000.00 - KM: 2+000.00
 ESC: 1:1000



TAN #	LONGITUD	DIRECCIÓN	PUNTO INICIAL	PUNTO FINAL
TAN-1	81.92	S25° 09' 34" O	(719519.72, 9872960.77)	(719554.55, 9872868.62)
TAN-2	23.36	N68° 29' 28.37" E	(720102.26, 9872940.23)	(720080.52, 9872648.80)
TAN-3	28.63	S23° 23' 51" E	(720029.64, 9872596.41)	(720041.01, 9872569.63)
TAN-4	26.83	N73° 40' 00.70" W	(720014.38, 9872539.80)	(719888.04, 9872547.35)
TAN-5	7.58	S15° 04' 33.75" W	(719852.66, 9872350.45)	(719883.08, 9872343.13)
TAN-6	41.35	N54° 59' 16.64" E	(719806.11, 9872315.18)	(719772.24, 9872338.91)
TAN-7	13.22	S88° 30' 54.86" E	(719721.69, 9872303.18)	(719708.49, 9872352.38)
TAN-8	15.19	S59° 40' 06.19" E	(719692.26, 9872284.30)	(719705.37, 9872276.72)
TAN-9	15.85	N68° 45' 53.03" W	(719665.43, 9872118.57)	(719651.06, 9872124.75)
TAN-10	87.72	N83° 58' 27.93" E	(719605.05, 9872058.15)	(719602.29, 9872067.36)
TAN-11	18.76	S47° 40' 16.08" E	(719570.08, 9872048.22)	(719703.00, 9872036.93)
TAN-12	47.77	N77° 02' 54.12" E	(719507.93, 9872025.40)	(719654.49, 9872035.87)
TAN-13	105.12	S48° 10' 01.52" E	(720051.67, 9872782.40)	(720127.50, 9872789.59)
TAN-14	51.09	S34° 22' 22.14" E	(719191.63, 9872810.43)	(719948.48, 9872788.52)
TAN-15	33.91	N76° 25' 28.23" E	(719950.88, 9872751.96)	(720023.65, 9872769.62)
TAN-16	50.27	S8° 14' 28.93" E	(719921.21, 9872490.86)	(719926.67, 9872440.80)
TAN-17	36.77	S23° 23' 30.73" W	(719900.31, 9872414.53)	(719900.07, 9872383.63)
TAN-18	34.78	S39° 36' 46.64" W	(719712.00, 9872239.20)	(719869.83, 9872212.41)
TAN-19	20.34	S19° 22' 01.58" W	(719672.52, 9872181.81)	(719665.78, 9872162.62)
TAN-20	20.29	S4° 43' 25.36" W	(719495.41, 9872091.29)	(719493.74, 9872071.06)

CURVA #	RADIO	LONG ARCO	Δ DELTA	PI (ESTE/NORTE)	PC	PT	EXTERNAL	CUERDA
C1	50.00	61.84	70.8061	719569.6707, 9872854.4141	0+081.92	0+143.77	9.260	57.975
C2	62.07	74.29	68.5788	719895.7350, 9872945.3005	0+407.58	0+481.85	10.788	69.639
C3	19.00	22.29	67.2086	720214.6125, 9872595.9559	0+780.35	0+802.64	3.175	21.031
C4	35.00	62.41	102.1658	719011.7492, 9872063.7823	0+876.00	0+938.40	13.013	54.464
C5	22.21	50.29	129.7309	720050.8066, 9872526.4892	0+987.03	1+037.32	12.776	40.212
C6	40.00	43.59	62.4396	719912.5970, 9872569.6293	1+099.15	1+142.74	5.793	41.466
C7	115.00	36.76	18.3158	719889.8709, 9872368.3516	1+292.45	1+320.21	1.466	36.606
C8	50.00	95.94	109.9377	719664.5251, 9872274.2593	1+336.79	1+432.73	21.299	81.884
C9	79.87	53.54	38.4985	719749.4564, 9872354.8724	1+474.08	1+527.62	4.454	52.534
C10	35.53	93.19	146.1836	719688.5456, 9872345.0739	1+540.84	1+634.03	25.903	69.885
C11	25.00	43.32	99.2813	719730.7587, 9872261.8857	1+629.22	1+692.54	8.811	38.100
C12	75.00	63.30	48.3544	719725.7696, 9872870.8912	0+231.48	0+294.78	6.579	61.434
C13	50.00	48.24	55.2605	719782.4118, 9872819.2585	0+311.54	0+359.78	5.706	48.392
C14	40.00	48.31	69.2027	719964.0564, 9872445.4780	0+532.94	0+611.26	7.075	45.429
C15	30.00	30.06	57.4084	720038.8466, 9872763.7720	0+615.17	0+640.23	3.687	28.817
C16	40.00	27.67	39.6321	719658.2412, 9872426.5611	1+228.01	1+255.68	2.369	27.120
C17	75.00	122.87	93.8682	719639.1650, 9872086.9184	1+783.00	1+905.87	33.787	108.585
C18	100.00	95.34	20.2459	719678.4428, 9872198.6558	1+727.32	1+762.66	1.282	35.152
C19	40.00	75.78	108.5116	719499.9875, 9872146.6718	1+821.53	1+987.27	16.633	64.931
C20	30.00	24.96	47.6531	719492.6485, 9872057.8561	2+017.57	2+042.52	2.557	24.238

PERFIL LONGITUDINAL
 KM: 1+000.00 - KM: 2+000.00
 ESC: 1:1500
 ESC V: 1:750



ALINEAMIENTO HORIZONTAL	ABSCISA	COTA TERRENO	COTA PROYECTO	ALTURA CORTE	ALTURA RELLENO
CURVA9	1+000	2302.09	2302.67	-6.35	6.04
	1+020	2303.24	2303.82	-4.19	6.29
	1+040	2304.40	2304.98	-3.08	3.49
	1+060	2305.55	2306.13	-3.54	3.12
	1+080	2306.71	2307.29	-5.65	4.66
	1+100	2307.87	2308.44	-6.79	6.22
	1+120	2309.02	2309.60	-6.65	6.91
	1+140	2310.18	2310.75	-5.27	5.89
	1+160	2311.33	2311.91	-3.58	4.67
	1+180	2312.49	2313.06	-1.27	2.32
	1+200	2313.64	2314.22	-0.97	0.85
	1+220	2314.80	2315.40	-1.87	1.87
	1+240	2315.95	2316.53	-2.54	2.96
	1+260	2317.11	2317.69	-0.58	5.85
	1+280	2318.26	2318.84	-0.58	6.44
	1+300	2319.42	2319.99	-0.57	5.39
	1+320	2320.57	2320.57	-0.06	3.22
	1+340	2321.73	2321.73	0.11	2.31
	1+360	2322.88	2322.88	-2.83	1.19
	1+380	2324.04	2324.04	-3.35	3.35
	1+400	2325.20	2325.20	-0.12	2.89
	1+420	2326.35	2326.35	2.05	-2.05
	1+440	2327.51	2327.51	0.72	1.01
	1+460	2328.66	2328.66	-1.01	2.91
	1+480	2329.82	2329.82	-4.57	4.57
	1+500	2330.97	2330.97	-5.94	5.63
	1+520	2332.13	2332.13	-6.17	6.29
	1+540	2333.28	2333.28	-5.96	5.79
	1+560	2334.44	2334.44	-9.04	7.27
	1+580	2335.59	2335.59	-10.55	10.42
	1+600	2336.75	2336.75	-9.77	10.40
	1+620	2337.90	2337.90	-8.34	8.80
	1+640	2339.06	2339.06	-9.34	9.28
	1+660	2340.22	2340.22	-6.62	7.96
	1+680	2341.37	2341.37	-6.12	6.62
	1+700	2342.53	2342.53	-7.00	5.65
	1+720	2343.68	2343.68	-8.69	8.10
	1+740	2344.84	2344.84	-9.05	9.35
	1+760	2345.99	2345.99	-7.39	8.03
	1+780	2347.15	2347.15	-6.53	6.96
	1+800	2348.30	2348.30	-5.14	5.14
	1+820	2349.46	2349.46	-0.92	0.92
	1+840	2350.61	2350.61	-3.49	-1.49
	1+860	2351.77	2351.77	2.38	-0.83
	1+880	2352.92	2352.92	5.53	2.38
	1+900	2354.08	2354.08	6.10	6.10
	1+920	2355.23	2355.23	6.34	6.34
	1+940	2356.39	2356.39	6.43	6.43
	1+960	2357.55	2357.55	6.94	6.94
	1+980	2358.70	2358.70	8.38	8.38
	2+000	2359.86	2359.86	9.35	9.35
				8.31	8.31
				6.52	6.52
				5.99	5.99
				7.45	7.45
				7.56	7.56

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

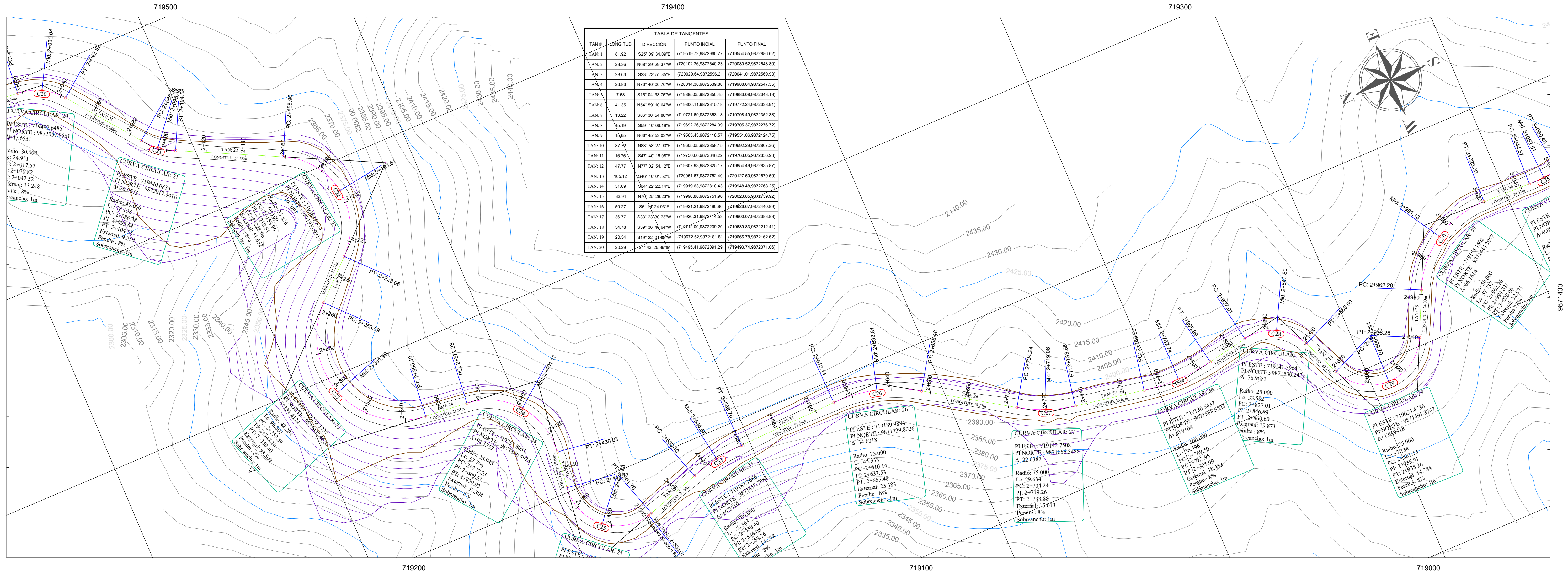
PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PUNLLORATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 PERPENDICULAR AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTACACHI

CONTIENE: VISTA EN PLANTA, PERFIL LONGITUDINAL ASO 1+000.00 - 2+000.00, TABLAS DE CURVAS CIRCULARES Y TANGENTES

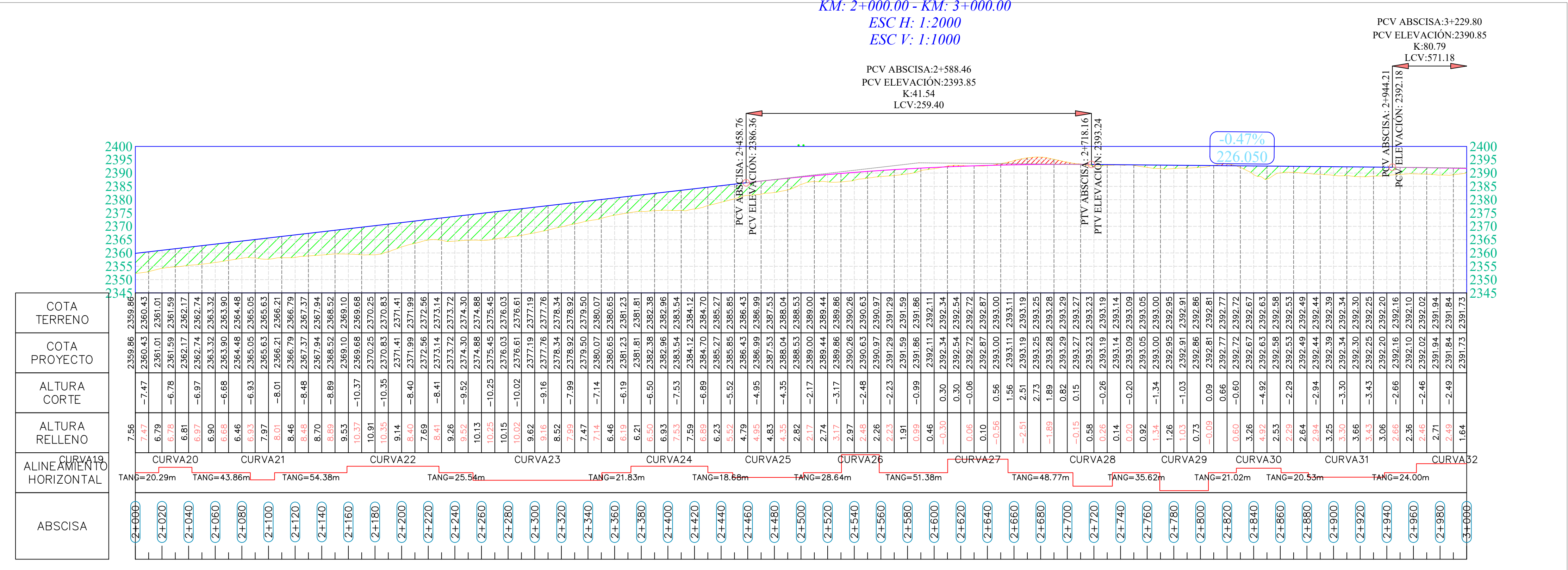
VIA CLASE: CLASE III
 LONGITUD: 4122.88 m
 ESTUDIO: DEFINITIVO
 UBICACIÓN: PROVINCIA COTACACHI, CANTÓN PANGUA, PARROQUIA PUNLLORATA
 FECHA: 18/11/2020
 ESCALA: INDICADAS

DIBUJADO POR: EDOU JUAN CASTELLANO
 REVISADO POR: NICOLAS PRUDON WARDA
 LÁMINA 2 DE 11

VISTA EN PLANTA
 KM: 2+000.00 - KM: 3+000.00
 ESC: 1:1000



PERFIL LONGITUDINAL
 KM: 2+000.00 - KM: 3+000.00
 ESC H: 1:2000
 ESC V: 1:1000



CURVA #	RADIO	Δ DELTA	PI (ESTE-NORTE)	PC	PT	EXTERNAL	CUERDA
C1	50.00	61.84	719569.67, 9872854.41	0+81.92	0+143.77	9.280	57.875
C2	62.07	74.29	719895.73, 9872845.30	0+407.56	0+481.85	10.788	69.809
C3	19.00	22.29	720214.61, 9872595.95	0+780.35	0+802.64	3.175	21.031
C4	35.00	50.21	719991.74, 9872683.78	0+876.00	0+938.40	13.013	54.464
C5	22.21	52.49	720059.80, 9872526.49	0+987.03	1+037.32	12.776	40.212
C6	40.00	43.59	719912.59, 9872569.62	1+099.15	1+142.74	5.793	41.466
C7	115.00	36.76	719889.67, 9872388.35	1+292.45	1+329.21	1.466	36.606
C8	50.00	95.84	719864.52, 9872274.29	1+336.79	1+432.73	21.299	61.884
C9	79.67	53.54	719749.45, 9872354.82	1+474.08	1+527.62	4.454	52.534
C10	35.53	93.19	719581.54, 9872345.07	1+540.84	1+634.03	25.903	69.895
C11	25.00	43.32	719730.78, 9872281.85	1+649.22	1+729.21	6.811	38.100
C12	75.00	63.30	719725.70, 9872270.89	0+231.48	0+294.78	6.579	61.434
C13	50.00	48.24	719782.41, 9872219.29	0+311.54	0+359.78	5.706	46.392
C14	40.00	48.31	719964.06, 9872745.47	0+532.94	0+581.26	7.075	45.429
C15	30.00	30.06	720039.81, 9872763.77	0+615.17	0+645.23	3.687	28.817
C16	40.00	27.67	719828.24, 9872426.51	1+228.01	1+255.68	2.369	27.120
C17	75.00	122.87	719639.16, 9872086.91	1+783.00	1+905.87	23.787	109.585
C18	100.00	35.34	719578.42, 9872196.65	1+727.32	1+762.66	1.567	35.152
C19	40.00	75.76	719499.98, 9872146.67	1+821.52	1+897.27	16.633	64.931
C20	30.00	24.95	719492.64, 9872057.65	2+017.57	2+042.52	2.557	24.238

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLLAPATA - EL CORAZÓN EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

CONTIENE: VISTA EN PLANTA, PERFIL LONGITUDINAL ABCS 2+000.00 - 3+000.00, TABLAS DE CURVAS CIRCULARES Y TANGENTES

VIA CLASE: CLASE III	LONGITUD: 4122.88 m	ESTUDIO: DEFINITIVO	UBICACIÓN: CANTÓN PANGUA, PARROQUIA PINLLAPATA	FECHA: 18/11/2020
DIBUJADO POR: EDGO JONATAN CASTELLANO	REVISADO POR: ING. MSc. FRISON MORAERA		ESCALA: INDICADAS	LÁMINA: 3 DE 9

VISTA EN PLANTA
 KM: 3+000.00 - KM: 4+122.88
 ESC: 1:1000

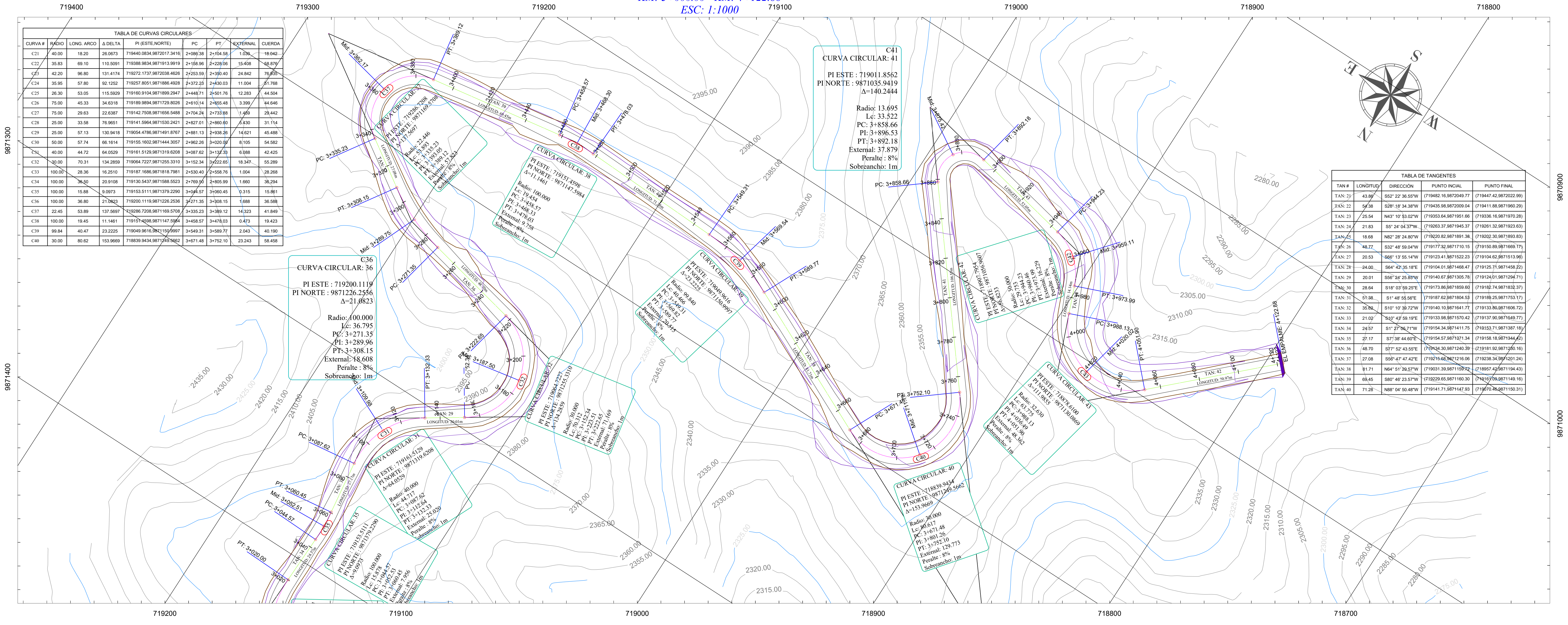


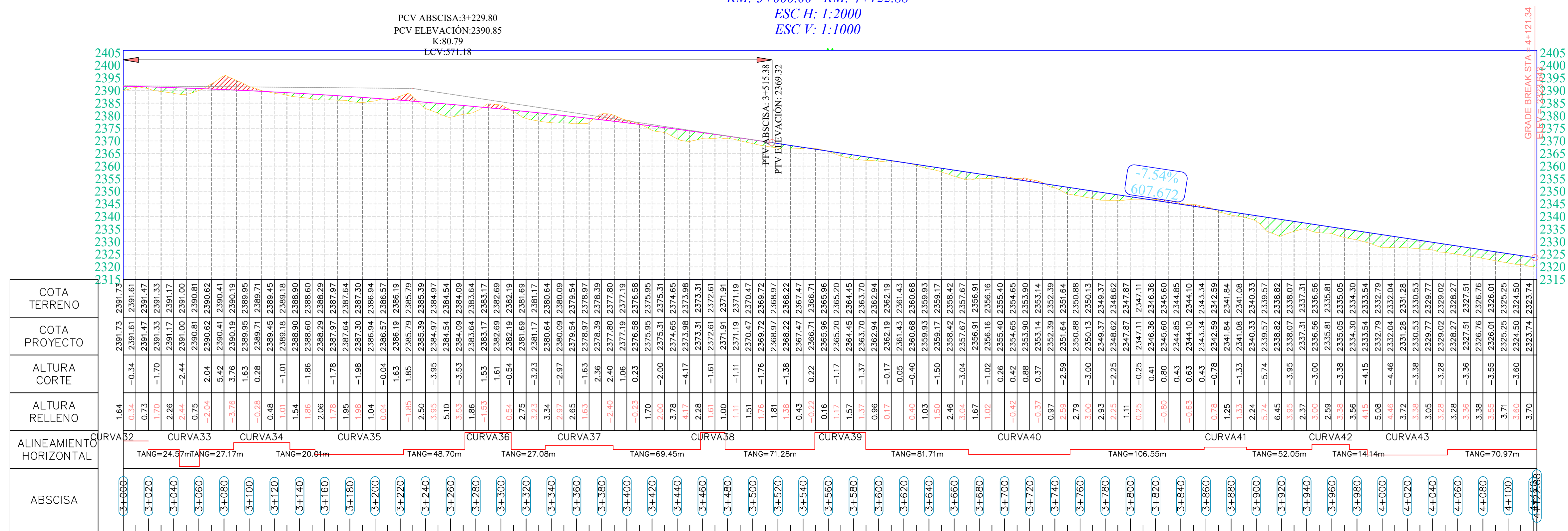
TABLA DE CURVAS CIRCULARES

CURVA #	RADIO	LONG ARCO	Δ DELTA	PI (ESTE/NORTE)	PC	PT	EXT. EXTERNAL	CUERDA
C21	40.00	18.20	26.0673	719440.0834, 987217.3416	2+099.58	2+104.58	1.026	19.042
C22	35.83	69.10	110.5091	719388.9834, 9871913.9919	2+158.56	2+228.06	15.408	58.879
C23	42.20	96.80	131.4174	719272.1737, 9872038.4626	2+253.56	2+350.40	24.842	76.838
C24	35.95	57.80	92.1252	719257.8051, 9871886.4928	2+372.23	2+430.03	11.004	51.768
C25	26.30	53.05	115.5929	719160.9104, 9871899.2947	2+448.71	2+501.76	12.283	44.504
C26	75.00	45.33	34.6318	719189.9894, 9871729.8028	2+610.14	2+655.48	3.399	44.646
C27	75.00	29.63	22.6387	719142.7508, 9871656.5488	2+704.24	2+733.88	1.459	29.442
C28	25.00	33.58	76.9651	719141.5964, 9871530.2421	2+827.01	2+860.60	4.330	31.114
C29	25.00	57.13	130.8418	719054.4786, 9871491.8787	2+881.13	2+938.26	14.621	45.488
C30	50.00	57.74	66.1614	719155.1622, 9871444.3057	2+962.26	3+020.02	8.105	54.582
C31	40.00	44.72	64.0529	719161.5129, 9871319.6208	3+087.62	3+132.33	6.088	42.435
C32	30.00	70.31	134.2859	719094.7227, 9871255.3310	3+152.34	3+222.65	18.347	65.289
C33	100.00	28.36	16.2510	719187.1686, 9871168.7981	3+530.45	3+558.76	1.004	28.268
C34	100.00	36.20	20.9108	719130.5437, 9871568.5523	3+769.55	3+805.99	1.660	36.294
C35	100.00	15.86	9.0973	719153.5111, 9871379.2200	3+948.57	3+960.45	0.315	15.861
C36	100.00	36.80	21.0823	719200.1119, 9871226.2536	3+271.35	3+308.15	1.688	36.588
C37	22.45	53.89	137.5697	719286.7208, 9871169.5708	3+335.23	3+389.12	14.323	41.849
C38	100.00	19.45	11.1461	719157.4508, 9871147.5964	3+458.57	3+478.03	0.473	19.423
C39	99.84	40.47	23.2225	719049.9616, 9871159.6997	3+549.31	3+589.77	2.043	40.190
C40	30.00	80.62	153.9869	719330.9434, 9871149.5682	3+671.48	3+752.10	23.243	58.458

TABLA DE TANGENTES

TAN #	LONGITUD	DIRECCIÓN	PUNTO INICIAL	PUNTO FINAL
TAN-21	43.89	S22° 22' 36.55" W	(719482.16, 9872049.77)	(719447.42, 9872022.98)
TAN-22	54.58	S20° 18' 34.38" W	(719435.58, 9872009.04)	(719411.88, 9871950.29)
TAN-23	25.54	N43° 10' 53.02" W	(719353.64, 9871951.68)	(719336.16, 9871970.28)
TAN-24	21.83	S5° 24' 04.37" W	(719263.37, 9871945.37)	(719261.32, 9871923.65)
TAN-25	18.68	N82° 28' 24.80" W	(719200.82, 9871891.38)	(719202.90, 9871893.83)
TAN-26	48.77	S32° 48' 59.04" W	(719177.32, 9871710.15)	(719150.89, 9871669.17)
TAN-27	20.53	S86° 15' 55.14" W	(719123.41, 9871522.23)	(719104.62, 9871513.96)
TAN-28	24.00	S84° 42' 35.18" E	(719104.01, 9871468.47)	(719125.51, 9871458.22)
TAN-29	20.01	S90° 24' 25.89" W	(719140.67, 9871305.78)	(719124.01, 9871294.71)
TAN-30	28.64	S18° 03' 09.25" E	(719173.86, 9871859.60)	(719182.74, 9871832.37)
TAN-31	51.98	S1° 48' 55.56" E	(719187.62, 9871804.53)	(719189.25, 9871753.17)
TAN-32	30.92	S10° 10' 36.72" W	(719140.18, 9871641.77)	(719133.80, 9871606.72)
TAN-33	21.02	S10° 43' 59.19" E	(719133.08, 9871570.42)	(719137.90, 9871549.77)
TAN-34	24.57	S1° 27' 36.71" W	(719154.34, 9871411.75)	(719153.71, 9871387.15)
TAN-35	27.17	S7° 38' 44.80" E	(719154.57, 9871321.34)	(719158.18, 9871344.42)
TAN-36	48.70	S77° 52' 42.55" E	(719134.30, 9871340.39)	(719181.92, 9871256.16)
TAN-37	27.08	S58° 47' 47.42" E	(719215.66, 9871216.06)	(719238.34, 9871201.24)
TAN-38	81.71	N64° 51' 28.57" W	(719031.39, 9871159.92)	(719057.42, 9871154.43)
TAN-39	69.45	S80° 46' 23.57" W	(719229.65, 9871160.30)	(719270.59, 9871149.16)
TAN-40	71.28	N88° 04' 50.48" W	(719141.71, 9871147.93)	(719270.26, 9871150.31)

PERFIL LONGITUDINAL
 KM: 3+000.00 - KM: 4+122.88
 ESC H: 1:2000
 ESC V: 1:1000



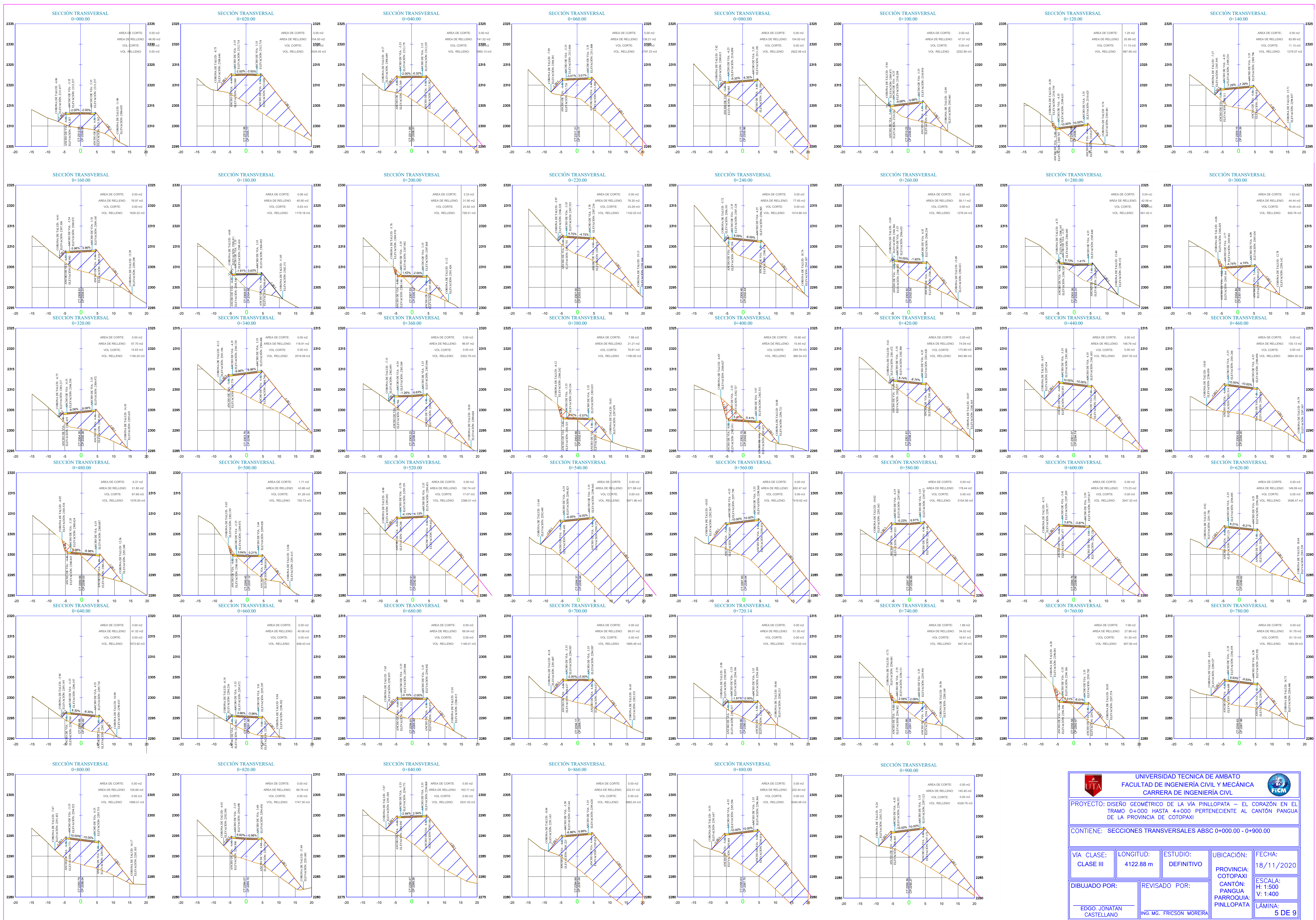
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DE LA VIA PINLLOPATA - EL CORAZON EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 PERTENECIENTE AL CANTON PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

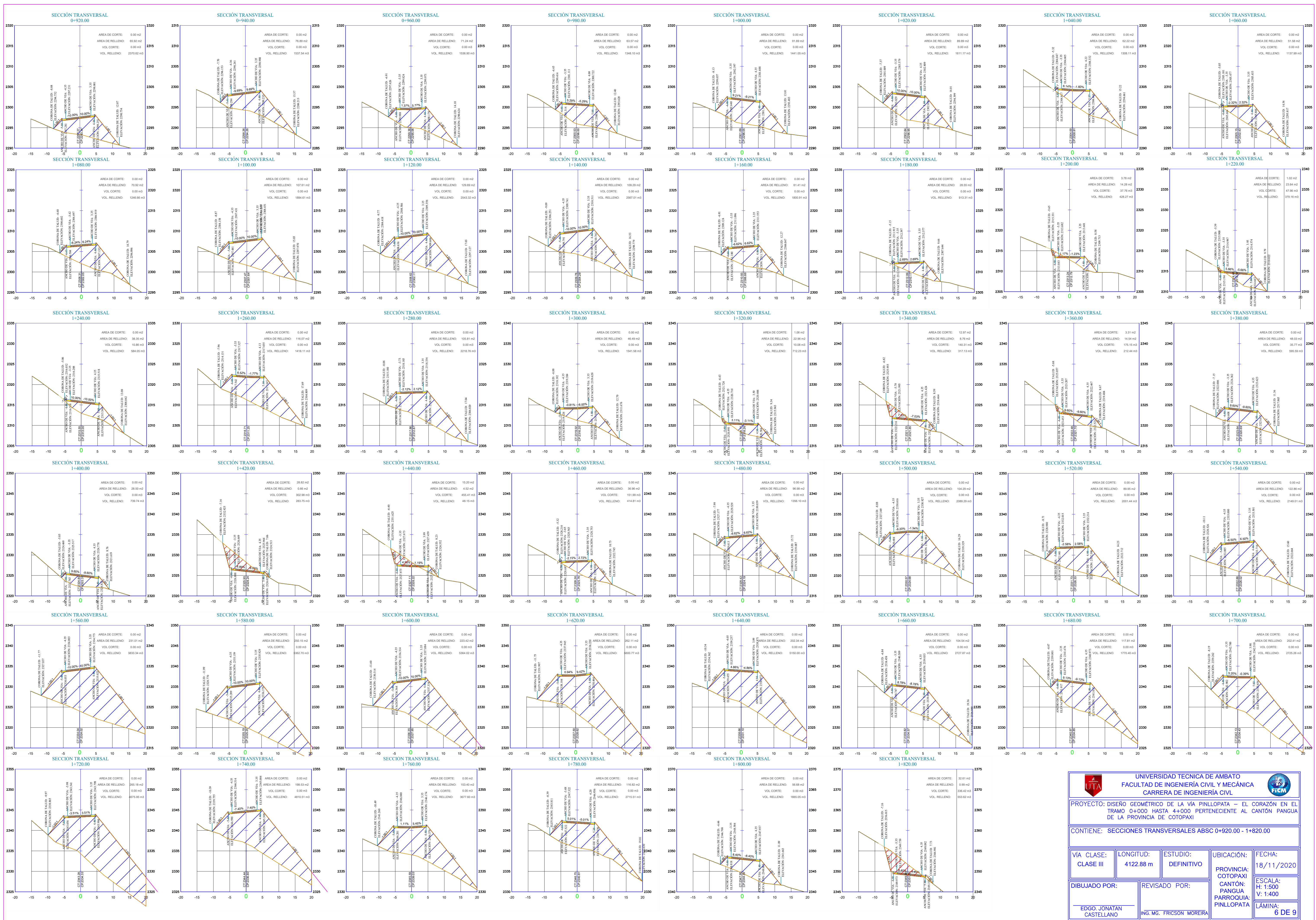
CONTIENE: VISTA EN PLANTA, PERFIL LONGITUDINAL ABCS 3+000.00 - 4+122.88, TABLAS DE CURVAS CIRCULARES Y TANGENTES

VIA CLASE: CLASE III
 LONGITUD: 4122.88 m
 ESTUDIO: DEFINITIVO
 UBICACION: PROVINCIA: COTOPAXI, CANTON: PANGUA, PARROQUIA: PINLLOPATA
 FECHA: 18/11/2020
 ESCALA: INDICADAS
 LAMINA: 4 DE 9

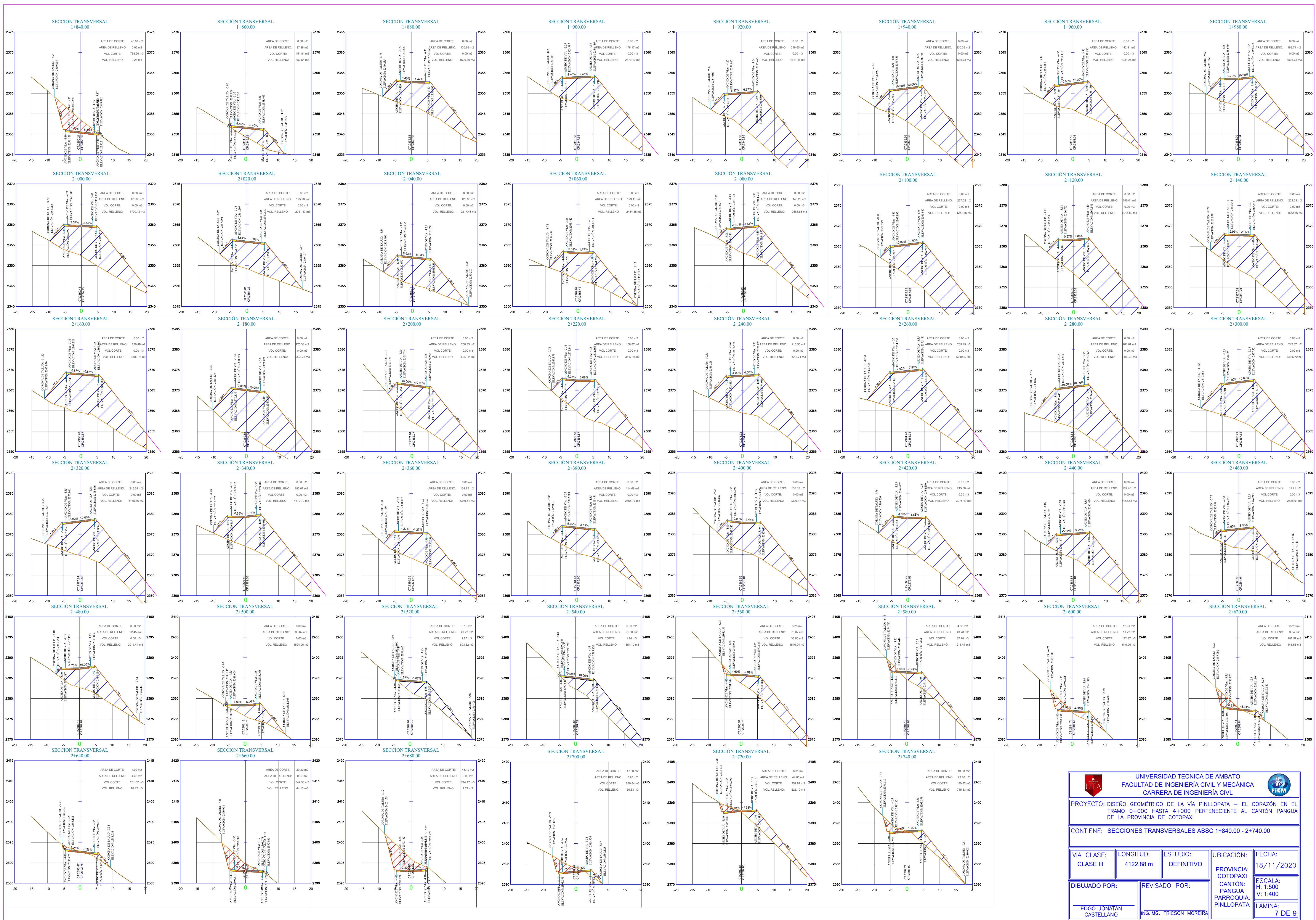
DIBUJADO POR: EDGO. JONATAN CASTELLANO
 REVISADO POR: ING. MG. FRICSON MOREIRA



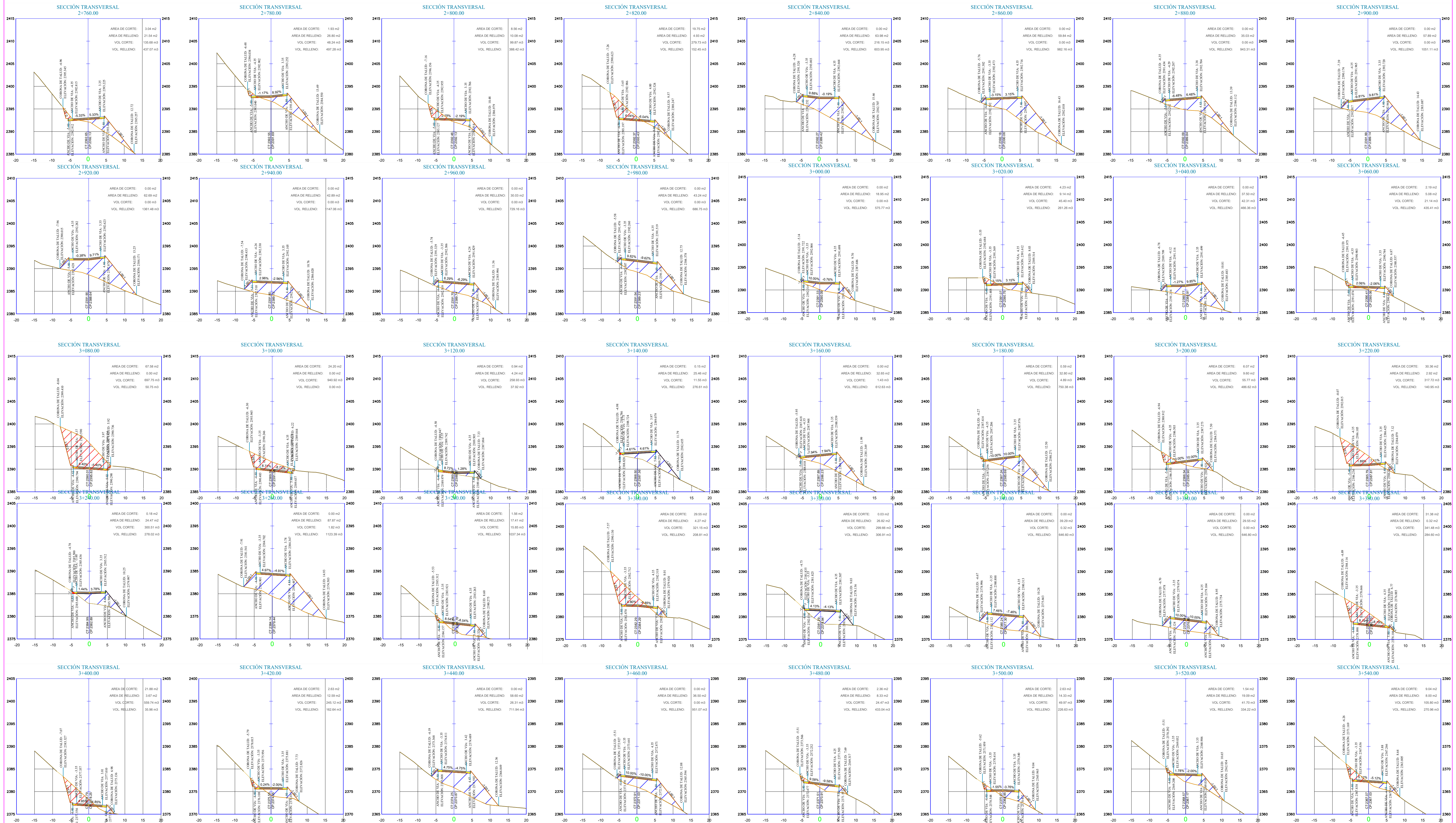
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL				
PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA PINLOPATA – EL CORAZÓN EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI				
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES ABCS 0+000.00 - 0+900.00				
VIA CLASE: CLASE III	LONGITUD: 4122.88 m	ESTUDIO: DEFINITIVO	UBICACIÓN: PROVINCIA: COTOPAXI CANTÓN: PANGUA PARROQUIA: PINLOPATA	FECHA: 18/11/2020
DIBUJADO POR: EDGO. JONATAN CASTELLANO	REVISADO POR: ING. MG. FRICSON MOREIRA	ESCALA: H: 1:500 V: 1:400 LÁMINA: 5 DE 9		



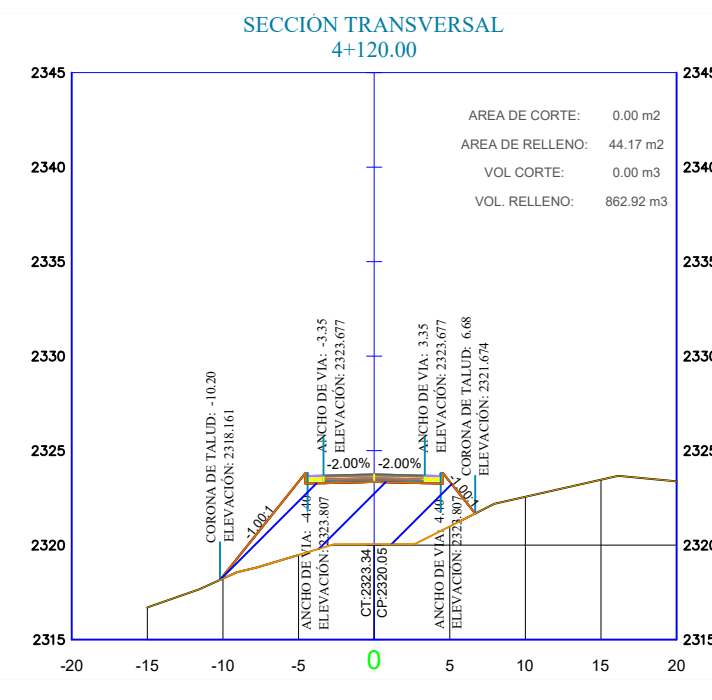
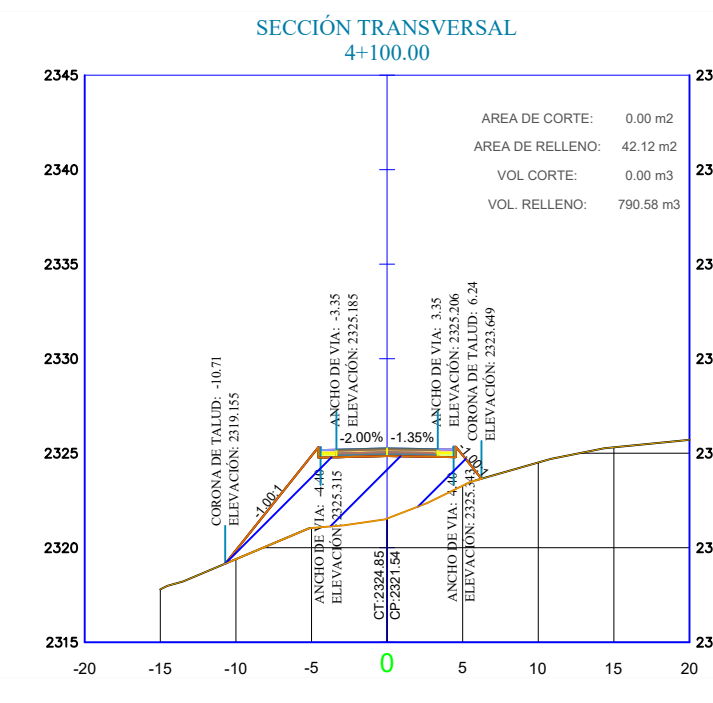
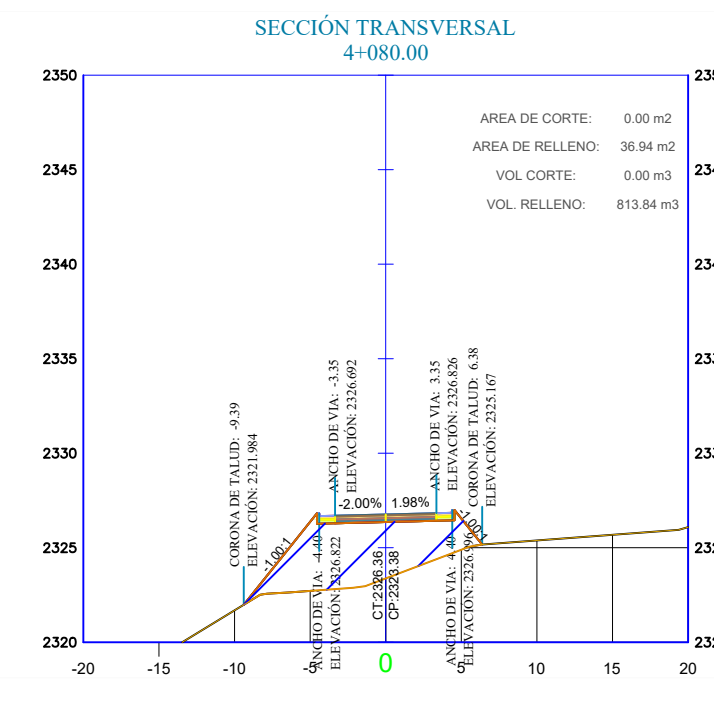
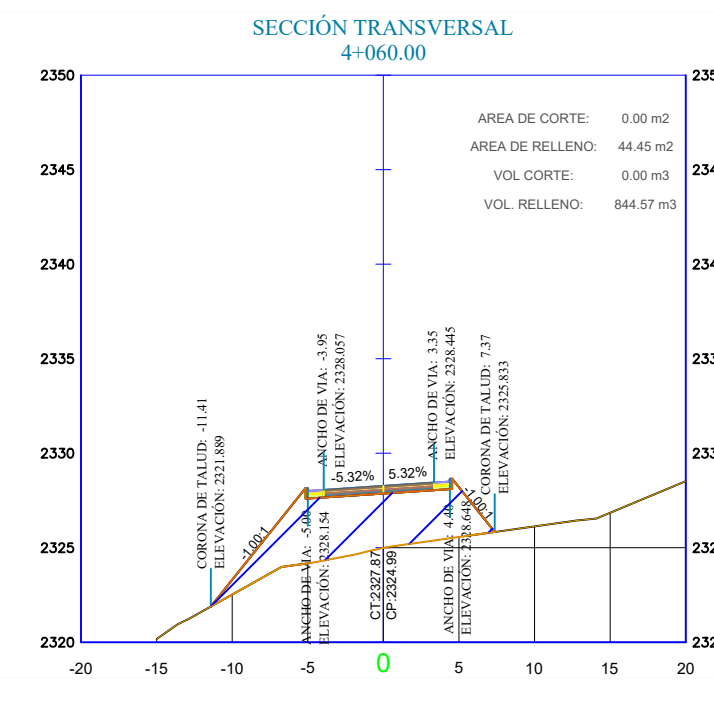
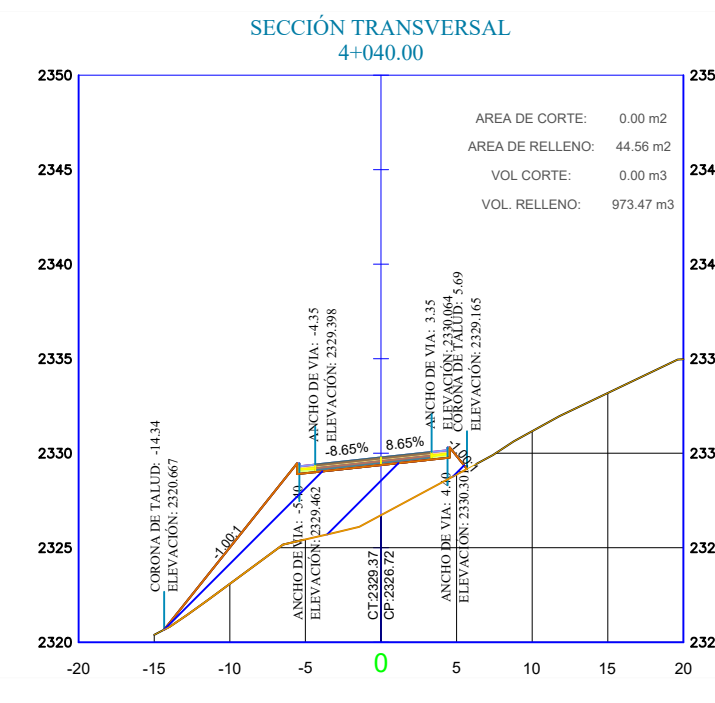
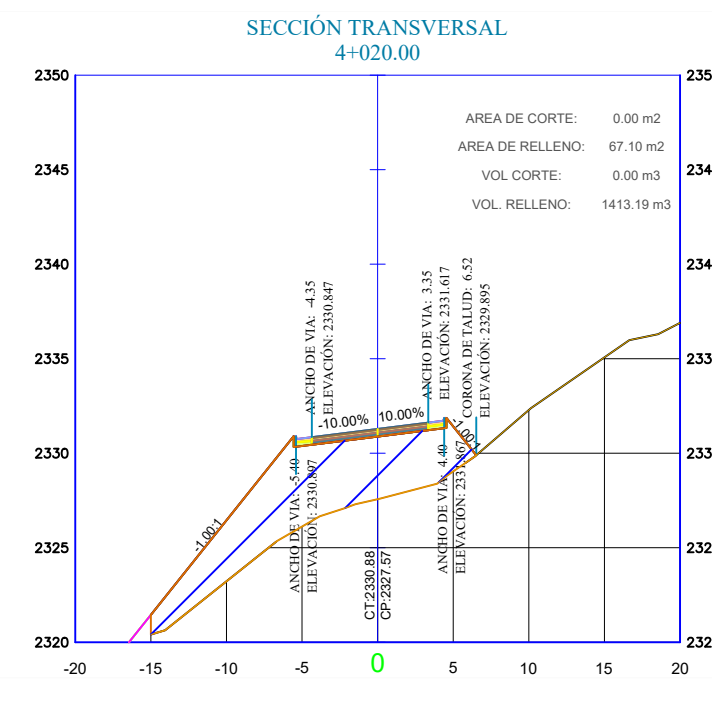
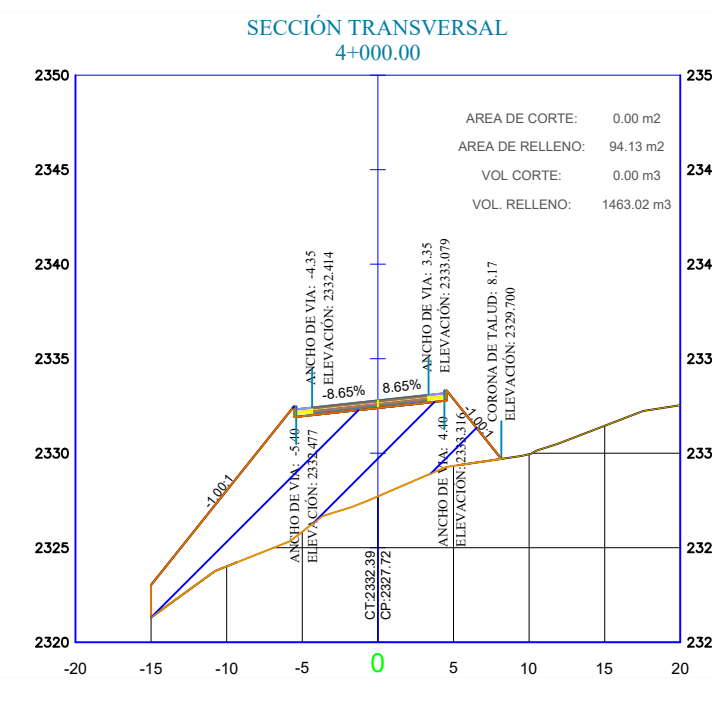
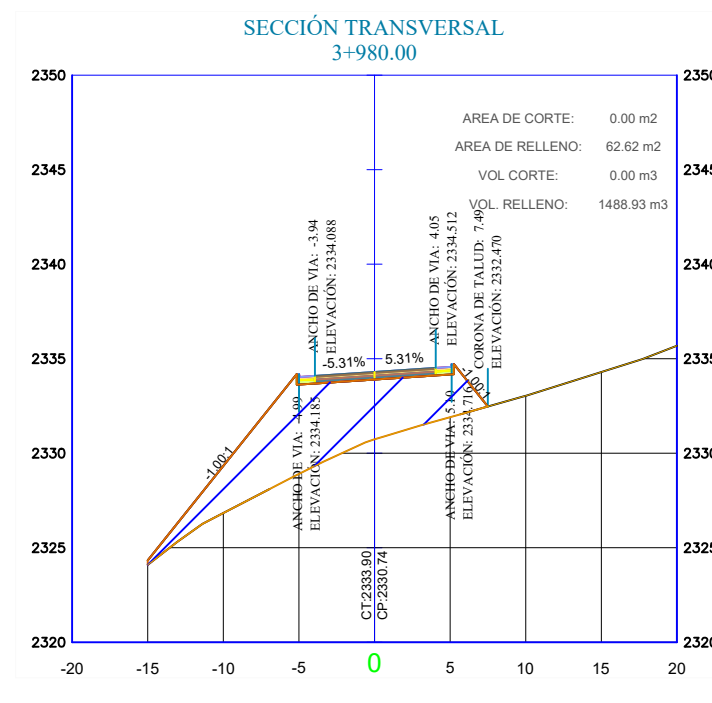
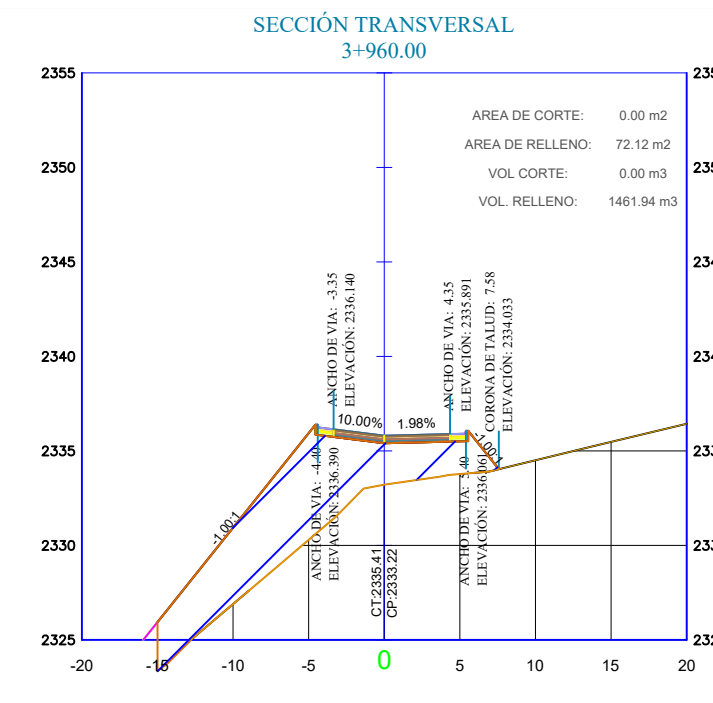
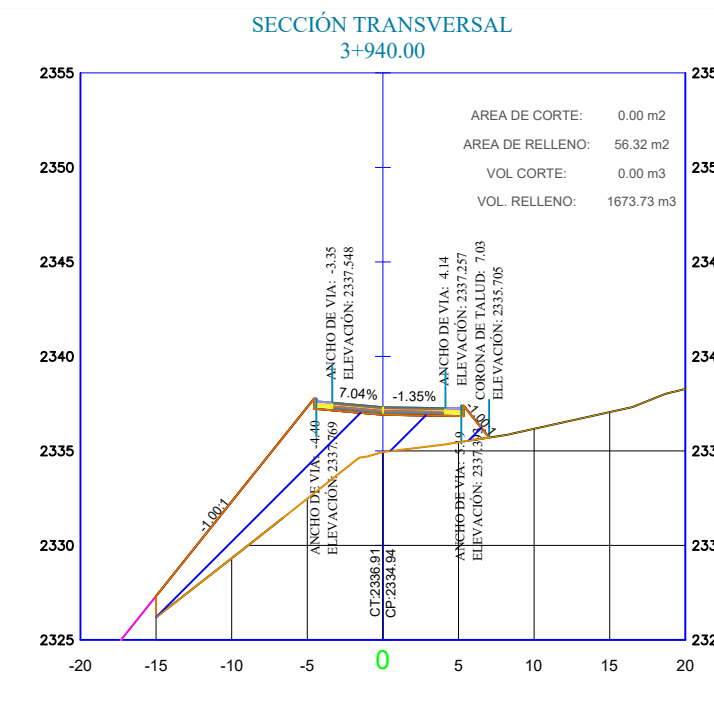
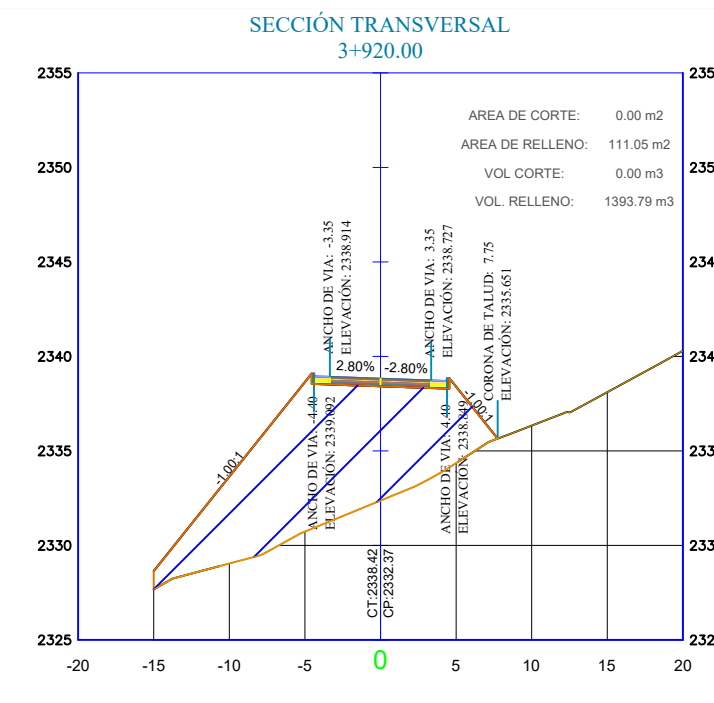
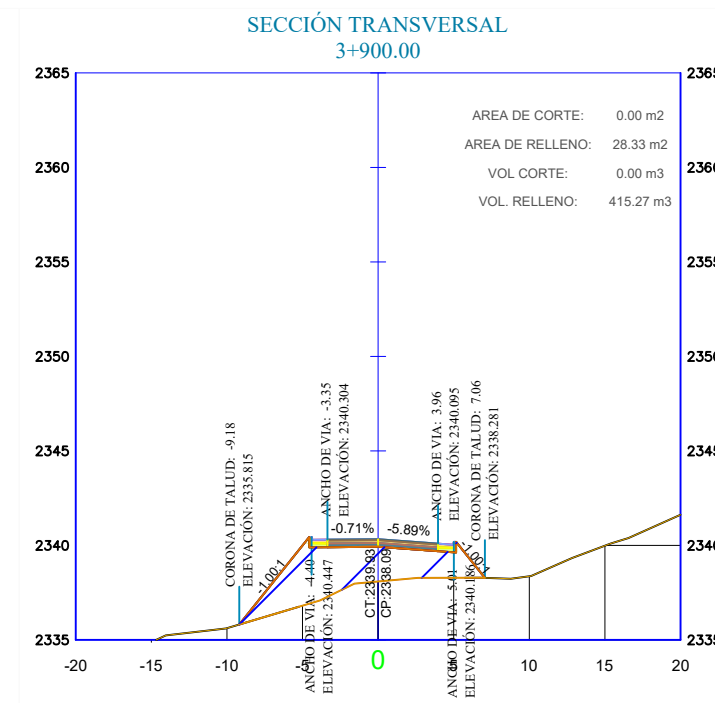
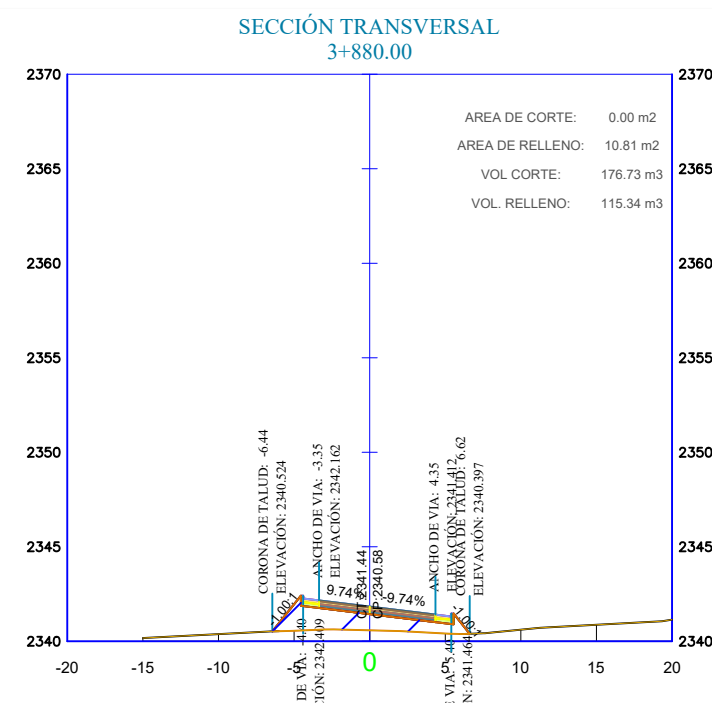
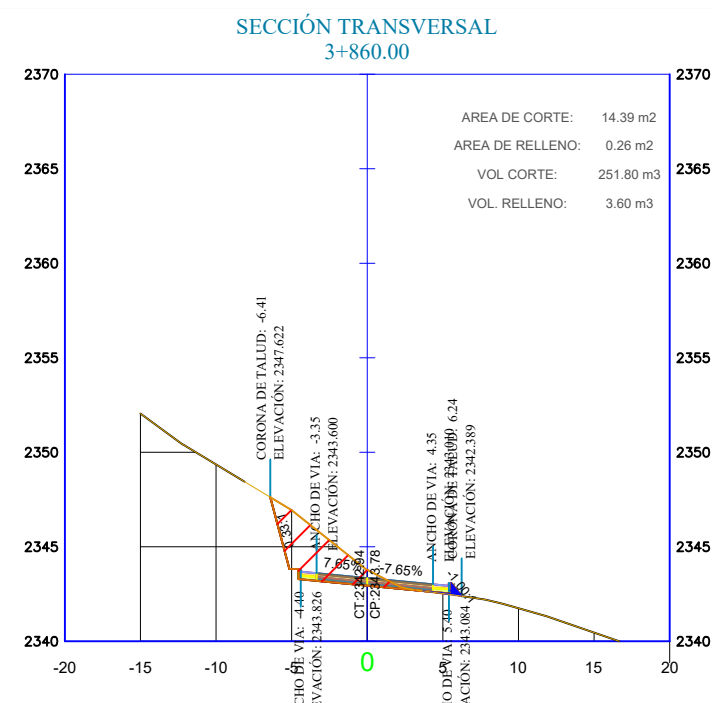
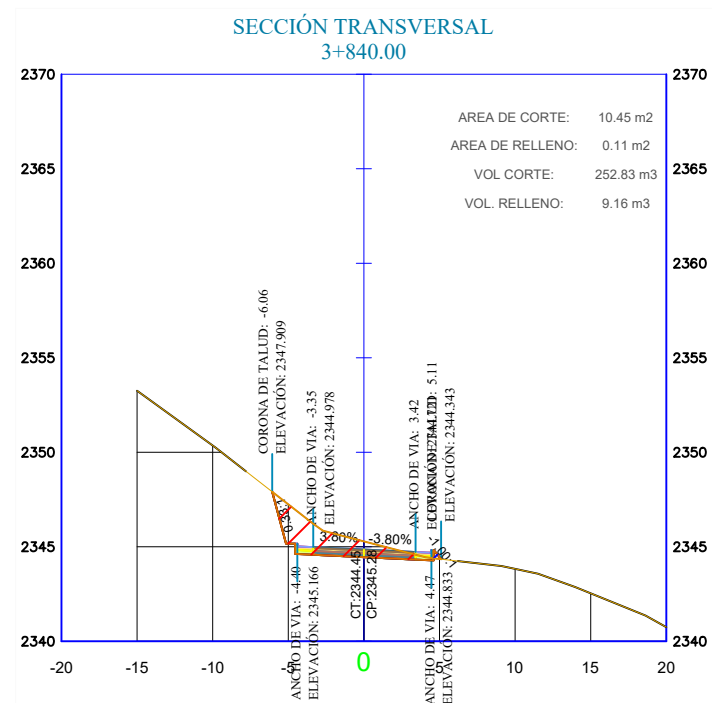
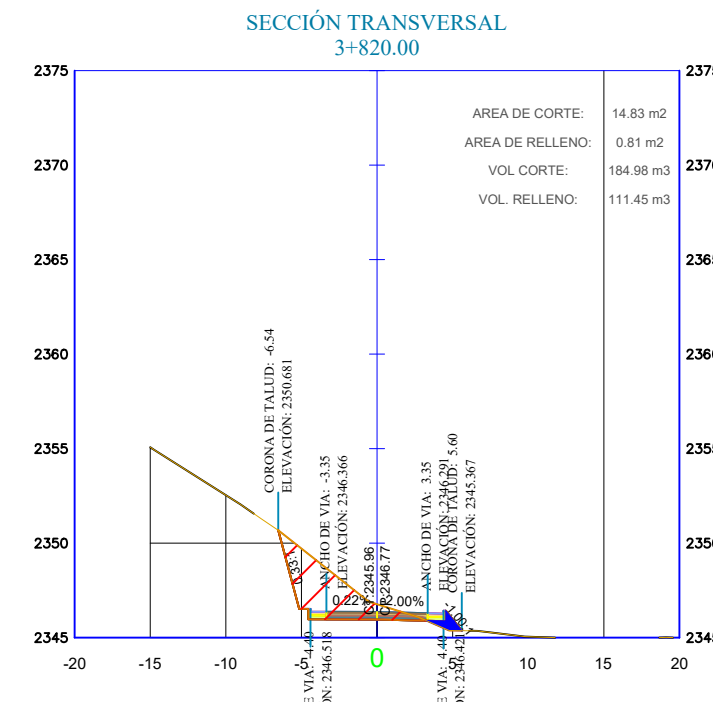
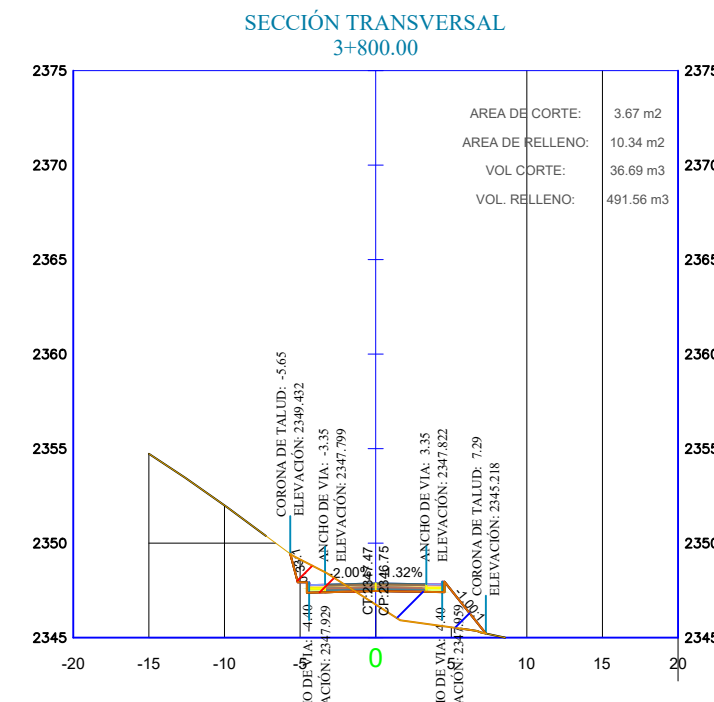
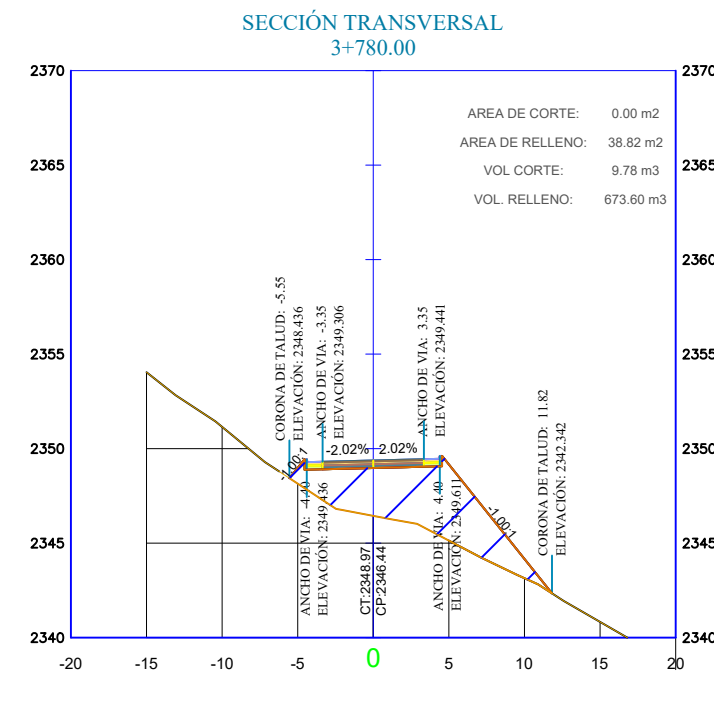
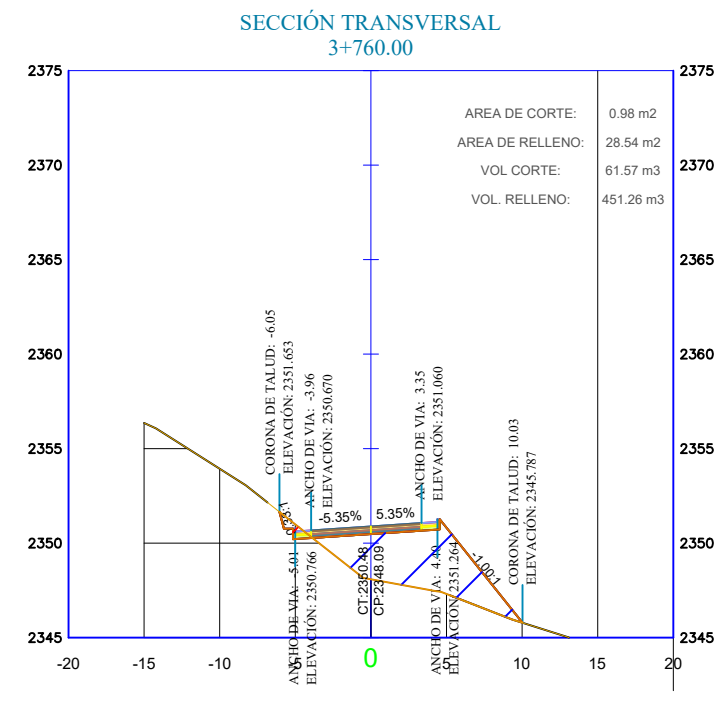
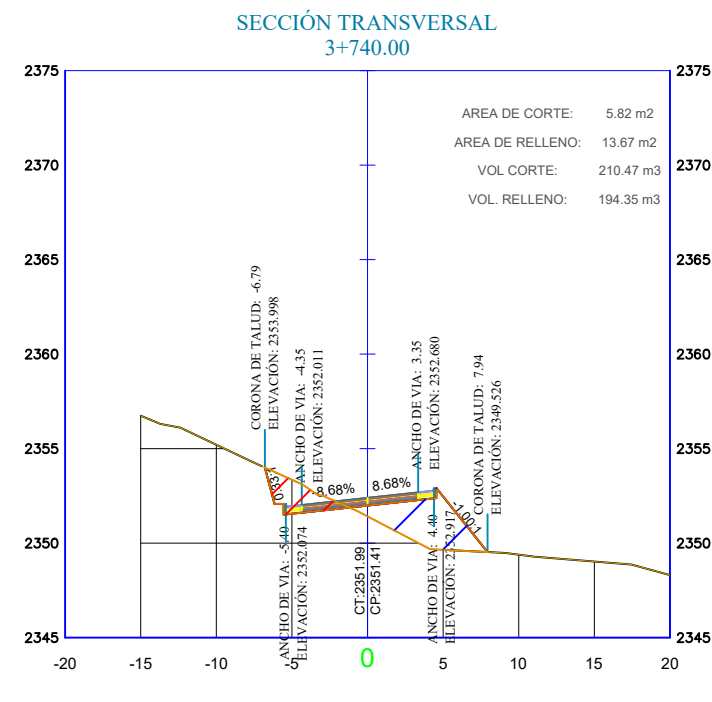
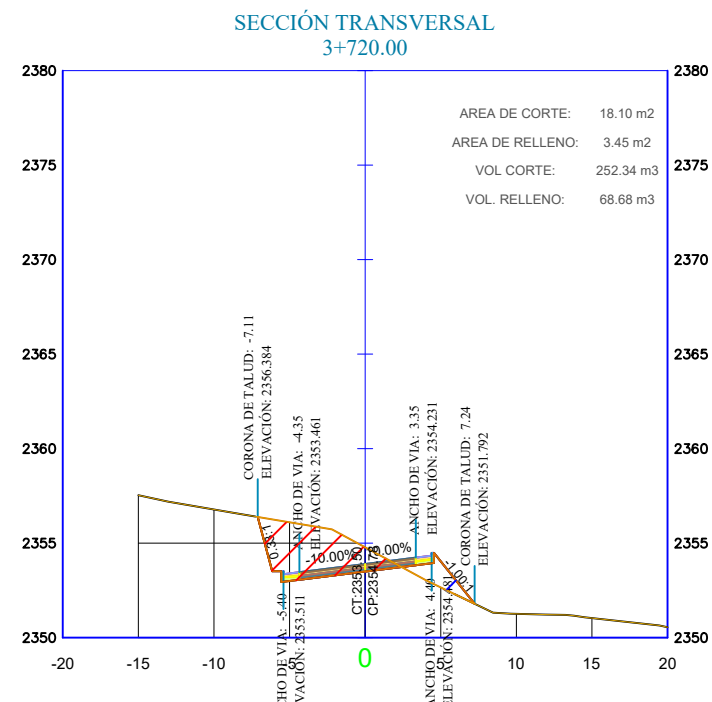
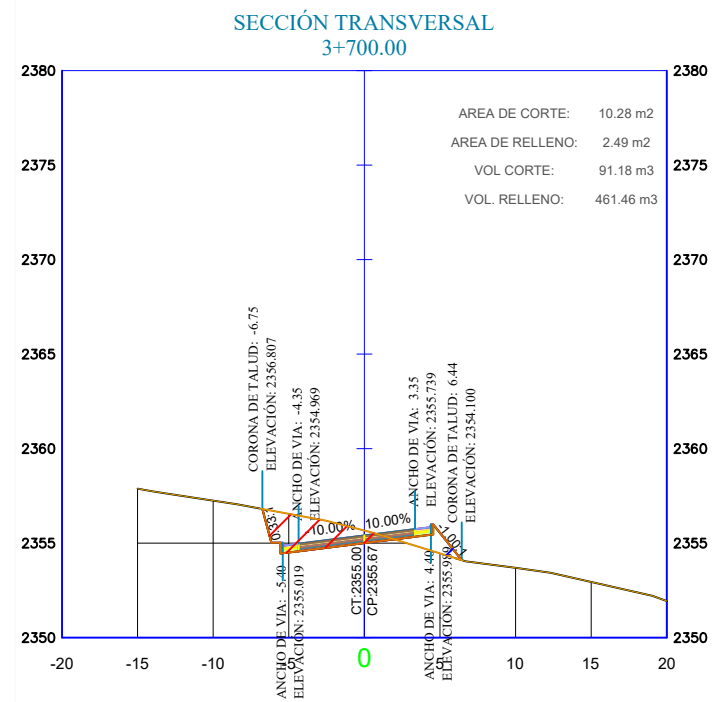
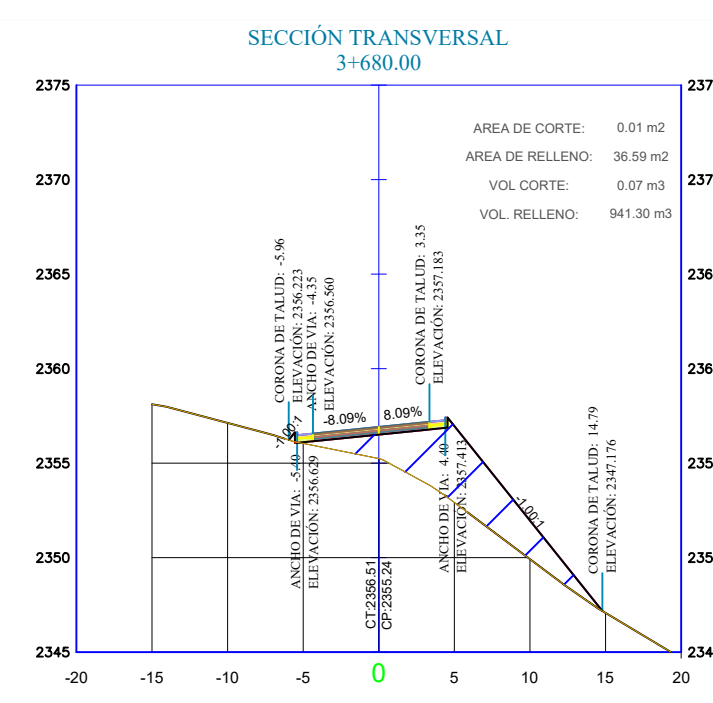
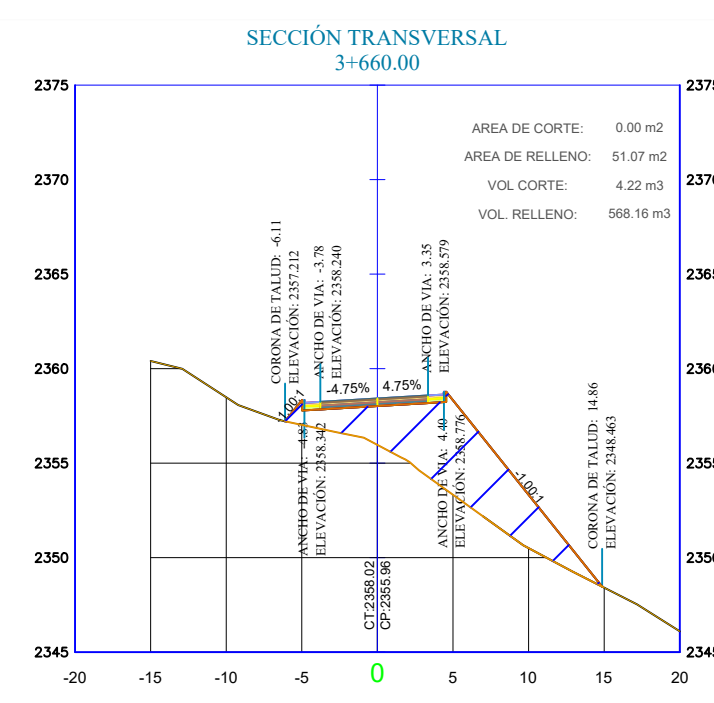
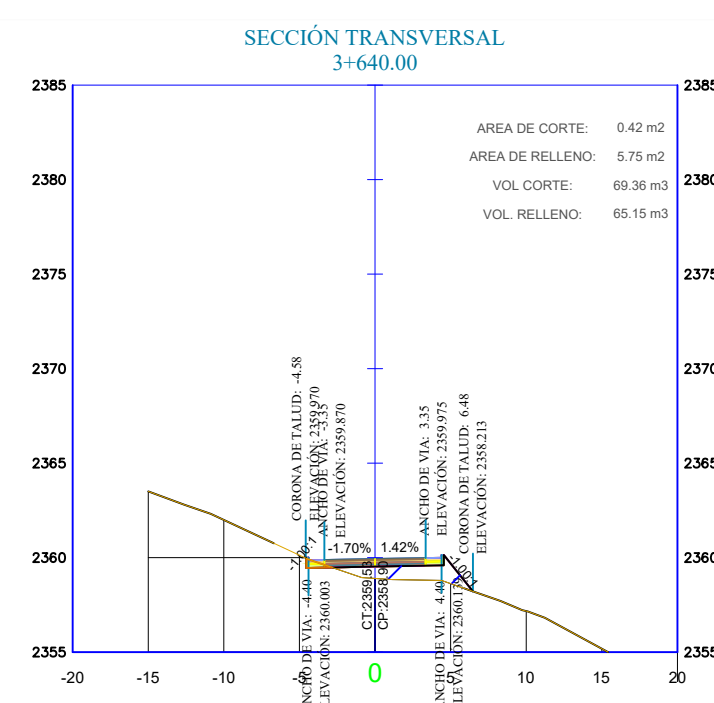
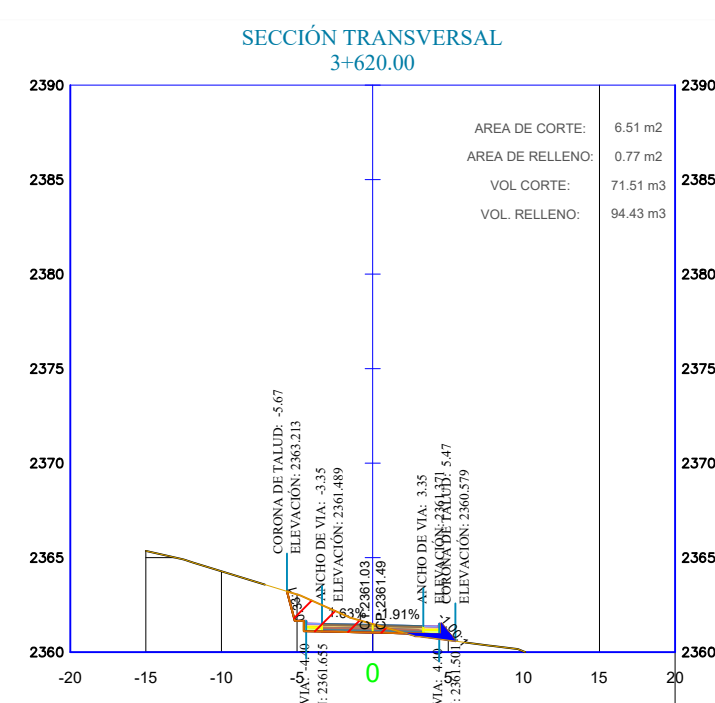
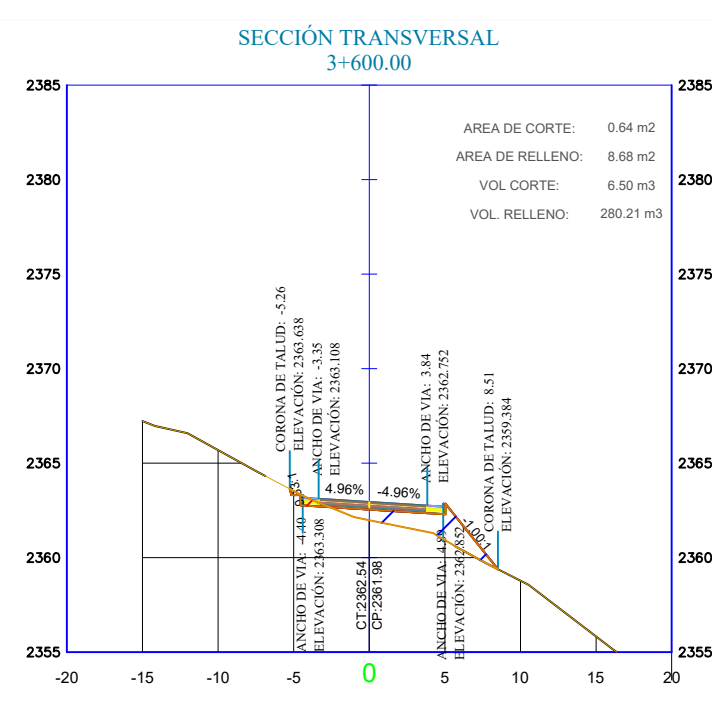
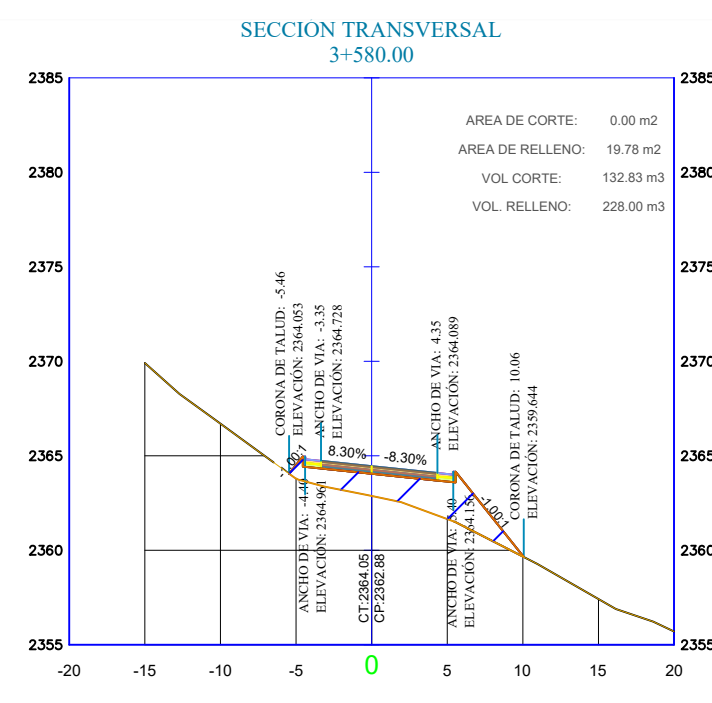
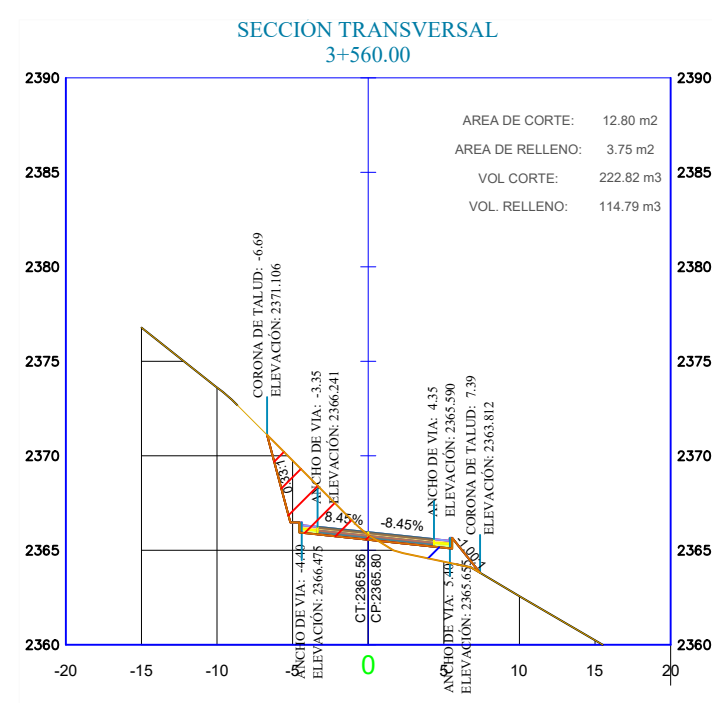
<p>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</p>				
<p>PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DE LA VIA PINGLOPAX – EL CORAZÓN EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI</p>				
<p>CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES ABCS 0+920.00 - 1+820.00</p>				
<p>VÍA CLASE: CLASE III</p>	<p>LONGITUD: 4122.88 m</p>	<p>ESTUDIO: DEFINITIVO</p>	<p>UBICACIÓN: PROVINCIA: COTOPAXI CANTÓN: PANGUA PARROQUIA: PINLOPATA</p>	<p>FECHA: 18/11/2020</p>
<p>DIBUJADO POR: EDGO. JONATAN CASTELLANO</p>	<p>REVISADO POR: ING. MG. FRICSON MOREIRA</p>	<p>ESCALA: H: 1:500 V: 1:400</p>		
<p>LÁMINA: 6 DE 9</p>				



				
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLOPATA – EL CORAZÓN EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI				
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES ABCS 1+840.00 - 2+740.00				
VÍA CLASE: CLASE III	LONGITUD: 4122.88 m	ESTUDIO: DEFINITIVO	UBICACIÓN: PROVINCIA: CANTÓN: PARROQUIA: PINLOPATA	FECHA: 18/11/2020
DIBUJADO POR: EDGO. JONATAN CASTELLANO	REVISADO POR: ING. MG. FRICSON MOREIRA	ESCALA: H: 1:500 V: 1:400 LÁMINA: 7 DE 9		



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL				
PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO DE LA VIA PINLLOPATA – EL CORAZÓN EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI				
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES ABCS 2+760.00 - 3+540.00				
VIA CLASE:	LONGITUD:	ESTUDIO:	UBICACIÓN:	FECHA:
CLASE III	4122.88 m	DEFINITIVO	PROVINCIA: COTOPAXI	18/11/2020
DIBUJADO POR:	REVISADO POR:	CANTÓN: PANGUA		ESCALA:
EDGO. JONATAN CASTELLANO	ING. MG. FRICSON MOREIRA	PARROQUIA: PINLLOPATA		H: 1:500
				V: 1:400
				LÁMINA: 8 DE 9



<p>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL</p>				
<p>PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA PINLLOPATA – EL CORAZÓN EN EL TRAMO 0+000 HASTA 4+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI</p>				
<p>CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES ABCS 3+560.00 - 4+120.00</p>				
VÍA CLASE:	LONGITUD:	ESTUDIO:	UBICACIÓN:	FECHA:
CLASE III	4122.88 m	DEFINITIVO	COTOPAXI	18/11/2020
DIBUJADO POR:	REVISADO POR:	PROVINCIA:	CANTÓN:	ESCALA:
EDGO. JONATAN CASTELLANO	ING. MG. FRICSON MOREIRA	PANGUA	PINLLOPATA	H: 1:500 V: 1:400
				LÁMINA:
				9 DE 9