



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO TÉCNICO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

TEMA:

**“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA –
SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE
TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000”**

AUTORA: Jenyfer Melanhy Tenelema León

TUTOR: Ing. Fricson Lutgardo Moreira Cedeño, Mg.

AMBATO - ECUADOR

Febrero - 2024

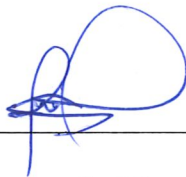
APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil, con el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000”** elaborado por la Srta. Jenyfer Melanhy Tenelema León, portadora de la cédula de ciudadanía: C.I. 0605227586, 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 autoría
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, febrero 2024




Ing. Fricson Lutgardo Moreira Cedeño, Mg.

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Jenyfer Melanhy Tenelema León**, con C.I. 0605227586, declaro que todos los contenidos y actividades expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000”**, así como también los análisis, estadísticos, ideas, criterios, tablas, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autora del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, febrero 2024



Jenyfer Melanhy Tenelema León

C.I. 0605227586

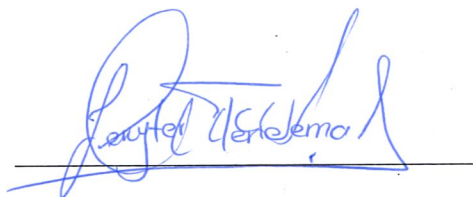
AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

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

Cedo los Derechos en línea patrimoniales 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, febrero 2024



Jenyfer Melanhy Tenelema León

C.I. 0605227586

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por la estudiante Jenyfer Melanhy Tenelema León de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema “**DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000**”.

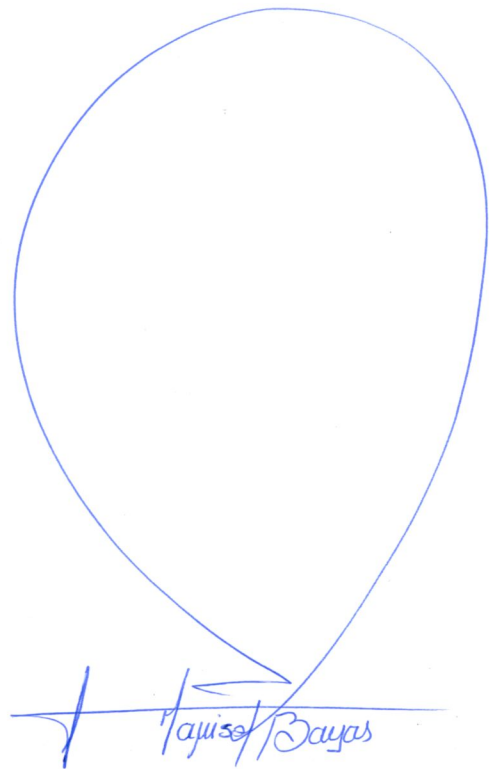
Ambato, febrero 2024

Para constancia firman:



Ing. Byron Genaro Cañizares Proaño, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mi hermosa familia, mi madrecita hermosa Luz María por hacer lo imposible para que mi sueño sea posible y a mi padre Gonzalo que es mi ángel y la razón principal de mi elección profesional.

A mis hermanos mayores Ebelin y David y los pequeños no tan pequeños Jordy y Andy, los quiero un montón.

A mi pequeño sobrino Ademir que con su sola presencia llena de felicidad mi vida.

A tí, que me conoces aún más que yo misma lo hago, mi respaldo de memoria.

Y a mi otra familia que conocí durante todos estos años lejos de casa, mis amigos.

Jenyfer Melanhy Tenelema León

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por poner en mi camino a personas maravillosas que me ayudaron a confiar y seguir adelante aun cuando nada tenía sentido.

Desde luego agradezco a mi mami por su constante lucha y sacrificio, por apoyarme en cada cosa que me proponía.

Gracias a mis hermanos mayores por asumir roles paternos que no era su obligación porque no les correspondía, pero me hicieron sentir apoyada y centrada en mis objetivos.

Gracias a mis hermanos menores por verme como su inspiración y creer en mí más de lo que yo lo hacía, una responsabilidad que me ayudaba a mantenerme enfocada.

Gracias a aquellos amigos que de corazón me apoyaron y permanecieron a mi vida, gracias por tantas risas y experiencias que alguna vez me sacaron de mi realidad estresante.

Jordy, gracias por aquella vez que me dijiste lo orgulloso que estabas de mí, nadie más lo hizo y no sabes cuánto marcaste mi vida, gracias por cuidarme, protegerme y entenderme, por sufrir cuando me veías sufrir y celebrar mis triunfos, ¡LO LOGRAMOS! Espero hacer lo mismo y más para verte cumplir tus metas.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes Investigativos.....	1
1.2. Objetivos	5
1.2.1. Objetivo General	5
1.2.2. Objetivos Específicos	5
CAPITULO II.....	6
METODOLOGÍA	6
2.1. Materiales	6
2.2. Métodos	7
2.2.1. FASE PRELIMINAR	7
2.2.2. FASE 1	9
2.2.3. FASE 2.....	14

2.2.4.	FASE 3.....	27
	CAPÍTULO III	28
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
3.1.	FASE 1.....	28
3.1.1.	Levantamiento de la faja topográfica.....	28
3.1.2.	Estudio de tráfico.....	30
3.1.3.	Estudio de suelos	32
3.2.	FASE 2.....	38
3.2.1.	Cálculos previos	38
3.2.1.	Diseño Geométrico.....	44
3.2.2.	Diseño de Pavimento.....	49
3.3.	FASE 3.....	61
	CAPITULO IV.	63
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
4.1.	CONCLUSIONES	63
4.2.	RECOMENDACIONES.....	64
	BIBLIOGRAFÍA.....	66
	ANEXOS	70
A.	ESTUDIO DE TRÁFICO.....	72
B.	ENSAYOS DE LABORATORIO	77
C.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	110
D.	FOTOGRAFÍAS	191
E.	PLANOS.....	202

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 01: Formato de conteo vehicular	10
TABLA N° 02: Clasificación de suelos según CBR	13
TABLA N° 03: Período de diseño	16
TABLA N° 04: Tasa de crecimiento de tráfico	16
TABLA N° 05: Factor de distribución por carril (Dc)	17
TABLA N° 06: Valor percentil de diseño	18
TABLA N° 07: Valores recomendados por el MTOP 2003	18
TABLA N° 08: Anchos de calzada según la clase de carretera	21
TABLA N° 09: Valores de diseño para ancho de espaldones	21
TABLA N° 10: Clasificación de la superficie de rodadura y su gradiente transversal	22
TABLA N° 11: Niveles recomendados de confiabilidad.....	23
TABLA N° 12: Desviación estándar normal Z_r	23
Tabla N° 13: Especificaciones Marshall de diseño	25
Tabla N° 14: Especificaciones generales para base y subbase	26
Tabla N° 15: Valores mínimos de D1 y D2 en función de los ejes equivalentes	26
Tabla N° 16: Características de drenaje del material de base y/o subbase granular	26
Tabla N° 17: Valores de m_2 y m_3	27
Tabla N° 18: Coordenadas del levantamiento de la franja topográfica	28
Tabla N° 19: Puntos de extracción de muestra.....	32
Tabla N° 20: Resultado de granulometría	34
Tabla N° 21: Resultados de límites de consistencia	35
Tabla N° 22: Proctor modificado	36
Tabla N° 23: California Bearing Ratio	37
Tabla N° 24: Hora pico del día Sábado	38
Tabla N° 25: TPDA actual por tipo de vehículo	39
Tabla N° 26: TPDA actual total	40
Tabla N° 27: TPDA Futuro proyectado a 20 años	40
Tabla N° 28: Factores de daño según el tipo de vehículo	41
Tabla N° 29: W18 de diseño	42
Tabla N° 30: Características geométricas para el diseño.....	44

Tabla N° 31: Tangentes del alineamiento.....	45
Tabla N° 32: Curvas del alineamiento	45
Tabla N° 33: Curvas del perfil	47
Tabla N° 34: Parámetros considerados para el diseño.....	52
Tabla N° 35: Diseño de la estructura del pavimento	54
Tabla N° 36: Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada	55
Tabla N° 37: Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada	56
Tabla N° 38: Líneas longitudinales.....	56
Tabla N° 39: Ubicación e identificación de la señalización vertical	57
TABLA 40: Presupuesto Final de la Obra Civil.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Ubicación de la propuesta, sector Chuquibantza, parroquia Pilahuín, provincia Tungurahua	8
Figura N° 02: Relieve, sector Chuquibantza.....	8
Figura N° 03: Cobertura Vegetal, sector Chuquibantza.....	9
Figura N° 04: Gráfica de plasticidad del SUCS.....	12
Figura N° 05: Trigésima hora de diseño.....	15
Figura N° 06: Estructura del Pavimento.....	25
Figura N° 07: Ubicación de la estación de conteo, parroquia Pilahuín, provincia Tungurahua.....	31
Figura N° 08: Propuesta del diseño geométrico horizontal.....	46
Figura N° 09: Propuesta del diseño geométrico vertical.....	47
Figura N° 10: Dimensiones típicas de cunetas triangulares	48
Figura N° 11: Elementos que conforman una alcantarilla	49
Figura N° 12: Carta para estimar a_1 a partir del módulo elástico.....	50
Figura N° 13: Ábaco para la estimación del coeficiente estructural a_2	51
Figura N° 14: Ábaco para la estimación del coeficiente estructural a_3	51
Figura N° 15: Cálculo del número estructural SN con la ecuación AASHTO93	53
Gráfico N° 01: CBR de diseño	43
Imagen N° 01: Reconocimiento de la zona de diseño, sector Chuquibantza	7
Imagen N° 02: Sobrevuelo del dron	28
Imagen N° 03: Colocación de puntos de control	29
Imagen N° 04: Cruce de agua Absc: 1+540	30
Imagen N° 05: Conteo vehicular manual, parroquia Pilahuín, provincia Tungurahua	31
Imagen N° 06: Extracción de muestras	32
Imagen N° 07: Tamizado del suelo	34
Imagen N° 08: Límites de consistencia	35
Imagen N° 09: Ensayo de Proctor modificado	36
Imagen N° 10: Ensayo CBR	37

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto vial surge de la necesidad de establecer una conexión entre las zonas de Llangahua, Silipo y Pinllopata, con el objetivo de crear nuevas rutas comerciales que impulsen el nivel educativo, fomenten la actividad socioeconómica y amplíen los mercados para los productos y materias primas locales. Estas acciones también se orientan a reducir la pobreza, minimizar los tiempos de desplazamiento y disminuir los costos de transporte.

El proyecto técnico partió con un levantamiento topográfico mediante dron el cual reveló un terreno montañoso. Posteriormente, se llevó a cabo un estudio de tráfico que reveló un TPDA de 94 vehículos/día para una proyección de 20 años, clasificando la vía como Colectora de CLASE IV. Se realizó el diseño geométrico horizontal, vertical y transversal siguiendo las pautas de la normativa MTOP 2003. Además, se extrajeron muestras de suelo que fueron ensayados en laboratorio para determinar sus propiedades físicas y mecánicas, identificando un suelo arenoso limoso de baja y nula plasticidad, con elevados contenidos de humedad y un CBR de diseño del 7.05 por ciento. Estos resultados orientaron el diseño del pavimento conforme a la normativa AASHTO 1993, obteniendo espesores adecuados considerando el tráfico y las propiedades del suelo.

Finalmente, se cuantificó la propuesta de diseño vial y se obtuvo un presupuesto referencial, sujeto a cambios por variaciones en los precios unitarios a lo largo del tiempo. No obstante, proporciona una comprensión de los recursos necesarios y permite manejar una planificación adecuada para la ejecución de la propuesta.

Palabras clave: Topografía, tráfico, diseño geométrico, TPDA, diseño del pavimento, presupuesto referencial.

ABSTRACT

The current road project arises from the need to establish a connection between the areas of Llangahua, Silipo, and Pinllopata, aiming to create new trade routes that boost educational levels, foster socio-economic activity, and expand markets for local products and raw materials. These actions also aim to reduce poverty, minimize travel times, and lower transportation costs.

The technical project began with a topographical survey using a drone, considering the terrain characteristics. Subsequently, a traffic study was conducted, revealing a TPDA of 94 veh/day for a 20-year projection, classifying the road as a Class IV Collector. Horizontal, vertical, and transversal geometric design followed the guidelines of the MTOP 2003 regulations. Soil samples were extracted and laboratory-tested to determine their physical and mechanical properties, identifying a low to non-plastic sandy loam soil with high moisture content and a design CBR of 7.05 percent. These results guided the pavement design in accordance with the AASHTO 1993 standards, obtaining suitable thicknesses considering traffic and soil properties.

Finally, the project was quantified, and a reference budget was obtained, subject to changes due to variations in unit prices over time. Nevertheless, it provides an understanding of the necessary resources and facilitates proper planning for project execution.

Keywords: Topography, traffic, geometric design, soil studies, pavement design, reference budget.

CAPÍTULO I.

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

Con el pasar de los años, el crecimiento poblacional se hace cada vez más evidente y de su mano el crecimiento vehicular que bien ha contribuido a una más rápida movilización entre regiones, es por ello necesario un enfoque en el mejoramiento y la creación de nuevas redes viales con el objetivo de generar ventajas competitivas para un país frente al resto del mundo, esto debido a que como se menciona en [1] la infraestructura vial se considera como un requisito primordial para el desarrollo económico y social de cualquier país. A partir de estas ideas, se logra afirmar que la inversión en la infraestructura de transporte repercute en la competitividad de una zona, región o una nación, así como se demuestra claramente en [2].

Así mismo, en [3] se explica que la influencia de la infraestructura vial se relaciona con la competitividad a través de tres mecanismos, en primer lugar, gracias a la reducción de tiempos y costos se impulsa el comercio internacional y nacional, se aumentan además las interacciones entre agentes económicos y por último, permite conectar zonas que quizá no cuentan con una accesibilidad a una adecuada infraestructura de transporte limitando así el progreso en educación, sanidad y su inclusión en circuitos económicos nacionales e internacionales.

En términos generales, un sistema de conexión vial posibilita diferentes vías de comunicación, enlazando comunidades, pueblos y/o ciudades cuyo propósito es impulsar el desarrollo del país, el Ecuador no puede desentenderse de esta realidad por lo que considera como pilar fundamental la conexión vial para el desarrollo de la productividad, por ello el Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador es responsable de administrar y asignar recursos para mejorar la red vial del país, ya sea destinado a aperturas o mejoramientos de una red vial, considerando propuestas formuladas por los gobiernos cantonales o parroquiales [4], sin embargo la infraestructura vial a lo largo del tiempo ha presentado constantes afectaciones donde los gobiernos han intervenido pero sin ningún tipo de soporte tecnológico que garantice la seguridad para el desarrollo. Estas afectaciones a su vez han incidido

directamente de manera negativa en el desarrollo económico y productivo del país provocando la pobreza y limitando el acceso de bienes, productos y servicios viales que se garantizan en la constitución [5]. En [6] se explica que los organismos responsables del estudio de las redes viales han demostrado una incapacidad técnica, así como dificultades para gestionar adecuadamente proyectos viales que prioricen aspectos económicos, sociales y ambientales de las zonas de estudio.

Ahora bien, un proyecto vial debe cumplir las máximas exigencias a un costo mínimo, sin embargo, podría ser necesario sacrificar ciertos aspectos en favor de otros como es de carácter geográfico, político o estratégico. La carretera al ser una infraestructura de transporte en una franja de terreno permite la circulación continua de vehículos en el espacio y tiempo, requiriendo adecuados niveles de seguridad, velocidad y comodidad, sus características pueden variar dependiendo a la clasificación de carrera que pertenecen, estos se pueden clasificar por capacidad en función del TPDA, por jerarquía de la red vial y de acuerdo a la superficie de rodamiento [7], [8], [9].

Por esta razón, la elaboración de un proyecto vial comprende tres fases: prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos, cada una con actividades y requerimientos específicos que generan como resultado un diseño geométrico, diseño del pavimento y la elaboración de un presupuesto final. El diseño geométrico se encarga de establecer la configuración geométrica de la vía y está vinculando directamente a los elementos físicos de las carreteras con las características de operación de los vehículos, haciendo uso de conceptos matemáticos, físicos y geométricos mientras que el diseño de pavimento especifica la estructura de materiales que proporcionarán el soporte necesario para las cargas que transitarán por la vía durante su vida útil y se adapta a las particularidades geotécnicas y de tráfico presentes en la zona de estudio, este concepto se encuentra mejor explicado en [10].

En cuanto al diseño geométrico, este incluye un diseño horizontal, vertical y transversal, para ello se deberá llevar a cabo un estudio de tráfico que ayude a determinar el TPDA y el número de ejes equivalentes, para ello es recomendable un conteo continuo del mayor tiempo posible con el fin de obtener resultados lo más cercanos a la realidad que luego serán corregidos por factores de estacionalidad. Existen varios métodos de estudio de tráfico como es el método de la treintava hora, sin embargo, es interesante mencionar el método empleado en [11], una tesis de

pregrado donde el autor determina el TPDA actual mediante un conteo volumétrico durante 7 días de la semana, 12 horas diarias en intervalos de 15 min y para determinar el tráfico no contado (12 horas restantes) prolonga el conteo habitual dos días hasta obtener el tráfico de las 24 horas.

De la misma manera, la Norma Ecuatoria Vial (NEVI -12) establece que el diseño horizontal debe guardar armonía con el diseño vertical, además que al definirlo se debe evitar en lo posible el uso del radio mínimo permitido, usándolas únicamente bajo condiciones críticas. No es conveniente tampoco colocar curvas forzadas después de tangentes largas o curvas sucesivas en la misma dirección cuando las tangentes sean menores que 500 m [5]. De este modo, se espera que el diseño geométrico cumpla con todas las exigencias que garantizan una movilidad cómoda y segura donde el alineamiento horizontal se proyecte coordinadamente con el perfil vertical [12], ser lo más direccional posible tratando de evitar cortes y rellenos repetidos, procurando en lo posible ser uniforme sin quiebres bruscos sin dejar de lado el estado de la topografía.

Por otro lado, en proyectos de ingeniería el levantamiento topográfico contribuye a generar una descripción del terreno, representando información de puntos ubicados en el plano horizontal (planimetría) y la altura entre ellos referentes al plano horizontal (altimetría) [13], existen casos en donde la topografía del terreno limita el diseño y dificulta el cumplimiento de las recomendaciones antes mencionadas, es por esto que se debe analizar, en caso de existir, las alternativas viales que podrían ayudar a corregir estos problemas. En ocasiones, por ejemplo [14], cuando se trata de una topografía abrupta un diseño longitudinal no resulta ser la alternativa más viable, se obtienen más beneficios realizando diseños a nivel trasversal que longitudinal. Bajo estas consideraciones se vuelve esencial analizar el tipo de relieve en el que se va a trabajar, su localización, las características del terreno, geología y los usos del terreno. Toda esta información se la puede obtener de un levantamiento topográfico y un posterior análisis de suelos que permitirá además identificar accidentes naturales o artificiales.

Del mismo modo en que el levantamiento topográfico y estudio de tráfico facilitan el diseño geométrico de una vía, la extracción de muestras y su posterior análisis en laboratorio brindará información necesaria para el diseño de la estructura del pavimento puesto que la rigidez de la subrasante definirá los espesores de las distintas capas de la estructura del pavimento [15], la misma que debe adaptarse a las

particularidades geotécnicas y de tráfico presentes en la zona [10]. Estos estudios de laboratorio permiten conocer y describir el comportamiento físico-resistente del suelo frente a variaciones de humedad y cargas aplicadas durante la construcción y operación de las vías, ya que las deformaciones que va a sufrir el pavimento bajo los esfuerzos ocasionados por las cargas de tráfico van a determinar el deterioro y funcionalidad de la estructura [15].

De este modo, se puede caracterizar el tipo de suelo sobre el cual se va a asentar la estructura del pavimento ensayando muestras alteradas tomadas “in situ” realizando calicatas de 0,60 a 1 m de profundidad, todo esto en base a la NTE INIEN 686 para luego proceder con ensayos de Granulometría, límites de Atterberg y CBR, este último con el objetivo de señalar la relación entre humedad y densidad de un suelo tras haber sido compactado en un molde por golpes a través de un pistón [16], [17]. Es fundamental mencionar que las muestras del suelo serán extraídas una vez que se tenga claro la ruta o posible ruta de diseño, ya que como se explica en [18], a partir del perfil del proyecto y perfil del terreno se definirá los puntos de extracción de muestra en corte y relleno del suelo, esto debido a que en zonas de corte los problemas de drenaje son más críticos que en zonas de relleno puesto que este último es construido con material bien compactado obteniendo una subrasante de mejor calidad.

Finalmente, cada una de las consideraciones anteriores se proponen brindar como resultado un proyecto de infraestructura vial que muestre su efecto positivo en la conectividad, accesibilidad y movilidad [19], es por esto que se plantea llevar a cabo el proyecto vial: **“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000”**, que conecte el sector Chuquibantza ubicado en la parroquia de Llangahua (Tungurahua), Silipo y se dirija hacia Pinllopata (Cotopaxi) ya que uno de los principales objetivos del proyecto es mejorar la interconexión entre estos puntos mediante la creación de rutas comerciales que contribuyan a elevar el nivel educativo, promover la actividad socioeconómica, generar oportunidades de empleo y expandir los mercados para los productos y materia prima de la zona. Todo esto también conlleva a reducir la pobreza, disminuir el tiempo de desplazamiento hacia centros de salud y abaratar los costos de transporte. [20]

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Realizar el diseño geométrico y del pavimento de la vía Llangahua – Silipo – Pinllopata pertenecientes a las provincias de Tungurahua y Cotopaxi en el tramo km 0+000 – 4+000.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Desarrollar las actividades de campo referentes al levantamiento de faja topográfica, el estudio de tráfico y la extracción de muestras de suelo para la ejecución de ensayos de laboratorio.
- Establecer el diseño geométrico y de la estructura del pavimento definitivo de la vía.
- Elaborar el presupuesto referencial de la obra civil.

CAPITULO II.

METODOLOGÍA

La presente investigación se dividió en tres fases con el fin de cumplir con los objetivos del proyecto, la primera buscó desarrollar las actividades de campo referentes al levantamiento de la faja topográfica, estudio de tráfico y la extracción de muestras de suelo para la ejecución de ensayos en el laboratorio, en la segunda fase se estableció el diseño geométrico y de la estructura del pavimento definitivo de la vía y por último se elaboró el presupuesto referencial de todo el proyecto. A continuación, se va a describir los materiales y métodos empleados en cada fase.

2.1.Materiales

La primera fase requirió el uso de GPS, un equipo completo RTK (Trimble R10 GNSS), Dron (Mavic Pro 2), celular y radios de intercomunicación para el levantamiento topográfico, hojas de conteo y reloj para el estudio de tráfico y, por último, para la extracción de muestras de suelo fueron necesarios herramientas manuales de excavación y costales para poder transportar las muestras. Para el estudio de suelo fue necesario las muestras de suelo, agua, recipientes metálicos, balanza digital (Lexus), espátula, horno, este proceso se comprendió de los siguientes ensayos: Granulometría que requirió de tamices de distinto diámetro, tamizadora eléctrica (Controls ms5651296) y bandeja de retención; por otro lado, están los Límites de Atterberg donde se emplearon la copa de Casagrande, tamiza #40, ranurador, recipiente de porcelana, pipeta y portaobjetos y por último el ensayo de Proctor Modificado y CBR que requirió de molde de 6", martillo de 10 lb, palustre, enrasador, probeta, calibrador, retorta, dial y prensa CBR (máquina Multispeed), desde luego teniendo presente la normativa correspondiente para cada ensayo.

Para la segunda fase fueron necesarios una Laptop, Software Microsoft Excel, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003, Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP, Norma Ecuatoriana Vial NEVI12, Software AutoCAD Civil 3D. Finalmente, el diseño de pavimento fue realizado en base de la Norma de diseño de estructura de pavimento y con el software EqAashto93.

Finalmente, en la fase tres utilizó una Laptop y Software Microsoft Excel.

2.2. Métodos

Como se mencionó anteriormente el presente proyecto vial se dividió en tres fases y una fase preliminar, que se describen a continuación:

2.2.1. FASE PRELIMINAR

En esta fase se programó un recorrido a la ruta propuesta por la Prefectura de Tungurahua, teniendo como punto de concentración el sector de Chuquibantza donde asistieron representantes de la Universidad Técnica de Ambato, técnicos de los Gobiernos Provinciales de Tungurahua y Cotopaxi y del GAD Cantonal de Pangua, para la caminata hasta el límite provincial con Bolívar y luego a la de Cotopaxi.

Imagen N° 01: Reconocimiento de la zona de diseño, sector Chuquibantza

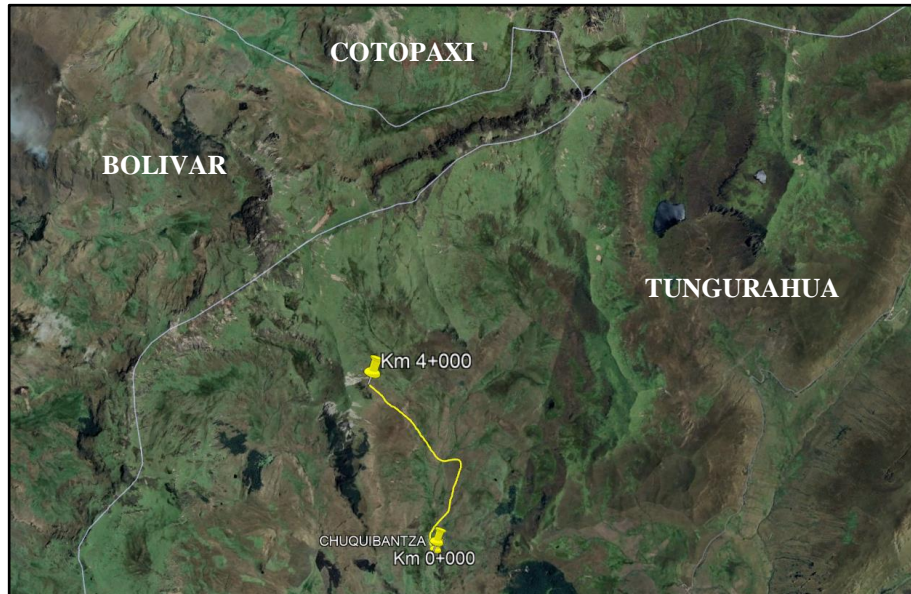


Fuente: Autor

-Ubicación de la propuesta

Chuquibantza se encuentra ubicado en la parroquia Pilahuín, al sur oeste del cantón Ambato en la provincia de Tungurahua. Limita al norte y este con las parroquias de Pasa y San Fernando; al sur con la vía Ambato-Guaranda, al oeste con la provincia de Bolívar. Presenta un clima de tipo ecuatorial de alta montaña cuya totalidad de territorio corresponde al ecosistema natural, se encuentra a una altura que va desde los 3680 a 4600 msnm.

Figura N° 01: Ubicación de la propuesta, sector Chuquibantza, parroquia Pilahuín, provincia Tungurahua



Fuente: Google Earth [21]

- **Características del sector Chuquibantza**

Se observó un relieve de colinas mediadas con pendientes moderadamente inclinadas, seguido por un relieve escarpado y finalmente relieve montañoso. Una cobertura de vegetal densa perteneciente al ecosistema de páramo con la presencia principalmente de arbustales siempreverdes, herbazales de páramo y herbazales húmedos

Figura N° 02: Relieve, sector Chuquibantza



Fuente: Autor

Figura N° 03: Cobertura Vegetal, sector Chuquibantza



Fuente: Autor

Al observar las características de la zona se pudo evidencia la factibilidad de llevar a cabo la construcción de la vía siendo una variante al estudio definitivo realizado por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, con el fin de unir los sectores de Chuquibantza, Silipo y llegar finalmente a Pinllopata, posibilitando la interconexión y desarrollo de estos sectores.

2.2.2. FASE 1

En esta primera fase, se propuso llevar a cabo las actividades de campo relacionadas con el levantamiento de la faja topográfica, el estudio de tráfico y la obtención de muestras de suelo para la realización de ensayos de laboratorio. Para ello, se implementó una investigación de campo de nivel exploratorio, ya que fue necesario, en primer lugar, realizar una visita al sitio del proyecto, teniendo como base un prediseño de la vía proporcionado por la prefectura de Tungurahua. El objetivo principal de esta visita fue recopilar datos del área, realizar un reconocimiento detallado del terreno, establecer puntos de control y tomar puntos a lo largo del trayecto, georreferenciados con el equipo RTK.

Una vez establecidos los puntos de control, se procedió al levantamiento de la franja topográfica utilizando un dron. Para ello, se marcaron puntos de control de la ruta cada km a partir del punto inicial, luego con la ayuda del equipo topográfico se colocaron

al material orgánico del suelo. Dichos puntos fueron definidos en el prediseño de la vía.

Como última actividad se procedió con la investigación de laboratorio, las muestras extraídas fueron sometidas a la ejecución de 5 ensayos con el fin de estudiar las características y propiedades del suelo, dentro de este grupo de ensayos se incluyeron: granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR. Cabe mencionar que las propiedades analizadas en laboratorio corresponderán a cuatro tramos de 1 km.

1. Análisis Granulométrico - ASTM D421-58, NTE INEN 696

Para este ensayo fue necesario 1000 gr de suelo por muestra pesado en una balanza digital sin incluir el molde, luego esta porción de suelo fue colocada en un juego de tamices situados de mayor a menor abertura en orden descendente, posteriormente este juego de tamices fue ubicado en una tamizadora mecánica durante 15 min. Finalmente, la cantidad de muestra retenida en cada tamiz fue pesada y tabulada en tablas para su posterior análisis. Con este ensayo se analizó la composición granulométrica, es decir, la clasificación de tamaño de granos existentes dentro del suelo. [22]

De acuerdo a la distribución granulométrica se procedió a clasificar al suelo según la AASHTO Y SUCS.

2. Límites de Atterberg - ASTM D4318

El suelo empleado para estos ensayos fue únicamente el que pasó el tamiz #40.

2.1. Limite Líquido (LL) - NTE INEN 691

Para ejecutar este ensayo se colocó 300 gr de suelo en un mortero que fue mezclada con agua hasta conseguir una pasta uniforme, con la ayuda de una espátula se colocó una porción en la copa de Casagrande para luego proceder a golpear la copa el número de veces que especifica la norma, fueron cuatro rangos de golpes: 0-15, 15-30, 30-45 y 45-60 por lo que cada muestra fue ensayada 4 veces cambiando el rango de golpes. Tras ser ensayada, la muestra fue pesada y colocada en el horno, para obtener como resultado el porcentaje de humedad contenido en cada muestra de suelo. [23]

2.2. Límite Plástico (LP) – NTE INEN 692

Con la muestra sobrante del anterior ensayo se moldearon pequeñas porciones de pasta en la placa de vidrio para formar 5 rollos de 5 cm de longitud y de 3 a 4 mm de diámetro que luego fueron pesados y llevados al horno. [24]

2.3. Índice de plasticidad (IP)

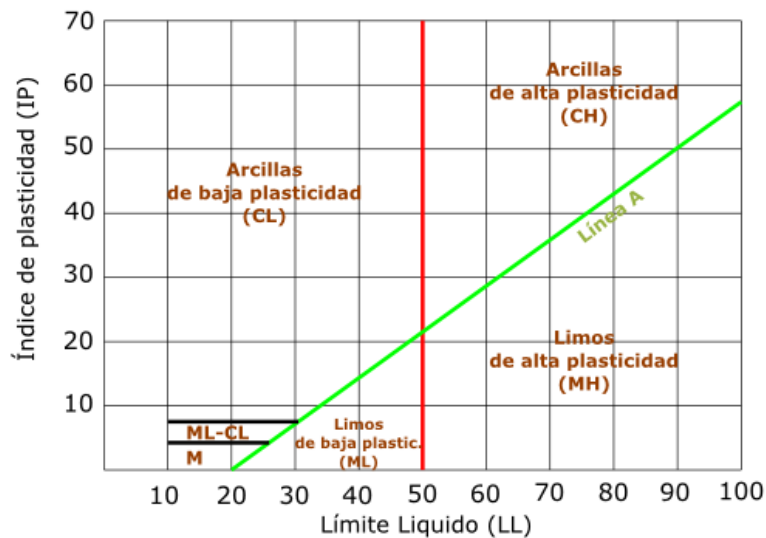
Se calculó el índice de plasticidad mediante la siguiente fórmula:

$$IP = LL - LP \quad (E 1)$$

En caso de que no se haya podido determinar el límite líquido o plástico, o en caso de que el límite plástico resulte ser mayor o igual al límite líquido, se podrá definir al suelo como no plástico NP. [23]

Los resultados de estos ensayos sirvieron para clasificar el suelo según el sistema SUCS y AASHTO ya que el mismo utiliza los resultados del análisis granulométrico y los límites de Atterberg para la construcción de carreteras y terraplenes. [25]

Figura N° 04: Gráfica de plasticidad del SUCS



Fuente: Norma ASTM D 2487 [26]

En los ANEXOS 1 y 2 se puede encontrar la clasificación AASHTO y SUCS que se empleó para clasificar al suelo ensayado.

3. Proctor modificado - ASTM D 1557, AASHTO T 180

Se ensayaron 6 kg de muestra de cada calicata que pasaron por el tamiz #4, secada al ambiente. Cada muestra fue colocada en una bandeja metálica grande donde se mezcló

con agua, una vez homogenizada la muestra se dividió en 5 porciones que fueron colocadas por capas en un molde con retorta pesados anteriormente, con un collarín para luego compactar cada porción con 56 golpes. A continuación, se retiró el collarín, se enrasó para pesarlo y tomar muestras de la cara superior e inferior, las mismas que fueron pesadas e introducidas al horno. Se hizo este proceso 4 veces por calicata como indica la norma, con la finalidad de encontrar el contenido de humedad óptimo y su densidad máxima. [27]

4. CBR - ASTM D 1883

Este ensayo se ejecutó con tres porciones de muestra de 6kg cada una a los cuales se le agregó cierto porcentaje de agua con el fin de alcanzar el contenido de humedad óptimo obtenido en el ensayo del Proctor Modificado, dicha muestra homogenizada fue dividida en 5 partes las cuales fueron colocadas en un molde previamente pesado y medido para después compactar con 11 golpes cada capa. Posteriormente se retiró el collarín, se enrasó y peso la muestra con el molde, una vez hecho esto se colocaron los anillos, el trípode con el dial de deformaciones y se registraron las lecturas para finalmente llevarlo a sumergir por 4 días hasta que la muestra se sature. Tras cumplirse el tiempo se tomaron las lecturas del deformímetro, se pesó, se ensayó en la máquina Multispeed y por último se tomaron muestras de la cara inferior y superior que tras pesarlas fueron colocadas en el horno. El mismo procedimiento se realizó para 27 y 56 golpes, todo el procedimiento anterior corresponde a la muestra de una calicata. [28]

TABLA N° 02: Clasificación de suelos según CBR

Valor de CBR	Categorías de Subrasante
CBR < 3%	So: Subrasante inadecuada
De CBR ≥ 3% a CBR < 6%	S1: Subrasante insuficiente
De CBR ≥ 6% a CBR < 10%	S2: Subrasante regular
De CBR ≥ 10% a CBR < 20%	S3: Subrasante buena
De CBR ≥ 20% a CBR < 30%	S4: Subrasante muy buena
De CBR ≥ 30%	S5: Subrasante excelente

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología y pavimentos

Con la ayuda de la Tabla 2 se puede clasificar en qué tipo de subrasante de acuerdo al CBR calculado luego de analizar las propiedades del suelo.

2.2.3. FASE 2

En esta fase se propuso establecer el diseño geométrico y de la estructura del pavimento definitivo de la vía para ello se empleó una investigación documental-bibliográfica porque fue necesario la documentación y normativas técnicas vigentes en el país. Por otro lado, en esta etapa se hizo una investigación analítica para tabular la información y resultados recolectados en la primera fase.

2.2.3.1. Cálculos previos

- TPDA actual y futuro

Según la normativa recomienda contar con un registro de datos de un periodo de varios años con el fin de poseer una base confiable para estimar el crecimiento vehicular, sin embargo, no resulta práctico contar con dicha información y tampoco se cuenta con los factores de determinación de tráfico por lo que la misma normativa recomienda como alternativa el método de la trigésima hora de diseño o tránsito de hora pico, el mismo que requiere de las siguientes fórmulas:

$$FHMD = \frac{Q}{4 * Q_{15máx}}$$

(E 2)

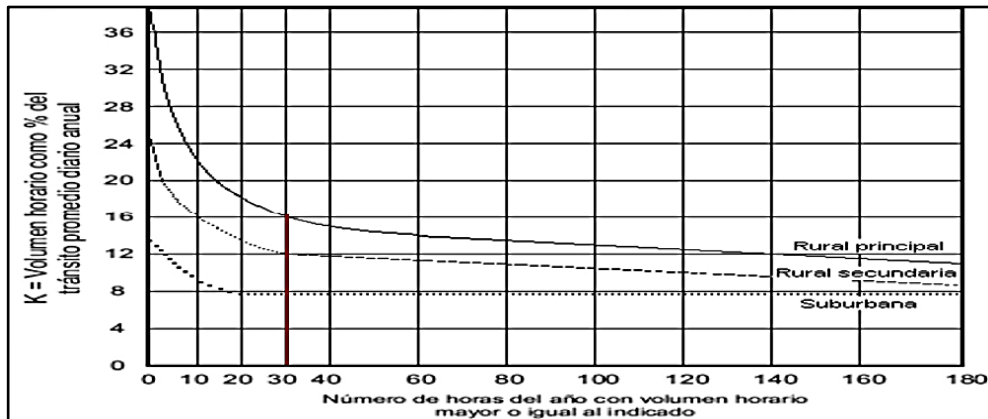
Donde:

Q : Volumen de tráfico durante una hora

$Q_{15máx}$: Volumen de tráfico máximo registrado durante 15 min de la hora pico

Para calcular el TPDA actual fue necesario conocer el volumen de tránsito de la hora pico, conocida también como la 30va hora de diseño. La norma indica que para carreteras ubicadas en zonas rurales dicho valor se encuentra entre el 12% y 18% siendo su valor representativo el 15% del TPDA, por otro lado, para carreteras rurales el intervalo va del 8% al 12%, siendo su valor representativo el 10% del TPDA. [9]

Figura N° 05: Trigésima hora de diseño



Fuente: MTOP-001-F-2003 [9]

De ese modo se procedió con las siguientes fórmulas para calcular el TPDA actual:

$$TPDA_{(a)} = \frac{VHP * FHP}{k}$$

(E 3)

Donde:

VHP: Volumen de la hora pico

FHP: Factor horario de la hora pico

k: TPDA proyectado en 1 año en función de la 30va hora de diseño en %

Se añaden los siguientes tráficos proyectados:

- Tráfico desarrollado $TPDA_{(D)} = 5\% TPDA_{(a)}$ (E 4)

- Tráfico generado $TPDA_{(G)} = 20\% TPDA_{(a)}$ (E 5)

- Tráfico atraído $TPDA_{(A)} = 10\% TPDA_{(a)}$ (E 6)

Finalmente se obtuvo el TPDA total por la siguiente fórmula:

$$TPDA_{(TOTAL)} = TPDA_{(a)} + T_{(A)} + T_D + T_{(G)}$$

(E 7)

En este punto, para el diseño tanto geométrico como de pavimento es necesario conocer el TPDA futuro a un periodo de diseño. En la Tabla 3 se especifican los periodos de diseño a utilizar en relación al volumen de tráfico. [29]

TABLA N° 03: Período de diseño

Tipo de carretera	Periodo 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: AASHTO, *Guide for desing pavement structures 1993* [30]

Se utilizó la tabla de crecimiento de tráfico que proporciona la Norma Ecuatoriana MOP 2003. [9]

TABLA N° 04: Tasa de crecimiento de tráfico

PERIODO	TIPOS 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	1.79	1.74
2025-2030	3.35	1.78	1.58
2030-2035	3.25	1.62	1.58
2035-2040	3.25	1.62	1.58

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003 [9]

$$TPDA_f = Ta (1 + i)^n$$

(E 8)

Donde:

Ta: Tráfico total

i: Tasa de crecimiento del tráfico proporcionado por el MOP

n: Periodo de diseño (20 años)

- **Cálculo de ejes equivalentes**

Para el cálculo de los ejes equivalentes lo primero que se consideró fue el daño que sufrirá el pavimento debido a las cargas de cada vehículo, para lo cual se calcularon los factores de daño en base a la Tabla Nacional de pesos y dimensiones para el Ecuador (ANEXO 32). Lo que se esperaba fue calcular el W18 de diseño para el periodo de 20 años, para ello cual se calcularon los distintos W18 parciales mediante la siguiente ecuación:

$$W_{18\text{ PARCIAL}} = 365 * TPDA_f * FD$$

(E 9)

Donde:

W_{18} : Número de ejes equivalentes (según el periodo de diseño)

$TPDA_f$: Trafico promedio diario anual futuro

Luego, se calculó el W18 acumulado de todos los años hasta llegar al 2043, estos valores fueron divididos para el número de carriles en una dirección para finalmente calcular el W18 de diseño que corresponde al porcentaje del W18 anterior dependiendo de la siguiente tabla:

TABLA N° 05: Factor de distribución por carril (Dc)

Número de carriles en una dirección	% del W18 en el carril de diseño
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 – 75

Fuente: AASHTO, *Guide for desing pavement structures 1993* [30]

- CBR de diseño

A partir de los CBR puntuales se calculó el CBR de diseño, en este punto se consideraron únicamente los CBR de las subrasantes y corte ya que el diseño de la estructura del pavimento se asentará sobre este suelo. El valor percentil para el diseño de la subrasante está en función de la siguiente Tabla:

TABLA N° 06: Valor percentil de diseño

Número de ejes en el carril de diseño	Valor percentil para diseño de la subrasante
< de 10 000	60%
10 000 a 1 000 000	75%
> de 1 000 000	87.50%

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003 [9]

2.2.3.2. Diseño Geométrico

Una vez calculado dicho dato, fue posible clasificar a la vía en función del TPDA según la MOP y conjuntamente se fijaron las características geométricas de la vía que se emplean en el diseño geométrico horizontal y vertical de la vía, en la Tabla 7 se presentan los valores recomendados por la MTOP 2003 para un TPDA menor a 300 vehículos que es lo que se estima para el proyecto, la normativa presenta especificaciones para todo valor de TPDA [9].

TABLA N° 07: Valores recomendados por el MTOP 2003

NORMAS	CLASE IV 100-300 TPDA						CLASE V Menos de 100 TPDA					
	Recomendada			Absoluta			Recomendada			Absoluta		
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M
Velocidad de diseño (KPH)	80	60	50	60	35	25	60	50	40	50	35	25
Radio mín de curvas horizontales (m)	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20
Distancia de visibilidad para parada (m)	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	50	110
Peralte	10% (Para V > 50 KPH)						8% (Para V < 50 KPH)					
Coefficiente "K" para:												
Curvas verticales convexas (m)	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2
Curvas verticales cóncavas (m)	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3
Gradiente longitudinal max (%)	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14
Gradiente longitudinal min (%)	0.5 %											
LL= TERRENO PLANO O= TERRENO ONDULADO M= TERRENO MONTAÑOSO												

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003 [9]

Además, la norma MTOP fue primordial para definir el sobreebanco de acuerdo a la velocidad, peralte, distancias de visibilidad, radios mínimos. Para empezar, se determinó la velocidad de diseño con el cual se pudo obtener la velocidad de circulación a través de la siguiente fórmula:

$$V_c = 0.80 * Vd + 6.50$$

(E 10)

Donde:

V_d : Velocidad de diseño

V_c : Velocidad de circulación

- **Diseño horizontal**

Otro punto a calcular es la distancia de visibilidad de parada:

$$D_v = d_1 + d_2$$

(E 11)

Donde:

D_v : Distancia de visibilidad

d_1 : Distancia de percepción (reacción del conductor)

d_2 : distancia de parada

$$d_1 = \frac{V_c * t}{3.6 \text{ seg}}$$

(E 12)

$$d_2 = \frac{V_c^2}{254 * f}$$

(E 13)

Donde:

f : Coeficiente de fricción de circulación (km/h)

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.30}}$$

(E 14)

Donde:

D_v : Distancia de visibilidad

d_1 : Distancia de percepción (reacción del conductor)

d_2 : distancia de parada

Del mismo modo se encontró de la distancia de adelantamiento o rebasamiento en función a la velocidad de circulación:

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

(E 15)

Donde:

D_r : Distancia de visibilidad de rebasamiento

Y finalmente para el diseño horizontal se calcula el radio mínimo:

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

(E 16)

Donde:

e : Peralte de curvatura m/m

f : coeficiente de fricción lateral

- **Diseño vertical**

De la Tabla 3 se pudo definir la gradiente máxima y mínima de la vía dependiendo de su topografía y de la clase de vía y el cálculo de la longitud de la curva mediante la siguiente formula:

$$L_{min} = 0.6 * V_d$$

(E 17)

- **Sección transversal**

Las características del diseño transversal se tomarán de acuerdo a las especificaciones del Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP [30] que van acorde al tipo de carretera según el valor del TPDA encontrado.

Ancho de calzada

TABLA N° 08: Anchos de calzada según la clase de carretera

CLASE DE CARRETERA		ANCHO DE CALZADA [m]	
Categoría	TPDA _f	Recomendable	Absoluto
RI – RII	>8000	7,30	7,30
I	3000 – 8000	7,30	7,30
II	1000 – 3000	7,30	6,50
III	300 – 1000	6,70	6,00
IV	100 – 300	6,00	6,00
V	<100	4,00	4,00

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003 [9]

Espaldones

TABLA N° 09: Valores de diseño para ancho de espaldones

CLASE DE CARRETERA		ANCHO DE ESPALDONES [m]					
		VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
Categoría	TPDA _f	LL	O	M	LL	O	M
RI – RII	>8000	3,0	3,0	2,5	3,0	3,0	2,0
I	3000 – 8000	2,5	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5
II	1000 – 3000	2,5	2,5	1,5	2,5	2,0	1,5
III	300 – 1000	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5
IV	100 – 300	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
V	<100	No se considera espaldón					

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003 [9]

Tipo de superficie de rodadura y bombeo

TABLA N° 10: Clasificación de la superficie de rodadura y su gradiente transversal

CLASE DE CARRETERA		TIPO DE SUPERFICIE	GRADIENTE TRANSVERSAL [%]
Categoría	TPDA _f		
RI – RII	>8000	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1,5 – 2
I	3000 – 8000	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1,5 – 2
II	1000 – 3000	Grado estructural intermedio	2
III	300 – 1000	Bajo grado estructural: doble tratamiento superficial bituminoso D.T.S.B.	2
IV	100 – 300	Grava o D.T.S.B.	2,5 – 4
V	<100	Grava, empedrado, tierra	4

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003 [9]

Cunetas

Para esta parte se tomaron en cuenta las consideraciones para el diseño de cunetas recomendadas en la norma de diseño de carreteras, con una profundidad de 30 cm desde la rasante de la vía.

El diseño geométrico se lo realizó en el programa Civil 3D empezado por la topografía hasta obtener el diseño definitivo. En este punto fue muy necesario tener presente las recomendaciones de la normativa de diseño de carreteras y los valores calculados con el fin de conseguir un resultado donde el diseño horizontal guarde armonía con el diseño vertical [5] para que brinde, en lo posible, confort y seguridad al usuario. }

2.2.3.3. Diseño de la estructura del pavimento

Primero se tabularon los resultados obtenidos en el estudio de suelos, se calculó el CBR de diseño para continuar con el diseño del pavimento, dicho diseño fue realizado por el método AASHTO -1993 en base al manual que presenta la AASHTO, donde se presenta la siguiente fórmula de diseño:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R * S_0 + \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10}(M_R) - 8.07$$

(E 18)

Donde:

SN : Número estructural (pulg)

W_{18} : Número de cargas de 18 kips (80 KN) previstas

Z_R : Abscisa correspondiente a un área igual a la confiabilidad R en la curva de distribución normalizada

S_0 : Desvío estándar de todas las variables

ΔPSI : Pérdida de serviciabilidad

M_R : Módulo resiliente de la subrasante (psi)

El método requirió de las siguientes consideraciones además del número de ejes equivalentes:

- **Confiabilidad “R”**

TABLA N° 11: Niveles recomendados de confiabilidad

Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad, R, recomendado	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias principales	80 – 90	75 – 95
Colectoras	80 – 95	75 – 95
Locales	50 – 80	50 – 80

Fuente: AASHTO, *Guide for desing pavement structures 1993* [30]

Una vez definido el nivel de confianza se procedió con la determinación de la desviación normal Z_r de acuerdo a la siguiente Tabla:

TABLA N° 12: Desviación estándar normal Z_r

Confiabilidad R%	Desviación estándar normal Z_r
---------------------	-------------------------------------

50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
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	-3.09
99.99	-3.75

Fuente: AASHTO, Guide for desing pavement structures 1993 [30]

- **Desviación estándar global S_o**

Para pavimentos AASHTO menciona un rango ente: $0.40 < S_o < 0.50$

- **Índice de servicialidad PSI**

Su cálculo se lo realizó a través de la siguiente ecuación:

$$\Delta PSI = PSI\ inicial - PSI\ final$$

(E 19)

Donde:

PSI inicial: Índice de servicio inicial (4.2 para pavimentos flexibles)

PSI final: Índice de servicio final (2.0 para caminos secundarios)

- **Módulo de resiliencia**

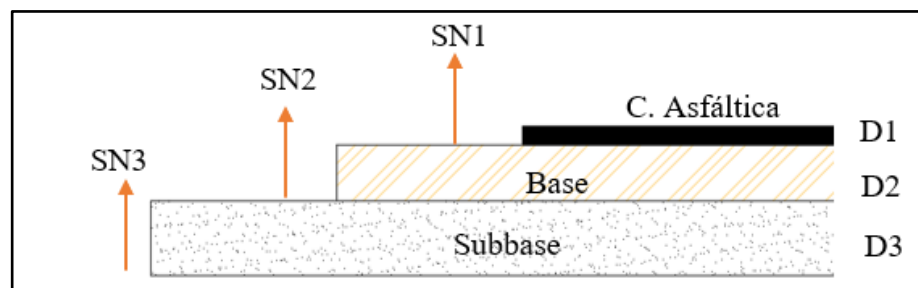
Esta medida de capacidad que tiene un material de absorber energía sin deformarse permanentemente se calculó con la siguiente ecuación recomendada por la AASHTO para CBR menores al 10%. [29]

$$Mr(\text{psi}) = 1500 * CBR$$

(E 20)

- **Determinación de espesores por capa**

Figura N° 06: Estructura del Pavimento



Fuente: Autor

Se emplearon los monogramas propuestos por la AASHTO para el cálculo de:

Coefficientes estructurales de la carpeta asfáltica, base, subbase respectivamente → a1, a2, a3

El coeficiente estructural de la carpeta asfáltica se determina mediante el conocimiento del Módulo de elasticidad de la mezcla asfáltica en psi o la estabilidad de Marshall expresada en libras.

Tabla N° 13. Especificaciones Marshall de diseño

Tipo de tráfico	Muy pesado		Pesado		Medio		Liviano	
	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
Estabilidad (lb)	2200	-	1800	-	1200	-	1000	2400

Fuente: Mezclas asfálticas en caliente, MTOP [9]

Por otro lado, los coeficientes de la base y subbase se determinan en monogramas a partir de los siguientes valores mínimos de CBR:

Tabla N° 14. Especificaciones generales para base y subbase

Estructura de pavimento	Límite líquido (%)	Índice plástico (%)	Desgaste por abrasión (%)	CBR (%)
Base	≤ 25	≤ 6	≤ 40	≥ 80
Subbase	≤ 25	≤ 6	≤ 50	≥ 30

Fuente: MOP - 001-F 2002 [32]

Espesor de la carpeta asfáltica, base, subbase respectivamente → D1, D2, D3, para los cuales se tienen los siguientes valores mínimos:

Tabla N° 15: Valores mínimos de D1 y D2 en función de los ejes equivalentes

Tráfico W18	Concreto asfáltico D1 (plg)	Capa base D2 (plg)
< 50000	1.0 (o tratamiento superficial)	4
50001 a 150000	2.0	4
150001 a 500000	2.5	4
500001 a 2000000	3.0	6
2000001 a 7000000	3.5	6
> 700001	4.0	6

Fuente: AASHTO, Guide for desing pavement structures 1993 [30]

Coefficientes de drenaje (m2 y m3)

Tabla N° 16: Características de drenaje del material de base y/o subbase granular

Nivel de drenaje	Agua eliminada dentro en
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drena

Fuente: AASHTO, Guide for desing pavement structures 1993 [30]

Tras haber definido el nivel de drenaje de la base y/o subbase lo siguiente fue determinar los coeficientes de drenaje a través de la siguiente tabla:

Tabla N° 17: Valores de m2 y m3

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad			
	Menos de 1%	1 – 5%	5 – 25%	Más del 25%
Excelente	1.4 – 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	1.0
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	0.98 – 0.75	0.75 – 0.40	0.4

Fuente: AASHTO, *Guide for desing pavement structures 1993* [30]

Una vez definidas todas las consideraciones anteriores, lo siguiente fue calcular el número estructural SN y establecer los espesores que conformarán la estructura del pavimento. Para esto se utilizó el Excel del Ing. Luis Ricardo Vázquez Varela cuya programación está en base a la normativa de diseño estructural del pavimento. Además, se realizaron diseños complementarios que incluyeron tanto señalización horizontal como vertical.

2.2.4. FASE 3

Esta fase tuvo como objetivo la elaboración del presupuesto referencial de la obra civil, para lo cual se llevó a cabo una investigación que combinó enfoques cualitativos y cuantitativos. En primer lugar, se efectuó un análisis de precios unitarios (APUs), abarcando tanto los costos directos como los indirectos de la obra. Se procedió a cuantificar estos rubros y, finalmente, se estableció el costo individual de cada uno, así como el costo total del proyecto.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se van a analizar los resultados obtenidos en cada fase tras aplicarse la metodología antes mencionada.

3.1. FASE 1

Esta fase tuvo como objetivo realizar las actividades de campo referentes al levantamiento de faja topográfica, el estudio de tráfico y la extracción de muestras de suelo para la ejecución de ensayos de laboratorio:

3.1.1. Levantamiento de la faja topográfica

Imagen N° 02: Sobrevuelo del dron



Fuente: Autor

Se realizó el levantamiento con dron de una franja de 100 m de ancho y 4 km de largo aproximadamente, siguiendo la ruta establecida por la Prefectura de Tungurahua, teniendo como punto de origen y fin los siguientes puntos:

Tabla N° 18: Coordenadas del levantamiento de la franja topográfica

Coordenadas UTM WGS84 zona 17 Sur		
Punto	Inicial	Final
Norte	9863554.6657	9865077.3178

Este	737669.7812	736623.6682
Elevación	3895.21	4205.91
Abscisa	0+000	4+000

Fuente: Autor

Imagen N° 03: Colocación de puntos de control



(a)



(b)

En la Figura 9, se aprecia la ubicación del primer punto de control Absc 0+000 (a) y Absc 0+000 (b) en el área de Chuquibantza (Llangahua) y su georreferenciación mediante RTK, cuyos datos se detallan en la Tabla 15. Durante el levantamiento topográfico, se tomaron en cuenta el punto del cruce de cuerpo de agua que se puede apreciar en la Figura 10. Como resultado de esta actividad se reveló un terreno montañoso. Finalmente, se establecieron en programa (Civil 3D) las curvas de nivel principales cada 5 metros y las secundarias cada metro, siguiendo una escala de 1:1000.

Imagen N° 04: Cruce de agua Absc: 1+540



Fuente: Autor

3.1.2. Estudio de tráfico

El conteo del volumen vehicular se llevó a cabo durante cuatro días de la semana, específicamente del 14 al 20 de agosto, en un horario que abarcó desde las 6 a. m. hasta las 18 p. m., con un intervalo de 15 minutos entre registros. La estación de conteo se posicionó en la intersección de la vía Escaleras-Mula Corral con la entrada a la vía que conduce al sector Chuquibanza-Llangahua, tal como se ilustra en la Figura 6.

Figura N° 07: Ubicación de la estación de conteo, parroquia Pilahuín, provincia Tungurahua



Fuente: Google Earth [21]

En este punto, se pudo contar la mayor cantidad de vehículos que se dirigían a la zona de estudio; sin embargo, se observó un volumen de tránsito relativamente bajo. Para el estudio, solo se tomaron en cuenta los vehículos que se dirigían al sector Chuquibantza, excluyendo aquellos que se dirigían al sector turístico Mula Corral.

Imagen N° 05: Conteo vehicular manual, parroquia Pilahuín, provincia Tungurahua



Fuente: Autor

Se pudo obtener la cantidad de vehículos que transitaron cada día, observando que el día sábado registró el mayor flujo vehicular con 33 vehículos, ya que es el día en que la mayoría de la población se desplaza hacia la feria y los centros poblados. Para obtener un detalle más exhaustivo del recuento vehicular, se recomienda consultar los ANEXO A dedicado al estudio de tráfico.

3.1.3. Estudio de suelos

3.1.3.1. Extracción de muestras

Se extrajeron un total de 6 muestras de suelo en puntos que corresponden a zonas de corte, relleno y subrasante observados en el prediseño de la vía.

Imagen N° 06: Extracción de muestras



Fuente: Autor

Del primer y segundo tramo, se extrajo únicamente una muestra por cada uno debido a la uniformidad notada en el tipo de suelo, a diferencia del tramo 3 y 4, donde se observaron cambios notables en el suelo, por lo que fue necesario extraer dos muestras.

Tabla N° 19: Puntos de extracción de muestra

N° de calicata	Tramo	Abscisa	Coordenadas UTM WGS84 zona 17 Sur	Altura	Detalle
----------------	-------	---------	-----------------------------------	--------	---------

			Norte	Este		
1	1	0+970	9864749.712	737688.984	3983.38	Subrasante
2	2	1+260	9865182.382	737435.678	4042.20	Subrasante
3	3	2+440	9865280.647	737406.349	4085.69	Corte
4		2+730	9865206.371	737141.514	4075.18	Relleno
5	4	3+030	9864962.429	736988.791	4100.90	Subrasante
6		3+910	9865012.925	736680.747	4214.60	Corte

Fuente: Autor

La Tabla 19 muestra la ubicación de las calicatas utilizadas para la extracción del suelo. Tres de ellas corresponden directamente a zonas que serán la rasante del proyecto, mientras que dos de ellas se refieren a zonas de corte, donde la tierra extraída en exceso dejará un área de suelo donde se asentará la estructura del pavimento. Además, se incluye un punto de relleno, para el cual se analizó el suelo de corte para determinar si es adecuado o no utilizarse como como relleno. En caso de no ser adecuado, se empleará un suelo con mejoramiento.

3.1.3.2. Ensayos de laboratorio

Los resultados de todos los ensayos aplicados a cada muestra se encuentran detallados en el apartado B de los Anexos destinado a los ensayos de laboratorio.

- Granulometría

Se ensayaron 1000 gr de suelo de cada calicata, con los equipos en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil. En la Figura 14 se puede observar la colocación del suelo en la tamizadora empleando el juego del tamiz.

Imagen N° 07: Tamizado del suelo



Fuente: Autor

Tabla N° 20: Resultado de granulometría

Abscisa	Grava (%)	Arena (%)	Limo y arcilla (%)	Clasificación AASHTO	Descripción
0+970	0.07	96.85	1.62	A-3	Arena fina
1+260	0.80	87.40	10.66	A-3	Arena fina
2+440	0.00	96.98	1.79	A-3	Arena fina
2+730	0.00	96.00	2.64	A-2-5	Grava y arena limosa o arcillosa
3+030	0.00	79.26	19.72	A-2-5	Grava y arena limosa o arcillosa
3+910	0.13	78.08	20.64	A-2-5	Grava y arena limosa o arcillosa

Fuente: Autor

En la Tabla 20, se presenta como resumen que el suelo extraído para el ensayo se clasificó como arena limosa según la SUCS (Anexo 1) y como arena fina, arena limosa o arcillosa según la AASHTO (Anexo 2). Esto se debe a que, en todas las muestras, el porcentaje que pasó el tamiz N° 200 fue menor a la mitad (según la SUCS) o menos del 35% (según la AASHTO) del total de la muestra, lo que indica que se trata de un suelo de naturaleza granular.

- **Límites de Atterberg**

Imagen N° 08: Límites de consistencia



(a)



(b)

En la Figura 15, se aprecia la ejecución del ensayo de límite líquido (a) y límite plástico (b). Durante la manipulación del material, se presentaron dificultades debido a que se trataba de arena, lo cual sugería una baja plasticidad. Este supuesto se confirmó al llevar a cabo el ensayo.

Tabla N° 21: Resultados de límites de consistencia

Abscisa	N° de ensayo	LL %	LP %	IP %	Clasificación SUCS		Grado de plasticidad
0+970	1	54.54	55.75	0	SP	Arena mal graduada	No plástico
1+260	2	55.01	56.18	0	SP	Arena mal graduada	No plástico
2+440	3	60.50	64.77	0	SP	Arena mal graduada	No plástico
2+730	4	56.02	55.54	0.46	SP	Arena mal graduada	Ligera plasticidad
3+030	5	63.50	62.83	0.67	SP	Arena mal graduada	Ligera plasticidad
3+910	6	53.5	50.96	2.54	SP	Arena mal graduada	Ligera plasticidad

Fuente: Autor

En la Tabla 21, se evidencia que el suelo es poco o nada cohesivo, es decir, carece de plasticidad. Las dos últimas muestras muestran cierta plasticidad debido a una mayor presencia de limos en comparación con las otras muestras; no obstante, la plasticidad sigue siendo muy baja.

- **Proctor modificado**

Imagen N° 09: Ensayo de Proctor modificado



Fuente: Autor

En la Figura 16, se observa la compactación del suelo en el molde y su posterior enrasado antes de su pesaje. El suelo necesitaba un alto contenido de humedad para lograr la saturación.

Tabla N° 22: Proctor modificado

Abscisa	N° de ensayo	Humedad óptima W%	Densidad seca gr/cm ³
0+970	1	50.00	1.02
1+260	2	37.90	1.22
2+440	3	49.00	1.07
2+730	4	38.00	1.12
3+030	5	46.00	1.09
3+910	6	42.00	1.11

Fuente: Autor

En la Tabla 22, se aprecia que, para lograr su resistencia máxima al ser compactada, el suelo requiere un alto contenido de humedad. Esto se debe a que, al tratarse de una arena, absorbe el agua, pero no la retiene en gran medida. Se nota que el valor máximo del contenido de humedad óptimo es del 50%, donde se obtiene una densidad seca de 1.02 gr/cm³.

CBR (California Bearing Ratio)

Imagen N° 10: Ensayo CBR



Fuente: Autor

Tabla N° 23: California Bearing Ratio

Abscisa	N° de ensayo	CBR puntual %	Clasificación del suelo según %CBR AASHTO
0+970	1	7.00	Subrasante Regular
1+260	2	7.20	Subrasante Regular
2+440	3	6.20	Subrasante Regular
2+730	4	7.10	Subrasante Regular
3+030	5	7.70	Subrasante Regular
3+910	6	7.50	Subrasante Regular

Fuente: Autor

De la Tabla 23, se puede inferir que el suelo en general se clasifica como regular, según la clasificación de la ASHTO detallada en la Tabla 2. El valor más bajo es el de la Absc: 2+440, aunque sigue siendo de tipo regular. Bajo este contexto, el suelo de corte podría utilizarse como relleno, dándole preferencia al uso del suelo de la Absc 3+910. De esta manera, no será necesario aplicar un mejoramiento del suelo; más bien, los espesores de la capa asfáltica, base y subbase compensarán la capacidad del suelo en los 4 km, siempre y cuando se gestionen adecuadamente dichos valores.

3.2. FASE 2

En esta segunda fase, se buscó establecer el diseño geométrico y la estructura del pavimento definitivo de la vía. En primer lugar, se presentan cálculos preliminares correspondientes a la obtención del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) actual y futuro para el diseño geométrico. Asimismo, se realiza el cálculo del número de ejes equivalentes y del Valor de Soporte Califórnico (CBR) de diseño, que se empleará en el diseño del pavimento durante el periodo de diseño. Estos cálculos se basan en los datos obtenidos en campo durante la primera fase.

3.2.1. Cálculos previos

Como se mencionó en la FASE 1 tras el estudio de tráfico se determinó que el día con mayor tráfico es el día sábado con 33 vehículos, de este día la hora con mayor cantidad de vehículos al sumar por cuarteo los totales resultó ser de 13h30 – 14h30 cuya distribución se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla N° 24: Hora pico del día Sábado

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS								TOTALES	
			2D	2DA	2DB	3A	4C	3S2	3S3	TOTAL		
13h30-13h45	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
13h45-14h00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14h00-14h15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
14h15-14h30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1

Fuente: Autor

Los datos necesarios de este día para el cálculo de la hora pico se encuentran detallados en el Anexo 31 que a diferencia del resto de las horas el total acumulado mayor es 5 vehículos. Una vez determinada la hora pico procedemos se procedió con el cálculo del FHMD con (E.2.).

$$FHMD = \frac{5 \text{ veh}}{4 * (2 \text{ veh})} = 0.625$$

- **TPDA Actual**

Se tomará un factor de hora pico de 1 para asumir un tráfico uniforme. Para el cálculo del TPDA actual se empleará un volumen de diseño $k=15\%$ puesto que se trata de una vía ubicada en la zona rural.

- Para vehículos livianos

$$(E.3.) \quad TPDA_{(a)} = \frac{2*1}{15\%} = 13.33 \text{ veh/día}$$

$$TPDA_{(a)} = 14 \text{ vehículos livianos/día}$$

Tabla N° 25: TPDA actual por tipo de vehículo

Tipo de vehículos		VHP	TPDA actual Veh/día)
Livianos		2	14
Buses		0	0
Pesados	2DA	3	20
TOTAL			34

Fuente: Autor

Tráfico desarrollado (E.4.)

$$TPDA_{(D)} = 5\% * (14 \text{ veh/día}) = 1 \text{ veh/día}$$

Tráfico generado (E.5.)

$$TPDA_{(G)} = 20\% * (14 \text{ veh/día}) = 3 \text{ veh/día}$$

Tráfico atraído (E.6.)

$$TPDA_{(A)} = 10\% * (14 \text{ veh/día}) = 1 \text{ veh/día}$$

$$(E.7.) \quad TPDA_{(TOTAL)} = (14 + 3 + 1 + 1) \text{ veh/día}$$

$$TPDA_{(TOTAL)} = 19 \text{ veh/día}$$

Tabla N° 26: TPDA actual total

Tipo de vehículo		TPDA Actual	Tráfico Desarrollado	Tráfico Generado	Tráfico atraído	TOTAL
Livianos		14	1	3	1	19
Buses		0	0	0	0	0
Pesados	2DA	20	1	4	2	27
TOTAL						46

Fuente: Autor




Como se observa en la Tabla 26 se obtiene como resultado un total de 46 veh/día para el año actual 2023. En base a este resultado se procede con el cálculo del TPDA futuro, se decidió proyectar el TPDA para un periodo de diseño de 20 años.

-TPDA Futuro

$$(E.8.) \quad Tf = 19 (1 + 3.57\%)^1$$

$$Tf_{livianos (2024)} = 20 \text{ Veh/día}$$

Tabla N° 27: TPDA Futuro proyectado a 20 años

AÑO	ÍNDICE DE CRECIMIENTO %			LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TPDAf TOTAL
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS			2DA 	
2023	3.57	1.78	1.74	19	0	27	46
2024	3.57	1.78	1.74	20	0	28	48
2025	3.57	1.78	1.74	21	0	29	50
2026	3.25	1.62	1.58	22	0	30	52

2027	3.25	1.62	1.58	23	0	31	54
2028	3.25	1.62	1.58	24	0	32	56
2029	3.25	1.62	1.58	25	0	33	58
2030	3.25	1.62	1.58	26	0	34	60
2031	3.25	1.62	1.58	27	0	35	62
2032	3.25	1.62	1.58	28	0	36	64
2033	3.25	1.62	1.58	29	0	37	66
2034	3.25	1.62	1.58	30	0	38	68
2035	3.25	1.62	1.58	31	0	39	70
2036	3.25	1.62	1.58	33	0	40	73
2037	3.25	1.62	1.58	35	0	41	76
2038	3.25	1.62	1.58	37	0	42	79
2039	3.25	1.62	1.58	39	0	43	82
2040	3.25	1.62	1.58	41	0	44	85
2041	3.25	1.62	1.58	43	0	45	88
2042	3.25	1.62	1.58	45	0	46	91
2043	3.25	1.62	1.58	47	0	47	94

Fuente: Autor

Se obtuvo un TPDA proyectado al 2043 de 94 veh/día teniendo un aumento de 48 veh/día en 20 años. En general se observa un TPDA bajo pero muy cercano al límite superior de la categoría CLASE V.

- **Número de ejes equivalente**

Tabla N° 28: Factores de daño según el tipo de vehículo

Tipo de vehículo	Peso bruto máximo	Simple		Simple Doble		FACTOR DE DAÑO
		Tons	(P/6.6)^4	Tons	(P/8.2)^4	
Bus	12	4	0.13	8	0.91	1.04
2DA	10	3	0.04	7	0.53	0.57

Fuente: Autor

Es importante recalcar que en la Tabla 28 se presentan los factores de daño correspondientes a buses y pesados, no se consideraron los vehículos livianos debido a que solo se toman en cuenta aquellos con peso unitario bruto igual o mayor a 8 ton, estos valores fueron extraídos del ANEXO 32.

$$(E.9.) \quad W_{18 (2043)} = [365 * 0 * 1.04] + [365 * 47 * 0.57]$$

$$W_{18 (2043)} = 9779$$

$$W_{18 \text{ ACUMULADO}} = 9779 + 9571 = 161665$$

$$W_{\text{POR SENTIDO}} = 161665/2 = 80833$$

En base a la Tabla 5, al tratarse de una vía de un carril por sentido, W18 de diseño será el 100% del W18 por sentido

Tabla N° 29: W18 de diseño

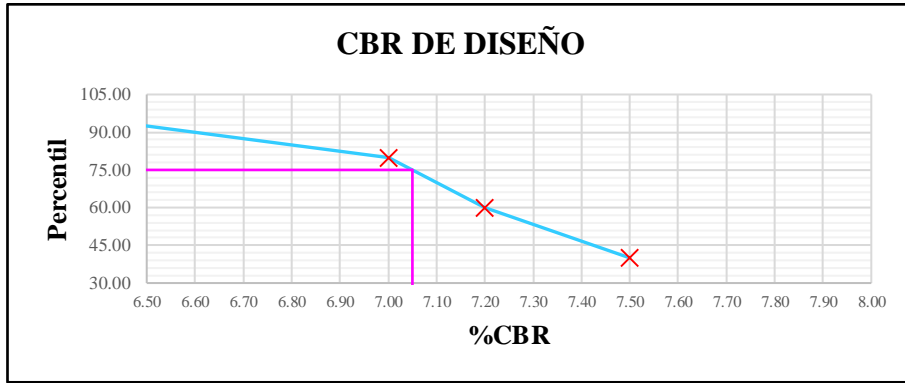
AÑO	BUSES	2DA	TPDA FUTURO	W18 PARCIAL	W18 ACUMULADO	W18 POR SENTIDO	W18 DE DISEÑO
2023	0	27	46	5618	5618	2809	2809
2024	0	28	48	5826	11444	5722	5722
2025	0	29	50	6034	17478	8739	8739
2026	0	30	52	6242	23720	11860	11860
2027	0	31	54	6450	30170	15085	15085
2028	0	32	56	6658	36828	18414	18414
2029	0	33	58	6866	43694	21847	21847
2030	0	34	60	7074	50768	25384	25384
2031	0	35	62	7282	58050	29025	29025
2032	0	36	64	7490	65540	32770	32770
2033	0	37	66	7698	73238	36619	36619
2034	0	38	68	7906	81144	40572	40572
2035	0	39	70	8114	89258	44629	44629
2036	0	40	73	8322	97580	48790	48790
2037	0	41	76	8531	106111	53056	53056
2038	0	42	79	8739	114850	57425	57425
2039	0	43	82	8947	123797	61899	61899
2040	0	44	85	9155	132952	66476	66476
2041	0	45	88	9363	142315	71158	71158
2042	0	46	91	9571	151886	75943	75943
2043	0	47	94	9779	161665	80833	80833

Fuente: Autor

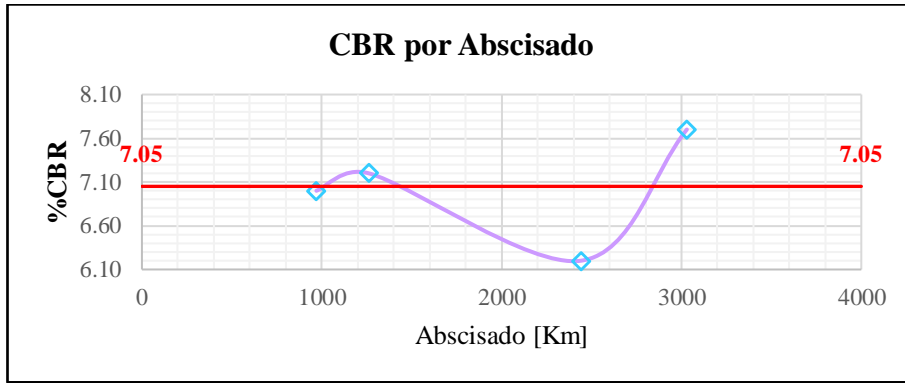
Finalmente se obtuvo un número de ejes equivalentes para el año proyectado de **80833**

- **CBR de diseño**

Gráfico N° 01: CBR de diseño



(a)



(b)

En la Figura 18, se nota un valor del 7,05%, que corresponde al porcentaje de diseño del 75% (a) de acuerdo a lo especificado en la Tabla 6, ya que el W18 resultó ser de 80833 y entra en el segundo rango. Los valores que se tomaron en cuenta para este cálculo fueron únicamente los CBR de corte y subrasante (b), debido a que sobre este suelo se asentará la estructura del pavimento. El CBR de diseño clasifica al suelo como de pobre a regular. Además, dado que no se llevará a cabo un mejoramiento del suelo, los espesores de la base y subbase se diseñarán de manera que compensen la resistencia de la estructura del pavimento.

Por otro lado, la muestra extraída de la zona de corte en el Absc 2+440 tiene un CBR de 6,20% que es el valor más bajo, pero sigue siendo material regular para subrasante que se podría utilizar para relleno, aunque se prioriza el uso del material de corte con mayor CBR.

3.2.1. Diseño Geométrico

3.2.1.1. Diseño horizontal

Como se demuestra en la Tabla 27, se calculó un TPDA para el 2043 de 94 veh/día, lo cual de acuerdo a la Tabla 7 se clasificaría a la vía de diseño dentro de la CLASE V debido a que su TPDA proyectado es menor a 100 veh/día, sin embargo, el valor está muy cerca del límite superior de esta categoría por lo que de manera conservadora se diseñó una vía CLASE IV. De la misma tabla 7 mencionada se puede extraer la velocidad de diseño recomendado igual a 50 km/h para proceder con los siguientes cálculos:

$$(E.10.) \quad V_c = 0.80 * 50 \frac{km}{h} + 6.50 = 46.5 \text{ km/h}$$

$$(E.12.) \quad d_1 = 0.7 * \left(\frac{46.5 \text{ km}}{h} \right) = 32.55 \text{ m}$$

$$(E.13.) \quad d_2 = \frac{(46.5 \text{ km/h})^2}{254 * 0.405} = 21.04 \text{ m}$$

$$(E.11.) \quad D_v = 32.55 \text{ m} + 21.04 \text{ m} = 53.59 \text{ m}$$

$$(E.15.) \quad D_r = 9.54(46.5 \text{ m/h}) - 218 = 225.61 \text{ m}$$

$$(E.16.) \quad R = \frac{\left(50 \frac{km}{h} \right)^2}{127(0.10+0.190)} = 67.88 \text{ m}$$

Tabla N° 30: Características geométricas para el diseño

	Recomendable	Absoluto
Velocidad de diseño	50 km/h	25 km/h
Velocidad de circulación	46.5 km/h	26.5 km/h
Peralte	10%	
Sobreechancho	40 cm	
Distancia de parada	55 m	25 m
Distancia de rebasamiento	210 m	110 m
Radio mínimo de curva	75 m	20 m

Fuente: Autor

En la Tabla 30 se presentan a manera de resumen los valores recomendados de las características geométricas horizontales que se usaron en el diseño horizontal, sin embargo, existieron casos en los que se tomaron valores absolutos presentados en la misma tabla, como es el caso del radio mínimo de curva horizontal, 20 m, con el fin de lograr una armonía en con el diseño vertical.

Tabla N° 31: Tangentes del alineamiento

	Absc.. inicial	Absc. final	Longitud (m)	Rebasamiento
T-1	0+000	0+098.97	98.97	No
T-2	0+158.98	0+456.59	297.61	Si
T-3	0+508.30	0+889.54	381.24	Si
T-4	0+957.033	1+191.32	234.30	Si
T-5	1+317.01	1+402.48	85.47	No
T-6	1+438.74	1+509.94	71.21	No
T-7	1+595.84	1+721.18	125.34	No
T-8	1+773.40	1+997.16	211.65	Si
T-9	2+037.79	2+243.93	206.14	No
T-10	2+299.06	2+446.79	147.74	No
T-11	2+477.66	2+612.24	134.57	No
T-12	2+670.85	2+888.56	217.71	Si
T-13	2+929.28	3+188.12	258.84	Si
T-14	3+244.21	3+396.10	151.89	No
T-15	3+448.48	3+642.30	193.82	No
T-16	3+694.68	3+818.97	124.29	No
T-17	3+874.37	3+995.96	121.59	No

Fuente: Autor

En la Tabla 28 se puede observar un total de 17 tangentes, en 6 de ellas se podría llevar a cabo la maniobra de rebasamiento ya que cumple con la distancia mínima recomendada por la norma y también en todas las tangentes se cumple la distancia de parada. En la siguiente tabla se presentan las curvas a lo largo del alineamiento, cinco de ellas tienen radios de 20 m, el valor absoluto, que fueron estrictamente necesarios para no sobrepasar el valor máximo de la gradiente.

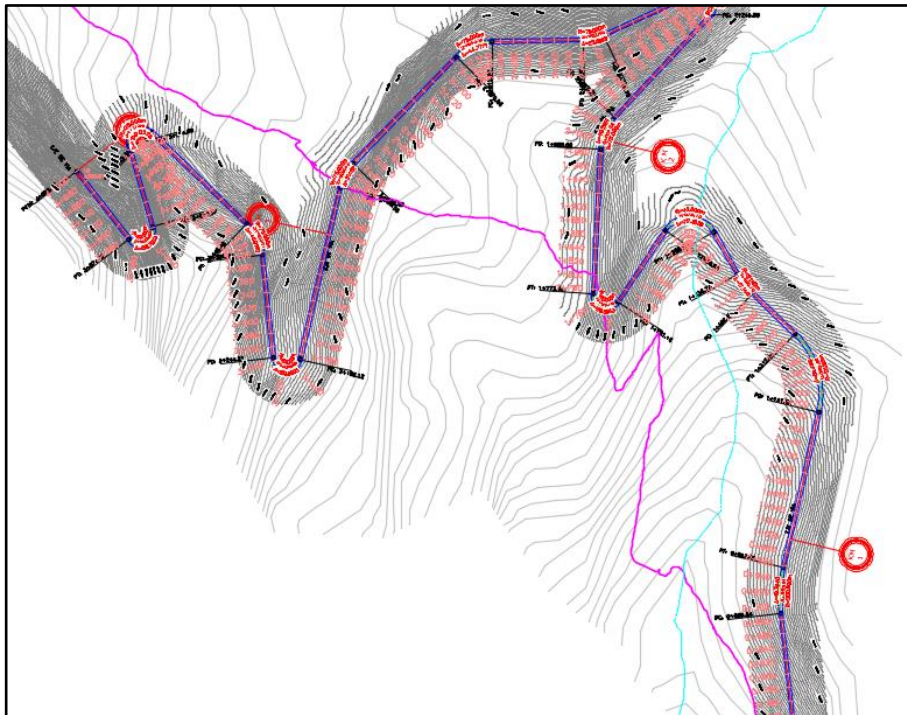
Tabla N° 32: Curvas del alineamiento

	Radio	Grado de curvatura
CC-1	200	5.73
CC-2	200	5.73

CC-3	200	5.73
CC-4	121.16	9.46
CC-5	121.16	9.46
CC-6	42	27.28
CC-7	20	57.30
CC-8	75	15.28
CC-9	20	57.30
CC-10	75	15.28
CC-11	75	15.28
CC-12	75	15.28
CC-13	20	57.30
CC-14	75	15.28
CC-15	20	57.30
CC-16	20	57.30

Fuente: Autor

Figura N° 08: Propuesta del diseño geométrico horizontal



Fuente: Autor

3.2.1.2. Diseño vertical

$$(E.12.) \quad L_{min} = 0.6 * 50 \frac{km}{h} = 30m$$

En el caso de la gradiente, la norma recomienda para terrenos montañosos un valor de 8% sin embargo, debido a la topografía del terreno se tomó el valor absoluto de 12% como valor máximo y 0.5% como valor mínimo.

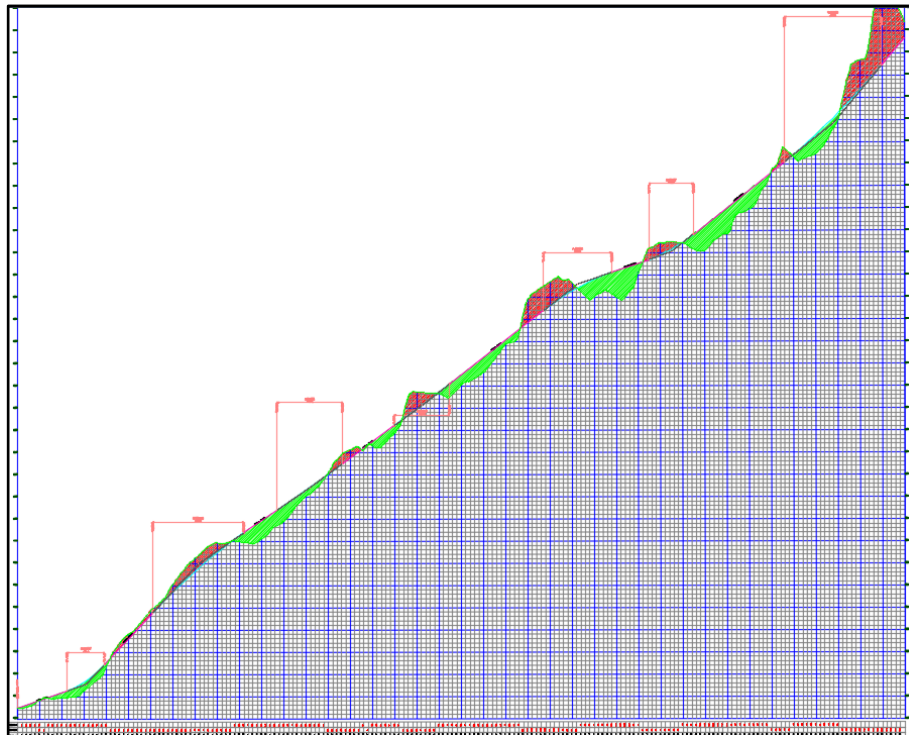
Tabla N° 33: Curvas del perfil

Tipo de curva	PVI Abcisado	PVI Elevación	LVC	Gradientes
Convexa	0+306.35	3905.48	169.26	3.44% en 221.72m
Cóncava	0+813.37	3959.68	411.92	10.69% en 216.44 m
Convexa	1+316.81	3994.11	297.18	6.84% en 148.89 m
Cóncava	1+822.96	4031.11	250.72	7.31% en 232.20 m
Cóncava	2+525.82	4085.82	307.54	7.78% en 423.73 m
Convexa	2+946.40	4100.29	200.47	3.44 % en 166.58 m
Convexa	3+678.30	4158.27	437.34	7.92 % en 413.00 m

Fuente: Autor

Como se puede ver en la Tabla 33 la pendiente máxima fue de 10.69% en una longitud de 221.72 m, por lo que se puede afirmar que las gradientes se ubican dentro del rango recomendado por la norma.

Figura N° 09: Propuesta del diseño geométrico vertical



Fuente: Autor

3.2.1.3. Diseño Transversal

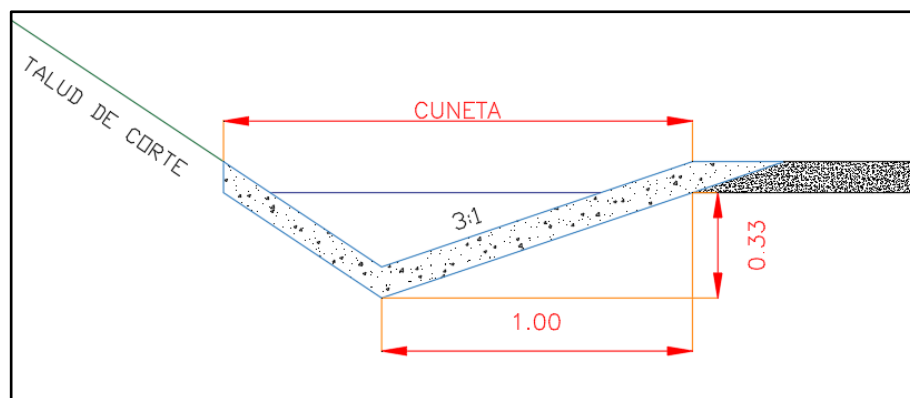
La sección típica de la vía quedó definida por una calzada de 3 m por carril con un bombeo de 4%, espaldones de 60 cm para velocidades de 50 km/h. La cuneta se ubicó a 30 cm de profundidad con respecto a la rasante, la sección típica de esta se lo tomará según lo recomienda la MTOP 2003. Estos valores fueron definidos en base a las tablas presentes en la sección del marco teórico en el apartado de sección transversal.

3.2.1.3.1. Sistema de drenaje

- Cunetas

Se utiliza una cuneta de sección triangular revestida con hormigón de $f'c = 180$ kg/cm². Se tomará como sección típica de la cuneta la que se encuentra recomendada por la MTOP para terrenos montañosos, se lo colocará a una profundidad de 30 cm desde la rasante. [9]

Figura N° 10: Dimensiones típicas de cunetas triangulares

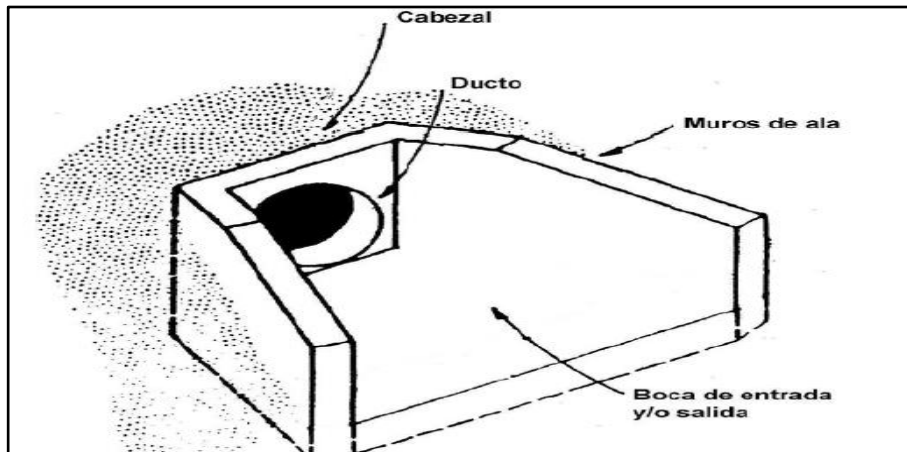


Fuente: Autor

- Alcantarillado

Se encontraron tres cruces de agua, por lo que será necesario la presencia de un ducto de forma circular ubicada debajo de la subrasante de la vía, con el objetivo de cruzar el agua de un lado al otro de la carretera con una pendiente mínima de 0.50%.

Figura N° 11: Elementos que conforman una alcantarilla



Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras-2003 [9]

Las características de drenaje y escurrimiento, requiere alcantarillas de una luz, ya sea metálicas o de hormigón, con dimensiones mínimas, que se ven sometidas a elevados torrentes y fuertes arrastres muchas veces solo en épocas de lluvias o deshielos, quedando sin uso la mayor parte del año. Dado que no se dispone de información sobre los flujos de agua y las mediciones de velocidad necesarias para llevar a cabo un cálculo, se considerará un diámetro mínimo de 1.20m de tubería corrugada de acero. La profundidad será de 1 metro para tráfico normal y 1.20 m para tráfico pesado.

La propuesta del diseño geométrico se puede observar a mayor detalle en el apartado E de los Anexos correspondiente a los planos.

3.2.2. Diseño de Pavimento

El diseño va a corresponder a un pavimento flexible que va tener un periodo de diseño de 20 años correspondiente a una vía pavimentada de bajo volumen según la Tabla 3. Con una PSI inicial de 4.2 para pavimentos flexibles y 2.0 como PSI final se obtuvo el siguiente índice de servicialidad:

$$(E.18.) \quad \Delta PSI = 4.2 - 2.0 = 2.2$$

Por otro lado, el factor R o factor de confiabilidad, al ser una vía de funcionalidad colectora debido a que su TPDA está muy cerca del límite superior de la vía vecinal a manera conservadora se toman las características de una clasificación superior, colectora, el valor se ubica en un rango entre 75 a 95% (Tabla 8), por lo que se optó

por un valor de 75%. A partir de este valor se obtiene una desviación estándar normal de -0.674 (Tabla 9) y una desviación estándar global promedio de 0.45

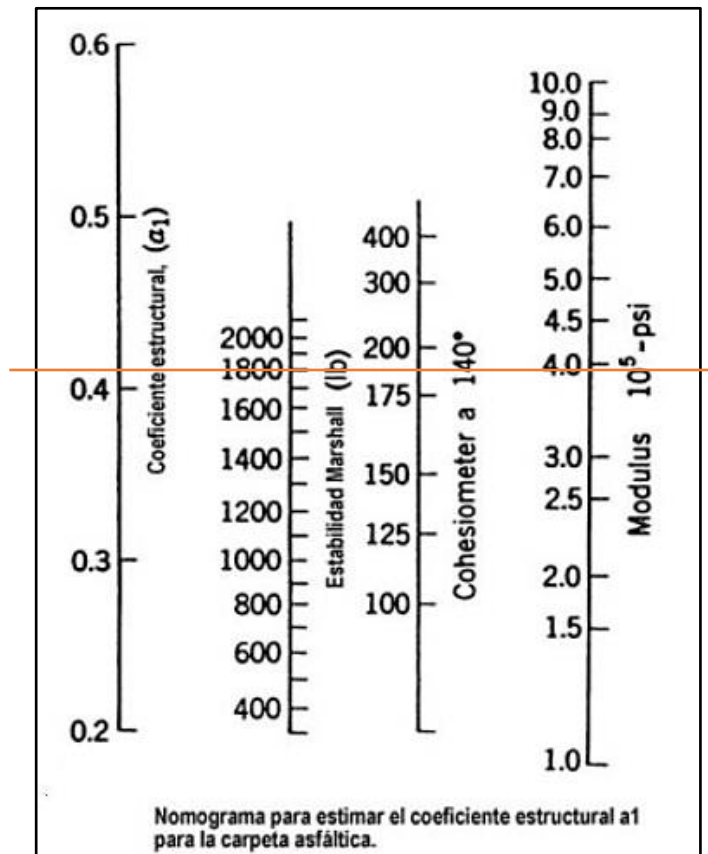
Por consiguiente, de acuerdo con el CBR de diseño 7,05%, se obtuvo un módulo de resiliencia para subrasante de:

$$(E.19.) \quad Mr(\text{psi}) = 1500 * 7.05\%$$

$$Mr(\text{psi}) = 10575 \text{ PSI} = 10.575 \text{ KSI}$$

Como siguiente punto se obtuvieron los valores correspondientes a los coeficientes estructurales a_1 , a_2 y a_3 . Para encontrar a_1 se decidió usar un valor de elasticidad Marshall mínima de 1800 lb para la carpeta asfáltica obteniendo de esa manera un valor aproximado de 0.413 como se distingue en la Figura 23.

Figura N° 12: Carta para estimar a_1 a partir del módulo elástico

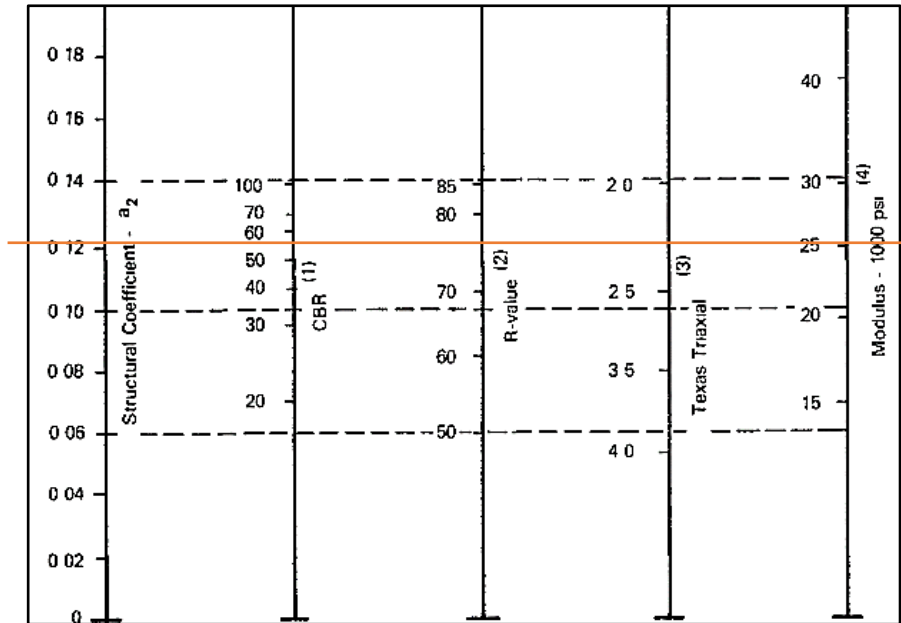


Fuente: AASHTO, *Guide for desing pavement structures 1993* [30]

Para determinar el número estructural de la base, la MTOP considera como un CBR de 80% como valor mínimo para base granular [5], a partir de este valor se procedió

con el siguiente ábaco propuesto por la AASHTO donde se estimó un valor de 0.133 como coeficiente estructural de base, como se observa en la Figura 24

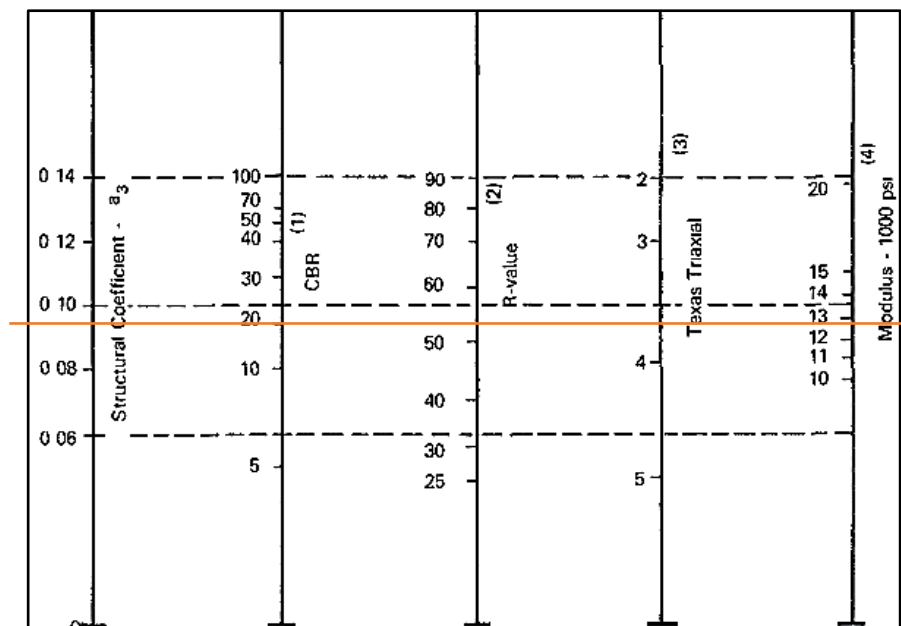
Figura N° 13: Ábaco para la estimación del coeficiente estructural a_2



Fuente: AASHTO, *Guide for desing pavement structures 1993* [30]

De igual manera la MTOP recomienda un CBR de 30% para subbase granular [5] por lo que con el ábaco se estima un valor aproximado de 0.108 como se observa en la Figura 25.

Figura N° 14: Ábaco para la estimación del coeficiente estructural a_3



Fuente: AASHTO, *Guide for desing pavement structures 1993* [30]

Los coeficientes de drenaje m2 y m3 fueron establecidos de acuerdo a las Tablas 16 y 17, donde al estar previsto el uso de material granular se espera un nivel de drenaje bueno que elimine agua cada día y se estima que el pavimento esté expuesto a un 25% de humedad.

Tabla N° 34: Parámetros considerados para el diseño

Datos para determinar SN	
Tipo de pavimento	Flexible
Periodo de diseño	20 años
Ejes equivalentes W18	80833
PSI inicial	4.2
PSI final	2.0
Confiabilidad R	75%
Desviación estándar normal Zr	-0.674
Desviación estándar global So	0.45
Coeficientes de drenaje m2 y m3	1.00
Módulo de resiliencia de la subrasante	10575 PSI
Coeficiente capa asfáltica a1	0.413
Módulo de elasticidad de la capa asfáltica	3.95×10^5 PSI
Coeficiente capa base a2	0.133
Módulo de elasticidad de la base granular	28.5 KSI
Coeficiente capa subbase a3	0.108
Módulo de elasticidad de la sub-base	14.95 KSI

Fuente: Autor

Figura N° 15: Cálculo del número estructural SN con la ecuación AASHTO93

CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)	
Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2004.	
Tipo de Pavimento <input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible <input type="radio"/> Pavimento rígido	Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So) 75 % $Z_r = -0.674$ So 0.45
Serviciabilidad inicial y final PSI inicial 4.2 PSI final 2	Módulo resiliente de la subrasante Mr 10575 psi
Información adicional para pavimentos rígidos	
Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)	Coefficiente de transmisión de carga - (J)
Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)	Coefficiente de drenaje - (Cd)
Tipo de Análisis <input checked="" type="radio"/> Calcular SN <input type="radio"/> Calcular W18	Número Estructural SN = 1.79
W18 = 80833	

Tabla N° 35: Diseño de la estructura del pavimento

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES			
METODO AASHTO 1993			
PROYECTO:	DISEÑO DEL PAVIMENTO		TRAMO: 1
SECCION:	km	0+000 a k 4+00 m 0	FECHA: 27/12/2023
DATOS DE ENTRADA:			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			395.0 0
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28.50
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			14.95
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			80,83 3
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)			10.58
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)			0.413
Base granular (a2)			0.133
Subbase (a3)			0.108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)			1.000
Subbase (m3)			1.000
DATOS DE SALIDA			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})		1.79	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})		1.17	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})		0.38	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})		0.24	
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESO R	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	7.2 cm	5.0 cm	0.81
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	7.3 cm	15.0 cm	0.79
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	5.5 cm	20.0 cm	0.85
ESPESOR TOTAL (cm)		40.0 cm	2.45
DISEÑADO POR:			<i>fm</i>

Fuente: Autor

Para un CBR de diseño del 7.05%, se calcularon espesores de 5 cm para la carpeta asfáltica. Se eligió el espesor mínimo de 2 pulgadas, según lo especificado en la Tabla 15. Además, se determinó un espesor de 15 cm para la base, respetando el valor mínimo de 4 pulgadas. Finalmente, se estableció un espesor de 20 cm para la subbase. En resumen:

$$SN' \text{ calculado} = 2.45 \quad SN' \text{ requerido} = 1.79$$

$$SN' \text{ calculado} > SN' \text{ requerido} \rightarrow \text{OK}$$

Características del material a utilizar

- Carpeta asfáltica

Se planea el uso de un cemento asfáltico AC-10 a un espesor de 5 cm.

- Base

Este será de material granular cuyo espesor determinado es de 15 cm, el mismo que cumplirá con los siguientes requisitos: $CBR \geq 80\%$, desgaste a la abrasión de los ángeles $< 40\%$ y el pasante del tamiz N° 40 deberá tener un $IP < 6\%$ y $LL < 25\%$ como lo estipula la NEVI. El tipo de base a emplearse será de CLASE 4 como lo recomienda la misma norma en su Tabla. 404-1.1, correspondiente a caminos vecinales con un TPDA menor a 1000 [31]. Finalmente, el material deberá cumplir con la siguiente granulometría:

Tabla N° 36: Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada

Tamiz		BASE CLASE 4	
		Min.	Máx.
2"	50 mm		100
1"	25 mm	60	90
N° 4	4.75 mm	20	50
N° 200	0,075 mm	0	15

Fuente: Manual NEVI-12. Vol. 3 [23]

- Subbase

Este será de material granular cuyo espesor determinado es de 15 cm, el mismo que cumplirá con los siguientes requisitos: CBR \geq 30%, desgaste a la abrasión de los ángulos $<$ 50% y el pasante del tamiz N° 40 deberá tener un IP $<$ 6% y LL $<$ 25% como lo estipula la NEVI. El tipo de base a emplearse será de CLASE 3 el cual se encuentra constituido con agregados obtenidos mediante trituración o cribado como lo estipula la misma norma [31]. Finalmente, el material deberá cumplir con la siguiente granulometría:

Tabla N° 37: Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada

Tamiz		SUBBASE CLASE 3	
		Min.	Máx.
3"	76.2 mm	100	
2"	50 mm		
1 ½"	38.1 mm		
N° 4	4.75 mm	30	70
N° 40	0.425 mm		
N° 200	0.075 mm	0	20

Fuente: Manual NEVI-12. Vol. 3 [23]

3.2.3. SEÑALIZACIÓN

3.2.3.1. Señalización horizontal

Tabla N° 38: Líneas longitudinales

Tipo de línea		Color	Ancho	Longitud
Separación de circulación opuesta	Línea continua	Amarillo	150 mm	1687.09 m
	Línea segmentada	Amarillo	150 mm	2312.91 m
Líneas de borde calzada		Blanco	150 mm	8000 m













Fuente: Autor













Como se puede observar la Tabla 27 existen 9 tangentes que cumplen con más de la longitud mínima de rebasamiento, por lo que se pintará en el pavimento líneas segmentadas y el resto de la vía se pintará una línea continua.






3.2.3.2. Señalización vertical

Tabla N° 39: Ubicación e identificación de la señalización vertical

ABSC.	LADO DE LA VÍA		CANTIDAD	LEYENDA	DIMENSIONES	COMENTARIOS
	IZQ.	DER.			(m)	
0+060		P1-2D	1		0,60 x 0,60	Curva abierta derecha
0+200	P1-2I		1		0,60 x 0,60	Curva abierta izquierda
0+395		P1 – 2I	1		0,60 x 0,60	Curva abierta izquierda
0+555	P1-2D		1		0,60 x 0,60	Curva abierta derecha
0+830		P1-2D	1		0,60 x 0,60	Curva abierta derecha
1+005	P1-2I		1		0,60 x 0,60	Curva abierta izquierda
1+035		P1-2I	1		0,60 x 0,60	Curva abierta izquierda
1+345		R2-13	1		0,60 x 0,60	No adelantar
1+365	P1-2D		1		0,60 x 0,60	Curva abierta derecha
1+465		P1-4I	1		0,75 x 0,75	Curva y contra curva abierta izquierda

1+472	R2-13		1		0,60 x 0,60	No adelantar
1+620		R2-13	1		0,60 x 0,60	No adelantar
1+700	R2-13		1		0,60 x 0,60	No adelantar
1+835	P1-4I		1		0,75 x 0,75	Curva y contra curva abierta izquierda
1+950		P1-2D	1		0,60 x 0,60	Curva abierta derecha
2+070	P1-2I		1		0,60 x 0,60	Curva abierta izquierda
2+080		R2-13	1		0,60 x 0,60	No adelantar
2+200		P1-6I	1		0,75 x 0,75	Curva tipo U izquierda
2+330		R2-13	1		0,60 x 0,60	No adelantar
2+350	P1-6D		1		0,75 x 0,75	Curva tipo U derecha
2+420	R2-13		1		0,60 x 0,60	No adelantar
2+490		R2-13	1		0,60 x 0,60	No adelantar



2+570		P1-2I	1		0,60 x 0,60	Curva abierta izquierda
2+590	R2-13		1		0,60 x 0,60	No adelantar
2+710	P1-2D		1		0,60 x 0,60	Curva abierta derecha
2+850		P1-2I	1		0,60 x 0,60	Curva abierta izquierda
2+970	P1-2D		1		0,60 x 0,60	Curva abierta derecha
3+130		P1-6D	1		0,75 x 0,75	Curva tipo U derecha
3+280		R2-13	1		0,60 x 0,60	No adelantar
3+310	P1-6I		1		0,75 x 0,75	Curva tipo U izquierda
3+360		P1-2I	1		0,60 x 0,60	Curva abierta izquierda
3+380	R2-13		1		0,60 x 0,60	No adelantar
3+490	P1-2D		1		0,60 x 0,60	Curva abierta derecha
3+510		R2-13	1		0,60 x 0,60	No adelantar

3+570	R2-13		1		0,60 x 0,60	No adelantar
3+600		P1-4I	1		0,75 x 0,75	Curva y contra curva abierta izquierda
3+720	R2-13		1		0,60 x 0,60	No adelantar
3+800	R2-13		1		0,60 x 0,60	No adelantar
3+935	P1-4I		1		0,75 x 0,75	Curva y contra curva abierta izquierda

Fuente: Autor

3.3. FASE 3

TABLA 40: Presupuesto Final de la Obra Civil

 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL PRESUPUESTO 					
PROYECTO: “DISEÑO DE UN PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA CAPA DE RODADURA DE LA VÍA PELILEO - CHIQUICHA, ABS 0+000 - 4+000, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
No.	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio global
TRABAJOS PRELIMINARES					
1	Limpieza y desbroce en fisuras	Ha	2,80	\$395.39	1107.09
2	Replanteo y Nivelación	km	4,42	\$720.87	3189.49
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
3	Excavación sin clasificar, incl. Desalojo	m3	163737.02	\$2.90	474716.13
4	Relleno compactado con material de sitio	m3	163698.8	\$4.93	806906.74
5	Excavación para cunetas y encauzamiento a máquina, incl. Desalojo	m3	2480.00	\$10.95	16979.34
DRENAJE					
6	Hormigón simple $f_c=180\text{kg/cm}^2$ para cunetas	m3	982.54	\$142.89	140390.42
7	Suministro e Instalación de tubería de acero corrugada $D= 1.20\text{m}$ $E=1,5$ mm.	ml	30.00	\$141.97	1419.66
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO					
8	Conformación y compactación de la subrasante	m2	24000.00	\$4.87	116969.18
9	Subbase granular clase 3 $e=15\text{cm}$, tendido y compactado	m3	5280.00	\$11.25	59400.00
10	Base granular clase 4 $e=10\text{cm}$, tendido y compactado	m3	3960.00	\$26.28	104056.74
11	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta $e=5\text{cm}$, incluye imprimación	m2	1200.00	\$10.34	12413.45
CONTROL DE TRÁNSITO					
12	Marcas de pavimento (pintura reflectiva, flanzas de 12cm de ancho)	m	1650.00	\$3.53	5,082.17
13	Señalización regulatoria	u	15.00	\$146.87	1,174.92
14	Señalización preventiva	u	24.00	\$146.87	881.19

MEDIDAS AMBIENTALES					
15	Agua para el control de polvo	m3	150.00	\$13.63	2,044.89
				TOTAL:	\$1 762 343.97

Fuente: Autor

El costo total de la obra asciende a \$1'762 343.97, las especificaciones técnicas correspondientes a cada rubro se encuentran en el apartado C de los Anexos correspondiente al análisis de precios unitarios (APUs). El rubro que representa el mayor gasto es el de relleno compactado con material in sitio, es decir, con el material correspondiente al corte. Los valores correspondientes al volumen total de obra se encuentran en el ANEXO 34, donde se muestra un volumen de corte acumulado de 163737.02 m³ en los cuatro kilómetros. Este suelo puede ser utilizado como relleno para cubrir el volumen requerido de 163698.8 m³, lo que deja una diferencia de volumen acumulado neto de 38.27 m³ que debería ser desalojado de este tramo y utilizado en otros tramos de diseño si resulta ser adecuado, o dirigido a escombreras, aunque este volumen no representa un problema. Es crucial considerar que el rubro más costoso en una obra civil suele ser el movimiento de tierras.

CAPITULO IV.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Se determinó mediante el levantamiento topográfico con dron una longitud total de 4+000 km, con abscisas cada 20 metros y faja topográfica de 100 m de ancho. Se pudo observar un relieve del terreno con pendientes pronunciadas que oscilan entre el 8% y el 17% que según la clasificación de la MTOP-2003, este tipo de terreno se cataloga como ondulado montañoso.
- Según el estudio de tráfico se obtuvo un TPDA actual de 46 veh/día. Al proyectar este valor utilizando el método de la treintava hora para un periodo de diseño de 20 años, se obtuvo una cifra de 94 veh/día, lo cual clasifica a la vía como vecinal, sin embargo, al ser un valor muy cercano al límite de Clase V, se decidió diseñar una vía CLASE IV.
- Se analizaron en el laboratorio 6 muestras de suelo extraídas a lo largo de los cuatro kilómetros de alineación, donde se observó una presencia predominante de dos tipos de suelo clasificados según el sistema AASHTO como A-3 (arenas finas) y A-2-5 (grava y arena limosas o arcillosas). Este suelo resultó ser no plástico o de plasticidad muy baja, con contenidos de humedad elevados.
- Se obtuvo como resultado un CBR de diseño de 7.05% que para obtenerlo se tomaron en cuenta únicamente los CBR de las muestras correspondientes a zonas de corte y subrasante puesto que la estructura del pavimento se asentará sobre este suelo. Al no tener CBR malos se decidió usar el suelo de corte para las zonas de relleno dejando un volumen acumulado neto de 38.27 m³.
- Para el diseño geométrico, se utilizó una velocidad de diseño (Vd) de 50 km/h y una velocidad de circulación (Vc) de 46.5 km/h, lo que resultó en un diseño horizontal con diámetros mínimos de 20 metros para las curvas, un peralte máximo del 10%, un sobreebanco de 40 cm, distancias de parada de 55m y distancia de rebasamiento de 210 m. En cuanto al diseño vertical, se tomó con 7 y 10 metros para coeficiente “K” en curvas convexas y cóncavas respectivamente, además se logró mantener las gradientes trasversales dentro

del rango requerido siendo la gradiente máxima del diseño de 10.69 % y mínima de 0.5 %, cumpliendo así con la normativa MTOP 2003.

- Se propuso una sección transversal con un ancho de calzada de 6 metros, espaldones de 0,60 metros con bombeo del 4%, cunetas de 1 metro de ancho y 30 cm de profundidad y la instalación de alcantarillas metálicas tipo ármicos para cruzar cuerpos de agua.
- Se llevó a cabo el diseño de un pavimento flexible utilizando el método AASHTO 1993, estableciendo un grosor de 5 cm para la carpeta asfáltica, 15 cm para la base y 20 cm para la sub-base. Se decidió emplear una base granular CLASE IV y subbase granular CLASE III.
- Se estableció un presupuesto estimado de \$1'762 343.97 dólares estadounidenses para una extensión de 4000 metros en el trazado, resultado del análisis de precios unitarios de 15 rubros.

4.2. RECOMENDACIONES

- Dado que se cumplió con las normativas en el diseño geométrico, se recomienda realizar inspecciones periódicas durante la construcción para asegurar que la implementación del diseño se ajuste a las especificaciones. Además, se podría considerar la implementación de medidas adicionales de seguridad, como señalización adicional en las curvas pronunciadas.
- Se recomienda realizar estudios complementarios de la hidrografía de la zona para realizar un diseño completo del drenaje.
- Se sugiere a los laboratorios de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica llevar a cabo un mantenimiento regular de todos los equipos destinados a la realización de diversos ensayos. Además, se recomienda considerar la adquisición de más equipos para garantizar disponibilidad suficiente para aquellos que los necesiten.
- Se recomienda a los técnicos del Consejo Provincial de Tungurahua dé a conocer a las personas interesadas en el proyecto que se encontró un impedimento por parte del ministerio de ambiente por lo que es probable que el proyecto no se pueda ejecutar debido a que la zona de diseño corresponde a un ambiente montañoso que posee áreas ambientales protegidas, siendo más

propicios al desarrollo de ecosistemas vegetales y animales en donde cualquier intrusión requieren de fuertes medidas de protección y de mitigación.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. Ivanova y J. Masarova, «IMPORTANCE OF ROAD INFRASTRUCTURE IN THE ECONOMIC DEVELOPMENT AND COMPETITIVENESS,» *ECONOMICS AND MANAGEMENT*, vol. 18, nº 2, 2013.
- [2] J. Kiel, R. Smith y a. Ubbels, «The impact of transport investments on competitiveness,» *Transportation Research Procedia*, vol. 1, nº 1, pp. 77-88, 2014.
- [3] A. Cortés y N. D. I. Peña, «Analysis of transport infrastructure development and competitiveness in the member countries of the Pacific Alliance (2007-2016),» *Revista Finanzas y Política Económica*, vol. 11, nº 2, pp. 277-297, 2019.
- [4] B. M. Pasmíño Alzate y C. A. Salazar Hernandez, «Proyectos de Infraestructura Vial e Integración Territorial,» ISSN-e 0124-7913, Vol. 26, Nº 2, 2016, Colombia, 2016.
- [5] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Norma Para Estudios y Diseños Viales, vol. 2, Quito: NEVI - 12 - MTOP, 2013.
- [6] D. Zaninovich, «Vías Regionales y la necesidad de una Gestión compartida,» *Revista de Ingeniería*, nº 45, pp. 72-79, 2017.
- [7] J. C. Grisales, Diseño Geométrico de Carreteras, Segunda Edición ed., Popayán: ECOE EDICIONES, 2013.
- [8] «REGLAMENTO LEY SISTEMA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRANSPORTE TERRESTRE,» 2018.
- [9] MTOP, *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*, vol.2.2003.
- [10] K. I. C. Vargas, «Repositorio UCUE,» 24 06 2022. [En línea]. Available: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/39268>. [Último acceso: 25 07 2023].

- [11] S. M. M. CARLOSAMA, «Repositorio UCE,» 20 05 2013. [En línea]. Available: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1736>. [Último acceso: 25 07 2023].
- [12] E. V. C. PINTAG y J. D. M. YAUTIBUG, «Repositorio UNACH,» 2017. [En línea]. Available: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4348>. [Último acceso: 25 07 2023].
- [13] J. Castro y M. Vélez, «La importancia de la topografía en las ingenierías y arquitectura,» *Polo del Conocimiento*, vol. 2, n° 7, pp. 1071-1081, 2017.
- [14] C. Loaiza, J. Holguín y D. Escobar, «Análisis comparativo de alternativas viales entre Manizales y Mariquita (Colombia) a través de un estudio de accesibilidad territorial,» *Información tecnológica*, vol. 27, n° 5, pp. 231-242, 2016.
- [15] E. A. Sandoval y W. A. Rivera, «Correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfiada,» *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 29, n° 1, pp. 135-152, 2019.
- [16] F. X. L. Revelo y J. F. S. Benavides, «Repositorio UCE,» 23 08 2022. [En línea]. Available: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/26603>. [Último acceso: 25 07 2023].
- [17] Y. I. J. M. Astudillo, «Repositorio UCHILE,» 20 10 2020. [En línea]. Available: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/178068>. [Último acceso: 25 07 2023].
- [18] N. Daud, F. Jalil, S. Celik y Z. Albayrak, «The important aspects of subgrade stabilization for road construction,» *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 512, p. 012005, 2019.
- [19] B. Patiño, «Proyectos de infraestructura vial e integración territorial,» *Bitácora*, vol. 26, n° 2, pp. 79-86, 2016.
- [20] S. Saldarriaga y D. Álvarez, «Importancia de las vías de cuarta generación en el desempeño del comercio exterior en Colombia en el periodo 2008 - 2017,» TAIU, Medellín, 2017.

- [21] NTE INEN 686, *Mecánica de Suelos. Toma de Muestras Alteradas*, Quito: Norma Técnica Ecuatoriana.
- [22] NTE INEN 696, *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, Quito, 2011.
- [23] ASTM D4318, «Límite Líquido, Límite de plástico, y el índice de plasticidad,» 2005. [En línea]. Available: www.civilgeeks.com.
- [24] INEN 692, *Mecánica de Suelos. Determinación del Límite Plástico*, Quito, 1982.
- [25] L. Borselli, «Geotecnia I,» 2022. [En línea]. Available: www.lorenzoborselli.eu.
- [26] ASTM D 2487, *Práctica Estándar para la Clasificación de Suelos para Propósitos de Ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS)*, Pensilvania, 2011.
- [27] Ensayo Proctor Modificado ASTM D 1557-12, Pensilvania: ASTM Internacional, 2012.
- [28] A. S. f. Testing, «Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils,» ASTM D1883-16, United States, 2016.
- [29] AASHTO, *Guide for design od Paviment Structures 1993*.
- [30] NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS, MOP-2003, 2003.
- [31] Norma Ecuatoriana Vial, Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes, vol. 3, Quito: NEVI-12-MTOP, 2013.
- [32] CONSEJO PROVINCIAL DE MANABÍ, « CONSTRUCCIÓN DE LA VÍA “4 ESQUINAS - ESTANCIA VIEJA“ Y REHABILITACIÓN DEL TRAMO “ESTANCIA VIEJA - PACHINCHE EN MEDIO“ DEL CANTÓN PORTOVIEJO, PROVINCIA DE MANABÍ,» Portoviejo, 2023.
- [33] L. F. L. Simbaña, «Repositorio UPS,» 19 09 2022. [En línea]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23425>. [Último acceso: 2023 07 25].

- [34] A. S. f. T. a. Materials, «Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils,» ASTM D4318-17e1, United States, 2018.
- [35] A. A. o. S. H. a. T. Officials, «Método estándar de prueba para las relaciones humedad-densidad de suelos,» AASHTO T180, United States, 2020.
- [36] W. Á. B. DIAZ, «REPOSITORIO INTITUCIONAL UMNG,» 05 2015. [En línea]. Available: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6239>.
- [37] Instituto Ecuatoriano de Normalización, «ÁRIDOS. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS EN LOS ÁRIDOS, FINO Y GRUESO.,» NTE INEN 696, Quito - Ecuador, 2011.
- [38] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, *Manual de carreteras. Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección: Suelos y pavimentos*, Lima, 2014.
- [39] MOP, Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes, Quito: Ministerio de obras públicas y comunicaciones, 2002.

ANEXOS

ANEXO 1: Sistema de clasificación de suelos AASHTO

Clasificación	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)						Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)				
Grupo:	A-1		A-3	A-2-4				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Porcentaje que pasa: N° 10 (2mm) N° 40 (0,425mm) N° 200 (0,075mm)	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40 Límite líquido Índice de plasticidad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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				
Clasificación	Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)										
Grupo:	A-4	A-5	A-6		A-7, A-7-5, A-7-6						
Porcentaje que pasa: N° 10 (2mm) N° 40 (0,425mm) N° 200 (0,075mm)	-										
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40 Límite líquido Índice de plasticidad	-	-	36 mín		-	-	-	-	-	-	-
Constituyentes principales	40 máx	41 mín	40 máx		41 mín (2)						
Características como subgrado	10 máx	10 máx	11 mín		11 mín						
Constituyentes principales	Suelos limosos		Suelos arcillosos								
Características como subgrado	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

ANEXO 2: Sistema de clasificación de suelos SUCS










DIVISIONES PRINCIPALES			Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	<p>Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5% >GW,GP,SW,SP. >12% >GM,GC,SM,SC. 5 al 12% ->casos límite que requieren usar doble símbolo.</p>	$Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3	
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.	
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.	
			GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.	
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		$Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3	
			SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.	
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble.	
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.		Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.	
			SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50		ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.
						CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.
OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.						
Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.					
	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.					
	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.					
Suelos muy orgánicos			PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.			

A. ESTUDIO DE TRÁFICO










ANEXO 3: Conteo vehicular del día Lunes- DÍA 1

PROYECTO:		DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"				ESTACIÓN:		1		SENTIDO:		Ambos sentidos			
FECHA:		14/08/2023		DÍA:		LUNES		ESTADO DEL TIEMPO:		Nublado		RESPONSABLE:		Jenyfer Tenelema	
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS							TOTAL	TOTALES				
															
6h00-6h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
6h15-6h30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
6h30-6h45	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2			
6h45-7h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
7h00-7h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
7h15-7h30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1			
7h30-7h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
7h45-8h00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1			
8h00-8h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
8h15-8h30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1			
8h30-8h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
8h45-9h00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1			
9h00-9h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
9h15-9h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
9h30-9h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
9h45-10h00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
10h00-10h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10h15-10h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10h30-10h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
10h45-11h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
11h00-11h15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
11h15-11h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
11h30-11h45	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2			
11h45-12h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
12h00-12h15	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2			
12h15-12h30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
12h30-12h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
12h45-13h00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
13h00-13h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
13h15-13h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
13h30-13h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
13h45-14h00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
14h00-14h15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1			
14h15-14h30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1			
14h30-14h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
14h45-15h00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1			
15h00-15h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
15h15-15h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
15h30-15h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
15h45-16h00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
16h00-16h15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1			
16h15-16h30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
16h30-16h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
16h45-17h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
17h00-17h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
17h15-17h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
17h30-16h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
17h45-18h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			










ANEXO 4: Conteo vehicular del día Miércoles- DÍA 2

PROYECTO:		DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000*				ESTACIÓN:		1	SENTIDO:		Ambos sentidos	
FECHA:		16/08/2023		DÍA:		Miércoles		ESTADO DEL TIEMPO:		Nublado		
RESPONSABLE:		Jenyfer Tenelema										
HORA	LIVIANOS 	BUSES 	PESADOS							TOTAL	TOTALES	
												
6h00-6h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6h15-6h30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
6h30-6h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6h45-7h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7h00-7h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7h15-7h30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	
7h30-7h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
7h45-8h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8h00-8h15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
8h15-8h30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	
8h30-8h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
8h45-9h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9h00-9h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9h15-9h30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	
9h30-9h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9h45-10h00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
10h00-10h15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	
10h15-10h30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
10h30-10h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
10h45-11h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11h00-11h15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
11h15-11h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11h30-11h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
11h45-12h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12h00-12h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12h15-12h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12h30-12h45	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	
12h45-13h00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
13h00-13h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13h15-13h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13h30-13h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13h45-14h00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
14h00-14h15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	
14h15-14h30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	
14h30-14h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14h45-15h00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	
15h00-15h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15h15-15h30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
15h30-15h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15h45-16h00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
16h00-16h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16h15-16h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16h30-16h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16h45-17h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17h00-17h15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
17h15-17h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17h30-16h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
17h45-18h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

ANEXO 5: Conteo vehicular del día Viernes- DÍA 3



PROYECTO:		DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"				ESTACIÓN:		1		SENTIDO:		Ambos sentidos			
FECHA:		18/08/2023		DÍA:		Viernes		ESTADO DEL TIEMPO:		Nublado		RESPONSABLE:		Jenyfer Tenelema	
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS								TOTAL	TOTALES			
															
6h00-6h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
6h15-6h30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
6h30-6h45	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2			
6h45-7h00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
7h00-7h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
7h15-7h30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1			
7h30-7h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
7h45-8h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
8h00-8h15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
8h15-8h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
8h30-8h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
8h45-9h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
9h00-9h15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1			
9h15-9h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
9h30-9h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
9h45-10h00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
10h00-10h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10h15-10h30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
10h30-10h45	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2			
10h45-11h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
11h00-11h15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2			
11h15-11h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
11h30-11h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
11h45-12h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
12h00-12h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
12h15-12h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
12h30-12h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
12h45-13h00	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2			
13h00-13h15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
13h15-13h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
13h30-13h45	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2			
13h45-14h00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
14h00-14h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
14h15-14h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
14h30-14h45	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2			
14h45-15h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
15h00-15h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
15h15-15h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
15h30-15h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
15h45-16h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
16h00-16h15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1			
16h15-16h30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
16h30-16h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
16h45-17h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
17h00-17h15	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2			
17h15-17h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
17h30-16h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1			
17h45-18h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

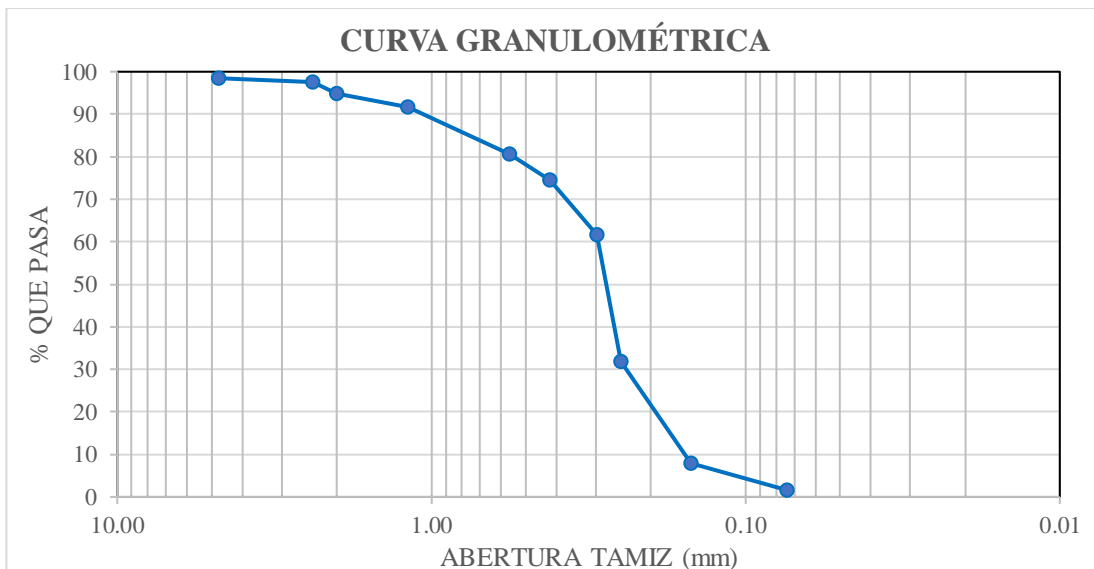
ANEXO 6: Conteo vehicular del día Sábado- DÍA 4

PROYECTO:		DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"				ESTACIÓN:		1	SENTIDO:		Ambos sentidos	
FECHA:		19/08/2023	DIA:		Sábado			ESTADO DEL TIEMPO:		Nublado		
RESPONSABLE:		Jenyfer Tenelema										
HORA	LIVIANOS 	BUSES 	PESADOS								TOTAL	TOTALES
												
6h00-6h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6h15-6h30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6h30-6h45	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2
6h45-7h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7h00-7h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7h15-7h30	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2
7h30-7h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7h45-8h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8h00-8h15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8h15-8h30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
8h30-8h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8h45-9h00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
9h00-9h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9h15-9h30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
9h30-9h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9h45-10h00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10h00-10h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10h15-10h30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10h30-10h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10h45-11h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11h00-11h15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11h15-11h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11h30-11h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11h45-12h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12h00-12h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12h15-12h30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12h30-12h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12h45-13h00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13h00-13h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13h15-13h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13h30-13h45	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
13h45-14h00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14h00-14h15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
14h15-14h30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
14h30-14h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14h45-15h00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
15h00-15h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15h15-15h30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15h30-15h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15h45-16h00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16h00-16h15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
16h15-16h30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16h30-16h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16h45-17h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17h00-17h15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17h15-17h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17h30-16h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17h45-18h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



**B. ENSAYOS DE
LABORATORIO**

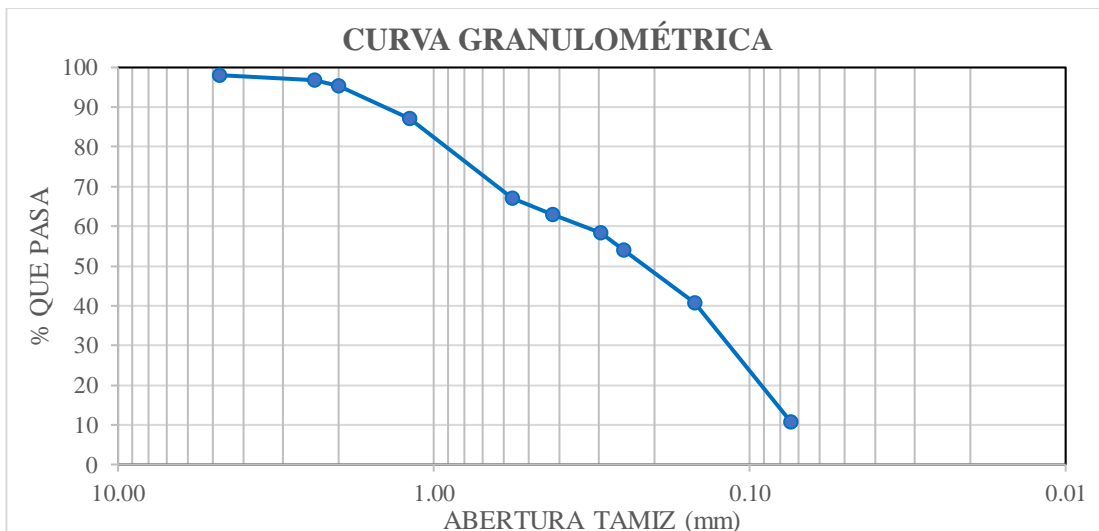
ANEXO 7: Resultados granulometría Absc: 0+970

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL GRANULOMETRÍA				
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"					
ABS: 0+970		PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr			
NORMA: ASTM D421-58		No. CALICATA: 1			
REALIZADO POR: JENYFER TENELEMA					
GRANULOMETRÍA					
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
4	4.76	0.7	0.7	0.07	98.47
8	2.38	10	10.7	1.07	97.47
10	2.00	26.6	37.3	3.73	94.81
16	1.19	31.2	68.5	6.85	91.69
30	0.565	110.9	179.4	17.94	80.60
40	0.42	61.3	240.7	24.07	74.47
50	0.297	128.4	369.1	36.91	61.63
60	0.25	297.9	667	66.70	31.84
100	0.149	239.9	906.9	90.69	7.85
200	0.074	62.3	969.2	96.92	1.62
FUENTE		106.6	16.2	985.4	
RESULTADOS					
PORCENTAJE DE MATERIAL					
GRAVA (%)	ARENA (%)		LIMO Y ARCILLA (%)		
0.70	96,85		1,62		





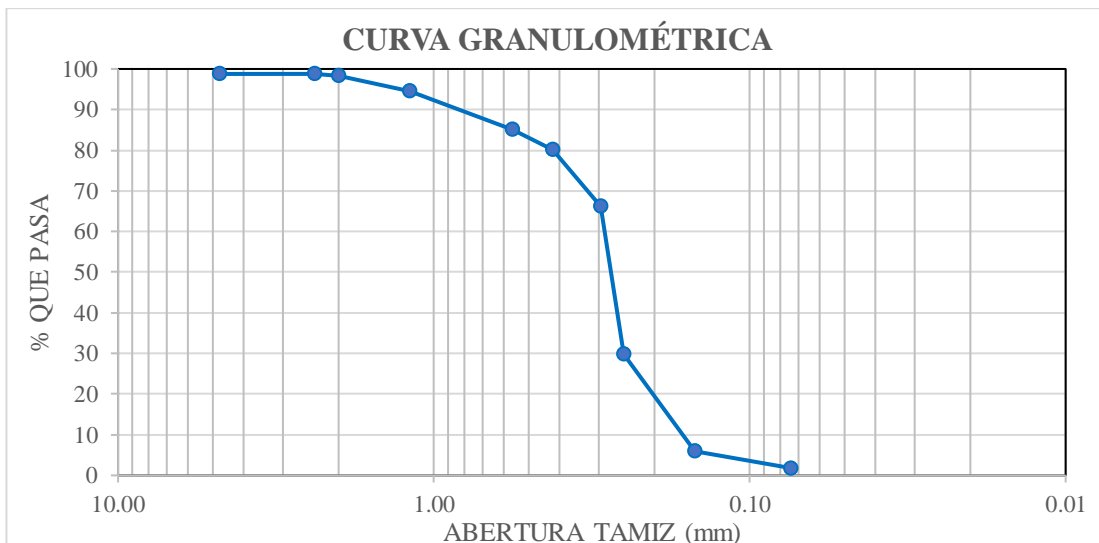
ANEXO 8: Resultados granulometría Absc: 1+260

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL GRANULOMETRÍA				
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000”					
ABS: 1+260		PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr			
NORMA: ASTM D421-58		No. CALICATA: 2			
REALIZADO POR: JENYFER TENELEMA					
GRANULOMETRÍA					
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
4	4.76	8	8	0.80	98.06
8	2.38	12.5	20.5	2.05	96.81
10	2.00	15.1	35.6	3.56	95.30
16	1.19	82.6	118.2	11.82	87.04
30	0.565	199.4	317.6	31.76	67.10
40	0.42	41.7	359.3	35.93	62.93
50	0.297	46.3	405.6	40.56	58.30
60	0.25	43.2	448.8	44.88	53.98
100	0.149	133.8	582.6	58.26	40.60
200	0.074	299.4	882	88.20	10.66
FUENTE		106.6	988.6	98.86	
RESULTADOS					
PORCENTAJE DE MATERIAL					
GRAVA (%)	ARENA (%)		LIMO Y ARCILLA (%)		
0.80	87.40		10.66		





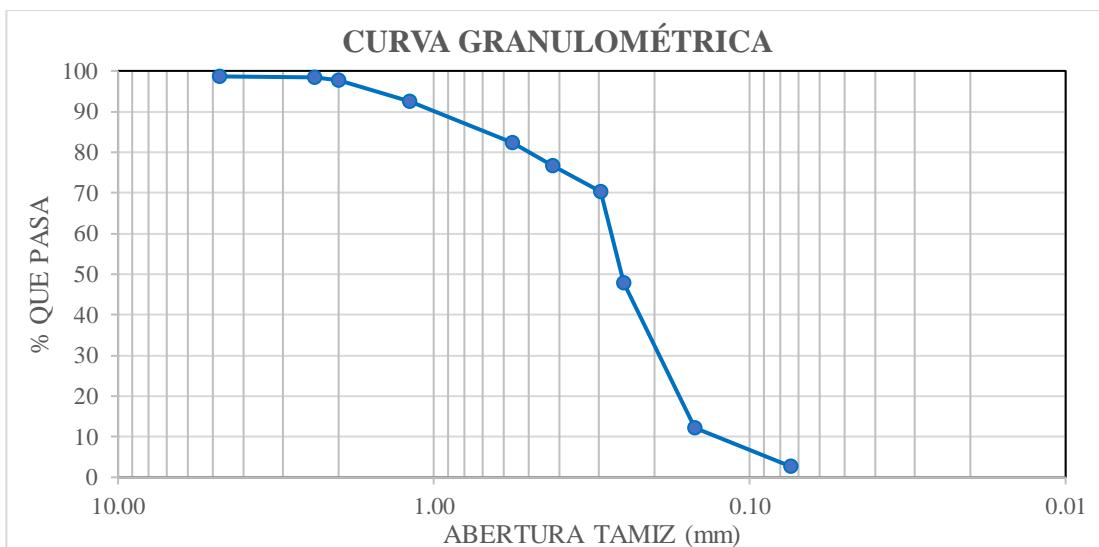
ANEXO 9: Resultados granulometría Absc: 2+440

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL GRANULOMETRÍA				
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"					
ABS: 2+440		PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr			
NORMA: ASTM D421-58		No. CALICATA: 3			
REALIZADO POR: JENYFER TENELEMA					
GRANULOMETRÍA					
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
4	4.76	0	0	0.00	98.77
8	2.38	0.9	0.9	0.09	98.68
10	2.00	3.9	4.8	0.48	98.29
16	1.19	37.1	41.9	4.19	94.58
30	0.565	96.1	138	13.80	84.97
40	0.42	48.3	186.3	18.63	80.14
50	0.297	138.7	325	32.50	66.27
60	0.25	365.8	690.8	69.08	29.69
100	0.149	238.5	929.3	92.93	5.84
200	0.074	40.5	969.8	96.98	1.79
FUENTE		106.6	17.9	987.7	98.77
RESULTADOS					
PORCENTAJE DE MATERIAL					
GRAVA (%)	ARENA (%)		LIMO Y ARCILLA (%)		
0.00	86.98		1.79		





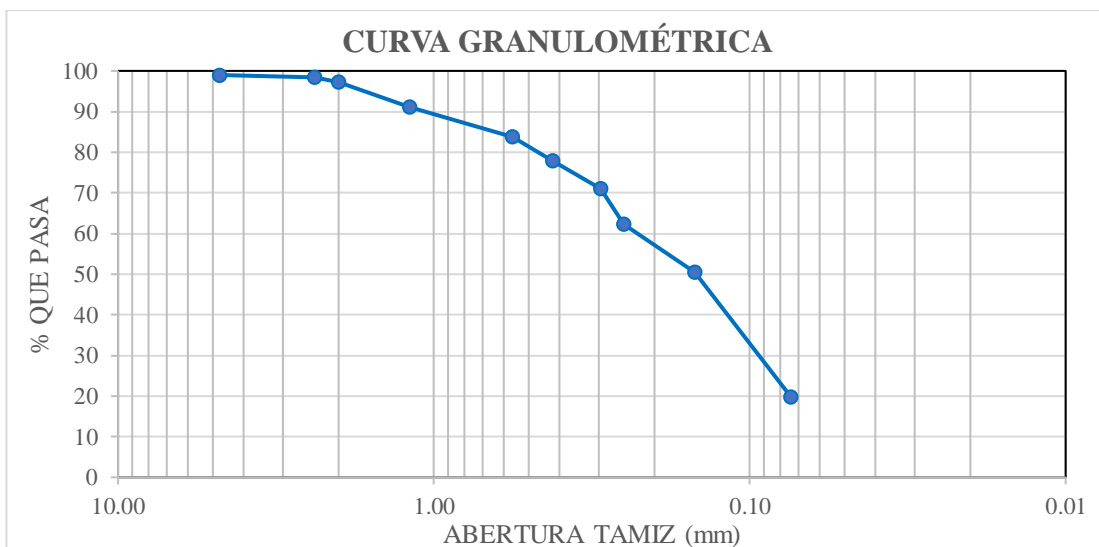
ANEXO 10: Resultados granulometría Absc: 2+730

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL GRANULOMETRÍA				
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"					
ABS: 2+730		PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr			
NORMA: ASTM D421-58		No. CALICATA: 4			
REALIZADO POR: JENYFER TENELEMA					
GRANULOMETRÍA					
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
4	4.76	0	0	0.00	98.64
8	2.38	2.5	2.5	0.25	98.39
10	2.00	5.8	8.3	0.83	97.81
16	1.19	52.1	60.4	6.04	92.60
30	0.565	101.6	162	16.20	82.44
40	0.42	58.6	220.6	22.06	76.58
50	0.297	63.4	284	28.40	70.24
60	0.25	224.5	508.5	50.85	47.79
100	0.149	355.8	864.3	86.43	12.21
200	0.074	95.7	960	96.00	2.64
FUENTE		26.4	986.4	98.64	
RESULTADOS					
PORCENTAJE DE MATERIAL					
GRAVA (%)	ARENA (%)		LIMO Y ARCILLA (%)		
0.00	96.00		2.64		



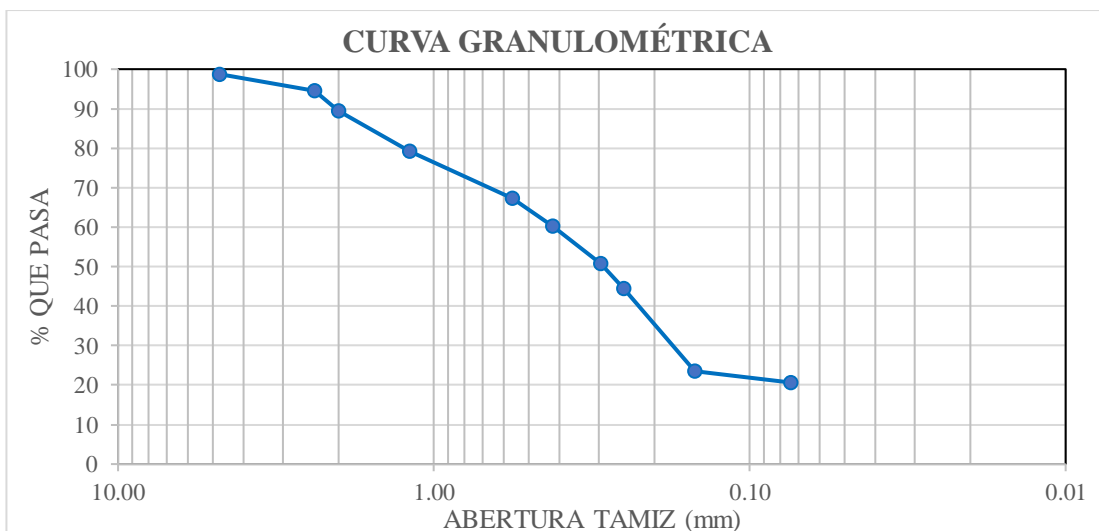
ANEXO 11: Resultados granulometría Absc: 3+030

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL GRANULOMETRÍA				
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"					
ABS: 3+030 NORMA: ASTM D421-58 REALIZADO POR: JENYFER TENELEMA	PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr No. CALICATA: 5				
GRANULOMETRÍA					
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
4	4.76	0	0	0.00	98.98
8	2.38	5.8	5.8	0.58	98.40
10	2.00	11.6	17.4	1.74	97.24
16	1.19	62.2	79.6	7.96	91.02
30	0.565	71.9	151.5	15.15	83.83
40	0.42	59.5	211	21.10	77.88
50	0.297	68.5	279.5	27.95	71.03
60	0.25	86.9	366.4	36.64	62.34
100	0.149	119.5	485.9	48.59	50.39
200	0.074	306.7	792.6	79.26	19.72
FUENTE		197.2	989.8	98.98	
RESULTADOS					
PORCENTAJE DE MATERIAL					
GRAVA (%)	ARENA (%)		LIMO Y ARCILLA (%)		
0.00	79.26		19.72		





ANEXO 12: Resultados granulometría Absc: 3+910

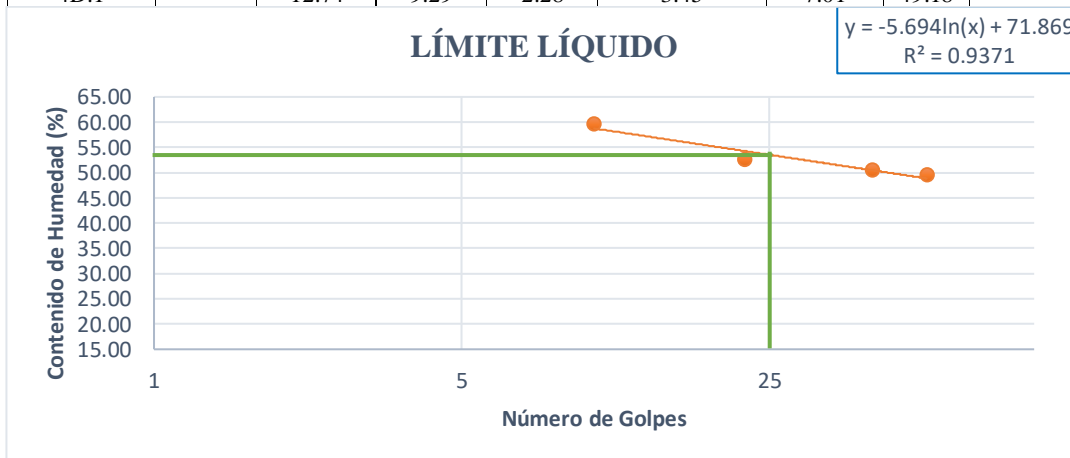
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL GRANULOMETRÍA			
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"					
ABS: 3+910		PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr			
NORMA: ASTM D421-58		No. CALICATA: 6			
REALIZADO POR: JENYFER TENELEMA					
GRANULOMETRÍA					
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
4	4.76	1.3	1.3	0.13	98.72
8	2.38	41.9	43.2	4.32	94.53
10	2.00	52.1	95.3	9.53	89.32
16	1.19	102.2	197.5	19.75	79.10
30	0.565	118.6	316.1	31.61	67.24
40	0.42	70.9	387	38.70	60.15
50	0.297	93.9	480.9	48.09	50.76
60	0.25	62.3	543.2	54.32	44.53
100	0.149	209.5	752.7	75.27	23.58
200	0.074	29.4	782.1	78.21	20.64
FUENTE		206.4	988.5	98.85	
RESULTADOS					
PORCENTAJE DE MATERIAL					
GRAVA (%)	ARENA (%)		LIMO Y ARCILLA (%)		
0.13	78.08		20.64		



ANEXO 13: Límites de consistencia Absc: 0+970

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG		
	PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"		
ABS: 0+970		PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr	
NORMA: ASTM D421-58		No. CALICATA: 1	
REALIZADO POR: JENYFER TENELEMA			



LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
1I.1	10	12.06	8.84	2.20	3.22	6.64	48.48	59.64
1D.1		11.91	7.86	2.14	4.05	5.72	70.80	
2I.1	22	13.89	9.75	2.18	4.14	7.57	54.73	52.63
2D.1		10.52	7.70	2.12	2.82	5.58	50.54	
3I.1	43	11.12	10.59	2.11	0.53	8.48	6.25	50.52
3D.1		15.57	9.03	2.13	6.54	6.90	94.78	
4I.1	57	14.12	10.12	2.11	4.00	8.01	49.89	49.53
4D.1		12.74	9.29	2.28	3.45	7.01	49.18	



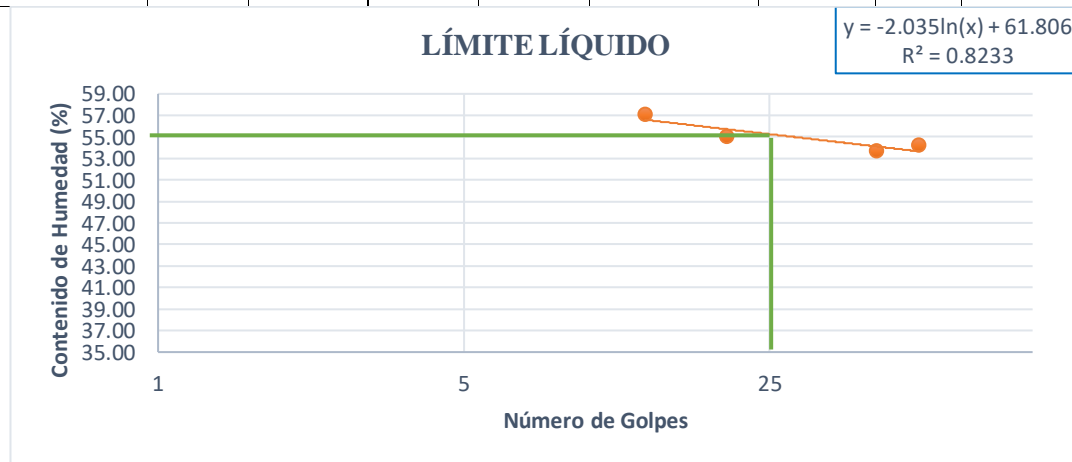
LÍMITE PLÁSTICO							
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
1G.1	2.85	2.52	2.06	0.33	0.47	69.96	55.75
2G.1	2.83	2.56	2.11	0.27	0.45	59.65	
3G.1	3.02	2.71	2.11	0.31	0.60	52.35	
4G.1	3.88	3.61	2.95	0.27	0.66	40.58	
5G.1	2.97	2.69	2.20	0.28	0.49	56.24	

RESULTADOS		
Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad %
54.5	55.75	-1.25

ANEXO 14: Límites de consistencia Absc: 1+260

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG		
	PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"		
ABS: 1+260		PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr	
NORMA: ASTM D421-58		No. CALICATA: 2	
REALIZADO POR: JENYFER TENELEMA			



LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
1I.2	13	15.47	10.53	2.26	4.94	8.27	59.74	57.11
1D.2		13.66	9.47	1.77	4.20	7.70	54.48	
2I.2	20	9.91	7.13	2.22	2.78	4.91	56.62	55.06
2D.2		12.57	8.90	2.03	3.67	6.86	53.50	
3I.2	44	11.94	8.62	2.47	3.32	6.15	54.01	53.67
3D.2		11.76	8.32	1.86	3.44	6.46	53.33	
4I.2	55	11.61	8.25	1.90	3.36	6.35	52.99	54.22
4D.2		14.16	9.78	1.89	4.37	7.89	55.44	

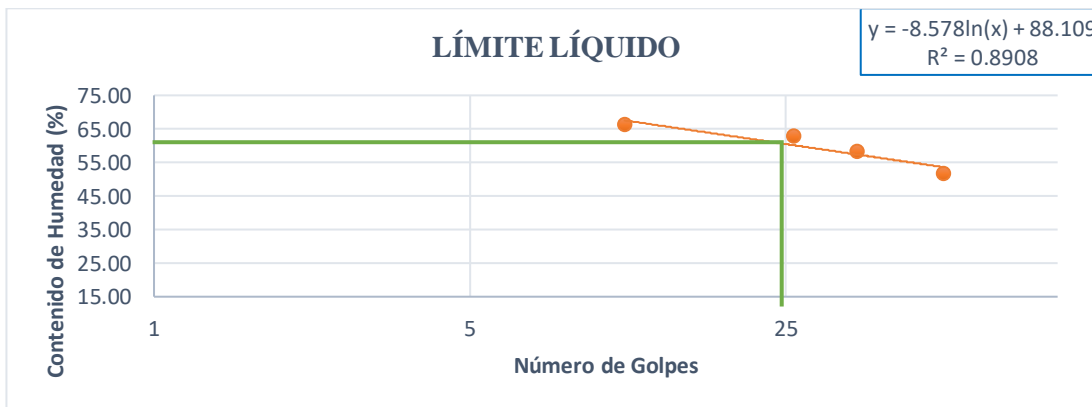


LÍMITE PLÁSTICO							
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
G1.2	2.92	2.51	1.76	0.42	0.74	55.78	56.18
G2.2	2.66	2.35	1.73	0.31	0.62	49.51	
G3.2	2.81	2.44	1.80	0.37	0.64	57.88	
G4.2	2.91	2.48	1.76	0.42	0.73	57.97	
G5.2	3.14	2.74	2.07	0.40	0.67	59.76	

RESULTADOS		
Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad %
54.50	56.18	-1.68



ANEXO 15: Límites de consistencia Absc: 2+440

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG							
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"								
ABS: 2+440		PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr						
NORMA: ASTM D421-58		No. CALICATA: 3						
REALIZADO POR: JENYFER TENELEMA								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
1L.3	11	13.05	8.52	1.74	4.53	6.78	66.80	66.13
1D.3		15.75	10.15	1.59	5.60	8.56	65.45	
2L.3	26	13.58	9.01	1.78	4.57	7.23	63.10	62.71
2D.3		14.74	9.74	1.73	4.99	8.01	62.31	
3L.3	36	10.39	7.21	1.74	3.18	5.46	58.24	58.17
3D.3		12.44	8.58	1.93	3.86	6.65	58.10	
4L.3	56	10.92	7.76	1.67	3.16	6.08	51.94	51.66
4D.3		11.93	8.71	2.45	3.22	6.26	51.37	

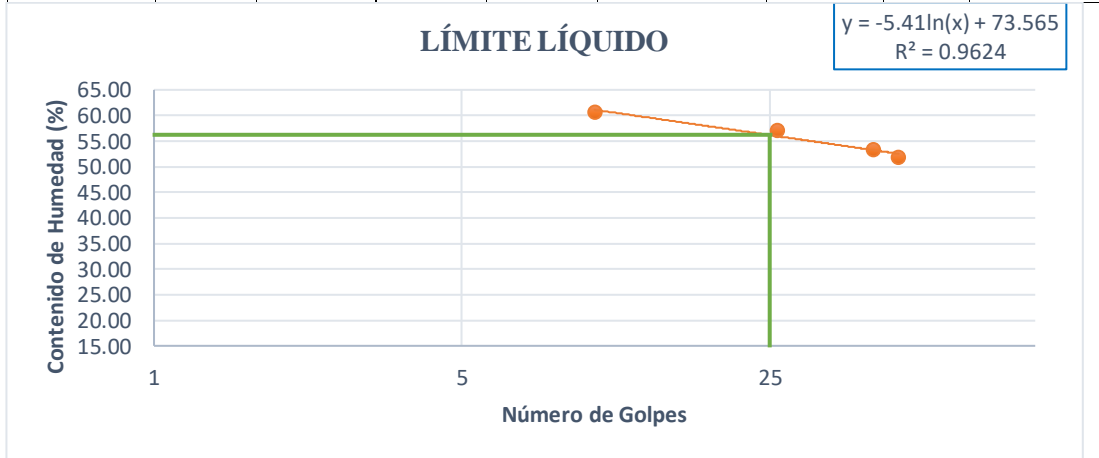


LÍMITE PLÁSTICO							
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
G1.3	2.82	2.48	1.95	0.34	0.53	64.27	64.77
G2.3	2.46	2.11	1.57	0.35	0.54	65.06	
G3.3	2.54	2.23	1.74	0.31	0.49	63.27	
G4.3	2.57	2.26	1.78	0.31	0.48	64.58	
G5.3	2.64	2.30	1.78	0.34	0.52	66.67	
RESULTADOS							
Límite Líquido %		Límite Plástico %		Índice de Plasticidad %			
60.50		64.77		-4.27			

ANEXO 16: Límites de consistencia Absc: 2+730

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG		
	PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"		
ABS: 2+730		PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr	
NORMA: ASTM D421-58		No. CALICATA: 4	
REALIZADO POR: JENYFER TENELEMA			



LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
1I.3	10	12.45	8.60	2.40	3.85	6.20	62.04	60.68
1D.3		13.18	9.09	2.20	4.09	6.89	59.31	
2I.3	26	15.00	10.35	1.81	4.66	8.54	54.51	57.03
2D.3		13.43	9.08	1.77	4.35	7.31	59.54	
3I.3	43	16.21	11.18	2.00	5.03	9.18	54.82	53.21
3D.3		13.48	9.58	2.03	3.90	7.55	51.60	
4I.3	49	13.87	9.65	1.90	4.22	7.76	54.42	51.87
4D.3		12.38	8.99	2.12	3.39	6.87	49.32	

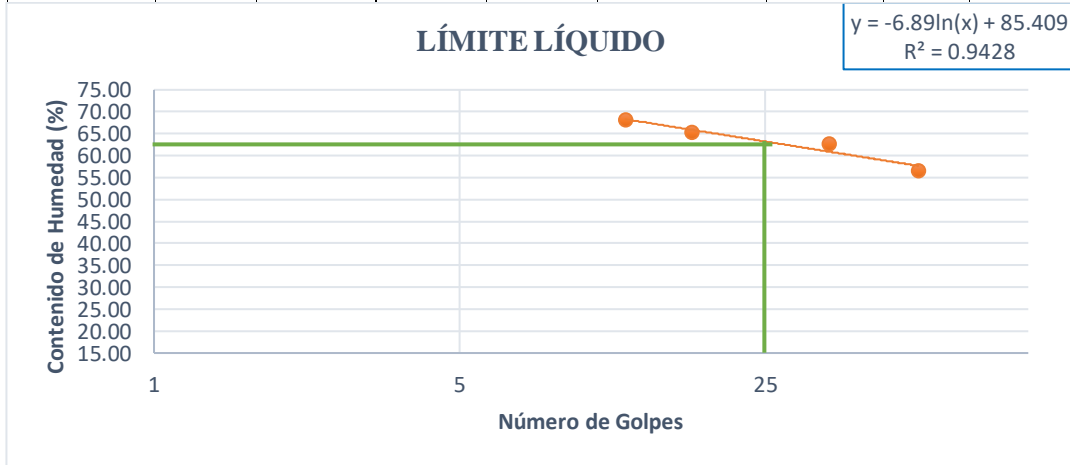


LÍMITE PLÁSTICO							
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
G1.3	2.62	2.38	1.72	0.25	0.65	37.58	55.54
G2.3	2.77	2.38	1.73	0.39	0.65	60.09	
G3.3	2.89	2.49	1.84	0.40	0.65	61.73	
G4.3	2.95	2.52	1.80	0.43	0.72	59.72	
G5.3	2.86	2.45	1.75	0.41	0.70	58.57	

RESULTADOS		
Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad %
56.0	55.54	0.46



ANEXO 17: Límites de consistencia Absc: 3+030

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG							
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"								
ABS: 3+030		PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr						
NORMA: ASTM D421-58		No. CALICATA: 5						
REALIZADO POR: JENYFER TENELEMA								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
1L.5	12	11.85	7.72	1.72	4.13	6.01	68.83	68.17
1D.5		15.25	9.82	1.77	5.43	8.05	67.52	
2L.5	17	10.93	7.39	1.95	3.54	5.44	65.15	65.37
2D.5		13.30	8.93	2.25	4.38	6.68	65.60	
3L.5	35	12.21	8.39	2.35	3.72	6.04	63.29	62.59
3D.5		12.12	8.15	1.74	3.97	6.41	61.88	
4L.5	56	13.60	9.19	1.67	4.21	7.52	58.60	56.63
4D.5		13.44	9.56	2.46	3.88	7.10	54.65	

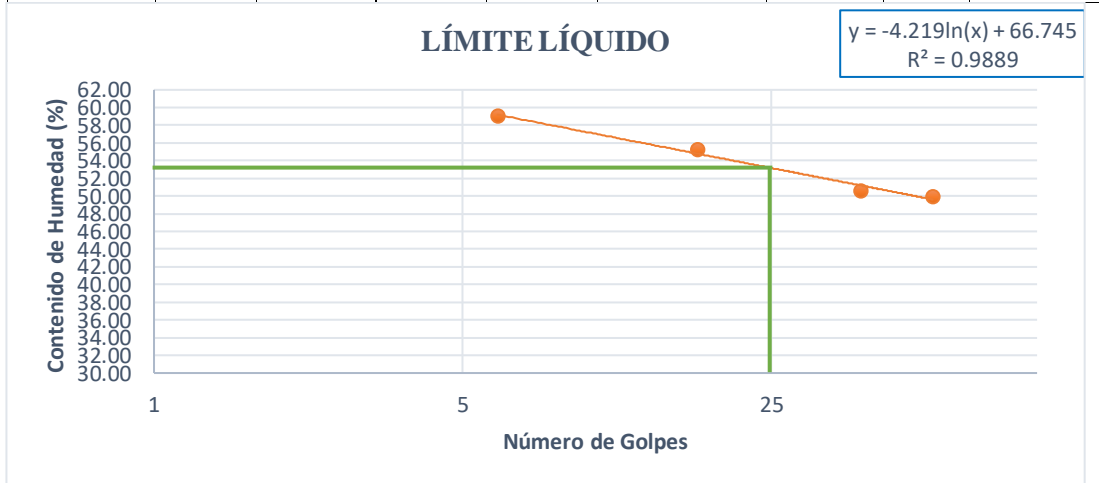


LÍMITE PLÁSTICO							
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
G1.5	2.82	2.63	1.79	0.19	0.84	22.67	62.83
G2.5	2.65	2.37	2.19	0.28	0.18	155.56	
G3.5	2.72	2.37	1.73	0.35	0.64	55.42	
G4.5	2.49	2.15	1.64	0.34	0.51	66.60	
G5.5	3.03	2.88	1.84	0.15	1.04	13.92	
RESULTADOS							
Límite Líquido %		Límite Plástico %			Índice de Plasticidad %		
63.50		62.83			0.67		

ANEXO 18: Límites de consistencia Absc: 3+910

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG		
	PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"		
ABS: 3+910		PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr	
NORMA: ASTM D421-58		No. CALICATA: 6	
REALIZADO POR: JENYFER TENELEMA			



LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
1L.6	6	11.50	8.20	2.33	3.30	5.87	56.22	59.06
1D.6		14.41	9.73	2.18	4.68	7.55	61.91	
2L.6	17	10.51	8.61	2.25	1.90	6.37	29.79	55.20
2D.6		11.55	7.40	2.25	4.15	5.15	80.61	
3L.6	40	9.78	7.46	2.35	2.32	5.11	45.31	50.60
3D.6		12.90	9.08	2.25	3.82	6.83	55.89	
4L.6	58	10.57	8.01	2.28	2.57	5.73	44.82	49.92
4D.6		12.07	8.62	2.35	3.45	6.27	55.01	

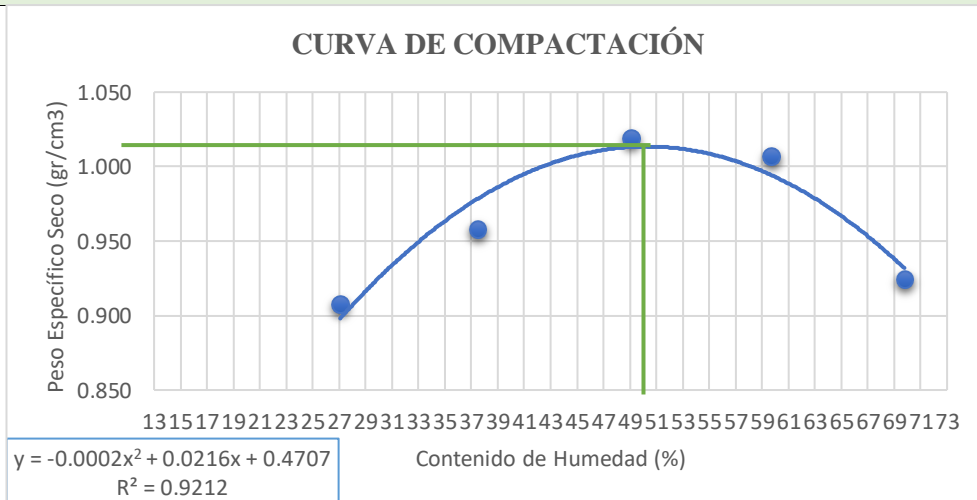


LÍMITE PLÁSTICO							
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
G1.6	3.03	2.84	2.23	0.19	0.61	31.48	50.96
G2.6	3.09	2.78	2.25	0.31	0.53	58.49	
G3.6	3.12	2.82	2.25	0.30	0.57	52.63	
G4.6	3.54	2.99	2.26	0.55	0.73	75.34	
G5.6	4.07	3.79	3.03	0.28	0.76	36.84	

RESULTADOS		
Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad %
53.5	50.96	2.54

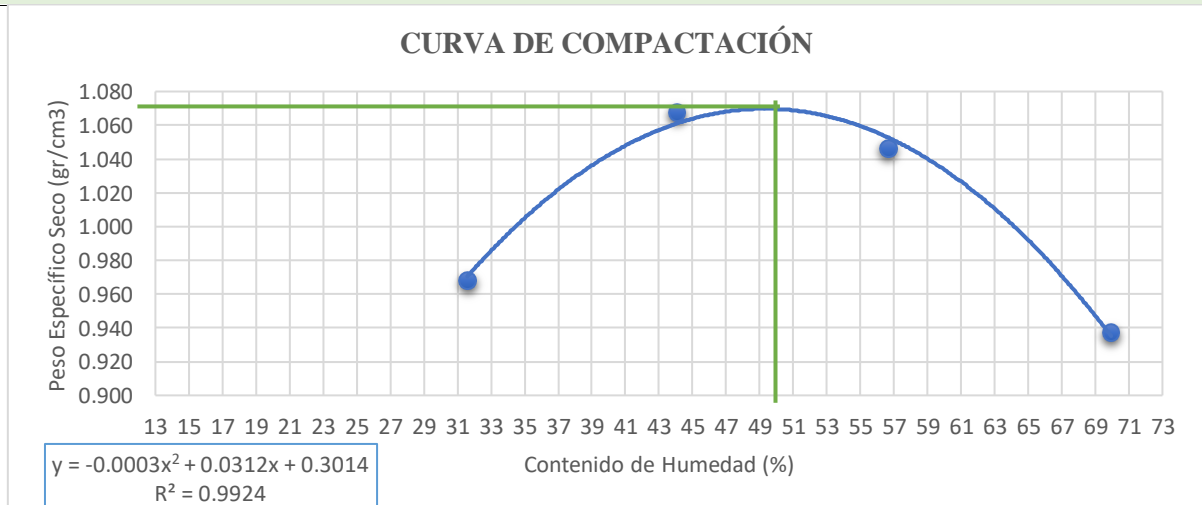
ANEXO 19: Humedad óptima y densidad seca máxima Absc: 0+970

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA PROCTOR MODIFICADO										
	PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"										
ABS: 0+970	PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr		No. CALICATA: 1								
NORMA: ASTM D421-58	REALIZADO POR: JENYFER TENELEMA										
PROCTOR MODIFICADO											
Número de golpes: 56	Altura de caída: 18"										
Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb										
Peso inicial deseado (gr): 6000	Peso del molde (gr): 8417										
	Volumen del molde (cm ³): 2989.34										
Proceso de Compactación											
Numero de ensayo	1	2	3	4	5						
% Rango en aumento	0	9	18	27	36						
Suelo húmedo + molde (gr)	11865	12354	12959	13224	13106						
Peso suelo húmedo (gr)	3448	3937	4542	4807	4689						
Peso unitario húm. (gr)	1.15	1.32	1.52	1.61	1.57						
Determinación del Contenido de Humedad											
Numero de recipiente	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I	
Peso del recipiente (gr)	1.96	1.96	1.93	1.93	1.97	1.99	1.71	1.73	1.97	1.91	
Peso suelo húm. + recip (gr)	42.75	45.79	38.68	34.17	43.68	45.60	52.95	58.11	82.63	82.94	
Peso suelo seco + recip (gr)	34.15	36.35	28.74	25.31	30.13	31.05	33.50	37.37	49.31	49.81	
Peso del agua (gr)	8.60	9.444	9.94	8.86	13.55	14.55	19.45	20.74	33.32	33.13	
Peso suelo seco (gr)	32.193	34.386	26.81	23.38	28.16	29.06	31.79	35.64	47.34	47.90	
Contenido de agua (%)	26.70	27.46	37.08	37.90	48.12	50.07	61.18	58.19	70.38	69.16	
w (%) Promedio	27.08		37.49		49.09		59.69		69.77		
Peso unitario Seco (gr/cm ³)	0.91		0.96		1.02		1.01		0.92		
Densidad Seca Máxima (gr/cm³):				1.02							
Humedad Óptima:				50.00							
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA											





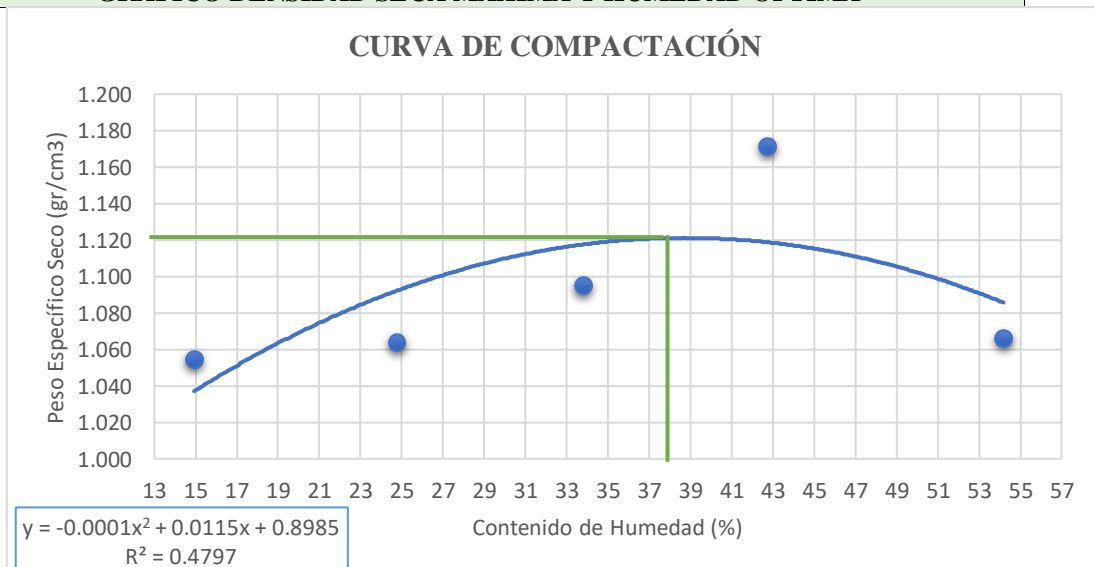
ANEXO 21: Humedad óptima y densidad seca máxima Absc: 2+440

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL PROCTOR MODIFICADO							
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"								
ABS: 2+440	No. CALICATA: 3							
NORMA: AASHTO T180 - ASTM D1557								
REALIZADO POR: JENYFER MELANHY TENELEMA LEON								
PROCTOR MODIFICADO								
Número de golpes: 56	Altura de caída: 18"							
Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb							
Peso inicial deseado (gr): 6000	Peso del molde (gr): 8417 Volumen del molde (cm ³): 2989.34							
Proceso de Compactación								
Numero de ensayo	1	2	3	4				
% Rango en aumento	0	10	20	30				
Suelo húmedo + molde (gr)	12226	13013	13318	13178				
Peso suelo húmedo (gr)	3809	4596	4901	4761				
Peso unitario húm. (gr)	1.27	1.54	1.64	1.59				
Determinación del Contenido de Humedad								
Numero de recipiente	S	I	S	I	S	I	S	I
Peso del recipiente (gr)	1.73	1.72	1.98	1.93	1.97	1.99	1.96	1.96
Peso suelo húm. + recip (gr)	34.73	32.81	41.30	39.83	51.58	61.28	65.08	73.96
Peso suelo seco + recip (gr)	26.97	25.20	29.28	28.24	33.62	39.85	39.08	44.35
Peso del agua (gr)	7.76	7.614	12.02	11.59	17.96	21.43	26	29.61
Peso suelo seco (gr)	25.24	23.48	27.3	26.31	31.65	37.86	37.12	42.39
Contenido de agua (%)	30.74	32.43	44.03	44.05	56.75	56.60	70.04	69.85
w (%) Promedio	31.59		44.04		56.67		69.95	
Peso unitario Seco (gr/cm ³)	0.97		1.07		1.05		0.94	
Resultados								
Densidad Seca Máxima (gr/cm³):					1.07			
Humedad Óptima:					49.00			
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								





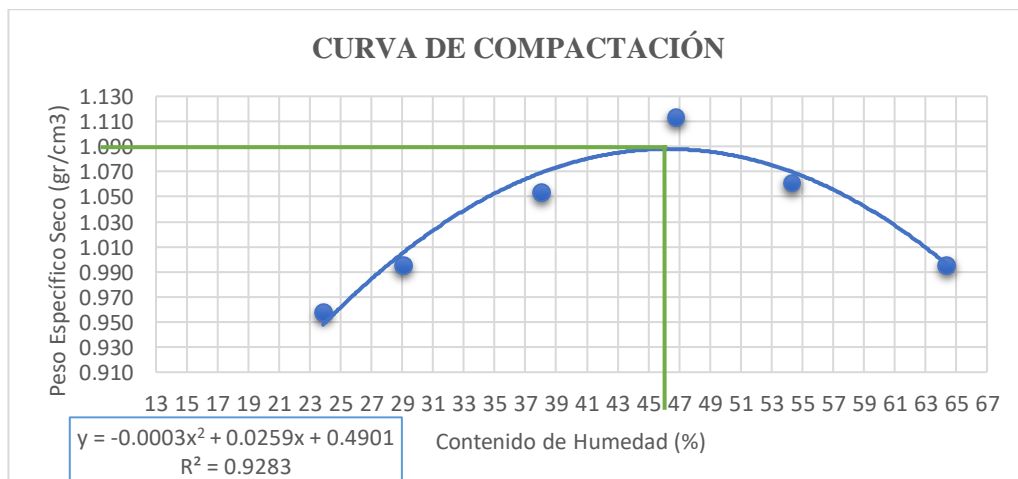
ANEXO 22: Humedad óptima y densidad seca máxima Absc: 2+730

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA PROCTOR MODIFICADO									
	PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"									
ABS: 2+730	PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr									
NORMA: ASTM D421-58	No. CALICATA: 4									
REALIZADO POR: JENYFER TENELEMA										
PROCTOR MODIFICADO										
Número de golpes: 56	Altura de caída: 18"									
Número de capas: 5	Peso del martillo: 10 lb									
Peso inicial deseado (gr): 6000	Peso del molde (gr): 8417									
	Volumen del molde (cm3): 2989.34									
Proceso de Compactación										
Numero de ensayo	1	2	3	4	5					
% Rango en aumento	0	9	18	27	36					
Suelo húmedo + molde (gr)	12040	12385	12797	13415	13331					
Peso suelo húmedo (gr)	3623	3968	4380	4998	4914					
Peso unitario húm. (gr)	1.21	1.33	1.47	1.67	1.64					
Determinación del Contenido de Humedad										
Numero de recipiente	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I
Peso del recipiente (gr)	1.68	1.95	1.68	1.93	1.69	1.68	1.91	1.96	1.96	2.09
Peso suelo húm. + recip (gr)	30.93	47.62	32.93	31.40	37.22	37.63	46.22	55.48	74.27	87.27
Peso suelo seco + recip (gr)	27.16	41.65	26.64	25.63	28.08	28.72	33.18	39.20	48.81	57.39
Peso del agua (gr)	3.78	5.97	6.29	5.77	9.14	8.91	13.04	16.28	25.46	29.88
Peso suelo seco (gr)	25.478	39.7	24.96	23.7	26.39	27.04	31.27	37.24	46.85	55.30
Contenido de agua (%)	14.82	15.04	25.20	24.35	34.63	32.95	41.70	43.71	54.34	54.04
w (%) Promedio	14.93		24.77		33.79		42.71		54.19	
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1.05		1.06		1.10		1.17		1.07	
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):				1.12						
Humedad Óptima:				38.00						
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										





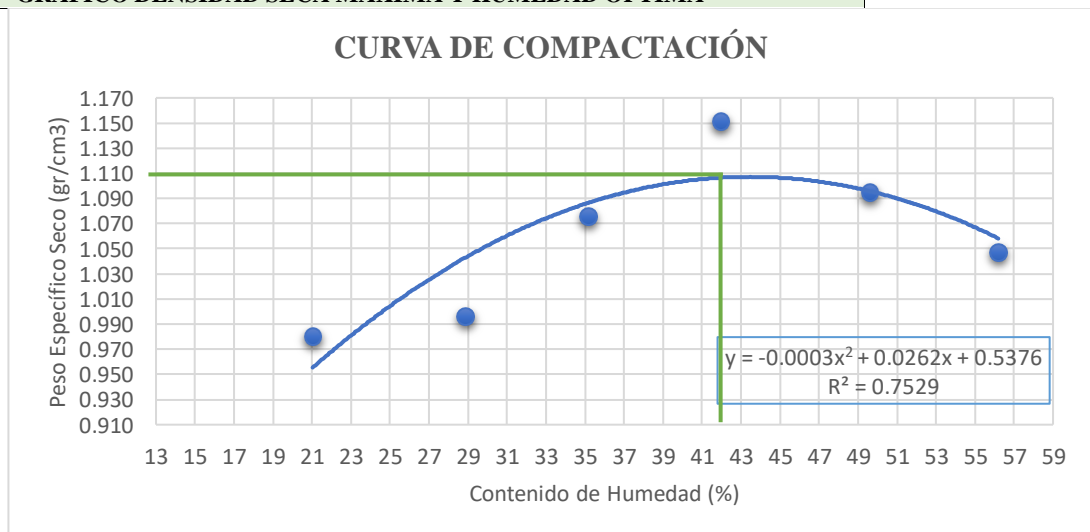
ANEXO 23: Humedad óptima y densidad seca máxima Absc: 3+030

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA PROCTOR MODIFICADO											
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"												
ABS: 3+030 NORMA: ASTM D421-58 ELABORADO POR: JENYFER TENELEMA	PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr Nº CALICATA: 5											
PROCTOR MODIFICADO												
Número de golpes: 56 Número de capas: 5 Peso inicial deseado (gr): 6000	Altura de caída: 18 " Peso del martillo: 10 lb Peso del molde (gr): 8417 Volumen del molde (cm ³): 2989.34											
Proceso de Compactación												
Numero de ensayo	1	2	3	4	5	6						
% Rango en aumento	0	7	14	21	28	35						
Suelo húmedo + molde (gr)	11963	12255	12764	13302	13313	13306						
Peso suelo húmedo (gr)	3546	3838	4347	4885	4896	4889						
Peso unitario húm. (gr)	1.19	1.28	1.45	1.63	1.64	1.64						
Determinación del Contenido de Humedad												
Numero de recipiente	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I
Peso del recipiente (gr)	1.96	1.96	1.97	1.92	1.68	1.69	1.98	1.75	1.73	1.73	1.71	1.72
Peso suelo húm. + recip (gr)	45.80	45.72	43.65	40.43	39.40	41.02	44.01	44.32	60.87	55.78	55.56	70.67
Peso suelo seco + recip (gr)	37.83	36.83	34.59	31.48	29.03	30.16	30.85	30.51	39.99	36.81	34.56	43.57
Peso del agua (gr)	7.97	8.89	9.06	8.95	10.37	10.86	13.157	13.81	20.88	18.97	21	27.1
Peso suelo seco (gr)	35.87	34.87	32.62	29.56	27.35	28.47	28.87	28.76	38.26	35.08	32.847	41.851
Contenido de agua (%)	22.22	25.49	27.77	30.28	37.92	38.15	45.57	48.02	54.57	54.07	63.93	64.75
w (%) Promedio	23.86		29.03		38.03		46.80		54.32		64.34	
Peso unitario Seco (gr/cm ³)	0.96		1.00		1.05		1.11		1.06		1.00	
Resultados												
Densidad Seca Máxima (gr/cm³):							1.09					
Humedad Óptima:							46.00					
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA												





ANEXO 24: Humedad óptima y densidad seca máxima Absc: 3+910

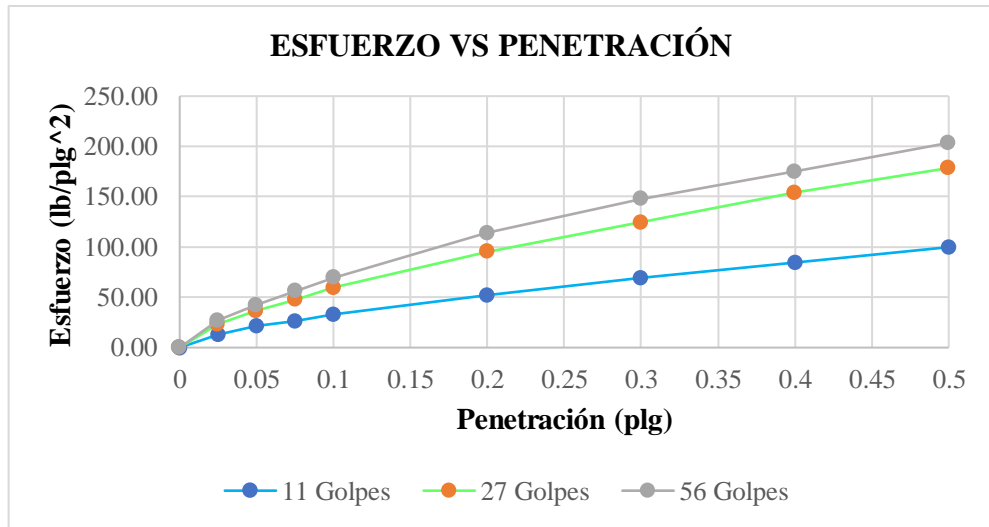
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA PROCTOR MODIFICADO											
	PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"											
ABS: 3+910 NORMA: ASTM D421-58 LADO POR: JENYFER TENELEMA	PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr N° CALICATA: 6											
PROCTOR MODIFICADO												
Número de golpes: 56 Número de capas: 5 Peso inicial deseado (gr): 6000	Altura de caída: 18 " Peso del martillo: 10 lb Peso del molde (gr): 8417 Volumen del molde (cm3): 2989.34											
Proceso de Compactación												
Numero de ensayo	1	2	3	4	5	6						
% Rango en aumento	0	7	14	21	28	35						
Suelo húmedo + molde (gr)	11963	12255	12764	13302	13313	13306						
Peso suelo húmedo (gr)	3546	3838	4347	4885	4896	4889						
Peso unitario húm. (gr)	1.19	1.28	1.45	1.63	1.64	1.64						
Determinación del Contenido de Humedad												
Numero de recipiente	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I
Peso del recipiente (gr)	1.96	1.96	1.97	1.92	1.68	1.69	1.98	1.75	1.73	1.73	1.71	1.72
Peso suelo húm. + recip (gr)	44.80	44.72	44.65	39.43	38.80	40.02	42.11	43.42	58.87	54.28	52.56	67.67
Peso suelo seco + recip (gr)	37.83	36.83	34.59	31.48	29.03	30.16	30.85	30.51	39.99	36.81	34.56	43.57
Peso del agua (gr)	6.97	7.89	10.06	7.95	9.77	9.86	11.257	12.91	18.88	17.47	18	24.1
Peso suelo seco (gr)	35.87	34.87	32.62	29.56	27.35	28.47	28.87	28.76	38.26	35.08	32.847	41.851
Contenido de agua (%)	19.43	22.63	30.84	26.89	35.72	34.63	38.99	44.89	49.35	49.79	54.80	57.59
w (%) Promedio	21.03		28.87		35.18		41.94		49.57		56.19	
Peso unitario Seco (gr/cm3)	0.98		1.00		1.08		1.15		1.10		1.05	
Resultados												
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):							1.11					
Humedad Óptima:							42.00					
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA												



ANEXO 25: CBR ABSC: 0+970

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CBR					
PROYECTO: “DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 – 4+000”						
ABS: 0+970 NORMA: ASTM D1883 REALIZADO POR:	No. CALICATA: JENYFER MELANHY TENELEMA LEON	1 - SUBRASANTE				
CBR DE LABORATORIO						
Molde	A	B	C			
Dimensiones	Diámetro: 15.3 Altura: 12.678	Diámetro: 15.384 Altura: 12.626	Diámetro: 15.212 Altura: 12.632			
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11	27	56			
Muestra húmeda + molde (gr)	11603	11886	10491			
Masa del molde (gr)	8529	8681	6938			
Masa muestra húmeda (gr)	3074	3205	3553			
Volumen muestra (cm3)	2330.90	2346.90	2295.80			
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.32	1.37	1.55			
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	44.71	52.01	46.46	48.45	50.90	65.02
Masa suelo seco + recip. (gr)	29.89	35.89	32.53	32.25	34.64	43.97
Masa recipiente (gr)	1.81	2.05	2.00	2.04	2.05	1.98
Masa del agua (gr)	14.82	16.12	13.93	16.20	16.27	21.05
Masa suelo seco (gr)	28.08	33.85	30.53	30.22	32.58	41.99
Contenido de humedad w%	52.77	47.62	45.63	53.60	49.92	50.13
w% promedio	50.20		49.61		50.03	
Peso unitario seco (gr/cm3)	0.878		0.913		1.032	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	17941		18094		16194	
Masa del molde (gr)	8529		8681		6938	
Masa muestra húmeda (gr)	9412		9413		9256	
Volumen muestra (cm3)	2330.90		2346.90		2295.80	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	4.04		4.01		4.03	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	41.25	52.55	36.99	45.34	37.74	44.48
Masa suelo seco + recip. (gr)	23.93	30.78	22.16	27.16	23.01	27.41
Masa recipiente (gr)	1.81	2.05	2.00	2.04	2.05	1.98
Masa del agua (gr)	17.32	21.77	14.83	18.18	14.74	17.07
Masa suelo seco (gr)	22.13	28.73	20.16	25.13	20.95	25.43
Contenido de humedad w%	78.26	75.77	73.56	72.36	70.33	67.13
w% promedio	77.02		72.96		68.73	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	A		B		C	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	39.20	13.07	69.60	23.20	80.60	26.87
0.050	63.80	21.27	109.80	36.60	126.80	42.27
0.075	79.40	26.47	142.60	47.53	167.80	55.93
0.1	97.90	32.63	178.10	59.37	208.80	69.60
0.2	156.60	52.20	285.50	95.17	342.20	114.07
0.3	206.70	68.90	373.40	124.47	443.20	147.73
0.4	254.50	84.83	461.80	153.93	525.70	175.23
0.5	299.60	99.87	535.60	178.53	610.60	203.53

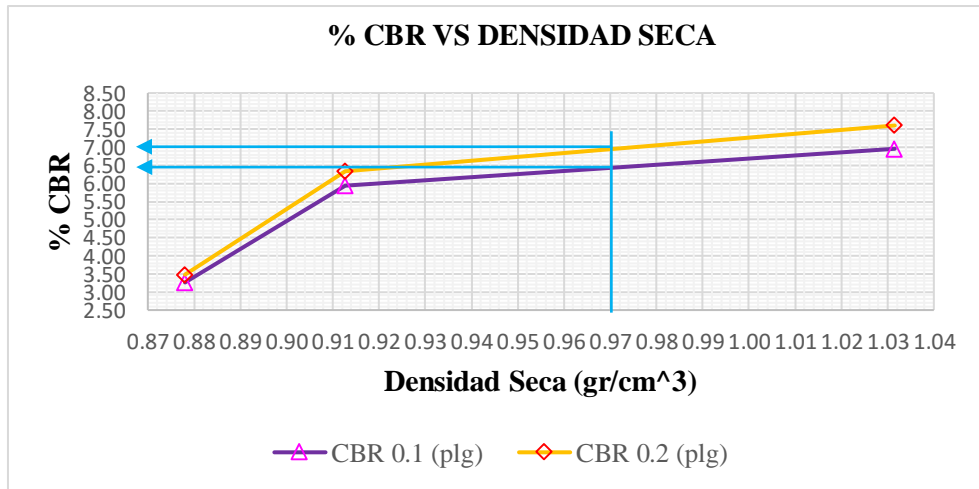
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos


MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	69.60	6.96	1.03	114.07	7.60	1.03
B	59.37	5.94	0.91	95.17	6.34	0.91
A	32.63	3.26	0.88	52.20	3.48	0.88

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca

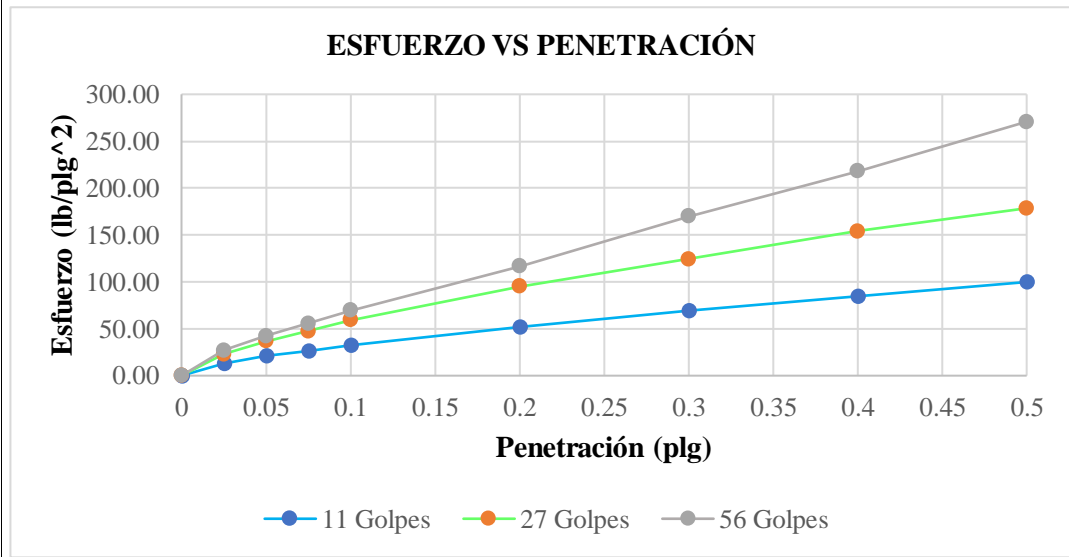


Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1.02		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	0.97	6.50	7.00	7.00
CBR PUNTUAL (%)			7.00	

ANEXO 26: CBR ABSC: 1+260

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CBR					
PROYECTO: “DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 – 4+000”						
ABS:	1+260		No. CALICATA:		2 - SUBRASANTE	
NORMA:	ASTM D1883		REALIZADO POR:		JENYFER MELANHY TENELEMA LEON	
CBR DE LABORATORIO						
Molde	A		B		C	
Dimensiones	Diámetro:	15.3	Diámetro:	15.384	Diámetro:	15.212
	Altura:	12.678	Altura:	12.626	Altura:	12.632
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	12103		12386		10792	
Masa del molde (gr)	8529		8641		6928	
Masa muestra húmeda (gr)	3574		3745		3864	
Volumen muestra (cm3)	2330.90		2346.90		2295.80	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.53		1.60		1.68	
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	44.71	52.01	46.46	48.45	48.50	58.07
Masa suelo seco + recip. (gr)	29.89	35.89	32.53	32.25	34.64	43.97
Masa recipiente (gr)	1.81	2.05	2.00	2.04	2.05	1.98
Masa del agua (gr)	14.82	16.12	13.93	16.20	13.87	14.10
Masa suelo seco (gr)	28.08	33.85	30.53	30.22	32.58	41.99
Contenido de humedad w%	52.77	47.62	45.63	53.60	42.55	33.58
w% promedio	50.20		49.61		38.07	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1.021		1.067		1.219	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	17941		18094		16194	
Masa del molde (gr)	8529		8641		6928	
Masa muestra húmeda (gr)	9412		9453		9266	
Volumen muestra (cm3)	2330.90		2346.90		2295.80	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	4.04		4.03		4.04	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	41.25	52.55	36.99	45.34	37.74	44.48
Masa suelo seco + recip. (gr)	23.93	30.78	22.16	27.16	23.01	27.41
Masa recipiente (gr)	1.81	2.05	2.00	2.04	2.05	1.98
Masa del agua (gr)	17.32	21.77	14.83	18.18	14.74	17.07
Masa suelo seco (gr)	22.13	28.73	20.16	25.13	20.95	25.43
Contenido de humedad w%	78.26	75.77	73.56	72.36	70.33	67.13
w% promedio	77.02		72.96		68.73	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	A		B		C	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	39.20	13.07	69.60	23.20	80.60	26.87
0.050	63.80	21.27	109.80	36.60	126.80	42.27
0.075	79.40	26.47	142.60	47.53	167.80	55.93
0.1	97.90	32.63	178.10	59.37	208.80	69.60
0.2	156.60	52.20	285.50	95.17	350.60	116.87
0.3	206.70	68.90	373.40	124.47	509.90	169.97
0.4	254.50	84.83	461.80	153.93	654.50	218.17
0.5	299.60	99.87	535.60	178.53	812.40	270.80

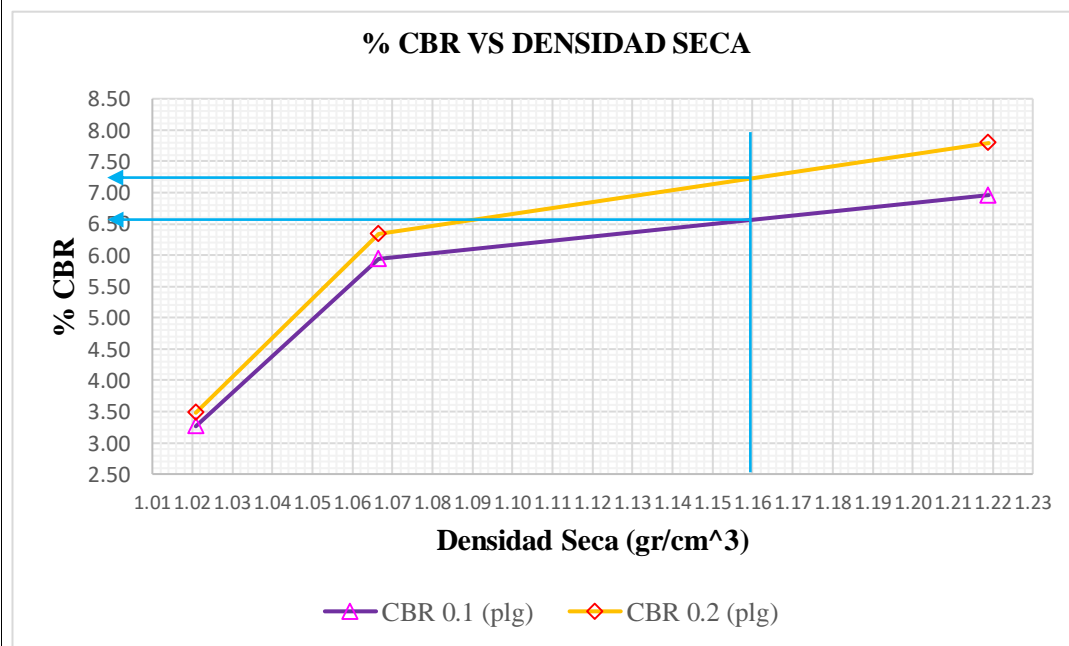
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos



MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	69.60	6.96	1.22	116.87	7.79	1.22
B	59.37	5.94	1.07	95.17	6.34	1.07
A	32.63	3.26	1.02	52.20	3.48	1.02

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca

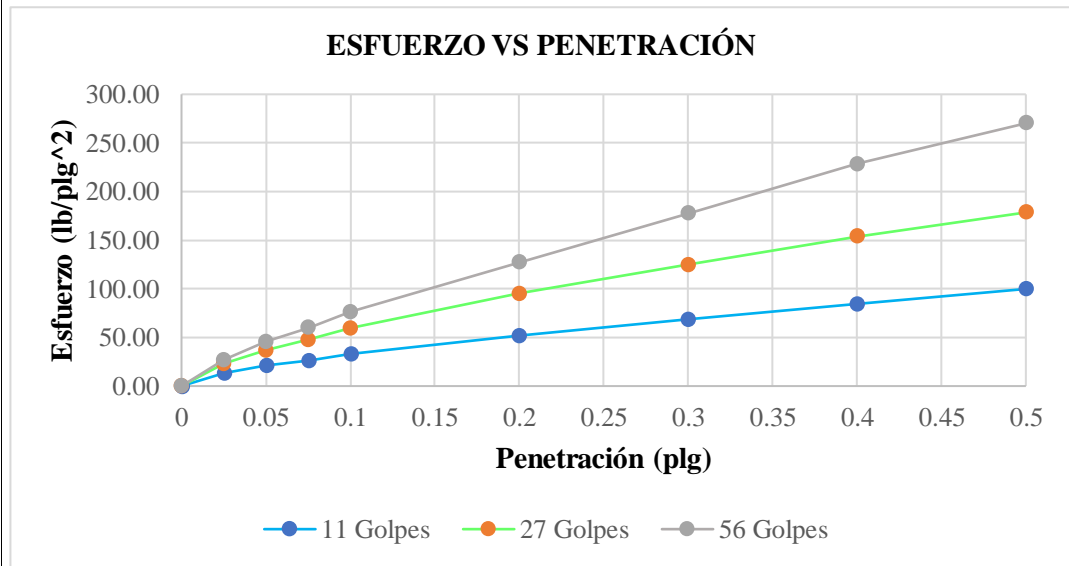


Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1.22		
DSM	% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor	
95%	1.16	6.50	7.20	7.20
CBR PUNTUAL (%)			7.20	

ANEXO 27: CBR ABSC: 2+270

	 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CBR					
PROYECTO: “DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 – 4+000”						
ABS: 2+270 NORMA: ASTM D1883 REALIZADO POR:	No. CALICATA: 3 -CORTE JENYFER MELANHY TENELEMA LEON					
CBR DE LABORATORIO						
Molde	A	B	C			
Dimensiones	Diámetro: 15.3 Altura: 12.678	Diámetro: 15.384 Altura: 12.626	Diámetro: 15.212 Altura: 12.632			
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11	27	56			
Muestra húmeda + molde (gr)	12023	12268	10665			
Masa del molde (gr)	8529	8681	6982			
Masa muestra húmeda (gr)	3494	3587	3683			
Volumen muestra (cm3)	2330.90	2346.90	2295.80			
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	12023	12268	10665			
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	44.21	52.01	46.46	48.45	50.35	64.92
Masa suelo seco + recip. (gr)	29.89	35.89	32.53	32.25	35.64	42.67
Masa recipiente (gr)	1.81	2.05	2.00	2.04	2.05	1.98
Masa del agua (gr)	14.32	16.12	13.93	16.20	14.72	22.25
Masa suelo seco (gr)	28.08	33.85	30.53	30.22	33.58	40.69
Contenido de humedad w%	50.99	47.62	45.63	53.60	43.82	54.69
w% promedio	49.31		49.61		49.25	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1.004		1.022		1.075	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	17941		18094		16194	
Masa del molde (gr)	8529		8681		6982	
Masa muestra húmeda (gr)	9412		9413		9212	
Volumen muestra (cm3)	2330.90		2346.90		2295.80	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	4.04		4.01		4.01	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	41.25	52.55	36.99	45.34	37.74	44.48
Masa suelo seco + recip. (gr)	23.93	30.78	22.16	27.16	23.01	27.41
Masa recipiente (gr)	1.81	2.05	2.00	2.04	2.05	1.98
Masa del agua (gr)	17.32	21.77	14.83	18.18	14.74	17.07
Masa suelo seco (gr)	22.13	28.73	20.16	25.13	20.95	25.43
Contenido de humedad w%	78.26	75.77	73.56	72.36	70.33	67.13
w% promedio	77.02		72.96		68.73	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	A		B		C	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	39.20	13.07	69.60	23.20	80.60	26.87
0.050	63.80	21.27	109.80	36.60	136.80	45.60
0.075	79.40	26.47	142.60	47.53	179.80	59.93
0.1	97.90	32.63	178.10	59.37	228.80	76.27
0.2	156.60	52.20	285.50	95.17	382.20	127.40
0.3	206.70	68.90	373.40	124.47	533.20	177.73
0.4	254.50	84.83	461.80	153.93	685.70	228.57
0.5	299.60	99.87	535.60	178.53	810.60	270.20

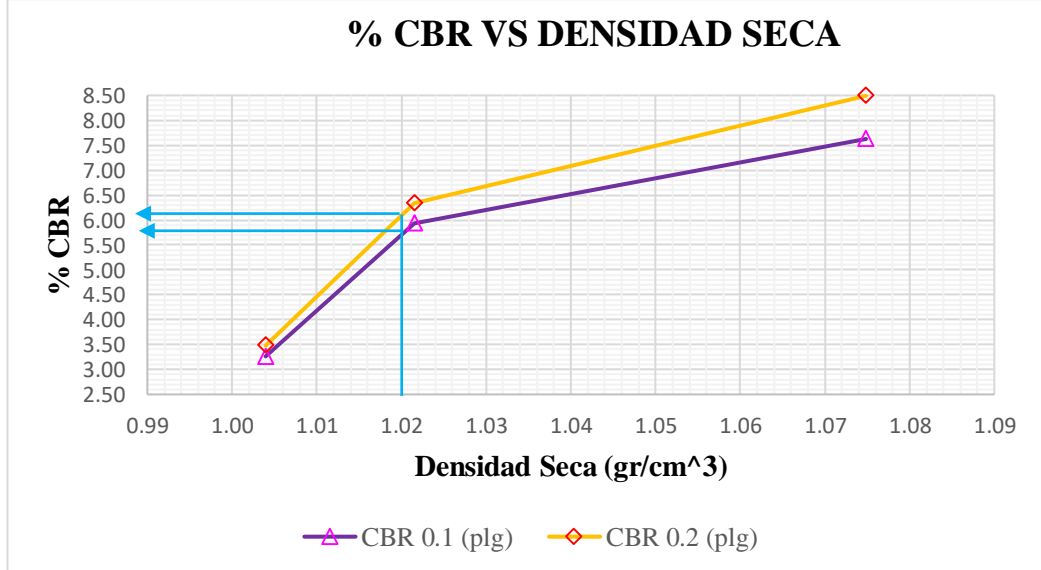
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos



MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	76.27	7.63	1.07	127.40	8.49	1.07
B	59.37	5.94	1.02	95.17	6.34	1.02
A	32.63	3.26	1.00	52.20	3.48	1.00

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca

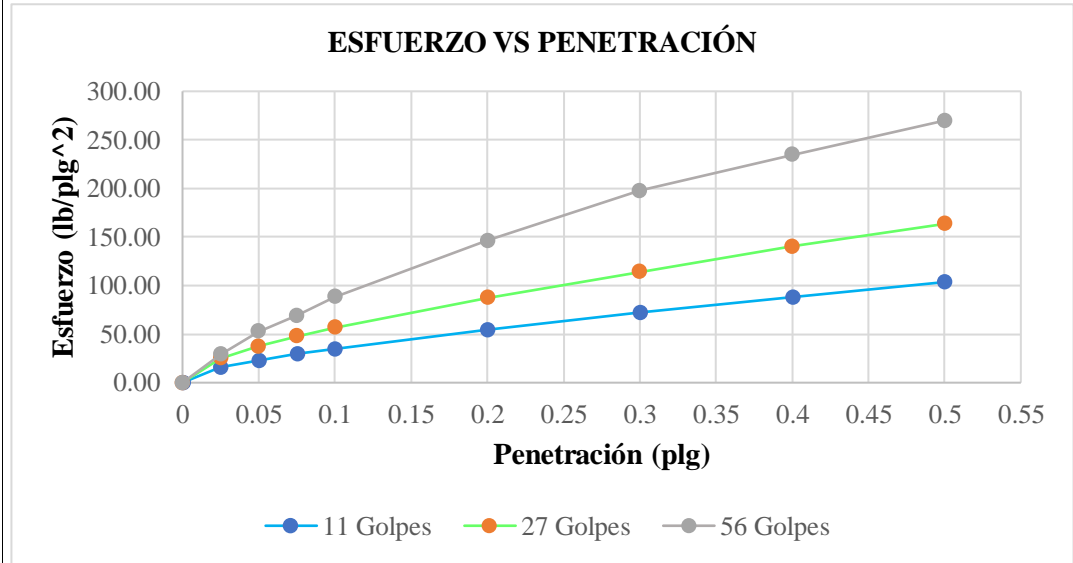


Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1.07		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	1.02	5.70	6.20	6.20
CBR PUNTUAL (%)			6.20	

ANEXO 28: CBR ABSC: 2+730

	 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CBR					
PROYECTO: “DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 – 4+000”						
ABS: 2+730 NORMA: ASTM D1883 REALIZADO POR:	No. CALICATA: 4 - RELLENO JENYFER MELANHY TENELEMA LEON					
CBR DE LABORATORIO						
Molde	A	B	C			
Dimensiones	Diámetro: 15.3 Altura: 12.678	Diámetro: 15.384 Altura: 12.626	Diámetro: 15.212 Altura: 12.632			
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11	27	56			
Muestra húmeda + molde (gr)	12965	12021	11032			
Masa del molde (gr)	9626	8478	7478			
Masa muestra húmeda (gr)	3339	3543	3554			
Volumen muestra (cm3)	2330.90	2346.90	2295.80			
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.43	1.51	1.55			
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	43.32	45.57	43.08	49.64	27.98	39.97
Masa suelo seco + recip. (gr)	30.94	32.15	29.73	34.74	20.19	30.46
Masa recipiente (gr)	2.07	2.03	1.77	1.76	2.10	2.06
Masa del agua (gr)	12.38	13.42	13.35	14.89	7.79	9.51
Masa suelo seco (gr)	28.87	30.12	27.96	32.98	18.09	28.40
Contenido de humedad w%	42.90	44.55	47.73	45.15	43.09	33.48
w% promedio	43.72		46.44		38.28	
Peso unitario seco (gr/cm3)	0.997		1.031		1.119	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	18804		17878		16613	
Masa del molde (gr)	9626		8478		7478	
Masa muestra húmeda (gr)	9178		9400		9135	
Volumen muestra (cm3)	2330.90		2346.90		2295.80	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	3.94		4.01		3.98	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	41.14	46.52	36.66	33.54	40.91	46.80
Masa suelo seco + recip. (gr)	25.02	28.47	22.46	20.56	25.30	29.26
Masa recipiente (gr)	2.07	2.03	1.77	1.76	2.10	2.06
Masa del agua (gr)	16.12	18.05	14.20	12.98	15.61	17.54
Masa suelo seco (gr)	22.95	26.44	20.69	18.80	23.20	27.20
Contenido de humedad w%	70.24	68.26	68.62	69.05	67.27	64.49
w% promedio	69.25		68.84		65.88	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	A		B		C	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	47.80	15.93	75.60	25.20	87.60	29.20
0.050	69.30	23.10	112.60	37.53	158.40	52.80
0.075	89.80	29.93	143.50	47.83	207.40	69.13
0.1	105.60	35.20	169.90	56.63	264.50	88.17
0.2	163.40	54.47	262.30	87.43	439.10	146.37
0.3	215.60	71.87	342.60	114.20	593.50	197.83
0.4	264.80	88.27	420.60	140.20	703.50	234.50
0.5	310.70	103.57	490.40	163.47	809.60	269.87

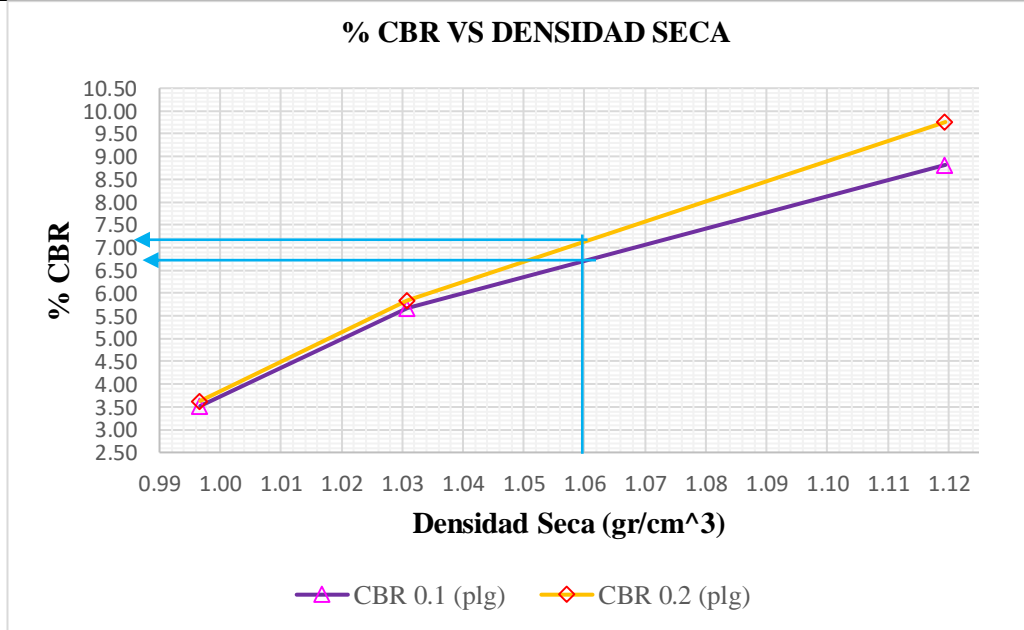
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos



MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	88.17	8.82	1.12	146.37	9.76	1.12
B	56.63	5.66	1.03	87.43	5.83	1.03
A	35.20	3.52	1.00	54.47	3.63	1.00

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca

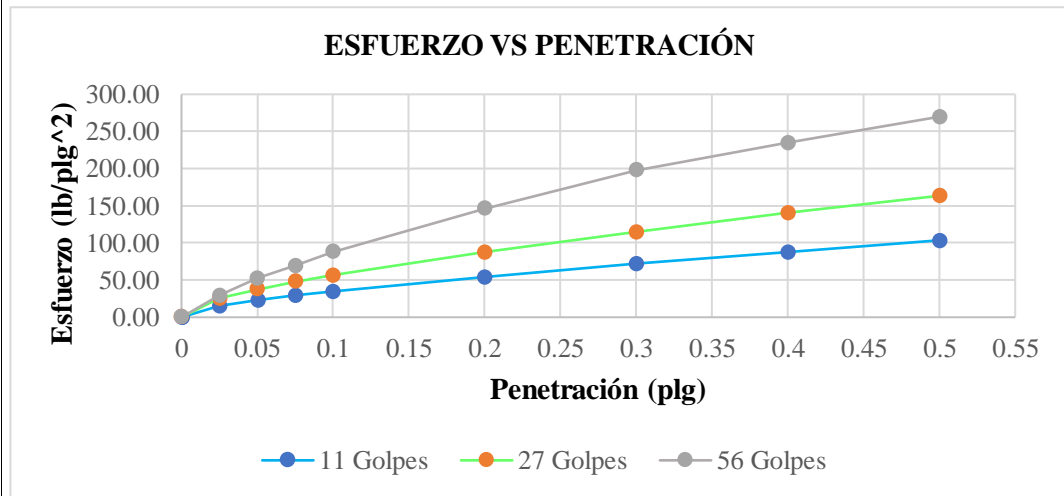


Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1.12		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	1.06	6.60	7.10	7.10
CBR PUNTUAL (%)			7.10	

ANEXO 29: CBR ABSC: 3+030

	 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CBR					
PROYECTO: “DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 – 4+000”						
ABS: 3+030 NORMA: ASTM D1883 REALIZADO POR:	No. CALICATA: 5- SUBRASANTE JENYFER MELANHY TENELEMA LEON					
CBR DE LABORATORIO						
Molde	A	B	C			
Dimensiones	Diámetro: 15.3 Altura: 12.678	Diámetro: 15.384 Altura: 12.626	Diámetro: 15.212 Altura: 12.632			
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11	27	56			
Muestra húmeda + molde (gr)	12895	11899	11132			
Masa del molde (gr)	9626	8478	7478			
Masa muestra húmeda (gr)	3269	3421	3654			
Volumen muestra (cm3)	2330.90	2346.90	2295.80			
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.40	1.46	1.59			
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	43.32	45.57	43.08	49.64	27.08	39.97
Masa suelo seco + recip. (gr)	30.94	32.15	29.73	34.74	19.09	28.16
Masa recipiente (gr)	2.07	2.03	1.77	1.76	2.10	2.06
Masa del agua (gr)	12.38	13.42	13.35	14.89	7.99	11.81
Masa suelo seco (gr)	28.87	30.12	27.96	32.98	16.99	26.10
Contenido de humedad w%	42.90	44.55	47.73	45.15	47.06	45.24
w% promedio	43.72		46.44		46.15	
Peso unitario seco (gr/cm3)	0.976		0.995		1.089	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	18804		17878		16613	
Masa del molde (gr)	9626		8478		7478	
Masa muestra húmeda (gr)	9178		9400		9135	
Volumen muestra (cm3)	2330.90		2346.90		2295.80	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	3.94		4.01		3.98	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	41.14	46.52	36.66	33.54	40.91	46.80
Masa suelo seco + recip. (gr)	25.02	28.47	22.46	20.56	25.30	29.26
Masa recipiente (gr)	2.07	2.03	1.77	1.76	2.10	2.06
Masa del agua (gr)	16.12	18.05	14.20	12.98	15.61	17.54
Masa suelo seco (gr)	22.95	26.44	20.69	18.80	23.20	27.20
Contenido de humedad w%	70.24	68.26	68.62	69.05	67.27	64.49
w% promedio	69.25		68.84		65.88	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	A		B		C	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	47.80	15.93	75.60	25.20	87.60	29.20
0.050	69.30	23.10	112.60	37.53	158.40	52.80
0.075	89.80	29.93	143.50	47.83	207.40	69.13
0.1	105.60	35.20	169.90	56.63	264.50	88.17
0.2	163.40	54.47	262.30	87.43	439.10	146.37
0.3	215.60	71.87	342.60	114.20	593.50	197.83
0.4	264.80	88.27	420.60	140.20	703.50	234.50
0.5	310.70	103.57	490.40	163.47	809.60	269.87

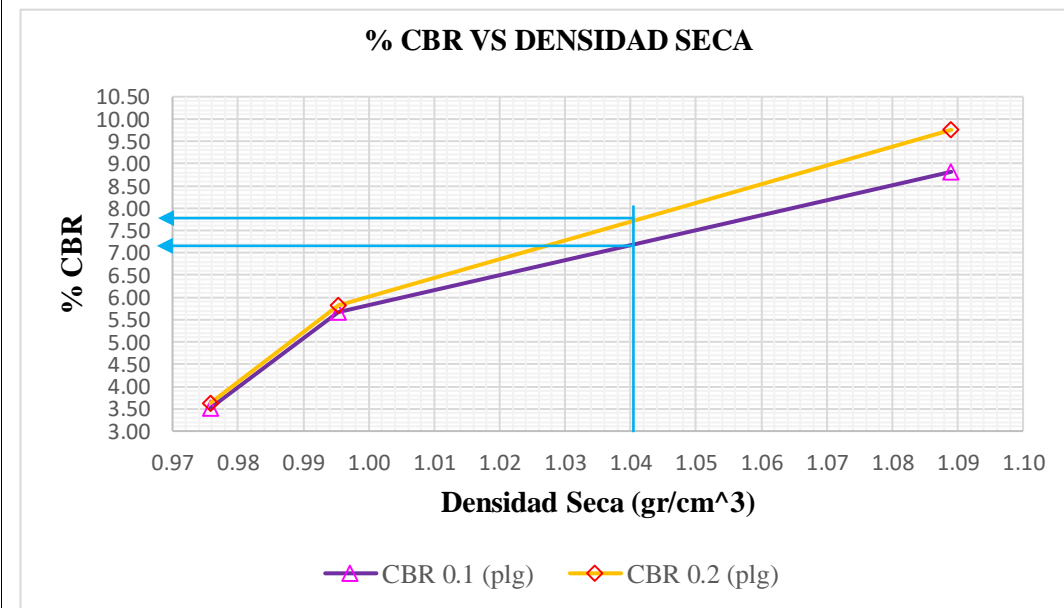
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos



MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	88.17	8.82	1.09	146.37	9.76	1.09
B	56.63	5.66	1.00	87.43	5.83	1.00
A	35.20	3.52	0.98	54.47	3.63	0.98

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca

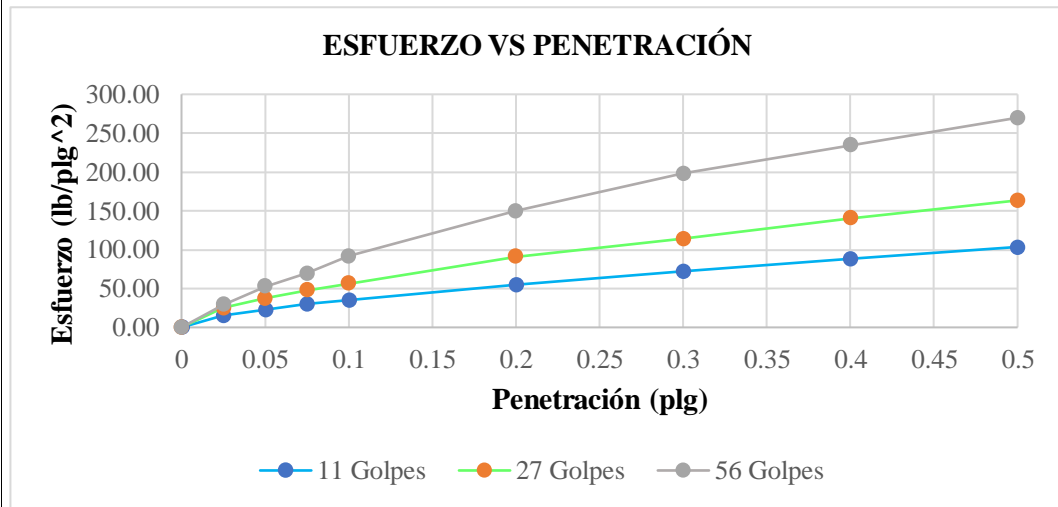


Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1.09		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	1.04	7.20	7.70	7.70
CBR PUNTUAL (%)			7.70	

ANEXO 30: CBR ABSC: 3+910

	 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CBR					
PROYECTO: “DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 – 4+000”						
ABS: 3+910 NORMA: ASTM D1883 REALIZADO POR:	No. CALICATA: 6 - CORTE JENYFER MELANHY TENELEMA LEON					
CBR DE LABORATORIO						
Molde	A	B	C			
Dimensiones	Diámetro: 15.3 Altura: 12.678	Diámetro: 15.384 Altura: 12.626	Diámetro: 15.212 Altura: 12.632			
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11	27	56			
Muestra húmeda + molde (gr)	11793	12104	10551			
Masa del molde (gr)	8529	8681	6938			
Masa muestra húmeda (gr)	3264	3423	3613			
Volumen muestra (cm3)	2330.90	2346.90	2295.80			
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.40	1.46	1.57			
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	42.71	49.01	44.46	46.45	49.90	59.82
Masa suelo seco + recip. (gr)	29.89	35.89	32.53	32.25	34.64	43.97
Masa recipiente (gr)	1.81	2.05	2.00	2.04	2.05	1.98
Masa del agua (gr)	12.82	13.12	11.93	14.20	15.27	15.85
Masa suelo seco (gr)	28.08	33.85	30.53	30.22	32.58	41.99
Contenido de humedad w%	45.65	38.76	39.08	46.98	46.85	37.75
w% promedio	42.21		43.03		42.30	
Peso unitario seco (gr/cm3)	0.985		1.020		1.106	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	17941		18094		16194	
Masa del molde (gr)	8529		8681		6938	
Masa muestra húmeda (gr)	9412		9413		9256	
Volumen muestra (cm3)	2330.90		2346.90		2295.80	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	4.04		4.01		4.03	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	41.25	52.55	36.99	45.34	37.74	44.48
Masa suelo seco + recip. (gr)	23.93	30.78	22.16	27.16	23.01	27.41
Masa recipiente (gr)	1.81	2.05	2.00	2.04	2.05	1.98
Masa del agua (gr)	17.32	21.77	14.83	18.18	14.74	17.07
Masa suelo seco (gr)	22.13	28.73	20.16	25.13	20.95	25.43
Contenido de humedad w%	78.26	75.77	73.56	72.36	70.33	67.13
w% promedio	77.02		72.96		68.73	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	A		B		C	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)	Dial	Presión (lb/plg2)
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	47.80	15.93	75.60	25.20	87.60	29.20
0.050	69.30	23.10	112.60	37.53	158.40	52.80
0.075	89.80	29.93	143.50	47.83	207.40	69.13
0.1	105.60	35.20	169.90	56.63	274.50	91.50
0.2	163.40	54.47	272.30	90.77	449.10	149.70
0.3	215.60	71.87	342.60	114.20	593.50	197.83
0.4	264.80	88.27	420.60	140.20	703.50	234.50
0.5	310.70	103.57	490.40	163.47	809.60	269.87

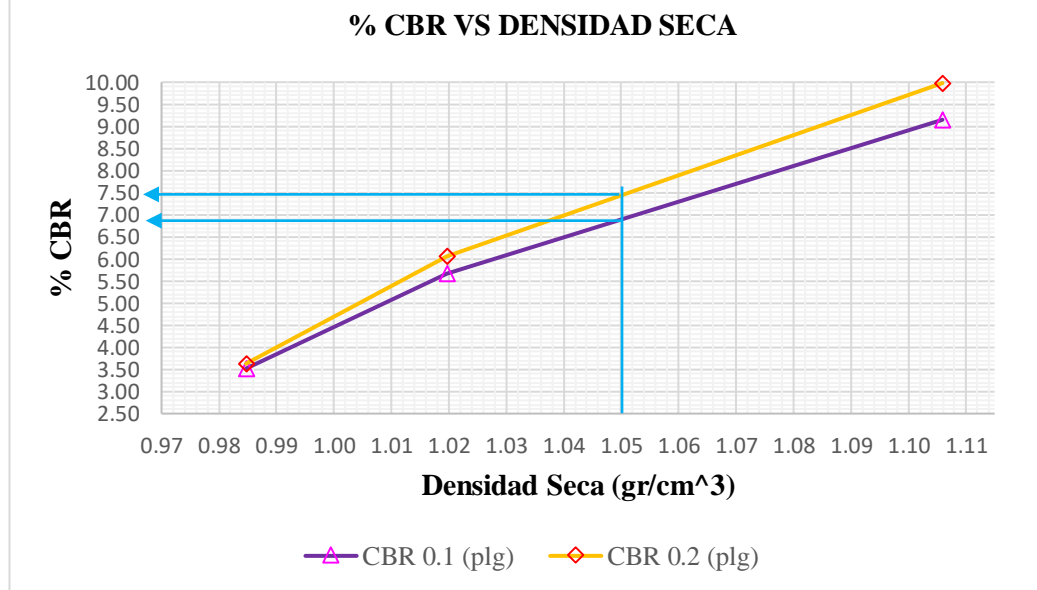
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	91.50	9.15	1.11	149.70	9.98	1.11
B	56.63	5.66	1.02	90.77	6.05	1.02
A	35.20	3.52	0.98	54.47	3.63	0.98

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca



Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1.02		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	1.05	6.90	7.50	7.50
CBR PUNTUAL (%)			7.50	

ANEXO 31: Determinación de la hora pico

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CONTAJE DE TRÁFICO

Proyecto: Diseño geométrico y del pavimento de la vía Llangahua – Silipo - Pinllopata pertenecientes a las provincias de Tungurahua y Cotopaxi en el tramo 0+000-4+000










Fecha: 19 de agosto del 2023

Día: sábado

Estación: 1

Estado de tiempo: Nublado

Hoja: 1

HORA	LIVIANOS 	BUSES 	PESADOS							TOTAL	TOTALES	ACUMULADOS POR HORA
			2D 	2DA 	2DB 	3A 	4C 	3S2 	3S3 			
6h00-6h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6h15-6h30	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	
6h30-6h45	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2	
6h45-7h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
7h00-7h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
7h15-7h30	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2	4
7h30-7h45	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3
7h45-8h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
8h00-8h15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	4
8h15-8h30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
8h30-8h45	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3
8h45-9h00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4
9h00-9h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
9h15-9h30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
9h30-9h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
9h45-10h00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
10h00-10h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10h15-10h30	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	3
10h30-10h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
10h45-11h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11h00-11h15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
11h15-11h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11h30-11h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
11h45-12h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12h00-12h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12h15-12h30	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	3
12h30-12h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12h45-13h00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
13h00-13h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
13h15-13h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13h30-13h45	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2
13h45-14h00	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	3
14h00-14h15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4
14h15-14h30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	5
14h30-14h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
14h45-15h00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
15h00-15h15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15h15-15h30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
15h30-15h45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
15h45-16h00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
16h00-16h15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4
16h15-16h30	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	4
16h30-16h45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
16h45-17h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17h00-17h15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
17h15-17h30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17h30-16h45	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2
17h45-18h00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

ANEXO 32: TABLA NACIONAL DE PESOS Y DIMENSIONES PARA EL ECUADOR

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2 D			7	5,50	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
3-A			27	12,20	2,60	4,10
4-C			31	12,20	2,60	4,10
4-0 OCTOPUS			34	12,20	2,60	4,10
V2DB			18	12,20	2,60	4,10
V3A			27	12,20	2,60	4,10
T2			18	8,50	2,60	4,10
T3			27	8,50	2,60	4,10
R2			14	10,00	2,60	4,10
R3			21	10,00	2,60	4,10
S1			11	13,20	2,60	4,10
S2			20	13,20	2,60	4,10

C. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO 33: Especificaciones Técnicas

RUBRO 1 – DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA

Descripción.

Este trabajo consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada de acuerdo con las presentes Especificaciones y los demás documentos contractuales. En las zonas indicadas en los planos o por el Fiscalizador, se eliminarán todos los árboles, arbustos, troncos, cercas vivas, matorrales y cualquier otra vegetación; además de tocones y hojarasca. También se incluyen en este rubro la remoción de la capa de tierra vegetal, hasta la profundidad indicada en los planos o por el Fiscalizador; así como la disposición, en forma satisfactoria al Fiscalizador, de todo el material proveniente de la operación de desbroce, desbosque y limpieza.

Estos trabajos incluirán todas las zonas de préstamo, canteras y minas dentro de la zona del camino y las afueras de la misma, que estén señaladas en los planos o por el Fiscalizador, como fuentes designadas u opcionales de materiales de construcción. Además, comprenderán la remoción de obstáculos misceláneos, en caso de no estar incluidos en el contrato los rubros anotados en dicha Sección.

Este trabajo contemplará también la conservación, evitando todo daño o deformación de la vegetación, plantaciones y objetos destinados a conservarse.

Procedimientos de trabajo:

El desbroce, desbosque y limpieza se efectuarán por medios eficaces, manuales y mecánicos, incluyendo la zocola, tala, repique y cualquier otro procedimiento que dé resultados que el Fiscalizador considere satisfactorios. Por lo general, se efectuará dentro de los límites de construcción y hasta 10 metros por fuera de estructuras en las líneas exteriores de taludes. En todo caso, se pagará al contratista solamente por los trabajos efectuados dentro de los límites de Desbroce, Desbosque y Limpieza señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador. Cuando en el contrato se prevea la conservación y colocación en áreas de siembra, de la capa de tierra vegetal, este material será almacenado en sitios aprobados por el Fiscalizador, hasta su incorporación a la obra nueva, y todo el trabajo de transporte, almacenamiento y

colocación será pagado de acuerdo a lo estipulado en la Secciones 206 y 207 de estas Especificaciones.

En las zonas de excavaciones o de terraplenes de altura inferior a 2 m. deberán removerse y desecharse todos los troncos, tocones, raíces, vegetación en general y material calificado por el Fiscalizador como inadecuado, y si en los documentos contractuales se lo exige, remover y almacenar para su uso posterior la capa de tierra vegetal superficial.

En las zonas que deben cubrirse por terraplenes de altura superior a 2 m. la tala de árboles se podrá realizar de modo que el corte se haga a una altura no mayor a 20 cm. sobre la superficie del terreno natural; los arbustos y maleza se eliminarán por completo y el césped se deberá cortar al ras. Los árboles deberán ser removidos por completo en los lugares donde esté prevista la construcción de estructuras o subdrenes, pilotes, excavación en forma escalonada para terraplenado, remoción de capa de tierra vegetal o la remoción de material inadecuado. En las zonas que deban ser cubiertas por terraplenes y en que haya que eliminar la capa vegetal, material inadecuado, tocones o raíces, se emparejará y compactará la superficie resultante luego de eliminar tales materiales. El relleno y la compactación se efectuará de acuerdo con lo estipulado en la subsección correspondiente.

El destronque de zonas para cunetas, rectificaciones de canales o cauces, se efectuará hasta obtener la profundidad necesaria para ejecutar la excavación correspondiente a estas superficies.

En las áreas fuera de los límites de construcción y dentro de los límites señalados para el Desbroce, Desbosque y Limpieza, los troncos se cortarán en lo posible, al ras del terreno natural; pero en ningún caso se los dejará de una altura mayor de 30 cm. No se requerirá en estas áreas la remoción de arbustos ni de otra vegetación que no sea árboles.

Todos estos trabajos deberán realizarse en forma tal que no afecten la vegetación, construcciones, edificaciones, servicios públicos, etc., que se encuentren en las áreas laterales colindantes. Al respecto, deberán acatarse las estipulaciones pertinentes en la subsección 102-3 "Relaciones Legales y Responsabilidades Generales" de estas especificaciones. No podrá iniciarse el movimiento de tierras en ningún tramo del

proyecto mientras las operaciones de Desbroce, Desbosque y Limpieza de las áreas señaladas en dicho tramo no hayan sido totalmente concluidas, en forma satisfactoria al Fiscalizador y de acuerdo con el programa de trabajo aprobado.

Disposición de materiales removidos:

Todos los materiales no aprovechables provenientes del Desbroce, Desbosque y Limpieza, serán retirados y depositados en los sitios indicados en los planos o escogidos por el Contratista, con la aprobación del Fiscalizador. No se permitirá el depósito de residuos ni escombros en áreas dentro del derecho de vía, donde sería visible desde el camino terminado, a menos que se los entierre o coloque de tal manera que no altere el paisaje. Tampoco se permitirá que se quemen los materiales removidos.

Cualquier material cuya recuperación esté prevista en los documentos contractuales u ordenada por el Fiscalizador será almacenado para uso posterior, de acuerdo a las estipulaciones del contrato y las instrucciones del Fiscalizador.

Cualquier madera aprovechable que se encuentre dentro de los límites señalados para el Desbroce, Desbosque y Limpieza, será de propiedad de la obra y para su uso en ella, y cualquier excedente se entregará en las bodegas del MOP más cercanas.

Medición:

La cantidad a pagarse por el Desbroce, Desbosque y Limpieza será el área en hectáreas, medida en la obra, en su proyección horizontal de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados, incluyendo las zonas de préstamo, canteras y minas dentro de la zona del camino y las fuentes de trabajo aprovechadas fuera de dicha zona, que estén señaladas en los planos como fuentes designadas u opcionales al Contratista.

Pago:

La cantidad establecida en la forma indicada en el numeral anterior se pagará al precio unitario contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato.

Este precio y pago constituirá la compensación total por la eliminación, retiro, desecho y transporte de todos los materiales provenientes del Desbroce, Desbosque y Limpieza, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarios para ejecutar los trabajos descritos en esta Sección, incluyendo la

remoción y disposición de obstáculos misceláneos, cuando no haya en el contrato los rubros de pago para tales trabajos.

Cuando en el contrato no se incluya el rubro de Desbroce, Desbosque y Limpieza, se considerará que todos estos trabajos que sean requeridos serán pagados por los precios contractuales para la excavación y relleno.

N° del Rubro de Pago y Designación **Unidad de Medición**

Desbroce, Desbosque y Limpieza.....Hectárea (ha)

UNIDAD	Ha
MATERIALES	
EQUIPO	Herramienta manual
MANO DE OBRA	Peón

RUBRO 2 – REPLANTEO Y NIVELACIÓN

Definición.

Replanteo y nivelación es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base a los datos que constan en los planos respectivos y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador; como paso previo a la construcción.

Especificaciones.

Todos los trabajos de replanteo y nivelación deben ser realizados con aparatos de precisión y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberá colocar estacas perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo y/o órdenes del ingeniero fiscalizador.

La Entidad dará al contratista como datos de campo, el BM y referencias que constarán en los planos, en base a las cuales el contratista, procederá a replantear la obra a ejecutarse.

Forma de pago.

El replanteo se medirá en metros, con aproximación a dos decimales. El pago se realizará en acuerdo con el proyecto y la cantidad real ejecutada medida en el terreno y aprobada por el ingeniero fiscalizador.

Nº del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

Replanteo y nivelación..... kilómetro (km)

UNIDAD	Km
MATERIALES	Estaca de madera l=1.20m Pintura anticorrosiva
EQUIPO	Herramienta manual Equipo de topografía. Camioneta 2500cc
MANO DE OBRA	Topografía 2: experiencia mayor a 5 años (Estr.Oc.C1) Cadenero Maestro mayor en ejecución de obras civiles. Chofer de camioneta

RUBRO 3 – EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR, INCLUYE DESALOJO

Descripción

Se entiende por excavaciones en general, el remover o quitar volúmenes de tierra , cargar, transportar y colocar en los sitios de utilización o de desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la conformación de la subrasante de la vía u obras de espacio público, incluyendo los taludes, las cunetas cuando éstas se requieran, y la cimentación de rellenos; de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto, ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical y a las secciones transversales típicas, dentro de las tolerancias estipuladas, con la finalidad de conformar espacios para la subrasante.

No comprende las labores de demolición y el retiro de pavimento, de estructuras de concreto o mampostería, de redes de servicio o de otros elementos que se encontraren en el área, labores que se ejecutarán, medirán y pagarán como demoliciones.

Especificaciones

Antes de iniciar las excavaciones, se requiere la aprobación por parte del Interventor de los trabajos de localización, desmonte, limpieza y demoliciones, así como los de remoción de especies vegetales. No podrá iniciarse excavación alguna, mientras no se hayan completado los trabajos básicos de medida y se hayan colocado las correspondientes estacas de control, de acuerdo con la Interventoría.

El Constructor deberá realizar sus operaciones de manera continua y ordenada de acuerdo con el plan de trabajo aprobado. Las excavaciones deben ejecutarse de acuerdo con las secciones transversales del proyecto o las modificadas por el Interventor.

Las excavaciones deberán realizarse con el mayor cuidado en la vecindad de estructuras u obras existentes y deberán utilizarse medios manuales, si fuere necesario, para asegurar la estabilidad y conservación de las mismas.

Sobre excavación

Se considerará como sobre excavación, el retiro o ablandamiento de materiales, por fuera de los alineamientos o cotas indicados en los planos o aprobados especialmente

por el Interventor. Las sobre- excavaciones no se pagarán y el Contratista estará obligado a ejecutar a su propia costa los rellenos necesarios por esta causa, de acuerdo con las especificaciones y la aprobación de la Interventoría.

Toda sobre excavación que haga el Constructor, por negligencia o por conveniencia propia para la operación de sus equipos, correrá por su cuenta y el Fiscalizador podrá suspenderla, si lo estima necesario, por razones técnicas o económicas. En estos casos, el Constructor deberá rellenar por su cuenta estas sobre excavaciones con los materiales y procedimientos adecuados y aprobados por el Interventor de manera que se restauren las condiciones iniciales del sitio.

Drenaje de las Excavaciones

El Constructor deberá tomar a su propia costa, todas las medidas indispensables para mantener drenadas las excavaciones y demás áreas de trabajo. Se instalarán drenes o zanjas temporales, para interceptar el agua que pudiera afectar la ejecución del trabajo y se utilizarán los equipos necesarios para realizar un control efectivo de la misma.

Será responsabilidad del Constructor todo deterioro que se ocasione en los materiales de la excavación debido a deficiencias en el sistema de drenaje implementado. En este caso, correrán por su cuenta y a su costa las medidas correctivas que tenga que ejecutar para subsanar el deterioro causado en los mismos.

Antes de iniciar los trabajos de excavación, el Constructor deberá presentar para aprobación por parte del Interventor el plan de drenaje temporal que piensa implementar para evitar que el agua se apoce y deteriore los materiales expuestos, en especial la subrasante del proyecto.

Unidad: Metro cúbico. (m3)

Materiales mínimos: No

Equipo mínimo: Excavador de orugas 130HP, volqueta 8m3, herramienta menor.

Mano de obra mínima: Chofer profesional C1, operador equipo pesado C1, Peón.

Medición y forma de pago:

La unidad de medida será el metro cúbico (m3), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado en su posición original.

El volumen se determinará con base en las secciones de corte mostradas en los documentos del proyecto, ajustadas según los cambios acordados con el Interventor, verificadas por éste antes y después de ejecutarse el trabajo de excavación.

No se medirán las excavaciones que el Constructor haya efectuado por negligencia o por conveniencia fuera de las líneas de pago del proyecto o las autorizadas por el Interventor. Si dicha sobre excavación se efectúa en la subrasante o en una calzada existente, el Constructor deberá rellenar y compactar los respectivos espacios, a su costa y usando materiales y procedimientos aceptados por el Interventor.

No se medirán ni se autorizarán pagos para los volúmenes de material removido de derrumbes, durante los trabajos de excavación de taludes, cuando a juicio del Interventor fueren causados por procedimientos inadecuados o negligencia del Constructor.

El trabajo de excavación para conformación de la subrasante se pagará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto o las instrucciones del Fiscalizador, para la respectiva clase de excavación ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste. El precio unitario para la excavación comprende todos los costos por concepto de excavación, remoción, cargue, acarreo, y descargue en la zona de utilización o desecho; la mano de obra, equipos y herramientas.

RUBRO 4 – RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO

Es el conjunto de actividades necesarias para el relleno y compactación de zanjas utilizando material de sitio previa autorización de la fiscalización.

Fiscalización determinará las zanjas que deben ser rellenas con compactación manual. En general, todas las zanjas serán rellenas utilizando un compactador mecánico tal como una plancha vibratoria, un rodillo compactador o un compactador de talón.

Fiscalización determinará la ubicación de la prueba para los ensayos de compactación de acuerdo a las recomendaciones pertinentes vigentes del AASHO o del ASTM para verificar su cumplimiento.

Fiscalización ordenará el espesor de las capas de relleno para la compactación y constará que este procedimiento se cumpla, sin que este impida que pueda solicitar ensayos adicionales de creerlo necesario.

Se tendrá cuidado de realizar un relleno de protección, con material libre de piedras y objetos duros agudos, hasta por lo menos 0.15 m. sobre la matriz superior de los tubos, inmediatamente después de colocada la tubería, para impedir daños a los tubos.

El relleno final se realizará una vez concluidas todas las pruebas de los alcantarillados, y en este caso se aceptará el uso de equipo, sin descuidar el aspecto compactado.

El relleno deberá ser humectado con agua y compactado y la densidad de compactación deberá ser no menor al 95% de la densidad máxima estándar.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

La medición se realizará, tomando las dimensiones de las zanjas, actividad que se realizará en forma conjunta, entre el constructor y fiscalizador previo a la colocación del relleno compactado, el precio y pago constituirán la compensación total por el relleno, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales, acarreo, selección, y operaciones conexas para la ejecución de esta actividad. Relleno compactado se pagará en metros cúbicos.

RUBRO 5 – EXCAVACIÓN PARA CUNETAS Y ENCAUZAMIENTO A MÁQUINA

Descripción

Este trabajo consistirá en la excavación para la construcción de zanjas dentro y adyacentes a la zona del camino, para recoger y evacuar las aguas superficiales.

El sistema de cunetas y encauzamientos comprenderá todas las cunetas laterales y canales abiertos cuyo ancho a nivel del lecho sea menor de 3 m., zanjas de coronación, tomas y salidas de agua, así como toda otra cuneta o encauzamiento que pueda ser necesaria para la debida construcción de la obra y cuyo pago no sea previsto bajo otros rubros del contrato.

Procedimiento de trabajo.

Las cunetas y encauzamientos serán construidas de acuerdo al alineamiento, pendiente y sección transversal señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador. De ser requerido, las cunetas se las revestirán de acuerdo a lo especificado en la Sección 208.

Su construcción podrá llevarse a cabo en forma manual o con maquinaria apropiada, o con una combinación de estas operaciones. No podrán contener restos de raíces, troncos, rocas u otro material que las obstruya, y será obligación del Contratista mantenerlas limpias permanentemente para su eficiente funcionamiento, hasta la recepción provisional, sin costo adicional.

Los materiales adecuados provenientes de estas excavaciones se emplearán en la obra, hasta donde sea permisible su utilización. El material en exceso y el inadecuado serán desalojados a los sitios de depósito señalados en los planos o por el Fiscalizador.

Medición.

Las cantidades a pagarse por la excavación de cunetas y encauzamientos serán aquellas medidas en la obra por trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados. La unidad de medida será el m³ o el metro lineal, según se establezca en el contrato.

Pago.

Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios contractuales para los rubros abajo designados, que consten en el contrato. Estos precios y pagos constituirán la compensación total por la excavación, transporte,

incorporación en la obra o desalojo del material proveniente de las cunetas y encauzamientos, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos descritos en esta Sección.

N° del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

Excavación para cunetas y encauzamientosMetro cúbico (m3)

UNIDAD	m3
MATERIALES	
EQUIPO	HERRAMIENTA MENOR Excavadora sobre orugas
MANO DE OBRA	Op. Excavadora Ayudante de Maquinaria Peón

RUBRO 6 – TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN (TRANSPORTE LIBRE 500M)

Descripción:

Este trabajo consistirá en el transporte de los materiales sobrantes de la construcción de la plataforma del camino, para los cuales está previsto el pago de transporte.

Materiales:

Por las características del trabajo no se requiere materiales.

Equipo mínimo:

- Volquete de 8m³

Procedimiento de trabajo:

El material excavado de la plataforma del camino sobrante será transportado hasta la zona de escombrera sin derecho a pago alguno en una distancia de 500 m.; pasados los cuales se reconocerá el transporte correspondiente.

Ensayos de laboratorio:

Por las características de trabajo no corresponde ensayos de laboratorio.

Medición:

Las cantidades de transporte a pagarse serán los metros cúbicos/km. o fracción de km. medidos y aceptados, calculados como el resultado de multiplicar los m³ de material efectivamente transportados por la distancia en km. de transporte de dicho volumen.

Pago:

Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros abajo designados y que consten en el contrato en m³- Km. [32]

RUBRO 7 – HORMIGÓN SIMPLE F'C=180KG/CM2 PARA CUNETAS

Descripción. – Este trabajo consistirá en el suministro, puesta en obra, terminado y curado del hormigón en puentes, alcantarillas de cajón, muros de ala y de cabezal, muros de contención, sumideros, tomas y otras estructuras de hormigón en concordancia con estas especificaciones, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales y las instrucciones del Fiscalizador. Este trabajo incluye la fabricación, transporte, almacenamiento y colocación de vigas losas y otros elementos estructurales prefabricados. El hormigón para estructuras estará constituido por cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aditivos, si se requiere, y agua, mezclados en las proporciones especificadas o aprobadas y de acuerdo con lo estipulado en esta sección y en el Capítulo 800 de estas especificaciones.

La clase de hormigón a utilizarse en una estructura determinada será indicada en los planos o en las disposiciones especiales y satisfará los requerimientos previstos en la Sección 801.

Clasificación y mezclas de diseño

El Contratista debe suministrar el diseño de la mezcla, y la clasificación de las mismas para los diferentes elementos estructurales.

El contratista deberá determinar y medir la cantidad de cada grupo y de cada uno de los ingredientes que conforman la mezcla incluido el agua.

Es conveniente realizar pruebas con muestras de todos los materiales que se utilizarán en la construcción, con el fin de evaluar el grado de confiabilidad del diseño.

Para definir y mejorar el diseño, el contratista tiene la opción de utilizar aditivos para el hormigón.

Materiales. - El hormigón y los materiales utilizados para su elaboración satisfarán los requisitos señalados en las Secciones 801 a 805.

Dosificación, Mezclado y Transporte y Pruebas del Hormigón.

Dosificación. - La mezcla de hormigón deberá ser correctamente dosificada y presentará condiciones adecuadas de trabajabilidad y terminado. Será durable, impermeable y resistente al clima.

Los materiales del hormigón serán dosificados de acuerdo a lo especificado en la Sección 801 en concordancia con los requerimientos de cada clase.

El diseño de la mezcla cumplirá con las especificaciones indicadas en los planos o documentos contractuales, será aprobado por el Fiscalizador y determinará las proporciones definitivas de los materiales y la consistencia requerida.

Calidad del hormigón

El hormigón debe diseñarse para ser uniforme, trabajable, transportable, fácilmente colocable y de una consistencia aceptable para la Fiscalización. (En estas condiciones el hormigón es dócil).

Para obtener buena docilidad del hormigón se deberá evitar usar áridos de formas alargadas y con aristas. Es necesario indicar que el cemento influye en la docilidad del hormigón.

El contenido de cemento, relación máxima agua/cemento permitida, máximo revenimiento y otros requerimientos para todas las clases de hormigón a utilizarse en una construcción, deberán conformar como requisitos indispensables de las especificaciones técnicas de construcción.

Cuando la resistencia a la compresión está especificada a los 28 días, la prueba realizada a los 7 días deberá tener mínimo el 70% de la resistencia especificada a los 28 días. La calidad del hormigón debe permitir que la durabilidad del mismo tenga la capacidad de resistencia a lo largo del tiempo, frente a agentes y medios agresivos.

Mezclado y Transporte. - El mezclado y transporte del hormigón satisfará los requerimientos y exigencias indicadas en la Sección 801.

Pruebas. - La calidad del hormigón se determinará de acuerdo a los ensayos señalados en la Sección 801.

Revenimientos requeridos

Cuando el rango del agua es reducido mediante el uso de aditivos, el revenimiento no deberá exceder de 200 mm.

En condiciones normales y como guía, se adiciona una tabla de revenimientos requeridos recomendados en las Especificaciones Estándar para Construcción y

Mantenimiento de Avenidas, Calles y Puentes del Departamento de Transporte de Texas de los Estados Unidos.

Procedimiento de Trabajo

Obra falsa y encofrados

Obra falsa. - A no ser que se especifique de otra manera, los planos detallados y los datos de los materiales a usarse en la obra falsa o cerchado, deberán entregarse al Fiscalizador para su aprobación; pero en ningún caso el Contratista será relevado de responsabilidad por los resultados obtenidos con el uso de los planos aprobados por el Fiscalizador.

Para el diseño de la obra falsa o cerchado, se deberá asumir que el peso del hormigón es de 2.400 kilogramos por metro cúbico. Toda la obra falsa deberá ser diseñada y construida para soportar las cargas indicadas en esta sección, sin provocar asentamientos o deformaciones apreciables. El Fiscalizador podrá solicitar al Contratista el uso de gatos o cuñas para contrarrestar cualquier asentamiento producido antes o durante el vaciado del hormigón.

Deberá utilizarse un sistema de pilotaje para soportar la obra falsa que no pueda ser cimentada adecuadamente, el cual será suministrado a costo del Contratista. Las cerchas de arcos deberán construirse de acuerdo a lo especificado en los planos o en las disposiciones especiales, sin alterar sus dimensiones y geometría.

Cuando se utilicen cimentaciones para obra falsa del tipo de zapata, el Contratista determinará el valor soportante del suelo e indicará los valores asumidos para el diseño de la obra falsa en los planos de la misma.

Las deflexiones totales anticipadas de la obra falsa y encofrados se indicarán en los planos de obra falsa y no excederán de 2 centímetros. Los encofrados de las losas entre vigas se construirán sin tolerancia alguna para deflexión entre las vigas.

El diseño de la obra falsa se basará en los valores mínimos y los valores máximos de esfuerzos y deflexiones que tengan aceptación general para los materiales a utilizarse. Los cálculos mostrarán los esfuerzos y deflexiones en todos los elementos estructurales que soportan cargas.

Los esfuerzos asumidos se basarán en el empleo de materiales sanos y de alta calidad, esfuerzos que serán modificados por el Contratista cuando se utilicen materiales de menor calidad. El Contratista será responsable de la calidad de sus materiales de obra falsa y del diseño de la misma para soportar con seguridad las cargas reales que se le imponga, inclusive cargas horizontales.

La obra falsa tendrá la resistencia y disposición necesaria para que en ningún momento los movimientos locales, sumados en su caso a los del encofrado, sobrepasen los 5 milímetros; ni los de conjunto, la milésima de la luz. Cuando la obra falsa se encuentre sobre o adyacente a carreteras o vías férreas, todos los elementos del sistema de obra falsa que contribuyan a la estabilidad horizontal y resistencia al impacto se colocarán en el momento en que se ensamble cada componente de la obra falsa y permanecerá en su lugar hasta la remoción de toda la obra falsa.

Cuando lo autorice el Fiscalizador, se usarán tiras para compensar la deflexión anticipada en la obra falsa y de la estructura. El Fiscalizador verificará la magnitud de la contra flecha a usarse en la construcción de la obra falsa.

Una vez montada la obra falsa, si el Fiscalizador lo cree necesario, se verificará una prueba consistente en sobrecargarla de un modo uniforme y pausado, en la cuantía y con el orden con que lo habrá de ser durante la ejecución de la obra. Durante la realización de la prueba, se observará el comportamiento general de la obra falsa, siguiendo sus deformaciones mediante flexómetros o nivelaciones de precisión. Llegados a la sobrecarga completa, ésta se mantendrá durante 24 horas, con nueva lectura final de flechas. A continuación, y en el caso de que la prueba ofreciese dudas, se aumentará la sobrecarga en un 20% o más, si el Fiscalizador lo considerase preciso.

Después se procederá a descargar la obra falsa, en la medida y con el orden que indique el Fiscalizador, observándose la recuperación de flechas y los niveles definitivos con descarga total.

Si el resultado de las pruebas es satisfactorio y los descensos reales de la obra falsa hubiesen resultado acordes con los teóricos que sirvieron para fijar la contra flecha, se dará por buena la posición de la obra falsa y se podrá pasar a la construcción de la obra definitiva.

En el caso que sucedan deformaciones o asentamientos que excedan en ± 1 centímetro de aquellos indicados en los planos de la obra falsa, u ocurran otros desperfectos que, a criterio del Fiscalizador, impedirán conseguir una estructura que se conforme a los requerimientos de los documentos contractuales, el Contratista adoptará las medidas correctivas necesarias, a satisfacción del Fiscalizador.

En el caso que los desperfectos indicados en el párrafo anterior sucedieran durante el vaciado del hormigón, éste será suspendido hasta que se realicen las correcciones respectivas. Si no se efectuaren dichas correcciones antes de iniciarse el fraguado del hormigón en la zona afectada, el vaciado del hormigón inaceptable será retirado y reemplazado por el Contratista a su cuenta.

Encofrados. - Todos los encofrados se construirán de madera o metal adecuados y serán impermeables al mortero y de suficiente rigidez para impedir la distorsión por la presión del hormigón o de otras cargas relacionadas con el proceso de construcción. Los encofrados se construirán y conservarán de manera de evitar torceduras y aberturas por la contracción de la madera, y tendrán suficiente resistencia para evitar una deflexión excesiva durante el vaciado del hormigón. Su diseño será tal que el hormigón terminado se ajuste a las dimensiones y contornos especificados. Para el diseño de los encofrados, se tomará en cuenta el efecto de la vibración del hormigón durante en vaciado.

Los encofrados para superficies descubiertas se harán de madera labrada de espesor uniforme u otro material aprobado por el Fiscalizador; cuando se utilice forro para el encofrado, éste deberá ser impermeable al mortero y del tipo aprobado por el Fiscalizador. Todas las esquinas expuestas deberán ser achaflanadas.

Previamente al vaciado del hormigón, las superficies interiores de los encofrados estarán limpias de toda suciedad, mortero y materia extraña y recubiertas con aceite para moldes. No se vaciará hormigón alguno en los encofrados hasta que todas las instalaciones que se requieran embeber en el hormigón se hayan colocado, y el Fiscalizador haya inspeccionado y aprobado dichas instalaciones. El ritmo de vaciado del hormigón será controlado para evitar que las deflexiones de los encofrados o paneles de encofrados no sean mayores que las tolerancias permitidas por estas especificaciones. De producirse deflexiones u ondulaciones en exceso a lo permitido,

se suspenderá el vaciado hasta corregirlas y reforzar los encofrados para evitar una repetición del problema.

Las ataduras metálicas o anclajes, dentro de los encofrados, serán construidos de tal forma que su remoción sea posible hasta una profundidad de por lo menos 5 centímetros desde la cara, sin causar daño al hormigón. Todos los herrajes de las ataduras de alambre especiales serán de un diseño tal que, al sacarse, las cavidades que queden sean del menor tamaño posible.

Estas cavidades se llenarán con mortero de cemento y la superficie se dejará sana, lisa, igual y de color uniforme. Todos los encofrados se construirán y mantendrán según el diseño de tal modo que el hormigón terminado tenga la forma y dimensiones indicadas en los planos y esté de acuerdo con las pendientes y alineaciones establecidas. Los encofrados permanecerán colocados por los períodos que se especifican más adelante.

La forma, resistencia, rigidez, impermeabilidad, textura y color de la superficie en los encofrados usados deberá mantenerse en todo tiempo. Cualquier madera torcida o deformada deberá corregirse antes de volver a ser usada. Los encofrados que sean rechazados por cualquier causa, no se volverán a usar.

Los enlaces o uniones de los distintos elementos de los encofrados serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje y desmontaje se verifiquen con facilidad.

Tanto las superficies de los encofrados como los productos que a ellas se puedan aplicar, no deberán contener sustancias perjudiciales para el hormigón.

En el caso de las obras de hormigón pretensado, se pondrá especial cuidado en la rigidez de los encofrados junto a las zonas de anclaje, para que los ejes de los cables sean exactamente normales a los anclajes. Se comprobará que los encofrados y moldes permitan las deformaciones de las piezas en ellos hormigonadas, y resistan adecuadamente la redistribución de cargas que se originan durante el tensado de las armaduras a la transmisión del esfuerzo de pretensado al hormigón. Especialmente, los encofrados y moldes deben permitir, sin coartar, los acortamientos de los elementos que en ellos se construyan.

Cuando se encofren elementos de gran altura y pequeño espesor a hormigonar de una vez, se deberán prever en las paredes laterales de los encofrados ventanas de control,

de suficiente dimensión para permitir desde ellas la compactación del hormigón. Estas aberturas se dispondrán con espaciamiento vertical y horizontal no mayor de un metro, y se cerrarán cuando el hormigón llegue a su altura.

Vaciado y juntas de construcción.

Vaciado. - Todo el hormigón será colocado en horas del día, y su colocación en cualquier parte de la obra no se iniciará si no puede completarse en dichas condiciones. La colocación durante la noche se podrá realizar sólo con autorización por escrito del Fiscalizador y siempre que el Contratista provea por su cuenta un sistema adecuado de iluminación.

No se colocará el hormigón mientras los encofrados y la obra falsa no hayan sido revisados por el Fiscalizador y, de ser necesario, corregidos, mientras el acero de refuerzo no este completo, limpio y debidamente colocado en su sitio.

Como paso previo para el vaciado del hormigón, todo el aserrín, viruta, cualquier otro desecho de la construcción o materiales extraños a ella se retirarán del interior de los encofrados. Puntales, riostras y refuerzos que sirvan provisionalmente para mantener los encofrados en su posición y alineación correcta durante la colocación del hormigón, se retirarán cuando el hormigonado este en un nivel tal que resulten estos innecesarios y ninguna parte auxiliar deberá quedar embebida en el hormigón.

Los métodos de colocación y compactación del hormigón serán tales como para obtener una masa uniforme y densa, evitando la segregación de materiales y el desplazamiento de la armadura. El uso de conductos largos, canaletas y tubos para llevar el hormigón desde la mezcladora al encofrado, se realizará únicamente con autorización escrita del Fiscalizador. En el caso de que por el uso de estos conductos la calidad del hormigón resulte inferior, el Fiscalizador puede ordenar que sean sustituidos por un método eficiente de vaciado.

Los conductos abiertos y las canaletas serán de metal o forradas de metal, y tendrán pendientes altas. Las canaletas serán equipadas con deflectores o serán de longitudes cortas para invertir la dirección del movimiento. No se usarán canaletas conductos o tubos de aluminio para la colocación del hormigón.

En las canaletas, conductos y tubos se limpiará y removerá cuidadosamente todo el hormigón endurecido antes de su uso. El hormigón será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado. Después del fraguado inicial del hormigón, los encofrados no deberán ser sometidos a vibraciones o movimientos y los extremos de las armaduras sobresalientes no se someterán a esfuerzo alguno.

El hormigón deberá vaciarse lo más exactamente posible en su posición definitiva. No se permitirá que el hormigón caiga libremente de más de 1.20 metros o que sea lanzado a distancias mayores de 1.50 metros. El hormigón será depositado con el equipo aprobado por el Fiscalizador. Ha de colocarse en capas horizontales de espesor uniforme, consolidando cada una antes de colocar la otra.

Las capas no deberán exceder de 15 a 30 centímetros de espesor, para miembros reforzados, y de 45 centímetros de espesor, para trabajos en masa, según la separación de los encofrados y la cantidad de acero de refuerzo. Cada capa se compactará antes de que la anterior haya fraguado, para impedir daños al hormigón fresco y evitar superficies de separación entre capas.

El ritmo de colocación del hormigón deberá regularse, de manera que las presiones contra los moldes o encofrados causadas por el hormigón húmedo no excedan a las consideradas en el diseño de los encofrados.

Todo el hormigón será vibrado, a criterio del Fiscalizador, y con equipo aprobado por él. La vibración deberá ser interna, y penetrará dentro de la capa colocada anteriormente para asegurar que toda la masa se haga homogénea, densa y sin segregación.

Los vibradores utilizados deberán transmitir al hormigón vibraciones con frecuencias mayores a 4.500 impulsos por minuto.

Se utilizará un número adecuado de vibradores para que se logre la completa consolidación de la capa colocada antes de que el hormigón haya comenzado a fraguar.

Los vibradores no serán empleados para empujar o conducir la masa de hormigón dentro de los encofrados hasta el lugar de su colocación. Tampoco serán colocados contra los moldes o encofrados o contra el acero de refuerzo. La vibración deberá tener

la suficiente duración e intensidad para consolidar completamente el hormigón, pero no deberá continuarse hasta el punto que cause segregación.

Los vibradores se aplicarán en puntos uniformemente espaciados y no más lejos que dos veces el radio sobre el cual la vibración es visualmente efectiva.

El trabajo de los vibradores será tal que se obtenga un hormigón de textura uniforme en las capas expuestas, evitando la formación de panales.

Colocación del hormigón

Temperatura de colocación del hormigón

La temperatura del hormigón colocado en sitio, en caso de losas de puentes y losas superiores en contacto con el tráfico no deberán exceder de 29°C, para otras estructuras la temperatura de fundición deberá especificarse en los planos. Para colocación de masas de hormigón que estén indicadas en planos y su fundición sea monolítica, en el momento de su colocación la temperatura no deberá ser superior a 24°C.

Para iniciar un plan de fundición en condiciones de alta temperatura, se deberá seguir el siguiente plan:

1. Selección de los ingredientes del hormigón para minimizar el calor de hidratación.
2. Colocar hielo o ingredientes fríos para el hormigón.
3. Controlar la relación A/C del concreto a colocarse.
4. Usar protección para controlar el aumento del calor.

El contratista dispondrá de instrumentos de medición de temperatura, y debe hacerlo en las fundiciones tanto en la superficie como en la parte interior del hormigón.

503.a.2 Tiempos de transporte del hormigón

Los máximos intervalos de tiempos entre la colocación del cemento para la dosificación y colocación del hormigón en los encofrados se deberán regir por la siguiente tabla:

TABLA 8 – 503.a.2

TEMPERATURA: TIEMPOS REQUERIDOS

TEMPERATURA DEL HORMIGON (en el sitio)	TIEMPO MAXIMO (sin retardante) minutos	TIEMPOMAXIMO (1) (con retardante) minutos
HORMIGON NO AGITADO		
Sobre 27°C	15	30
Inferior 27°C	30	45
HORMIGON AGITADO		
Sobre 32°C	45	75
Entre 24° y 32°C	60	90

(1) Dosificación normal del retardante.

Colocación del hormigón en tiempo caliente

Cuando la temperatura del aire es superior a los 29°C, se debe utilizar un agente retardador y este proceso se requerirá para toda la superestructura y vigas superiores.

Alcantarillas. - En general, la losa de fondo o las zapatas de las alcantarillas de cajón se hormigonarán y dejarán fraguar antes de que se construya el resto de la alcantarilla. En este caso, se tomarán las medidas adecuadas para que las paredes laterales se unan a la base de la alcantarilla, de acuerdo a los detalles señalados en los planos.

Antes de que el hormigón sea colocado en las paredes laterales, las zapatas de la alcantarilla deberán estar completamente limpias y la superficie suficientemente rugosa y húmeda, en concordancia con lo especificado en la sección referente a juntas de construcción.

En la construcción de alcantarillas de cajón de 1.20 metros o menos, las paredes laterales y la losa superior podrán construirse en forma continua. En la construcción de alcantarillas de más de 1.20 metros, el hormigón de las paredes se colocará y dejará fraguar antes de construirse la losa superior y se formarán juntas de construcción aprobadas, en las paredes. Si es posible, en las alcantarillas, cada muro de ala deberá construirse en forma continua. Si las juntas de construcción en los muros de ala son inevitables, deberán ser éstas horizontales y ubicadas de tal forma que ninguna junta sea visible en la cara expuesta, sobre la línea del terreno.

Vaciado neumático. - El vaciado neumático del hormigón se permitirá únicamente si ha sido especificado en las disposiciones especiales o autorizado por el Fiscalizador. El equipo deberá funcionar de tal forma que no produzca vibraciones que puedan dañar el hormigón fresco. El equipo por usarse en el vaciado neumático será de clase y capacidad adecuadas para el tipo de trabajo.

La distancia, desde el punto de descarga hasta el depósito, no será mayor de 10 m. La línea de descarga será horizontal o hacia arriba de la máquina.

Bombeo. - El vaciado del hormigón por bombeo se permitirá únicamente si así se especifica en las disposiciones especiales o si es autorizado por el Fiscalizador. El equipo deberá funcionar de modo que no produzca vibraciones que puedan dañar el hormigón fresco. El equipo, para conducir el hormigón por bombeo, deberá ser de clase y capacidad adecuadas para el tipo de trabajo. No se usarán tubos de aluminio para conducir el hormigón.

La bomba deberá operarse correctamente produciendo un flujo continuo de hormigón sin cavidades de aire. Cuando el bombeo se haya completado, el hormigón remanente en la tubería, si va a usarse, deberá ser expulsado, sin que el hormigón se mezcle con elementos extraños o exista segregación de sus materiales. El hormigón depositado por bombeo será trabajado como se indica en el numeral 503-4.02.1.

Juntas de construcción. - Debido a una emergencia, puede ser necesario detener la colocación del hormigón sin haberse terminado una sección de trabajo programada; en este caso, se realizará una junta de construcción. Una vez interrumpido el vaciado del hormigón, se quitarán todas las acumulaciones de mortero salpicadas sobre las armaduras y superficies de los encofrados, poniendo especial cuidado en que el material removido no se deposite sobre el hormigón sin fraguar y ni lo afecte en lo mínimo la adherencia hormigón-hierro.

Se cuidará que las juntas de construcción queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión y donde sus efectos sean menos perjudiciales. Si son muy tendidas, se vigilará especialmente la segregación de la masa durante el vibrado de las zonas próximas, y si resulta necesario, se encofrarán. La colocación del hormigón no podrá detenerse hasta no tener una cara tope de por lo menos 50 centímetros. Al reanudar el hormigonado, se limpiará la junta de todo elemento

extraño, lechada, árido suelto y, si hubiera sido encofrada, se picará convenientemente. A continuación, y con la suficiente anterioridad al hormigonado, se cepillará y humedecerá la superficie del hormigón endurecido saturándolo, sin encharcarlo; luego de lo cual, se reanudará el hormigonado, cuidando especialmente de la compactación en las proximidades de la junta.

Se cuidará que las juntas de construcción queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión y donde sus efectos sean menos perjudiciales. Si son muy tendidas, se vigilará especialmente la segregación de la masa durante el vibrado de las zonas próximas, y si resulta necesario, se encofrarán. La colocación del hormigón no podrá detenerse hasta no tener una cara tope de por lo menos 50 centímetros. Al reanudar el hormigonado, se limpiará la junta de todo elemento extraño, lechada, árido suelto y, si hubiera sido encofrada, se picará convenientemente. A continuación, y con la suficiente anterioridad al hormigonado, se cepillará y humedecerá la superficie del hormigón endurecido saturándolo, sin encharcarlo; luego de lo cual, se reanudará el hormigonado, cuidando especialmente de la compactación en las proximidades de la junta.

Curado del hormigón. - El curado del hormigón se hará de acuerdo a lo estipulado en la Sección 801 de estas especificaciones.

Remoción de encofrados y obra falsa. - Para determinar el momento de la remoción de la obra falsa y encofrados, se tomará en cuenta la localización y características de la estructura, los materiales usados en la mezcla, el clima y otras condiciones que influyen en el fraguado del hormigón. En ningún caso deberán retirarse la obra falsa y encofrados, hasta que el hormigón de la estructura en construcción pueda soportar todas las cargas previstas. Esta determinación se hará en base de la resistencia a la compresión o a la flexión que, a su vez, será comprobada mediante el ensayo de cilindros o viguetas curados bajo las mismas condiciones que las reinantes para la estructura.

La obra falsa que se utilice para soportar la superestructura de un puente de un solo tramo, no se retirará antes de 14 días después del último vaciado del hormigón en el tablero. A menos que lo permita el Fiscalizador, la obra falsa que se emplee en cualquier vano de un puente de tramos continuos o de marco rígido, no se retirará antes

de 14 días después del último vaciado de hormigón en el tramo en cuestión, y en la mitad adyacente de los dos tramos contiguos.

La obra falsa que soporte losas voladizas y losas de tablero entre vigas, no se retirará antes de 10 días después del vaciado del hormigón en el tablero.

La obra falsa para cabezales que soporten vigas de acero o de hormigón prefabricado, no se retira antes de 10 días después del vaciado del hormigón en el cabezal. No se colocarán las vigas sobre dichos cabezales, hasta que el hormigón del cabezal haya alcanzado una resistencia a la compresión igual al doble del esfuerzo unitario del diseño indicado en los planos.

La obra falsa de estructuras postensadas colocadas en obra, no se retirará antes de que el acero de preesfuerzo se haya tensado.

Los soportes deberán removerse de modo que permitan que el hormigón soporte uniforme y gradualmente los esfuerzos debidos a su peso propio. La obra falsa en puentes en arco se removerá gradual y uniformemente, comenzando en el centro y procediendo hacia los arranques, para permitir que el arco reciba la carga lenta y uniformemente. La obra falsa de tramos de arcos adyacentes será retirada simultáneamente.

En arcos de en junta se dejarán porciones de la en junta a construirse posteriormente a la eliminación de los puntales centrales, si esto fuere necesario para evitar estrechamientos de las juntas de expansión. No se construirán los barandales hasta que el arco sea autosoportante. La obra falsa para alcantarillas de cajón y otras estructuras con luces menos de 5 metros, no se retirará sino hasta que el hormigón de vaciado tenga una resistencia a la compresión de al menos 110 kg/cm². y siempre que no se interrumpa el curado del hormigón. La remoción de la obra falsa para alcantarillas de cajón mayores, se lo hará de acuerdo a los requerimientos para el retiro de obra falsa para puentes.

La obra falsa para alcantarillas en arco no se retirará antes de 48 horas después del vaciado del hormigón soportado por aquella.

Todos los materiales de la obra falsa serán retirados completamente, y el sitio quedará en condiciones aprobadas por el Fiscalizador. Cualquier pilotaje para obras falsas de

retirará hasta un mínimo de 0.60 metros bajo la superficie del terreno natural o del lecho del río o quebrada.

Tolerancias. - Las estructuras, una vez removida la obra falsa, deberán representar las líneas y cotas señaladas. Los elementos estructurales tendrán las dimensiones, forma y alineamiento indicados en los planos.

Las tolerancias admitidas en los elementos estructurales de hormigón armado serán el doble de las admitidas para hormigón precomprimido en el numeral 502-5.02. Cualquier deflexión u ondulación en una superficie, que exceda los 5 milímetros entre montantes, viguetas o largueros adyacentes, será considerada como causa para el rechazo de aquella parte de la estructura.

Las losas de puentes serán comprobadas con una regla de 3.0 metros de largo, y la distancia entre la superficie de la losa y la regla no deberá exceder de 5 milímetros en ningún punto. Cualquier zona elevada que exceda esta tolerancia será corregida mediante el uso de una esmerilada aprobada.

Acabados.

Como evitar las fisuras en las superficies de hormigón

Las losas delgadas de gran longitud, como las utilizadas en la pavimentación y canalización, son especialmente susceptibles a la fisuración al verse sometidas a condiciones ambientales desfavorables.

El terreno de sustentación de estos elementos estructurales debe ser firme, estar perfectamente nivelado, ser capaz de soportar las cargas previsibles y tener el grado de humedad adecuado en el momento de la colocación del hormigón. El hormigón a utilizar debe estar dosificado con los contenidos mínimos de cemento y agua necesarios en función de las características de la obra. Las operaciones de acabado de la superficie del elemento del hormigón deben reducirse al mínimo y es aconsejable que, una vez finalizadas estas operaciones de acabado, la superficie sea protegida hasta que comience el proceso de curado.

Fisura durante la fase constructiva Los tipos de fisuras que aparecen en los pavimentos durante la fase de construcción pueden dividirse en:

- Fisuras de retracción.

- Fisuras de retracción superficial.
- Fisuras por deformación.

Las Fisuras por retracción vienen originadas por la desecación de la zona superior de la losa y pueden alcanzar profundidades superiores a los 25 mm. Estas fisuras son por lo general de trazado corto y se desarrolla más o menos paralelamente al eje central, aunque no necesariamente.

La causa principal, origen de esta fisuración, es la excesiva y rápida pérdida de humedad que se puede deber a alguna o algunas de las siguientes razones:

- Terreno de sustentación seco.
- Utilización de áridos secos.
- La evaporación producida por el calor o los vientos secos.

Otras causas pueden ser la presencia de un exceso de finos en el hormigón, un exceso de agua en la mezcla o un retraso en el comienzo del proceso de curado. Este tipo de fisuración se puede prevenir eliminando las causas que son su origen, esto es:

- Estudiando la dosificación del hormigón, reduciendo el contenido de finos y de agua.
- Humedeciendo el terreno de sustentación y los áridos utilizados en la fabricación del hormigón.
- Comenzando tan pronto como sea posible el proceso de curado

Las fisuras por retracción superficial muy finas y superficiales se conectan entre sí, describiendo fisuras semejantes a la piel de cocodrilo. Su origen es la retracción de la pasta de cemento que ha sido transportada a la superficie por un exceso de vibrado.

También aparecen estas fisuras cuando se rocía agua sobre la superficie para facilitar las operaciones de acabado, o cuando el árido utilizado en la fabricación del hormigón porta un exceso de polvo que provoca la exudación.

El calor y la sequedad del viento son también factores causantes de este tipo de fisuras.

Las fisuras por deformación que se desarrollan a través de la losa son debidas a las perturbaciones que sufre el hormigón antes de su endurecimiento. Dichas perturbaciones pueden tener su origen en alguna o algunas de las razones siguientes:

- Deformación del terreno de sustentación
- Movimiento de los encofrados
- Desplazamiento de las barras de las armaduras
- Los áridos muy absorbentes pueden dar lugar a veces a una fisuración de este tipo.

Generalmente los hormigones serán tanto más fisurables cuanto más fluidos sean. A veces ciertos suelos sufren deformaciones al absorber humedad y en consecuencia las losas que reposan sobre estos suelos están expuestas a la fisuración por deformación del terreno, al absorber éste el agua del hormigón.

Como reparar los defectos superficiales en el hormigón

Las fisuras que aparecen en el hormigón son los síntomas que permiten intuir la existencia de condiciones que le afecten adversamente. Por ello la reparación de las fisuras puede o no ser eficaz si dichas condiciones adversas no son primeramente eliminadas.

Antes de comenzar a reparar cualquier fisura, ésta debe quedar perfectamente limpia. Si la fisura es fina puede ser suficiente un chorro de aire a presión. Fisuras más desarrolladas necesitan de una limpieza más cuidadosa, quitando todo el hormigón afectado por la fisuración y todo el material extraño que se puede haber introducido.

Tanto cuando se utiliza mortero como cuando se utiliza resinas epoxi para la reparación de fisuras, el hormigón debe estar perfectamente seco, extremándose las precauciones al utilizar resinas epoxi.

En aquellos casos en que la reparación tenga una finalidad fundamental estética, la elección de los materiales y métodos a utilizar debe ser muy cuidada, pues en caso contrario la reparación resaltará en el conjunto.

Reparación con materiales asfálticos Cuando se prevé que el elemento vaya a estar sometido a deformaciones con cierta continuidad, las fisuras deben rellenarse con productos plásticos. Estos materiales mantienen su plasticidad y permiten pequeños movimientos del hormigón sin romperse. Son especialmente aconsejables esos productos cuando se trata de evitar la filtración de agua a través de la fisura.

La aplicación de estos productos puede realizarse en caliente o en frío. Los que aplican en caliente son una mezcla de asfalto, caucho o un filler o materiales semejantes, generalmente de color negro. Hay también filler asfáltico para su aplicación en frío, aunque son preferibles los de aplicación en caliente. Recientemente se han utilizado con ventajas las resinas de epoxi, que presentan unas ventajas de ligazón superiores siempre que las superficies de la fisura se hayan preparado adecuadamente.

Reparaciones con mortero Las fisuras de gran desarrollo pueden rellenarse con mortero. El mortero utilizado estará formado por una parte de cemento Portland y dos partes y media de arena que pasa por el tamiz de 1.18 mm. El mortero tendrá una consistencia tal que una bola moldeada con la mano sea capaz de mantener su forma.

Es recomendable utilizar cemento blanco, con objeto que la reparación resalte lo menos posible.

El mortero se vierte en la fisura y se compacta por picado, alisando la superficie con una paleta de madera.

La reparación se finaliza curando el mortero bien con agua, bien con un compuesto de curado. La ligazón entre el mortero y el hormigón se mejora utilizando productos tales como resinas epoxi y látex. Las resinas epoxi se aplican a las superficies del hormigón y el látex se puede añadir al mortero.

Reparaciones con resinas epoxi Las pequeñas fisuras se pueden rellenar con resinas epoxi mediante inyección.

Para ello se hacen perforaciones de unos 25 mm. de profundidad a lo largo de la fisura y a unos 60 cm. de distancia de su trazado. En estas perforaciones se colocan los dispositivos de inyección.

Una vez realizadas estas operaciones, se sella la superficie del hormigón fisurada con resina epoxi procurando dejar pequeñas perforaciones cada 15 cm. a lo largo de la fisura. Cuando la resina superficial haya pasado el período de curado, se rellena la fisura con resina epoxi, utilizando para ello dispositivos de inyección.

Las fisuras de mayor desarrollo se pueden rellenar con un mortero epoxi que consiste en una mezcla de resina y arena normalizada en proporción de uno a tres. Una vez

limpia la fisura, se vierte el mortero, asegurando el relleno completo de la fisura mediante la colocación del mortero con elementos adecuados como espátulas.

Como evitar los huecos en la superficie del hormigón Con frecuencia suelen aparecer en las superficies de hormigón que han estado en contacto los encofrados, pequeños huecos de diámetros aproximados de 15 mm. En algunas ocasiones estos huecos están cubiertos por una delgada capa de pasta seca que se desprende con la presión de los dedos, dejando a la vista el hueco previamente invisible.

Estos huecos pueden ser el resultado de bolsas de aire o de pequeñas concentraciones de agua. Son casi imposibles de evitar en superficies verticales y aparecen con seguridad en superficies inclinadas.

Se ha discutido la influencia del aire ocluido en la aparición de estos defectos superficiales; basta decir sin embargo que estos defectos se han presentado tanto antes de utilizar aire ocluido como ahora.

Estos huecos por lo general no son perjudiciales para el hormigón a no ser que el hormigón este expuesto a condiciones ambientales adversas. En estas condiciones los huecos actuando como pequeños receptáculos, pueden almacenar agua que, al helarse, disgreguen el hormigón.

Recomendaciones Deben evitarse las mezclas viscosas con un exceso de arena. La composición del árido debe presentar una buena Granulometría, evitando un exceso de finos en la arena.

El hormigón debe tener una consistencia ni demasiado fluida ni demasiado seca, con un asiento de 50 a 75 mm. en aquellos casos en que las características de la obra y los medios de la puesta en obra lo permitan.

La observancia de las siguientes reglas ayudará a minimizar la formación de huecos:

- La colocación del hormigón no se debe realizar con excesiva rapidez, se deberá colocar el hormigón en capas de un espesor máximo de 30 cm. y vibrar cada capa.
- En el caso de superficies inclinadas, la vibración debe ser la necesaria para conseguir la debida compactación.

- En el caso de superficies verticales, efectuando un vibrado un poco más enérgico que el que normalmente se realiza.
- Utilizando vibradores de superficies, acoplados a los encofrados.
- Vibración con barra la zona del hormigón próximo a la superficie del encofrado simultáneamente a la compactación por vibración de la masa de hormigón.
- Utilizando encofrados provistos de finísimas ranuras que permitan la salida de agua y aire, pero no de mortero.
- Utilizando en aquellos casos en que la ausencia de huecos sea una exigencia primordial y los costos lo permitan, encofrados provistos de forros absorbentes.

Reparación En ocasiones se hace necesario reparar las superficies de hormigón, rellenando los huecos.

Un primer método consiste en extender sobre la superficie de hormigón, previamente humedecido, un mortero de consistencia seca, constituido por una parte de cemento y dos de arena que pase por el tamiz de 1.18 mm. Acabado el extendido se limpia la superficie del hormigón con una llana, comprobando que los huecos hayan quedado rellenados y a nivel de la superficie. Posteriormente se realizará el proceso de curado, bien con agua, bien con productos de curado. Es recomendable utilizar cemento blanco.

Un segundo método consiste en el extendido de un mortero de menor consistencia, sometiendo posteriormente la superficie del hormigón a un cepillado con carborundo. Un espesor recomendado para la capa de mortero es de 0.75 milímetros.

Acabado de superficies que no sean losas. - A las superficies del hormigón colocado en columnas, muros y otras estructuras que no sean losas de puentes, se aplicará un acabado de acuerdo a los siguientes detalles:

- a) Clase 1 (Acabado corriente).

Este acabado consistirá en rellenar huecos, remover áreas sobresalientes o manchadas y reparar cualquier zona de panales u otros desperfectos que haya en la superficie. Esta clase de acabado se aplicará a superficies que no sean visibles desde la vía.

- b) Clase 2 (Acabado a ladrillo frotador).

Al remover los moldes o encofrados, las superficies serán humedecidas completamente con agua y se aplicará el acabado Clase 1. Cuando el mortero haya fraguado, la superficie será frotada con una piedra de carborundo grueso y se usará una pequeña cantidad de mortero hasta que desaparezcan las irregularidades. Se aplicará otra frotada con piedra de carborundo fino y agua. Cuando esté seca la superficie, se la limpiará con arpillera, dejándola libre de polvo. Esta clase de acabado se aplicará a todas las superficies que sean visibles desde la vía, con excepción de losas de puentes y pavimentos, los cuales serán acabados de acuerdo al numeral 503-4.06.1 y Capítulo 300 respectivamente. El mortero deberá estar compuesto por cemento y arena fina mezclados en las proporciones especificadas para hormigones usados en acabados.

Juntas de dilatación y apoyos.

Juntas de dilatación y contracción. - Las juntas de expansión y contracción se realizarán de acuerdo con los planos o conforme indique el Fiscalizador.

Juntas abiertas se construirán en los lugares señalados en los planos, mediante el uso de tiras de madera, chapas metálicas u otro material removible, aprobado por el Fiscalizador. El retiro de las plantillas de madera se realizará sin dañar las aristas del hormigón. El refuerzo no se extenderá a través de las juntas abiertas, a menos que así lo indiquen los planos.

Las juntas de expansión rellenas se construirán en forma similar a las juntas abiertas. Cuando se especifique el empleo de juntas de expansión premoldeadas, el espesor del material de relleno por instalarse será el fijado en los planos. El material por usarse estará de acuerdo con la Sección 806 de estas especificaciones.

Deberá colocarse cubrejuntas de metal, caucho o plástico, como indiquen los planos. Los rellenos preformados contarán con los agujeros para recibir las espigas donde señalen los planos. El relleno para cada junta deberá ser suministrado en una sola pieza para la profundidad y ancho completos requeridos.

Cuando se autorice la utilización de más de una pieza en la junta, las uniones serán aseguradas firmemente manteniendo su forma, por medio de grapas u otra forma eficaz de sujeción que sea aprobada por el Fiscalizador.

Si durante la construcción se produce una abertura mayor de 0.3 centímetros en una junta que será sometida a tránsito, dicha abertura deberá rellenarse totalmente con asfalto caliente u otro material de relleno aprobado, según lo indique el Fiscalizador.

Las aberturas en las juntas de expansión serán las diseñadas en los planos a temperatura normal y se tendrá especial cuidado en no disminuir el espacio. Se colocarán dispositivos para la impermeabilización de las juntas, cuando así se estipule en los planos u ordene el Fiscalizador. Los ángulos, chapas u otras formas estructurales empleados en juntas serán elaborados con precisión para darles la forma exacta, de acuerdo con la sección de la losa de hormigón. La fabricación y pintura se realizarán de acuerdo a los requisitos pertinentes de estas especificaciones. Cuando los planos o las especificaciones especiales así lo indiquen, estas piezas serán galvanizadas en lugar de pintadas. Se tendrá especial cuidado de que la superficie quede nivelada y recta y se emplearán métodos adecuados para colocar las juntas y conservarlas en su posición correcta durante el vaciado del hormigón.

Cubrejuntas. - Los materiales usados en cubrejuntas estarán de acuerdo a lo indicado en la Sección 806 de estas especificaciones. Las planchas de cobre u otro material aprobado por el Fiscalizador para cubrejuntas serán del ancho y forma indicados en los planos y ordenados por el Fiscalizador. La plancha de cobre en cada junta deberá ser de una sola pieza continua y, cuando se autorice más de una pieza, las uniones deberán conectarse mediante soldadura, de manera que se forme una unidad completamente hermética contra el paso del agua. Cuando se especifique el uso de cubrejuntas de caucho, éstas se moldearán en una sola pieza; el material usado será denso y homogéneo en toda su sección transversal.

Las tiras y piezas de conexión deberán ser curadas de manera que cualquier sección resulte densa, homogénea y exenta de porosidades.

Las uniones o empalmes efectuados en la obra serán vulcanizados o mecánicos, utilizando piezas de acero inoxidable o el mismo tipo de caucho del cubrejunta. Durante el período de vulcanización, los empalmes serán sujetos con grapas adecuadas; el material en los empalmes será denso y homogéneo a través de toda su sección. Todos los empalmes deberán tener una resistencia a la tensión no menor del 50% de la resistencia correspondiente al material no empalmado.

Otro tipo de juntas deberán especificarse claramente en los planos y serán aprobadas por el Fiscalizador.

Apoyos. - Las placas y ensamblajes de apoyo, articulaciones y otros dispositivos de expansión se construirán de acuerdo a los detalles indicados en los planos. Los pernos de anclaje en pilares, estribos o pedestales se ajustarán con cuidado en el hormigón durante su vaciado o se colocarán en orificios formados durante el hormigonado o realizados después del fraguado.

Los orificios podrán formarse mediante la utilización de tacos de madera, tubos metálicos u otros dispositivos aprobados por el Fiscalizador.

Hormigón Ciclópeo.

Descripción. - Este trabajo consistirá en la mezcla de hormigón de cemento Portland y piedra colocada en forma adecuada, de acuerdo a las presentes especificaciones, en concordancia con lo indicado en los planos y lo ordenado por el Fiscalizador.

Materiales. - El hormigón ciclópeo estará constituido por hormigón de cemento Portland, clase B y por un 40 por ciento de piedra, salvo que en los planos o disposiciones especiales se señalen otras características. El hormigón de cemento Portland deberá satisfacer las exigencias previstas en la Sección 801.

La piedra para el hormigón ciclópeo deberá satisfacer las exigencias previstas en la subsección 818-3 de estas especificaciones.

Procedimiento de trabajo. - El hormigón ciclópeo se formará por la colocación alternada de capas de hormigón de cemento Portland y piedras, que quedarán rodeadas y embebidas completamente en el hormigón. Las piedras serán saturadas con agua antes de su colocación. El colocado de la piedra deberá realizarse de tal forma de no dañar los encofrados o la capa de hormigón adyacente:

En paredes o pilas de espesores mayores a 60 centímetros se usarán piedras transportables manualmente y quedarán rodeadas por lo menos de 15 centímetros de hormigón, y ninguna piedra estará a menos de 15 centímetros de la superficie interior de los encofrados y a 30 centímetros de la superficie superior.'

En paredes o pilas de espesores mayores a 1.20 metros se utilizarán piedras transportables mecánicamente. Cada piedra quedará rodeada por lo menos de 30

centímetros de hormigón y ninguna estará a menos de 60 centímetros de la superficie superior y a 15 centímetros de la superficie de encofrados.

El hormigón de cemento Portland se dosificará, mezclará y transportará conforme a las exigencias previstas en la subsección 503-3. El hormigón ciclópeo será apisonado con el equipo adecuado o mediante vibrador, según ordene el Fiscalizador.

El acabado, en las superficies de las obras construidas con hormigón ciclópeo, deberán estar de acuerdo con lo estipulado en el numeral 503-4.6. Las superficies terminadas deberán ser lisas y estar en concordancia con lo señalado en los planos o fijado por el Fiscalizador. Los agujeros para drenaje y descarga se ejecutarán de acuerdo con los detalles señalados en los planos o por el Fiscalizador.

Ensayos y Tolerancias. - La calidad del hormigón de cemento Portland se controlará de acuerdo con lo estipulado en el numeral 503-3.3 y Sección 801 de las especificaciones del MTOP.

Se determinará la aceptabilidad de las piedras de acuerdo a lo establecido en la subsección 818-3.

Medición y pago.

Medición. - Las cantidades a pagarse por estos trabajos serán los metros cúbicos de hormigón simple o ciclópeo satisfactoriamente incorporados a la obra.

Cualquier deducción por objetos embebidos en el hormigón o volúmenes de agujeros de drenaje, será efectuado de acuerdo a lo indicado por el Fiscalizador.

Las cantidades de acero de refuerzo serán medidas para el pago, de acuerdo con el numeral 504-5.01.

Los ensamblajes, placas y otros dispositivos metálicos para apoyos y juntas serán medidos de acuerdo a lo estipulado en el numeral 505-6.01 de estas especificaciones.

No se harán mediciones ni pagos por concepto de encofrados, obra falsa o andamio, arrastre de aire en el hormigón, formación de agujeros de drenaje, ni acabado de superficies.

Pago. - Las cantidades determinadas en la forma indicada en la subsección anterior, se pagarán a los precios contractuales para los rubros más adelante designados y que consten en el contrato. 500 – Estructuras

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, mezclado, transporte, colocación, acabado y curado del hormigón simple o ciclópeo para estructuras, alcantarillas, construcción de juntas, u otros dispositivos en el hormigón para instalaciones de servicio público, construcción y retiro de encofrados y obra falsa, así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta subsección.

N° del Rubro de Pago y Designación **Unidad de Medición**

Cunetas de Hormigón de $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$ Metro cubico (m³)

UNIDAD	m3
MATERIALES	ARENA GRAVA CLASIFICADA CEMENTO GRIS ENCOFRADO AGUA ACELERANTE PARA HORMIGÓN
EQUIPO	HERRAMIENTA MENOR CONCRETERA VIBRADOR
MANO DE OBRA	Estructura Ocupacional E2 Estructura Ocupacional D2

RUBRO 9 – SUBBASE CLASE 3 E=20CM, TENDIDO Y COMPACTADO

DE: Este trabajo consistirá en el suministro, transporte, colocación, tendido, conformación y compactación de capas de sub-base de la clase y espesor especificado en el contrato, colocadas sobre una subrasante previamente aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos.

ESPECIFICACIÓN:

Materiales. - Las sub-bases de agregados se clasifican como se indica a continuación, de acuerdo con los materiales a emplearse. La clase de sub-base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. De todos modos, los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

Clase 1: Son sub-bases construidas con agregados obtenidos por trituración de roca o gravas, graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 1, en la Tabla 403-1.1. Por lo menos el 30 % del agregado preparado deberá obtenerse por proceso de trituración.

Clase 2: Son sub-bases construidas con agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 2, en la Tabla 403-1.1.

Clase 3: Son sub-bases construidas con agregados naturales y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3, en la Tabla 403-1.1.

Cuando en los documentos contractuales se estipulen sub-bases Clases 1 o 2 al menos el 30% de los agregados preparados deberán ser triturados.

TABLA 403-1.1

SUB BASE	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA A TRAVÉS DE LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA		
	TAMIZ	CLASE 1	CLASE 2
3 " (76.2 mm)			100
2" (50.4 mm)		100	
1 1/2 " (38.10 mm)	100	70-100	
N° 4 (4.75 mm)	30-70	30-70	30-70
N° 40 (0.425 mm)	10-35	15-40	
N° 200 (0.075 mm)	0-15	0-20	0-20

PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO.

Preparación de la Sub rasante.- Antes de proceder a la colocación de los agregados para la sub-base, el Contratista habrá terminado la construcción de la sub rasante, debidamente compactada y con sus alineaciones, pendientes y superficie acordes con las estipulaciones contractuales. Y obtendrá de la fiscalización para el tendido de la sub-base. Deberá además encontrarse libre de cualquier material extraño.

En caso de ser necesaria la construcción de sub-drenajes, estos deberán hallarse completamente terminados antes de iniciar el transporte y colocación de la sub-base.

Selección y Mezclado. - Los agregados preparados para la sub-base deberán cumplir la granulometría especificada para la clase de sub-base establecida en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección de los agregados y su mezcla en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.

En caso de que se tenga que conseguir la granulometría y límites de consistencia, mediante la mezcla de varias fracciones individuales, estas fracciones de agregados gruesos, finos y material ligante, serán combinadas de acuerdo con la fórmula de trabajo preparada por el Contratista y autorizada por el Fiscalizador, y mezcladas uniformemente en una planta aprobada por el Fiscalizador, que disponga de una

mezcladora de tambor o de paletas. La operación será conducida de manera consistente, para que la producción del material de la sub-base sea uniforme. El mezclado de las fracciones podrá realizarse también en la vía; en este caso, se colocará y esparcirá en primer lugar el material grueso sobre la sub rasante, con un espesor y ancho uniformes, y luego se distribuirán los agregados finos proporcionalmente sobre esta primera capa. Pueden formarse tantas capas como fracciones del material sean necesarias para obtener la granulometría y lograr el espesor estipulado con el total del material. Cuando todos los materiales se hallen colocados, se deberá proceder a mezclarlos uniformemente mediante el empleo de motoniveladoras, mezcladoras de discos u otras máquinas aprobadas por el Fiscalizador, que sean capaces de ejecutar esta operación. Al iniciar y durante el proceso de mezclado, deberá regarse el agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida para la compactación especificada. Cuando se haya logrado una mezcla uniforme, el material será esparcido a todo lo ancho de la vía en un espesor uniforme, para proceder a la conformación y a la compactación requerida, de acuerdo con las pendientes, alineaciones y sección transversal determinadas en los planos.

No se permitirá la distribución directa de agregados colocados en montones formados por los volquetes de transporte, sin el proceso de mezclado previo indicado anteriormente.

Tendido, Conformación. - Cuando el material de la sub-base haya sido mezclado en planta central, deberá ser cargada directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportando al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la hidratación necesaria, tendido o emparejamiento, conformación y compactación, de tal manera que la sub-base terminado avance a una distancia conveniente de la distribución. El Fiscalizador podrá autorizar también la colocación del material preparado y transportado de la planta, en montones formados por volquetes, pero en este caso el material deberá ser esparcido en una franja a un costado de la vía, desde la cual se procederá a su regado a todo lo ancho y en un espesor uniforme, mientras se realiza la hidratación. El material no deberá ser movilizado repetidas veces por las motoniveladoras, de uno a otro costado, para evitar la segregación; se procurará más bien que el regado y

conformación sean completados con el menor movimiento posible del agregado, hasta obtener una superficie lisa y uniforme de acuerdo a las alineaciones, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos.

Cuando sea necesario construir la sub-base completa en más de una capa, el espesor de cada capa será aproximadamente igual, y se emplearán para cada una de ellas los procedimientos aquí descritos hasta su compactación final.

Compactación. - Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de cada capa de sub-base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de 8 a 12 toneladas, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente o mayor, u otro tipo de compactadores aprobados. El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la sub-base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior. Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales. Al completar la compactación, el Contratista notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales. El Fiscalizador procederá a efectuar los ensayos de densidad apropiados y comprobará las pendientes, alineaciones y sección transversal, antes de manifestar su aprobación o reparos.

En caso de existir sitios no accesibles a los rodillos indicados para la compactación, como accesos a puentes, bordillos direccionales u otros, se deberá emplear apisonadores mecánicos de impacto o planchas vibrantes, para obtener la densidad especificada en todos los sitios de la sub-base.

El contratista deberá dedicar a estos trabajos todo el equipo adecuado necesario para la debida y oportuna ejecución de los mismos; el equipo deberá contar con la aprobación de la Fiscalización antes de ser utilizado en la obra y deberá ser mantenido en óptimas condiciones de funcionamiento.

Se deberá tener sumo cuidado al compactar sobre pendientes pronunciadas y estructuras como: embaulamiento de acequias, colectores o de mas elementos estructurales que no garanticen estabilidad alguna, por lo que se deberá tomar las

acciones pertinentes del caso y buscar un medio de compactación alternativo con el fin de no causar daño estructural alguno en las estructuras antes mencionadas, de no regirse a lo expuesto cualquier daño ocasionado será de absoluta responsabilidad de la contratista y asumirá el costo total de la reparación o reposición de la misma.

Equipo mínimo:

MOTONIVELADORA.
RODILLO AUTOPROPULSADO – ESTÁTICO
CAMIÓN CISTERNA.

Nota: El equipo mínimo deberá regirse a las características requeridas en los pliegos.

Mano de obra mínima:

ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1 (GRUPO I) OEP
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (GRUPO II)
CHOFERES PROFESIONALES (Estr.Oc.C1)
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1 (EOC1)
ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2 (EOD2)
ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2 (EOE2)

Nota: El salario debe ser como mínimo el de por ley vigente, emitido por la Contraloría General del Estado, la cantidad de mano de obra dependerá del equipo requerido y el rendimiento planteado.

Materiales mínimos:

SUB-BASE CLASE. (INC. TRANSPORTE A SITIO) (Clase de acuerdo al rubro correspondiente)
AGUA (POTABLE)

Nota: Los materiales deben ser de buena calidad y de ser el caso cumplir con las normas respectivas, así como también constituirán la compensación total de la provisión necesaria para la ejecución de los trabajos descritos en este rubro.

Transporte:

c.- ENSAYOS Y TOLERANCIAS:

La granulometría del material de sub-base será comprobada mediante los ensayos granulométricos siguiendo lo establecido en la norma INEN 696 y 697 (AASHTO T-11 y T-27), los mismos que se llevarán a cabo inmediatamente después del mezclado

en la planta o el mezclado final en la vía según el caso. La aceptación de la mezcla en la planta no exonerará al contratista de la obligación de mantener la granulometría especificada hasta que el material esté incorporado en la vía.

Los agregados gruesos deberán tener un porcentaje de desgaste NO mayor al 50% a 500 revoluciones determinado según las normas INEN 860 y 861 (ensayo AASHTO T-96).

Los siguientes ensayos se realizarán para comprobar la calidad de construcción de las capas de subbase.

Densidad máxima y Humedad óptima; ensayo AASHTO T-180, método D.

Densidad de campo; ensayo ASSHTO T-147, o usando equipo nuclear debidamente calibrado.

El ningún punto el espesor de la sub-base terminada deberá variar en más de 2 cm, sin embargo el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado. Estos espesores serán medidos luego de la compactación final de la capa cada 100 m de longitud en puntos alternados al eje y a los costados del camino. Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia marcada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente. Para corregir el espesor inaceptable, el contratista deberá escarificar, a su costo, esa zona y retirar o agregar el material necesario, para proceder luego a conformar y compactar con los niveles y espesores del proyecto. Para el caso de zonas defectuosas en la compactación deberá seguirse un proceso análogo.

En caso que las mediciones del espesor se hayan realizado mediante perforaciones, el contratista deberá rellenar los orificios y compactar el material cuidadosamente a satisfacción del fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos.

Las cotas de la superficie terminada no podrán variar en más de 2cm de las cotas establecidas, además se comprobará los perfiles longitudinal y transversal por medio de una regla de 3 m de largo, colocándole respectivamente en un ángulo recto y paralelamente al eje de la vía; la separación entre la regla y la superficie no será mayor en ningún punto a 2cm.

d.- REFERENCIA:

Especificaciones Generales MOP 001-F-2002 SECCION 403

e.- MEDICIÓN:

La cantidad se medirá al centésimo y se pagarán por la construcción de una capa de sub-base de agregados, será el número de metros cúbicos (M3) efectivamente ejecutados y aceptados, medidos en su lugar después de la compactación.

Con fines de cómputo de la cantidad de pago, deberán utilizarse las dimensiones de anchos indicadas en los planos o las dimensiones que pudieran ser establecidas por escrito por el Fiscalizador. La longitud utilizada será la distancia horizontal real, medida a lo largo del eje del camino, del tramo que está siendo medido.

f.- PAGO:

Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios contractuales para el rubro más abajo designado y que conste en el contrato.

Las cantidades determinadas en la forma que se indica en el literal anterior, se pagarán a los precios contractuales del contrato y dichos pagos constituirán la compensación total por la producción y suministro de agregados mezclado en planta, transporte al sitio de la obra, distribución, hidratación, conformación y compactación del material de sub-base, así como por compensarán total de equipos, herramientas, mano de obra, materiales, transporte y operaciones conexas necesarias para la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

Ítem	Rubro	Unidad
()	SUB-BASE CLASE 3	M3

RUBRO 10 – TRANSPORTE DE SUBBASE CLASE 4

Descripción. - Este trabajo consistirá en el transporte autorizado de los materiales necesarios para la construcción de la plataforma del camino, préstamo importado, mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado.

El material excavado de la plataforma del camino será transportado sin derecho a pago alguno en una distancia de 500 m.; pasados los cuales se reconocerá el transporte correspondiente.

Medición. - Las cantidades de transporte a pagarse serán los metros cúbicos/km. o fracción de km. medidos y aceptados, calculados como el resultado de multiplicar los m³ de material efectivamente transportados por la distancia en km. de transporte de dicho volumen. Los volúmenes para el cálculo de transporte de materiales de préstamo importado, el mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado, la estabilización con material pétreo, serán los mismos volúmenes establecidos para su pago de conformidad con su rubro correspondiente, m³ /km. o fracción de km.

Si el contratista prefiere utilizar materiales provenientes de una fuente localizada a mayor distancia que aquellas que fueren fijadas en los planos, disposiciones especiales o por el Fiscalizador, la distancia de transporte se medirá como si el material hubiera sido transportado desde el sitio fijado en los planos, disposiciones especiales o por el Fiscalizador. En caso de que, para cumplir con las especificaciones respectivas, fuera necesario obtener materiales de dos o más fuentes diferentes, los volúmenes para el cálculo de transporte se determinarán en el análisis de costos unitarios que presentará el oferente en su oferta económica.

Pago. - Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el transporte de los materiales, incluyendo la mano de obra, equipo, herramientas, etc. y operaciones conexas necesarias para ejecutar los trabajos descritos en esta subsección.

III-46 300 – Movimiento de Tierras

Nº del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

Transporte de material de sub-base

Clase 4.....Metro cúbico/kilómetro

UNIDAD	m3-km
MATERIALES	
EQUIPO	Volqueta
MANO DE OBRA	Chofer: Volquetas (Estr.Oc.C1)

RUBRO 11 – BASE CLASE 4 E=15CM, TENDIDO Y COMPACTADO

Base de Agregados.

Descripción. - Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se colocará sobre una sub-base terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales.

Materiales. - Las bases de agregados podrán ser de las clases indicadas a continuación, de acuerdo con el tipo de materiales por emplearse.

La clase y tipo de base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. En todo caso, el límite líquido de la fracción que pase el tamiz N° 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

Los agregados serán elementos limpios, sólidos y resistentes, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas

. - **Clase 4:** Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de conformidad con lo establecido en la subsección 814-3 y graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 404-1.4.

Tabla 404-1.4.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
2" (50.8 mm.) 100	100
1" (25.4 mm.) 60 - 90	60 – 90
N° 4 (4.76 mm.) 20 - 50	20 – 50
N° 200 (0.075 mm.) 0 - 15	0 - 15

De ser necesario para cumplir las exigencias de graduación, se podrá añadir a la grava arena o material proveniente de trituración, que podrán mezclarse en planta o en el camino.

Equipo. - El Contratista deberá disponer en la obra de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo. Según el caso, el equipo mínimo necesario constará de planta de trituración y cribado, planta para mezclado, equipo de transporte, maquinaria para distribución, para mezclado, esparcimiento, y conformación, tanqueros para hidratación y rodillos lisos o rodillos vibratorios.

Ensayos y Tolerancias. - La granulometría del material de base será comprobada mediante el ensayo INEN 696 y 697 (AASHTO T-11 y T 27), el mismo que se llevará a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en el camino. Sin embargo, de haber sido comprobada la granulometría en planta, el Contratista continuará con la obligación de mantenerla en la obra.

Deberán cumplirse y comprobarse todas las demás exigencias sobre la calidad de los agregados, de acuerdo con lo establecido en la Sección 814, o en las Disposiciones Especiales.

Para comprobar la calidad de la construcción, se deberá realizar en todas las capas de base los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T-147.o T-191. En todo caso, la densidad mínima de la base no será menor que el 100% de la densidad máxima establecida por el Fiscalizador, mediante los ensayos de Densidad Máxima y Humedad Optima realizados con las regulaciones AASHTO T-180, método D.

En ningún punto de la capa de base terminada, el espesor deberá variar en más de un centímetro con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado.

Estos espesores y la densidad de la base, serán medidos luego de la compactación final de la base, cada 100 metros de longitud, en puntos alternados al eje y a los costados del camino. Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia indicada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente. Para corregir el espesor inaceptable, el Contratista deberá escarificar, a su costo, esa zona y retirar o agregar el material necesario, para proceder de inmediato a la conformación y compactación con los niveles y espesores del proyecto. Sin embargo, antes de corregir los espesores deberán tomarse en consideración las siguientes tolerancias adicionales: si el espesor sobrepasa lo estipulado en los documentos contractuales y la cota de la superficie se halla dentro de un exceso de 1.5

centímetros sobre la cota del proyecto, no será necesario efectuar correcciones; así mismo, si el espesor es menor que el estipulado y la cota de la superficie se halla dentro de un faltante de 1.5 centímetros de la cota del proyecto, podrá no corregirse el espesor de la base siempre y cuando el espesor de la base terminada sea mayor a 10 centímetros, y la capa de rodadura sea de hormigón asfáltico y el espesor 400 – Estructura del Pavimento IV- 52 faltante sea compensado con el espesor de la capa de rodadura hasta llegar a la rasante.

En caso de que las mediciones de espesor y los ensayos de densidad sean efectuados por medio de perforaciones, el Contratista deberá rellenar los orificios y compactar el material cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos.

Como está indicado, las cotas de la superficie terminada no podrán variar en más de 1.5 centímetros de los niveles del proyecto, para comprobar lo cual deberán realizarse nivelaciones minuciosas a lo largo del eje y en forma transversal.

En caso de encontrarse deficiencias en la compactación de la base, el Contratista deberá efectuar la corrección a su costo, escarificando el material en el área defectuosa y volviendo a conformarlo con el contenido de humedad óptima y compactarlo debidamente hasta alcanzar la densidad especificada.

Procedimiento de trabajo.

Preparación de la Sub-base. - La superficie de la sub-base deberá hallarse terminada, conforme a los requerimientos estipulados para la Sección 404. Deberá, así mismo, hallarse libre de cualquier material extraño, antes de iniciar el transporte del material de base a la vía.

Selección y Mezclado. - Los agregados preparados para la base, deberán cumplir la granulometría y más condiciones de la clase de base especificada en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección y mezcla de los agregados en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.

En el caso de que se tenga que conseguir la granulometría y límites de consistencia para el material de base, mediante la mezcla de varias fracciones individuales, estas fracciones de agregados gruesos, finos y relleno mineral, serán combinadas y mezcladas

uniformemente en una planta aprobada por el Fiscalizador la cual disponga de una mezcladora de tambor o de paletas. La operación será conducida de una manera consistente en orden a que la producción de agregado para la base sea uniforme.

El mezclado de las fracciones de agregados podrá realizarse también en la vía; en este caso, se colocará y esparcirá en primer lugar una capa de espesor y ancho uniformes del agregado grueso, y luego se distribuirán proporcionalmente los agregados finos sobre la primera capa. Pueden formarse tantas capas como fracciones del material sean necesarias para obtener la granulometría y lograr el espesor necesario con el total del material, de acuerdo con el diseño. Cuando todos los agregados se hallen colocados en sitio, se procederá a mezclarlos uniformemente mediante motoniveladoras, 400 – Estructura del Pavimento IV- 53

mezcladoras de discos u otras máquinas mezcladoras aprobadas por el Fiscalizador. Desde el inicio y durante el proceso de mezclado, deberá regarse el agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida para la compactación especificada.

Cuando se haya logrado una mezcla uniforme, se controlará la granulometría y se esparcirá el material a todo lo ancho de la vía, en un espesor uniforme, para proceder a la conformación y a la compactación requerida, de acuerdo con las pendientes, alineaciones y sección transversal determinadas en los planos.

En ningún caso se permitirá el tendido y conformación directa de agregados colocados en montones formados por los volquetes de transporte, sin el proceso de mezclado previo y alternado indicado en los párrafos anteriores.

Tendido y Conformación.- Cuando el material de la base haya sido mezclado e hidratado en planta central, deberá cargarse directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportado al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la conformación y compactación, de tal manera que la base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.

El Fiscalizador podrá autorizar también la colocación del material preparado y transportado de la planta, en montones formados por volquetes; pero, en este caso, el material deberá ser esparcido en una franja a un costado de la vía, desde la cual se procederá a su regado a todo lo ancho y en un espesor uniforme, mientras se realiza la hidratación. El material no deberá ser movilizad repetidas veces por las motoniveladoras,

de uno a otro costado, para evitar la segregación; se procurará más bien que el regado y conformación se completen con el menor movimiento posible del agregado, hasta obtener una superficie lisa y uniforme, de acuerdo a las alineaciones, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos.

Cuando se haya autorizado el mezclado de los agregados en la vía, estos deberán ser regados a todo el ancho, una vez terminada la mezcla, completando al mismo tiempo su hidratación, a fin de obtener una capa de espesor uniforme, con una superficie lisa y conformada de acuerdo a las alineaciones, pendientes y sección transversal especificadas.

En todos los casos de construcción de las capas de base, y a partir de la distribución o regado de los agregados, hasta la terminación de la compactación, el tránsito vehicular extraño a la obra estará terminantemente prohibido, y la circulación de los equipos de construcción será dirigida uniformemente sobre las capas tendidas, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material.

Cuando sea necesario construir la base completa en más de una capa, el espesor de cada capa será aproximadamente igual, y se emplearán para cada 400 – Estructura del Pavimento IV- 54

una de ellas los procedimientos arriba descritos, hasta su compactación final. En ningún caso el espesor de una capa compactada podrá ser menor a 10 centímetros.

Cuando se tenga que construir capas de base en zonas limitadas de forma irregular, como intersecciones, islas centrales y divisorias, rampas, etc. podrán emplearse otros métodos de distribución mecánicos o manuales que produzcan los mismos resultados y que sean aceptables para el Fiscalizador.

Compactación.- Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de la capa de la base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de mínimo 8 Toneladas, rodillos vibratorios de energía de compactación equivalente o mayor.

El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior. Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales.

Al completar la compactación, el Contratista notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales. El Fiscalizador procederá a efectuar los ensayos de densidad apropiados y comprobará las pendientes, alineaciones y sección transversal, antes de manifestar su aprobación o reparos. Si se hubieren obtenido valores inferiores a la densidad mínima especificada o la superficie no se hallare debidamente conformada, se deberá proceder a comprobar la compactación estadísticamente para que el promedio de las lecturas estén dentro del rango especificado, el Contratista deberá efectuar las correcciones necesarias de acuerdo con lo indicado en el numeral 404-1.04, hasta obtener el cumplimiento de los requisitos señalados en el contrato y la aprobación del Fiscalizador, previamente a la imprimación de la base.

En caso de existir sitios no accesibles a los rodillos indicados para la compactación, como accesos a puentes, bordillos direccionales u otros, se deberá emplear apisonadores mecánicos de impacto o placas vibratorias, para obtener la densidad especificada en todos los sitios de la base.

Medición.- La cantidad a pagarse por la construcción de una base de agregados, será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador, medidos en sitio después de la compactación.

Para el cálculo de la cantidad, se considerará la longitud de la capa de base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos. En ningún caso se deberá considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador. 400 – Estructura del Pavimento IV- 55

Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para cualquiera de los rubros designados a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de base, incluyendo mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones conexas en la realización completa de los trabajos descritos en esta sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

404-1 Base, Clase.....Metro cúbico (m3)

RUBRO 12 – TRANSPORTE DE BASE CLASE 3

Descripción. - Este trabajo consistirá en el transporte autorizado de los materiales necesarios para la construcción de la plataforma del camino, préstamo importado, mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado.

El material excavado de la plataforma del camino será transportado sin derecho a pago alguno en una distancia de 500 m.; pasados los cuales se reconocerá el transporte correspondiente.

Medición. - Las cantidades de transporte a pagarse serán los metros cúbicos/km. o fracción de km. medidos y aceptados, calculados como el resultado de multiplicar los m³ de material efectivamente transportados por la distancia en km. de transporte de dicho volumen. Los volúmenes para el cálculo de transporte de materiales de préstamo importado, el mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado, la estabilización con material pétreo, serán los mismos volúmenes establecidos para su pago de conformidad con su rubro correspondiente, m³ /km. o fracción de km.

Si el contratista prefiere utilizar materiales provenientes de una fuente localizada a mayor distancia que aquellas que fueren fijadas en los planos, disposiciones especiales o por el Fiscalizador, la distancia de transporte se medirá como si el material hubiera sido transportado desde el sitio fijado en los planos, disposiciones especiales o por el Fiscalizador. En caso de que, para cumplir con las especificaciones respectivas, fuera necesario obtener materiales de dos o más fuentes diferentes, los volúmenes para el cálculo de transporte se determinarán en el análisis de costos unitarios que presentará el oferente en su oferta económica.

Pago. - Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el transporte de los materiales, incluyendo la mano de obra, equipo, herramientas, etc. y operaciones conexas necesarias para ejecutar los trabajos descritos en esta subsección.

III-46 300 – Movimiento de Tierras

Nº del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

Transporte de material de Base

Clase 3.....Metro cúbico/kilómetro

UNIDAD	m3-km
MATERIALES	
EQUIPO	Volqueta
MANO DE OBRA	Chofer: Volquetas (Estr.Oc.C1)

RUBRO 13 – CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA E=5CM, INCLUYE IMPRIMACIÓN

DEFINICIÓN.

Este trabajo consiste en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico de espesor especificado, colocado sobre la capa de base, pavimento o empedrado existente de acuerdo con los requerimientos del proyecto y las órdenes de Fiscalización; se incluye en este rubro el riego de imprimación realizado con material bituminoso.

ESPECIFICACIÓN.

El hormigón asfáltico será constituido por agregados graduados de grueso a fino y cuando sea requerido, de relleno mineral, mezclados uniformemente y en caliente con material asfáltico en una planta central.

MATERIALES.

Material asfáltico. - El tipo de asfalto a ser usado será el AC 20 para carpeta asfáltica y el RC250 para imprimación; sin embargo en caso necesario el Fiscalizador podrá cambiar el grado del asfalto durante la construcción hasta los grados inmediatamente más próximos sin que haya modificación en el precio unitario del contrato.

Este material consistirá en asfalto refinado, o una combinación de asfalto refinado y aceite fluidificante, de consistencia adecuada para trabajos de pavimentación; será homogéneo y libre de agua, no contendrá ningún residuo obtenido por la destilación artificial del carbón, ni alquitrán de carbón ni aceite parafinado, y no producirán espuma al calentarse a 175°C y deberán satisfacer los requerimientos de la ASSHTO M 20.

Agregados. - Los agregados para hormigón asfáltico mezclado en planta estarán formados de piedra triturada, ripio, grava de arena, arena u otro material granular aprobado y un relleno de piedra finamente triturada u otros materiales minerales finamente divididos.

Los agregados se compondrán de fragmentos limpios resistentes y duros, libres de material vegetal y de exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables, así como de material mineral cubierto de arcilla u otro material inconveniente; deberán graduarse de grueso a fino con relleno mineral y deberán cumplir con las exigencias de granulometría que se indican a continuación.

TAMIZ	% EN PESO QUE PASA (ASSHTO T-11 T-27)
1 " (25.4 mm)	100
3/4 " (19.0 mm)	90-100
3/8 " (9.5 mm)	56-80
# 4 (4.75 mm)	35-65
# 8 (2.36 mm)	23-49
# 50 (0.30 mm)	5-19
# 200 (0.075mm)	2-8

El valor máximo de desgaste a la abrasión será de 40% a 500 vueltas en la máquina de los ángeles.

EQUIPO.-

Plantas mezcladoras.- Deberán estar diseñadas de tal manera que produzcan una mezcla uniforme que concuerde con la fórmula maestra de obra, dentro de las tolerancias especificadas.

Equipo de transporte y distribución.- Los camiones para el transporte de mezclas bituminosas deberán contar con cajas metálicas herméticas, lisas y limpias, que hayan sido recubiertas con una pequeña cantidad de un material aprobado para evitar que la mezcla se adhiera a las cajas. Cada carga se protegerá contra las inclemencias del tiempo y contra el enfriamiento con tapas de lonas u otros medios adecuados.

La distribución y terminación de la mezcla asfáltica se efectuarán por medio de pavimentadoras mecánicas, autopropulsadas y capaces de distribuir y terminar la mezcla de acuerdo con las dimensiones del proyecto.

El contratista proveerá todas las herramientas menores que sean necesarias y las mantendrá libres de acumulación de materiales bituminosos; en todo momento deberá tener preparado y listo una suficiente cantidad de lonas impermeables para utilizarlas en situaciones de emergencia tales como lluvias, vientos, demoras inevitables, etc.

Equipo de compactación.- El equipo de compactación consistirá de rodillos lisos de acero (estático) y rodillos neumáticos autopropulsados y con marcha atrás, y el número de unidades deberá ser suficiente para poder compactar la mezcla a la densidad especificada mientras se encuentra en una condición trabajable.

Equipo mínimo:

CARGADORA FRONTAL

PLANTA ASFALTICA

ACABADORA DE PAVIMENTO ASFÁLTICO – FINISHER

DISTRIBUIDOR DE ASFALTO - CAMIÓN IMPRIMADOR

RODILLO AUTOPROPULSADO - ESTÁTICO

RODILLO AUTOPROPULSADO – NEUMÁTICO

BARREDORA AUTOPROPULSADA

VOLQUETA

Nota: El equipo mínimo deberá regirse a las características requeridas en los pliegos.

Mano de obra mínima:

ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1 (GRUPO I) OEP

ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (GRUPO II)

CHOFERES PROFESIONALES (Estr.Oc.C1)

ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2 (EOD2)

ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2 (EOE2)

Nota: El salario debe ser como mínimo el de por ley vigente, emitido por la Contraloría General del Estado, la cantidad de mano de obra dependerá del equipo requerido y el rendimiento planteado.

Materiales mínimos:

ASFALTO AC20 (INCLUYE TRANSPORTE)

ASFALTO RC 250 PARA IMPRIMACION (INCLUYE TRANSPORTE)

DIESEL

AGREGADOS TRITURADOS PARA CARPETA ASFÁLTICA

ARENA PARA ASFALTO

Nota: Los materiales deben ser de buena calidad y de ser el caso cumplir con las normas respectivas, así como también constituirán la compensación total de la provisión necesaria para la ejecución de los trabajos descritos en este rubro.

Transporte:

c.- ENSAYOS Y TOLERANCIAS.

Ensayos de materiales.- La granulometría de los agregados para hormigón asfáltico se comprobará mediante el ensayo INEN 696 ASSTHO T-11 y T-27, que se efectuará sobre muestras que se tomarán periódicamente de los acopios de existencia, de las tolvas de recepción en caliente y de la mezcla asfáltica preparada, para asegurar que se encuentre dentro de las tolerancias establecidas para la fórmula maestra de obra.

La calidad del material asfáltico se comprobará mediante los ensayos establecidos en la norma AASHTO M 20, cuyos principales requisitos se presentan en la tabla 810-2.1. ESPECIFICACIONES DE CEMENTOS ASFALTICOS constante en las especificaciones generales del MOP 001-F- de 1993.

La mezcla deberá cumplir los requisitos indicados a continuación:

ENSAYO-MÉTODO MARSHALL		
DESCRIPCIÓN	MÍNIMO	MÁXIMO
Nº DE GOLPES		75
ESTABILIDAD (Lbs.)	2000	
FLUJO (Pulg./100)	8.8	16
% de VACIOS	3.3	5

Las muestras de hormigón asfáltico serán tomadas de la muestra preparada de acuerdo con la fórmula maestra de obra, y sometidas a los ensayos según el método Marshall.

El hormigón asfáltico que se produzca en la planta deberá cumplir con la fórmula maestra de obra indicada en párrafos posteriores de estas especificaciones dentro de las siguientes tolerancias:

- a) Peso de los agregados secos que pasen el tamiz de 1/2"(12.5mm) y tamices mayores \pm 8%.
- b) Peso de los agregados secos que pasen los tamices de 3/8"(9.5mm) y # 4 (4.75mm): \pm 7%.
- c) Peso de los agregados secos que pasen los tamices # 8(2.36mm) y # 16(1.18mm): \pm 6%.
- d) Peso de los agregados secos que pasen los tamices # 30(0.60mm) y # 50(0.30mm): \pm 5%.

- e) Peso de los agregados secos que pasen el tamiz N° 100(0.15mm): $\pm 4\%$.
- f) Peso de los agregados secos que pasen el tamiz N° 200(0.075mm): $\pm 3\%$.
- g) Dosificación del material asfáltico en peso: $\pm 0.3\%$.
- h) Temperatura de la mezcla al salir de la mezcladora: $\pm 10^{\circ}\text{C}$.
- f) Temperatura de la mezcla antes de colocarlo en el camino: $\pm 10^{\circ}\text{C}$.

El espesor de la capa de hormigón asfáltico terminada deberá ser igual o mayor que el espesor indicado en los planos y en ningún punto el espesor deberá variar en más de 6mm de lo especificado.

Las cotas de la superficie terminada no podrán variar en más de 1cm de las cotas establecidas, la pendiente transversal de la superficie deberá ser uniforme y en ningún sitio tendrá una desviación mayor a 6mm con el perfil establecido.

Luego de la compactación final de la capa de hormigón asfáltico, el fiscalizador comprobará el espesor, la densidad y la composición de la misma a intervalos de 200 metros lineales, a cada lado del eje del camino mediante extracción de muestras; el contratista sin derecho a ningún pago adicional deberá rellenar los huecos originados por las comprobaciones, con la misma mezcla asfáltica y compactarla a satisfacción del fiscalizador.

Los puntos para el muestreo serán seleccionados por el fiscalizador al azar de manera tal que se evite una distribución regular de los mismos.

Cualquier área de espesor o composición inaceptable deberá corregirse mediante la reconstrucción completa del área, al costo del contratista y de acuerdo con las instrucciones del fiscalizador. Igual procedimiento deberá seguirse en el caso de áreas en que la densidad registrada sea menor que el 97% de la densidad máxima establecida.

PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO.-

Fórmula maestra de obra.- No deberá iniciarse ningún trabajo relacionado con la preparación del hormigón asfáltico a ser colocado en la obra, sino hasta que el contratista haya presentado al Fiscalizador el diseño de la FORMULA MAESTRA DE OBRA preparada en base al estudio de los materiales que se propone utilizar en el trabajo; el Fiscalizador efectuará revisiones y las comprobaciones pertinentes a fin de autorizar la producción de la mezcla asfáltica.

Toda la mezcla de hormigón asfáltico deberá ser realizada de acuerdo con esta fórmula maestra dentro de las tolerancias indicadas anteriormente, salvo que sea necesario modificarla durante el trabajo, debido a variaciones en los materiales.

La fórmula establecerá:

- 1) Las cantidades de las diversas fracciones definidas para los agregados;
- 2) El porcentaje del material asfáltico para la dosificación, en relación al peso total de todos los agregados;
- 3) La temperatura del hormigón al salir de la mezcladora, y;
- 4) La temperatura de la mezcla al momento de colocarla en el camino.

Distribución y Compactación.-

Distribución.- Las mezclas de hormigón asfáltico serán colocadas sobre una base preparada de acuerdo con los requerimientos contractuales, imprimada, limpia y seca.

Esta distribución no se iniciará si no se dispone en la obra de todos los medios suficientes de transporte, distribución, compactación etc. para lograr un trabajo eficiente y sin demoras que afecten la obra; el Fiscalizador rechazará todas las mezclas heterogéneas, sobrecalentadas o carbonizadas, todas las que presenten espuma o tengan indicios de humedad y todas aquellas en que la envoltura de los agregados con el asfalto no sea perfecta.

Una vez transportada la mezcla al camino, será vertida por los camiones en la máquina terminadora, la cual esparcirá el hormigón sobre una superficie seca preparada, con la temperatura indicada en la fórmula maestra, que en ningún caso podrá ser inferior a 110 grados centígrados.

En caso de lluvia repentina, el Fiscalizador podrá permitir la colocación de cargas que se encuentren en tránsito desde la planta, siempre y cuando tengan una temperatura apropiada y la superficie a cubrir carezca de charcos; este permiso no podrá afectar en modo alguno las exigencias con respecto a la calidad y lisura del acabado de la carpeta asfáltica.

Compactación.- Después de distribuida y enrasada la mezcla asfáltica se procederá a su compactación con rodillos lisos y neumáticos, la compactación inicial de la mezcla

deberá efectuarse con una temperatura apropiada para el tipo de rodillo, que será tal que la suma de su valor más la temperatura del ambiente no sea menor de 140°C ni mayor de 190°C.

La compactación inicial se deberá efectuar con rodillos lisos estáticos, iniciando a los bordes de la capa y avanzando hacia el centro, superponiendo una parte del ancho de la rueda en cada pasada posterior.

Inmediatamente después de efectuado el rodillado inicial se compactará a la capa con rodillos neumáticos hasta lograr la densidad especificada. No deberá efectuarse pasadas de ningún tipo de rodillo cuando la temperatura de la mezcla sea inferior a 90°C.

d.- MEDICIÓN.

Las cantidades se medirán al centésimo y se cuantificarán en metros cuadrados (M2) de los trabajos de construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta, aceptada por el Fiscalizador, serán los metros cuadrados efectivamente ejecutados de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales y las instrucciones del Fiscalizador.

Con fines de cómputo de la cantidad de pago, deberán utilizarse las dimensiones de anchos indicadas en los planos o las dimensiones que pudieran ser establecidas por escrito por el Fiscalizador; la longitud utilizada será la distancia horizontal real, medida a lo largo del eje del camino, del tramo que está siendo medido; el espesor utilizado en el cómputo será ya sea el espesor indicado en los planos u ordenado por el Fiscalizador, o el espesor promedio medido en la obra, cualquiera que sea menor.

e.- PAGO.

Las cantidades determinadas en la forma indicada en el párrafo anterior, se pagarán a los precios contractuales para el rubro abajo designado y que conste en el contrato; estos precios y pagos constituirán la compensación total por la preparación de la superficie a pavimentarse, el riego de imprimación, la producción y suministro de agregados, suministro de material bituminoso, dosificación y el mezclado de los materiales, distribución, conformación y compactación del hormigón asfáltico en el

camino, así como toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarios para la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

Ítem	Rubro	Unidad
()	CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA E=5CM, INCLUYE IMPRIMACIÓN	m2

RUBRO 14 – TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA

Descripción:

Este trabajo consistirá en el transporte de mezcla asfáltica necesaria para la construcción de la estructura del camino, para los cuales está previsto el pago de transporte.

Materiales:

Por las características del trabajo no se requiere materiales.

Equipo mínimo:

- Volquete de 8m³

Procedimiento de trabajo:

El Contratista deberá dedicar a estos trabajos todo el equipo adecuado necesario para la debida u oportuna ejecución de los mismos. El equipo deberá ser mantenido en óptimas condiciones de funcionamiento.

Como mínimo este equipo deberá constar de equipo de transporte, esparcimiento, mezclado, humedecimiento, conformación, compactación y, de ser necesario, planta de cribado.

Ensayos de laboratorio:

Por las características de trabajo no corresponde ensayos de laboratorio.

Medición:

Las cantidades de transporte a pagarse serán los metros cúbicos/km. o fracción de km. medidos y aceptados, calculados como el resultado de multiplicar los m³ de material efectivamente transportados por la distancia en km. de transporte de dicho volumen.

Pago:

Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros abajo designados y que consten en el contrato en m³- Km.

RUBRO 15 – MARCAS DE PAVIMENTO (PINTURA REFLECTIVA, FRANJAS DE 12CM DE ANCHO)

Descripción. - Este trabajo consistirá en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado, de acuerdo con estas especificaciones, disposiciones especiales, lo indicado en los planos, o por el Fiscalizador.

Los detalles no contemplados en los planos se realizarán conforme al "Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways" (MUTCD) (Manual de Mecanismos de Control de Tráfico en los Estados Unidos), U.S. Department of Transportation y Federal Highways and Transportation y Normas Panamericanas.

Materiales. - Las pinturas para tráfico serán las indicadas en la Sección 826. Además, los materiales cumplirán las siguientes especificaciones:

Las microesferas de vidrio AASHTO M 247, Tipo 1 Las franjas de material termoplástico AASHTO M 249, Para moldeado del tipo en eyección caliente.

Las franjas de pavimento del tipo plástico puestas en frío, serán de uno de los siguientes materiales, de acuerdo con el requerimiento de espesor indicado y además los requisitos contractuales:

- 1.5 mm. de polímero flexible retroreflectivo
- 1.5 mm. de premezcla de polímero flexible
- 2.3 mm. de plástico frío.

Las marcas que sobresalgan del pavimento serán de acuerdo al tipo y tamaños definidos en los planos y a los requisitos indicados en el contrato.

Procedimiento de Trabajo.

Generales. - Las superficies en las cuales las marcas serán aplicadas, estarán limpias, secas y libres de polvo, de suciedad, de acumulación de asfalto, de grasa u otros materiales nocivos. Cuando las marcas sean colocadas en pavimentos de hormigón de cemento Portland, el pavimento deberá ser limpiado de todo residuo, previamente a la colocación de las marcas. Las franjas serán de un ancho mínimo de 10 cm. Las líneas entrecortadas tendrán una longitud de 3 m. con una separación de 9 m. Las líneas punteadas tendrán una longitud de 60 cm. con una separación de 60 cm.

Las franjas dobles estarán separadas con un espaciamiento de 14 cm. Las flechas y las letras tendrán las dimensiones que se indiquen en los planos.

Todas las marcas presentarán un acabado nítido uniforme, y una apariencia satisfactoria tanto de noche como de día, caso contrario, serán corregidas por el Contratista hasta ser aceptadas por el Fiscalizador y sin pago adicional.

Marcas de Pinturas. - Las marcas serán aplicadas con métodos aceptables por el Fiscalizador. El cabezal rociador de pintura será del tipo spray y que permita aplicar satisfactoriamente la pintura a presión, con una alimentación uniforme y directa sobre el pavimento. Cada mecanismo tendrá la capacidad de aplicar 2 franjas separadas, aun en el caso de ser sólidas, entrecortadas o punteadas. Todo tanque de pintura estará equipado con un agitador mecánico. Cada boquilla estará equipada con una válvula, que permita aplicar automáticamente líneas entrecortadas o punteadas. La boquilla tendrá un alimentador mecánico de microesferas de vidrio, que opera simultáneamente con el rociador de pintura, y distribuirá dichas microesferas de vidrio con un patrón uniforme a la proporción especificada.

La pintura será mezclada previamente y aplicada cuando la temperatura ambiente esté sobre los 4 grados centígrados y como se indica en la numeral 705-3.01.

Para franjas sólidas de 10 cm. de ancho, la tasa mínima de aplicación será de 39 lt/km. Para franjas entrecortadas o de líneas punteadas, la tasa mínima de aplicación será de 9.6 lt/km. y 13 lt/km. respectivamente.

La mínima tasa de aplicación para flechas y letras será de 0.4 lt/m² de marcas. Las micro esferas de vidrio serán aplicadas a una tasa mínima de 0.7 kg. por cada lt. de pintura. Las áreas pintadas estarán protegidas del tráfico hasta que la pintura esté suficientemente seca. Cuando lo apruebe el Fiscalizador, el Contratista aplicará pintura o micro esferas de vidrio en dos aplicaciones, para reducir el tiempo de secado en áreas de tráfico congestionado.

Marcas termoplásticas. - La aplicación puede ser por cualquiera de los dos métodos: moldeada por eyección al caliente, o rociado al caliente, según lo apruebe el Fiscalizador; en todo caso, se deberá cumplir con las especificaciones y recomendaciones del fabricante, las que deberán ser entregadas al Fiscalizador antes de empezar los trabajos.

Si es necesario, los pavimentos nuevos o existentes serán lavados con una solución de detergente, y seguidamente se los lavará con agua para remover cualquier resto de cemento Portland, tanto nuevos como existentes, la superficie se limpiará con chorros abrasivos para remover lechadas, sellados u otros materiales extraños.

La mínima resistencia a la adherencia, cuando se aplica a pavimentos bituminosos, será de 8.5 kg/cm², y cuando se aplica a pavimentos de hormigón, será de 12 kg/cm².

La aplicación será hecha solamente en pavimentos secos, cuando la temperatura del pavimento sea 13 grados centígrados o mayor.

Las micro esferas de vidrio adicionales, conforme lo establece la AASHTO M249, estarán recubiertas de material termoplástico en la proporción de 98 kg. por m² de franja.

Previa a la colocación de la franja termoplástica, se aplicará una resina epóxica del tipo y las cantidades recomendadas por el fabricante.

El material termoplástico será de un espesor de 0.76, 1.5, 2.29 y 3.05 mm. como lo especifique en el contrato. El ancho de la franja de tráfico será realizado con una sola aplicación.

Las franjas recién colocadas deberán ser protegidas del daño del tráfico y cuando suceda cualquier daño a las franjas o cuando no estén bien adheridas a la superficie del pavimento, serán reemplazadas con juntas de franjas que reúnan los requisitos de estas especificaciones.

Marcas Plásticas Premoldeadas. - Las aplicaciones estarán de acuerdo a las especificaciones recomendadas por el fabricante, las que serán suministradas al Fiscalizador antes de empezar los trabajos. Los materiales de marcas plásticas en pavimentos serán aplicados en superficies con temperaturas dentro del rango especificado por el fabricante para una óptima adhesión. La capa deberá proveer de una marca durable y limpia; será resistente al medio (o ambiente) y no presentará signos apreciables de desvanecimiento, levantamiento, contracción, rompimiento, desprendimiento u otros signos de una pobre adherencia.

El método de incrustación será usado para aplicar las marcas en superficies nuevas de hormigón asfáltico, mediante la colocación adecuada del material, de acuerdo con las instrucciones del fabricante y compactado mediante rodillo.

El método de la lámina superpuesta será usado para aplicarse en pavimentos existentes. Los tipos de adhesivos que se utilizarán, así como los métodos de aplicación estarán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

El Contratista suministrará el equipo requerido, incluido el compactador, para la colocación adecuada del material plástico moldeado. El equipo deberá estar disponible durante todo el período de instalación. Cuando se especifique, el vendedor deberá proveer asistencia técnica, tanto para la operación, como para el mantenimiento del equipo.

Marcas de Pavimento Sobresalidas (MPS). - Las marcas serán colocadas en sitios e intervalos que estén especificados, tanto en los planos, como en el contrato. No se procederá a la colocación de las marcas de pavimento en tanto no haya sido aprobada la superficie del pavimento.

Las marcas MPS serán aplicadas a una temperatura mínima de 21 grados centígrados. El pavimento tendrá superficie seca y, si la temperatura del pavimento es menor a 21 grados centígrados, se lo calentará con una fuerte irradiación de calor (no directamente con la llama). Los MPS serán calentados previamente a la colocación, mediante calor a una temperatura máxima de 49 grados centígrados por un tiempo máximo de 10 minutos.

El adhesivo se mantendrá a una temperatura de 16 a 29 grados centígrados antes y durante la aplicación. Los componentes del adhesivo epóxico serán mezclados uniformemente, hasta conseguir una consistencia adecuada previa a su uso. El adhesivo mezclado será desechado cuando, debido a la polimerización, se ha endurecido y reducido su trabajabilidad.

La mezcla adhesiva se aplicará en el área que ha sido preparada previamente. Luego el MPS será presionado en el sitio correspondiente, hasta que la mezcla adhesiva aparezca en toda la periferia del MPS. La cantidad requerida de adhesivo por cada dispositivo estará entre 20 y 40 gramos.

La secuencia de las operaciones será ejecutada tan rápido como sea posible. La mezcla adhesiva y el MPS serán colocados sobre el pavimento dentro de un tiempo máximo de 30 segundos, luego del precalentamiento y limpieza del pavimento. El MPS no deberá haberse enfriado más de un minuto antes de la colocación.

El tiempo de precalentamiento del pavimento será ajustado de tal forma que se asegure que la adherencia del MPS se de en no más de 15 minutos. El pegado se considerará satisfactorio cuando el adhesivo desarrolle un mínimo esfuerzo de tensión de 124 gr/cm² o una tensión total de 11 kg.

El Fiscalizador deberá verificar, por muestreo de al menos un 5% de los MPS colocados, que se cumpla con este requerimiento. El Fiscalizador deberá usar para el efecto un dinamómetro manual.

Los MPS estarán espaciados y alineados como se indique en los planos o como lo establezca el Fiscalizador. Se tolerará un desplazamiento no mayor de 1.5 cm. a la izquierda o a la derecha de la línea de referencia.

El Contratista removerá y reemplazará todas las marcas inadecuadamente localizadas, sin costo adicional para el Ministerio.

Las marcas de pavimento no serán colocadas sobre las juntas transversales o longitudinales del pavimento.

El color de los reflectores, cuando son iluminados por las luces de un automóvil, será de color claro, amarillo o rojo. Un mal color de reflexión será motivo para su rechazo.

Métodos de medida. - Las cantidades aceptadas de marcas de pavimentos serán medidas de la siguiente manera:

a) Método lineal. - Las cantidades a pagarse serán aquellas medidas linealmente en metros o kilómetros de marcas en el pavimento, y se medirán sobre la línea eje del camino o sobre las franjas, de principio a fin, sean estas entrecortadas o continuas. Estas marcas en el pavimento deberán estar terminadas y aceptadas por el Fiscalizador.

El precio contractual para cada tipo o color de línea se basará en un ancho de línea de 10 cm. Cuando el ancho de la línea sea diferente de 10 cm., deberá estar establecido en el contrato o solicitado expresamente por el Fiscalizador, entonces la longitud a

pagarse será ajustada con relación al ancho especificado de 10 cm.; caso contrario, se reconocerá un pago según el ancho de 10 cm.

b) Método unitario. - La cantidad a pagarse será el verdadero número de unidades (tales como flechas, símbolos, leyendas, MPS, etc.) de los tipos y tamaños especificados en el contrato, que han sido suministrados, terminados y aceptados por el Fiscalizador.

Pago. - Las cantidades entregadas y aceptadas en la forma que se indicó anteriormente, se pagarán al precio unitario establecido en el contrato. De acuerdo al listado de rubros que se indican a continuación y que se presentan en el cronograma de trabajo. Tales precios y pagos serán la compensación total del trabajo descrito en esta sección.

N° del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

Marcas de pavimento (Pintura).....kilometro (km)

UNIDAD	km
MATERIALES	DISOLVENTE THINNER PINTURA DE TRAFICO
EQUIPO	ESCOBA MECÁNICA CARRO-SOPLETE-PINTURA
MANO DE OBRA	Peón Pintor Estructura Ocupacional C2 (Grupo II) Estructura Ocupacional C1 (Grupo II)

RUBRO 16 – SEÑALIZACIÓN REGULATORIA

RUBRO 17 – SEÑALIZACIÓN PREVENTIVA

Descripción: Este trabajo consistirá en la provisión de todos los materiales y de la mano de obra necesaria para la colocación de todas las señales requeridas en los planos, de acuerdo a estas especificaciones y a las órdenes de trabajo. De no especificarse aquí otra cosa, los trabajos abarcados en esta sección estarán de acuerdo, en lo que corresponda, con el manual interamericano de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras, edición 1971, y/o las disposiciones especiales del MOPC al respecto. El diseño y ubicación de las señales, estarán de acuerdo a lo indicado en los planos. Las señales previstas en esta sección serán las siguientes:

Señales preventivas o de advertencia

Deberán tener forma cuadrada y colocadas con la diagonal correspondiente en forma vertical. El lado del cuadrado será igual a 0,75 m Color: en lo relativo al color, en adelante se hará referencia a los patrones de colores del "manual interamericano". El fondo será amarillo reflectante Grado Diamante DG 3 color N° 4091. El símbolo y orla serán de color negro, con pintura serigráfica diluido (solvente vinílico y retardador en un 10%) Las señales deberán colocarse en ángulo recto respecto a la dirección y de frente al tránsito al cual sirven. La distancia mínima de colocación de la señal con respecto al borde del pavimento y la altura de la señal serán conforme lo especifica el "manual interamericano de dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras".

Señales de reglamentación

Forma: los tableros de las señales de reglamentación tendrán forma rectangular con su mayor dimensión en sentido vertical.

Color: Fondo blanco, círculo rojo reflectante tipo Grado Diamante DG3 color N°. 4092, símbolo negro, letras negras, y orla de color negro. Cuando estas señales indiquen prohibición, el anillo llevará una franja diametral del mismo ancho y color que el anillo, inclinada a 45° y siempre bajando desde la izquierda hacia la derecha. Las excepciones estarán dadas por la señal de "PARE" que tendrá la forma de un octágono regular, 0,80 X 0,80, cuyo color será de fondo rojo reflectante con letra y

orlas blanca; “CEDA EL PASO” que tendrá la forma de un triángulo equilátero, altura 1.00 m, con vértice hacia abajo y cuyo color será de fondo blanco reflectante con orla color rojo reflectante y letras color negro.

Señales informativas

Señales de ruta: Se usarán para identificar el número de la ruta. Tendrán forma cuadrada. Las flechas complementarias se usarán en conjunto con el letrero para indicar el sentido que sigue la ruta.

Señales de destino: Se utilizarán para indicar al usuario el nombre de las poblaciones que encuentra sobre la ruta y la dirección que deberá tomar.

Señales de servicio: Se utilizarán para identificar lugares donde se prestan servicios generales como gasolineras, puesto de socorro, teléfonos, aeropuertos, etc.

Señales de información general: Se utilizarán para identificar lugares, ríos, puentes, poblaciones, nombre de calles, sentidos de tránsito, etc.

Forma: Las Señales informativas serán de forma rectangular, con su mayor dimensión horizontal, excepto las señales de ruta que tendrán forma cuadrada y las señales de servicios que tendrán su mayor dimensión vertical.

Colores: Las señales informativas tendrán fondo color verde Grado Diamante DG3 color N° 4097 orla, leyenda, flechas y números en blanco reflectante (lámina reflectiva). Las señales de destino tendrán el fondo color verde reflectante Grado Diamante DG3 color N° 4097, las letras color blanco reflectante. Las señales de servicios tendrán fondo azul verde Grado Diamante DG3 color N° 4095, símbolo negro, dentro de un cuadrado blanco. Cuando la señal lleve la distancia o flecha en la parte inferior, éstas serán blancas sobre fondo azul, en cuyo caso el cuadro blanco irá desplazado hacia la parte superior.

Dimensión: Las señales de información no tienen dimensiones fijas dependientes estas de la leyenda y símbolo a representar.

Señales educativas: Tendrán características similares a las señales informativas.
Medidas 1.00 x 2.00 m

Señales medio ambientales: Tendrán características similares a las señales informativas. Medidas 1.00 x 2.00 m Cantidades: Las cantidades reales de señales a ejecutar serán ajustadas por la fiscalización en oportunidad de la ejecución de la obra.

Materiales

Postes o Parantes: Serán de caño galvanizado de 2 pulgadas de diámetro.

Tableros: El tablero de los carteles especificados en esta sección será de chapas N° 16 galvanizadas, de 3 mm de espesor con cantos redondeados, comúnmente utilizadas para señalización. Deberá ser resistente, liviana, buena terminación superficial y altamente resistente a la corrosión. Las planchas serán cepilladas, perforadas y con cantos redondeados de 50 mm de radio de curvatura. La superficie de las chapas será adecuada para proporcionar perfecta adherencia a las láminas reflectantes

Lámina reflectante: Los tableros metálicos llevarán adheridas láminas reflectantes autoadhesiva, lamina reflectante Grado DG3 Serie 4000. Las láminas reflectantes serán de los tipos siguientes:

Color:	Código del Producto
Amarillo:	4091
Blanco:	4090
Verde:	4097
Rojo:	4092
Azul:	4095
Verde Amarillo Fluorescente	4083
Naranja Fluorescente	4084

El contratista presentará un certificado referente a la calidad de las láminas que garantice el buen resultado obtenido en su fabricación y utilización de la señalización de camino durante los últimos años. Igualmente el contratista deberá presentar una muestra de cada tipo de material ofrecidos en tamaños de 0,20m x 0,30 m.

Símbolos y leyendas: El contratista someterá con suficiente anticipación para la aprobación de la fiscalización el sistema para la identificación de los símbolos y leyendas.

Pinturas: Independientemente de los colores característicos de cada tipo de señales, el reverso del tablero será pintado en color negro opaco. Ejecución Confección de las señales Las señales serán confeccionadas con una terminación inobjetable de acuerdo con los planos y esta Especificación.

Aplicación de las láminas reflectantes: Las láminas reflectantes serán aplicadas sobre las planchas limpias con un sistema al vacío, con calor o sistema similar, que asegure su perfecta y permanente adherencia.

Pernos: Los pernos, tuercas, etc. de fijación serán de hierro galvanizado.

Ubicación longitudinal Las señales deberán colocarse en los lugares indicados en los planos.

Distancia lateral y altura: La distancia lateral y la altura de las señales con relación al pavimento estarán conforme a lo especificado en el Manual Interamericano de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras para cada caso de señales.

Angulo de colocación El tablero de la señal deberá quedar siempre en posición vertical, a 90° con respecto al eje del camino. En señales elevadas conviene darle cierta inclinación hacia abajo.

Colocación de las señales Los postes de las señales deberán asentarse en excavaciones practicadas en los lugares y distancias indicados en los Planos u Órdenes de Trabajo y una vez conseguida su verticalidad y correcta presentación del tablero, el material de relleno será debidamente compactado con pisones manuales o mecánicos hasta que la señal quede perfectamente afirmada. Se podrá utilizar en forma combinada capaz de suelo y de hormigón.

Identificación En la parte superior visible del poste, todas las señales llevarán la sigla DV - MOPC en sentido vertical, nítidamente inscrita. En la parte posterior de las placas deben estar impresas con materiales reflectivos inviolable: Contratante: DV – MOPC Contratista: Numero de Lotes: Mes y año de fabricación: Además, marcado en bajo relieve, la Ruta y tramo en 1mm de profundidad y 2 cm. de altura de letra.

Conservación El contratista dispondrá lo necesario para el cuidado y conservación de las señales colocadas y aceptadas, hasta la recepción final de la obra.

Método de medición La señalización vertical será medida en metros cuadrados, multiplicando el largo por el ancho de las señales completas e instaladas, construidas de acuerdo con los tipos y dimensiones indicadas en los planos.

Forma de pago Las cantidades determinadas conforme al método de medición descrito, serán pagadas a los precios unitarios del contrato según los ítems. Estos precios y pagos serán la compensación total por el suministro de toda la mano de obra, equipo, materiales, transporte, servicios, supervisión, conservación y los imprevistos necesarios para dar por completado el ítem.

RUBRO 18 – AGUA PARA CONTROL DE POLVO

Descripción. – Este trabajo consistirá en la aplicación, según las órdenes del Fiscalizador, de un paliativo para controlar el polvo que se produzca, como consecuencia de la construcción de la obra o del tráfico público que transita por el proyecto, los desvíos y los accesos.

El control de polvo se lo hará mediante el empleo de agua o estabilizantes químicos tales como los agentes humidificadores, sales higroscópicas y agentes creadores de costra superficial como el cloruro sódico y el cloruro cálcico. El material empleado, los lugares tratados y la frecuencia de aplicación deberán ser aprobados por el Fiscalizador.

Procedimientos de Trabajo. - En caso de usar el agua como paliativo para el polvo, ésta será distribuida de modo uniforme por carros cisternas equipados con un sistema de rociadores a presión. El equipo empleado deberá contar con la aprobación del Fiscalizador. La rata de aplicación será entre los 0,90 y los 3,5 litros por metro cuadrado, conforme indique el Fiscalizador, así como su frecuencia de aplicación.

Al efectuar el control de polvo con carros cisternas, la velocidad máxima de aplicación será de 5 Km/h.

Medición. - Las cantidades que han de pagarse por estos trabajos serán los miles de litros de agua de aplicación verificada por el Fiscalizador

Pago. - Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios que consten en el contrato, para los rubros abajo designados.

No se efectuará ningún pago adicional al Contratista por la aplicación de paliativos contra el polvo en horas fuera de la jornada de trabajo normal o en los días no laborables. Tampoco se ajustará el precio unitario en caso de que la cantidad realmente utilizada sea mayor o menor que la cantidad estimada en el presupuesto del contrato.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la distribución de agua, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

No. del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

Agua para control de polvo.....Miles de litros (m3)

UNIDAD	km
MATERIALES	Agua
EQUIPO	Herramienta menor Tanquero
MANO DE OBRA	Peón Chofer: Tanqueros (Estr.Oc.C1)

ANEXO 34: Reporte de volúmenes de corte y relleno

ABSCISA	ÁREA DE CORTE (m2)	VOLUMEN DE CORTE (m3)	ÁREA DE RELLENO (m2)	VOLUMEN DE RELLENO (m3)	VOLUMEN ACUM CORTE (m3)	VOLUMEN ACUM RELLENO (m3)	VOLUMEN ACUM NETO
0+000	2.79	0	1.06	0	0	0	0
0+020	0.36	31.43	5.08	61.42	31.43	61.42	-29.99
0+040	0.42	7.72	7.03	121.16	39.15	182.57	-143.42
0+060	0.15	5.69	8.05	150.82	44.84	333.39	-288.55
0+080	1.88	20.35	3.2	112.46	65.19	445.85	-380.67
0+100	3.09	49.72	1.42	46.19	114.91	492.04	-377.13
0+120	7.99	109.9	0.03	14.75	224.81	506.79	-281.98
0+140	1.49	94.07	3.89	39.79	318.88	546.58	-227.7
0+160	0	13.96	10.99	142.76	332.83	689.34	-356.51
0+180	0	0	12.95	251.71	332.83	941.05	-608.21
0+200	0	0	19.75	327.07	332.83	1268.12	-935.28
0+220	0	0	27.84	475.9	332.83	1744.02	-1411.18
0+240	0	0	32.87	607.11	332.83	2351.13	-2018.29
0+260	0	0	40.6	734.74	332.83	3085.87	-2753.03
0+280	0	0	44.2	848.02	332.83	3933.88	-3601.05
0+300	0	0	39.34	835.4	332.83	4769.28	-4436.44
0+320	0	0	34.87	742.12	332.83	5511.39	-5178.56
0+340	0	0	33.43	683.03	332.83	6194.43	-5861.59
0+360	0	0	35.91	693.45	332.83	6887.88	-6555.04
0+380	0	0	37.18	730.95	332.83	7618.83	-7286
0+400	0	0	14.14	513.2	332.83	8132.03	-7799.2
0+420	6.8	68.01	0	141.4	400.84	8273.43	-7872.59
0+440	20.38	271.79	0	0	672.63	8273.43	-7600.8
0+460	24.13	445.08	0	0	1117.71	8273.43	-7155.72
0+480	25.32	495.7	0	0	1613.41	8273.43	-6660.02
0+500	21.63	470.96	0	0	2084.37	8273.43	-6189.06
0+520	14.83	365.33	0	0	2449.7	8273.43	-5823.73
0+540	14.73	295.56	0.04	0.37	2745.26	8273.8	-5528.54
0+560	17.32	320.44	0	0.37	3065.7	8274.16	-5208.46
0+580	19.62	369.36	0	0	3435.06	8274.16	-4839.1
0+600	22.07	416.91	0	0	3851.97	8274.16	-4422.19
0+620	17.4	394.75	0	0	4246.72	8274.16	-4027.44
0+640	13.52	309.3	0.28	2.82	4556.02	8276.98	-3720.96
0+660	14.03	275.55	0.57	8.56	4831.57	8285.54	-3453.98
0+680	25.82	398.52	0	5.74	5230.09	8291.29	-3061.19
0+700	36.92	627.44	0	0	5857.53	8291.29	-2433.76
0+720	45.59	825.16	0	0	6682.69	8291.29	-1608.6
0+740	52.74	983.36	0	0	7666.05	8291.29	-625.24
0+760	60.29	1130.36	0	0	8796.41	8291.29	505.13
0+780	63.27	1235.64	0	0	10032.06	8291.29	1740.77
0+800	62.17	1254.42	0	0	11286.48	8291.29	2995.19

0+820	62.1	1242.76	0	0	12529.23	8291.29	4237.95
0+840	63.17	1252.71	0	0	13781.95	8291.29	5490.66
0+860	62.68	1258.51	0	0	15040.45	8291.29	6749.17
0+880	57.19	1198.71	0	0	16239.16	8291.29	7947.87
0+900	44.9	1019.52	0	0	17258.68	8291.29	8967.39
0+920	25.59	702.91	0	0	17961.58	8291.29	9670.3
0+940	13.59	390.04	0	0	18351.62	8291.29	10060.34
0+960	6.03	194.93	0.37	3.77	18546.55	8295.05	10251.5
0+980	0.54	65.68	6.32	66.88	18612.23	8361.94	10250.3
1+000	0	5.38	25.21	315.3	18617.61	8677.24	9940.38
1+020	0	0	46.67	718.81	18617.61	9396.05	9221.57
1+040	0	0	73.7	1203.67	18617.61	10599.72	8017.89
1+060	0	0	101.98	1756.74	18617.61	12356.46	6261.15
1+080	0	0	113.71	2156.88	18617.61	14513.34	4104.27
1+100	0	0	117.87	2315.87	18617.61	16829.21	1788.4
1+120	0	0	119.24	2371.17	18617.61	19200.39	-582.77
1+140	0	0	98.89	2181.36	18617.61	21381.74	-2764.13
1+160	0	0	86.36	1852.49	18617.61	23234.24	-4616.62
1+180	0	0	93.34	1796.96	18617.61	25031.2	-6413.59
1+200	0	0	77.81	1707.42	18617.61	26738.62	-8121.01
1+220	0	0	82.11	1591.76	18617.61	28330.38	-9712.77
1+240	0	0	57.59	1385.69	18617.61	29716.07	-11098.46
1+260	0	0	34.32	914.01	18617.61	30630.08	-12012.46
1+280	0	0	30.54	645.05	18617.61	31275.12	-12657.51
1+300	0	0	25.63	556.42	18617.61	31831.54	-13213.93
1+320	0	0	28.6	537.75	18617.61	32369.29	-13751.68
1+340	0	0	24.82	534.17	18617.61	32903.46	-14285.85
1+360	0	0	17.7	425.11	18617.61	33328.57	-14710.96
1+380	0.26	2.58	6.57	242.68	18620.19	33571.25	-14951.06
1+400	6.59	68.45	0.43	70.05	18688.64	33641.3	-14952.66
1+420	26.37	327.02	0	4.44	19015.67	33645.75	-14630.08
1+430	35.61	307.42	0	0	19323.08	33645.75	-14322.67
1+440	38.6	368.69	0	0	19691.78	33645.75	-13953.97
1+460	48.76	873.58	0	0	20565.35	33645.75	-13080.4
1+480	45.47	942.28	0	0	21507.64	33645.75	-12138.11
1+500	38.8	842.76	0	0	22350.39	33645.75	-11295.36
1+520	33.2	725.19	0	0	23075.58	33645.75	-10570.17
1+540	18.23	521.39	0	0	23596.97	33645.75	-10048.78
1+560	0.64	191.97	2.88	26.96	23788.94	33672.71	-9883.76
1+580	3.04	38.77	0.49	31.39	23827.71	33704.1	-9876.39
1+600	0	31.54	16.86	167.93	23859.25	33872.02	-10012.77
1+620	0	0	42.64	594.99	23859.25	34467.01	-10607.76
1+640	0	0	62.13	1047.66	23859.25	35514.67	-11655.42
1+660	0	0	53.25	1153.73	23859.25	36668.4	-12809.15
1+680	0	0	45.13	983.78	23859.25	37652.18	-13792.93
1+700	0	0	39.29	844.19	23859.25	38496.38	-14637.13

1+720	0.05	0.51	20.06	593.48	23859.76	39089.86	-15230.1
1+740	24.19	237.35	0	224.16	24097.11	39314.02	-15216.91
1+760	88.53	1147.39	0	0	25244.5	39314.02	-14069.52
1+780	105.86	1991.19	0	0	27235.69	39314.02	-12078.33
1+800	85.56	1914.26	0	0	29149.95	39314.02	-10164.06
1+820	63.59	1491.51	0	0	30641.46	39314.02	-8672.56
1+840	45.3	1088.9	0	0	31730.36	39314.02	-7583.65
1+860	28.46	737.61	0	0	32467.97	39314.02	-6846.04
1+880	12.92	413.83	0	0	32881.8	39314.02	-6432.21
1+900	0.83	137.58	4.26	42.6	33019.39	39356.62	-6337.23
1+920	0	8.34	30.03	342.92	33027.72	39699.54	-6671.82
1+940	0	0	69.27	993.06	33027.72	40692.6	-7664.88
1+960	0	0	76.91	1461.84	33027.72	42154.44	-9126.72
1+980	0	0	67.38	1442.95	33027.72	43597.39	-10569.66
2+000	0	0	53.09	1180.43	33027.72	44777.81	-11750.09
2+020	0	0	54.26	1050.33	33027.72	45828.14	-12800.42
2+040	0	0	74.98	1264.36	33027.72	47092.5	-14064.77
2+060	0	0	82.13	1571.04	33027.72	48663.54	-15635.81
2+080	0	0	87.25	1693.81	33027.72	50357.35	-17329.63
2+100	0	0	90.91	1781.63	33027.72	52138.98	-19111.26
2+120	0	0	82.02	1729.28	33027.72	53868.26	-20840.54
2+140	0	0	66.69	1487.08	33027.72	55355.34	-22327.62
2+160	0	0	49.4	1160.87	33027.72	56516.21	-23488.49
2+180	0	0	32.58	819.79	33027.72	57336	-24308.28
2+200	1.29	12.94	17.27	498.49	33040.66	57834.49	-24793.82
2+220	0	12.94	24.85	421.16	33053.6	58255.65	-25202.05
2+240	0	0	40.05	648.96	33053.6	58904.61	-25851.01
2+260	0	0	15.42	603.47	33053.6	59508.08	-26454.48
2+280	58.55	595.7	0	167.84	33649.3	59675.92	-26026.62
2+320	151.57	4320.37	0	0	37969.67	59675.92	-21706.24
2+340	147.67	2992.4	0	0	40962.07	59675.92	-18713.85
2+360	144.96	2926.36	0	0	43888.43	59675.92	-15787.49
2+380	141.22	2861.83	0	0	46750.26	59675.92	-12925.66
2+400	139.52	2807.35	0	0	49557.61	59675.92	-10118.31
2+420	138.19	2777.07	0	0	52334.68	59675.92	-7341.23
2+440	131.42	2696.13	0	0	55030.81	59675.92	-4645.11
2+460	86.44	2151.68	0	0	57182.49	59675.92	-2493.43
2+480	74.47	1584.42	0	0	58766.91	59675.92	-909.01
2+500	39.97	1144.35	0	0	59911.25	59675.92	235.33
2+520	9.62	495.9	2.36	23.57	60407.16	59699.49	707.67
2+540	0	96.23	27.21	295.67	60503.39	59995.16	508.23
2+560	0	0	71.6	988.06	60503.39	60983.22	-479.83
2+580	0	0	128.55	2001.49	60503.39	62984.71	-2481.33
2+600	0	0	117.96	2465.18	60503.39	65449.89	-4946.5
2+620	0	0	107.42	2221.18	60503.39	67671.07	-7167.68
2+640	0	0	108.58	2069.28	60503.39	69740.35	-9236.96

2+660	0	0	119.82	2172.6	60503.39	71912.95	-11409.56
2+680	0	0	179.06	2901.44	60503.39	74814.39	-14311
2+700	0	0	230.87	4099.29	60503.39	78913.68	-18410.3
2+720	0	0	270.32	5011.85	60503.39	83925.53	-23422.14
2+740	0	0	256.98	5272.94	60503.39	89198.47	-28695.09
2+760	0	0	218.05	4750.3	60503.39	93948.77	-33445.38
2+780	0	0	168.33	3863.83	60503.39	97812.6	-37309.21
2+800	0	0	72.19	2405.21	60503.39	100217.8	-39714.42
2+820	10.55	105.46	8.86	810.54	60608.84	101028.4	-40419.51
2+840	44.82	553.7	0	88.64	61162.54	101117	-39954.46
2+860	55.06	998.81	0	0	62161.35	101117	-38955.65
2+880	57.72	1127.76	0	0	63289.12	101117	-37827.88
2+900	56.93	1152.72	0	0	64441.83	101117	-36675.17
2+920	47.57	1055.39	0	0	65497.22	101117	-35619.78
2+940	37.54	855.57	0	0	66352.79	101117	-34764.21
2+960	26.52	640.58	0	0	66993.37	101117	-34123.63
2+980	13.25	397.68	0.06	0.65	67391.05	101117.7	-33726.6
3+000	5.13	183.79	4.47	45.32	67574.84	101163	-33588.12
3+020	0	51.28	29.7	341.67	67626.13	101504.6	-33878.5
3+040	0	0	59.59	892.93	67626.13	102397.6	-34771.43
3+060	0	0	127.62	1872.17	67626.13	104269.7	-36643.6
3+080	0	0	172	2996.27	67626.13	107266	-39639.88
3+100	0	0	197	3690.07	67626.13	110956.1	-43329.94
3+120	0	0	179.8	3768.04	67626.13	114724.1	-47097.99
3+140	0	0	163.83	3436.26	67626.13	118160.4	-50534.25
3+160	0	0	165.34	3291.61	67626.13	121452	-53825.85
3+180	0	0	170.04	3353.71	67626.13	124805.7	-57179.57
3+200	0	0	203.1	3904.9	67626.13	128710.6	-61084.46
3+220	0	0	143.24	3665.24	67626.13	132375.8	-64749.7
3+240	0	0	85.76	2278.82	67626.13	134654.7	-67028.52
3+260	0	0.08	94.36	1416.42	67626.24	136406.4	-68780.19
3+280	0	0	111.27	2056.24	67626.24	138462.7	-70836.43
3+300	0	0	119.29	2305.58	67626.24	140768.3	-73142.02
3+320	0	0	123.33	2426.2	67626.24	143194.5	-75568.21
3+340	0	0	90.45	2137.75	67626.24	145332.2	-77705.97
3+360	0	0	48.89	1393.37	67626.24	146725.6	-79099.34
3+380	0.51	5.1	30.15	790.37	67631.34	147515.9	-79884.6
3+400	12.26	126.8	5.93	363.89	67758.14	147879.8	-80121.69
3+420	19.28	304.38	1.5	78.28	68062.52	147958.1	-79895.59
3+440	54.71	721.21	0	15.84	68783.73	147974	-79190.22
3+460	62.73	830.82	0	0	70181.2	147974	-77792.75
3+480	25.58	883.06	0	0	71064.26	147974	-76909.68
3+500	0.97	265.43	13.06	130.63	71329.7	148104.6	-76774.88
3+520	0	9.68	51.56	646.24	71339.38	148750.8	-77411.44
3+540	0	0	66.29	1178.56	71339.38	149929.4	-78590
3+560	0	0	81.83	1481.24	71339.38	151410.6	-80071.24

3+580	0	0	99.38	1812.09	71339.38	153222.7	-81883.34
3+600	0	0	120.67	2200.5	71339.38	155423.2	-84083.84
3+620	0	0	115.12	2357.86	71339.38	157781.1	-86441.7
3+640	0	0	97.96	2130.72	71339.38	159911.8	-88572.42
3+660	0	0	69.68	1729.39	71339.38	161641.2	-90301.81
3+680	0	0	46.99	1149.73	71339.38	162790.9	-91451.53
3+700	0	0	23.38	674.07	71339.38	163465	-92125.6
3+720	40.56	405.56	0	233.77	71744.93	163698.8	-91953.81
3+740	146.66	1872.18	0	0	73617.12	163698.8	-90081.63
3+760	209.83	3564.95	0	0	77182.07	163698.8	-86516.68
3+780	212.61	4224.43	0	0	81406.5	163698.8	-82292.25
3+800	186.38	3989.92	0	0	85396.42	163698.8	-78302.33
3+820	157.42	3419.09	0	0	88815.51	163698.8	-74883.23
3+840	243.08	3725.15	0	0	92540.67	163698.8	-71158.08
3+860	519.12	7940.9	0	0	100481.6	163698.8	-63217.18
3+880	626.17	12270.19	0	0	112751.8	163698.8	-50946.99
3+900	640.42	12665.94	0	0	125417.7	163698.8	-38281.05
3+920	568.7	12091.19	0	0	137508.9	163698.8	-26189.86
3+940	453.56	10222.55	0	0	147731.4	163698.8	-15967.31
3+960	329	7825.57	0	0	155557	163698.8	-8141.74
3+980	199.9	5289	0	0	160846	163698.8	-2852.74
4+000	89.2	2891	0	0	163737	163698.8	38.27

D. FOTOGRAFÍAS

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

ANEXO 35: Colocación de punto de control



ANEXO 36: Georreferenciación con RTK



ANEXO 37: Sobrevuelo del dron



ANEXO 38: Recorrido de la ruta



ESTUDIO DE TRÁFICO

ANEXO 39: Conteo vehicular manual



EXTRACCIÓN DE MUESTRAS

ANEXO 40: Extracción de muestra de la primera calicata



ANEXO 41: Transporte del material



ANEXO 42: Secado del material



ENSAYOS DE LABORATORIO

GRANULOMETRÍA

ANEXO 43. Preparación del suelo para el ensayo



ANEXO 44: Pasaje del suelo, 1000 gr



ANEXO 45: Tamizado del suelo



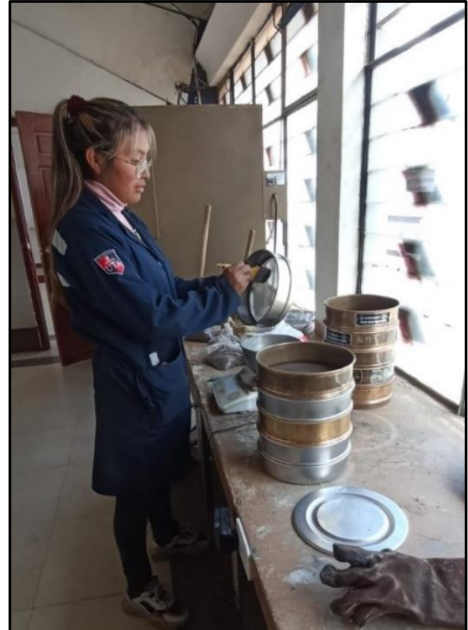
ANEXO 46: Pesaje del material tamizado



ANEXO 47: Tamizado del suelo



ANEXO 48: Pesaje del material tamizado



LÍMITES DE ATTERBERG

ANEXO 49: Límite Líquido



ANEXO 50: Límite Plástico



PROCTOR MODIFICADO

ANEXO 51: Humectación del suelo



ANEXO 52. Compactación de la muestra



ANEXO 53: Enrasado de la muestra



ANEXO 54: Pasado de la muestra con molde



ANEXO 55: Toma de muestra para su colocación en el horno



CBR

ANEXO 56: Humectación del material



ANEXO 57: Colocación del suelo en el molde



ANEXO 58: Compactación del suelo



ANEXO 59: Enrasado



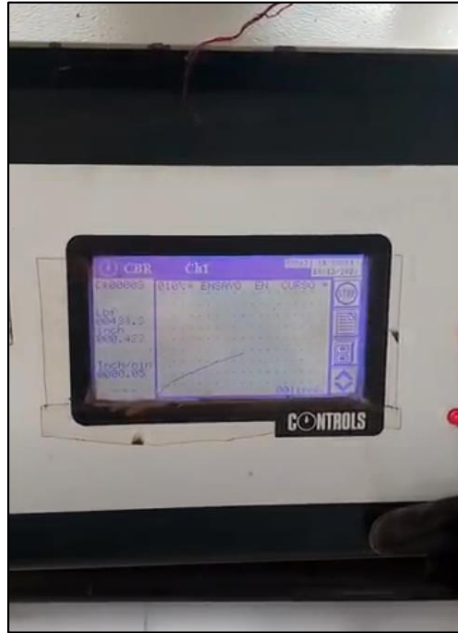
ANEXO 60. Muestra sumergida en el agua



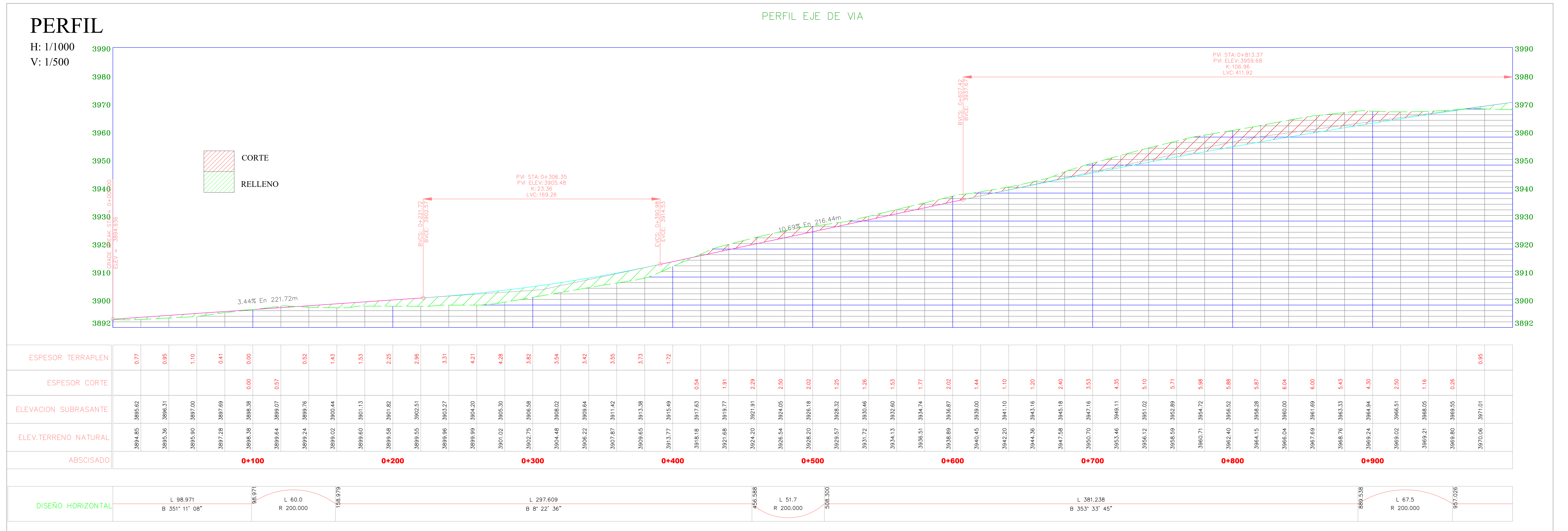
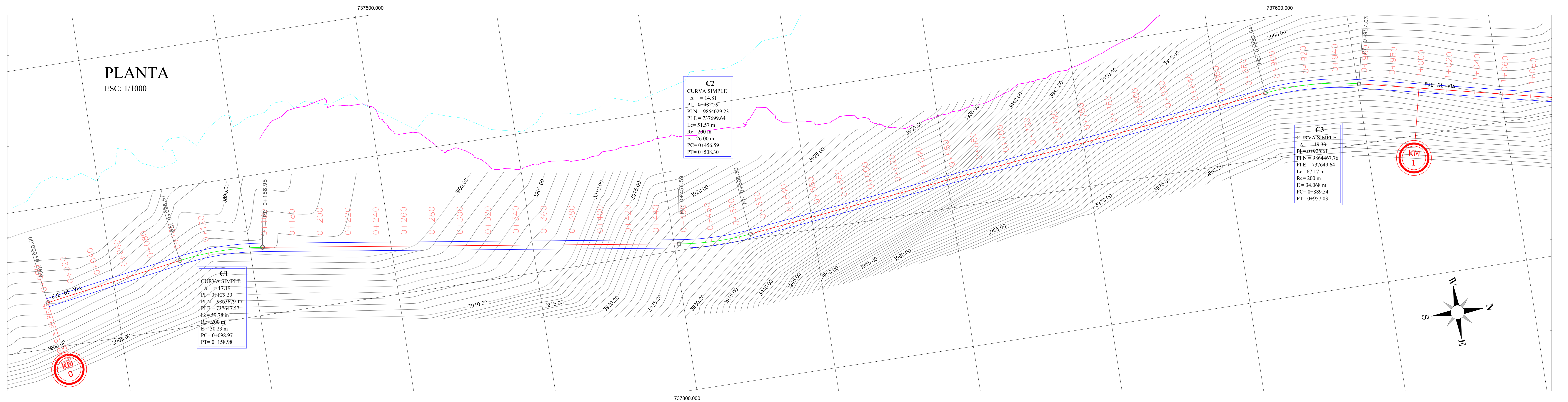
ANEXO 61 Toma de muestra para secar en el horno



ANEXO 62: Ensayo de la muestra en la Prensa CBR



E. PLANOS



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

Ubicación:
Chuquibanza - Llangahua
CANTÓN: AMBATO
PROVINCIA: TUNGURAHUA

UBICACIÓN

PROYECTO:
"DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA - SILIPO - PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"

CONTENIDO:
DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL
KM 0+000 - 1+000

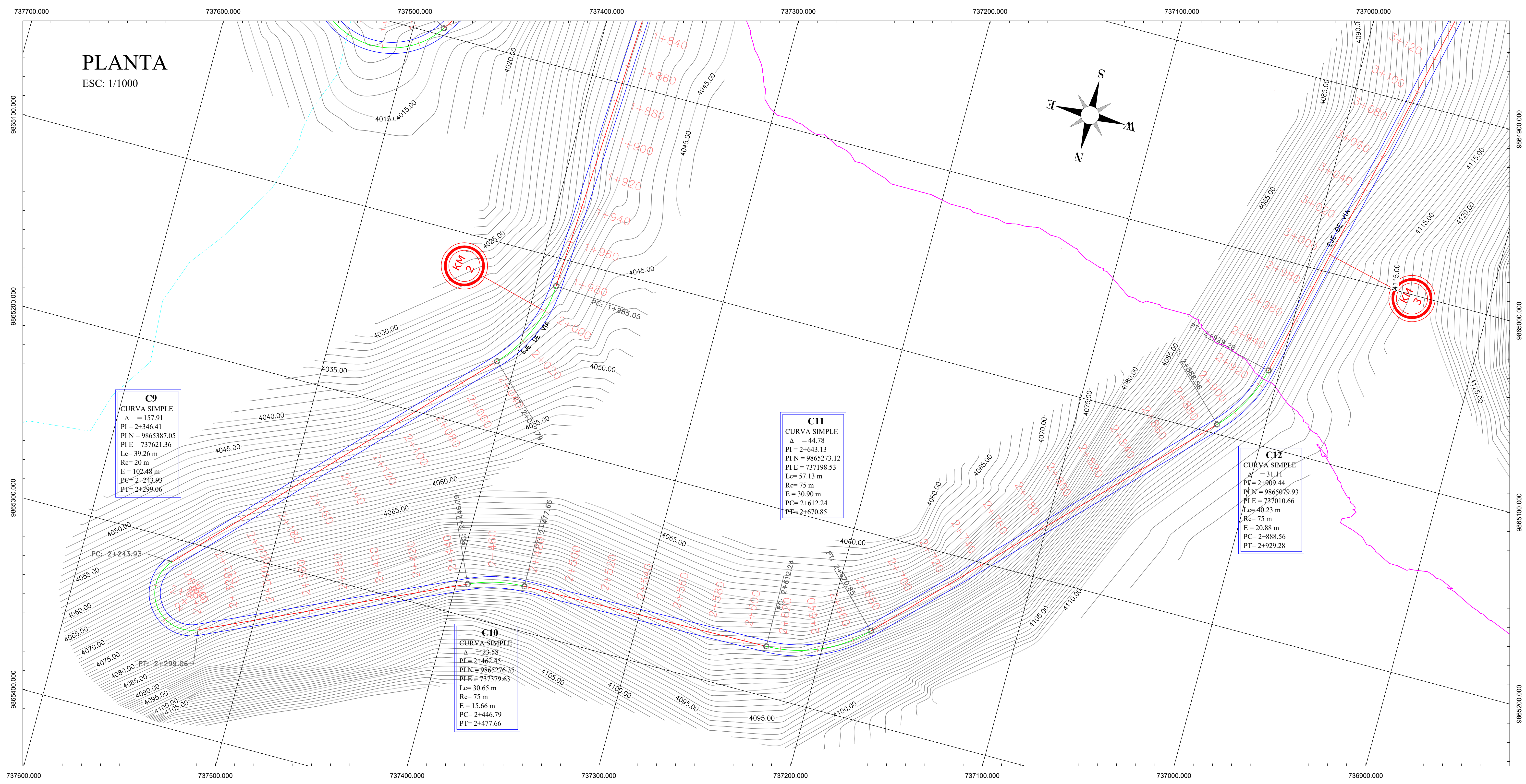
SIMBOLOGÍA

- Cruce de agua
- Chaquiñán existente
- Borde de clazada
- Tangente
- Curva Circular

ELABORADO POR:
JENYFER MELANHY TENELEMA LEÓN

REVISADO POR:
ING. MG. FRICSON LUDGARDO MOREIRA C.

FECHA: 12 / 01 / 2024 **Lámina:** 1 DE 14
ESCALA: ESP.



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

Ubicación:
Chuquiabanza - Llangahua
CANTÓN: AMBATO
PROVINCIA: TUNGURAHUA

PROYECTO:
"DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA - SILIPO - PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"

CONTENIDO:
DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL
KM 2+000 - 3+000

SIMBOLOGÍA

- Cruce de agua
- Chaquiñán existente
- Borde de clazada
- Tangente
- Curva Circular

UBICACIÓN

ELABORADO POR:
JENYFER MELANHY TENELEMA LEÓN

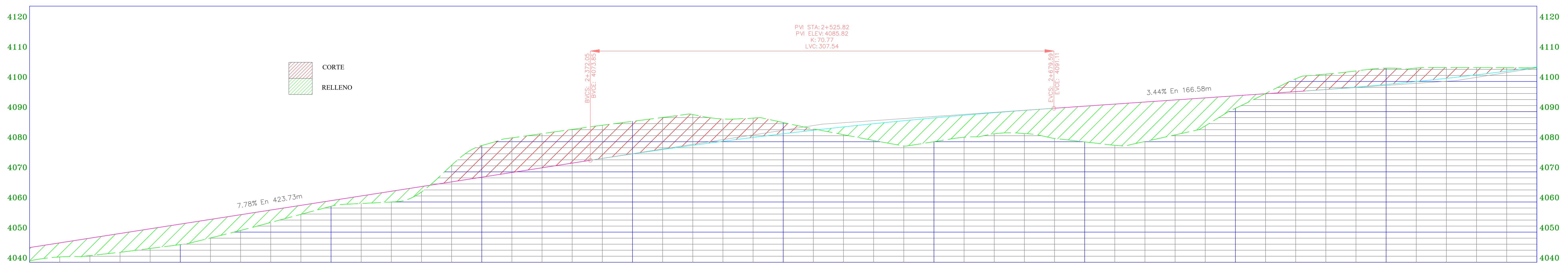
REVISADO POR:
ING. MG. FRICSON LUDGARDO MOREIRA C.

FECHA: 12 / 01 / 2024 **Lámina:**
ESCALA: ESP. **3 DE 14**

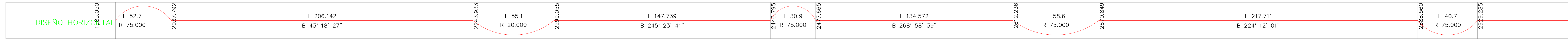
PERFIL

H: 1/1000
V: 1/500

PERFIL EJE DE VIA



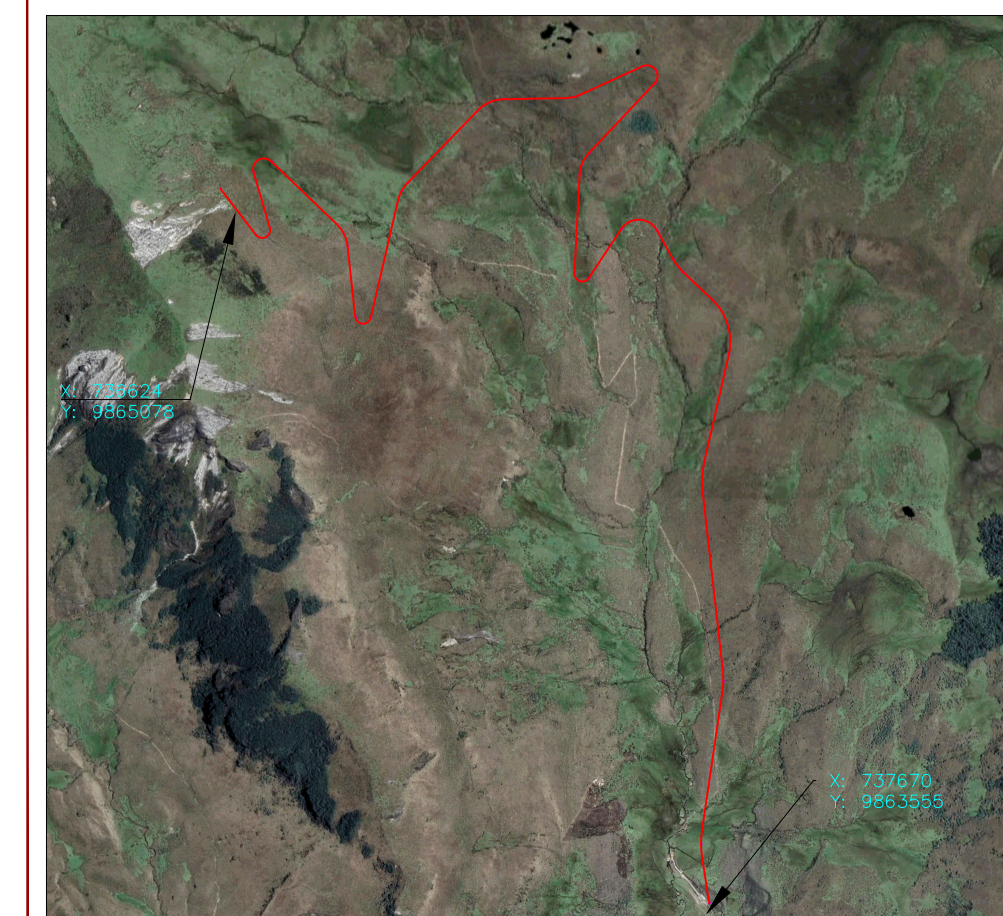
ESPEJOR TERRAPLEN	ESPEJOR CORTE	ELEVACION SUBRASANTE	ELEV.TERRENO NATURAL	ABSCISADO
4.86		4041.76	4046.45	2+100
5.78		4042.22	4048.00	2+200
6.24		4043.31	4048.56	2+300
6.53		4044.59	4051.12	2+400
6.80		4045.88	4052.67	2+500
6.15		4048.08	4054.23	2+600
5.20		4050.58	4057.79	2+700
4.12		4053.23	4057.34	2+800
2.98		4055.92	4058.90	2+900
1.87		4058.59	4060.46	
2.50		4058.51	4062.01	
3.57		4060.00	4063.57	
1.79		4063.34	4065.13	
	5.54	4072.23	4066.69	
	10.51	4078.75	4068.24	
	11.50	4081.30	4069.80	
	11.34	4082.70	4071.36	
	11.20	4084.11	4072.91	
	11.03	4085.50	4074.47	
	10.81	4086.78	4075.97	
	10.65	4088.07	4077.42	
	10.21	4089.03	4078.81	
	7.41	4087.56	4080.15	
	6.42	4087.86	4081.43	
	3.73	4086.38	4082.65	
	0.47	4084.29	4083.82	
2.58		4082.35	4084.93	
5.57		4080.42	4085.99	
8.38		4078.61	4086.98	
7.91		4086.01	4087.93	
7.31		4081.50	4088.81	
7.00		4082.64	4089.64	
7.71		4082.70	4090.41	
10.02		4081.11	4091.12	
11.85		4079.96	4091.81	
13.67		4078.83	4092.50	
13.10		4080.08	4093.19	
11.59		4082.29	4093.88	
9.28		4085.28	4094.56	
4.15		4091.10	4095.25	
0.08		4096.02	4095.94	
4.27		4100.89	4096.63	
5.11		4102.45	4097.34	
5.38		4103.51	4098.13	
5.41		4104.43	4099.01	
4.47		4104.46	4099.99	
3.60		4104.65	4101.05	
2.43		4104.64	4102.20	
1.14		4104.58	4103.44	





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

UBICACIÓN



PROYECTO:

“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA
 LLANGAHUA - SILIPO - PINLOPATA PERTENECIENTES
 A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN
 EL TRAMO KM 0+000 - 4+000”

Ubicación:

Chuquibanza - Llangahua
 CANTÓN: AMBATO
 PROVINCIA: TUNGURAHUA

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

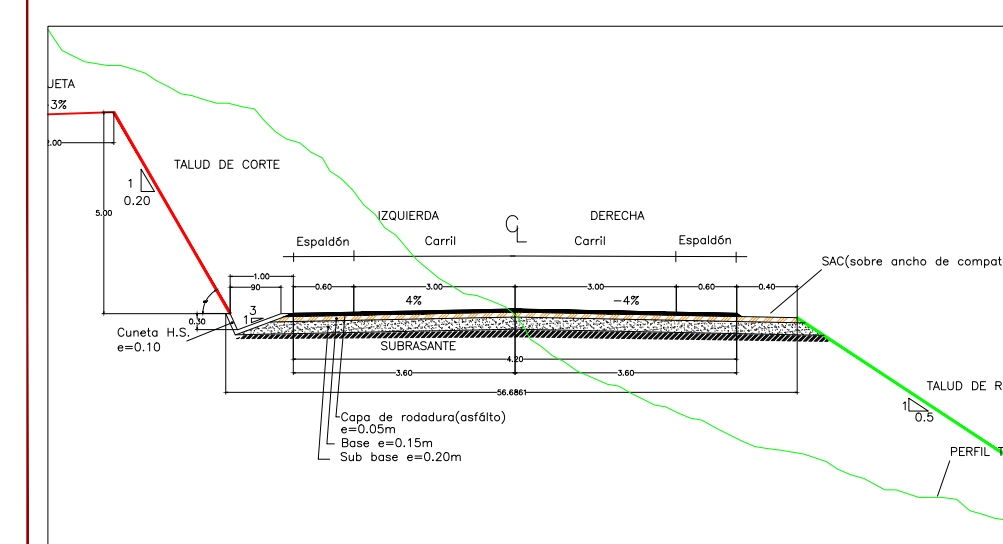
ELABORADO POR:

JENYFER MELANHY TENELEMA LEÓN

REVISADO POR:

ING. MG. FRICSON LUDGARDO MOREIRA C.

SECCIÓN TÍPICA

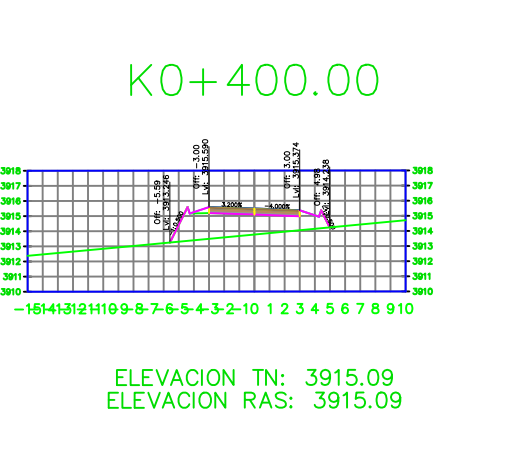
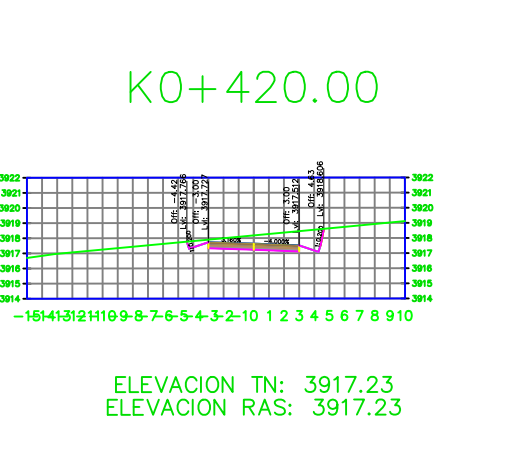
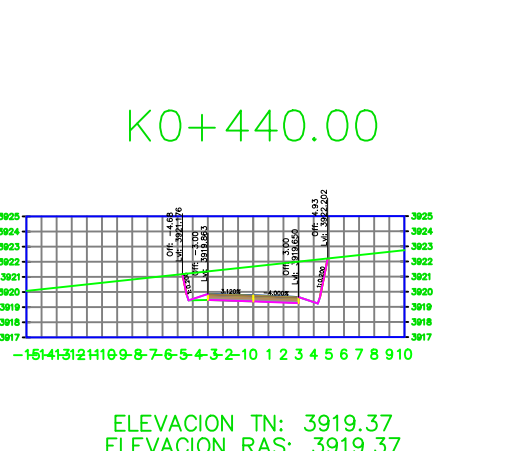
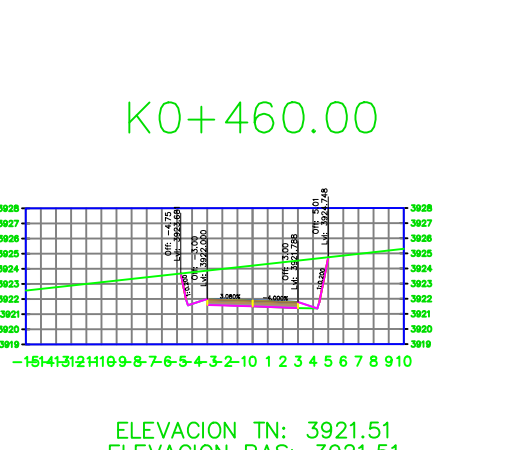
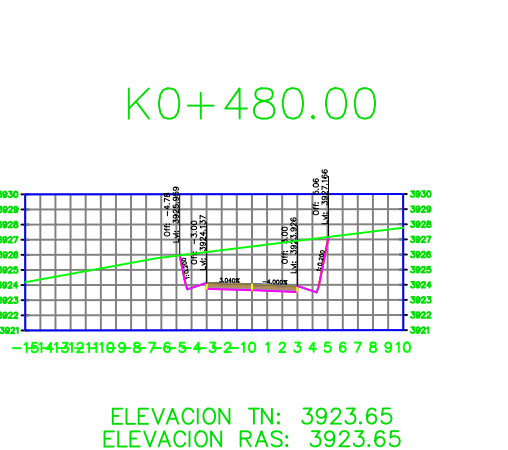
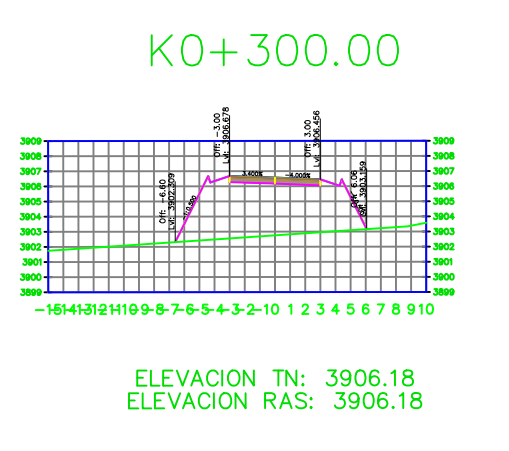
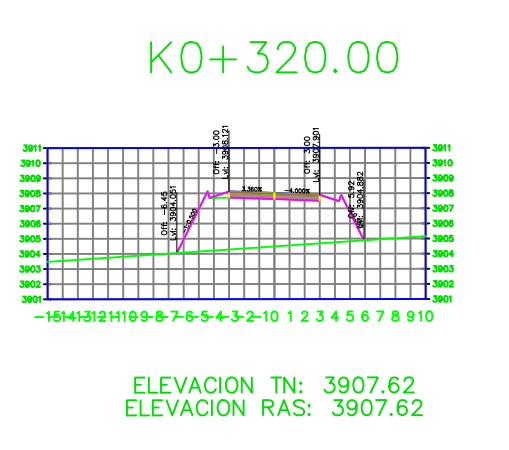
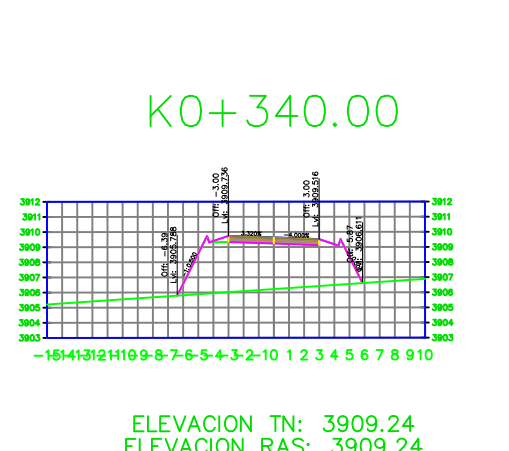
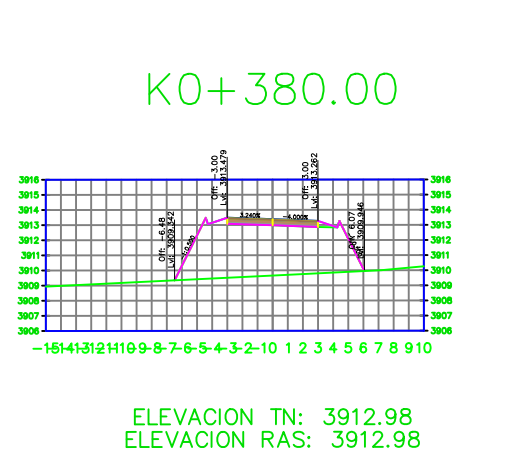
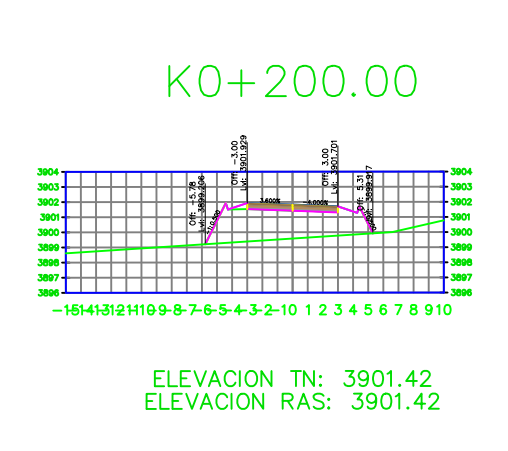
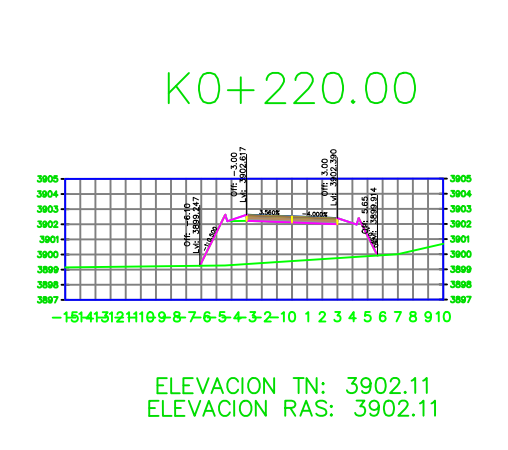
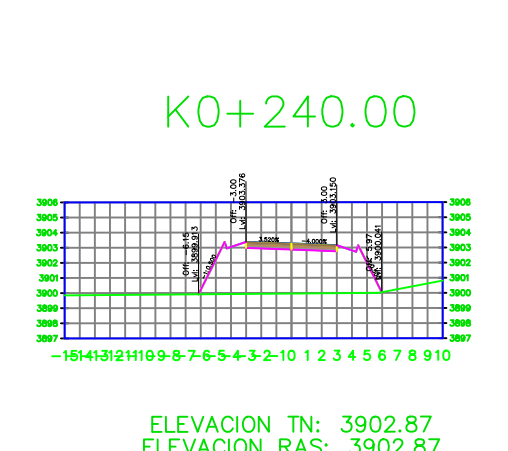
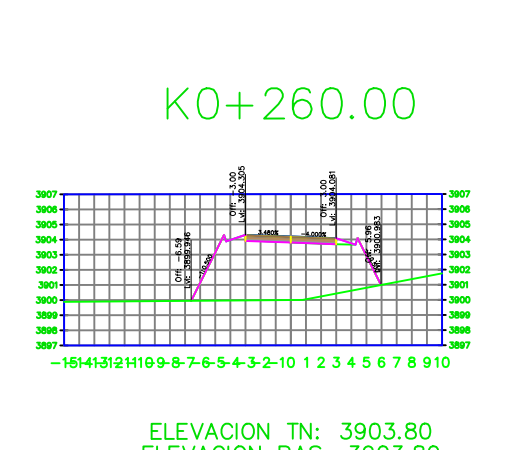
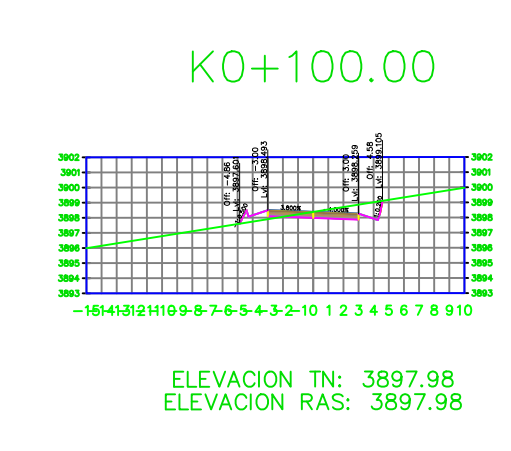
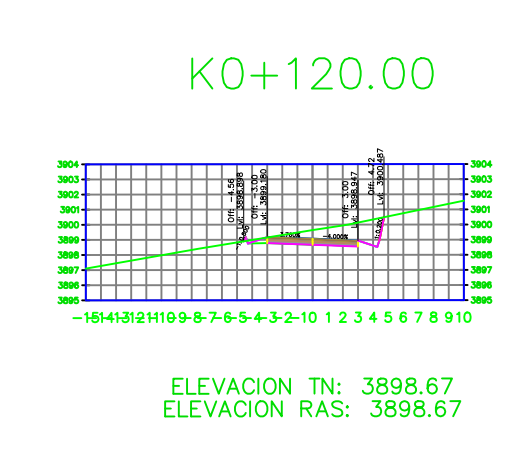
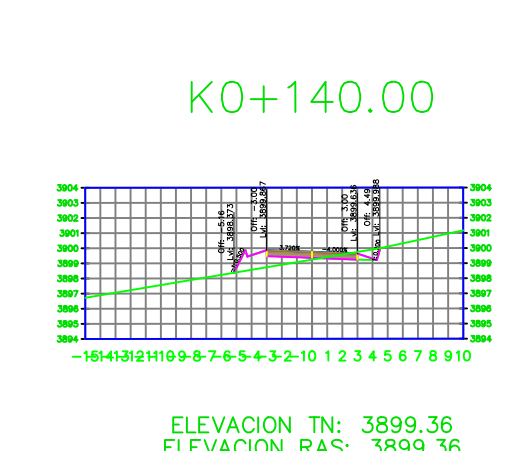
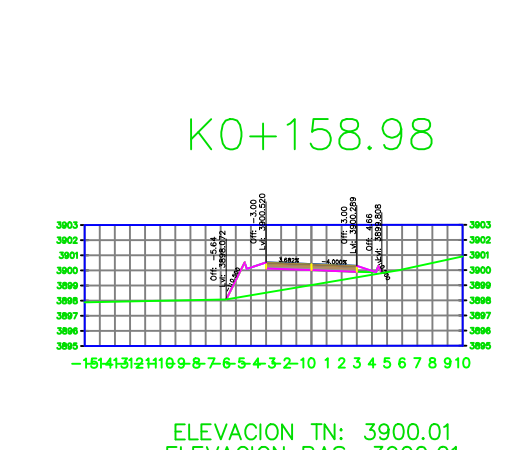
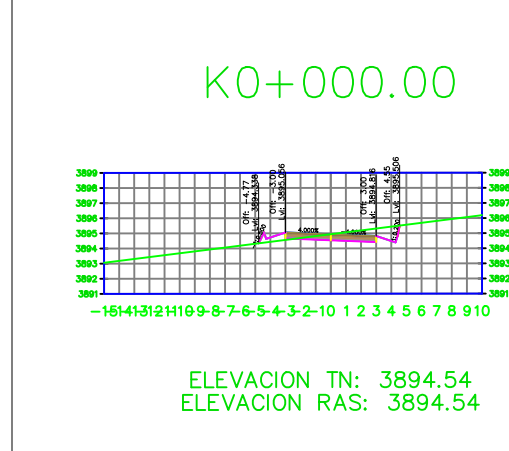
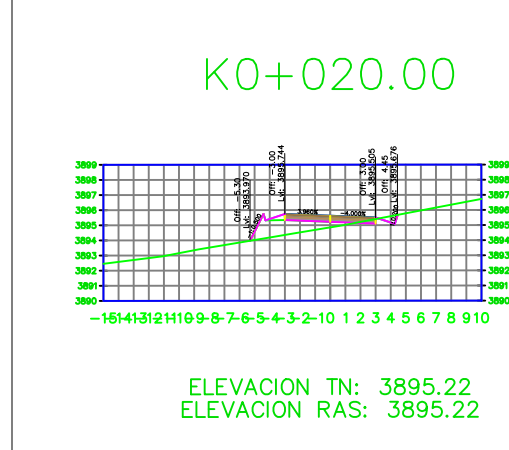
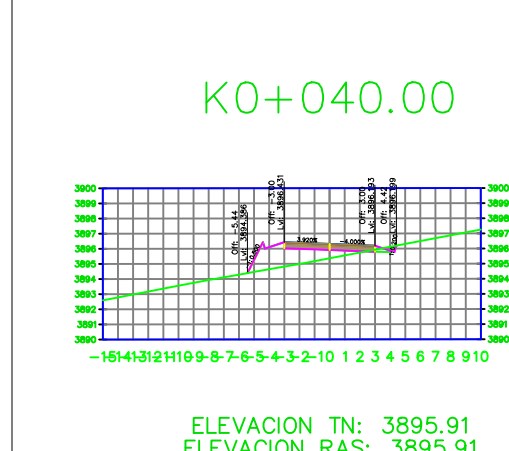
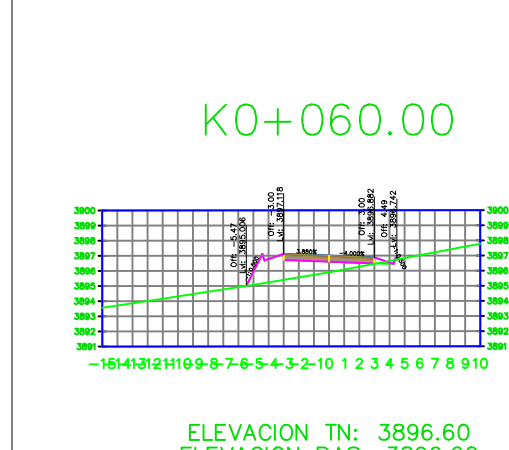
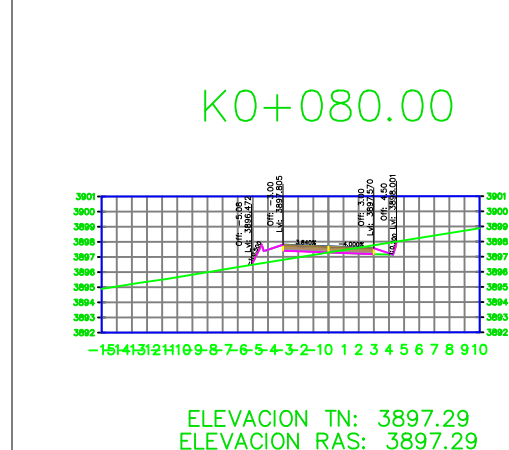
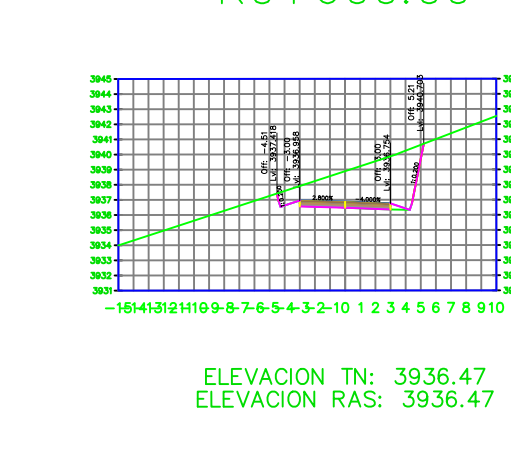
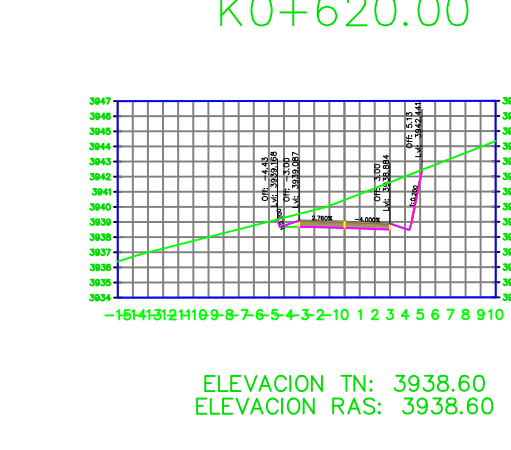
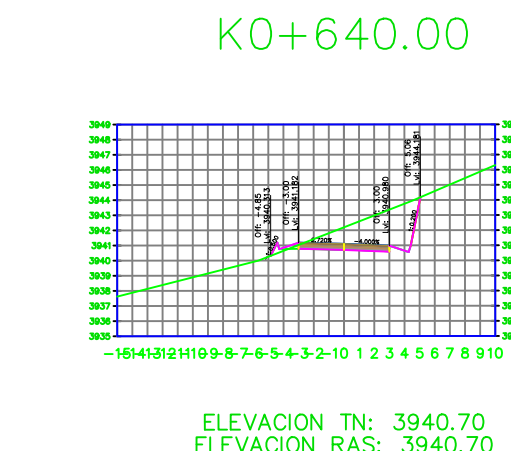
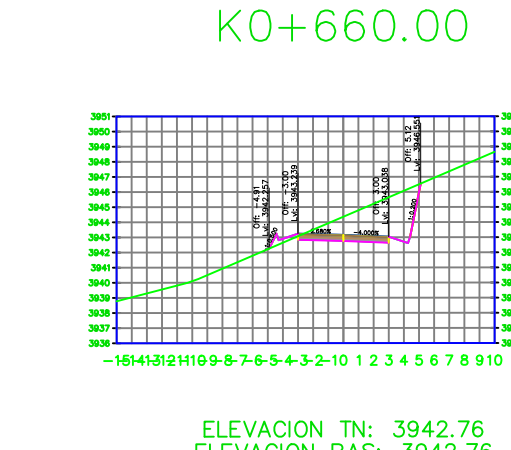
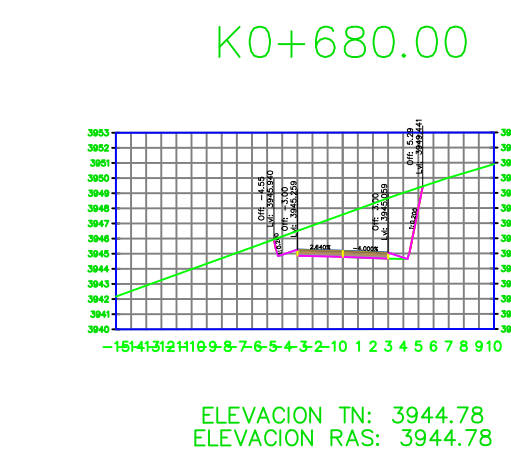
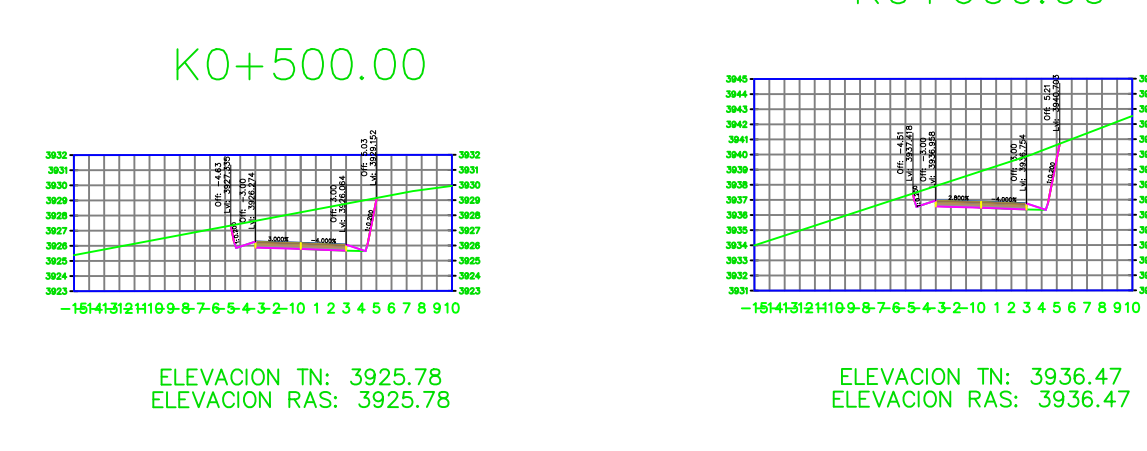
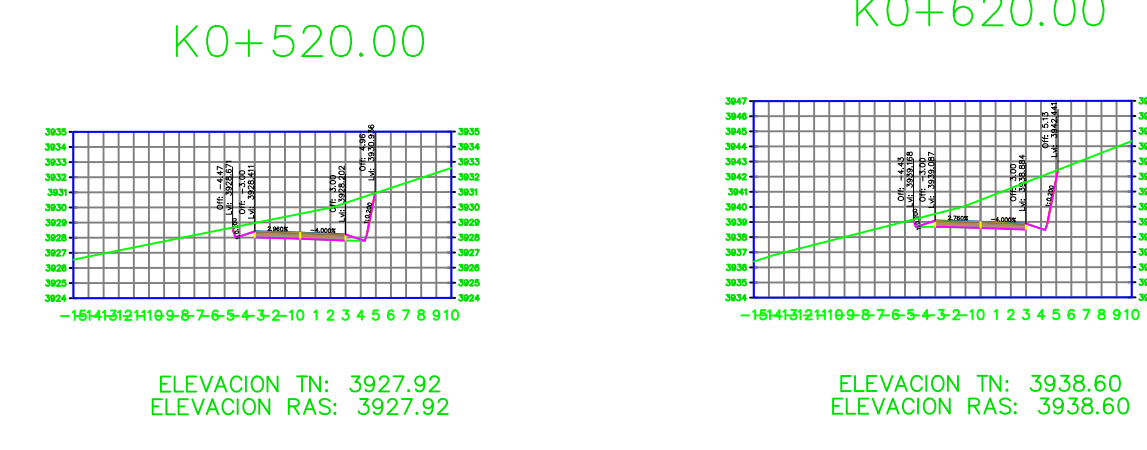
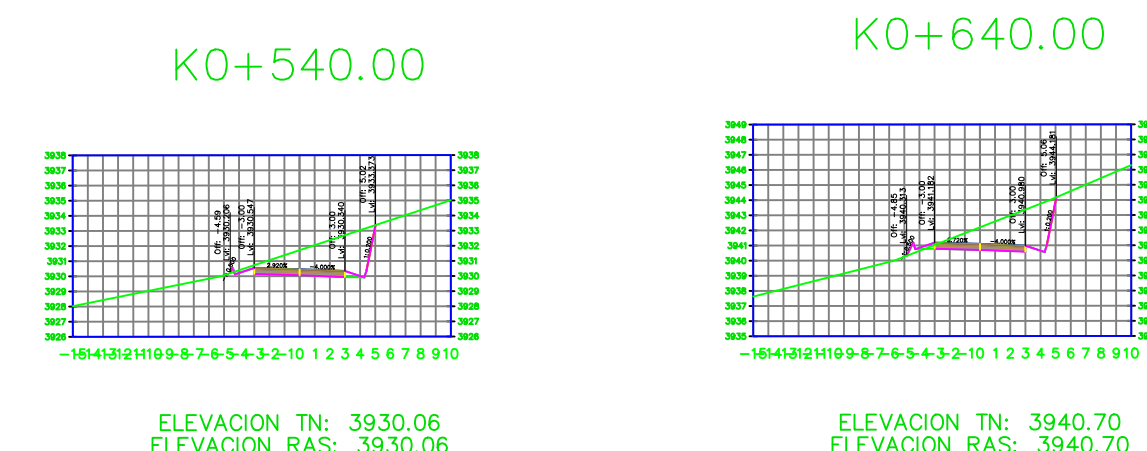
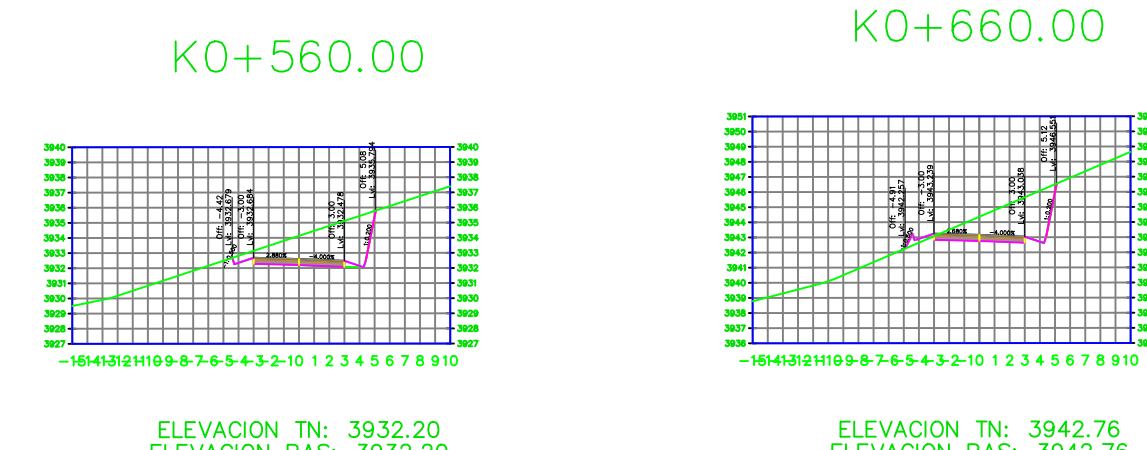
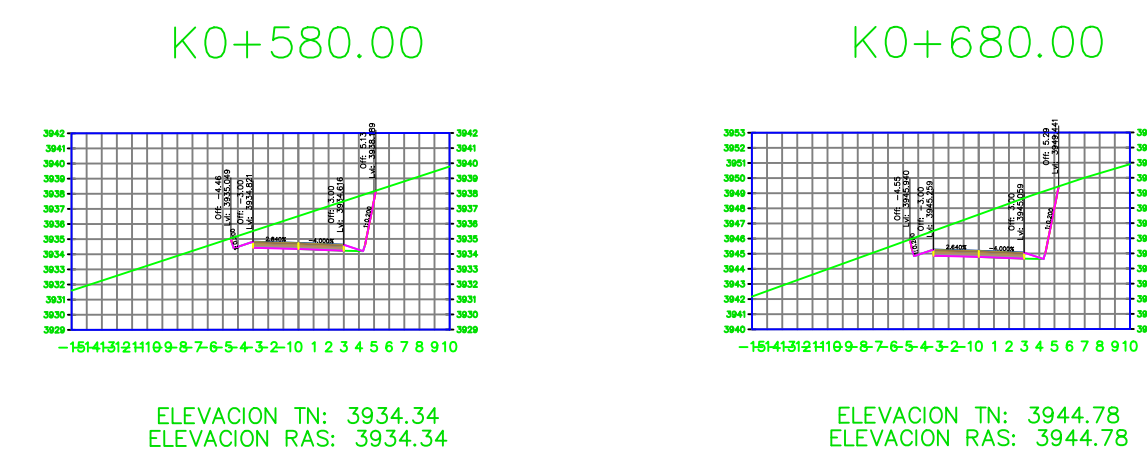


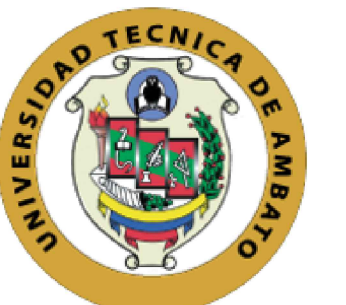
FECHA: 12 / 01 / 2024

Lámina:

ESCALA: 1:500

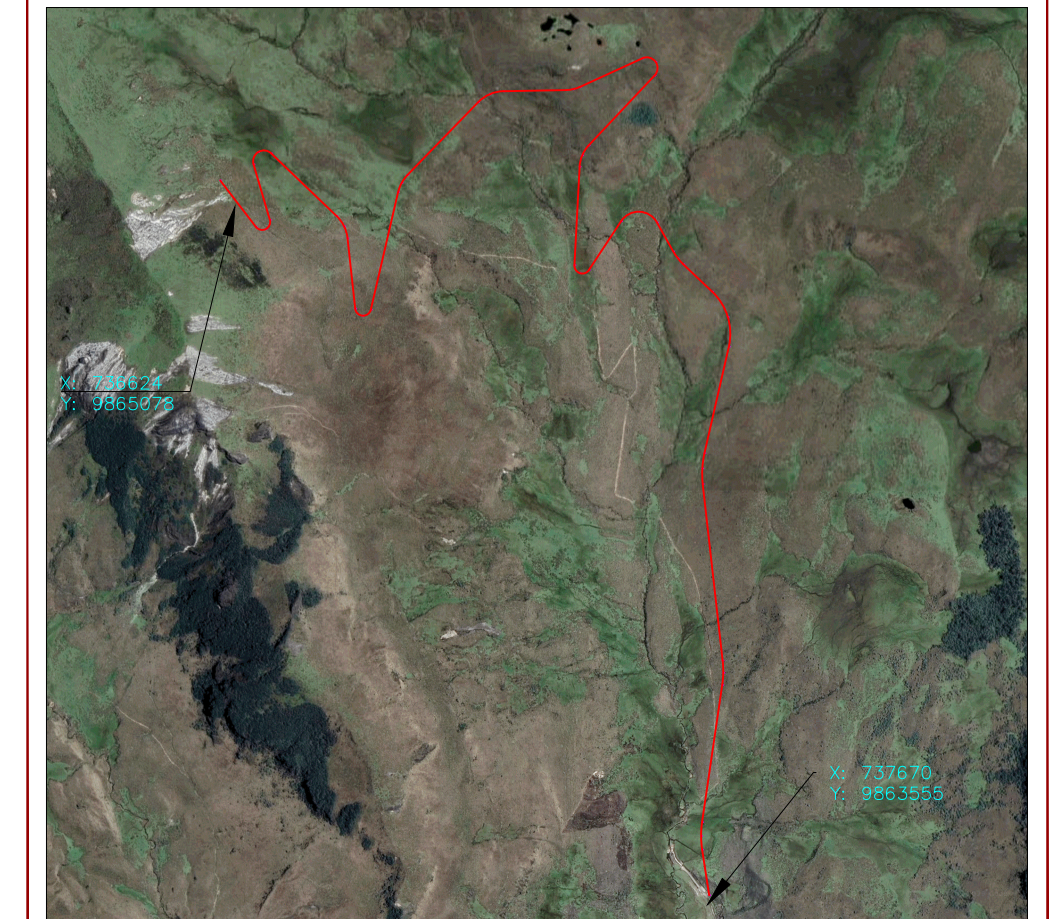
5 DE 14





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

UBICACIÓN



PROYECTO:

“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA - SILIPO - PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000”

Ubicación:

Chuquibanza - Llangahua
 CANTÓN: AMBATO
 PROVINCIA: TUNGURAHUA

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

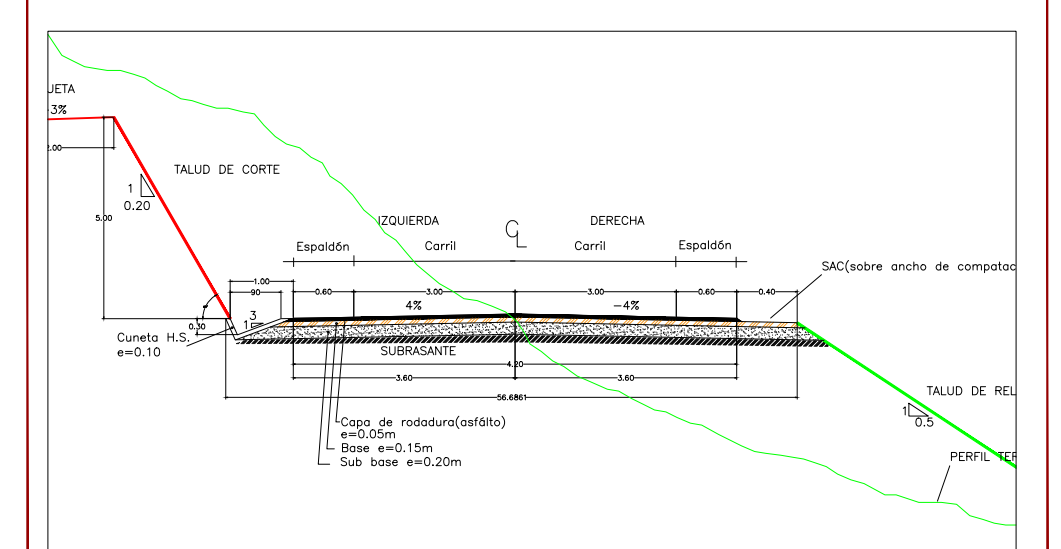
ELABORADO POR:

JENYFER MELANHY TENELEMA LEÓN

REVISADO POR:

ING. MG. FRICSON LUDGARDO MOREIRA C.

SECCIÓN TÍPICA



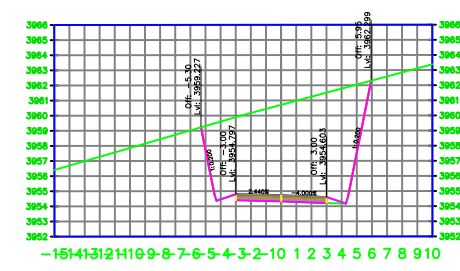
FECHA: 12 / 01 / 2024

Lámina:

ESCALA: 1:500

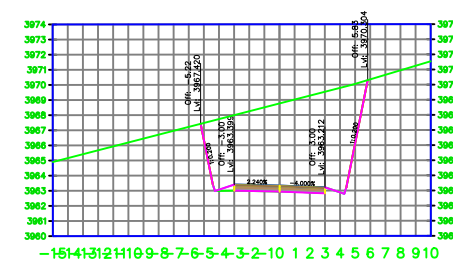
6 DE 14

K0+780.00



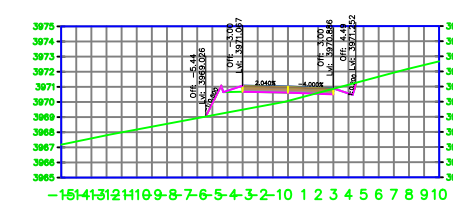
ELEVACION TN: 3954.32
 ELEVACION RAS: 3954.32

K0+880.00



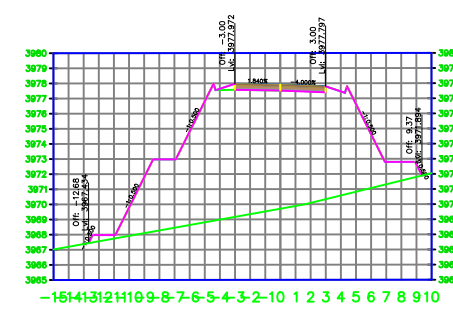
ELEVACION TN: 3962.93
 ELEVACION RAS: 3962.93

K0+980.00



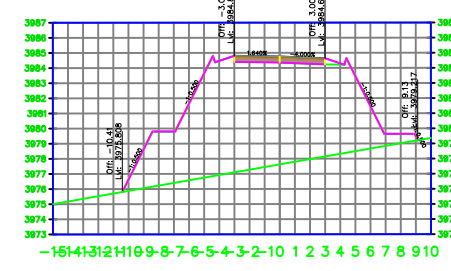
ELEVACION TN: 3970.61
 ELEVACION RAS: 3970.61

K1+080.00



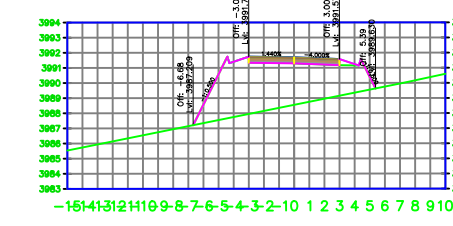
ELEVACION TN: 3977.52
 ELEVACION RAS: 3977.52

K1+180.00



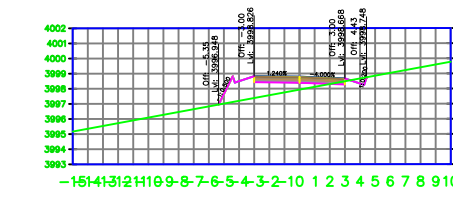
ELEVACION TN: 3984.36
 ELEVACION RAS: 3984.36

K1+280.00



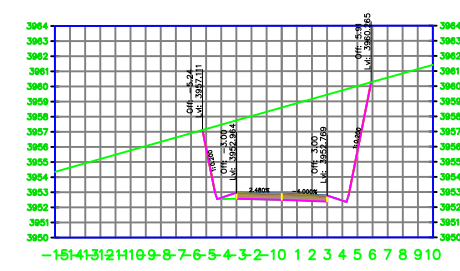
ELEVACION TN: 3991.29
 ELEVACION RAS: 3991.29

K1+380.00



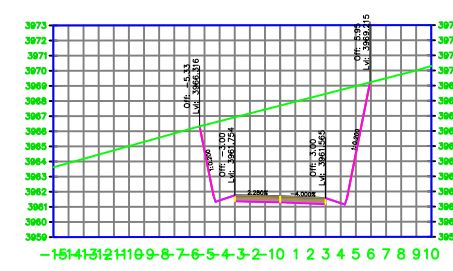
ELEVACION TN: 3998.39
 ELEVACION RAS: 3998.39

K0+760.00



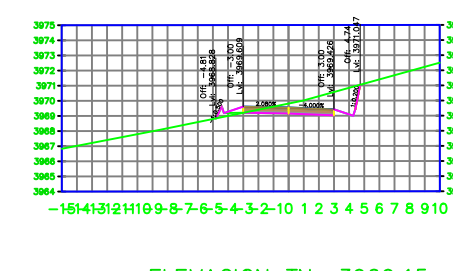
ELEVACION TN: 3952.49
 ELEVACION RAS: 3952.49

K0+860.00



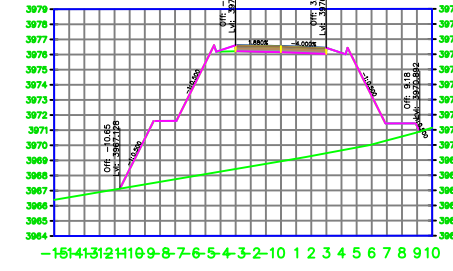
ELEVACION TN: 3961.29
 ELEVACION RAS: 3961.29

K0+960.00



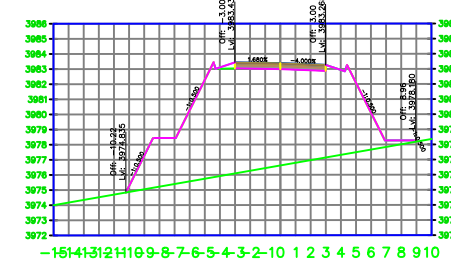
ELEVACION TN: 3969.15
 ELEVACION RAS: 3969.15

K1+060.00



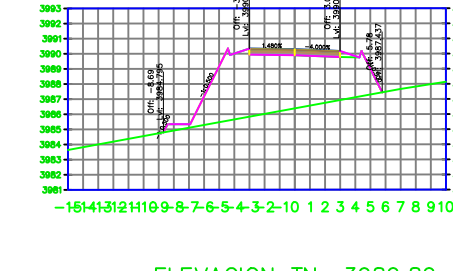
ELEVACION TN: 3976.15
 ELEVACION RAS: 3976.15

K1+160.00



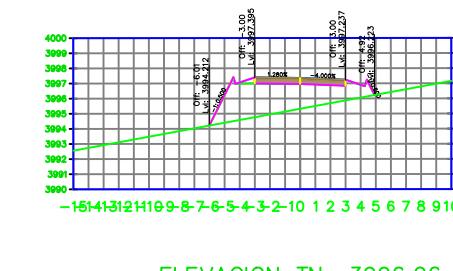
ELEVACION TN: 3982.99
 ELEVACION RAS: 3982.99

K1+260.00



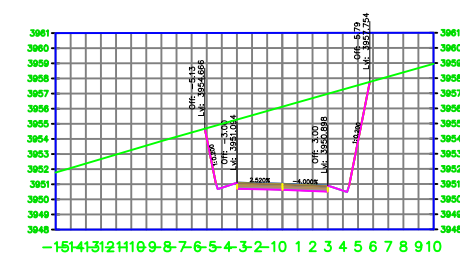
ELEVACION TN: 3989.89
 ELEVACION RAS: 3989.89

K1+360.00



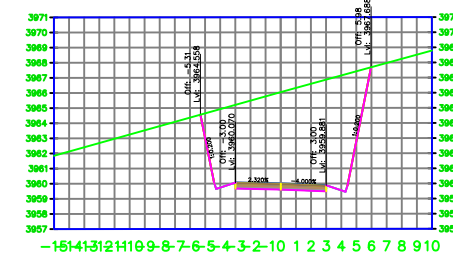
ELEVACION TN: 3996.96
 ELEVACION RAS: 3996.96

K0+740.00



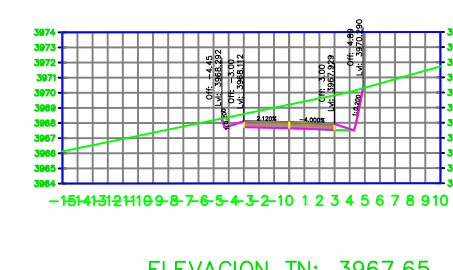
ELEVACION TN: 3950.62
 ELEVACION RAS: 3950.62

K0+840.00



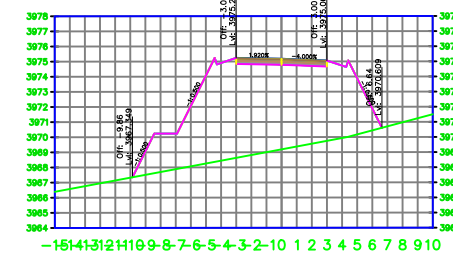
ELEVACION TN: 3959.60
 ELEVACION RAS: 3959.60

K0+940.00



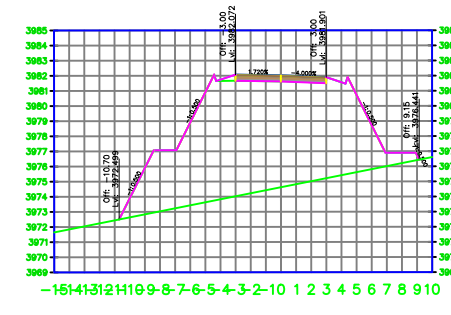
ELEVACION TN: 3967.65
 ELEVACION RAS: 3967.65

K1+040.00



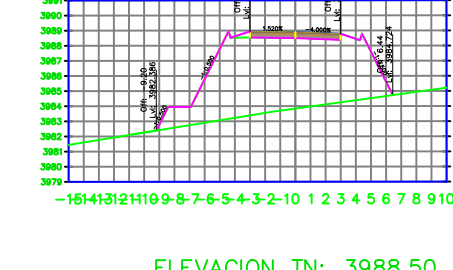
ELEVACION TN: 3974.78
 ELEVACION RAS: 3974.78

K1+140.00



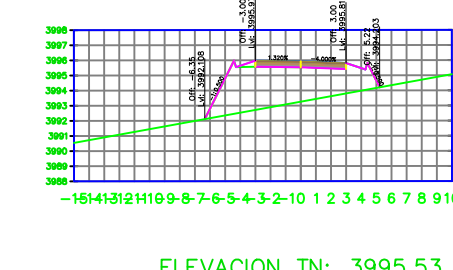
ELEVACION TN: 3981.62
 ELEVACION RAS: 3981.62

K1+240.00



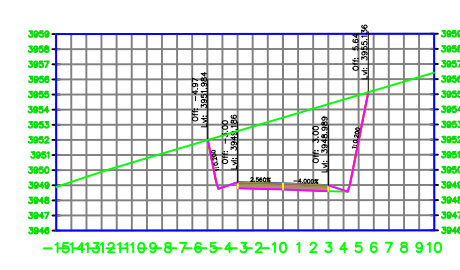
ELEVACION TN: 3988.50
 ELEVACION RAS: 3988.50

K1+340.00



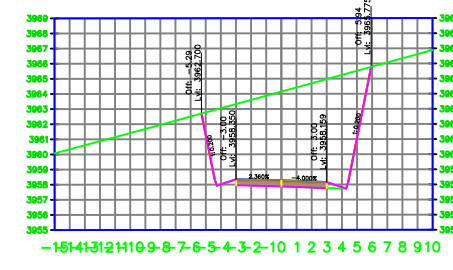
ELEVACION TN: 3995.53
 ELEVACION RAS: 3995.53

K0+720.00



ELEVACION TN: 3948.71
 ELEVACION RAS: 3948.71

K0+820.00



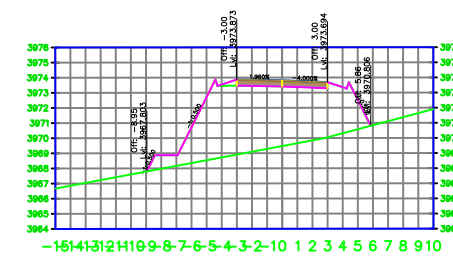
ELEVACION TN: 3957.88
 ELEVACION RAS: 3957.88

K0+920.00



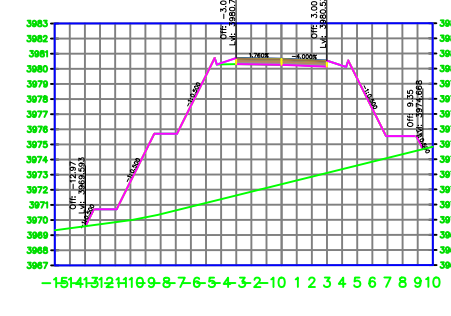
ELEVACION TN: 3966.11
 ELEVACION RAS: 3966.11

K1+020.00



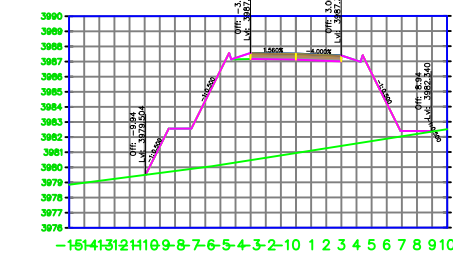
ELEVACION TN: 3973.41
 ELEVACION RAS: 3973.41

K1+120.00



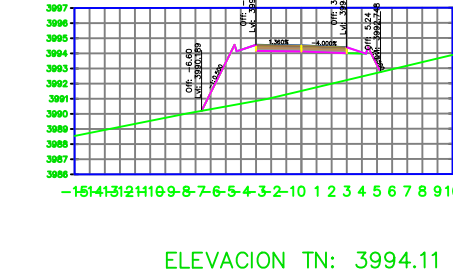
ELEVACION TN: 3980.25
 ELEVACION RAS: 3980.25

K1+220.00



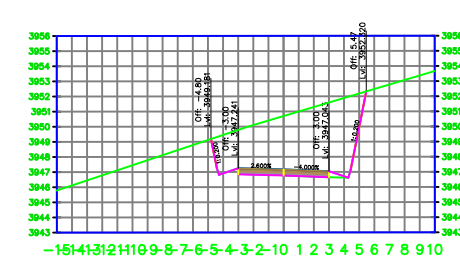
ELEVACION TN: 3987.11
 ELEVACION RAS: 3987.11

K1+320.00



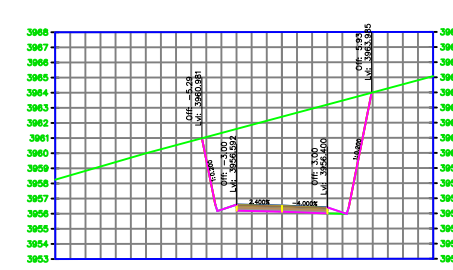
ELEVACION TN: 3994.11
 ELEVACION RAS: 3994.11

K0+700.00



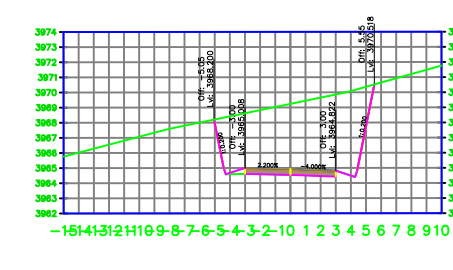
ELEVACION TN: 3946.76
 ELEVACION RAS: 3946.76

K0+800.00



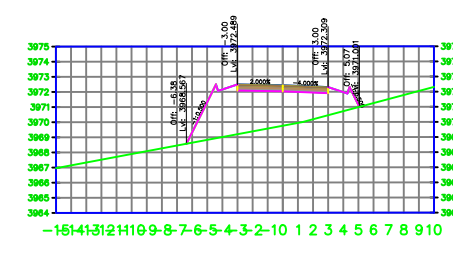
ELEVACION TN: 3956.12
 ELEVACION RAS: 3956.12

K0+900.00



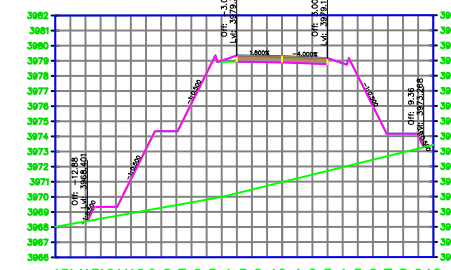
ELEVACION TN: 3964.54
 ELEVACION RAS: 3964.54

K1+000.00



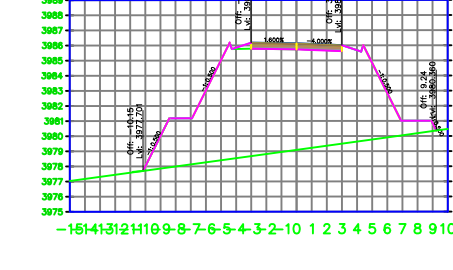
ELEVACION TN: 3972.03
 ELEVACION RAS: 3972.03

K1+100.00



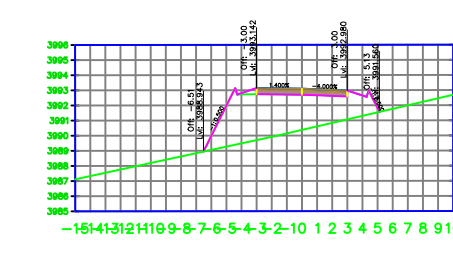
ELEVACION TN: 3978.89
 ELEVACION RAS: 3978.89

K1+200.00



ELEVACION TN: 3985.73
 ELEVACION RAS: 3985.73

K1+300.00

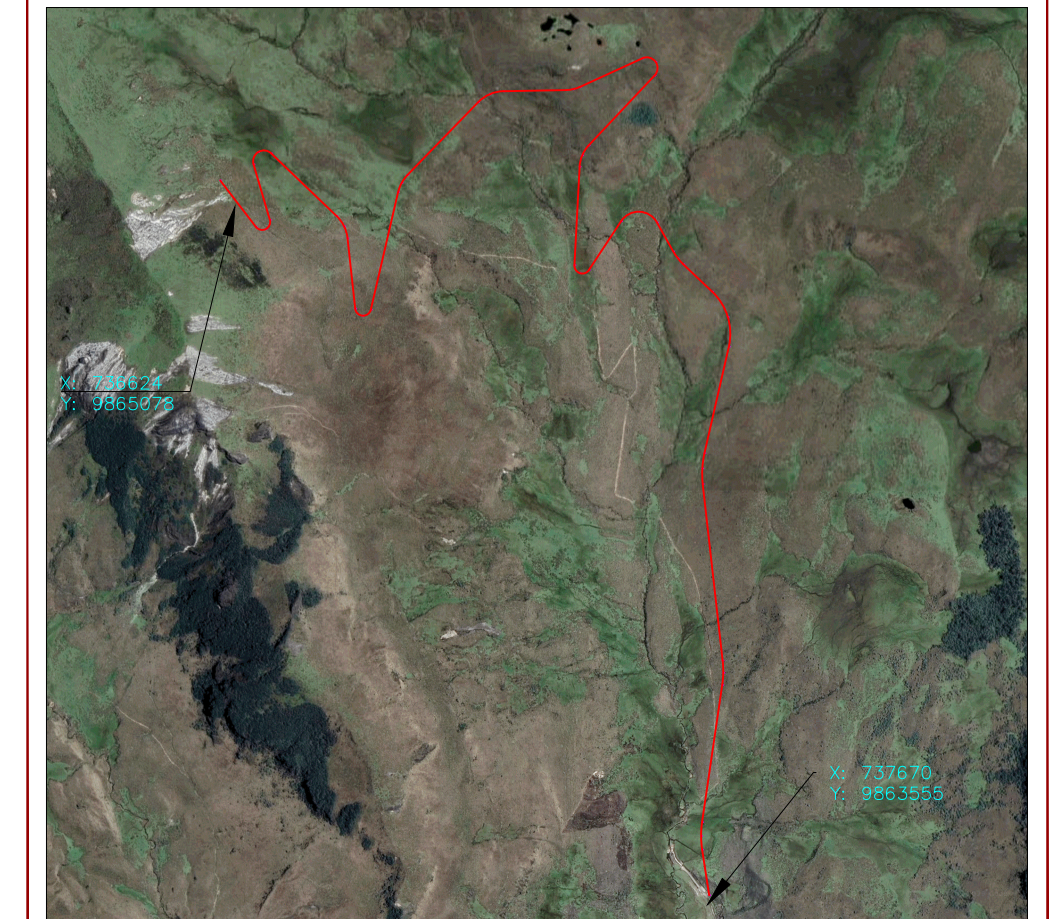


ELEVACION TN: 3992.70
 ELEVACION RAS: 3992.70



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

UBICACIÓN



PROYECTO:

“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA
 LLANGAHUA - SILIPO - PINLOPATA PERTENECIENTES
 A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN
 EL TRAMO KM 0+000 - 4+000”

Ubicación:

Chuquibanza - Llangahua
 CANTÓN: AMBATO
 PROVINCIA: TUNGURAHUA

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

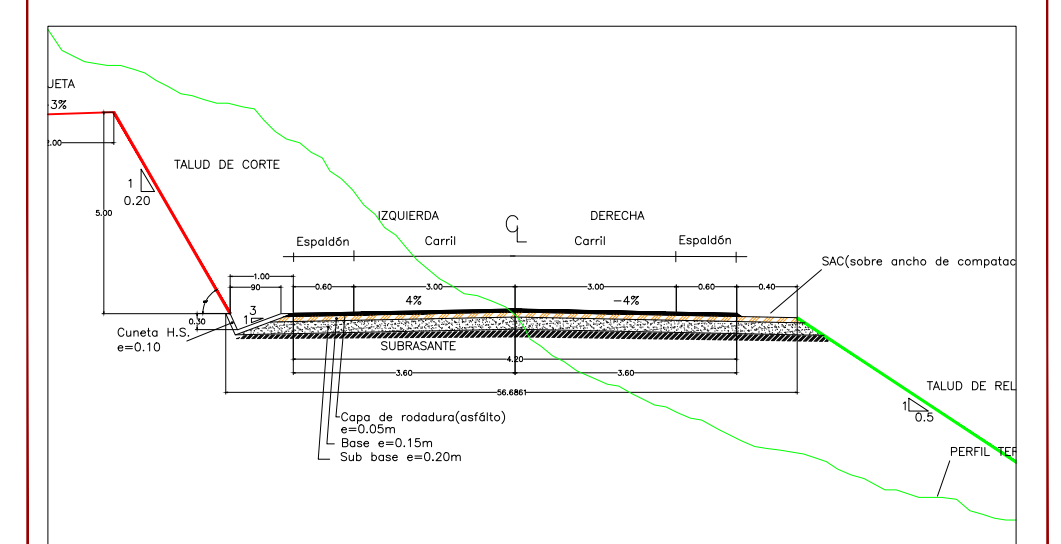
ELABORADO POR:

JENYFER MELANHY TENELEMA LEÓN

REVISADO POR:

ING. MG. FRICSON LUDGARDO MOREIRA C.

SECCIÓN TÍPICA

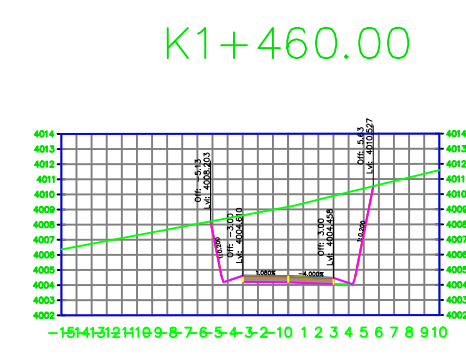


FECHA: 12 / 01 / 2024

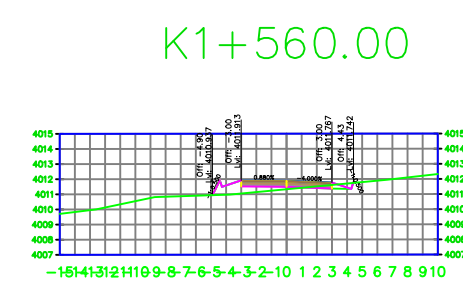
Lámina:

ESCALA: 1:500

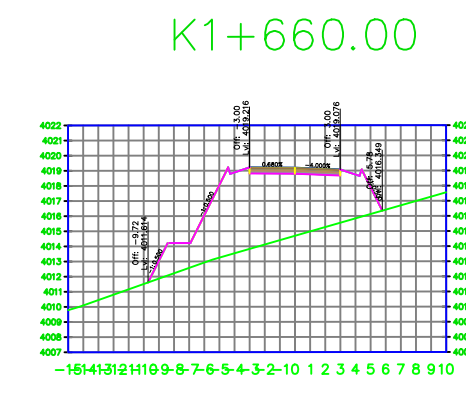
7 DE 14



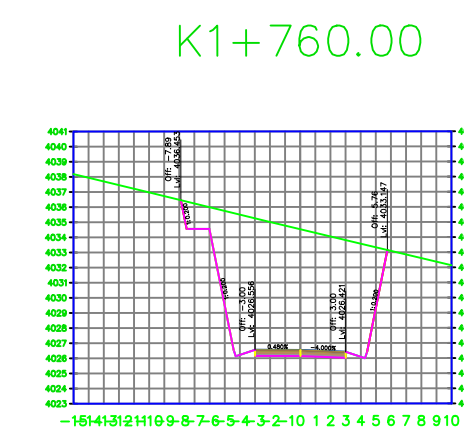
ELEVACION TN: 4004.18
 ELEVACION RAS: 4004.18



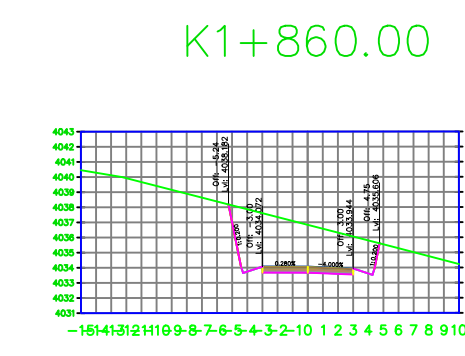
ELEVACION TN: 4011.49
 ELEVACION RAS: 4011.49



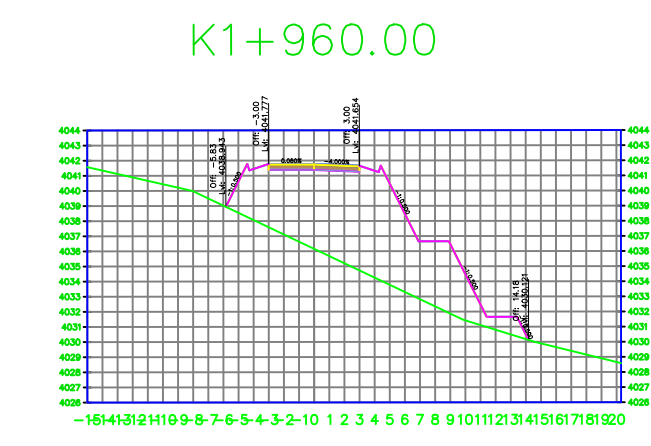
ELEVACION TN: 4018.80
 ELEVACION RAS: 4018.80



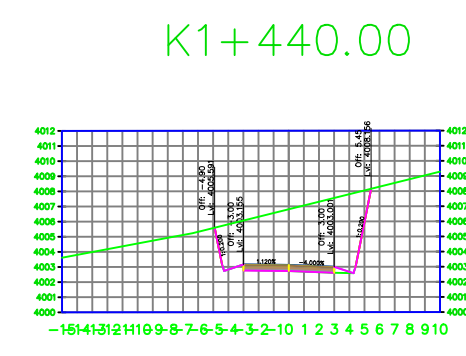
ELEVACION TN: 4026.14
 ELEVACION RAS: 4026.14



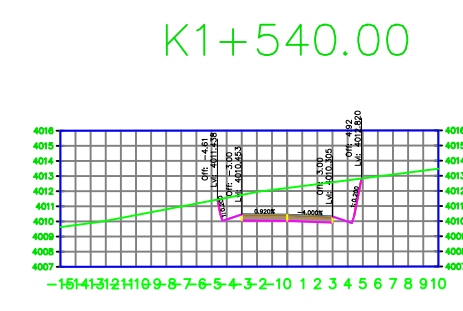
ELEVACION TN: 4033.66
 ELEVACION RAS: 4033.66



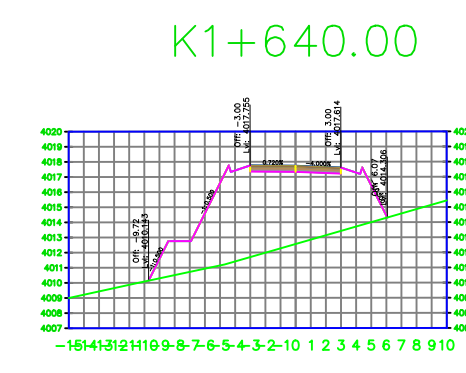
ELEVACION TN: 4041.37
 ELEVACION RAS: 4041.37



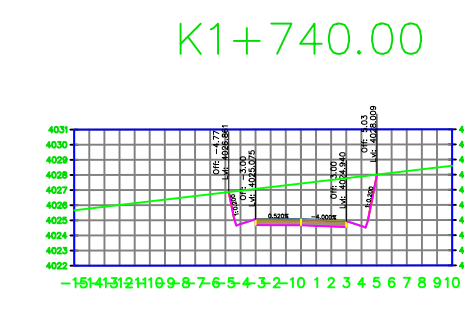
ELEVACION TN: 4002.72
 ELEVACION RAS: 4002.72



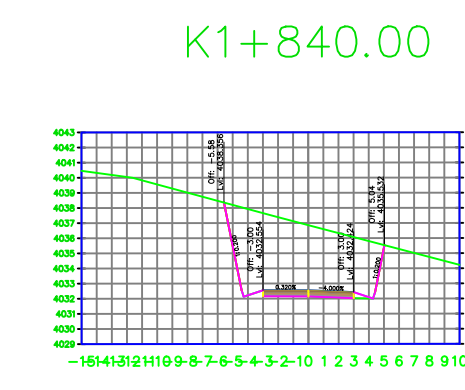
ELEVACION TN: 4010.02
 ELEVACION RAS: 4010.02



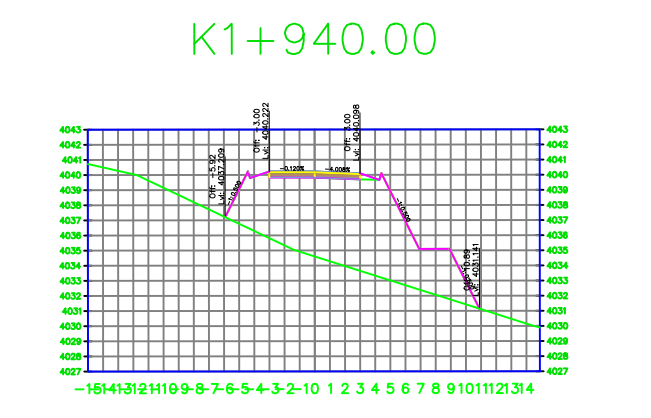
ELEVACION TN: 4017.33
 ELEVACION RAS: 4017.33



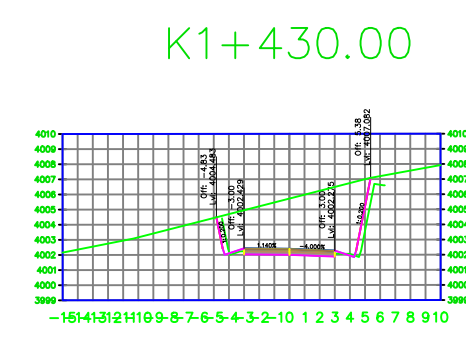
ELEVACION TN: 4024.66
 ELEVACION RAS: 4024.66



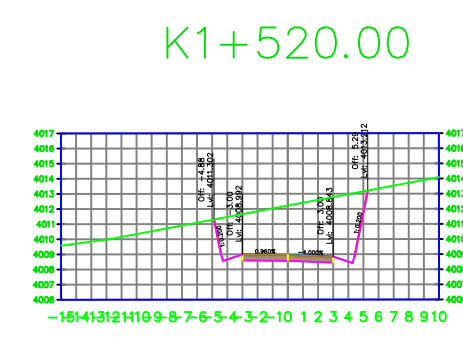
ELEVACION TN: 4032.14
 ELEVACION RAS: 4032.14



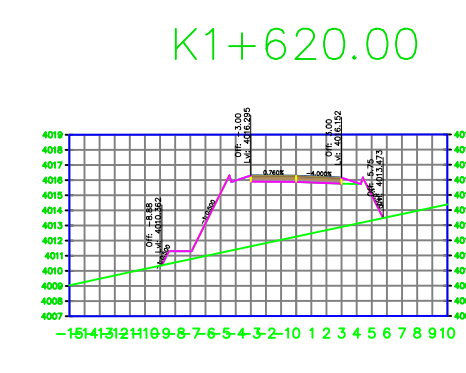
ELEVACION TN: 4039.82
 ELEVACION RAS: 4039.82



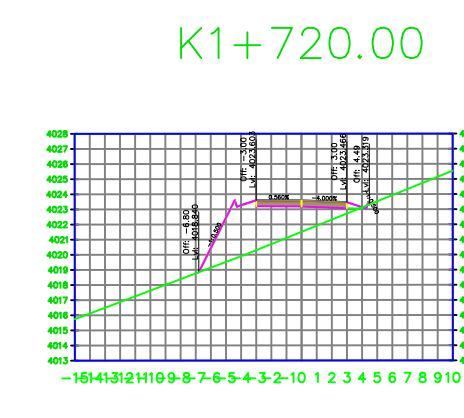
ELEVACION TN: 4002.04
 ELEVACION RAS: 4002.04



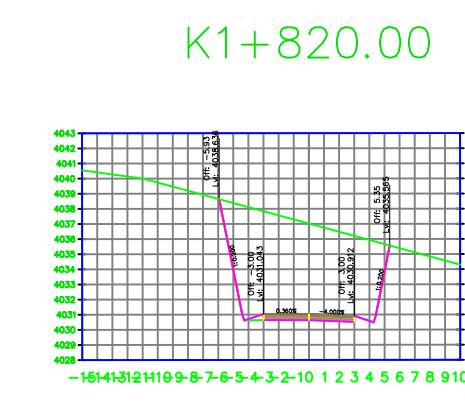
ELEVACION TN: 4008.56
 ELEVACION RAS: 4008.56



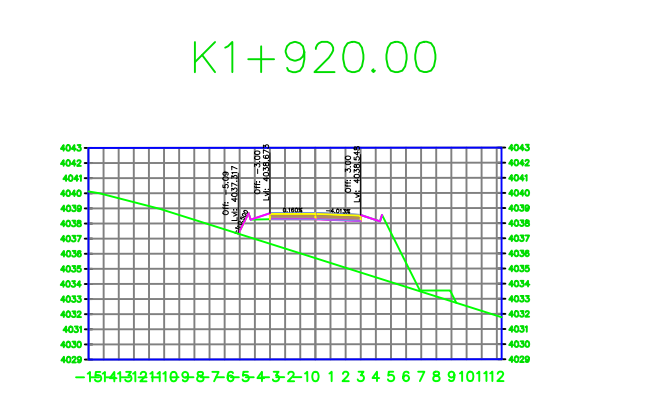
ELEVACION TN: 4015.87
 ELEVACION RAS: 4015.87



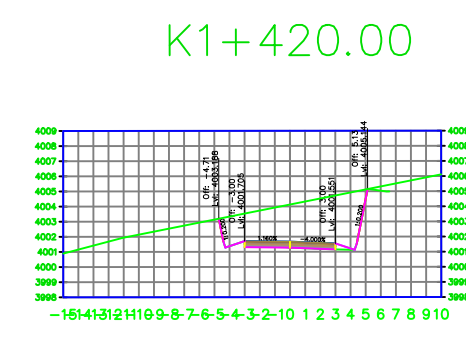
ELEVACION TN: 4023.19
 ELEVACION RAS: 4023.19



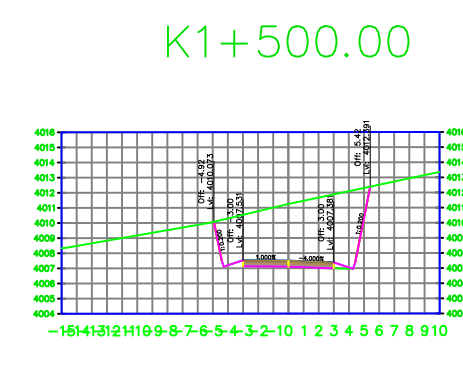
ELEVACION TN: 4030.63
 ELEVACION RAS: 4030.63



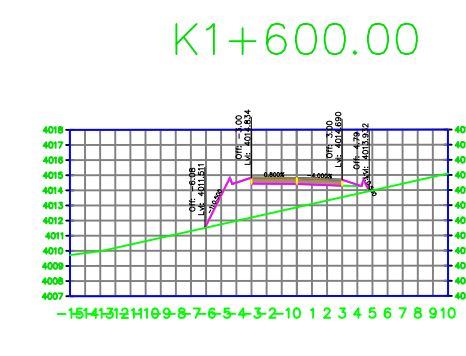
ELEVACION TN: 4038.27
 ELEVACION RAS: 4038.27



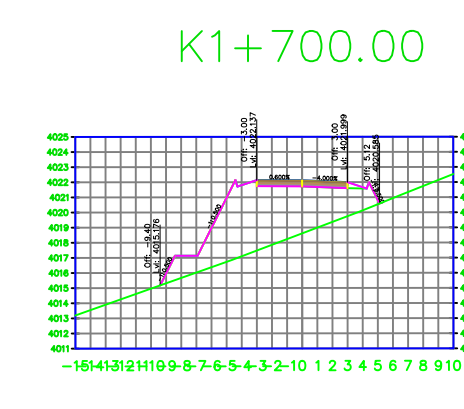
ELEVACION TN: 4001.27
 ELEVACION RAS: 4001.27



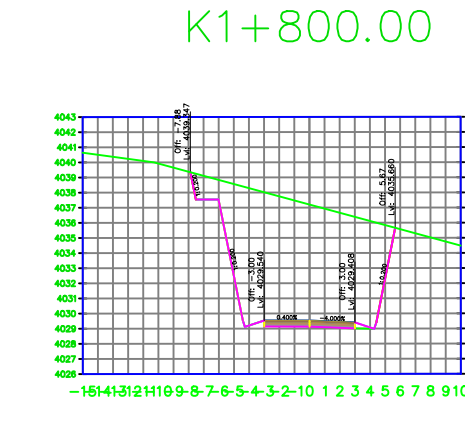
ELEVACION TN: 4007.10
 ELEVACION RAS: 4007.10



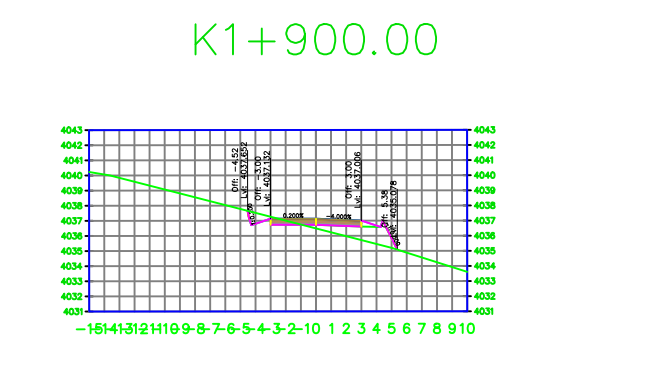
ELEVACION TN: 4014.41
 ELEVACION RAS: 4014.41



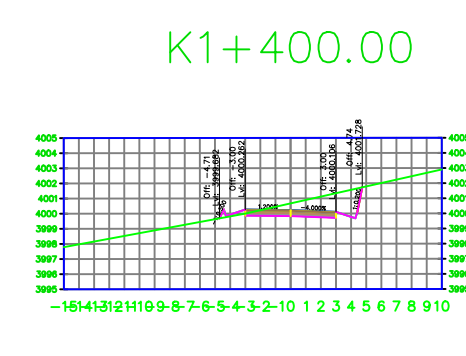
ELEVACION TN: 4021.72
 ELEVACION RAS: 4021.72



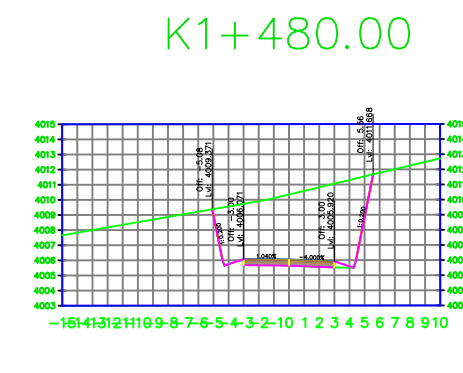
ELEVACION TN: 4029.13
 ELEVACION RAS: 4029.13



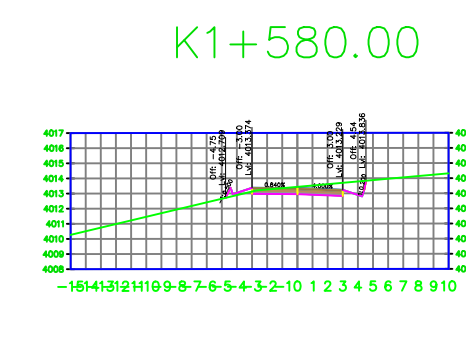
ELEVACION TN: 4036.73
 ELEVACION RAS: 4036.73



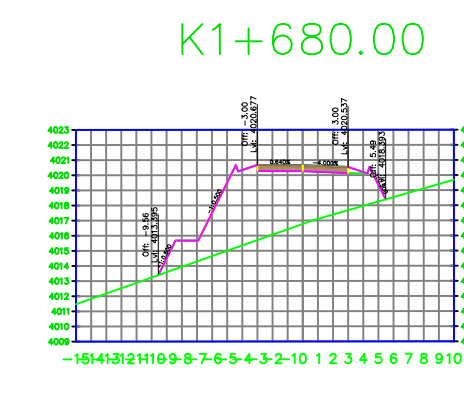
ELEVACION TN: 3999.83
 ELEVACION RAS: 3999.83



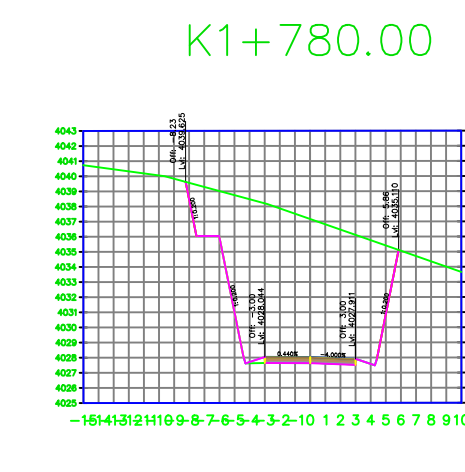
ELEVACION TN: 4005.64
 ELEVACION RAS: 4005.64



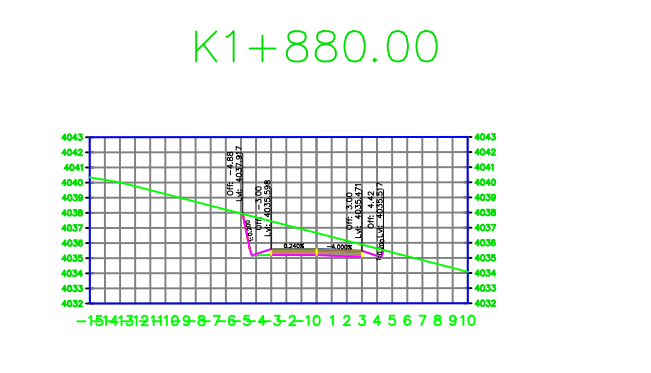
ELEVACION TN: 4012.95
 ELEVACION RAS: 4012.95



ELEVACION TN: 4020.26
 ELEVACION RAS: 4020.26



ELEVACION TN: 4027.63
 ELEVACION RAS: 4027.63



ELEVACION TN: 4035.19
 ELEVACION RAS: 4035.19



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

UBICACIÓN



PROYECTO:

“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA - SILIPO - PINLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000”

Ubicación:

Chuquibanza - Llangahua
 CANTÓN: AMBATO
 PROVINCIA: TUNGURAHUA

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

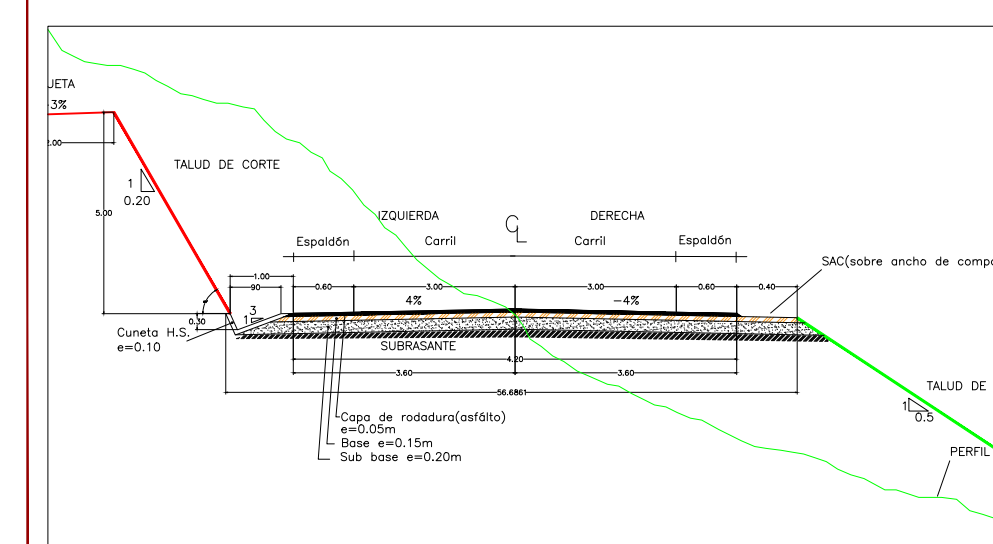
ELABORADO POR:

JENYFER MELANHY TENELEMA LEÓN

REVISADO POR:

ING. MG. FRICSON LUDGARDO MOREIRA C.

SECCIÓN TÍPICA



FECHA: 12 / 01 / 2024

Lámina:

ESCALA: 1:500

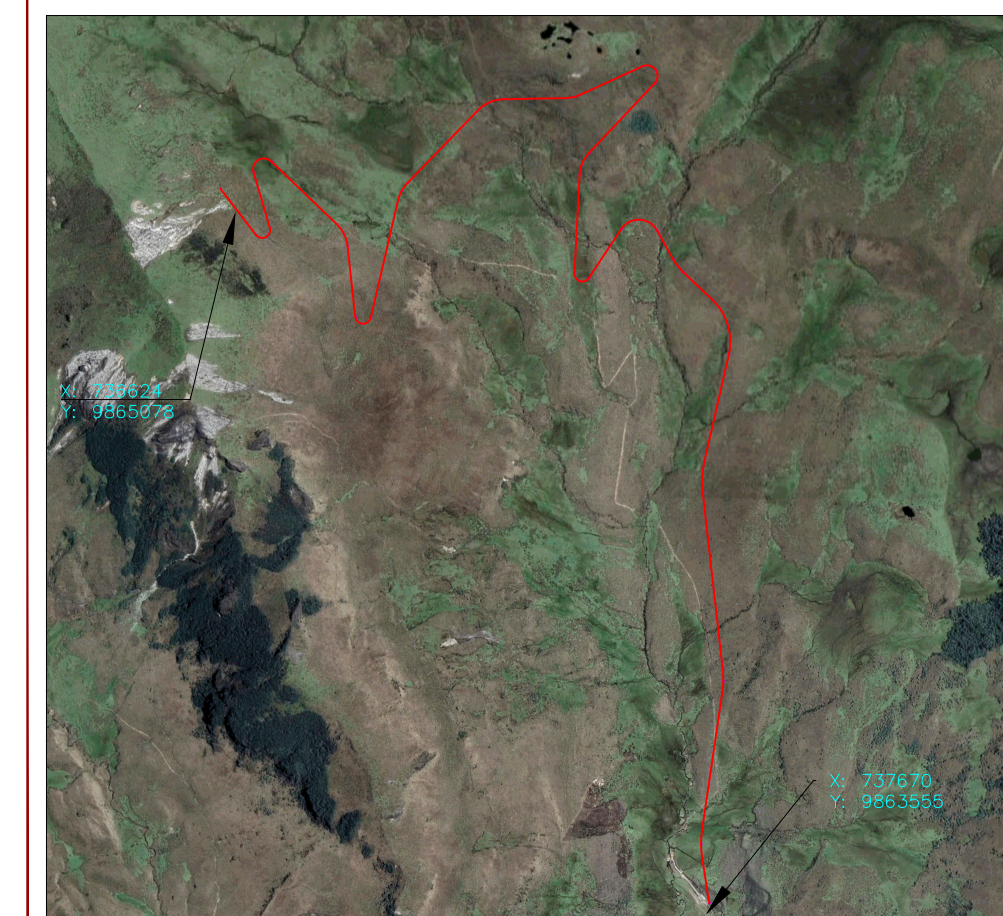
8 DE 14





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

UBICACIÓN



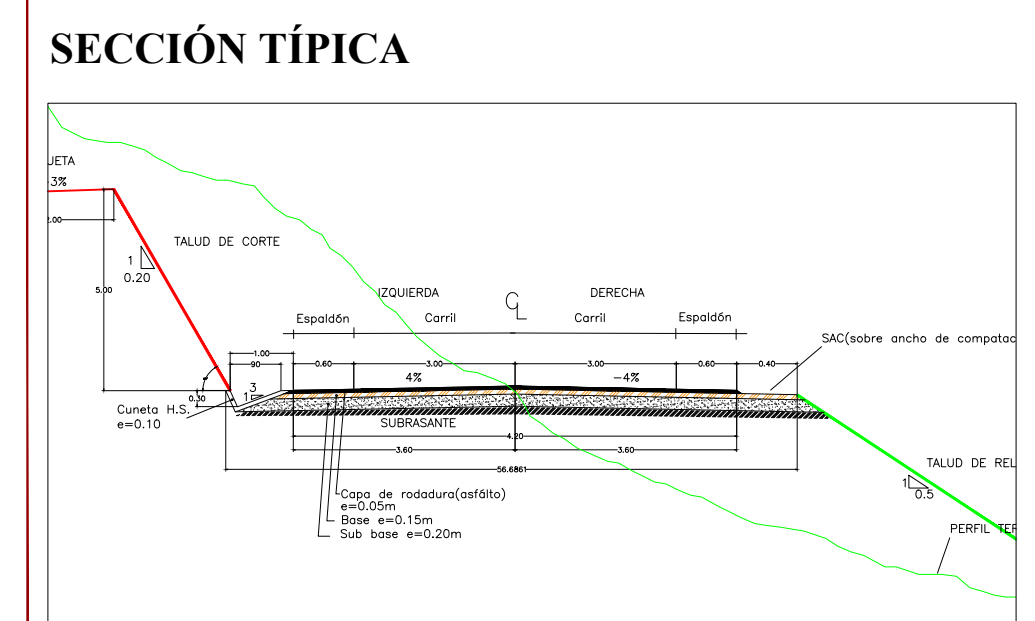
PROYECTO:
 "DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA
 LLANGAHUA - SILIPO - PINLOPATA PERTENECIENTES
 A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN
 EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"

Ubicación:
 Chuquibanza - Llangahua
 CANTÓN: AMBATO
 PROVINCIA: TUNGURAHUA

CONTENIDO:
 SECCIONES TRANSVERSALES

ELABORADO POR:
 JENYFER MELANHY TENELEMA LEÓN

REVISADO POR:
 ING. MG. FRICSON LUDGARDO MOREIRA C.



FECHA: 12 / 01 / 2024
ESCALA: 1:500
Lámina:
9 DE 14





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

UBICACIÓN



PROYECTO:

“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA
 LLANGAHUA - SILIPO - PINLLOPATA PERTENECIENTES
 A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN
 EL TRAMO KM 0+000 - 4+000”

Ubicación:

Chuquibanza - Llangahua
 CANTÓN: AMBATO
 PROVINCIA: TUNGURAHUA

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

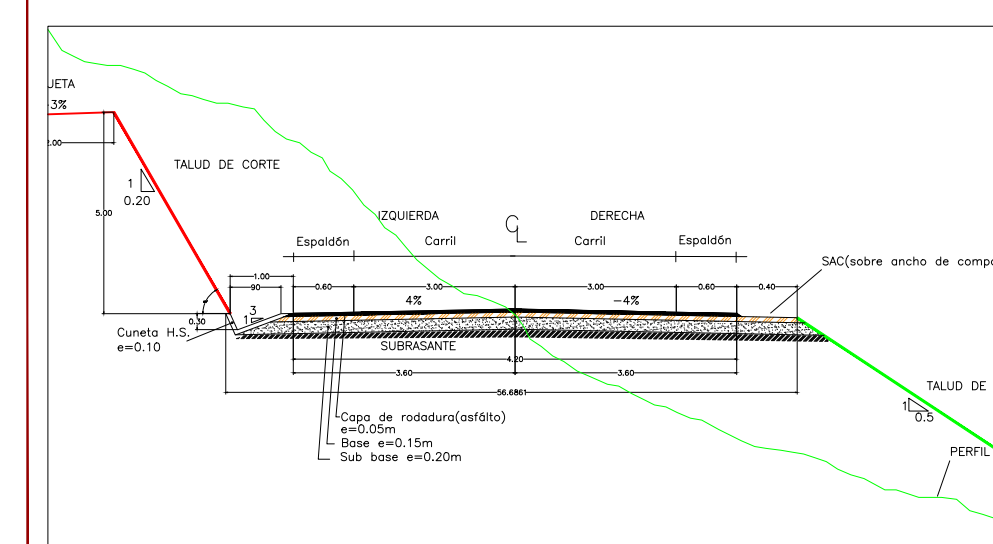
ELABORADO POR:

JENYFER MELANHY TENELEMA LEÓN

REVISADO POR:

ING. MG. FRICSON LUDGARDO MOREIRA C.

SECCIÓN TÍPICA



FECHA: 12 / 01 / 2024

ESCALA: 1:500

Lámina:

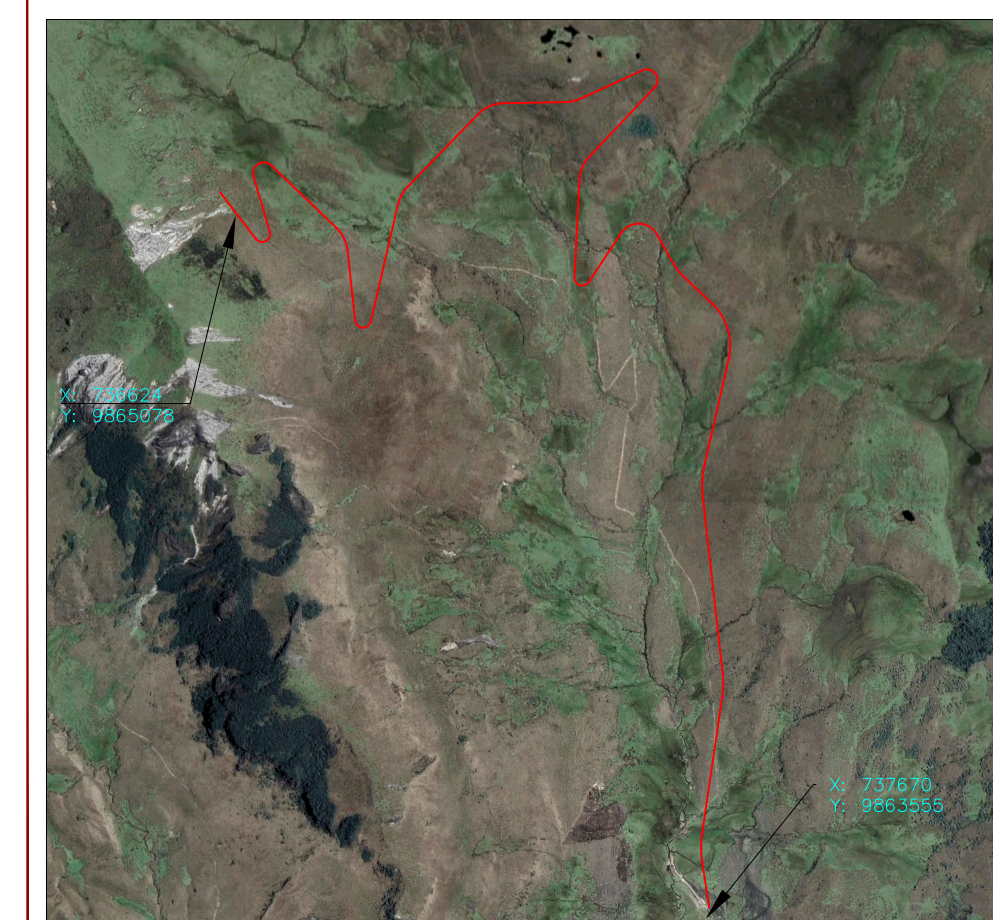
10 DE 14





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

UBICACIÓN



PROYECTO:

“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA - SILIPO - PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000”

Ubicación:

Chuquibanza - Llangahua
CANTÓN: AMBATO
PROVINCIA: TUNGURAHUA

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

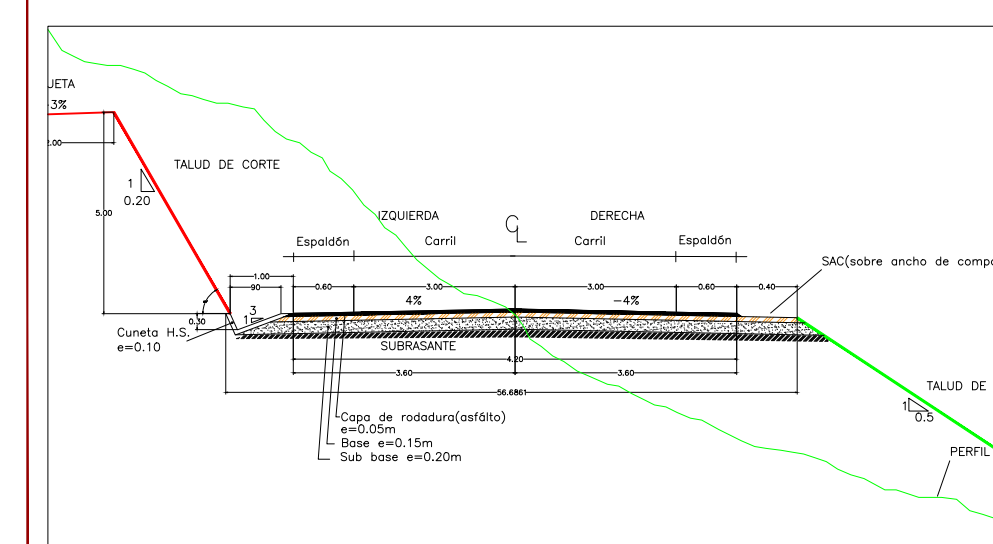
ELABORADO POR:

JENYFER MELANHY TENELEMA LEÓN

REVISADO POR:

ING. MG. FRICSON LUDGARDO MOREIRA C.

SECCIÓN TÍPICA



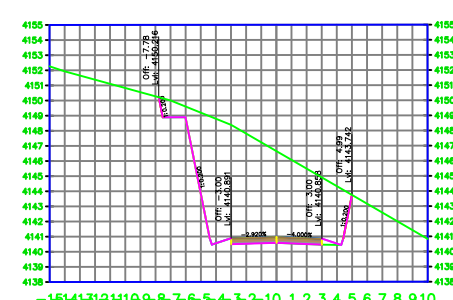
FECHA: 12 / 01 / 2024

ESCALA: 1:500

Lámina:

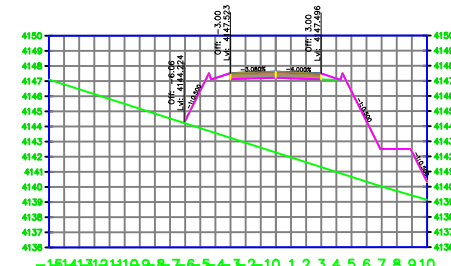
11 DE 14

K3+460.00



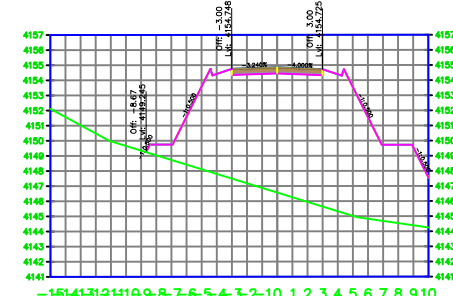
ELEVACION TN: 4140.58
ELEVACION RAS: 4140.58

K3+540.00



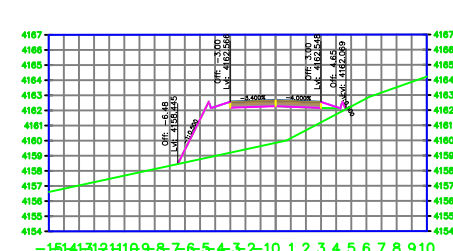
ELEVACION TN: 4147.22
ELEVACION RAS: 4147.22

K3+620.00



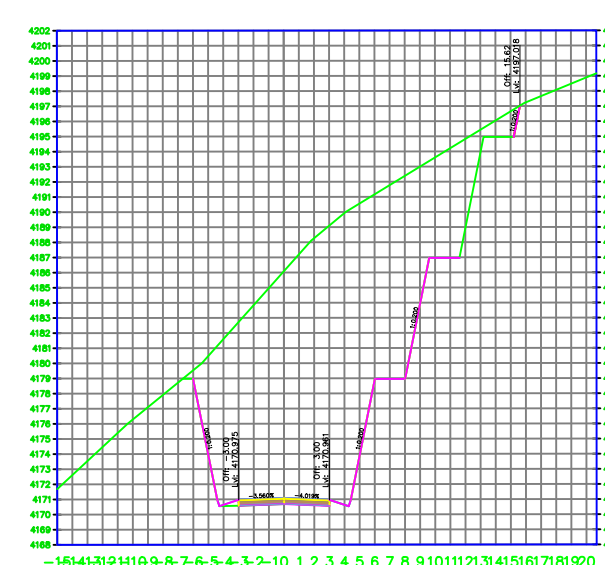
ELEVACION TN: 4154.45
ELEVACION RAS: 4154.45

K3+700.00



ELEVACION TN: 4162.27
ELEVACION RAS: 4162.27

K3+780.00



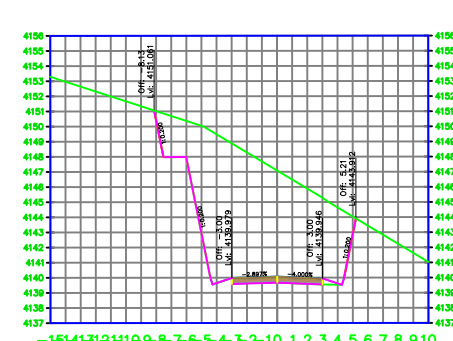
ELEVACION TN: 4170.68
ELEVACION RAS: 4170.68

K3+860.00



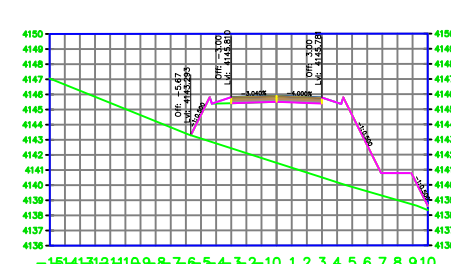
ELEVACION TN: 4179.69
ELEVACION RAS: 4179.69

K3+448.48



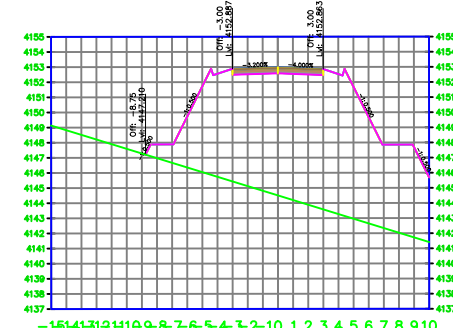
ELEVACION TN: 4139.67
ELEVACION RAS: 4139.67

K3+520.00



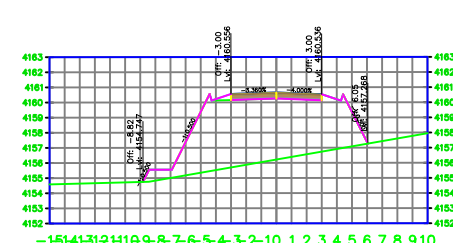
ELEVACION TN: 4145.50
ELEVACION RAS: 4145.50

K3+600.00



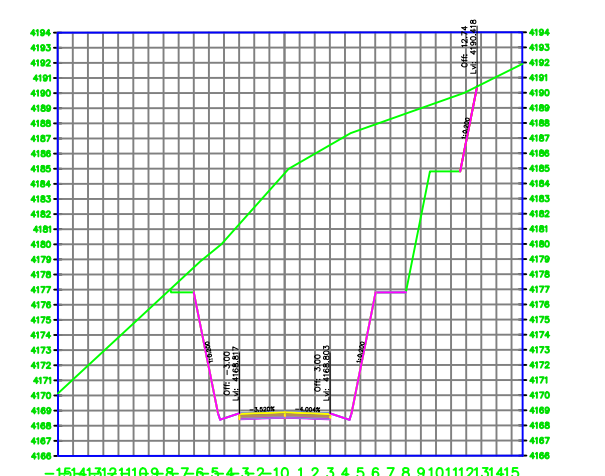
ELEVACION TN: 4152.58
ELEVACION RAS: 4152.58

K3+680.00



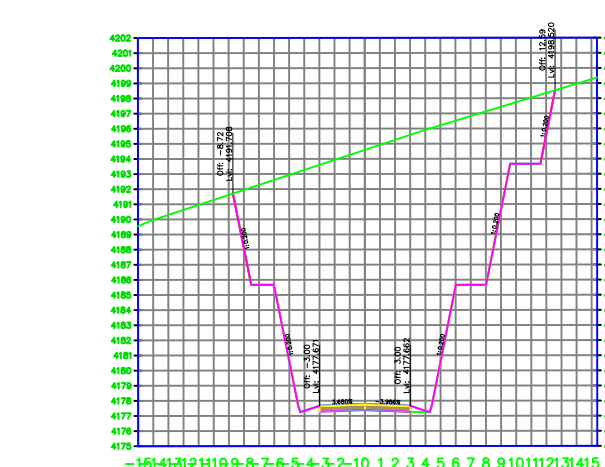
ELEVACION TN: 4160.26
ELEVACION RAS: 4160.26

K3+760.00



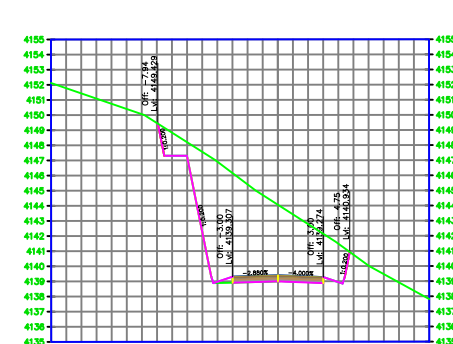
ELEVACION TN: 4168.52
ELEVACION RAS: 4168.52

K3+840.00



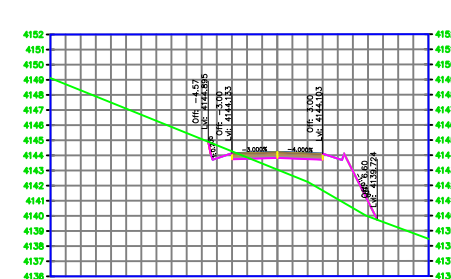
ELEVACION TN: 4177.38
ELEVACION RAS: 4177.38

K3+440.00



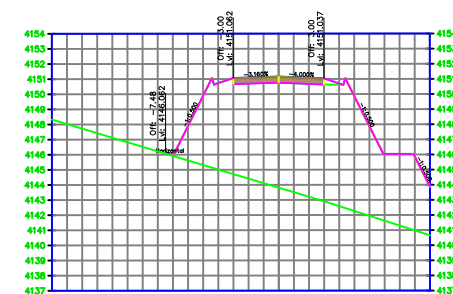
ELEVACION TN: 4138.99
ELEVACION RAS: 4138.99

K3+500.00



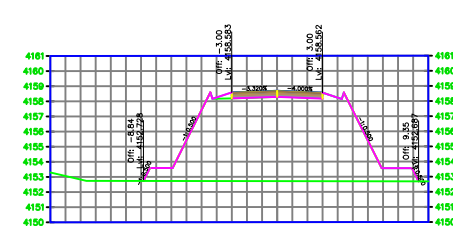
ELEVACION TN: 4143.82
ELEVACION RAS: 4143.82

K3+580.00



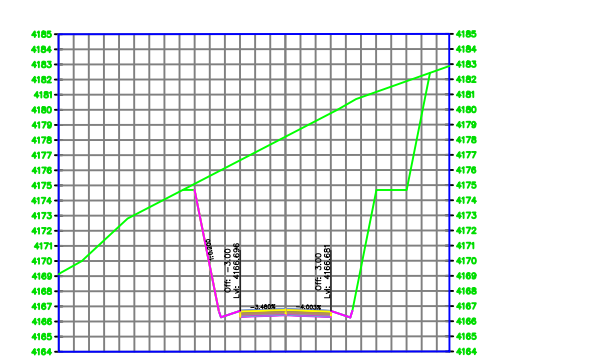
ELEVACION TN: 4150.76
ELEVACION RAS: 4150.76

K3+660.00



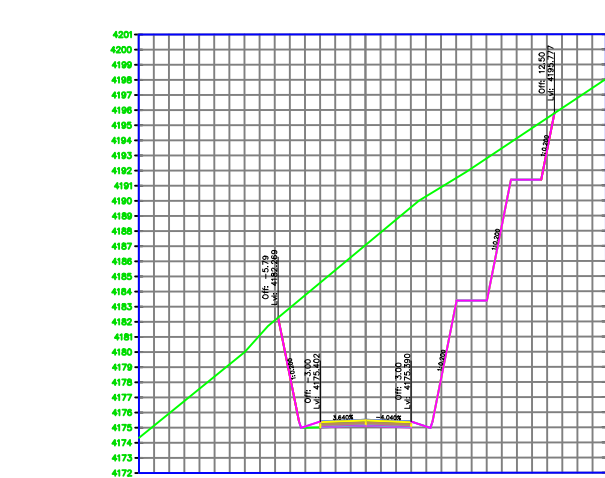
ELEVACION TN: 4158.28
ELEVACION RAS: 4158.28

K3+740.00



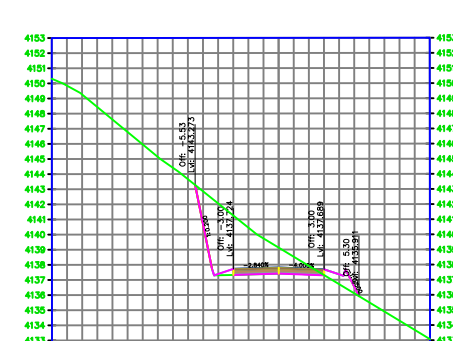
ELEVACION TN: 4166.40
ELEVACION RAS: 4166.40

K3+820.00



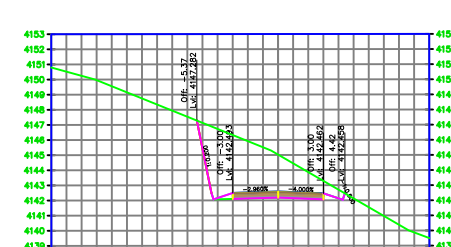
ELEVACION TN: 4175.11
ELEVACION RAS: 4175.11

K3+420.00



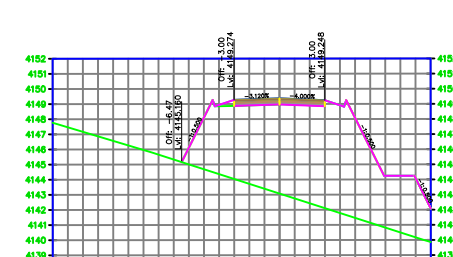
ELEVACION TN: 4137.41
ELEVACION RAS: 4137.41

K3+480.00



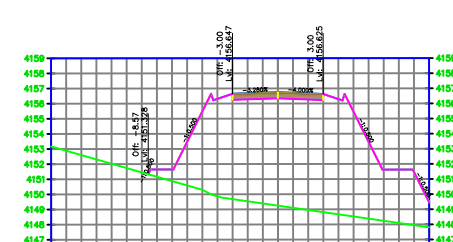
ELEVACION TN: 4142.18
ELEVACION RAS: 4142.18

K3+560.00



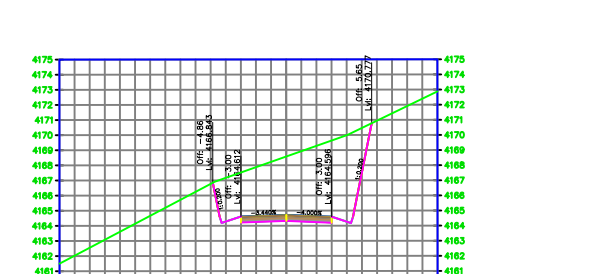
ELEVACION TN: 4148.97
ELEVACION RAS: 4148.97

K3+640.00



ELEVACION TN: 4156.35
ELEVACION RAS: 4156.35

K3+720.00



ELEVACION TN: 4164.32
ELEVACION RAS: 4164.32

K3+800.00

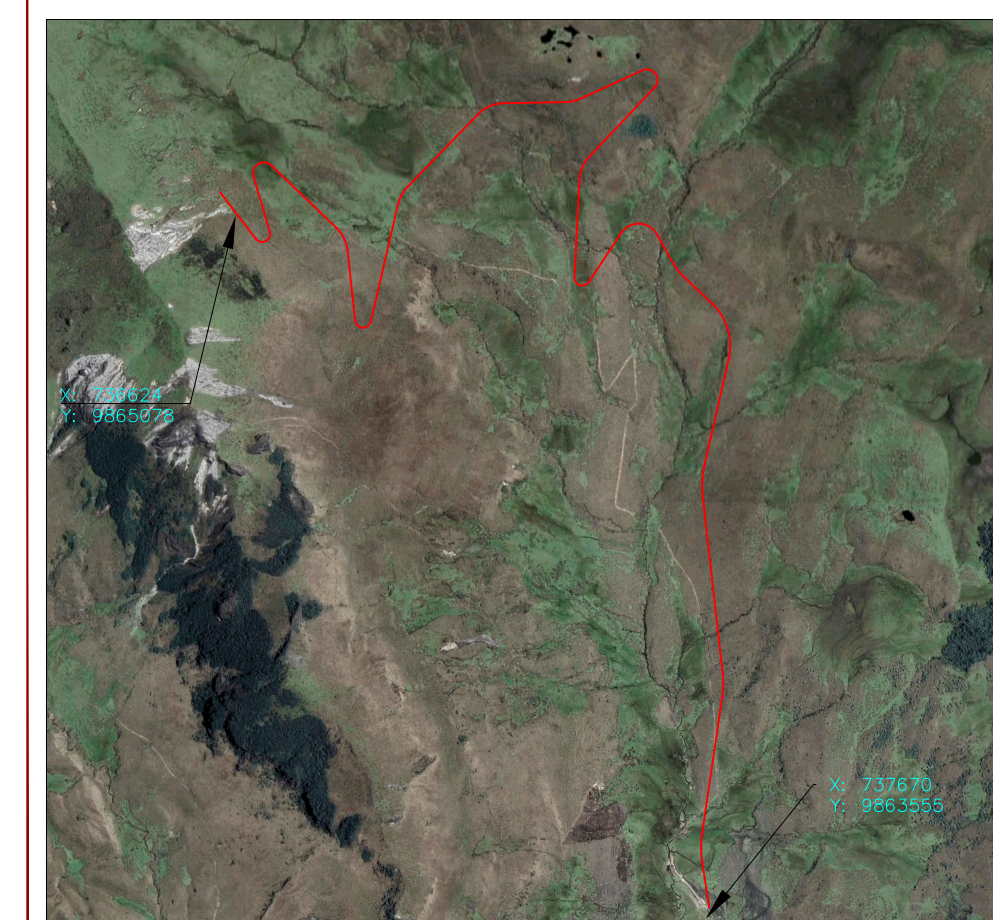


ELEVACION TN: 4172.88
ELEVACION RAS: 4172.88



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

UBICACIÓN



PROYECTO:

“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA
LLANGAHUA - SILIPO - PINLLOPATA PERTENECIENTES
A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN
EL TRAMO KM 0+000 - 4+000”

Ubicación:

Chuquibanza - Llangahua
CANTÓN: AMBATO
PROVINCIA: TUNGURAHUA

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

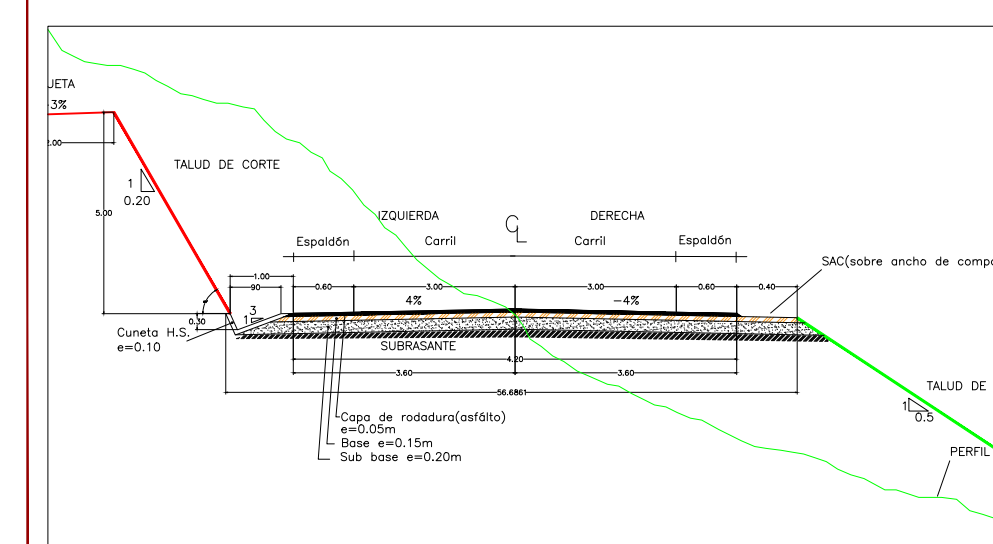
ELABORADO POR:

JENYFER MELANHY TENELEMA LEÓN

REVISADO POR:

ING. MG. FRICSON LUDGARDO MOREIRA C.

SECCIÓN TÍPICA



FECHA: 12 / 01 / 2024

Lámina:

ESCALA: 1:500

12 DE 14

K3+920.00



ELEVACION TN: 4186.81
ELEVACION RAS: 4186.81

K3+980.00



ELEVACION TN: 4193.99
ELEVACION RAS: 4193.99

K3+900.00



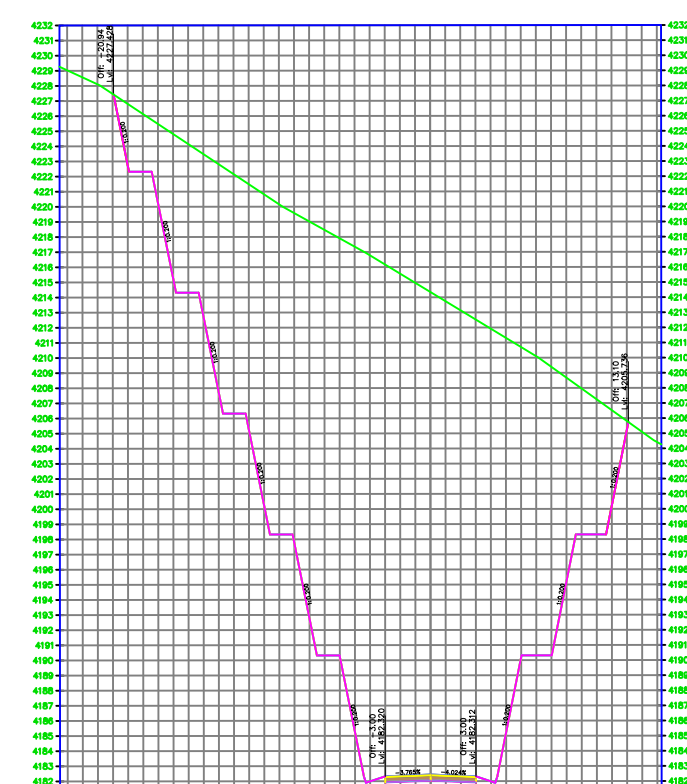
ELEVACION TN: 4184.41
ELEVACION RAS: 4184.41

K3+960.00



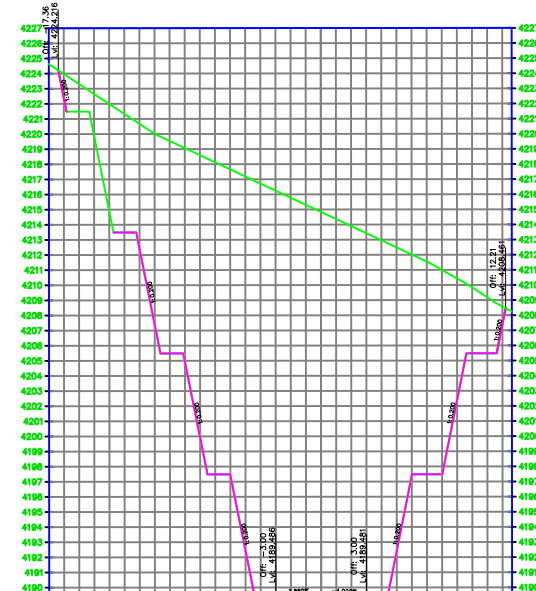
ELEVACION TN: 4191.60
ELEVACION RAS: 4191.60

K3+880.00



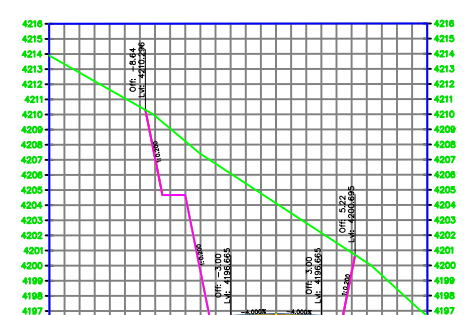
ELEVACION TN: 4182.03
ELEVACION RAS: 4182.03

K3+940.00

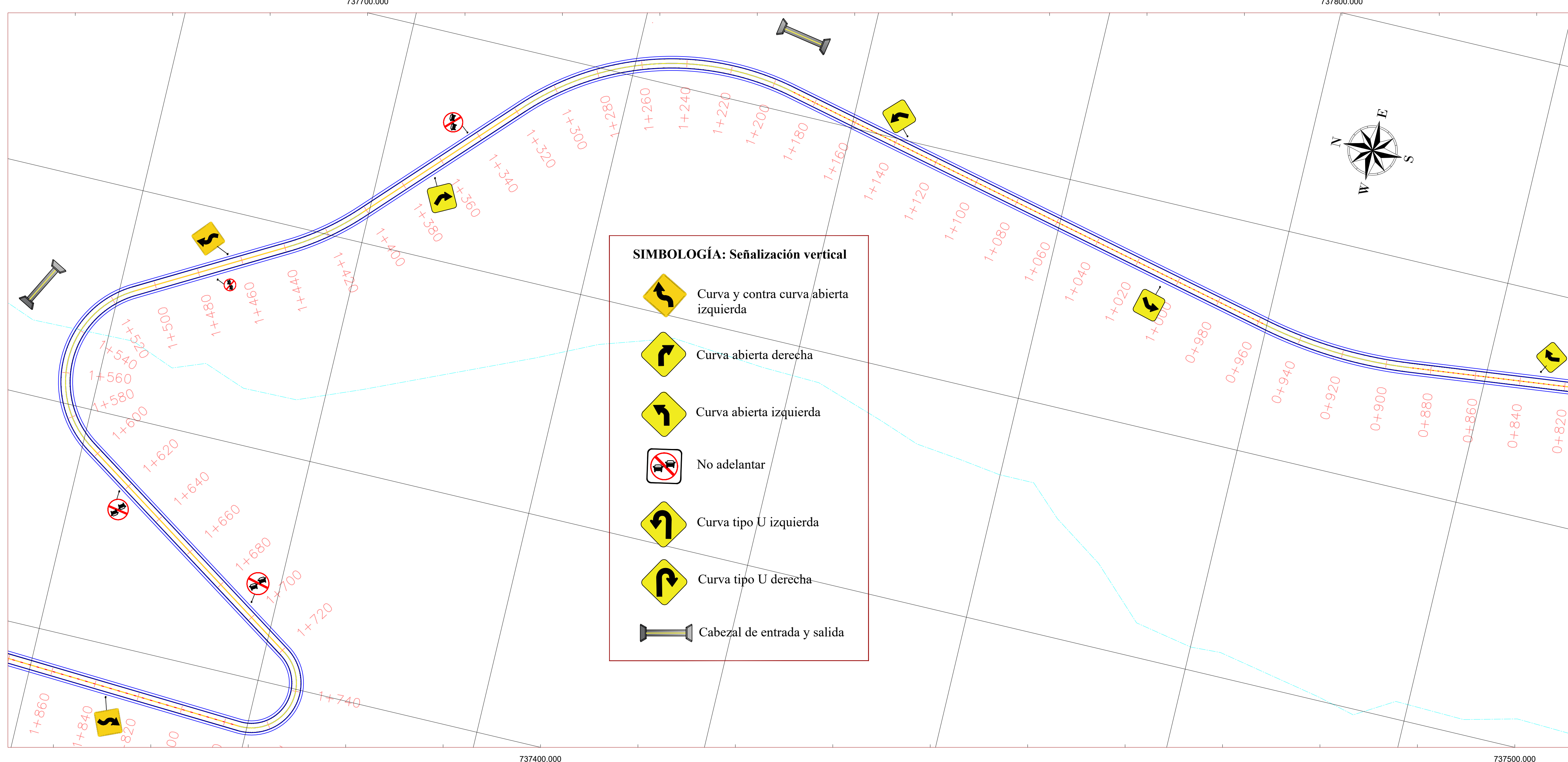
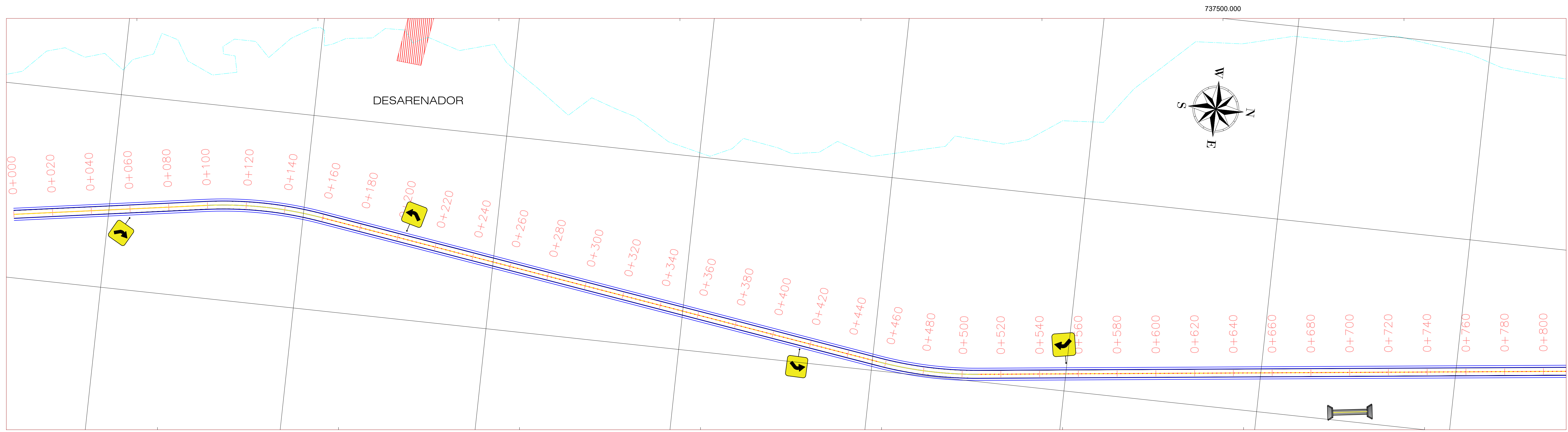


ELEVACION TN: 4189.20
ELEVACION RAS: 4189.20

K4+000.00



ELEVACION TN: 4196.38
ELEVACION RAS: 4196.38



SIMBOLOGÍA: Señalización vertical

-  Curva y contra curva abierta izquierda
-  Curva abierta derecha
-  Curva abierta izquierda
-  No adelantar
-  Curva tipo U izquierda
-  Curva tipo U derecha
-  Cabezal de entrada y salida



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

UBICACIÓN



PROYECTO:
"DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA - SILIPO - PINLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"

Ubicación:
Chuquibanza - Llangahua
CANTÓN: AMBATO
PROVINCIA: TUNGURAHUA

CONTENIDO:
SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL

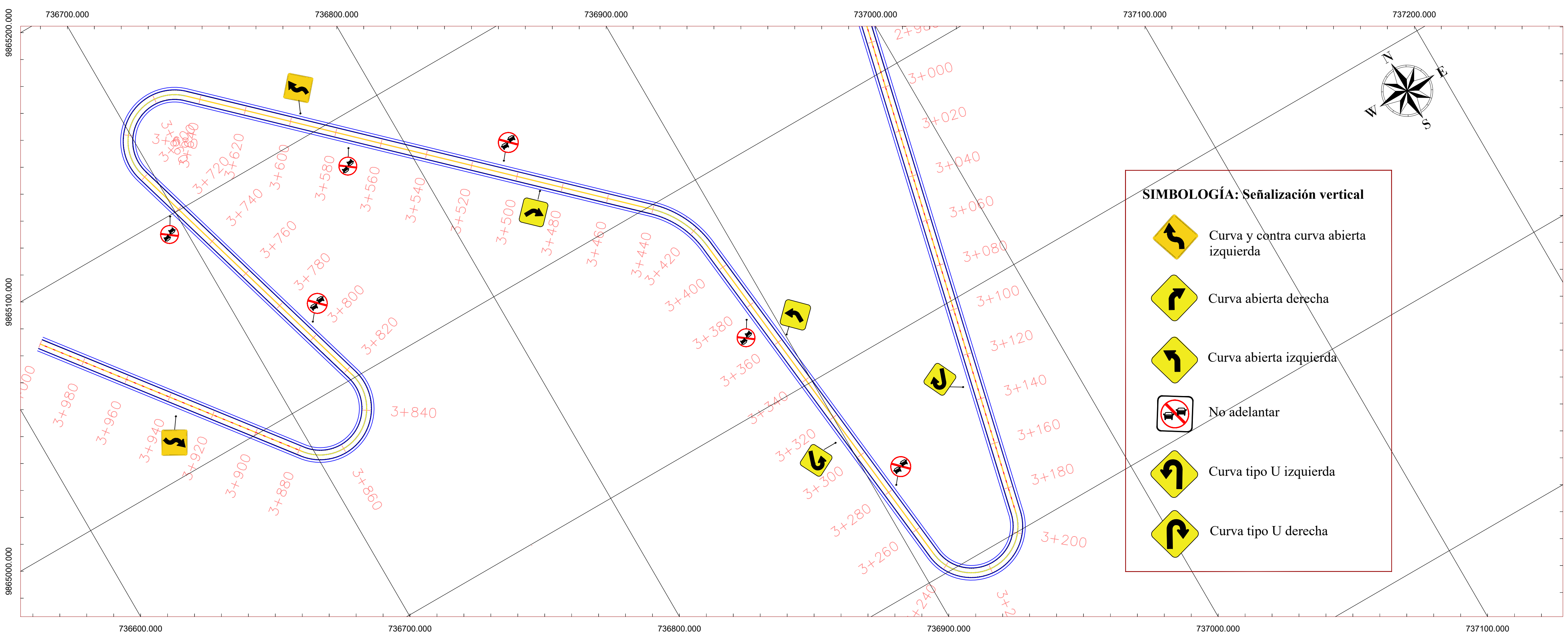
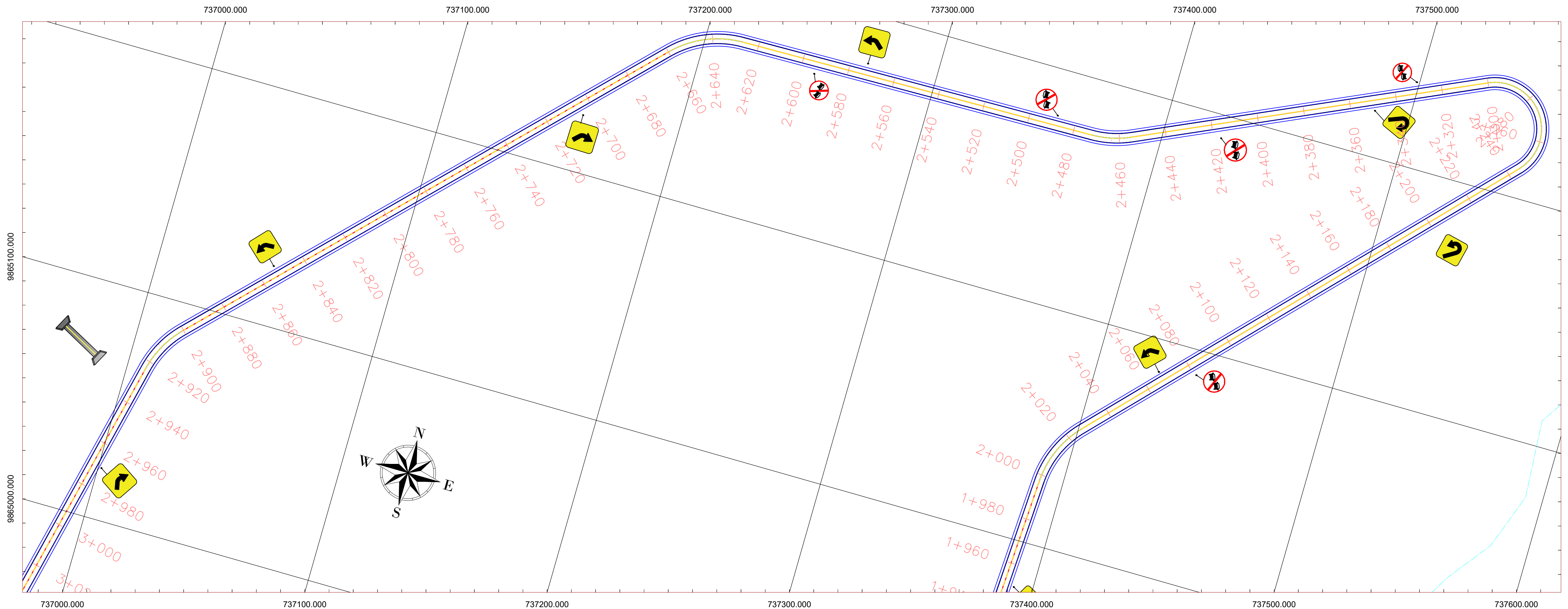
ELABORADO POR:
JENYFER MELANHY TENELEMA LEÓN

REVISADO POR:
ING. MG. FRICSON LUDGARDO MOREIRA C.

SIMBOLOGÍA: Señalización horizontal



-  Cruce de agua
-  Cuneta
-  Línea continua de borde de calzada
-  Línea continua de separación de circulación opuesta
-  Línea segmentada de separación de circulación opuesta

FECHA: 12 / 01 / 2024 **Lámina:**
ESCALA: 1:1000 **13 DE 14**




SIMBOLOGÍA: Señalización vertical

-  Curva y contra curva abierta izquierda
-  Curva abierta derecha
-  Curva abierta izquierda
-  No adelantar
-  Curva tipo U izquierda
-  Curva tipo U derecha

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

UBICACIÓN



PROYECTO:
 "DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA
 LLANGAHUA - SILIPO - PINLLOPATA PERTENECIENTES
 A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN
 EL TRAMO KM 0+000 - 4+000"






Ubicación:
 Chuquibanza - Llangahua
 CANTÓN: AMBATO
 PROVINCIA: TUNGURAHUA

CONTENIDO:
 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL

ELABORADO POR:
 JENYFER MELANHY TENELEMA LEÓN

REVISADO POR:
 ING. MG. FRICSON LUDGARDO MOREIRA C.

SIMBOLOGÍA: Señalización horizontal

-  Cruce de agua
-  Cuneta
-  Línea continua de borde de calzada
-  Línea continua de separación de circulación opuesta
-  Línea segmentada de separación de circulación opuesta

FECHA: 12 / 01 / 2024
ESCALA: 1:1000

Lámina:
14 DE 14