



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

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

TEMA:

**“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA –
SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE
TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000”**

AUTOR: Wilmer Stalyn Saransig Velásquez

TUTOR: Ing. Fricson Lutgardo Moreira Cedeño, Mg.

AMBATO – ECUADOR

Febrero – 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero 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 8+000 – 12+000”**, elaborado por el Sr. **Wilmer Stalyn Saransig Velásquez**, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1805475371, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, febrero 2024



Ing. Fricson Lutgardo Moreira Cedeño, Mg.

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Wilmer Stalyn Saransig Velásquez**, con C.I. 1805475371, declaro que todas las actividades y contenidos 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 8+000–12+000”**, así como también los análisis, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, febrero 2024



Wilmer Stalyn Saransig Velásquez

C.I. 1805475371

AUTOR

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



Wilmer Stalyn Saransig Velásquez

C.I. 1805475371


AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO


Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Wilmer Stalyn Saransig Velásquez 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 8+000 –12+000”**

Ambato, febrero 2024

Para constancia firman:



Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez, Ph.D.
MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente proyecto va dedicado a mis padres, Humberto Saransig y Virginia Velásquez, por su amor inquebrantable y apoyo constante a lo largo de esta travesía académica.

A mis hermanos, Kevin y Tania, por todos esos momentos de alegrías y tristezas que compartimos juntos.

Sin ustedes, este logro no sería posible.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la salud y fortaleza brindada en todo el transcurso de mi vida hasta finalmente lograr mis objetivos planteados.

Agradezco a mis padres y a mis hermanos por ser el pilar fundamental de mi vida y el motivo principal para seguir esforzándome día a día.

Agradezco mis amigos, Jenny y Jonathan por su apoyo incondicional y cariño brindado en momentos difíciles.

Agradezco la Universidad Técnica de Ambato, en especial a la Facultad de Ingeniería Civil por abrirme sus puertas, a los docentes por brindarme sus conocimientos durante mi carrera universitaria y a mi tutor Ing. Mg. Fricson Moreira, por el tiempo, la paciencia y la enseñanza a lo largo de este peldaño de mi vida para concluir con éxito este proyecto de titulación.

Sin la ayuda y apoyo de todos ustedes, este logro no habría sido posible.

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	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN EJECUTIVO	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes investigativos	1
1.2 Objetivos	6
1.2.1 Objetivo General	6
1.2.2 Objetivos Específicos.....	6
CAPÍTULO II	7
METODOLOGÍA	7
2.1 Materiales	7
2.2 Métodos	8
2.2.1 FASE PRELIMINAR	8
2.2.2 FASE 1	11
2.2.3 FASE 2.....	18
2.2.4 FASE 3	42

CAPÍTULO III	43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
3.1 FASE 1	43
3.1.1 Levantamiento de la faja topográfica	43
3.1.2 Estudio de tráfico	45
3.1.3 Estudio de suelos	46
3.2 FASE 2	51
3.2.1 Cálculos preliminares	51
3.2.2 Diseño geométrico de la vía	61
3.2.3 Diseño del pavimento	69
3.2.4 Señalización	79
3.3 FASE 3	80
3.3.1 Presupuesto referencial	80
CAPÍTULO IV	83
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
4.1 Conclusiones	83
4.2 Recomendaciones	85
MATERIALES DE REFERENCIA	86
Referencias Bibliográficas	86
Anexos	90
ANEXO A	90
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	90
ANEXO B	93
EXTRACCIÓN DE MUESTRAS	93
ANEXO C	95
TRÁFICO VEHICULAR	95
Anexo C-1. Conteo vehicular del día lunes	96

Anexo C-2. Conteo vehicular del día miércoles	97
Anexo C-3. Conteo vehicular del día viernes	98
Anexo C-4. Conteo vehicular del día sábado.....	99
Anexo C-5. Tabla nacional de pesos y dimensiones para transporte pesado.....	100
ANEXO D.....	102
ESTUDIO DE SUELOS	102
Anexo D-1. Fotografías de los ensayos de suelos.....	103
Anexo D-2. Ensayo de suelos Calicata 1 (Abscisa 8+650).....	108
Anexo D-3. Ensayo de suelos Calicata 2 (Abscisa 8+880).....	113
Anexo D-4. Ensayo de suelos Calicata 3 (Abscisa 9+500).....	118
Anexo D-5. Ensayo de suelos Calicata 4 (Abscisa 9+720).....	123
Anexo D-6. Ensayo de suelos Calicata 5 (Abscisa 10+150).....	128
Anexo D-7. Ensayo de suelos Calicata 6 (Abscisa 11+500).....	133
ANEXO E	138
PRESUPUESTO REFERENCIAL	138
Anexo E-1. Rubro 1 – Desbroce, desbosque y limpieza.....	139
Anexo E-2. Rubro 2 – Replanteo y nivelación	143
Anexo E-3. Rubro 3 – Excavación sin clasificar, incluye desalojo	145
Anexo E-4. Rubro 4 – Relleno compactado con material de sitio	148
Anexo E-5. Rubro 5 – Excavación para cunetas y encauzamiento a máquina	149
Anexo E-6. Rubro 6 – Transporte de material de excavación (transporte libre 500m)	151
Anexo E-7. Rubro 7 – Hormigón simple $f'c=180\text{kg/cm}^2$ para cunetas	152
Anexo E-8. Rubro 8 – Subbase clase 3 $e=20\text{cm}$, tendido y compactado.....	181
Anexo E-9. Rubro 9 – Transporte de subbase clase 3.....	187
Anexo E-10. Rubro 10 – Base clase 4 $e=15\text{cm}$, tendido y compactado	189
Anexo E-11. Rubro 11 – Transporte de base clase 3	191

Anexo E-12. Rubro 12 – Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta e=5cm, incluye imprimación.....	193
Anexo E-13. Rubro 13 – Transporte de mezcla asfáltica.....	202
Anexo E-14. Rubro 14 – Marcas de pavimento (pintura reflectiva, franjas de 12cm de ancho).....	203
Anexo E-15. Rubro 15 – Señal al lado de la carretera regulatoria (0.6mx0.60m)...	209
Anexo E-16. Rubro 16 – Señal al lado de la carretera preventiva (0.6mx0.60m) ...	213
Anexo E-17. Rubro 17 – Señal al lado de la carretera informativa (1.80mx0.60m)	217
Anexo E-18. Rubro 18 – Agua para control de polvo.....	221
ANEXO F	223
VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO	223
ANEXO G.....	229
MATERIALES Y EQUIPOS.....	229
ANEXO H.....	233
PLANOS	233

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01. Formato empleado para el conteo vehicular manual	11
Tabla N° 02. Ensayos para el estudio de suelos	12
Tabla N° 03. Sistema de clasificación de suelos AASHTO	15
Tabla N° 04. Sistema de clasificación de suelos SUCS	16
Tabla N° 05. Clasificación del suelo según el CBR.....	17
Tabla N° 06. Periodo de diseño	21
Tabla N° 07. Tasa de crecimiento de tráfico	21
Tabla N° 08. Factores de daño según el tipo de vehículo	22
Tabla N° 09. Factor de distribución por sentido (Ds)	23
Tabla N° 10. Factor de distribución por carril (Dc)	23
Tabla N° 11. Valor percentil de diseño de subrasante.....	24
Tabla N° 12. Clasificación de carreteras en función del TPDAf	25
Tabla N° 13. Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción	25
Tabla N° 14. Coeficiente de fricción (f) y radios mínimos	27
Tabla N° 15. Anchos de calzada según la clase de carretera.....	28
Tabla N° 16. Valores de diseño para ancho de espaldones	29
Tabla N° 17. Valores de diseño para taludes en terrenos planos.....	30
Tabla N° 18. Clasificación de la superficie de rodadura y su gradiente transversal .	30
Tabla N° 19. Niveles de confiabilidad por tipo de vía	33
Tabla N° 20. Determinación de la desviación estándar normal Zr a partir de la confiabilidad.....	33
Tabla N° 21. Índice de serviciabilidad en función de la calidad de la vía	34
Tabla N° 22. Especificaciones Marshall de diseño	36
Tabla N° 23. Especificaciones generales para base y subbase	38
Tabla N° 24. Espesores mínimos según los ejes equivalentes	40
Tabla N° 25. Capacidad de drenaje	40
Tabla N° 26. Coeficientes de drenaje (m) recomendados	41
Tabla N° 27. Coordenadas del levantamiento de la faja topográfica	44
Tabla N° 28. Puntos de extracción de muestra.....	46
Tabla N° 29. Resultados del ensayo de granulometría.....	48

Tabla N° 30. Resultados del ensayo de Límites de Atterberg.....	49
Tabla N° 31. Resultados del ensayo de Proctor Modificado.....	50
Tabla N° 32. Resultados del ensayo de CBR	50
Tabla N° 33. Hora pico del día sábado.....	52
Tabla N° 34. TPDA actual total	56
Tabla N° 35. TPDA futuro proyectado a 20 años	57
Tabla N° 36. Número de ejes equivalente	59
Tabla N° 37. Proceso para hallar el CBR de diseño.....	60
Tabla N° 38. Valores de diseño recomendados por la MTOP 2003	63
Tabla N° 39. Tangentes del alineamiento.....	63
Tabla N° 40. Curvas de alineamiento.....	64
Tabla N° 41. Curvas del perfil.....	66
Tabla N° 42. Resumen de parámetros para el diseño del pavimento	74
Tabla N° 43. Cálculo de los espesores de la estructura del pavimento	76
Tabla N° 44. Granulometría para base clase 4	78
Tabla N° 45. Granulometría para subbase clase 3.....	79
Tabla N° 46. Líneas longitudinales	79
Tabla N° 47. Identificación de la señalización vertical.....	80
Tabla N° 48. Presupuesto referencial del proyecto	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01. Ubicación del proyecto en el mapa	8
Figura N° 02. Georreferenciación del proyecto sector cantón Pangua-Cotopaxi	9
Figura N° 03. Características del terreno - cantón Pangua-Cotopaxi	10
Figura N° 04. Gráfica de plasticidad del SUCS	14
Figura N° 05. Trigésima hora de diseño	19
Figura N° 06. Espesores de las capas del pavimento	35
Figura N° 07. Nomograma para estimar el coeficiente estructural de la carpeta asfáltica	37
Figura N° 08. Nomograma para estimar el coeficiente estructural de la base granular	38
Figura N° 09. Nomograma para estimar el coeficiente estructural de la subbase granular	39
Figura N° 10. Colocación del primer punto de control en la abscisa 8+000	43
Figura N° 11. Colocación del último punto de control en la abscisa 12+000.....	44
Figura N° 12. Ubicación de la estación de conteo - sector Chuquibantza-Llangahua.	45
Figura N° 13. Ubicación de calicatas	46
Figura N° 14. Calicata N° 2 - subrasante.....	47
Figura N° 15. Distribución de tráfico de la hora máxima	52
Figura N° 16. Valor del CBR de diseño.....	60
Figura N° 17. Diseño geométrico horizontal	65
Figura N° 18. Diseño geométrico vertical.....	67
Figura N° 19. Sección típica	68
Figura N° 20. Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica (a1).....	71
Figura N° 21. Coeficiente estructural de la base granular (a2).....	72
Figura N° 22. Coeficiente estructural de la subbase granular (a3).....	73
Figura N° 23. Cálculo del número estructural (Ecuación AASHTO 93).....	75
Figura N° 24. Diseño de la estructura del pavimento flexible	77

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto vial que aborda la conexión entre las comunidades Llangahua, Silipo y Pinllopata, ubicadas en las provincias de Tungurahua y Cotopaxi, surge como respuesta a la identificación de la necesidad de establecer una conexión vial. Este enfoque se orienta a mejorar las condiciones de vida de los habitantes, reducir los tiempos de traslado de productos y fomentar el desarrollo social y económico en la región.

Se llevó a cabo un riguroso levantamiento topográfico y estudios de suelo, incluyendo análisis de Granulometría, Límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR. La clasificación del suelo como arena arcillosa de nula o baja plasticidad, junto con un CBR de diseño del 8.10 por ciento, estableció las bases para la planificación de la estructura del pavimento. Paralelamente, el estudio de tráfico determinó un TPDA proyectado de 94 vehículos/día para un período de diseño de 20 años, clasificando la vía como Colectora de Clase IV según las normativas del MTOP 2003. El diseño horizontal, vertical y transversal se ajustó conforme a dicha normativa, garantizando su coherencia con los parámetros establecidos, a partir de la información recopilada sobre las características del suelo y el flujo vehicular, se definió la estructura del pavimento, que contempla espesores efectivos para asegurar la funcionalidad y seguridad de la vía.

Finalmente, como resultado la cuantificación de la obra se llevó a cabo para obtener un presupuesto referencial del proyecto técnico, proporcionando así una comprensión clara de los recursos necesarios y facilitando la planificación precisa para la ejecución de la propuesta.

Palabras clave: Topografía, Pavimento, Granulometría, CBR, TPDA

ABSTRACT

The road project addressing the connection between the Llangahua, Silipo, and Pinllopata communities, located in the provinces of Tungurahua and Cotopaxi, emerges in response to the identification of the need to establish a road connection. This approach aims to improve the living conditions of the inhabitants, reduce product transportation times, and foster social and economic development in the region.

A rigorous topographic survey and soil studies were carried out, including Grain Size Analysis, Atterberg Limits, Modified Proctor, and CBR (California Bearing Ratio) analysis. The soil classification as non-plastic or low-plasticity clayey sand, along with a design CBR of 8.10 percent, laid the foundations for the planning of the pavement structure. Simultaneously, the traffic study determined a projected Design Traffic Volume (TPDA) of 94 vehicles/day for a 20-year design period, classifying the road as a Class IV Collector according to the regulations of MTOP 2003. The horizontal, vertical, and transverse design was adjusted in accordance with these regulations, ensuring its coherence with established parameters. Based on the information gathered about soil characteristics and traffic flow, the pavement structure was defined, considering effective thicknesses to ensure the functionality and safety of the road.

Finally, as a result, the quantification of the work was carried out to obtain a reference budget for the technical project, providing a clear understanding of the necessary resources and facilitating precise planning for the execution of the proposal.

Keywords: Topography, Pavement, Granulometry, CBR, TPDA

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

El diseño geométrico de una vía es una etapa esencial en la planificación y construcción de carreteras que se centra en establecer la configuración tridimensional de la ruta. Esta disciplina busca alcanzar objetivos fundamentales, tales como garantizar la seguridad vial, optimizar la eficiencia del tráfico y ofrecer una experiencia de conducción cómoda para los usuarios. Para lograrlo, se consideran aspectos como la alineación horizontal, que determina la disposición de curvas y rectas, la alineación vertical, que establece las pendientes y peraltes, así como la sección transversal, que define la anchura y la forma del camino. [1]

Todos los tipos de carreteras en una región, desde carreteras locales hasta autopistas, así como señales, instalaciones y sistemas eléctricos, forman parte de la infraestructura vial. Su función principal es permitir un tráfico seguro y eficiente para el transporte de personas y bienes. Contar con una extensa red de carreteras de alta calidad es crucial en Eslovaquia, ya que el transporte por carretera es el método más popular. Esto tiene ventajas, como la flexibilidad para transportar pasajeros y cargas a lugares lejanos de manera rápida y sin restricciones de tiempo. Además, una infraestructura vial sólida mejora la movilidad de los trabajadores y afecta áreas importantes como el turismo, las inversiones extranjeras y el desarrollo regional. Finalmente, todos estos elementos, como el empleo, los salarios y la inversión, tienen un impacto en el crecimiento económico del país, medido por el PIB, y tienen un impacto en el comercio y la cooperación internacional. La posición estratégica de Eslovaquia en Europa destaca la necesidad de contar con una infraestructura vial bien desarrollada, que incluya tanto carreteras locales como autopistas, para satisfacer las demandas diversificadas de todo el país y sus regiones. [2]

Al diseñar las características geométricas de una carretera, se debe tener en cuenta la topografía del terreno, que puede ser llana, ondulada o montañosa, y dentro de esta categoría, puede ser suave o escarpada. Un terreno se considera llano cuando no hay pendientes significativas en la ruta; ondulado cuando hay algunas pendientes, pero no

excesivas; y montañoso cuando las pendientes son la característica predominante. Si las pendientes son moderadas, el terreno se considera suave y las pendientes son pronunciadas. Además, la topografía de la tierra tiene un impacto significativo en los costos de construcción de un proyecto vial y puede limitar las opciones de diseño, especialmente en lo que respecta a las curvas y la geometría de la sección transversal de la carretera. [3]

En proyectos de ingeniería, los levantamientos topográficos tienen como objetivo principal determinar la posición relativa de puntos en un plano horizontal a través de la planimetría. Luego, se busca medir las diferencias de altura entre estos puntos en relación con ese plano mediante la altimetría. Estos datos son esenciales para crear mapas y planos topográficos que proporcionan información valiosa. Del mismo modo, durante el proceso de medición, se deben considerar errores que pueden ser sistemáticos, que siguen patrones y se pueden corregir, o accidentales, que son impredecibles y suceden debido a diversos factores. La gestión de estos errores es esencial para obtener mediciones precisas y resultados confiables. [4]

Los aspectos como la funcionalidad de las carreteras, la conectividad, la accesibilidad y la movilidad en una región se ven directamente afectados por los proyectos de infraestructura vial. No obstante, sus efectos en otras dimensiones son menos evidentes. Por lo tanto, Patiño, para simular cómo los cambios en la accesibilidad podrían afectar otros aspectos de la dimensión físico-espacial, utiliza en su investigación datos predictivos como la reducción de los tiempos de viaje y técnicas de análisis geoestadístico. [5]

Del mismo modo, Huamaní, en su publicación menciona que la infraestructura vial es fundamental para el progreso social y la vida diaria. El transporte de personas se ve directamente afectado por la calidad de las carreteras, lo cual es más crítico en áreas suburbanas con infraestructura inadecuada. Esto tiene un impacto tanto en la economía como en la sociedad en general. Para mantener la capacidad de exportación de un país y mejorar la calidad de vida de los usuarios, es esencial mantener las carreteras en buenas condiciones. Para evitar gastos y problemas de durabilidad, las vías deben mantenerse adecuadamente cuando se deterioran por el tráfico pesado. [6]

De acuerdo con Agudelo, cuando se planifica el diseño de una carretera, es importante tener en cuenta las características de los vehículos que la utilizarán durante su vida útil. Por lo tanto, se necesitan investigaciones previas para determinar los tipos de automóviles y su proporción en el tráfico. Debido a la gran diversidad de vehículos, es práctico agruparlos en categorías y establecer parámetros representativos para cada categoría. Estas categorías se denominan "vehículos de diseño" y se clasifican según su peso, dimensiones y funcionamiento. Los criterios de diseño de la carretera que transitarán los vehículos de esa categoría se establecen utilizando vehículos de diseño. Cada vehículo de diseño tiene dimensiones menos favorables que la mayoría desde la perspectiva del diseño geométrico. [7]

Es de importancia saber que las estructuras de pavimento están formadas por múltiples capas que se apoyan en la subrasante, que puede ser suelo natural o mejorado. La subrasante juega un papel importante en el rendimiento del pavimento, particularmente en el manejo de deformaciones. Debido a los bajos niveles de esfuerzo, la falla por esfuerzo cortante es poco probable en pavimentos rígidos o flexibles bien diseñados. Sin embargo, las deformaciones causadas por las cargas del tráfico son esenciales para la eficacia y la durabilidad del pavimento. Por lo tanto, la rigidez elástica, que se mide mediante pruebas de módulo resiliente (MR), es esencial para caracterizar los materiales de las capas del pavimento, incluida la subrasante. [8]

Además, en el diseño de pavimentos, la calidad de la subrasante y las capas de subbase desempeñan un papel fundamental en el rendimiento de la carretera. La subrasante y la subbase ayudan a mitigar los efectos del clima y las tensiones generadas por el tráfico. Construir una subrasante estable y una subbase adecuadamente drenada es vital para un pavimento duradero. La rigidez y resistencia de la subrasante son esenciales en el diseño del pavimento. En áreas de corte y relleno, se deben considerar problemas adicionales, como el drenaje y la estabilidad de las pendientes. La calidad de la subrasante es crucial para pavimentos construidos en cortes, mientras que los terraplenes a menudo proporcionan una subrasante de alta calidad. Las capas no ligadas en el pavimento son esenciales para la capacidad estructural y experimentan tensiones más altas en las capas superiores debido al tráfico. [9]

Por su parte, en los pavimentos flexibles, las subbases granulares deben cumplir con requisitos específicos de calidad. Esto incluye asegurarse de que tengan una capacidad

de soporte de al menos el 30%. Además, se establecen ciertas restricciones en términos de índice de plasticidad y límite líquido. Existen tres tipos de subbases con diferentes especificaciones en cuanto a tamaño de partículas, desde aquellas creadas mediante la trituración de roca o gravas hasta las que utilizan agregados naturales. También, es importante mencionar que las capas granulares pueden beneficiarse de la adición de emulsiones asfálticas. Las emulsiones asfálticas son productos que consisten en asfalto disperso en una solución acuosa. Sus propiedades varían dependiendo del tipo de agente emulsificante utilizado, que puede ser aniónico o catiónico, y esto afecta su estabilidad y eficacia. Tener en cuenta estos aspectos es crucial en la construcción de pavimentos flexibles para garantizar su rendimiento y durabilidad. [10]

El diseño de una vía está estrechamente relacionado con el mantenimiento de la misma, es por eso que Paima y Avila, en su presentación de diseño de mezclas con emulsión asfáltica concluyen que la estabilización de suelos con emulsión asfáltica para la rehabilitación de pavimentos da lugar a un diseño de mezcla que cumple con los estándares de resistencia Marshall especificados en el Manual de Carreteras EG-2013, sección 424. El uso de emulsiones asfálticas mejora la estabilidad de los suelos tratados, siendo esencial para el comportamiento adecuado de la mezcla. Determinando así que, una proporción del 4,8% de emulsión asfáltica y 2,88% de residuo asfáltico en la mezcla proporciona la capacidad de soportar el tráfico vehicular moderado, lo que la hace adecuada como capa de rodadura o capa base. [11]

Debido a esto, el Índice de Serviciabilidad de Pavimento (PSI) se emplea para evaluar el nivel de comodidad y seguridad que ofrece un pavimento en relación con el desplazamiento natural y normal de los vehículos. El PSI se califica en una escala del 0 al 5, donde un valor de 0 indica un estado muy deficiente del pavimento, y un valor de 5 señala que se encuentra en excelente estado. El cálculo del PSI se basa en la evaluación de la planimetría y altimetría del pavimento, así como en la medición de la rugosidad y la regularidad. La seguridad es un factor crítico en esta evaluación. Los resultados del PSI proporcionan una calificación del estado del pavimento y su impacto en la seguridad y comodidad de los usuarios. [12]

Por otra parte, el estado de carreteras y pistas de aterrizaje depende en gran medida de la resistencia de la subrasante. Evaluar esta resistencia es esencial en el diseño, construcción y mantenimiento de estas estructuras. Por lo tanto, se utilizan parámetros

como el CBR (Índice de Soporte California) o el valor K para estimar la capacidad de carga de la subrasante. Las pruebas de laboratorio para determinar el CBR y el valor K son laboriosas. Por ejemplo, el CBR mide la resistencia al corte de un material bajo ciertas condiciones, y su valor es crucial en el diseño de pavimentos flexibles. Además, la realización de una prueba de CBR de acuerdo con el método estándar implica un período mínimo de 7 días. [13]

Del mismo modo, Lagla, en su proyecto señala que el módulo dinámico es una información fundamental tanto para el diseño de mezclas asfálticas en pavimentos como para determinar el espesor de la capa de pavimento asfáltico. Su correcta determinación es esencial, ya que se utiliza como variable clave en el diseño estructural de pavimentos asfálticos. En Ecuador, existe un limitado conocimiento sobre cómo determinar este valor en mezclas asfálticas y su correlación con la estabilidad Marshall, que es el método predominante en el país. Aunque tradicionalmente se ha utilizado el módulo resiliente de las capas granulares basado en correlaciones con el Índice de Soporte California (CBR), los avances tecnológicos han permitido la determinación del módulo de rigidez de la mezcla asfáltica compactada. [14]

Al realizar la correlación entre el DCP y CBR, se dedujo que, la Relación de Soporte de California (CBR) en campo es un ensayo que evalúa la capacidad de soporte del suelo in situ para diferentes capas de pavimentos utilizando cargas para alcanzar esfuerzos específicos a penetraciones de 0,1" y 0,2". Sin embargo, su puesta en práctica requiere de una logística complicada, resulta costosa y tiene una capacidad de inspección limitada. El ensayo Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP), por otro lado, mide la penetración dinámica del suelo mediante golpes con un dispositivo de cono de penetración hasta 32" de profundidad y proporciona resultados instantáneos, lo que reduce los costos asociados. [15]

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 8+000 – 12+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 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.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

La presente investigación se dividió en tres fases que se enfocaron en cumplir con los objetivos propuestos en un inicio, en primer lugar se 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 finalmente 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

En la primera fase fue necesario un equipo completo RTK, GPS, Dron, celular y radios de intercomunicación para el levantamiento topográfico. Mientras que, para el registro del volumen de tráfico se usaron hojas de conteo y reloj. Finalmente, para el estudio de suelos se tuvo que realizar la extracción de muestras de suelo fueron necesarios herramientas manuales de excavación como pico, pala y azadón, además de costales para poder transportar las muestras y su posterior análisis en el laboratorio en donde se utilizaron recipientes metálicos, balanza digital, espátula, horno y agua. Los estudios de suelos conformaron los siguiente ensayos: Granulometría donde se ocuparon tamices de distinto diámetro, tamizadora eléctrica y bandeja de retención; por otro lado para determinar los Límites de Atterberg se emplearon la copa de Casagrande, tamiza #40, ranurador, recipiente de porcelana, pipeta y portaobjetos y por último para el ensayo de Proctor Modificado y CBR se utilizaron molde de 6", martillo de 10 lb, palustre, enrasador, probeta, calibrador, retorta, dial, prensa CBR (máquina Multispeed).

La segunda fase requirió de una Laptop, Software Microsoft Excel, Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP 2003, Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes MTOP 2002, NEVI12, Software AutoCAD Civil 3D para el diseño geométrico vial. Por su parte, el diseño de pavimento fue realizado

con el software (Ecuación AASHTO93) tomando las consideraciones Norma de diseño de estructura de pavimento.

Por último, en la fase tres se utilizaron una Laptop y Software Microsoft Excel para la obtención del presupuesto referencial del presente proyecto.

2.2 Métodos

Como se mencionó anteriormente el presente proyecto vial está dividido en tres fases, además de una fase preliminar que en esencia comprenden las etapas para la elaboración de un proyecto vial: prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos, estas buscan cumplir con los objetivos específicos del proyecto y se describen a continuación.

2.2.1 FASE PRELIMINAR

El presente proyecto está situado al este de la parroquia Pinllopata, en el cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi.

La delimitación geográfica de la parroquia Pinllopata se establece de la siguiente manera:

- Al norte, limita con el río Angamarca.
- Al sur, se extiende hasta el río Langaló, aguas arriba, hasta la montaña Sachapungo, y continúa por el camino que conduce a Ambato, hasta llegar a Romerillos.
- Al este, se encuentra demarcada por el río Carioco y los páramos de Romerillos, es decir, los límites cantonales.
- Al oeste, la delimitación comprende el río Tingo y Caparina en línea recta hasta el puente de San Francisco. [16]

Figura N° 01. Ubicación del proyecto en el mapa



Fuente: GAD Parroquial Pinllopata [16]

Figura N° 02. Georreferenciación del proyecto, sector cantón Pangua-Cotopaxi



Fuente: Google Earth Pro

Durante una evaluación preliminar realizada a la zona del proyecto conjuntamente con personal del Consejo Provincial de Tungurahua, Consejo Provincial de Cotopaxi y el GAD Municipal de Pangua para recolectar datos del sector, se constató una notable escasez de tráfico vehicular, atribuible a las dificultades de acceso que presenta la región. Este factor podría generar complicaciones en la movilización de la población local. Asimismo, durante un recorrido, se evidenció que el ecosistema del páramo está caracterizado principalmente por la presencia de arbustales siempreverdes, herbazales de páramo y herbazales húmedos. Además, de acuerdo con las características

edafológicas de la zona del páramo, es común encontrar una serie de plantas adaptadas a las bajas temperaturas y la alta radiación solar, así como a su capacidad para retener agua. Estas plantas pueden formar cojines o matas llamados colchones de agua, que ayudan a retener el agua y a regular el flujo de los ríos y arroyos que nacen en este sector.

No obstante, la característica más desafiante identificada en el área de intervención es el terreno escarpado y montañoso, lo cual podría generar complicaciones significativas en el diseño de la vía, dada la presencia de pendientes pronunciadas.

Figura N° 03. Características del terreno - cantón Pangua-Cotopaxi



Fuente: Autor










Las parroquias rurales a menudo enfrentan deficiencias en infraestructura de salud y educación, lo que lleva a muchos jóvenes a emigrar en busca de oportunidades educativas. Por esta razón, uno de los objetivos clave del proyecto es mejorar la conectividad entre ciudades mediante la creación de nuevas rutas, como la vía Llangahua - Silipo - Pinllopatá. De esta manera, la implementación de una nueva vía contribuirá a reducir la pobreza, acortar los tiempos de desplazamiento hacia centros de salud y reducir los costos de transporte, generando un impacto positivo en la calidad de vida de la población.

2.2.2 FASE 1

Esta primera fase buscó realizar las actividades de campo referentes al levantamiento de faja topográfica, el estudio de tráfico vehicular y la extracción de muestras de suelo para la ejecución de ensayos de laboratorio por lo que se hizo una investigación de tipo exploratoria o de campo, de esta manera se pudo realizar el reconocimiento del terreno y sobre todo establecer los puntos de control y ubicación de los puntos del trayecto, actividades previas al levantamiento de la franja topográfica de 100 metros realizada con dron.

Posteriormente, se procedió con el registro del volumen de tráfico vehicular empleando el método de conteo manual, información que luego ayudó a clasificar al tipo de vía en función del TPDA.

Tabla N° 01. Formato empleado para el conteo vehicular manual

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		CONTEO DE TRÁFICO									
PROYECTO:		ESTACIÓN:		SENTIDO:									
FECHA:		DÍA:		ESTADO DEL TIEMPO:		RESPONSABLE:							
HORA	min	LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL PESADOS	TOTALES	ACUMULADO POR HORA	
				2D 	2DA 	2DB 	3A 	4C 	3S2 	3S3 			
6	00-15												
	15-30												
	30-45												
7	45-00												
	00-15												
	15-30												
8	30-45												
	45-00												
	00-15												
9	15-30												
	30-45												
	45-00												
10	00-15												
	15-30												
	30-45												
11	45-00												
	00-15												
	15-30												
12	30-45												
	45-00												
	00-15												
13	15-30												
	30-45												
	45-00												
14	00-15												
	15-30												
	30-45												
15	45-00												
	00-15												
	15-30												
16	30-45												
	45-00												
	00-15												
17	15-30												
	30-45												
	45-00												
SUMA 1													
SUMA 2													
SUMA TOTAL													

Fuente: Autor

Como siguiente actividad, se programó la extracción de muestras de suelo mediante la aplicación del método de pozo a cielo abierto. Para ello, se dispusieron calicatas a lo largo de la vía de estudio, conforme a lo establecido en la normativa NTE INEN 686 [17]. Las calicatas excavadas tuvieron dimensiones de aproximadamente 1 m³. De este modo se procedió a extraer muestras alteradas, aproximadamente 50 kg por calicata, excluyendo una capa superficial de alrededor de 20 a 30 cm, correspondiente al material orgánico del suelo. Cabe mencionar que la ubicación de estos puntos de muestreo se definió durante el prediseño de la vía.

La identificación de los puntos de extracción de muestra de suelo que incluyeron zonas de corte, relleno y subrasante, esta última es donde se ubicará la estructura del pavimento. Una vez obtenidas las muestras se procedió con la investigación de laboratorio para estudiar las características y propiedades de dicho suelo. Se realizaron los ensayos a cada muestra empleando un método de investigación cuantitativo porque se recolectaron datos numéricos que luego fueron tabulados y analizados.

Tabla N° 02. Ensayos para el estudio de suelos

Ensayo	Normativa
Análisis Granulométrico	ASTM D421-58 NTE INEN 696
Límites de Atterberg - Limite líquido - Limite Plástico	ASTM D4318 NTE INEN 691 NTE INEN 692
Proctor modificado	AASHTO T180 ASTM D1557
CBR	ASTM D1883

Fuente: Autor

Análisis Granulométrico

Este ensayo fue realizado con una muestra de 1000 gr de suelo por calicata pesado en una balanza digital sin incluir el recipiente, luego este suelo fue ubicado en un juego de tamices colocados de mayor (tamiz # 4) a menor abertura (tamiz #200) en orden descendente que luego fue colocado en una tamizadora mecánica durante 15 min. Por

último, la cantidad de suelo retenida en cada tamiz fue pesada y tabulada en tablas para su posterior análisis. Con este ensayo se clasificó el tamaño de granos existentes dentro del suelo, es decir, se analizó la composición granulométrica del mismo. [18]

Límites de Atterberg

Para realizar tanto el ensayo de límite líquido como el de límite plástico, fue necesario únicamente el suelo que pasa por el tamiz #40.

- Límite Líquido (LL)

Para llevar a cabo este ensayo, se inició depositando 300 gramos de suelo en un mortero, el cual fue mezclado con agua hasta alcanzar una pasta uniforme. Posteriormente, una porción de esta pasta fue colocada en la copa de Casagrande, utilizando una espátula. A continuación, se procedió a golpear la copa siguiendo el número de golpes especificado por la normativa. Cada muestra fue sometida a cuatro repeticiones, correspondientes a cuatro rangos de golpes: 0-15, 15-30, 30-45 y 45-60. Tras realizar cada ensayo, la muestra fue pesada y posteriormente colocada en el horno, con el propósito de determinar el porcentaje de humedad contenido en cada muestra de suelo. [19]

- Límite Plástico (LP)

Utilizando la porción remanente del ensayo de límite líquido, se dieron forma a pequeñas porciones de pasta sobre una placa de vidrio, con el objetivo de crear 5 rollos de 5 cm de longitud y con diámetros comprendidos entre 3 y 4 mm. Posteriormente, dichos rollos fueron pesados y trasladados al horno. [20]

- Índice de plasticidad (IP)

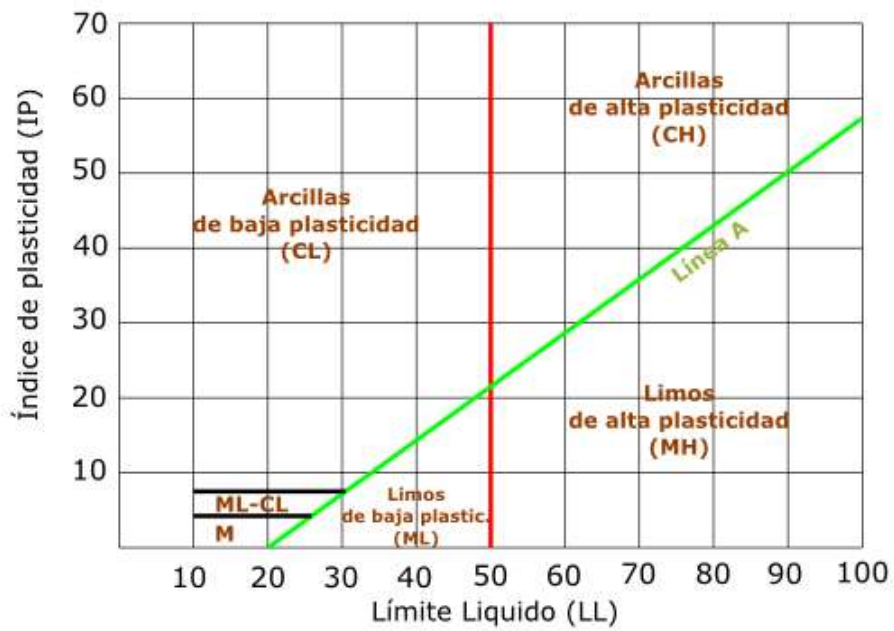
Se calculó el índice de plasticidad mediante la siguiente fórmula:

$$IP = LL - LP$$

(Ecuación 2.1)

En la eventualidad de que el límite plástico sea igual o superior al límite líquido, o en situaciones donde no sea posible determinar tanto el límite líquido como el límite plástico, se categorizará el suelo como no plástico (NP). [19]

Figura N° 04. Gráfica de plasticidad del SUCS



Fuente: Norma ASTM D 2487 [21]

Los resultados de estos análisis resultaron esenciales para la clasificación del suelo según el sistema AASHTO y SUCS. Este método se fundamenta en los resultados obtenidos del análisis granulométrico y los límites de Atterberg, siendo de vital importancia para la planificación y construcción de carreteras y terraplenes. [22]

Tabla N° 03. Sistema de clasificación de suelos AASHTO

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

Fuente: Norma AASHTO M-145 [23]

Tabla N° 04. 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.	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.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ 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 plasticidad.	
						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.				

Fuente: Norma ASTM D 2487 [21]

Proctor modificado

Este análisis demandó 6000 gramos de muestra obtenida de cada calicata, las cuales fueron tamizadas con malla #4 y secadas al ambiente. Cada muestra se dispuso en una bandeja metálica de gran tamaño, se le añadió agua y se mezcló; después de homogeneizarla, se dividió en 5 porciones. Se midió y pesó el molde con retorta, se instaló el collarín y cada porción de suelo se colocó y compactó en capas mediante 56 golpes. A continuación, se retiró el collarín, se niveló la superficie y se pesó el molde con el suelo compactado. Posteriormente, se tomaron muestras de la cara superior e inferior, las cuales fueron pesadas e introducidas al horno. Este procedimiento se repitió en cuatro ocasiones por calicata, conforme a lo establecido por la normativa, con el objetivo de determinar el contenido óptimo de humedad y la densidad máxima del suelo. [24]

CBR

Este estudio se ejecutó utilizando tres porciones de muestra, cada una con un peso de 6000 gramos. Se añadió gradualmente un porcentaje específico de agua con el propósito de alcanzar el contenido de humedad óptimo determinado en el ensayo del Proctor Modificado. Después de una completa mezcla de la muestra, esta se dispuso en un molde que previamente había sido pesado y medido, y posteriormente se compactaron las cinco capas mediante 11 golpes. Una vez compactada, se retiró el collarín, se niveló la superficie y se pesó la muestra con el molde. Luego, se colocaron los anillos, el trípode con el dial de deformaciones, y se registraron las lecturas. Seguidamente, la muestra, aún en el molde, se sumergió en agua durante 4 días hasta su completa saturación. Transcurrido este período, se registraron las lecturas del deformímetro, se pesó la muestra y se sometió a ensayos en la prensa de CBR. Finalmente, se tomaron muestras de las caras inferior y superior, las cuales fueron pesadas y colocadas en el horno. Este mismo procedimiento se replicó para 27 y 56 golpes, siendo necesario realizar todo el proceso para la muestra de cada calicata. [25]

Tabla N° 05. Clasificación del suelo según el CBR

CBR	Clasificación general	Usos
2 - 5	Muy Mala	Subrasante
5 - 8	Mala	Subrasante
8 - 20	Regular-Buena	Subrasante
20 - 30	Excelente	Subrasante
30 - 60	Buena	Subbase
60 - 80	Buena	Base
80 - 100	Excelente	Base

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO 93 [26]

2.2.3 FASE 2

Como segunda actividad 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. Además, en este punto se realizó la recolección de datos numéricos, para su procesamiento se empleó el método de investigación cuantitativa para tabular la información y resultados recolectados en la primera fase.

2.2.3.1 Cálculos preliminares

TPDA

Como primer dato a calcular se encontraba el TPDA, necesario tanto para el diseño geométrico como del pavimento, la normativa recomienda contar con un registro de datos más preciso que refleje la información de varios años para estimar más fácilmente y de manera confiable el crecimiento vehicular, sin embargo al no contar con esta información la misma normativa recomienda el método de la trigésima hora de diseño o tránsito de hora pico como alternativa, el cual requiere de las siguientes fórmulas:

$$FHMD = \frac{Q}{4 * Q_{15\text{máx}}}$$

(Ecuación 2.2)

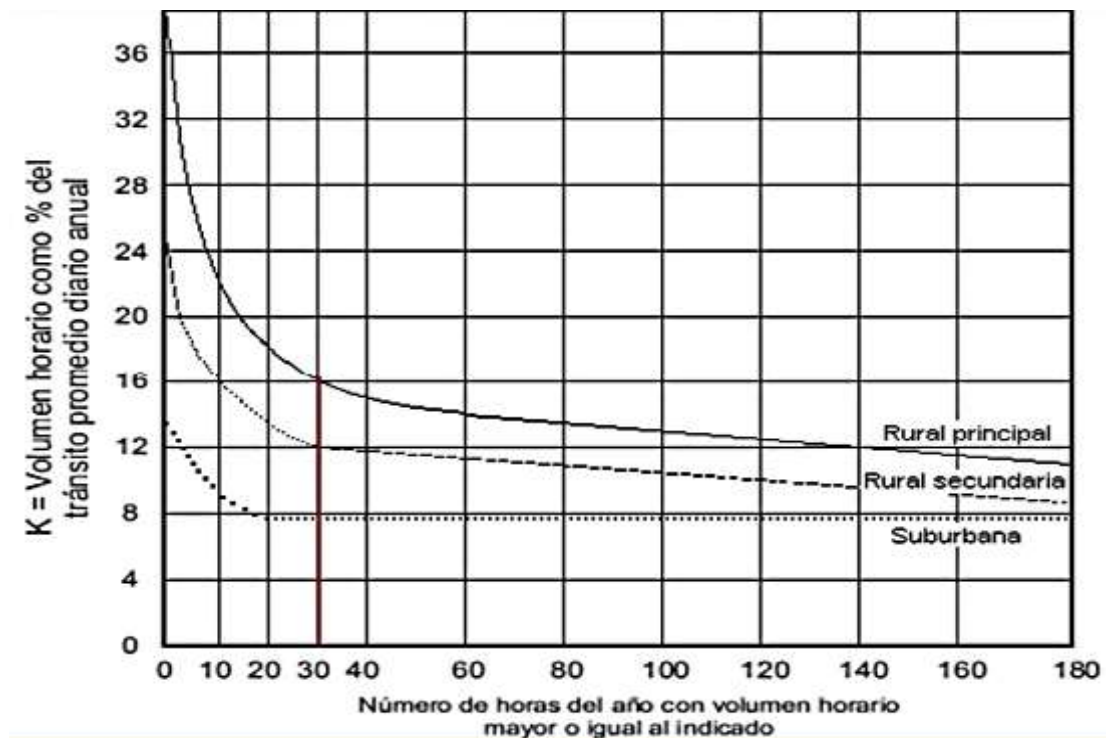
Donde:

Q : Volumen de tráfico durante una hora.

$Q_{15m\acute{a}x}$: Volumen de tráfico máximo registrado durante 15 min de la hora pico.

El método de la 30va hora de diseño se basa en conocer el volumen de tránsito de la hora pico para calcular el TPDA actual. Para carreteras rurales su valor característico es el 15% del TPDA, por otro lado, para carreteras urbanas su valor representativo es el 10% del TPDA. [3]

Figura N° 05. Trigésima hora de diseño



Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003 [3]

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

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

(Ecuación 2.3)

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 %.

Al tratarse del diseño de una nueva vía se añaden otros tipos de tráfico, como el es tráfico desviado, este es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte con el fin de ahorrar tiempos de circulación, acortar distancias y costos; el tráfico generado, que se constituye por el número de viajes que se efectúan si la carretera presenta las mejores condiciones de circulación, seguridad y comodidad; y finalmente el tráfico desarrollado, que se produce por incorporación de nuevas áreas de producción de las zonas localizadas en el área de influencia de la carretera. [3]

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

(Ecuación 2.4)

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

(Ecuación 2.5)

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

(Ecuación 2.6)

Finalmente, se obtiene el TPDA actual total mediante la siguiente fórmula:

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

(Ecuación 2.7)

Para el cálculo del TPDA futuro o tráfico proyectado, en este caso para un periodo de 20 años, se aplicó la siguiente fórmula:

$$T_f = T_a (1 + i)^n$$

(Ecuación 2.8)

Donde:

T_a : Tráfico total.

i : Tasa de crecimiento del tráfico proporcionado por el MOP.

n : Periodo de diseño (20 años).

El periodo de diseño se refiere al lapso previsto para el funcionamiento adecuado de la estructura del pavimento, sin requerir rehabilitación. Se consideran los ejes equivalentes sencillos de 8,2 toneladas acumulados a lo largo del período de diseño [26]. La tabla adjunta presenta una estimación del período de diseño según el tipo de carretera que se va a construir.

Tabla N° 06. Periodo de diseño

Tipo de carretera	Periodo de diseño (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: Diseño de pavimentos, AASHTO 93 [26]

Los valores de tasa de crecimiento de tráfico según lo estipulado por la Norma Ecuatoriana MTOP 2003, se encuentran detallados a continuación:

Tabla N° 07. 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 [3]

Número de ejes equivalentes

Una vez calculado el TPDA, se procedió con el análisis del número de ejes equivalentes, para ello se tuvo que considerar los factores de daño según la clase de vehículo, tomando en cuenta el tipo de eje y su respectivo peso (véase en el Anexo C. Este factor permite saber las afectaciones que sufrirá la estructura del pavimento causadas por los vehículos. En la siguiente tabla se presentan los factores de daño para los transportes más comunes.

Tabla N° 08. Factores de daño según el tipo de vehículo

TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DAÑO
	tons	(P/6.6) ^4	tons	(P/8.2) ^4	tons	(P/15) ^4	tons	(P/23) ^4	
BUS	4	0.13	8	0.91					1.04
2D	3	0.04							0.17
	4	0.13							
2DA	3	0.04	7	0.53					0.57
2DB	7	1.27	11	3.24					4.51
3A	7	1.27			20	3.16			4.43
4C	7	1.27					24	1.19	2.46
3S2	7	1.27			20	6.32			7.59
3S3	7	1.27			20	3.16	24	1.19	5.62

Fuente: Autor

El número de ejes equivalentes acumulado para el año actual (2023) se calcula de la siguiente manera:

$$W18 \text{ acumulado}_{2023} = [\sum(TPDA_{tipo} * FD)] * 365$$

(Ecuación 2.9)

Mientras que, para calcular el número de ejes equivalentes acumulado a partir del año siguiente, se utiliza la siguiente ecuación:

$$W18_{acumulado}_{2024} = \{[\sum(TPDA_{tipo} * FD)] * 365\} + W18_{acumulado}_{anterior}$$

(Ecuación 2.10)

Donde:

$TPDA_{tipo}$: Tráfico según el tipo de vehículo

FD : Factor de daño de acuerdo con el tipo de vehículo

Para el cálculo del número de ejes equivalentes por sentido se considera un factor de distribución por sentido.

Tabla N° 09. Factor de distribución por sentido (Ds)

Número de carriles en ambas direcciones	Porcentaje de W18 por sentido
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO 93 [26]

Su fórmula se presenta a continuación:

$$W18_{por\ sentido} = W18_{acumulado} * Ds$$

(Ecuación 2.11)

Para determinar el número de ejes equivalentes en el carril de diseño se considera un factor de distribución por carril.

Tabla N° 10. Factor de distribución por carril (Dc)

Número de carriles en cada sentido	Porcentaje de W18 en el carril de diseño
1	100

2	80 - 100
3	60 - 80
4 o más	50 - 75

Fuente: *Diseño de pavimentos, AASHTO 93* [26]

Su fórmula se presenta a continuación:

$$W18_{\text{carril diseño}} = W18_{\text{por sentido}} * Dc$$

(Ecuación 2.12)

CBR de diseño

El cálculo del CBR de diseño es de importancia para el diseño del pavimento, este valor se lo obtendrá a partir de los CBR puntuales, además, se deberá trabajar juntamente con el número de ejes equivalente en el carril de diseño para así obtener el valor percentil para diseño de la subrasante.

Tabla N° 11. Valor percentil de diseño de subrasante

Número de ejes en el carril de diseño	Valor percentil para diseño de la subrasante
< 10000	60%
10000 a 1000000	75%
> 1 000000	87.5%

Fuente: *Norma Ecuatoriana MTOP 2003* [3]

2.2.3.2 Diseño geométrico

Posteriormente, a partir de los resultados de los datos procesados del estudio de tráfico, se obtuvo la información necesaria para poder clasificar a la vía en función del TPDA proyectado y determinar las características que se deben considerar en la vía para el diseño geométrico, entre algunas de estas características está las pendientes máximas y mínimas, radios mínimos, velocidad de diseño, entre otras que ayudan a crear un diseño horizontal que vaya en armonía con el diseño vertical. [3]

Tabla N° 12. Clasificación de carreteras en función del TPDA_f

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO	
Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA _f
R-I o R-II	Más de 8.000
I	De 3.000 a 8.000
II	De 1.000 a 3.000
III	De 300 a 1.000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003 [3]

Tabla N° 13. Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción

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 %											
Ancho de pavimento (m)	6.00						4.00					
LL= TERRENO PLANO O= TERRENO ONDULADO M= TERRENO MONTAÑOSO												

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003 [3]

Diseño horizontal

En primer lugar, la velocidad de circulación se obtuvo mediante la velocidad de diseño utilizando la siguiente fórmula:

$$V_c = 0.80 * V_d + 6.50$$

(Ecuación 2.13)

Donde:

V_d : Velocidad de diseño.

V_c : Velocidad de circulación.

Otro elemento importante para considerar es la distancia de visibilidad de parada:

$$D_p = d_1 + d_2$$

(Ecuación 2.14)

Donde:

D_p : Distancia de visibilidad de parada

d_1 : Distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción, en metros.

d_2 : Distancia de parada expresada en metros.

$$d_1 = \frac{V_c * t}{3.6 \text{ seg}} \rightarrow d_1 = 0.7 * V_c$$

(Ecuación 2.15)

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

(Ecuación 2.16)

Donde:

t : Tiempo de percepción más reacción en segundos (2,5).

f : Coeficiente de fricción longitudinal.

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

(Ecuación 2.17)

De manera similar, se determinó la distancia necesaria para llevar a cabo adelantamientos o rebasamientos:

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

(Ecuación 2.18)

Donde:

D_r : Distancia de visibilidad de rebasamiento, expresado en metros.

Y, por último, el radio mínimo de curvatura horizontal:

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

(Ecuación 2.19)

Donde:

e : Peralte de curvatura m/m

f : Coeficiente de fricción lateral

A continuación se detallan los valores de coeficiente de fricción y radios mínimos establecidos por el MTOP.

Tabla N° 14. Coeficiente de fricción (f) y radios mínimos

Velocidad de diseño [km/h]	f máximo	Radio mínimo calculado				Radio mínimo recomendado			
		e=0,10	e=0,08	e=0,06	e=0,04	e=0,10	e=0,08	e=0,06	e=0,04
20	0,350		7,32	7,68	8,08	15	18	20	20
25	0,315		12,46	13,12	13,86	15	20	25	25
30	0,284		19,47	20,60	21,87	20	25	30	30
35	0,255		28,79	30,62	32,70	30	30	35	36
40	0,221		41,86	44,83	48,27	40	42	45	50
45	0,206		55,75	59,94	64,82	55	58	60	66
50	0,190		72,91	78,74	85,59	70	75	80	90
60	0,165	106,97	115,70	125,98	138,28	110	120	130	140
70	0,150	154,33	167,75	183,73	203,07	160	170	185	205
80	0,140	209,97	229,06	251,97	279,97	210	230	255	280
90	0,134	272,56	298,04	328,76	366,55	275	300	330	370

100	0,130	342,35	374,95	414,42	463,18	350	375	415	465
110	0,124	425,34	467,04	517,80	580,95	430	470	520	585
120	0,120	515,39	566,39	629,92	708,66	520	570	630	710

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003 [3]

Diseño vertical

A partir de la información proporcionada en la Tabla N° 13, fue posible establecer la pendiente máxima y mínima de la carretera, teniendo en cuenta su topografía y categoría. Asimismo, se realizó el cálculo de la longitud de la curva mediante la siguiente fórmula:

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

(Ecuación 2.20)

Sección transversal

En esta sección, se han considerado de manera general los aspectos relacionados con la sección típica de la calzada que se utilizará para el diseño.

- Ancho de la calzada

En situaciones caracterizadas por elevados volúmenes de tráfico o velocidades de diseño considerables, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP) recomienda optar por el ancho máximo de pavimento que resulte económicamente viable. En contraste, en escenarios donde las velocidades de diseño son reducidas o los volúmenes de tráfico son bajos, se aconseja seleccionar el ancho mínimo permitido, siempre y cuando este garantice la preservación de la superficie ante las cargas vehiculares, evitando así posibles deterioros. [3]

Tabla N° 15. 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 [3]

- **Espaldones**

Los espaldones desempeñan diversas funciones, tales como proporcionar áreas para estacionamiento temporal fuera de la superficie de rodadura, evitando así obstrucciones al tráfico. Además, contribuyen a mejorar la distancia de visibilidad en curvas horizontales y actúan como soporte lateral del pavimento. [3]

Tabla N° 16. 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 [3]

- **Taludes**

La integración adecuada de taludes en corte y en relleno es esencial para garantizar la seguridad y estética de las carreteras, además de tener un impacto significativo en los costos de mantenimiento. El diseño de estos taludes debe tener en cuenta las condiciones del suelo, las características geométricas de la vía y la pendiente que sea

económicamente viable. En áreas montañosas con un importante movimiento de tierras, se recomienda prestar una atención especial a los taludes en corte en las curvas horizontales para asegurar una distancia de visibilidad adecuada a un costo razonable. Por otro lado, en terrenos planos, se sugiere seguir las pautas proporcionadas en la tabla mostrada a continuación. [3]

Tabla N° 17. Valores de diseño para taludes en terrenos planos

CLASE DE CARRETERA		TALUD	
		H: V	
Categoría	TPDA _f	CORTE	RELLENO
RI – RII	>8000	3:1	4:1
I	3000 – 8000	3:1	4:1
II	1000 – 3000	2:1	3:1
III	300 – 1000	2:1	2:1
IV	100 – 300	1,8 – 1:1	1,5 – 2:1
V	<100	1,8 – 1:1	1,5 – 2:1

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003 [3]

- **Tipo de superficie de rodadura y bombeo**

La relación entre el diseño geométrico y la superficie de rodadura es crucial, ya que afecta la indeformabilidad de la superficie, el drenaje eficiente del agua y la operación vehicular. En pavimentos con alto grado estructural e indeformables, se minimiza el deterioro en los bordes, y su superficie lisa facilita un eficaz drenaje. Por otro lado, en pavimentos con bajo grado estructural, se requieren gradientes transversales más pronunciadas para evitar el estancamiento y el ablandamiento de la superficie. La elección del tipo de superficie se relaciona con la velocidad de diseño, ya que las superficies lisas favorecen velocidades más altas. [3]

Tabla N° 18. 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 [3]

- Cunetas

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas, prescribe la instalación de una cuneta a una profundidad de 30 cm con respecto a la rasante en vías con topografía montañosa, en lugar de hacerlo con respecto a la subrasante, y se indica revestirla con el propósito de resguardar el pavimento de la carretera. Mediante este enfoque de diseño, se logra reducir la dimensión lateral del corte, resultando en una disminución del volumen de tierras correspondiente. [3]

Partiendo de estas consideraciones, lo primero que se hizo fue plantear rutas alternativas mediante la creación de la línea de ceros en el programa Civil 3D, respetando las pendientes entre curvas de nivel para evitarse problemas futuros en las pendientes de perfil. Una vez definida la ruta, lo siguiente fue la creación de un alineamiento con tangentes y curvas que definían al diseño horizontal y por último la creación del perfil del terreno y del proyecto, estableciendo curvas verticales y gradientes definitivas. Durante toda esta etapa de diseño fue muy necesaria la investigación documental ya que se tuvo presente las consideraciones de la normativa de diseño, donde se pueden encontrar las distintas recomendaciones que el diseñador debe tener para lograr un resultado que trate de cumplir con las mayores exigencias a un mínimo costo, todo en beneficio del conductor y peatón. [27]

2.2.3.3 Diseño del pavimento

Finalmente, una vez obtenidos los resultados del estudio de suelos se pudo realizar el diseño del pavimento, estableciendo los espesores de la base, subbase y capa de rodadura que son los que conforman la estructura del pavimento.

El enfoque principal del diseño de pavimentos flexibles según el método AASHTO-1993 radica en la determinación de un "número estructural (SN)" para el pavimento, que sea capaz de resistir el nivel de carga requerido. La fórmula propuesta para este tipo de pavimentos es la siguiente:

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

(Ecuación 2.21)

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 : Desvió estándar de todas las variables

ΔPSI : Pérdida de serviciabilidad

M_R : Módulo resiliente de la subrasante (psi)

Confiabilidad (R)

Se alude al nivel de certeza o seguridad asociado a una opción de diseño específica, con el propósito de evaluar la probabilidad de que el pavimento pueda resistir las repeticiones de carga aplicadas durante su vida útil. A medida que se elige un nivel de confiabilidad (R) más elevado, se requieren mayores espesores. [18]

Tabla N° 19. Niveles de confiabilidad por tipo de vía

Clasificación funcional	Nivel de Confiabilidad, R, recomendado	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO 93 [26]

Desviación estándar normal (Z_r)

Los valores de desviación estándar normal se definen de acuerdo con el nivel de confiabilidad seleccionado.

Tabla N° 20. Determinación de la desviación estándar normal Z_r a partir de la confiabilidad

Confiabilidad, R, en porcentaje	Desviación estándar normal, Z_r
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881

98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO 93 [26]

Desviación estándar global (So)

El valor elegido para la desviación estándar debe ser representativo de las condiciones locales. Aunque se sugiere para aplicaciones generales, dichos valores pueden ser ajustados conforme a la experiencia para adecuarse a las condiciones específicas locales. [26]

Para pavimentos flexibles: $0.40 < So < 0.50$

Para pavimentos rígidos: $0.30 < So < 0.40$

Índice de serviciabilidad (PSI)

La serviciabilidad constituye el requisito esencial de un pavimento para ofrecer a los usuarios una conducción segura y confortable en un momento específico. [26]

Tabla N° 21. Índice de serviciabilidad en función de la calidad de la vía

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

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO 93 [26]

Para determinar el índice de serviciabilidad se empleará la siguiente fórmula:

$$\Delta PSI = p_o - p_t$$

(Ecuación 2.22)

Donde:

ΔPSI : Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final deseado

p_o : Índice de servicio inicial

p_t : Índice de servicio final

Módulo resiliente para la subrasante (M_r)

La AASHTO reconoce que algunos países, incluido Ecuador, carecen de equipos suficientemente sofisticados para calcular de manera precisa este módulo, y sugiere la utilización de una correlación con el CBR.

$M_r(psi) = 1500 * CBR$ para CBR < 10% (sugerida por AASHTO)

(Ecuación 2.23)

$M_r(psi) = 3000 * CBR^{0.65}$ para CBR de 7.2% a 20% (utilizada en Sudáfrica)

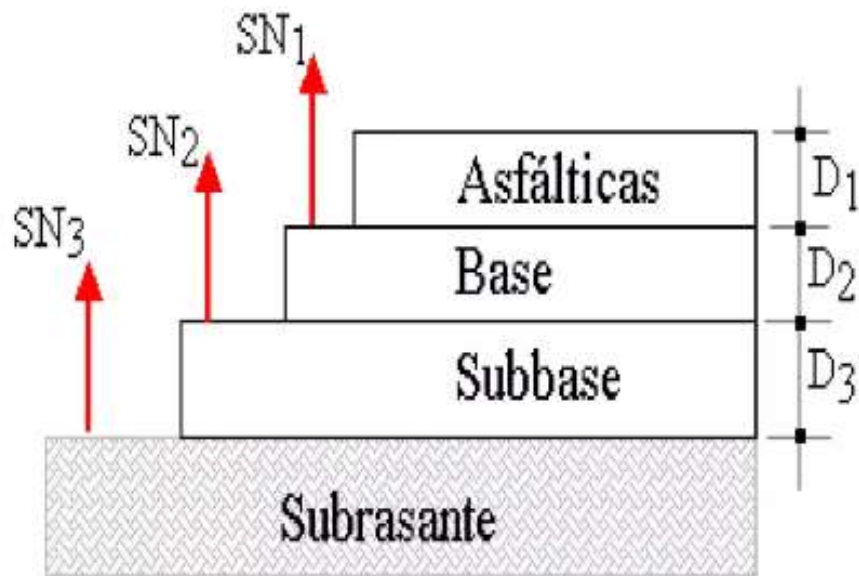
(Ecuación 2.24)

$M_r(psi) = 4326 * \ln CBR + 241$ (para suelos granulares por AASHTO)

(Ecuación 2.25)

Determinación de espesores y coeficientes por capa

Figura N° 06. Espesores de las capas del pavimento



Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO 93 [26]

La siguiente ecuación se emplea con el propósito de calcular los espesores correspondientes de la carpeta asfáltica, la capa base y la capa subbase.

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

(Ecuación 2.26)

Donde:

a_1 , a_2 y a_3 : Coeficientes estructurales de la carpeta, base y subbase respectivamente

D_1 , D_2 y D_3 : Espesores de la carpeta, base y subbase respectivamente

m_2 y m_3 : Coeficientes de drenaje para base y subbase respectivamente

- **Coefficientes estructurales de la carpeta asfáltica (a_1)**

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.

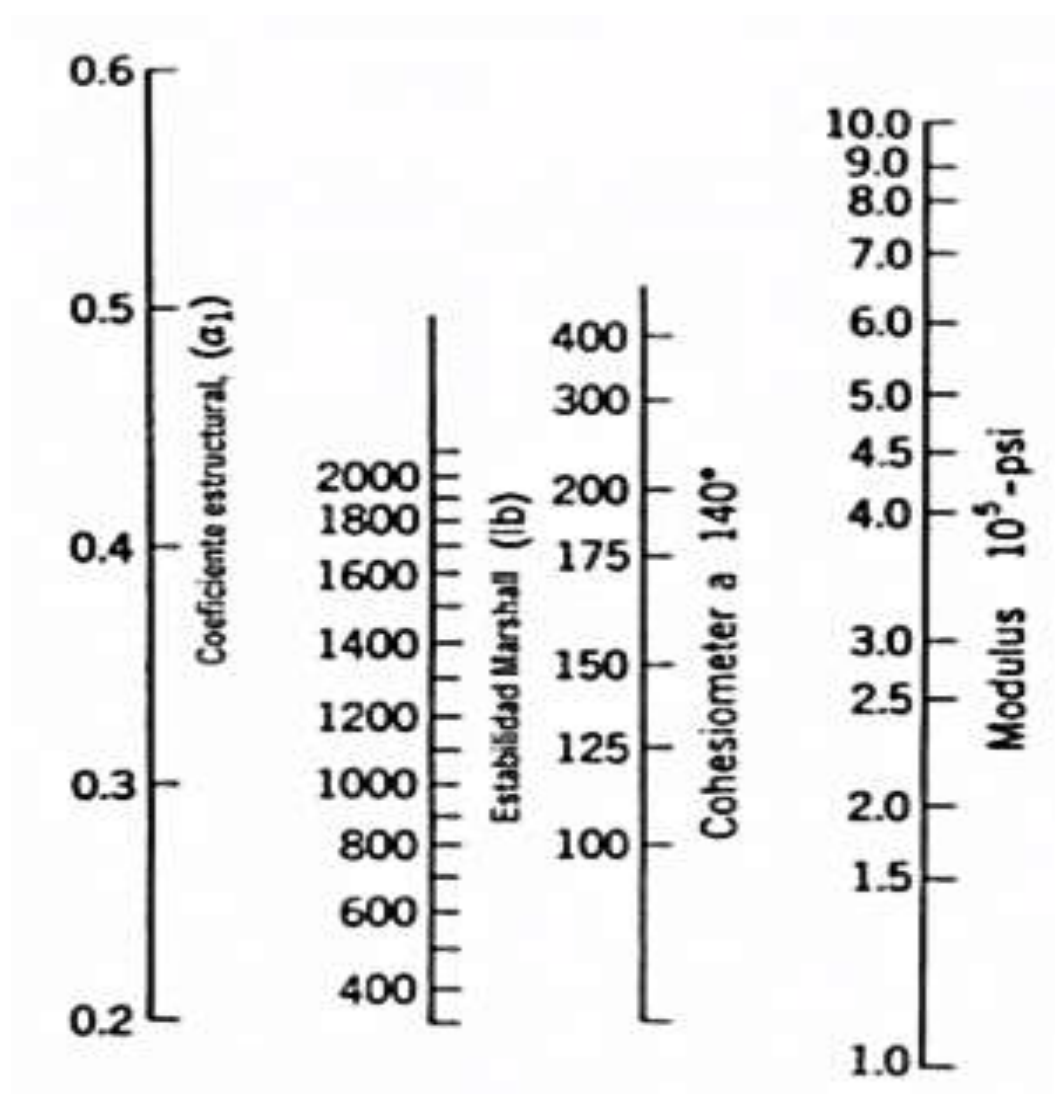
Tabla N° 22. Especificaciones Marshall de diseño

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

Fuente: MTOP - 001-F 2002 [28]

Una vez obtenida la estabilidad de Marshall se procede a estimar el valor del coeficiente en su respectivo nomograma.

Figura N° 07. Nomograma para estimar el coeficiente estructural de la carpeta asfáltica



Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO 93 [26]

Los coeficientes estructurales para base y subbase se definirán mediante valores mínimos de CBR recomendados por la Norma MOP. [26]

Tabla N° 23. 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

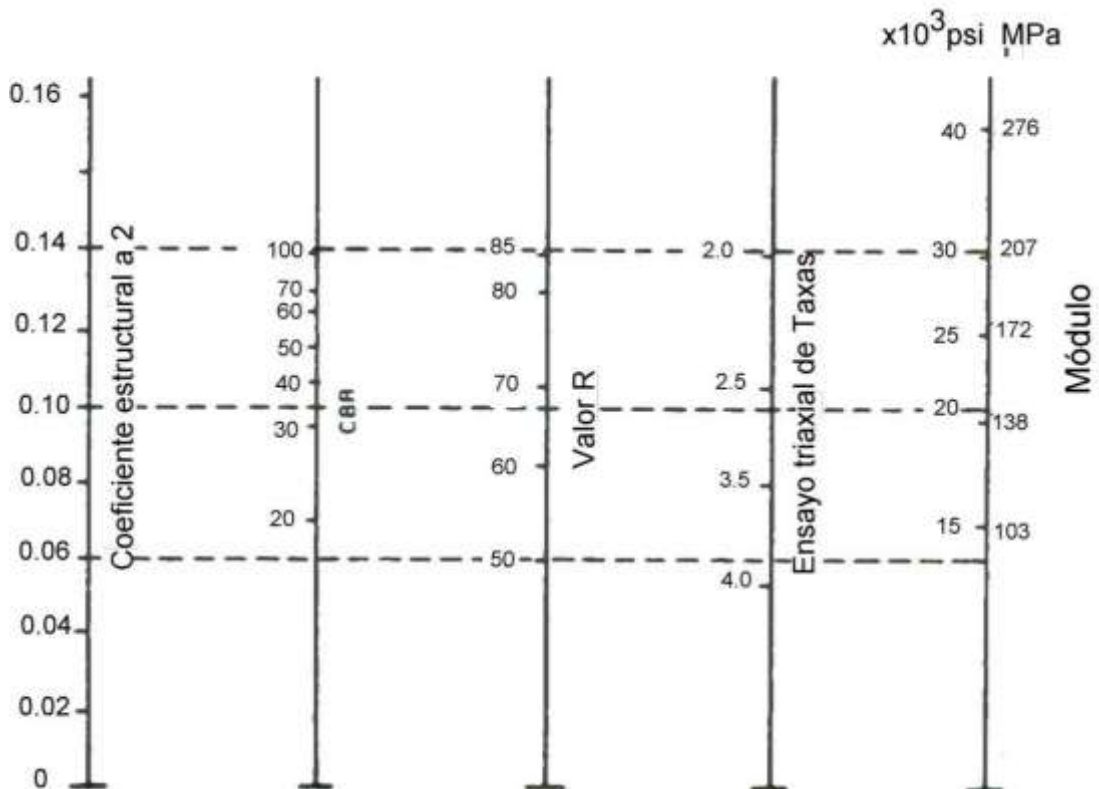
Fuente: MTOP - 001-F 2002 [28]

Estos valores de coeficientes serán extraídos mediante el empleo de nomogramas y sus datos correspondientes.

- **Coefficiente estructural de la base granular (a2)**

El nomograma que se empleará para determinar el coeficiente estructural de la base es el siguiente.

Figura N° 08. Nomograma para estimar el coeficiente estructural de la base granular

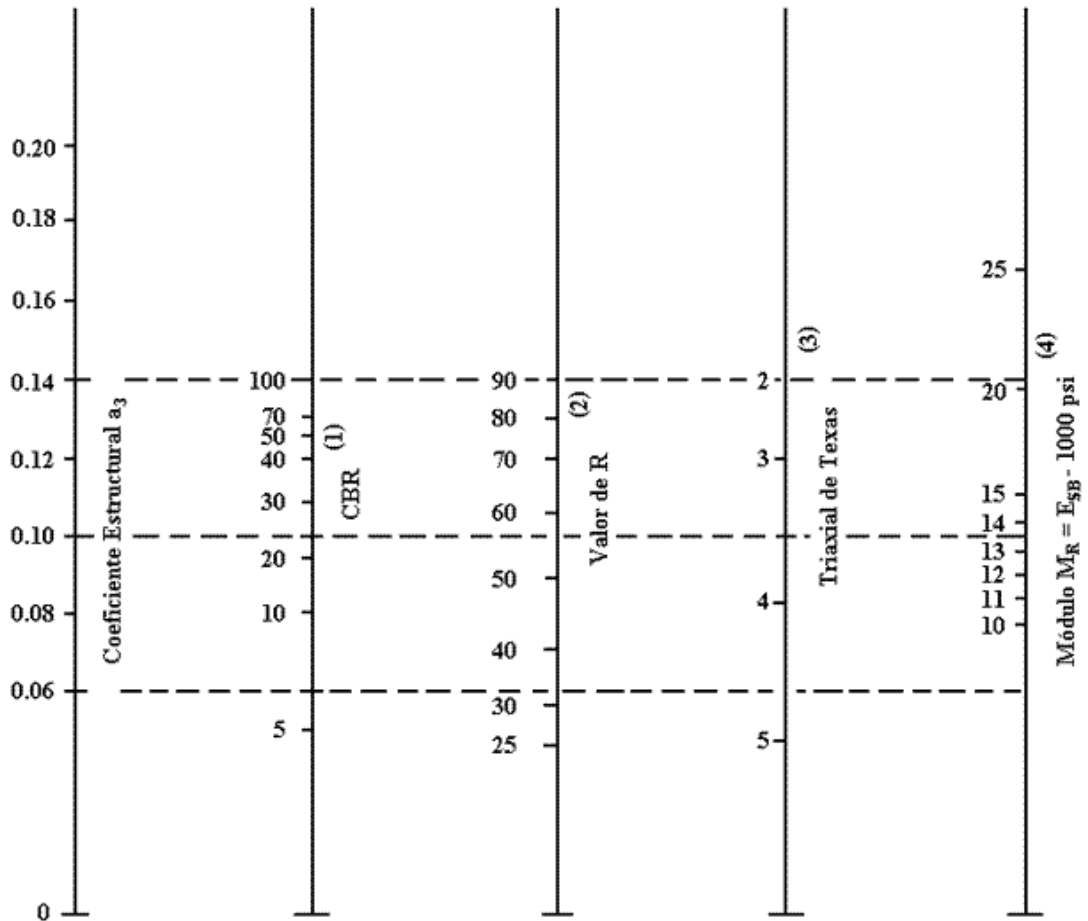


Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO 93 [26]

- **Coefficiente estructural de la subbase granular (a3)**

El nomograma que se empleará para la estimación del coeficiente estructural de la subbase es el siguiente.

Figura N° 09. Nomograma para estimar el coeficiente estructural de la subbase granular



Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO 93 [26]

- **Espesores de la carpeta asfáltica y base granular**

La AASHTO 93 establece los espesores mínimos de la capa de concreto asfáltico y la base granular, en función del número de ejes equivalentes.

Tabla N° 24. Espesores mínimos según los ejes equivalentes

Tráfico, W18	Concreto asfáltico, D1 (pulg)	Capa base, D2 (pulg)
Menos de 50,000	1.0 (o tratam superficial)	4
50,001 - 150,000	2.0	4
150,001 - 500,000	2.5	4
500,001 - 2,000,000	3.0	6
2,000,001 - 7,000,000	3.5	6
Más de 7,000,000	4.0	6

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO 93 [26]

- **Coefficientes de drenaje para base y subbase**

El valor de este coeficiente está condicionado por dos parámetros: la capacidad de drenaje, que se evalúa conforme al tiempo requerido para evacuar el agua del pavimento, y el porcentaje del tiempo en el cual el pavimento se encuentra expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación a lo largo del año. Este porcentaje está sujeto a la precipitación media anual y a las condiciones de drenaje. La AASHTO define cinco categorías de capacidad de drenaje, las cuales se detallan en la siguiente tabla.

Tabla N° 25. Capacidad de drenaje

Calidad del drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana

Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drena

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO 93 [26]

Tabla N° 26. Coeficientes de drenaje (m) recomendados

Calidad del drenaje	Porcentaje de tiempo en que la nueva estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más del 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.2
Buena	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.0
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	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.4

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO 93 [26]

Para calcular el número estructural, el procedimiento se basa en la *Ecuación 21* previamente citada, que establece la relación entre los coeficientes y sus correspondientes números estructurales. Estos últimos se determinan mediante el uso de un software específico (AASHTO 93), el cual demanda datos de entrada como el número de ejes equivalentes, el rango de serviciabilidad, la confiabilidad y el módulo resiliente de la capa en análisis, para posteriormente determinar los espesores de la estructura del pavimento.

Después de determinar los espesores requeridos, se procedió a generar las secciones transversales en Civil 3D mediante la utilización de la función de ensamblaje. En este proceso, se llevaron a cabo las representaciones gráficas de la vía, incorporando la estructura del pavimento, los elementos de drenaje (cunetas) y, en caso necesario, los taludes. Asimismo, se elaboraron diseños adicionales que abarcaron aspectos como la

señalización horizontal y vertical. Esta etapa culminó con la obtención de los diseños finales del proyecto vial.

2.2.4 FASE 3

2.2.4.1 Presupuesto referencial

Esta última fase tuvo como objetivo elaborar el presupuesto referencial de toda la obra civil por lo cual se empleó una investigación de tipo cualitativa y cuantitativa. En primer lugar, se identificaron los rubros para posteriormente indagar las especificaciones técnicas de cada uno, entre ellos se describen el desbroce y limpieza, replanteo y nivelación, excavación sin clasificar incluye desalojo, excavación para cunetas, sub-base clase 3, base clase 4, capa de rodadura de hormigón asfáltico y hormigón simple para cunetas; tras establecer los rubros se realizó su cuantificación y finalmente se fijó el costo de cada rubro y el total del proyecto. Es importante mencionar que mientras más acertado sean los precios unitarios más apegado a la realidad estará el presupuesto referencial, aunque claro este presupuesto no es fijo especialmente porque con el paso del tiempo los valores de ciertos materiales o la mano de obra van cambiando.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se examinarán los resultados alcanzados en cada etapa después de aplicar la metodología mencionada anteriormente.

3.1 FASE 1

El propósito de esta etapa fue llevar a cabo las actividades de campo relacionadas con el levantamiento de la faja topográfica, el estudio de tráfico y la extracción de muestras de suelo destinadas a la realización de ensayos de laboratorio.

3.1.1 Levantamiento de la faja topográfica

En esta sección se ejecutó el levantamiento de la faja topográfica mediante el uso de un dron, con un ancho de 100 m y una longitud aproximada de 4 km, la abscisa inicial y la final de este tramo fueron 8+000 y 12+000 respectivamente.

Figura N° 10. Colocación del primer punto de control en la abscisa 8+000



Fuente: Autor

Figura N° 11. Colocación del último punto de control en la abscisa 12+000



Fuente: Autor

En las figuras presentadas se evidencian la ubicación del punto de control inicial en la abscisa 8+000, y el último punto en la abscisa 12+000. La información detallada de estos puntos se presenta en la tabla presentada a continuación.

Tabla N° 27. Coordenadas del levantamiento de la faja topográfica

Coordenadas UTM WG-84 zona 17 Sur		
	Inicial	Final
Abscisa	8+000	12+000
Norte (m)	9866905.00	9868454.00
Este (m)	735546.00	732134.00
Elevación (m.s.n.m)	4251.64	3747.66

Fuente: Autor

Durante la ejecución del levantamiento topográfico, se tomaron en cuenta los cruces con cuerpos de agua, resultando en la caracterización del terreno como montañoso. Las curvas de nivel en el plano fueron trazadas con una separación principal de 5 metros y secundaria de 1 metro, en concordancia con una escala de 1:1000.

3.1.2 Estudio de tráfico

Para realizar el conteo del tráfico vehicular se tuvo que seleccionar una estación de conteo, cual debía estar ubicada en una vía cercana a la del presente proyecto. Debido a esto, la estación de conteo se situó en la intersección de la vía Escaleras – Mula Corral con la entrada al sector Chuquibantza-Llangahua.

Figura N° 12. Ubicación de la estación de conteo - sector Chuquibantza-Llangahua.



Fuente: Google Earth Pro

Una vez localizada la estación de conteo, se llevó a cabo el registro del tráfico vehicular a lo largo de cuatro días, en un periodo comprendido entre las 06:00 y las 18:00 horas, durante la semana del 14 al 20 de agosto de 2023. El conteo abarcó ambos sentidos de la vía, con intervalos de 15 minutos. La información recopilada permitió determinar la cantidad diaria de vehículos, destacándose el sábado como el día con mayor flujo vehicular, alcanzando un total de 33 vehículos. Este incremento se atribuye a la mayor movilización de la población hacia la feria y los centros poblados. Para obtener un análisis más detallado del recuento vehicular, se sugiere revisar el Anexo C.

3.1.3 Estudio de suelos

3.1.3.1 Extracción de muestras

Para la extracción de muestras de suelo primero se realizó un prediseño de la vía, de esta manera se pudo apreciar el perfil del proyecto y el perfil del terreno. Una vez identificadas las zonas de corte, relleno y subrasante, se procedió al terreno para ejecución de las calicatas. De esta manera, se extrajeron un total de 6 muestras.

Figura N° 13. Ubicación de calicatas, sector cantón Pangua-Cotopaxi



Fuente: Google Earth Pro

Tabla N° 28. Puntos de extracción de muestra

Coordenadas UTM WG-84 zona 17 Sur					
N° de calicata	Abscisa	Norte (m)	Este (m)	Cota (m.s.n.m)	Detalle
1	8+650	9867267.80	735161.61	4157.17	Relleno
2	8+880	9867443.93	734900.52	4150.73	Subrasante
3	9+500	9867627.64	734333.74	4099.56	Corte
4	9+720	9867753.43	734153.24	4046.72	Subrasante
5	10+150	9867870.72	733855.68	3992.03	Relleno
6	11+500	9868182.70	732456.18	3848.18	Subrasante

Fuente: Autor

Las calicatas fueron realizadas despreciando una capa superficial de 30 cm, la cual correspondía al material orgánico presente en la zona. Además, se priorizaron las zonas de subrasante debido a que en ese sitio estará ubicado la estructura del pavimento.

Figura N° 14. Calicata N° 2 - subrasante



Fuente: Autor

3.1.3.2 Ensayos de laboratorio

Luego de la extracción de las 6 muestras pertenecientes a este proyecto desde la abscisa 8+000 a la 12+000, se procedió con la ejecución de los diferentes ensayos de laboratorio para de esta manera obtener el contenido de humedad, la clasificación del suelo, la densidad seca máxima, el contenido de humedad y la capacidad de soporte de cada una de las muestras extraídas.

Análisis granulométrico

Luego de llevar a cabo las primeras pruebas de granulometría en las seis muestras de calicatas recolectadas en el terreno, se procedió a la clasificación del tipo de suelo utilizando los parámetros establecidos en la Tabla N° 03 de acuerdo a la norma AASHTO M-145. La descripción detallada de cada procedimiento de ensayo se encuentra especificada en el Anexo D, mientras que los resultados finales se presentan de manera resumida en la tabla siguiente.

Tabla N° 29. Resultados del ensayo de granulometría

Calicata	Abscisa	Grava (%)	Arena (%)	Limo y Arcilla (%)	Clasificación de Suelos AASHTO	
1	8+650	0,07	97,17	1,58	A-2-5	Grava y arena arcillosa o limosa
2	8+880	0,69	96,32	2,07	A-3	Arena fina
3	9+500	0,09	98,11	1,68	A-2-5	Grava y arena arcillosa o limosa
4	9+720	0,37	97,30	1,71	A-2-7	Grava y arena arcillosa o limosa
5	10+150	0,00	97,76	1,25	A-3	Arena fina
6	11+500	0,23	95,42	3,59	A-3	Arena fina

Fuente: Autor

De acuerdo a la tabla expuesta se puede observar que las 6 muestras se encuentran en la categoría de material granulares clasificándolos como suelos de grava y arena arcillosa y como arenas finas, esto debido a que menos del 35% de la muestra pasa por el tamiz N° 200, optando de esta manera una característica de capa y subrasante de excelente a bueno.

Límites de Atterberg

La clasificación de los suelos también depende del índice de plasticidad que presenta este, es por ello que utilizando los parámetros establecidos en la Tabla N° 04 de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) se logró definir su categoría, de esta manera se determinó el grado de plasticidad que presenta el suelo.

Los ensayos de límites de Atterberg se pueden visualizar en el Anexo D, en la siguiente tabla se detallan los resultados obtenidos.

Tabla N° 30. Resultados del ensayo de Límites de Atterberg

Calicata	Abscisa	Límite Líquido (LL%)	Límite Plástico (LP%)	Índice de plasticidad (IP%)	Clasificación de Suelos SUCS		Grado de plasticidad
1	8+650	47.13	39.70	7.43	SP	Arena mal graduada	Baja plasticidad
2	8+880	39.71	42.59	NP	SP	Arena mal graduada	No plástico
3	9+500	62.17	58.52	3.65	SP	Arena mal graduada	Baja plasticidad
4	9+720	47.51	35.99	11.52	SP	Arena mal graduada	Mediana plasticidad
5	10+150	60.07	65.15	NP	SP	Arena mal graduada	No plástico
6	11+500	61.66	68.70	NP	SP	Arena mal graduada	No plástico

Fuente: Autor

De acuerdo a la tabla se puede indicar que las 6 muestras de suelo se clasifican como arenas mal graduadas (SP) donde su grado de plasticidad varía desde la no plasticidad hasta una mediana plasticidad.

Proctor Modificado

De acuerdo con el procedimiento prescrito, se llevaron a cabo los ensayos correspondientes al Proctor Modificado Tipo B, cuyos detalles se presentan en el Anexo D. Los resultados obtenidos han sido condensados de manera concisa en la tabla que sigue a continuación.

Tabla N° 31. Resultados del ensayo de Proctor Modificado

Calicata	Abscisa	Tipo de Suelo AASHTO	Densidad Seca yd (gr/cm ³)	Humedad Óptima W (%)
1	8+650	A-2-5	1.11	33.00
2	8+880	A-3	1.11	34.00
3	9+500	A-2-5	1.05	48.00
4	9+720	A-2-7	1.14	33.00
5	10+150	A-3	1.07	37.50
6	11+500	A-3	0.99	39.00

Fuente: Autor

En la tabla previamente expuesta, se observan la densidad seca máxima y la humedad óptima correspondientes a cada muestra de suelo, en las cuales los valores exhiben similitudes.

CBR

Se llevaron a cabo los ensayos respectivos de CBR, utilizando la Tabla N° 05 para clasificar cada muestra de suelo de acuerdo con el porcentaje de CBR. El procedimiento detallado de cada ensayo se encuentra consignado en el Anexo D, y los resultados correspondientes han sido resumidos en la tabla que sigue a continuación.

Tabla N° 32. Resultados del ensayo de CBR

Calicata	Abscisa	CBR (%)	Clasificación del Suelo según %CBR-AASHTO		Usos
1	8+650	9.50	8 - 20	Regular - Buena	Subrasante
2	8+880	7.00	5 - 8	Mala	Subrasante
3	9+500	8.70	8 - 20	Regular - Buena	Subrasante
4	9+720	8.10	8 - 20	Regular - Buena	Subrasante
5	10+150	8.00	8 - 20	Regular - Buena	Subrasante
6	11+500	8.50	8 - 20	Regular - Buena	Subrasante

Fuente: Autor

Se determinó que el suelo exhibe propiedades desfavorables y puede ser utilizado como subrasante, dado que la mayoría los resultados del CBR obtenidos en los ensayos se sitúan en el intervalo de 8% al 20%, conforme a la clasificación de suelos basada en los valores de CBR establecidos.

3.2 FASE 2

La segunda fase del proyecto se dedicó a la definición tanto del diseño geométrico como de la estructura del pavimento permanente de la carretera. En este proceso, se abordó inicialmente la tarea de determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) proyectado para un periodo de 20 años, esencial para el diseño geométrico. Asimismo, se llevó a cabo un análisis detallado del número de ejes equivalentes y del valor del CBR de diseño, que se utilizará en la planificación del pavimento. Estos cálculos se fundamentan en la información recopilada en campo durante la primera etapa del proyecto.

3.2.1 Cálculos preliminares

3.2.1.1 Cálculo del TPDA

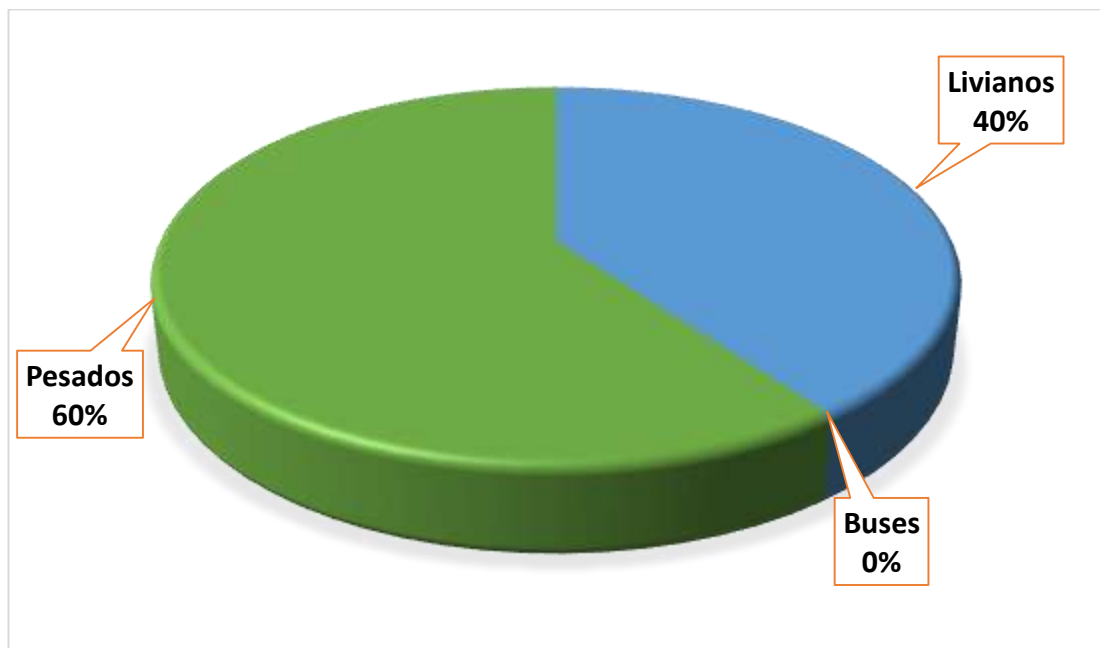
En el transcurso del registro de tráfico llevado a cabo en la fase 1, se identificó que el día de mayor afluencia vehicular fue el sábado, alcanzando un total de 33 vehículos. En virtud de ello, se presenta a continuación una tabla que sintetiza la información recopilada en la hora de máxima congestión durante dicho día de mayor tráfico.

Tabla N° 33. Hora pico del día sábado

HORA PICO	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
TOTAL HORA	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	5

Fuente: Autor

Figura N° 15. Distribución de tráfico de la hora máxima



Fuente: Autor

Con base en los datos proporcionados en la Tabla N° 33, se deduce que el período de mayor carga vehicular se ubica entre las 13:30 y las 14:30. Una vez identificado el valor, que asciende a 5, se procede a calcular el factor horario de máxima demanda, mediante el uso de la *Ecuación 2.2*.

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

$$FHMD = 0.625$$

- TPDA Actual

Una vez determinado el factor horario de máxima demanda, se inicia el cálculo del TPDA actual mediante la aplicación del método de la trigésima hora, utilizando un coeficiente k igual al 15% para áreas rurales. Dado que el factor de hora pico es inferior a 1, se adoptará este valor. El cálculo se realiza mediante la *Ecuación 2.3*.

- Para vehículos livianos

$$TPDA_{(a)} = \frac{2 * 1}{15\%}$$

$$TPDA_{(a)} = 14 \text{ veh/día}$$

- Para buses

$$TPDA_{(a)} = \frac{0 * 1}{15\%}$$

$$TPDA_{(a)} = 0$$

- Para vehículos pesados

$$TPDA_{(a)} = \frac{3 * 1}{15\%}$$

$$TPDA_{(a)} = 20 \text{ veh/día}$$

Tráfico generado: se utilizará el 20% del TPDA actual, de acuerdo a lo que dicta el MTOP, para ello se empleará la *Ecuación 2.4*.

- Para vehículos livianos

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

$$TPDA_{(G)} = 3 \text{ veh/día}$$

- Para buses

$$TPDA_{(G)} = 20\% * (0 \text{ veh/día})$$

$$TPDA_{(G)} = 0$$

- Para vehículos pesados

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

$$TPDA_{(G)} = 4 \text{ veh/día}$$

Tráfico atraído: se utilizará el 10% del TPDA actual, de acuerdo a lo que dicta el MTOP, para ello se empleará la *Ecuación 2.5*.

- Para vehículos livianos

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

$$TPDA_{(A)} = 1 \text{ veh/día}$$

- Para buses

$$TPDA_{(A)} = 10\% * (0 \text{ veh/día})$$

$$TPDA_{(A)} = 0$$

- Para vehículos pesados

$$TPDA_{(A)} = 10\% * (20 \text{ veh/día})$$

$$TPDA_{(A)} = 2 \text{ veh/día}$$

Tráfico desarrollado: se utilizará el 5% del TPDA actual, de acuerdo a lo que dicta el MTOP, para ello se empleará la *Ecuación 2.6*.

- Para vehículos livianos

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

$$TPDA_{(D)} = 1 \text{ veh/día}$$

- Para buses

$$TPDA_{(D)} = 5\% * (0 \text{ veh/día})$$

$$TPDA_{(D)} = 0$$

- Para vehículos pesados

$$TPDA_{(D)} = 5\% * (20 \text{ veh/día})$$

$$TPDA_{(D)} = 1 \text{ veh/día}$$

El TPDA actual total se obtiene mediante la *Ecuación 2.7*.

- Para vehículos livianos

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

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

- Para buses

$$TPDA_{(TOTAL)} = 0 \text{ veh/día}$$

- Para vehículos pesados

$$TPDA_{(TOTAL)} = (20 + 4 + 2 + 1) \text{ veh/día}$$

$$TPDA_{(TOTAL)} = 27 \text{ veh/día}$$

Tabla N° 34. TPDA actual total

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

Fuente: Autor

En la tabla anterior se registra un total de 46 vehículos por día como resultado para el presente año 2023. Con base en este dato, se procede a realizar el cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) proyectado para un periodo de diseño de 20 años.

- TPDA Futuro

Para el cálculo del tráfico futuro se debe analizar la tasa de crecimiento para cada tipo de vehículo tal como se muestra en la Tabla N° 07, empleando la *Ecuación 2.8* y obteniéndose así para el año 2024 los siguientes valores:

- Para vehículos livianos

$$Tf = 19 (1 + 3.57\%)^1$$

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

- Para buses

$$Tf = 0 (1 + 1.78\%)^1$$




$$Tf_{buses (2024)} = 0 \text{ veh/día}$$

- Para vehículos pesados

$$Tf = 27 (1 + 1.74\%)^1$$

$$Tf_{pesados (2024)} = 28 \text{ veh/día}$$

Tabla N° 35. TPDA futuro proyectado a 20 años

AÑO	ÍNDICE DE CRECIMIENTO %			LIVIANOS 	BUSES 	PESADOS	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

De esta manera, se obtuvo un TPDA proyectado para un periodo de 20 años de 94 vehículos por día.

3.2.1.2 Cálculo del número de ejes equivalentes W18

En este diseño, se aplicará únicamente el factor de daño de 0.57 para vehículos pesados (D2A) debido a la ausencia de buses, según lo establecido en la Tabla N° 08 y conforme al conteo de tráfico vehicular llevado a cabo en la vía. Cabe mencionar que para el cálculo de número de ejes equivalentes W18 no se consideran los vehículos livianos puesto que su peso es inferior a 8 ton.

Para el cálculo del W18 acumulado del presente año (2023) se aplicará la *Ecuación 2.9*.

$$W18 \text{ acumulado}_{2023} = (27 * 0.57) * 365$$

$$W18 \text{ acumulado}_{2023} = 5618$$

Para el cálculo del W18 acumulado a partir del año 2024 se hará uso de la *Ecuación 2.10*.

$$W18 \text{ acumulado}_{2024} = ((28 * 0.57) * 365) + 5618$$

$$W18 \text{ acumulado}_{2024} = 11444$$

Para evaluar el W18 por sentido se seleccionó un factor (Ds) del 50% según lo nombrado en la Tabla N° 09, esto debido a que la vía contará con dos carriles, uno por cada dirección. Para ello se utilizará la *Ecuación 2.11*.

$$W18 \text{ por sentido}_{2023} = 5618 * 0.5$$

$$W18 \text{ por sentido}_{2023} = 2809$$

La vía al presentar un solo carril por dirección, la AASHTO recomienda usar el 100% de la carga generada por los vehículos, tal como se observa en la Tabla N° 10.

Para realizar el cálculo del W18 en el carril de diseño se empleó la *Ecuación 2.12*.

$$W18 \text{ carril diseño}_{2023} = 2809 * 1$$

$$W18 \text{ carril diseño}_{2023} = 2809$$

Se utiliza la misma metodología para cada W18 hasta cumplir con los 20 años del periodo de diseño, de esta manera se obtienen los resultados expuestos en la siguiente tabla.

Tabla N° 36. Número de ejes equivalente

AÑO	LIVIANOS	BUSES	PESADOS 2DA	TOTAL	W18	W18	W18
					Acumulado	Por sentido	Carril Diseño
2023	19	0	27	46	5618	2809	2809
2024	20	0	28	48	11444	5722	5722
2025	21	0	29	50	17478	8739	8739
2026	22	0	30	52	23720	11860	11860
2027	23	0	31	54	30170	15085	15085
2028	24	0	32	56	36828	18414	18414
2029	25	0	33	58	43694	21847	21847
2030	26	0	34	60	50768	25384	25384
2031	27	0	35	62	58050	29025	29025
2032	28	0	36	64	65540	32770	32770
2033	29	0	37	66	73238	36619	36619
2034	30	0	38	68	81144	40572	40572
2035	31	0	39	70	89258	44629	44629
2036	33	0	40	73	97580	48790	48790
2037	35	0	41	76	106111	53056	53056
2038	37	0	42	79	114850	57425	57425
2039	39	0	43	82	123797	61899	61899
2040	41	0	44	85	132952	66476	66476
2041	43	0	45	88	142315	71158	71158
2042	45	0	46	91	151886	75943	75943
2043	47	0	47	94	161665	80833	80833

Fuente: Autor

Entonces, de acuerdo a los resultados presentados en la tabla se puede señalar que el número de ejes equivalentes W18 en el carril de diseño para un periodo de diseño de 20 años es de 80833.

3.2.1.3 CBR de diseño

Tras ordenar de manera ascendente los CBR en las zonas de subrasante y corte, y tomando en cuenta el W18 en el carril de diseño con un valor de 80833, se resuelve que el valor percentil para diseño de la subrasante es del 75 %, según lo estipulado en Tabla N° 11.

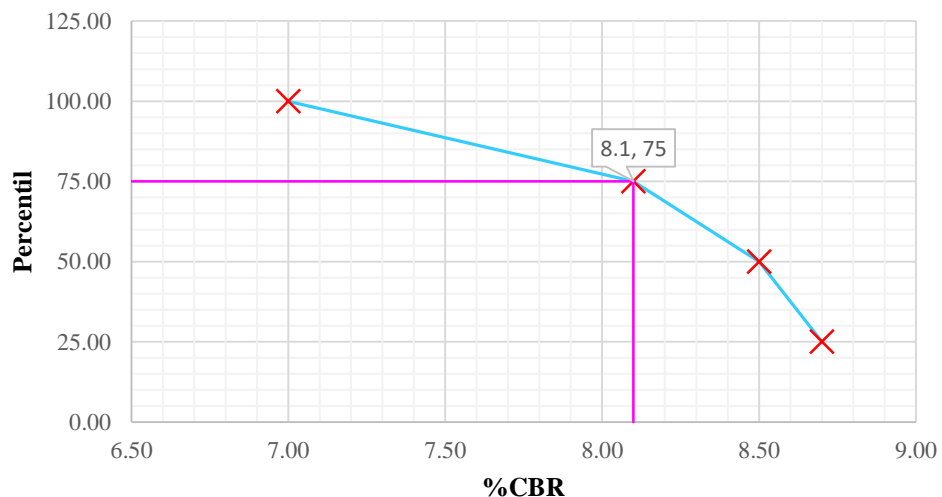
Tabla N° 37. Proceso para hallar el CBR de diseño

CBR de diseño puntual			CBR (ascendente)	Fi	Valores iguales o mayores al CBR	%
Calicata	Abscisado	CBR				
2	8+880	7.00	7.00	1.00	4.00	100.00
3	9+500	8.70	8.10	1.00	3.00	75.00
4	9+720	8.10	8.50	1.00	2.00	50.00
6	11+500	8.50	8.70	1.00	1.00	25.00

Fuente: Autor

Se realiza una gráfica entre los CBR puntuales de manera ascendente y los porcentajes que representan cada uno de estos, a partir de ahí se traza una recta de acuerdo al valor de percentil hasta que interseque con la recta.

Figura N° 16. Valor del CBR de diseño



Fuente: Autor

Como se detalla en la figura anterior, a partir de un valor percentil de 75 % se obtuvo un CBR de diseño de 8.10 %, el cual se clasifica como regular y puede ser usado como subrasante.

Una vez que se ha obtenido el CBR correspondiente al diseño, puede inferirse que el suelo extraído de la zona de corte resulta idóneo para su aplicación en áreas de relleno, dado que el índice CBR de la zona de corte supera al establecido en el diseño.

3.2.2 Diseño geométrico de la vía

3.2.2.1 Diseño horizontal

Como se observa en la Tabla N° 36, se establece que el flujo de tráfico proyectado para un lapso de 20 años asciende a 94 vehículos por día. En consecuencia, se clasificaría a la vía como clase V, conforme a la Tabla N° 12 de clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado, establecido por la Norma Ecuatoriana MTOP 2003. Sin embargo, al tener un valor cercano al límite superior para esta categoría, se adopta una clase IV manteniendo un diseño conservador. Entonces, acorde a la clase de vía seleccionada y de acuerdo con la Tabla N° 13, es posible extraer la velocidad de diseño recomendada, la cual asciende a 50 km/h. Este valor será utilizado para llevar a cabo los cálculos siguientes:

Velocidad de circulación

Para su cálculo se empleará la *Ecuación 2.13*.

$$V_c = 0.80 * 50 \frac{km}{h} + 6.50$$

$$V_c = 46.5 \frac{km}{h}$$

Distancia de visibilidad de parada

Primero, se obtendrá la distancia recorrida de percepción mediante la *Ecuación 2.15*.

$$d_1 = 0.7 * \left(46.5 \frac{km}{h}\right)$$

$$d_1 = 32.55 \text{ m}$$

Seguidamente, se calculará el coeficiente de fricción longitudinal con la *Ecuación 2.17* y se hallará la distancia de parada utilizando la *Ecuación 2.16*.

$$f = \frac{1.15}{\left(46.5 \frac{km}{h}\right)^{0.30}}$$

$$f = 0.363$$

$$d_2 = \frac{\left(46.5 \frac{km}{h}\right)^2}{254 * 0.363}$$

$$d_2 = 23.45 \text{ m}$$

Finalmente, se obtendrá la distancia de visibilidad de parada mediante la *Ecuación 2.14*.

$$D_p = 32.55 \text{ m} + 23.45 \text{ m}$$

$$D_p = 56 \text{ m}$$

Distancia de visibilidad de rebasamiento

Este cálculo se realizará usando la *Ecuación 2.18*, únicamente cuando la velocidad del vehículo rebasante se encuentre entre 30 y 100 km/h.

$$D_r = 9.54 \left(46.5 \frac{km}{h}\right) - 218$$

$$D_r = 225.61 \text{ m}$$

Sobreancho

Por motivos económicos, se define el valor mínimo para el diseño del sobreancho en 40 cm para velocidades superiores, según lo estipulado por la Norma Ecuatoriana MTOP 2003 [3].

Peralte

Conforme a la información consignada en la Tabla N° 13, se ofrecen dos alternativas que consideran la velocidad del proyecto y la clase de la vía. Por consiguiente, se selecciona un peralte del 10%, el cual se ajusta a las especificaciones del proyecto para velocidades superiores a 50 km/h.

Radio mínimo de curvas horizontales

El radio mínimo se calcula utilizando la *Ecuación 2.19* y mediante el coeficiente de fricción lateral de acuerdo a la velocidad de diseño, este coeficiente toma el valor de 0.190 de acuerdo a lo establecido en la Tabla N° 14.

$$R = \frac{\left(50 \frac{km}{h}\right)^2}{127(0.10 + 0.190)}$$

$$R = 67.88 \text{ m}$$

Tabla N° 38. Valores de diseño recomendados por la MTOP 2003

	Recomendable	Absoluto
Velocidad de diseño	50 km/h	25 km/h
Velocidad de circulación	46.5 km/h	26.5 km/h
Peralte	10 %	
Sobreancho	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: Norma Ecuatoriana MTOP 2003 [3]

La Tabla N° 38 resume los valores recomendados de las características geométricas horizontales utilizadas en el diseño horizontal. Sin embargo, en algunos casos, se optó por valores absolutos de la misma tabla, por ejemplo, el radio mínimo de la curva horizontal, que se fijó en 20 m para lograr una concordancia con el diseño vertical.

Tabla N° 39. Tangentes del alineamiento

	Absc.. inicial	Absc. final	Longitud (m)	Rebasamiento
T-1	8+000	8+033.19	33.194	No
T-2	8+082.84	8+173.76	90.927	No
T-3	8+215.20	8+419.00	203.804	No
T-4	8+480.68	8+720.49	239.810	Si
T-5	8+745.35	8+837.23	91.878	No
T-6	8+878.52	9+187.61	309.092	Si
T-7	9+230.68	9+888.78	658.098	Si
T-8	9+926.72	10+112.91	186.192	No
T-9	10+127.24	10+369.53	242.287	Si
T-10	10+394.84	10+698.08	303.241	Si
T-11	10+717.64	10+838.85	121.209	No
T-12	10+868.50	11+053.51	185.006	No
T-13	11+064.67	11+123.25	58.576	No
T-14	11+149.19	11+239.22	90.030	No
T-15	11+285.95	11+477.93	191.981	No
T-16	11+515.88	11+607.59	91.708	No
T-17	11+660.26	11+755.51	95.249	No
T-18	11+786.25	11+877.13	90.881	No
T-19	11+897.53	11+952.72	55.183	No
T-20	11+975.13	12+000.00	24.868	No

Fuente: Autor

En la tabla anterior se encuentran registradas 20 tangentes. De estas, en 5 tangentes es posible realizar la maniobra de rebasamiento, ya que cumplen con la distancia mínima recomendada por la norma. Además, todas las tangentes cumplen con la distancia de parada requerida a excepción de la primera.

La tabla siguiente muestra las curvas a lo largo del alineamiento, siendo dos de ellas con radios de 20 m, un valor absoluto estrictamente necesario para no exceder el máximo permitido de la gradiente.

Tabla N° 40. Curvas de alineamiento

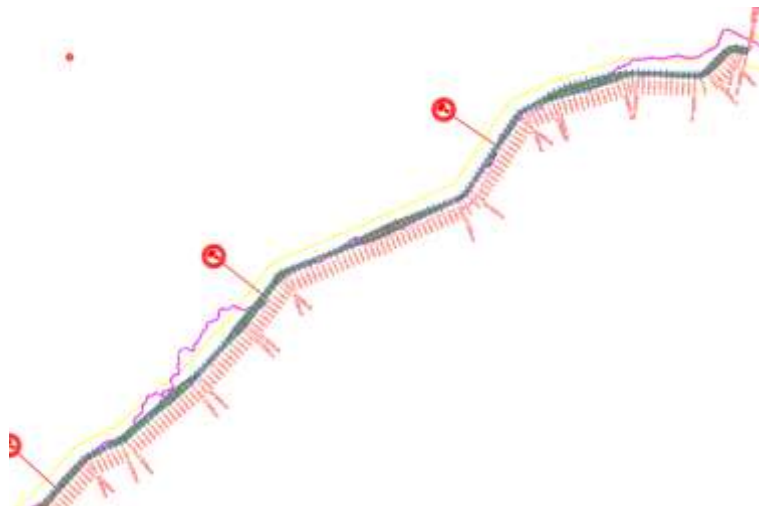
	Radio	Grado de curvatura
CC-1	50	22.91
CC-2	50	22.91
CC-3	180	6.36
CC-4	200	5.72
CC-5	75	15.27

CC-6	75	15.27
CC-7	75	15.27
CC-8	180	6.36
CC-9	200	5.72
CC-10	75	15.27
CC-11	75	15.27
CC-12	75	15.27
CC-13	75	15.27
CC-14	492	2.32
CC-15	100	11.45
CC-16	75	15.27
CC-17	75	15.27
CC-18	20	57.29
CC-19	20	57.29

Fuente: Autor

A continuación se presenta un pequeño esquema del diseño horizontal de la vía, para una mejor apreciación de todos sus componentes revisar el Anexo H.

Figura N° 17. Diseño geométrico horizontal



Fuente: Autor

3.2.2.2 Diseño vertical

Gradientes longitudinales

La elección de la pendiente para el proyecto, conforme a las directrices de la MTOP 2003 presentadas en la Tabla N° 13, se ajustará de acuerdo a la topografía y

clasificación vial. En este caso, se ha seleccionado una gradiente máxima del 12%, considerando la naturaleza montañosa de la zona y la categoría IV de la vía, y también se establece que la pendiente mínima aceptable es del 0.5%.

Longitud de la curva

Para la ejecución de este cálculo se hará uso de la *Ecuación 2.20*.

$$L_{min} = 0.6 * 50 \frac{km}{h}$$

$$L_{min} = 30 m$$

Tabla N° 41. Curvas del perfil

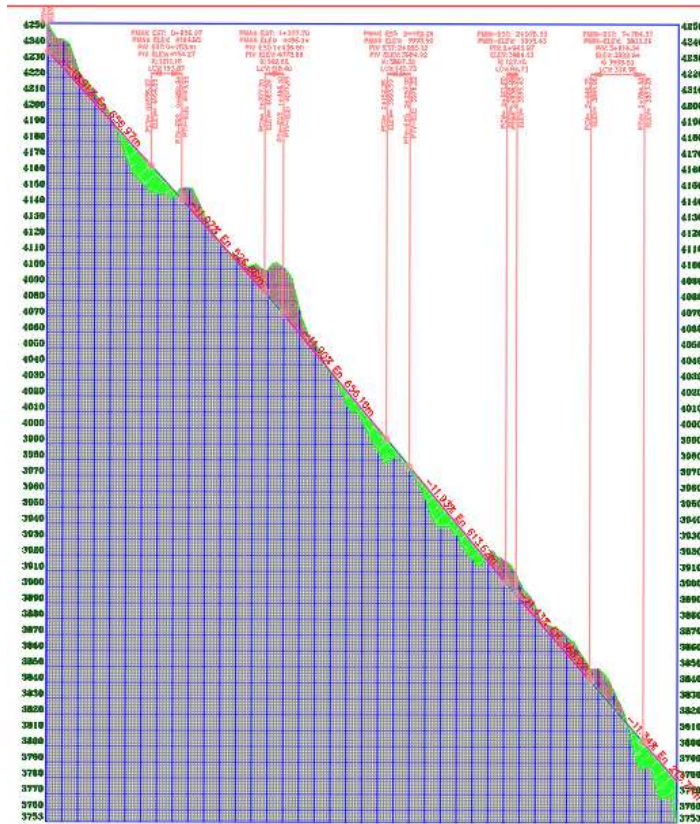
Tipo de curva	PVI Abcisado	PVI Elevación	LVC	Gradientes
Cóncava	8+753.93	4151.88	195.85	10.91% en 656.00 m
Cóncava	9+436.90	4076.30	118.01	11.07% en 526.05 m
Cóncava	10+225.13	3982.52	145.52	11.90% en 656.46 m
Convexa	10+943.96	3896.73	64.20	11.93% en 613.98 m
Convexa	11+436.90	4076.30	118.01	11.07% en 526.05 m

Fuente: Autor

Según los datos presentados en la tabla anterior, se observa que la gradiente máxima alcanzó un 11.93% a lo largo de una distancia de 613.98 m. A pesar de que la gradiente se mantiene dentro del límite establecido, su longitud sobrepasa los 500 m según lo estipulado en la norma.

A continuación se presenta un pequeño esquema del diseño vertical de la vía, para una mejor apreciación de todos sus componentes revisar el Anexo H.

Figura N° 18. Diseño geométrico vertical



Fuente: Autor

3.2.2.3 Diseño transversal

Ancho de la calzada

Conforme a la información presentada en la Tabla N° 15, se sugiere, según las directrices del MTOP, emplear un ancho de calzada de 6 metros para una vía clasificada como Clase IV.

Espaldones

Dentro de la categorización de vías, el MTOP especifica que en el caso de carreteras clasificadas como de clase IV, se contemplen espaldones de 60 cm.

Taludes

Con el objetivo de mejorar las condiciones económicas del diseño geométrico, se propone la utilización de pendientes mínimas en terrenos montañosos.

Específicamente, se sugiere la aplicación de taludes de 45° (1:1) en terrenos con características favorables y de 75° (4:1) en áreas escarpadas.

Bombeo

Conforme a la Tabla N° 18, se consideró un bombeo del 4% para vías de clase IV.

Cunetas

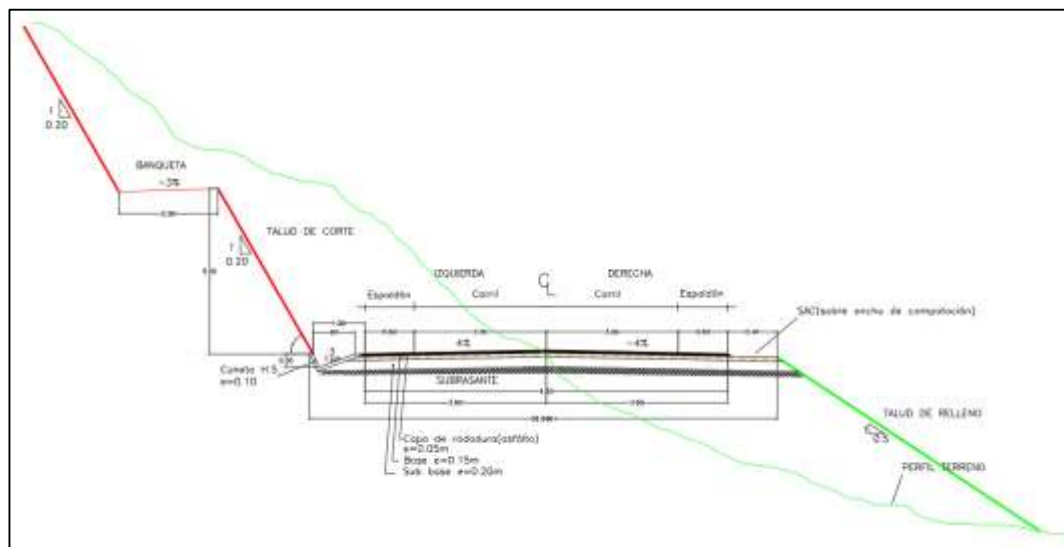
La recomendación establecida por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas consiste en la colocación de una cuneta en terrenos montañosos, la cual debe tener una profundidad de 30 cm respecto a la rasante. Esta cuneta tendrá una sección triangular.

Alcantarillado

La instalación de un conducto de forma circular, posicionado bajo la subrasante de la vía, se hace necesaria con el propósito de facilitar el cruce del agua de un lado al otro de la carretera, manteniendo una pendiente mínima del 0.50%.

Además, se considera un diámetro mínimo variable entre 600 mm y 400 mm debido a la falta de información sobre flujos de agua y mediciones de velocidad. Para los pasos de agua, se empleará un diámetro fijo de 900 mm. La profundidad será de 1.20 metros para tráfico pesado.

Figura N° 19. Sección típica



Fuente: Autor

3.2.3 Diseño del pavimento

3.2.3.1 Confiabilidad (R)

Este proyecto cuenta con una vía colectora de clase IV situada en el sector rural, por lo tanto, se ha establecido la adopción de un nivel de confiabilidad recomendado del 75% al encontrarse en el límite superior de una vía clase V. Esta decisión se fundamenta debido a que el valor elegido se encuentra dentro del intervalo aconsejado para el nivel de confiabilidad, que va desde el 75% hasta el 95%, según lo manifestado en la Tabla N° 19.

3.2.3.2 Desviación estándar normal (Zr)

De acuerdo a lo expresado en la Tabla N° 20, este valor se encuentra asociado al nivel de confiabilidad que poseerá la carretera, razón por la cual se ha decidido que la desviación estándar normal para esta vía sea de -0.674, debido a que su nivel de confiabilidad es del 75%.

3.2.3.3 Desviación estándar global (So)

De acuerdo con las directrices de la norma AASHTO para el diseño de pavimentos flexibles, se requiere tener en cuenta tanto el comportamiento del pavimento como la estimación del tráfico. En consecuencia, se ha establecido que la desviación estándar global recomendada para un pavimento flexible es de 0.45, manteniendo su rango de entre 0.40 a 0.50.

3.2.3.4 Índice de serviciabilidad (PSI)

De acuerdo con los parámetros establecidos por la norma AASHTO, el índice de servicio inicial se establecerá en 4.2, ya que se trata de un pavimento flexible. En cuanto al índice de servicio final, se recomienda seleccionar un valor de 2.0, considerando que se trata de un camino secundario. Por lo tanto, se procede al empleo de la *Ecuación 2.22*.

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.20$$

Se obtuvo un valor de índice de serviciabilidad de 2.20, en consecuencia, la calificación para esta vía es regular, brindando a los usuarios una seguridad y confort aceptables.

3.2.3.5 Módulo resiliente para la subrasante (Mr)

El CBR de diseño obtenido para este proyecto fue de 8.10 %, por consiguiente, se aplica la *Ecuación 2.24*.

$$Mr(psi) = 3000 * (8.10)^{0.65}$$

$$Mr(psi) = 11686 \text{ psi}$$

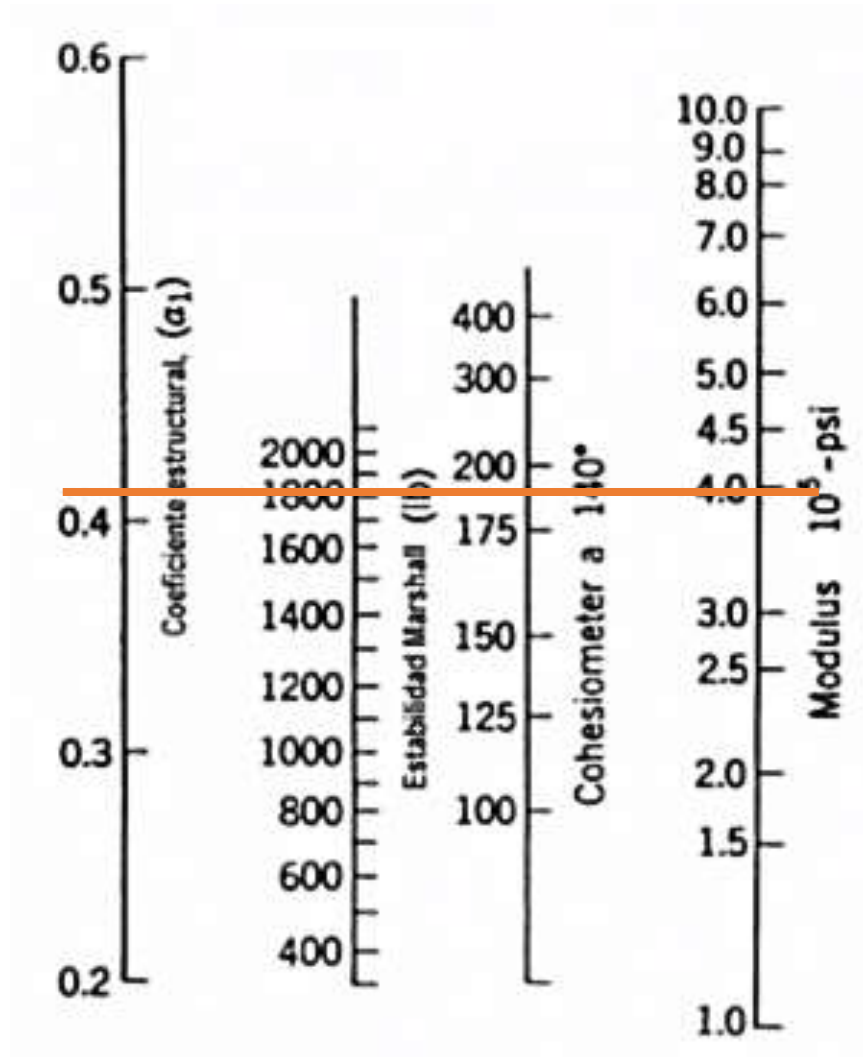
$$Mr(psi) = 11.686 \text{ ksi}$$

3.2.3.6 Determinación de espesores y coeficientes por capa

Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica (a1)

Según lo establecido en la Tabla N° 22, se decide emplear una estabilidad Marshall mínima de 1800 lb para tráfico de carga pesada. A partir de este umbral, se traza una recta y se identifica el punto de intersección para obtener el módulo resiliente y el coeficiente estructural a1.

Figura N° 20. Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica (a1)



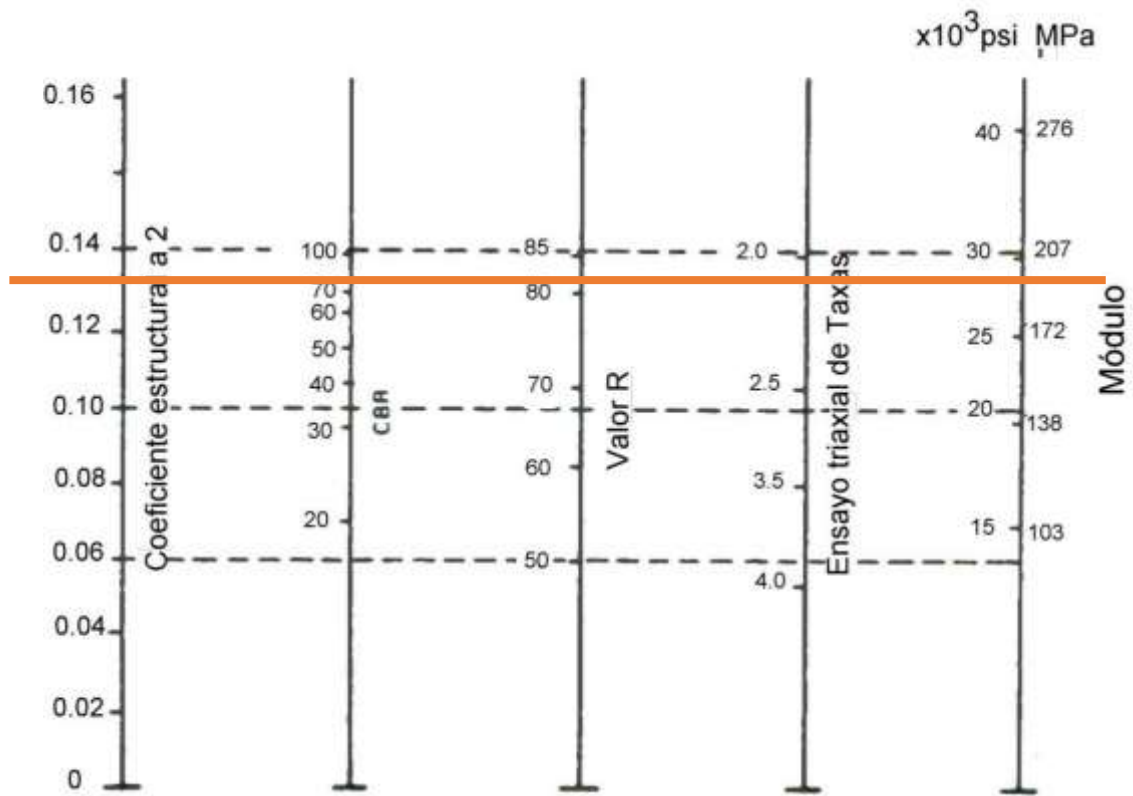
Fuente: Autor

Al utilizar una estabilidad mínima de 1800 lb según las recomendaciones Marshall para una carpeta asfáltica, se obtuvo un módulo resiliente de 400000 psi y un coeficiente estructural a₁ de 0.42.

Coeficiente estructural de la base (a₂)

La colocación de la base se llevará a cabo sobre una capa de subbase que ha sido finalizada y aceptada. Para definir este coeficiente estructural, se debe considerar la recomendación del MOP, la cual establece que el CBR para la base de agregados debe ser igual o superior al 80%.

Figura N° 21. Coeficiente estructural de la base granular (a2)



Fuente: Autor

Empleando un CBR mínimo del 80% como lo estipula la Norma MOP, se dictamina un módulo resiliente de 28000 psi y un coeficiente estructural a2 de 0.132.

Coeficiente estructural de la subbase (a3)

La subbase se ubicará sobre la subrasante. Para determinar este coeficiente estructural, es necesario tener en cuenta la sugerencia del MOP, que indica que el CBR para la subbase de agregados debe alcanzar o superar el 30%.

Figura N° 22. Coeficiente estructural de la subbase granular (a3)



Fuente: Autor

Al aplicar un CBR mínimo del 30% como lo menciona la Norma, se estima un módulo resiliente de 14700 psi y un coeficiente estructural a_3 de 0.11.

Espesores de la carpeta asfáltica y base granular

De acuerdo con la Tabla N° 24 y tomando en cuenta que el valor del número de ejes equivalentes obtenido es de 80833, se define que la carpeta asfáltica deberá tener un espesor mínimo de 2 pulgadas, y por su parte, la base granular tendrá un espesor mínimo de 4 pulgadas.

Coeficientes de drenaje para base y subbase

En el diseño de pavimentos para una vía específica, se determinó una capacidad de drenaje clasificada como Buena de acuerdo con la Tabla N° 25, indicando que el agua

tarda aproximadamente un día en ser eliminada debido a las características favorables de la zona.

Según la normativa AASHTO 93, que establece una correlación entre la capacidad de drenaje y el tiempo de exposición de la estructura del pavimento, el cual es superior al 25% (Tabla N° 26), se obtienen coeficientes de drenaje de 1.0 para base y subbase. Estos coeficientes se aplican en el diseño del pavimento para considerar la capacidad de drenaje de la estructura.

3.2.3.7 Cálculo del número estructural (SN)

Con el objetivo de determinar el número estructural mediante el software "Ecuación AASHTO 93", se utilizan los parámetros previamente calculados. Estos parámetros ofrecen información sobre la capacidad de soporte del pavimento para un número específico de ejes equivalentes W18.

Tabla N° 42. Resumen de parámetros para el diseño del pavimento

Parámetro	Resultado
Tipo de pavimento	Flexible
Periodo	20 años
Tipo de vía	Clase IV
Espesor mínimo de la carpeta asfáltica (D1)	2''
Espesor mínimo de la base (D2)	4''
Número de ejes equivalentes (W18)	80833
Desviación estándar normal (Zr)	-0.674
Desviación estándar global (So)	0.45
Índice de servicio inicial (po)	4.2
Índice de servicio final (pt)	2.0
Confiability (R)	75%
Módulo resiliente de la subrasante (Mr)	11.686 ksi
Módulo resiliente de la carpeta asfáltica (Mr)	400 ksi
Módulo resiliente de la base (Mr)	28 ksi
Módulo resiliente de la subbase (Mr)	14.7 ksi
Coefficiente estructural de la carpeta asfáltica (a1)	0.42

Coeficiente estructural de la base (a2)	0.132
Coeficiente estructural de la subbase (a3)	0.11
Coeficiente de drenaje (m2 y m3)	1.0

Fuente: Autor

Figura N° 23. Cálculo del número estructural (Ecuación AASHTO 93)

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The title bar reads 'Ecuación AASHTO 93'. The main window title is 'CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)'. Below the title, it says 'Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2004.' The interface is divided into several sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu showing '75 % Zr=-0.674' and an input field for 'So' with the value '0.45'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Input fields for 'PSI inicial' (4.2) and 'PSI final' (2).
- Módulo resiliente de la subrasante:** Input field for 'Mr' (11686 psi).
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Input fields for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. The 'W18' value is 80833.
- Número Estructural:** A highlighted box containing the text 'Número Estructural' and 'SN = 1.72'.
- Observaciones:** A large empty text area.
- Buttons:** 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Fuente: Autor

A través de la aplicación del software "Ecuación AASHTO 93", se determinó que el valor del número estructural es 1.72.

3.2.3.8 Espesores de la estructura del pavimento

La evaluación de los espesores de la estructura del pavimento flexible se realizó mediante el uso de una hoja de cálculo en Excel, utilizando la información suministrada en la Tabla N° 42.

Tabla N° 43. Cálculo de los espesores de la estructura del pavimento

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993				
PROYECTO	: VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA		TRAMO	: Todos
SECCION	: km 8+000 a km 12+000		FECHA	: 23-11-2023
DATOS DE ENTRADA :				
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS	
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			400.00	
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28.00	
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			14.70	
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE				
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			80,833	
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)			11.69	
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4.2	
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)			2.0	
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20	
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO				
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA				
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)			0.420	
Base granular (a ₂)			0.132	
Subbase (a ₃)			0.110	
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA				
Base granular (m ₂)			1.000	
Subbase (m ₃)			1.000	
DATOS DE SALIDA :				
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})		1.72		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})		1.18		
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})		0.38		
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})		0.16		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO				
		PROPUESTA		
	TEORICO	ESPESOR	SN*	
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	7.1 cm	5.0 cm	0.83	
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	7.3 cm	15.0 cm	0.78	
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	3.6 cm	20.0 cm	0.87	
ESPESOR TOTAL (cm)		40.0 cm	2.47	
DISEÑADO POR	: Wilmer Saransig		<i>fm</i>	

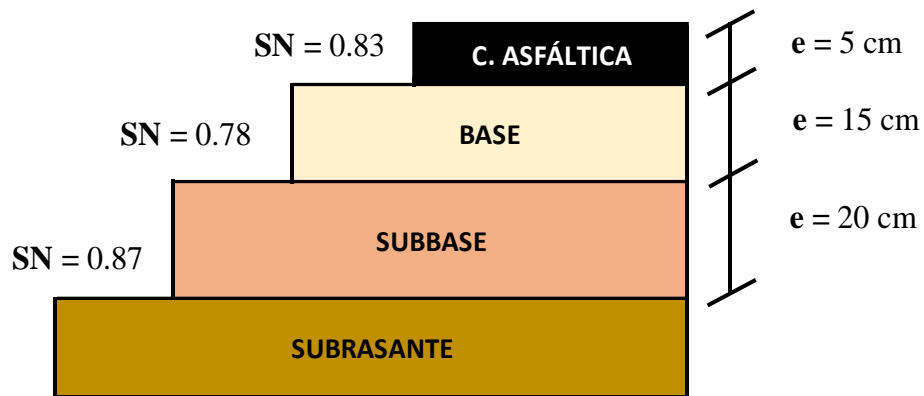
Fuente: Autor

De acuerdo con los resultados obtenidos, se resuelve que las especificaciones de la estructura del pavimento cumplen con el número estructural requerido:

$$SN = 1.72 \text{ (Requerido)} < SN = 2.47 \text{ (Propuesto)}$$

De esta manera se obtuvo un espesor de 5 cm para la carpeta asfáltica, 15 cm para la capa de base granular y 20 cm para la subbase granular.

Figura N° 24. Diseño de la estructura del pavimento flexible



Fuente: Autor

Se establecen los espesores de las capas del pavimento considerando un periodo de vida útil de 20 años. A pesar de anticipar pocos daños en la estructura del pavimento por el tráfico previsto, se reconoce la demografía compleja de la zona y otras circunstancias externas al diseño. Entonces, en dado caso de presentarse daños en la estructura del pavimento se realizarían ensayos para determinar el tipo de mantenimiento requerido para mejorar sus condiciones, tales como mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico, rehabilitación o reconstrucción.

En caso de reconstrucción, se propone reemplazar solo la carpeta asfáltica, preservando base y subbase, o en el caso más desfavorable se busca la remoción de la base, evitando la destrucción total de la estructura. Este enfoque busca ajustarse a futuros valores estructurales sin sobredimensionar la capa asfáltica.

3.2.3.9 Características de los materiales a utilizar

Carpeta asfáltica

Se contempla utilizar un cemento asfáltico AC-10 a un espesor de 5 cm, debido a las bajas temperaturas de la zona que oscilan entre los 0 y 14 °C.

Base granular – Clase 4

El material de Base clase 4 se compactará al 100 % de su densidad seca máxima obtenida en el laboratorio, este material se obtendrá mediante la explotación, zarandeado o cribado DE MATERIALES, esta base clase 4, al momento de su explotación tendrá que ser constituida por fragmentos de roca o grava, cuyo tamaño deberá pasar en un 100% del tamiz de 2 pulgadas y cumplir con los requerimientos de las normas indicadas en el manual de diseño MOP–001–F-2002, en las que se define que el material de base clase 4, debe cumplir con los siguientes requisitos: El desgaste a la Abrasión en la máquina de los Ángeles tiene que ser menor al 40%, El límite líquido no debe ser mayor al 25%, su índice de plasticidad debe ser menor al 6%, tiene que tener una resistencia o un CBR no menor al 80%, y su espesor no podrá ser menor al especificado en el diseño [28]. Estas bases deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la siguiente tabla.

Tabla N° 44. Granulometría para base clase 4

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

Fuente: MTOP - 001-F 2002 [28]

Subbase granular – Clase 3

La capa de Sub Base clase 3 será cribada o zarandeada, esta sub-base clase 3 al momento de su explotación tendrá que ser pasante 100% del tamiz de 3 pulgadas y cumplir con los requerimientos de las normas indicadas en el manual de diseño MOP–001–F-2002, en las que se define que el material de sub-base clase 3 debe cumplir con los siguientes requisitos: El desgaste a la Abrasión en la máquina de los Ángeles tiene que ser menor al 50%, El límite líquido no debe ser mayor al 25%, su índice de

plasticidad debe ser menor al 6%, tiene que tener una resistencia o un CBR no menor al 30%; al momento de su colocación el porcentaje de compactación no debe ser menor al 100% de su densidad seca máxima y su espesor no podrá ser menor al especificado en el diseño [28]. Estas subbases deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la siguiente tabla.

Tabla N° 45. Granulometría para subbase clase 3

TAMIZ		Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
in	mm	CLASE 3
3''	76.2	100
2''	50.4	–
1 1/2''	38.1	–
N°4	4.75	30 – 70
N°40	0.425	–
N°200	0.075	0 – 20

Fuente: MTOP - 001-F 2002 [28]

3.2.4 Señalización

3.2.4.1 Señalización horizontal

Tabla N° 46. Líneas longitudinales

Tipo de línea	Color	Ancho	Longitud
Línea continua de separación de circulación	Amarillo	120 mm	1610 m
Línea segmentada de separación de circulación	Amarillo	120 mm	2390 m
Líneas de borde calzada	Blanco	120 mm	8000 m






Fuente: Autor

De acuerdo con las tangentes que satisfacen la longitud de rebasamiento mínima, se llevará a cabo la demarcación del pavimento mediante líneas segmentadas. En el caso de aquellas que no cumplen con este requisito, se aplicará la demarcación con líneas continuas.

3.2.4.2 Señalización vertical

Las señalizaciones más comunes que se utilizaron en el diseño de la vía se encuentran especificados en la tabla que se muestra a continuación

Tabla N° 47. Identificación de la señalización vertical

Tipo	Gráfico	Dimensión	Comentario
		(m)	
Preventiva		0,60 x 0,60	Curva abierta
Preventiva		0,60 x 0,60	Curva cerrada
Preventiva		0,60 x 0,60	Curva y contra curva abierta
Preventiva		0,60 x 0,60	Curva tipo U
Regulatoria		0,60 x 0,60	No adelantar

Fuente: Autor



3.3 FASE 3

3.3.1 Presupuesto referencial

Para determinar el gasto asociado a la implementación de este proyecto, se consideran los indicadores de costos correspondientes al año actual en el ámbito de la construcción. Esta evaluación abarca aspectos tales como la mano de obra, los materiales, los equipos y el transporte. Es importante destacar que dicho presupuesto de referencia se ha elaborado con la perspectiva de un período de diseño de 20 años a

partir de la fecha de construcción. Las especificaciones técnicas utilizadas para cada rubro se encuentran detalladas en el Anexo E.

Tabla N° 48. Presupuesto referencial del proyecto

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL PRESUPUESTO			
PROYECTO: “DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000”					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
No. RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES					
1	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	6.00	\$ 510.30	\$ 3,061.80
2	Replanteo y nivelación	km	4.00	\$ 432.95	\$ 1,731.80
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
3	Excavación sin clasificar, incluye desalojo	m3	317,962.00	\$ 2.29	\$ 728,132.98
4	Relleno compactado con material de sitio	m3	317,908.30	\$ 4.05	\$ 1,287,528.62
5	Excavación para cunetas y encauzamiento a máquina	m3	3,504.00	\$ 3.04	\$ 10,652.16
6	Transporte de material de excavación (transporte libre 500m)	m3-km	2,685.00	\$ 0.22	\$ 590.70
DRENAJE					
7	Hormigón simple f'c=180kg/cm2 para cunetas	m3	982.54	\$ 32.35	\$ 31,785.17
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO					
8	Subbase clase 3 e=20cm, tendido y compactado	m3	6,560.00	\$ 11.25	\$ 73,800.00
9	Transporte de subbase clase 3	m3-km	328,000.00	\$ 0.30	\$ 98,400.00
10	Base clase 4 e=15cm, tendido y compactado	m3	4,920.00	\$ 15.96	\$ 78,523.20
11	Transporte de base clase 4	m3-km	246,000.00	\$ 0.30	\$ 73,800.00
12	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta e=5cm, incluye imprimación	m2	28,800.00	\$ 9.20	\$ 264,960.00
13	Transporte de mezcla asfáltica	m3-km	72,000.00	\$ 0.30	\$ 21,600.00
CONTROL DE TRÁNSITO					
14	Marcas de pavimento (pintura reflectiva, flanjas de 12cm de ancho)	km	12.00	\$ 1,480.10	\$ 17,761.20
15	Señal al lado de la carretera regulatoria (0.60mx0.60m)	u	23.00	\$ 118.87	\$ 2,734.01
16	Señal al lado de la carretera preventiva (0.60mx0.60m)	u	23.00	\$ 118.87	\$ 2,734.01
17	Señal al lado de la carretera informativa(1.80mx0.60m)	u	1.00	\$ 294.44	\$ 294.44
MEDIDAS AMBIENTALES					
18	Agua para el control de polvo	m3	120.00	\$ 3.43	\$ 411.60
					\$ -
				TOTAL:	\$ 2,698,501.68

Fuente: Autor

El presupuesto obtenido para lograr el diseño geométrico y del pavimento de la vía Llangahua – Silipo – Pinllopata en el tramo km 8+000 – 12+000 es de \$2,698,501.68 (dos millones seiscientos noventa y ocho mil quinientos un dólares americanos con sesenta y ocho centavos). Como se observa en la Tabla N° 48, se plantearon 18 actividades para cumplir con el proyecto técnico, siendo el rubro de relleno compactado con material de sitio el que representa un mayor gasto debido a la gran cantidad de volumen de corte que a su vez puede ser utilizado en áreas de relleno, dejando un volumen neto de 53.7 m³ de suelo que debería ser desalojado. La tabla de volúmenes se puede observar en el Anexo F.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Se desarrolló el levantamiento topográfico mediante el empleo de un dron Mavic mini 3pro DJI. Los resultados obtenidos revelaron una representación más precisa y detallada del relieve y características del terreno a lo largo de los 4 km del proyecto, permitiendo así la identificación de la topografía como montañosa, con pendientes pronunciadas; además, una densa vegetación que consta de arbustales siempreverdes, herbazales de páramo y herbazales húmedos, y colchones de agua que regulan el flujo de cruces de agua existentes en el sector.

Se determinó que el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) es de 46 vehículos diarios. Al proyectar este valor para un periodo de diseño de 20 años, se obtuvo 94 vehículos diarios. Este análisis se fundamenta en la adopción de un diseño de vía colectora clasificado de Clase IV debido a que el valor del TPDA se encuentra en el límite superior de la clase V, de esta manera se mantiene un diseño conservador.

En el contexto del diseño geométrico, la velocidad de diseño para el proyecto, de acuerdo con el tipo de vía, es de 50 km/h. Con base en esta velocidad, conforme a las directrices del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), se han adoptado radios mínimos en las curvas horizontales establecidos en 20 m, junto con un peralte máximo del 10%, sobreelevación de 40 cm, distancias de para y rebasamiento de 55 y 210 m, respectivamente. En cuanto al diseño vertical, se ha considerado una gradiente longitudinal máxima del 12%. La sección transversal de la vía presenta una amplitud de 6 metros, espaldones de 60 cm, bombeo del 4%, con una cuneta de sección triangular de 1 m de ancho, espesor de 10 cm y 30 cm de profundidad respecto a la rasante.

Se efectuaron pruebas de límites de Atterberg y análisis granulométrico, y de acuerdo con la clasificación de la norma AASHTO, todas las muestras extraídas de las calicatas exhiben una categoría de "Excelentes a Buenas", identificándose como arenas finas y arenas arcillosas o limosas tipo A-3 y A-2, respectivamente; mientras que con el sistema de clasificación SUCS todas las muestras se categorizan como arenas mal

graduadas (SP), donde su grado de plasticidad varía desde la no plasticidad hasta una mediana plasticidad. Asimismo, se determinó la humedad óptima para cada calicata, situándose en un rango de 33 a 48%. A través de estos datos, se calculó el índice CBR, el cual varió entre 7% y 9%, clasificándose en su mayoría como regular a bueno para subrasante. Con base en este análisis, se estableció el CBR de diseño, alcanzando un valor de 8.10%. Estos resultados contribuyen a la comprensión detallada de las propiedades geotécnicas de la subrasante, proporcionando información crucial para el diseño eficiente y seguro de la infraestructura vial.

En virtud de la aplicación de la normativa AASHTO 93, se procedió con el diseño de la estructura del pavimento flexible. Como resultado de este proceso, se determinaron los espesores correspondientes a las diversas capas que componen dicho pavimento, siendo 20 cm para la subbase, 15 cm para la base y 5 cm para la capa de rodadura, donde los materiales granulares a emplearse será de clase 4 para base y clase 3 para subbase.

Se determinó un presupuesto referencial de \$2,698,501.68 (dos millones seiscientos noventa y ocho mil quinientos un dólares americanos con sesenta y ocho centavos), con un costo por kilómetro de \$674625.42 para un trazado de 4 kilómetros. Es relevante señalar que el rubro de relleno compactado con material de sitio constituye la proporción más notable, dada la considerable cantidad de volúmenes de excavación que pueden emplearse en las áreas de relleno dentro del ámbito del proyecto.

4.2 Recomendaciones

Ampliar el ancho de faja durante el levantamiento topográfico permitirá una selección más cuidadosa del trazado de la vía. Esta decisión debe basarse en consideraciones topográficas, geotécnicas y ambientales para optimizar la seguridad y eficiencia del diseño.

Es fundamental realizar revisiones periódicas de las calibraciones de los equipos de laboratorio utilizados en los ensayos de suelos. Garantizar la precisión de los resultados contribuirá a una toma de decisiones más informada durante la fase de diseño y construcción.

Asegurarse de que el diseño geométrico de la vía y la estructura del pavimento cumplan con las especificaciones y normas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) y la AASHTO. Este enfoque es crucial para garantizar la seguridad y funcionalidad de la vía, además de cumplir con los estándares de la industria.

Desarrollar un plan de mantenimiento vial y obras complementarias es esencial para prolongar la vida útil de la vía y garantizar su funcionalidad a lo largo del tiempo. Este plan debe estar alineado con las condiciones específicas del entorno y considerar posibles cambios en el tráfico y las cargas vehiculares.

MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

- [1] J. Cárdenas, «Las carreteras,» de *Diseño geométrico de carreteras*, Bogotá, Eco Ediciones, 2013, pp. 1-2.
- [2] E. Ivanova y J. Masarova, «Importance of road infrastructure in the economic development and competitiveness,» *Economics and Management*, vol. 18, n° 2, p. 264, Agosto 2013.
- [3] MTOP, Normas de diseño geométrico de carreteras, Quito, 2003.
- [4] J. Castro y M. Veléz, «La importancia de la topografía en las ingenierías y arquitectura,» *Polo del Conocimiento*, vol. 2, n° 7, pp. 1075-1076, Julio 2017.
- [5] B. Patiño, «Proyectos de infraestructura vial e integración territorial,» *Revista Bitácora Urbano Territorial*, vol. 26, n° 2, pp. 80-81, Agosto 2016.
- [6] J. Huamani, O. Rimayhuaman y X. Tito, «Influencia del Mantenimiento Vial y Satisfacción del Usuario,» *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 6, n° 5, p. 1879, 26 Octubre 2022.
- [7] J. J. Agudelo Ospina, «Características de los vehículos,» de *Diseño geométrico de vías ajustado al manual colombiano*, Medellín, Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín, 2002.
- [8] E. A. Sandoval Vallejo y W. A. Rivera Mena, «Correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfiada,» *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 29, n° 1, p. 137, 23 Agosto 2019.
- [9] N. N. N. Duad, F. N. A. Jalil, S. Celik y Z. N. K. Albayrak, «The important aspects of subgrade stabilization for road construction,» *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1, n° 1, pp. 1-2, Abril 2019.

- [10] I. Zambrano Mesa, E. Tejeda Piusseaut y A. Alonso Aaenlle, «Materiales granulares mejorados con emulsión asfáltica catiónica para subbases de pavimentos,» *Infraestructura Vial*, vol. 22, n° 39, p. 31, Julio 2020.
- [11] A. M. Paima y P. E. Avila Tarma, «Elaboración de un diseño de mezcla para la estabilización de un suelo con emulsión asfáltica tipo CSS-1h y pavimento asfáltico reciclado (RAP) basado en el procedimiento de Marshall modificado,» *Infraestructura Vial*, vol. 25, n° 44, p. 15, 17 Mayo 2023.
- [12] S. A. De La Cruz Vega, C. E. Ibañez Ccoapaza y D. Y. Coaquira Cueva, «Determinación de índice de serviciabilidad y capacidad resistente. Caso práctico: pavimentos en Azángaro, Puno, Perú,» *Infraestructura Vial*, vol. 24, n° 43, p. 3, 20 Mayo 2022.
- [13] M. A. Patel y H. Patel, «Laboratory Assessment to Correlate Strength Parameter from Physical properties of Subgrade,» *Procedia Engineering*, vol. 51, p. 200, Diciembre 2013.
- [14] M. G. Lagla Yanez, «Análisis de la correlación entre estabilidad y módulo de rigidez para mezclas asfálticas en caliente, empleado agregados pétreos de la provincia de Imbabura, Cantón Ibarra,» Repositorio PUCE, Agosto 2014. [En línea]. Available: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7881>. [Último acceso: 23 Octubre 2023].
- [15] H. F. Torres Merino , J. A. Castillo Morejón, L. H. Mena Garzón y D. P. Guerrero Cuasapaz, «Correlación entre el penetrómetro dinámico de cono y la relación de soporte de California en campo para el suelo de sub-rasante de la vía Portoviejo-Manta,» *Gaceta Técnica*, vol. 21, n° 1, p. 28, Junio 2020.
- [16] GAD Parroquial Pinllopata, «Situación geográfica del la parroquia Pinllopata,» [En línea]. Available: <https://pinllopata.gob.ec/cotopaxi/situacion-geografica/>. [Último acceso: 18 septiembre 2023].
- [17] NTE INEN 686, *Mecánica de Suelos. Toma de Muestras Alteradas*, Quito: Norma Técnica Ecuatoriana.

- [18] NTE INEN 696, *Áridos. Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso*, Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011.
- [19] ASTM D4318, «Límite Líquido, Límite de plástico, y el índice de plasticidad,» 2005. [En línea]. Available: Available: www.civilgeeks.com.
- [20] INEN 692, *Mecánica de Suelos. Determinación del Límite Plástico*, Quito, 1982.
- [21] ASTM D 2487, *Práctica Estándar para la Clasificación de Suelos para Propósitos de Ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS)*, Pensilvania, 2011.
- [22] L. Borselli, «Geotecnia I,» 2022. [En línea]. Available: www.lorenzoborselli.eu.
- [23] AASHTO M-145, *Clasificación de suelos por el método AASHTO*, Washington, D.C., 1997.
- [24] ASTM D 1557, *Ensayo Proctor Modificado*, Pensilvania: ASTM Internacional, 2012.
- [25] ASTM D1883, *Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils*, Pensilvania, 2016.
- [26] AASHTO 1993, *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*, Washington, D.C., 1993.
- [27] Públicas, Ministerio de Transporte y Obras, *Norma Para Estudios y Diseños Viales*, vol. 2, Quito: NEVI - 12 - MTOP, 2013.
- [28] MTOP, *Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes*, Quito: Ministerio de obras públicas y comunicaciones, 2002.
- [29] GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL DAYUMA, «CONSTRUCCIÓN DEL ASFALTADO DE LA VÍA PUMA-SOL NACIENTE SEGUNDA ETAPA DESDE LA ABSCISA 7+850, HASTA LA ABSCISA 11+000 EN LA PARROQUIA DAYUMA, DEL CANTÓN

FRANCISCO DE ORELLANA, PROVINCIA DE ORELLANA,» Orellana, 2023.

[30] GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON LATACUNGA, «MEJORAMIENTO VIAL DESDE EL SECTOR LA CRUZ HASTA EL BARRIO CULAGUANGO ALTO - PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO,» Latacunga, 2023.

[31] GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON DELEG, «ASFALTADO EN LA Y DE LA COMUNIDAD DE DUBLIAY,» Deleg, 2023.

[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] GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON LATACUNGA, «MEJORAMIENTO VIAL DE LA CALLE MANABI INTERSECCIÓN EUGENIO ESPEJO - 13 DE JUNIO, INTERSECCIÓN PICHINCHA DEL BARRIO CENTRO SAN ANTONIO,» Latacunga, 2023.

[34] GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ESPINDOLA, «COLOCACION DE PAVIMENTO FLEXIBLE E=2'', EN LAS CALLES DE LA URBANIZACION MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE AMALUZA, CANTON ESPINDOLA PROVINCIA DE LOJA,» Espindola, 2023.

Anexos

ANEXO A

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Levantamiento topográfico



Explicación de posibles rutas



Reconocimiento del terreno



Observación del topografía del terreno



Colocación de puntos de referencia



Control de mano del dron



Preparación del dron para su vuelo



Georreferenciación con RTK



Toma de ortofotos con el dron

ANEXO B

EXTRACCIÓN DE MUESTRAS

Extracción de muestras



Eliminación de capa vegetal



Extracción de muestras



Recolección de muestras



Transporte de muestras










ANEXO C

TRÁFICO VEHICULAR










Anexo C-1. Conteo vehicular del día lunes

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTEO DE TRÁFICO																	
PROYECTO:		VÍA LLANGAHUA - SILIPO - PINLLOPATA				ESTACIÓN:				Entrada al sector de Chuquibanza		SENTIDO:		Escaleras – Mula Corral (ambos sentidos)					
FECHA:		14-ago-23				DÍA:				LUNES		ESTADO DEL TIEMPO:		Nublado		RESPONSABLE:		Tesisistas	
HORA	min	LIVIANOS	BUSES	PESADOS							TOTAL PESADOS	TOTALES	ACUMULADO POR HORA						
				2D	2DA	2DB	3A	4C	3S2	3S3									
6	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	15-30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1					
	30-45	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2					
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
7	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	15-30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1					
	30-45	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2					
	45-00	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3					
8	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	15-30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1					
	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	45-00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1					
9	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	45-00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1					
10	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	30-45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1					
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
11	00-15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1					
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	30-45	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1					
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
12	00-15	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1					
	15-30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2					
	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	45-00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1					
13	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	30-45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1					
	45-00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2					
14	00-15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1					
	15-30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2					
	30-45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3					
	45-00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4					
15	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	45-00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1					
16	00-15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1					
	15-30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2					
	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
17	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	30-45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1					
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					












Anexo C-2. Conteo vehicular del día miércoles

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS							TOTAL PESADOS	TOTALES	ACUMULADO POR HORA
Hora	min												
6	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15-30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	15-30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1
	30-45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
8	00-15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
	15-30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
	30-45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
9	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	15-30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2
	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	45-00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
10	00-15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
	15-30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
	30-45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
11	00-15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	30-45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	30-45	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1
	45-00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
13	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	45-00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
14	00-15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2
	15-30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	45-00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
15	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	15-30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	45-00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
16	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	00-15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	30-45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Anexo C-3. Censo vehicular del día viernes

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS							TOTAL PESADOS	TOTALES	ACUMULADO POR HORA
min													
6	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15-30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	30-45	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0
	45-00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
7	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	15-30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4
	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8	00-15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	30-45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
9	00-15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	45-00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
10	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	15-30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	30-45	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	4
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11	00-15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	30-45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
12	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	45-00	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	2
13	00-15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	30-45	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	5
	45-00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
14	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	30-45	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	3
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	30-45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16	00-15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2
	15-30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17	00-15	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	3
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	30-45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

Anexo C-4. Conteo vehicular del día sábado

				UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL CONTEO DE TRÁFICO									
PROYECTO: VÍA LLANGAHUA - SILIPO - PINLLOPATA		ESTACIÓN: Entrada al sector de Chuquibanza		SENTIDO: Escaleras – Mula Corral (ambos sentidos)									
FECHA: 19-ago-23		DÍA: SÁBADO		ESTADO DEL TIEMPO: Nublado		RESPONSABLE: Tesistas							
HORA	min	LIVIANOS	BUSES	PESADOS							TOTAL PESADOS	TOTALES	ACUMULADO POR HORA
				2D 	2DA 	2DB 	3A 	4C 	3S2 	3S3 			
6	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15-30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	30-45	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
7	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	15-30	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2	4
	30-45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
8	00-15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
	15-30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
	30-45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
	45-00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4
9	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	15-30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	45-00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
10	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	15-30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
	30-45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11	00-15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	30-45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	15-30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	45-00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
13	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	15-30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	30-45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3
	45-00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
14	00-15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	4
	15-30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	5
	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	45-00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
15	00-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	15-30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	30-45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
	45-00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
16	00-15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4
	15-30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
	30-45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17	00-15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	15-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	30-45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	45-00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Anexo C-5. Tabla nacional de pesos y dimensiones para transporte pesado

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2 D			7	5,00	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 octubre			32	12,20	2,60	4,10
V2DB			18	12,20	2,60	4,10
V3A			27	12,20	2,60	4,10
VZS			27	12,20	2,60	4,10
T2			18	8,50	2,60	4,10
T3			27	8,50	2,60	4,10
S3			24	13,00	2,60	4,10
S2			20	13,00	2,60	4,10
S1			11	13,00	2,60	4,10
R2			22	10,00	2,60	4,10
R3			31	10,00	2,60	4,10
B1			11	10,00	2,60	4,10
B2			20	10,00	2,60	4,10
B3			24	10,00	2,60	4,10

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2S1			29	20,50	2,60	4,30
2S2			38	20,50	2,60	4,30
2S3			42	20,50	2,60	4,30
3S1			38	20,50	2,60	4,30
3S2			47	20,50	2,60	4,30
3S3			48	20,50	2,60	4,30
2R2			40	20,50	2,60	4,30
2R3			48	20,50	2,60	4,30
3R2			48	20,50	2,60	4,30
3R3			48	20,50	2,60	4,30
2B1			29	20,50	2,60	4,30
2B2			38	20,50	2,60	4,30
2B3			42	20,50	2,60	4,30
3B1			38	20,50	2,60	4,30
3B2			47	20,50	2,60	4,30
3B3			48	20,50	2,60	4,30

Fuente: Norma Ecuatoriana MTOP 2003 [3]

ANEXO D

ESTUDIO DE SUELOS

Anexo D-1. Fotografías de los ensayos de suelos

Ensayo de suelos	
Granulometría	
	
Peso de muestra requerida	Colocación de muestra en la tamizadora
	
Recolección de muestra de tamices	

Limites de Atterberg



Preparación de la muestra



Ensayo de límite líquido

Proctor Modificado



Secado manual de muestras



División de muestra en capas



Compactación de la muestra por capas



Enrasar el suelo



Pesaje del suelo más molde

CBR



Peso de muestra requerida



Colocación de humedad óptima



Compactación por capas



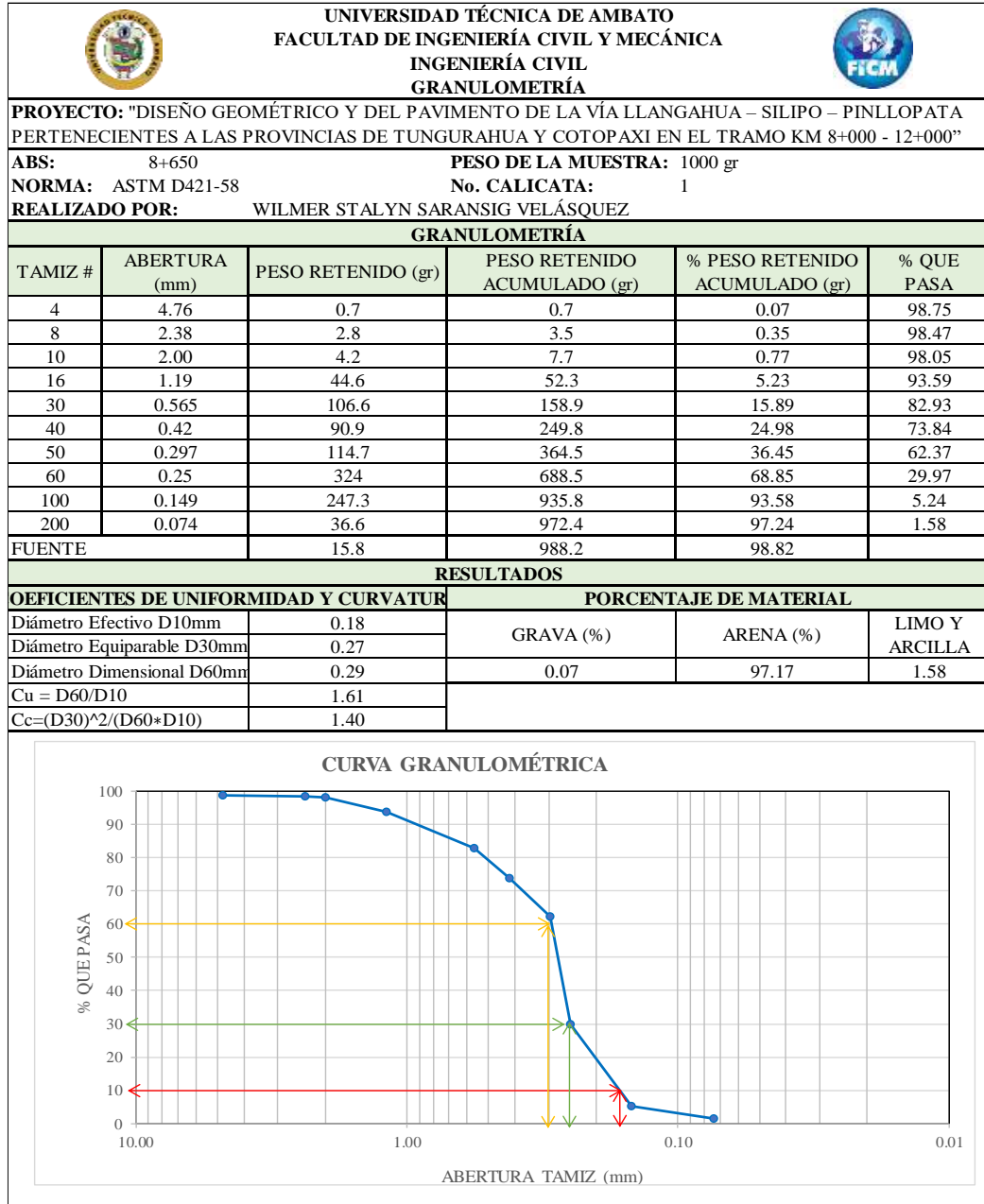
Muestra para contenido de humedad





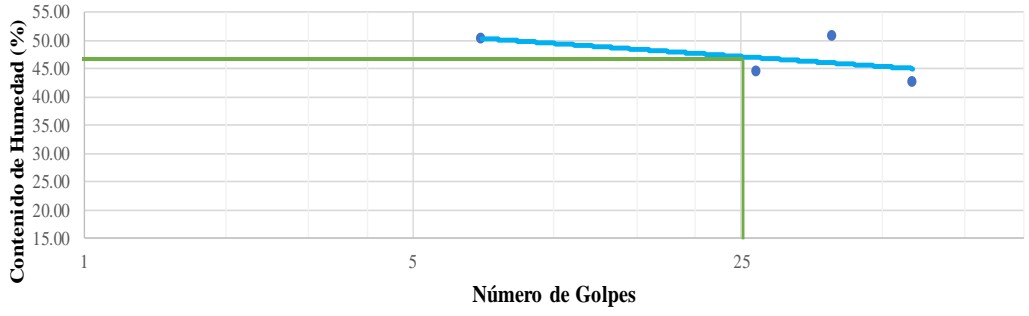
Uso de la prensa CBR (máquina Multispeed)

Anexo D-2. Ensayo de suelos Calicata 1 (Abscisa 8+650)



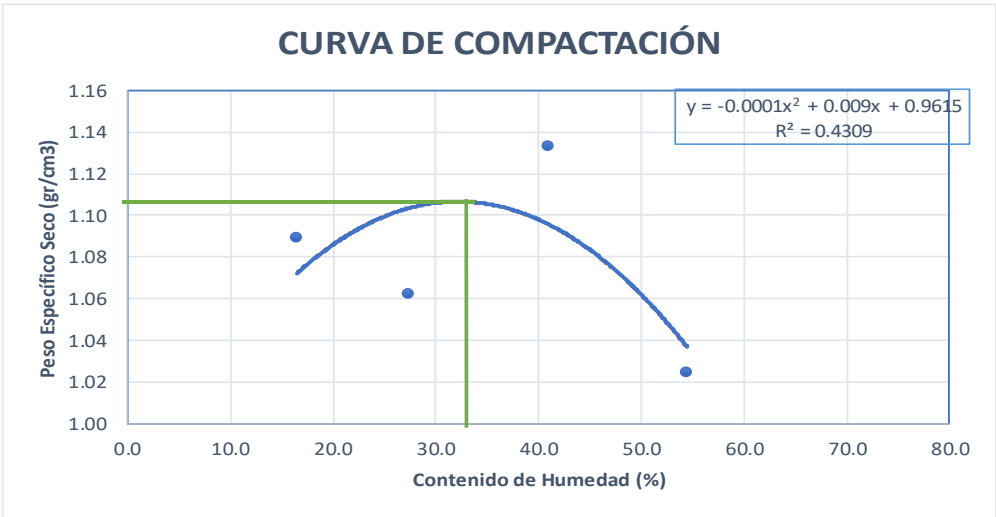
Granulometría





Límites de Atterberg

		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 8+000 - 12+000"									
ABS: 8+650									
NORMA: ASTM D4318					No. CALICATA: 1				
REALIZADO POR: WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ									
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%	
1.1	7	14.74	10.38	1.80	4.37	8.58	50.90	50.31	
1.2		13.02	9.29	1.80	3.72	7.49	49.71		
1.3	27	13.20	9.66	1.80	3.54	7.86	45.08	44.59	
1.4		10.12	7.57	1.80	2.55	5.77	44.09		
1.5	39	12.32	8.90	2.20	3.42	6.70	51.08	50.76	
1.6		10.03	7.47	2.40	2.56	5.07	50.43		
1.7	58	15.91	11.99	2.70	3.92	9.29	42.14	42.64	
1.8		20.32	14.98	2.60	5.34	12.38	43.14		
<div style="text-align: center;"> LÍMITE LÍQUIDO </div> <div style="text-align: right; border: 1px solid black; padding: 2px;"> $y = -2.528 \ln(x) + 55.266$ $R^2 = 0.3244$ </div> 									
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.A		3.29	3.00	2.35	0.29	0.65	44.55	39.70	
G1.B		3.51	3.27	2.73	0.24	0.54	44.36		
G1.C		3.29	3.07	2.58	0.22	0.50	44.15		
G1.D		3.72	3.42	2.62	0.29	0.81	36.27		
G1.E		3.24	3.05	2.39	0.19	0.66	29.15		
RESULTADOS									
Límite Líquido %			Límite Plástico %			Índice de Plasticidad %			
47.13			39.70			7.43			
CLASIFICACIÓN DEL SUELO									
SISTEMA			AASHTO			A-2-5			

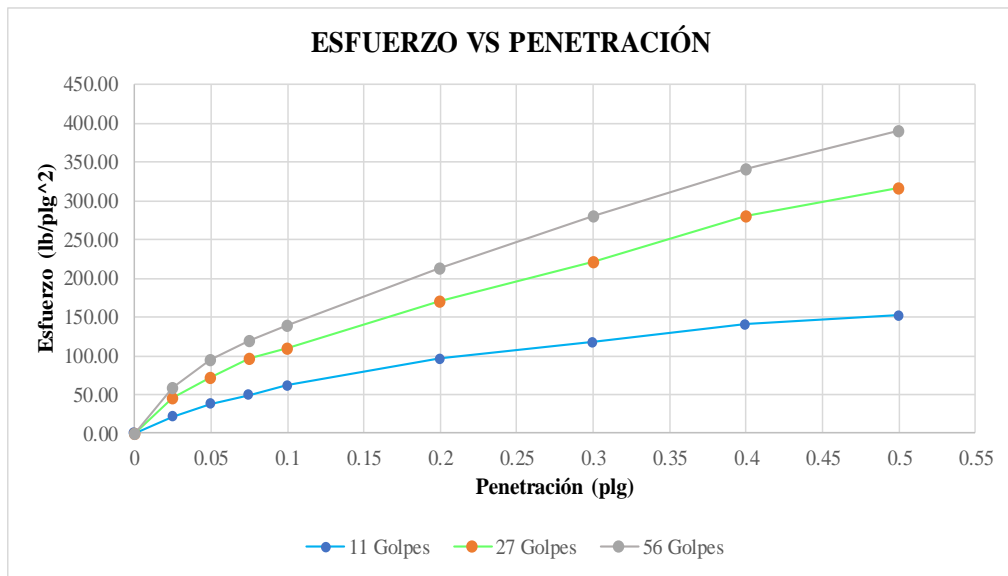
Proctor Modificado

 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 8+000 - 12+000"								
ABS: 8+650								
NORMA: AASHTO T180 - ASTM D1557		No. CALICATA 1						
REALIZADO POR: WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ								
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):	9642					
		Volumen del molde (cm3):	3236.12					
Proceso de Compactación								
Numero de ensayo	1	2	3	4				
% Rango en aumento	0	12	24	36				
Suelo húmedo + molde (gr)	13747	14021	14813	14763				
Peso suelo húmedo (gr)	4105	4379	5171	5121				
Peso unitario húm. (gr)	1.27	1.35	1.60	1.58				
Determinación del Contenido de Humedad								
Numero de recipiente	S	I	S	I	S	I	S	I
Peso del recipiente (gr)	1.64	1.70	1.92	1.93	1.72	1.71	1.71	1.72
Peso suelo húm. + recip (gr)	48.76	51.11	55.13	51.86	53.75	49.80	77.19	73.03
Peso suelo seco + recip (gr)	42.47	43.71	43.83	40.97	38.31	36.09	50.96	47.53
Peso del agua (gr)	6.29	7.402	11.3	10.897	15.437	13.712	26.231	25.502
Peso suelo seco (gr)	40.832	42.015	41.902	39.042	36.592	34.381	49.251	45.812
Contenido de agua (%)	15.39	17.62	26.97	27.91	42.19	39.88	53.26	55.67
w (%) Promedio	16.51		27.44		41.03		54.46	
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1.09		1.06		1.13		1.02	
Resultados								
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):		1.11						
Humedad Óptima:		33.00						
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<p style="text-align: center;">CURVA DE COMPACTACIÓN</p>  <p style="text-align: center;">$y = -0.0001x^2 + 0.009x + 0.9615$ $R^2 = 0.4309$</p>								

CBR

 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 8+000 - 12+000"						
ABS: 8+650						
NORMA: ASTM D1883			No. CALICATA:		1	
REALIZADO POR: WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ						
CBR DE LABORATORIO						
Molde	A		B		C	
Dimensiones	Diámetro:	15.26	Diámetro:	15.324	Diámetro:	15.41
	Altura:	11.5	Altura:	12.624	Altura:	12.638
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	12429		12849		12070	
Masa del molde (gr)	9626		9577		8473	
Masa muestra húmeda (gr)	2803		3272		3597	
Volumen muestra (cm3)	2103.28		2328.26		2357.08	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.33		1.41		1.53	
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip. (gr)	59.39	61.85	55.46	57.32	58.21	63.28
Masa suelo seco + recip. (gr)	46.75	47.11	41.80	44.52	43.68	48.13
Masa recipiente (gr)	1.68	1.70	1.70	1.96	1.72	1.70
Masa del agua (gr)	12.64	14.74	13.66	12.80	14.53	15.15
Masa suelo seco (gr)	45.07	45.40	40.10	42.56	41.96	46.44
Contenido de humedad w%	28.05	32.46	34.07	30.07	34.63	32.63
w% promedio	30.26		32.07		33.63	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1.023		1.064		1.142	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	17102		16927		17831	
Masa del molde (gr)	9626		9577		8473	
Masa muestra húmeda (gr)	7476		7350		9358	
Volumen muestra (cm3)	2103.28		2328.26		2357.08	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	3.55		3.16		3.97	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip. (gr)	64.19	62.93	60.75	63.42	59.59	67.40
Masa suelo seco + recip. (gr)	44.89	43.17	41.16	42.11	40.39	45.88
Masa recipiente (gr)	1.68	1.70	1.70	1.96	1.72	1.70
Masa del agua (gr)	19.30	19.76	19.60	21.31	19.20	21.53
Masa suelo seco (gr)	43.21	41.46	39.46	40.15	38.68	44.18
Contenido de humedad w%	44.66	47.66	49.66	53.06	49.64	48.72
w% promedio	46.16		51.36		49.18	
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
0.025	65.60	21.87	137.20	45.73	178.20	59.40
0.050	114.20	38.07	215.80	71.93	284.20	94.73
0.075	148.40	49.47	292.40	97.47	359.00	119.67
0.1	186.20	62.07	331.80	110.60	419.20	139.73
0.2	288.90	96.30	510.60	170.20	638.50	212.83
0.3	352.90	117.63	664.00	221.33	843.20	281.07
0.4	421.50	140.50	842.20	280.73	1023.80	341.27
0.5	456.40	152.13	950.30	316.77	1172.60	390.87

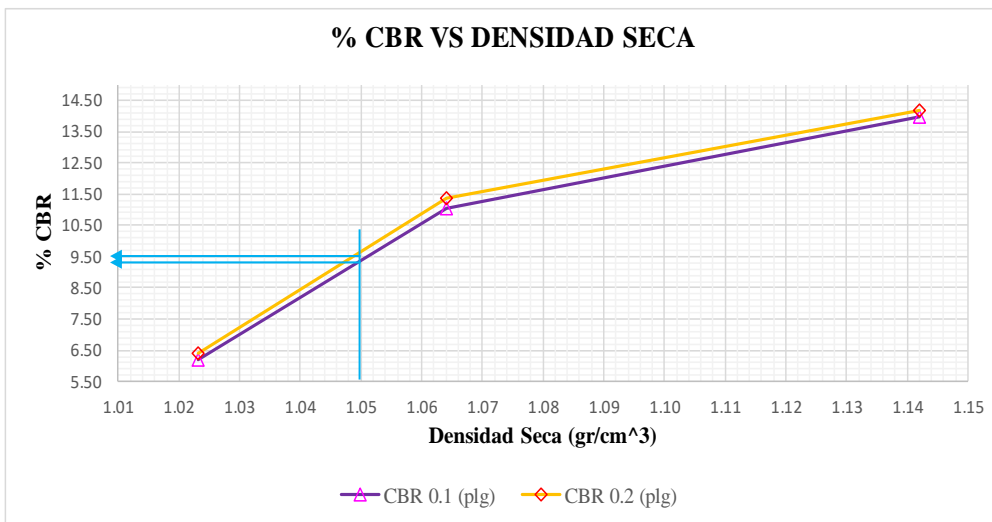
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	139.73	13.97	1.14	212.83	14.19	1.14
B	110.60	11.06	1.06	170.20	11.35	1.06
A	62.07	6.21	1.02	96.30	6.42	1.02



Gráfica de % CBR vs Densidad Seca



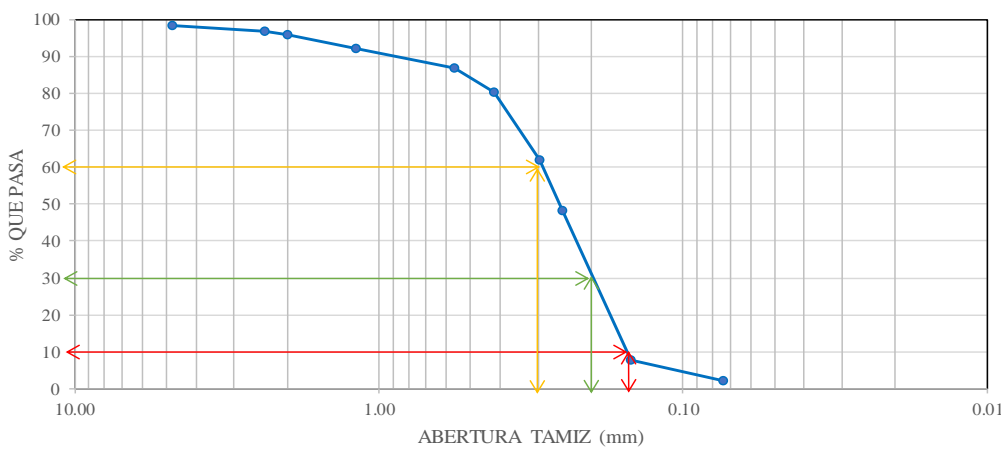
Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1.11		
DSM	% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor	
95%	1.05	9.30	9.50	9.50
CBR PUNTUAL (%)			9.50	

Anexo D-3. Ensayo de suelos Calicata 2 (Abscisa 8+880)

Granulometría



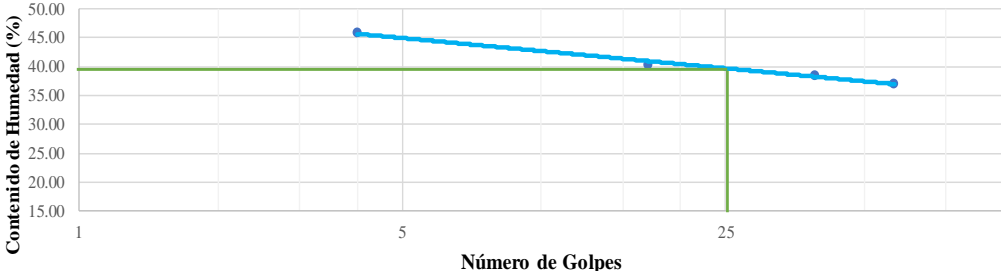
		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL GRANULOMETRÍA				
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000"						
ABS: 8+880		PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr				
NORMA: ASTM D421-58		No. CALICATA: 2				
REALIZADO POR: WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ						
GRANULOMETRÍA						
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA	
4	4.76	6.9	6.9	0.69	98.39	
8	2.38	13.9	20.8	2.08	97.00	
10	2.00	9.8	30.6	3.06	96.02	
16	1.19	38.4	69	6.90	92.18	
30	0.565	54	123	12.30	86.78	
40	0.42	64	187	18.70	80.38	
50	0.297	183.3	370.3	37.03	62.05	
60	0.25	138.6	508.9	50.89	48.19	
100	0.149	403.4	912.3	91.23	7.85	
200	0.074	57.8	970.1	97.01	2.07	
FUENTE		20.7	990.8	99.08		
RESULTADOS						
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			PORCENTAJE DE MATERIAL			
Diámetro Efectivo D ₁₀ mm	0.16		GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)	
Diámetro Equiparable D ₃₀ mm	0.2					
Diámetro Dimensional D ₆₀ mm	0.3					
C _u = D ₆₀ /D ₁₀	1.88					
C _c = (D ₃₀) ² / (D ₆₀ * D ₁₀)	0.83					

CURVA GRANULOMÉTRICA



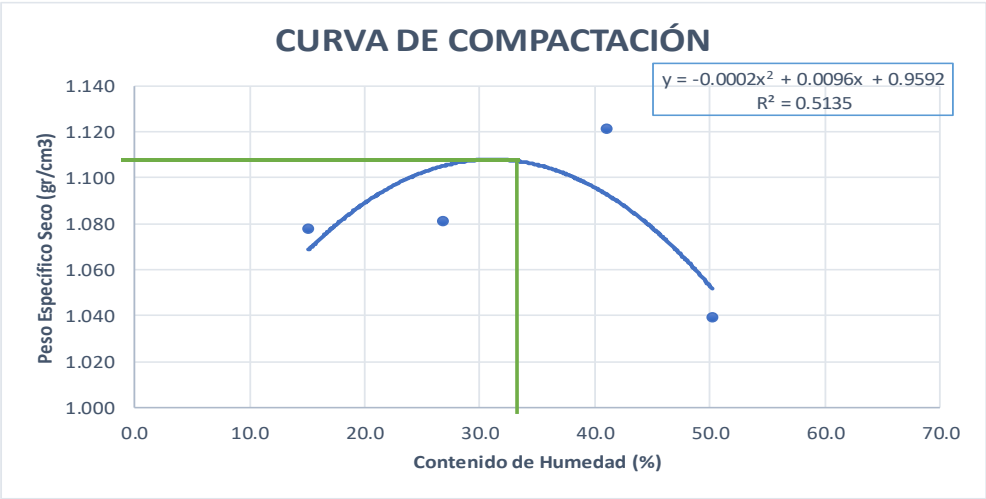


The graph plots the percentage of material passing through various sieve sizes. The x-axis represents sieve size in millimeters on a logarithmic scale from 10.00 to 0.01. The y-axis represents the percentage of material passing, ranging from 0 to 100. The curve shows a high percentage of fine material, with approximately 62% passing through a 0.25 mm sieve and 97% passing through a 0.075 mm sieve.



Límites de Atterberg

		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 8+000 - 12+000"								
ABS: 8+880		NORMA: ASTM D4318 No. CALICATA: 2						
REALIZADO POR: WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ								
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%
2.1	4	9.44	7.17	2.28	2.27	4.89	46.42	45.94
2.2		11.32	8.53	2.40	2.79	6.13	45.46	
2.3	17	8.04	6.43	2.43	1.62	4.00	40.41	40.29
2.4		9.27	7.33	2.49	1.94	4.84	40.17	
2.5	39	7.12	5.85	2.56	1.26	3.30	38.29	38.54
2.6		7.27	5.90	2.38	1.37	3.52	38.80	
2.7	58	13.58	10.55	2.45	3.02	8.10	37.31	37.10
2.8		18.16	13.98	2.62	4.19	11.36	36.89	
<div style="text-align: center;"> LÍMITE LÍQUIDO </div> 								
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%	
G2.A	3.48	3.16	2.41	0.32	0.75	42.80	42.59	
G2.B	4.03	3.65	2.72	0.38	0.93	41.32		
G2.C	4.08	3.80	3.12	0.29	0.68	42.00		
G2.D	3.35	3.06	2.41	0.29	0.65	44.58		
G2.E	3.66	3.29	2.40	0.38	0.89	42.28		
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %			Índice de Plasticidad %			
39.71		42.59			0.00			
CLASIFICACIÓN DEL SUELO								
SISTEMA		AASHTO			A-3			

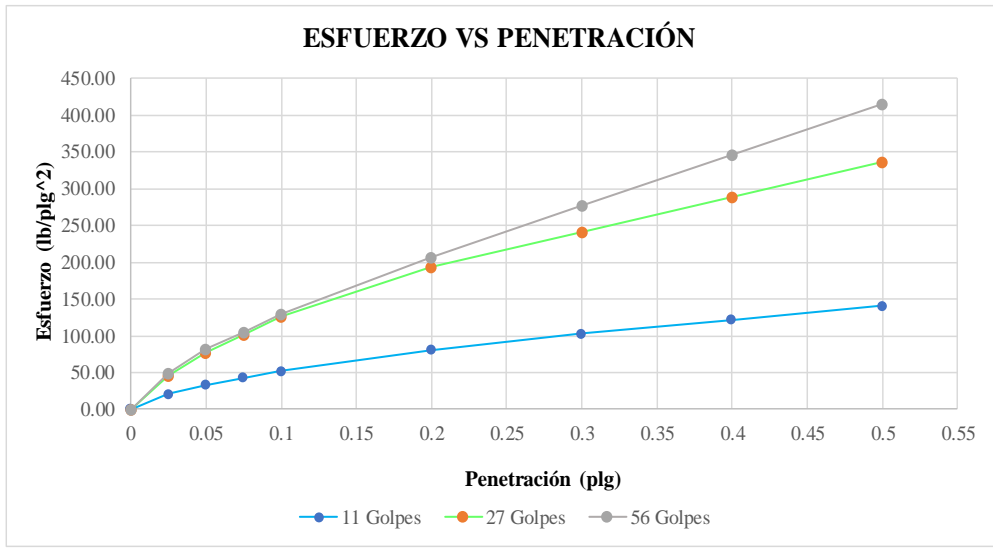
Proctor Modificado

 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 8+000 - 12+000"								
ABS: 8+880								
NORMA: AASHTO T180 - ASTM D1557		No. CALICATA 2						
REALIZADO POR: WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ								
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):	9642					
		Volumen del molde (cm3):	3236.12					
Proceso de Compactación								
Numero de ensayo	1	2	3	4				
% Rango en aumento	0	12	24	36				
Suelo húmedo + molde (gr)	13655	14078	14757	14692				
Peso suelo húmedo (gr)	4013	4436	5115	5050				
Peso unitario húm. (gr)	1.24	1.37	1.58	1.56				
Determinación del Contenido de Humedad								
Numero de recipiente	S	I	S	I	S	I	S	I
Peso del recipiente (gr)	1.65	1.66	1.93	1.92	1.72	1.71	1.70	1.70
Peso suelo húm. + recip (gr)	49.97	50.96	55.02	52.10	49.48	49.03	74.22	72.04
Peso suelo seco + recip (gr)	43.64	44.48	43.75	41.52	35.26	35.59	50.07	48.47
Peso del agua (gr)	6.33	6.479	11.27	10.58	14.216	13.44	24.151	23.567
Peso suelo seco (gr)	41.992	42.821	41.817	39.602	33.542	33.883	48.366	46.773
Contenido de agua (%)	15.06	15.13	26.95	26.72	42.38	39.67	49.93	50.39
w (%) Promedio	15.10		26.83		41.02		50.16	
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1.08		1.08		1.12		1.04	
Resultados								
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):			1.11					
Humedad Óptima:			34.00					
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<p style="text-align: center;">CURVA DE COMPACTACIÓN</p>  <p style="text-align: center;">$y = -0.0002x^2 + 0.0096x + 0.9592$ $R^2 = 0.5135$</p>								

CBR

 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 8+000 - 12+000"						
ABS: 8+880						
NORMA: ASTM D1883			No. CALICATA: 2			
REALIZADO POR: WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ						
CBR DE LABORATORIO						
Molde	A		B		C	
Dimensiones	Diámetro:	15.232	Diámetro:	15.22	Diámetro:	15.324
	Altura:	12.46	Altura:	12.638	Altura:	12.624
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	11428		9718		13141	
Masa del molde (gr)	8262		6420		9577	
Masa muestra húmeda (gr)	3166		3298		3564	
Volumen muestra (cm3)	2270.50		2299.31		2328.26	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.39		1.43		1.53	
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	54.11	56.39	63.78	65.13	44.21	63.17
Masa suelo seco + recip. (gr)	40.86	42.39	49.01	49.72	32.86	48.29
Masa recipiente (gr)	1.96	1.77	1.69	1.92	1.73	1.95
Masa del agua (gr)	13.25	14.00	14.77	15.42	11.35	14.88
Masa suelo seco (gr)	38.91	40.62	47.31	47.79	31.13	46.34
Contenido de humedad w%	34.05	34.45	31.22	32.25	36.46	32.11
w% promedio	34.25		31.74		34.29	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1.039		1.089		1.140	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	17598		15574		19762	
Masa del molde (gr)	8262		6420		9577	
Masa muestra húmeda (gr)	9336		9154		10185	
Volumen muestra (cm3)	2270.50		2299.31		2328.26	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	4.11		3.98		4.37	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	72.18	66.19	59.18	62.42	56.29	66.40
Masa suelo seco + recip. (gr)	47.38	43.48	40.06	42.09	38.59	45.58
Masa recipiente (gr)	1.96	1.77	1.69	1.92	1.73	1.95
Masa del agua (gr)	24.80	22.71	19.13	20.33	17.71	20.83
Masa suelo seco (gr)	45.42	41.71	38.36	40.17	36.86	43.62
Contenido de humedad w%	54.61	54.46	49.86	50.60	48.04	47.74
w% promedio	54.54		50.23		47.89	
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
0.025	63.80	21.27	137.20	45.73	148.20	49.40
0.050	99.20	33.07	230.60	76.87	245.80	81.93
0.075	128.20	42.73	306.90	102.30	316.00	105.33
0.1	156.00	52.00	379.50	126.50	389.60	129.87
0.2	241.10	80.37	578.20	192.73	619.50	206.50
0.3	308.00	102.67	723.40	241.13	829.80	276.60
0.4	366.20	122.07	866.30	288.77	1039.30	346.43
0.5	421.10	140.37	1006.80	335.60	1245.00	415.00

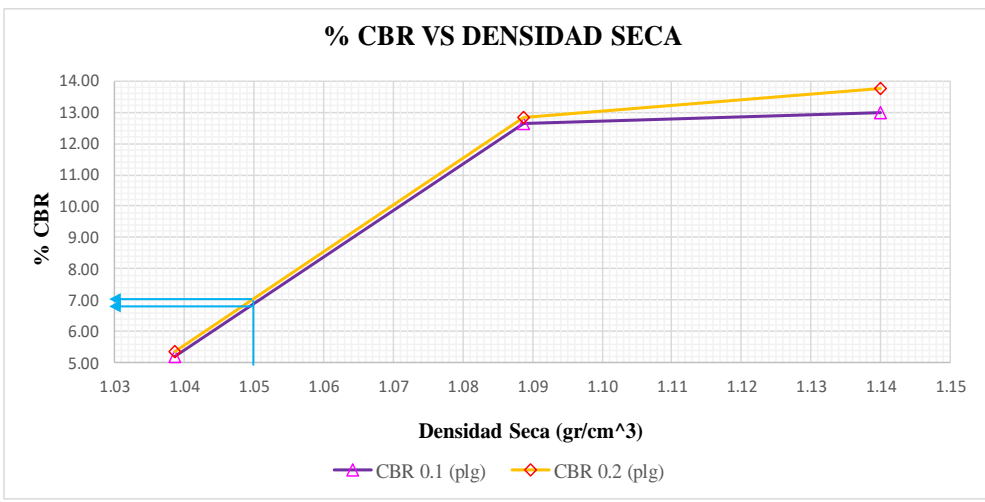
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	129.87	12.99	1.14	206.50	13.77	1.14
B	126.50	12.65	1.09	192.73	12.85	1.09
A	52.00	5.20	1.04	80.37	5.36	1.04

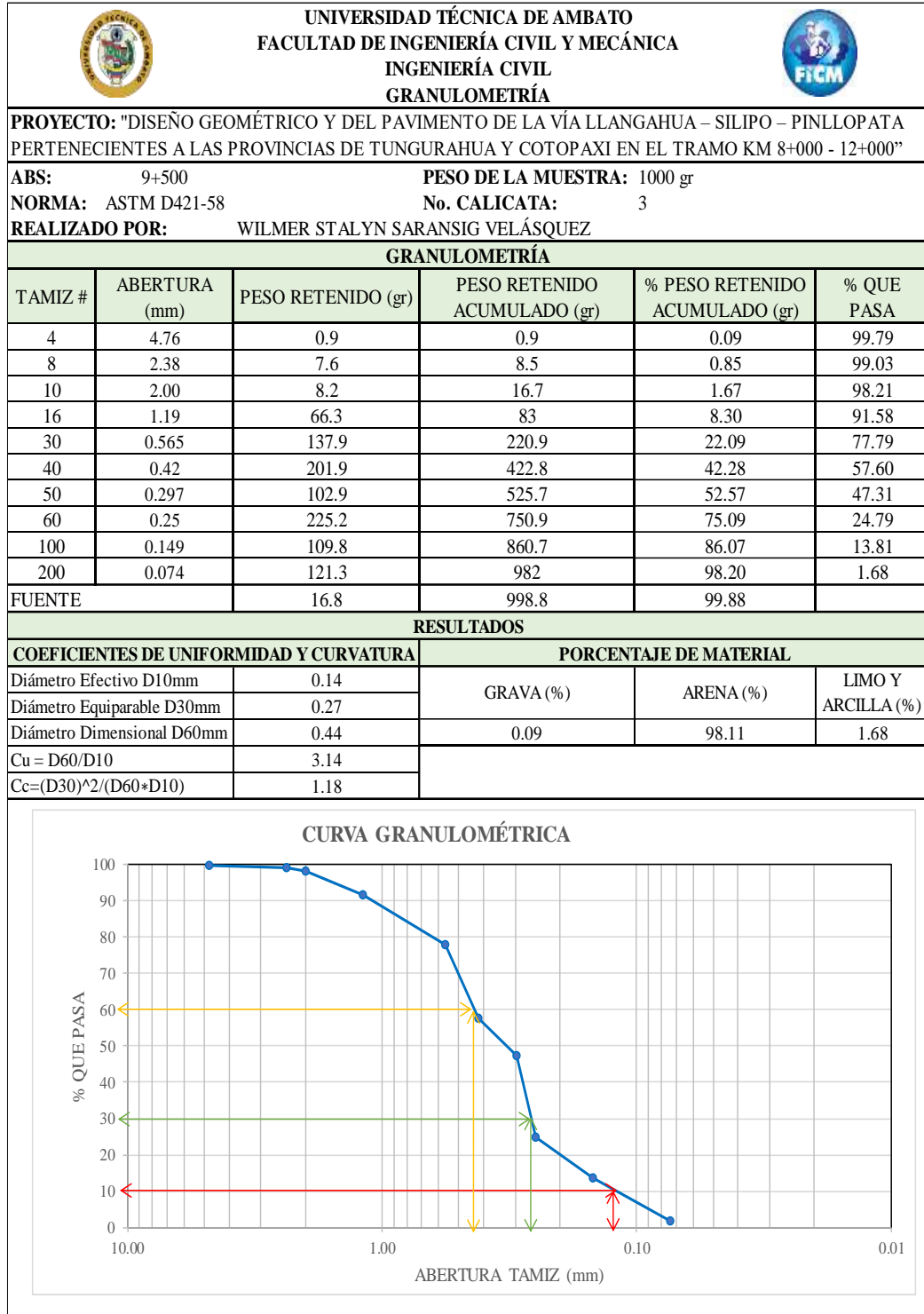
Gráfica de % CBR vs Densidad Seca





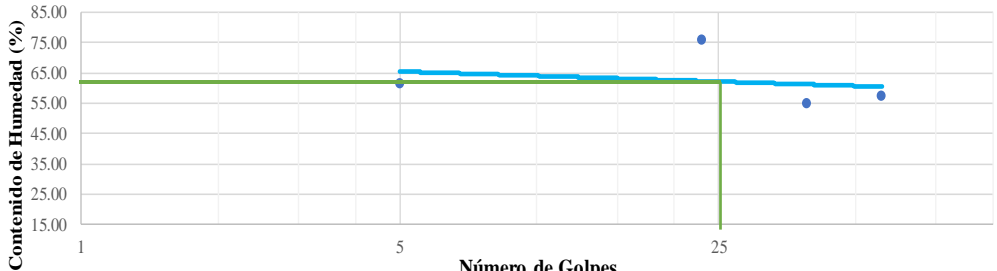
Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1.11		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	1.05	6.80	7.00	7.00
CBR PUNTUAL (%)			7.00	

Anexo D-4. Ensayo de suelos Calicata 3 (Abcisa 9+500)



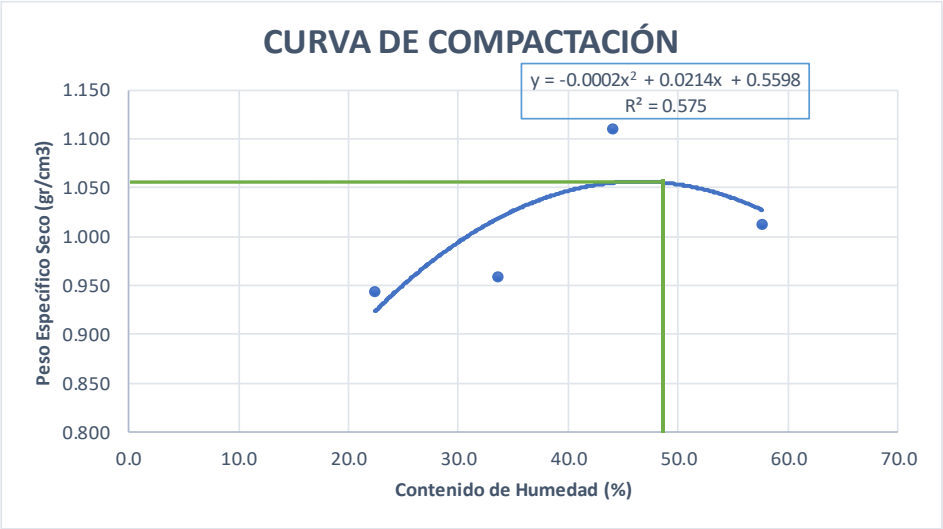
Granulometría





Límites de Atterberg

		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 8+000 - 12+000"									
ABS: 9+500									
NORMA: ASTM D4318 No. CALICATA: 3									
REALIZADO POR: WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ									
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%	
3.1	5	13.98	9.43	2.01	4.55	7.42	61.36	61.43	
3.2		12.76	8.65	1.98	4.11	6.68	61.50		
3.3	23	10.24	7.35	1.96	2.89	5.39	53.63	75.90	
3.4		10.24	6.16	2.01	4.08	4.16	98.17		
3.5	39	9.26	6.82	2.34	2.44	4.48	54.48	54.93	
3.6		6.98	5.35	2.39	1.64	2.95	55.38		
3.7	57	7.86	5.92	2.54	1.94	3.38	57.53	57.31	
3.8		9.62	7.14	2.81	2.48	4.34	57.09		
<div style="text-align: center;"> LÍMITE LÍQUIDO </div> <div style="text-align: right; border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $y = -2.066 \ln(x) + 68.825$ $R^2 = 0.0553$ </div> 									
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%	
G3.A		2.98	2.74	2.34	0.24	0.40	59.90	58.52	
G3.B		2.95	2.79	2.51	0.16	0.29	56.84		
G3.C		3.23	3.06	2.77	0.17	0.29	59.79		
G3.D		3.06	2.89	2.61	0.17	0.29	59.03		
G3.E		3.27	3.07	2.72	0.20	0.35	57.06		
RESULTADOS									
Límite Líquido %		Límite Plástico %			Índice de Plasticidad %				
62.17		58.52			3.65				
CLASIFICACIÓN DEL SUELO									
SISTEMA		AASHTO			A-2-5				

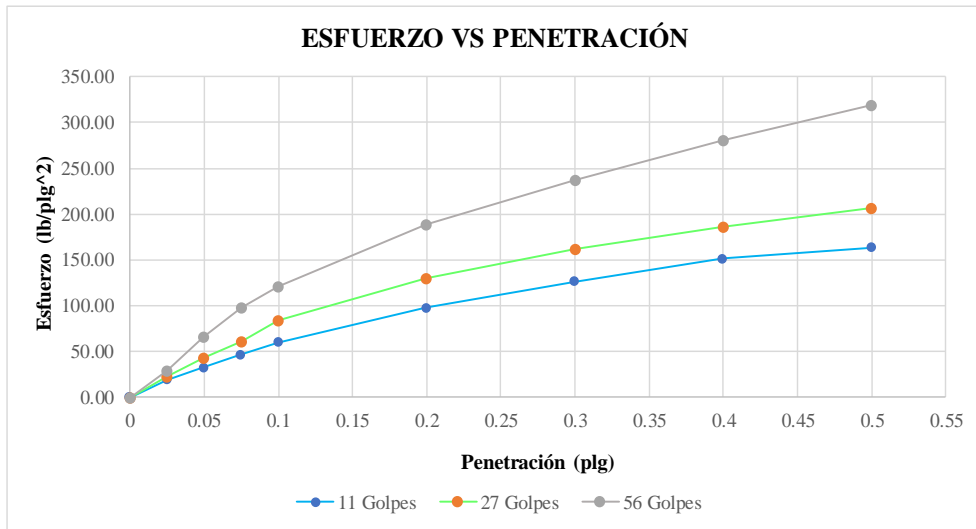
Proctor Modificado

 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 8+000 - 12+000"								
ABS: 9+500		No. CALICATA 3						
NORMA: AASHTO T180 - ASTM D1557		REALIZADO POR: WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ						
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):	9642					
		Volumen del molde (cm3):	3236.12					
Proceso de Compactación								
Numero de ensayo	1	2	3	4				
% Rango en aumento	0	12	24	36				
Suelo húmedo + molde (gr)	13377	13783	14815	14807				
Peso suelo húmedo (gr)	3735	4141	5173	5165				
Peso unitario húm. (gr)	1.15	1.28	1.60	1.60				
Determinación del Contenido de Humedad								
Numero de recipiente	S	I	S	I	S	I	S	I
Peso del recipiente (gr)	1.72	1.74	1.90	1.90	1.71	1.70	1.70	1.70
Peso suelo húm. + recip (gr)	45.96	55.69	60.32	60.95	62.19	58.43	113.92	87.93
Peso suelo seco + recip (gr)	36.92	47.04	43.18	48.90	44.15	40.68	72.94	56.35
Peso del agua (gr)	9.04	8.646	17.138	12.048	18.043	17.745	40.978	31.583
Peso suelo seco (gr)	35.201	45.307	41.285	46.999	42.438	38.98	71.242	54.647
Contenido de agua (%)	25.68	19.08	41.51	25.63	42.52	45.52	57.52	57.79
w (%) Promedio	22.38		33.57		44.02		57.66	
Peso unitario Seco (gr/cm3)	0.94		0.96		1.11		1.01	
Resultados								
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):		1.05						
Humedad Óptima:		48.00						
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<p style="text-align: center;">CURVA DE COMPACTACIÓN</p> 								

CBR

 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 8+000 - 12+000"						
ABS: 9+500						
NORMA: ASTM D1883			No. CALICATA: 3			
REALIZADO POR: WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ						
CBR DE LABORATORIO						
Molde	A		B		C	
Dimensiones	Diámetro:	15.266	Diámetro:	15.22	Diámetro:	15.232
	Altura:	12.728	Altura:	12.638	Altura:	12.46
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	10835		9760		11815	
Masa del molde (gr)	7483		6420		8262	
Masa muestra húmeda (gr)	3352		3340		3553	
Volumen muestra (cm3)	2329.70		2299.31		2270.50	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.44		1.45		1.56	
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	46.92	52.82	45.75	55.87	59.13	62.73
Masa suelo seco + recip. (gr)	32.18	37.03	31.46	39.68	40.76	42.59
Masa recipiente (gr)	1.68	1.90	1.69	1.69	1.67	1.98
Masa del agua (gr)	14.74	15.80	14.30	16.19	18.37	20.14
Masa suelo seco (gr)	30.50	35.13	29.77	37.99	39.10	40.61
Contenido de humedad w%	48.34	44.96	48.02	42.61	46.98	49.58
w% promedio	46.65		45.32		48.28	
Peso unitario seco (gr/cm3)	0.981		1.000		1.055	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	16941		15480		17846	
Masa del molde (gr)	7483		6420		8262	
Masa muestra húmeda (gr)	9458		9060		9584	
Volumen muestra (cm3)	2329.70		2299.31		2270.50	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	4.06		3.94		4.22	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	46.06	44.80	52.64	57.09	50.96	57.90
Masa suelo seco + recip. (gr)	29.66	28.67	34.79	37.21	33.41	38.17
Masa recipiente (gr)	1.68	1.90	1.69	1.69	1.67	1.98
Masa del agua (gr)	16.40	16.13	17.85	19.88	17.55	19.73
Masa suelo seco (gr)	27.98	26.77	33.10	35.52	31.75	36.19
Contenido de humedad w%	58.61	60.24	53.92	55.98	55.27	54.53
w% promedio	59.42		54.95		54.90	
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
0.025	58.80	19.60	68.10	22.70	89.30	29.77
0.050	99.30	33.10	130.80	43.60	197.10	65.70
0.075	139.90	46.63	184.60	61.53	295.40	98.47
0.1	181.20	60.40	251.60	83.87	363.30	121.10
0.2	293.80	97.93	391.60	130.53	565.70	188.57
0.3	380.30	126.77	484.20	161.40	710.00	236.67
0.4	455.20	151.73	558.40	186.13	841.70	280.57
0.5	491.10	163.70	621.30	207.10	957.50	319.17

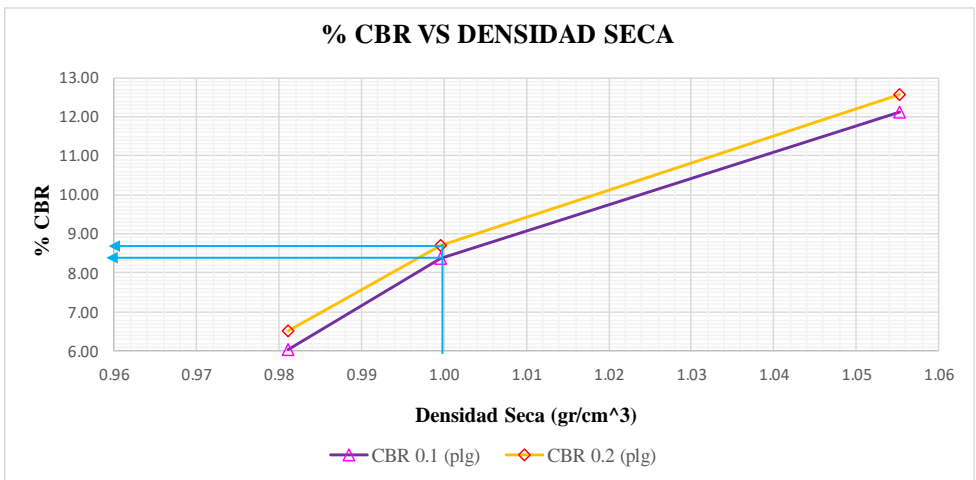
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	121.10	12.11	1.06	188.57	12.57	1.06
B	83.87	8.39	1.00	130.53	8.70	1.00
A	60.40	6.04	0.98	97.93	6.53	0.98



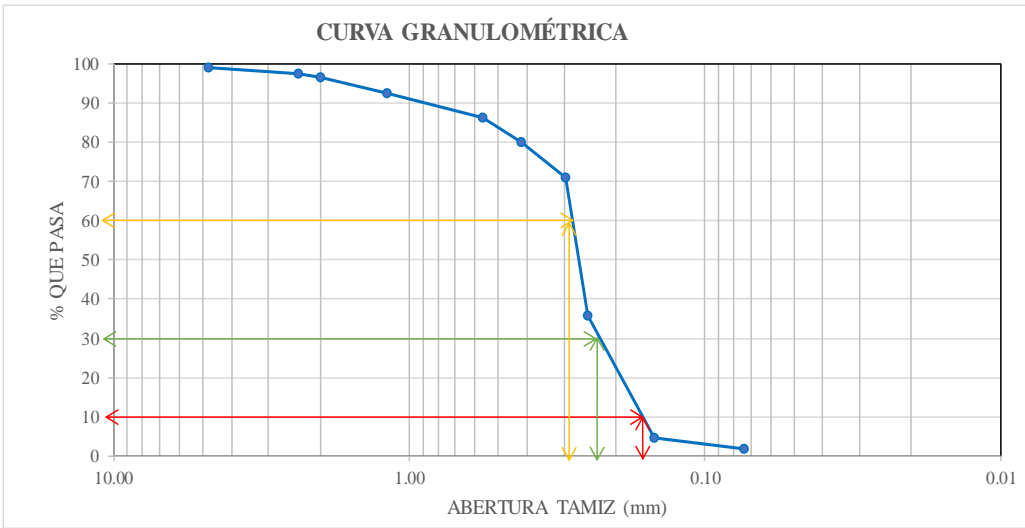
Gráfica de % CBR vs Densidad Seca





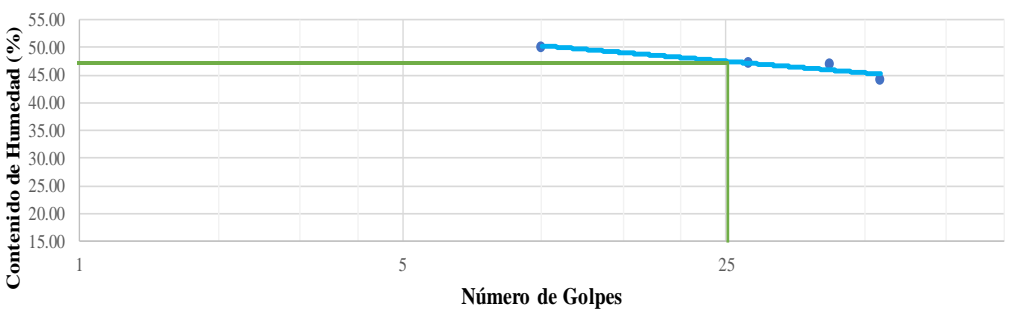
Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1.05		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	1.00	8.40	8.70	8.70
CBR PUNTUAL (%)			8.70	

Anexo D-5. Ensayo de suelos Calicata 4 (Abscisa 9+720)



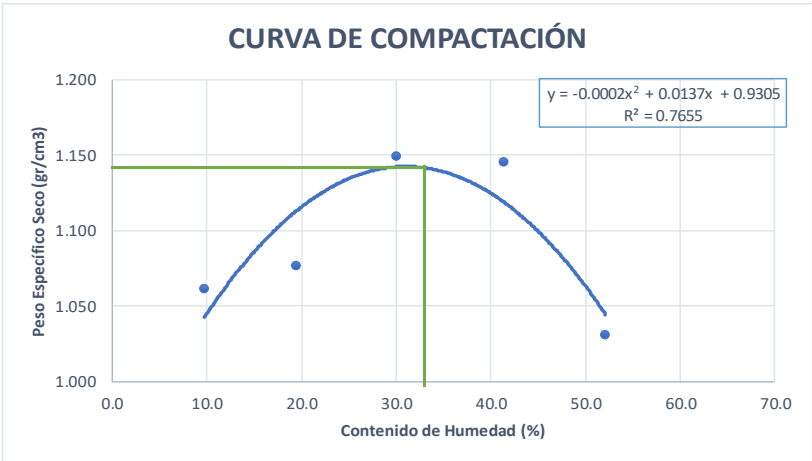
Granulometría

		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 8+000 - 12+000"					
ABS: 9+720		PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr			
NORMA: ASTM D421-58		No. CALICATA: 4			
REALIZADO POR: WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ					
GRANULOMETRÍA					
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
4	4.76	3.7	3.7	0.37	99.01
8	2.38	15.1	18.8	1.88	97.50
10	2.00	10.5	29.3	2.93	96.45
16	1.19	39.4	68.7	6.87	92.51
30	0.565	63.7	132.4	13.24	86.14
40	0.42	59.7	192.1	19.21	80.17
50	0.297	90.6	282.7	28.27	71.11
60	0.25	354	636.7	63.67	35.71
100	0.149	310	946.7	94.67	4.71
200	0.074	30	976.7	97.67	1.71
FUENTE		17.1	993.8	99.38	
RESULTADOS					
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			PORCENTAJE DE MATERIAL		
Diámetro Efectivo D10mm	0.18	GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)	
Diámetro Equiparable D30mm	0.24				
Diámetro Dimensional D60mm	0.29	0.37	97.30	1.71	
$Cu = D60/D10$	1.61				
$Cc = (D30)^2 / (D60 * D10)$	1.10				
CURVA GRANULOMÉTRICA					
					



Límites de Atterberg

		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 8+000 - 12+000"								
ABS: 9+720					No. CALICATA: 4			
NORMA: ASTM D4318		REALIZADO POR: WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ						
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%
4.1	10	9.98	7.54	2.73	2.43	4.82	50.54	50.09
4.2		8.43	6.51	2.62	1.93	3.88	49.64	
4.3	28	11.86	8.93	2.71	2.93	6.22	47.07	47.26
4.4		9.47	7.25	2.57	2.22	4.68	47.45	
4.5	42	9.20	7.04	2.48	2.16	4.56	47.27	47.08
4.6		8.46	6.59	2.59	1.87	4.00	46.90	
4.7	54	9.30	7.19	2.46	2.11	4.72	44.64	44.12
4.8		7.90	6.32	2.68	1.59	3.64	43.60	
<div style="text-align: center;"> LÍMITE LÍQUIDO </div> <div style="text-align: right; border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $y = -3.046 \ln(x) + 57.314$ $R^2 = 0.8613$ </div> 								
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%
G4.A		2.63	2.58	2.45	0.04	0.13	33.59	35.99
G4.B		2.70	2.63	2.43	0.08	0.20	39.09	
G4.C		2.80	2.72	2.50	0.08	0.22	38.01	
G4.D		2.92	2.86	2.62	0.06	0.24	26.27	
G4.E		3.06	2.95	2.68	0.11	0.27	43.02	
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %			Índice de Plasticidad %			
47.51		35.99			11.52			
CLASIFICACIÓN DEL SUELO								
SISTEMA		AASHTO			A-2-7			

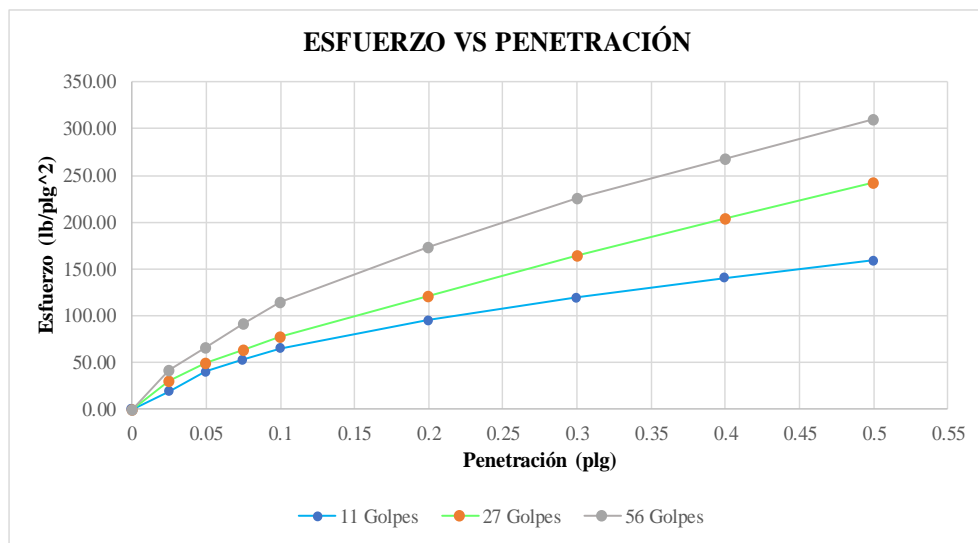
Proctor Modificado

 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 8+000 - 12+000"										
ABS: 9+720										
NORMA: AASHTO T180 - ASTM D1557		No. CALICATA 4								
REALIZADO POR: WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ										
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):	9642							
		Volumen del molde (cm3):	3236.12							
Proceso de Compactación										
Numero de ensayo	1	2	3	4	5					
% Rango en aumento	0	10	20	30	40					
Suelo húmedo + molde (gr)	13407	13799	14475	14877	14714					
Peso suelo húmedo (gr)	3765	4157	4833	5235	5072					
Peso unitario húm. (gr)	1.16	1.28	1.49	1.62	1.57					
Determinación del Contenido de Humedad										
Numero de recipiente	S		I		S		I		S	
Peso del recipiente (gr)	1.97	1.73	1.93	1.93	1.70	1.96	1.96	1.96	1.701	1.69
Peso suelo húm. + recip (gr)	65.89	59.59	46.01	52.91	52.63	53.68	71.51	63.46	66.719	88.342
Peso suelo seco + recip (gr)	60.40	54.34	38.81	44.68	40.71	41.91	51.19	45.45	44.514	58.58
Peso del agua (gr)	5.49	5.246	7.199	8.228	11.917	11.77	20.313	18.01	22.205	29.766
Peso suelo seco (gr)	58.438	52.614	36.882	42.749	39.015	39.954	49.236	43.484	42.813	56.887
Contenido de agua (%)	9.40	9.97	19.52	19.25	30.54	29.46	41.26	41.42	51.87	52.32
w (%) Promedio	9.68		19.38		30.00		41.34		52.09	
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1.06		1.08		1.15		1.14		1.03	
Resultados										
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):					1.14					
Humedad Óptima:					33.00					
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										
										

CBR

 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 8+000 - 12+000"						
ABS: 9+720						
NORMA: ASTM D1883			No. CALICATA:		4	
REALIZADO POR: WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ						
CBR DE LABORATORIO						
Molde	A		B		C	
Dimensiones	Diámetro:	15.26	Diámetro:	15.324	Diámetro:	15.41
	Altura:	11.5	Altura:	12.624	Altura:	12.638
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	12700		12978		12057	
Masa del molde (gr)	9626		9577		8473	
Masa muestra húmeda (gr)	3074		3401		3584	
Volumen muestra (cm3)	2103.28		2328.26		2357.08	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.46		1.46		1.52	
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	42.41	51.57	46.10	47.40	32.21	43.44
Masa suelo seco + recip. (gr)	30.95	37.86	34.67	35.33	24.46	33.48
Masa recipiente (gr)	1.70	1.96	1.68	1.70	1.72	1.70
Masa del agua (gr)	11.46	13.71	11.43	12.06	7.75	9.95
Masa suelo seco (gr)	29.25	35.90	32.99	33.63	22.74	31.79
Contenido de humedad w%	39.17	38.19	34.64	35.87	34.06	31.31
w% promedio	38.68		35.26		32.68	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1.054		1.080		1.146	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	18523		19114		17980	
Masa del molde (gr)	9626		9577		8473	
Masa muestra húmeda (gr)	8897		9537		9507	
Volumen muestra (cm3)	2103.28		2328.26		2357.08	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	4.23		4.10		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)	56.85	63.73	50.84	46.31	44.48	44.16
Masa suelo seco + recip. (gr)	35.69	40.68	33.18	30.87	29.21	29.32
Masa recipiente (gr)	1.70	1.96	1.68	1.70	1.72	1.70
Masa del agua (gr)	21.16	23.05	17.66	15.44	15.27	14.84
Masa suelo seco (gr)	33.99	38.72	31.50	29.17	27.49	27.62
Contenido de humedad w%	62.25	59.52	56.05	52.94	55.55	53.74
w% promedio	60.89		54.50		54.64	
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
0.025	58.80	19.60	93.40	31.13	126.60	42.20
0.050	120.80	40.27	148.00	49.33	200.00	66.67
0.075	160.30	53.43	190.60	63.53	276.80	92.27
0.1	196.90	65.63	235.00	78.33	343.00	114.33
0.2	285.60	95.20	363.60	121.20	520.00	173.33
0.3	359.30	119.77	493.30	164.43	676.00	225.33
0.4	422.80	140.93	613.10	204.37	803.80	267.93
0.5	478.10	159.37	726.10	242.03	929.60	309.87

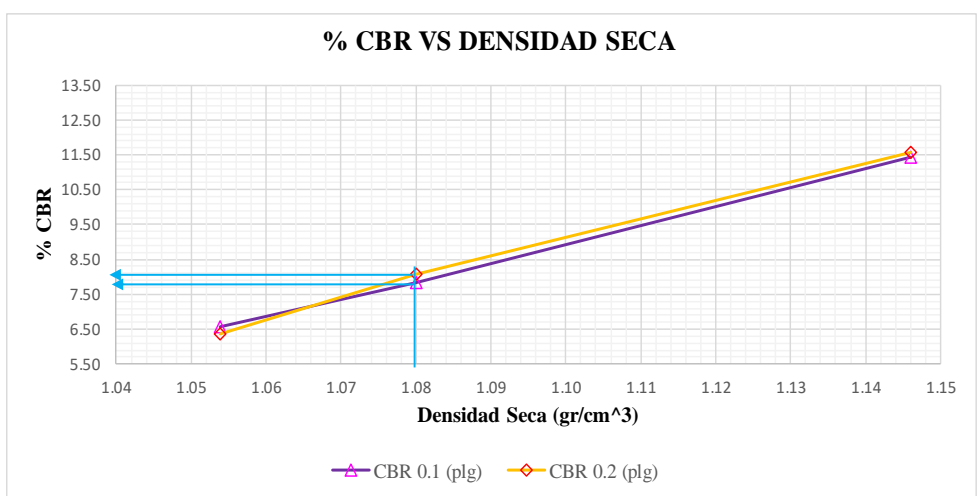
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	114.33	11.43	1.15	173.33	11.56	1.15
B	78.33	7.83	1.08	121.20	8.08	1.08
A	65.63	6.56	1.05	95.20	6.35	1.05

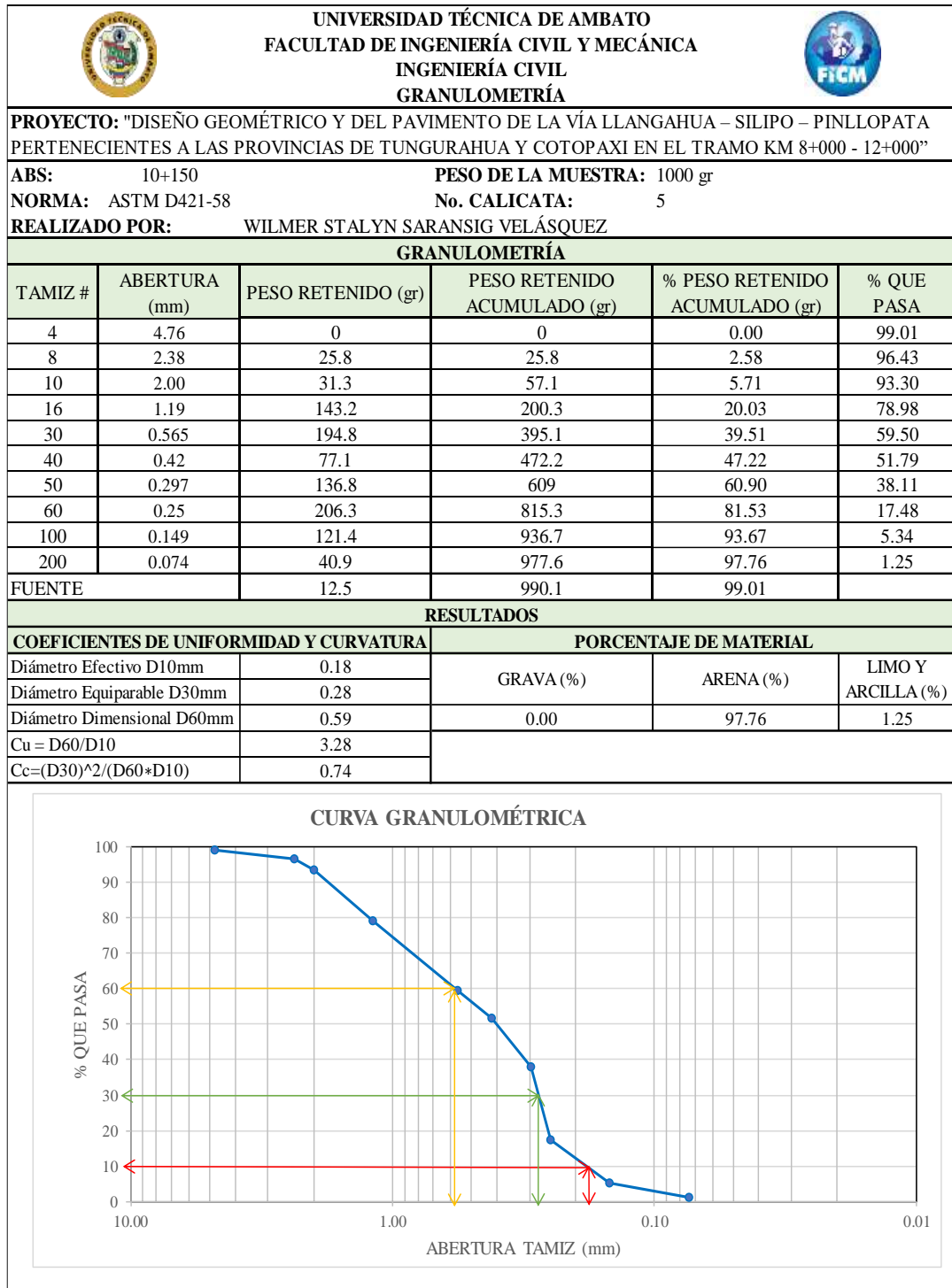
Gráfica de % CBR vs Densidad Seca





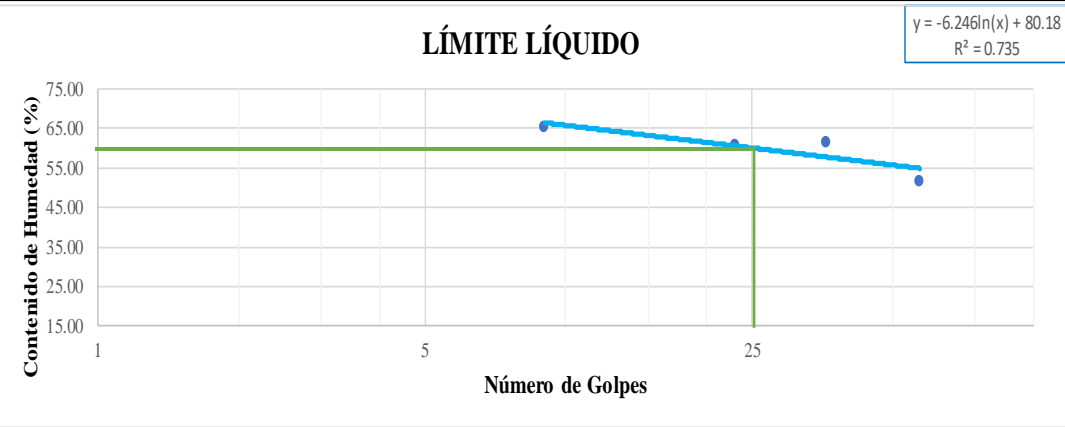
Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1.14		
DSM	% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor	
95%	1.08	8.10	8.10	
CBR PUNTUAL (%)			8.10	

Anexo D-6. Ensayo de suelos Calicata 5 (Abscisa 10+150)


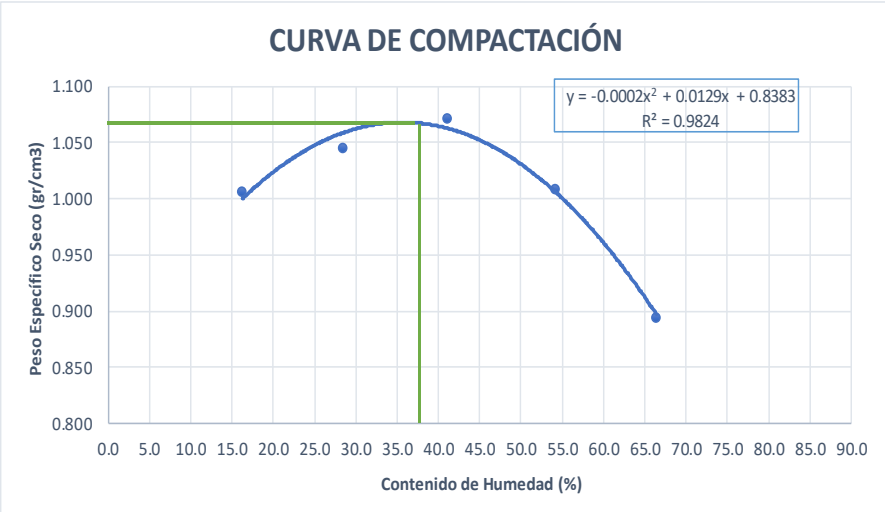
Granulometría





Límites de Atterberg

		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 8+000 - 12+000"									
ABS: 10+150									
NORMA: ASTM D4318 No. CALICATA:5									
REALIZADO POR: WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ									
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%	
5.1	9	12.09	8.21	2.29	3.88	5.92	65.50	65.38	
5.2		10.40	7.25	2.42	3.15	4.83	65.26		
5.3	23	8.46	6.19	2.44	2.27	3.75	60.67	60.79	
5.4		7.87	5.84	2.51	2.03	3.34	60.91		
5.5	36	9.88	7.09	2.57	2.79	4.52	61.56	61.75	
5.6		8.18	5.97	2.39	2.21	3.58	61.93		
5.7	57	9.07	6.80	2.46	2.27	4.35	52.29	51.86	
5.8		9.07	6.88	2.63	2.19	4.26	51.43		
<div style="text-align: center;"> <h3>LÍMITE LÍQUIDO</h3>  </div>									
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%	
G5.A		3.27	2.94	2.41	0.33	0.53	62.93	65.15	
G5.B		3.48	3.19	2.73	0.29	0.46	62.75		
G5.C		4.11	3.74	3.13	0.38	0.61	61.90		
G5.D		3.32	2.95	2.43	0.37	0.52	72.06		
G5.E		3.47	3.05	2.40	0.43	0.64	66.10		
RESULTADOS									
Límite Líquido %			Límite Plástico %			Índice de Plasticidad %			
60.07			65.15			0.00			
CLASIFICACIÓN DEL SUELO									
SISTEMA			AASHTO			A-3			

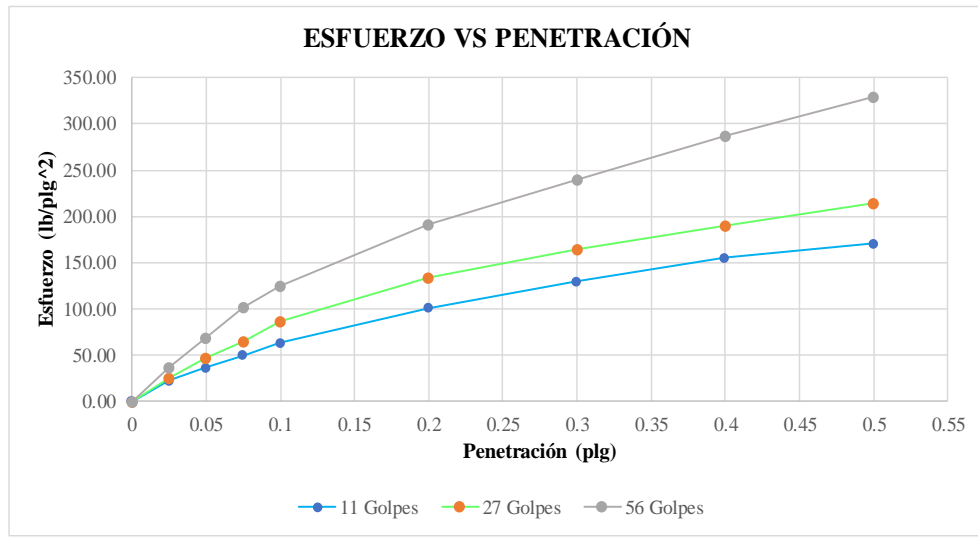
Proctor Modificado

 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 8+000 - 12+000"										
ABS: 10+150		No. CALICATA 5								
NORMA: AASHTO T180 - ASTM D1557		REALIZADO POR: WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ								
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):	9642							
		Volumen del molde (cm3):	3236.12							
Proceso de Compactación										
Numero de ensayo	1	2	3	4	5					
% Rango en aumento	0	12	24	36	48					
Suelo húmedo + molde (gr)	13425	13981	14534	14673	14458					
Peso suelo húmedo (gr)	3783	4339	4892	5031	4816					
Peso unitario húm. (gr)	1.17	1.34	1.51	1.55	1.49					
Determinación del Contenido de Humedad										
Numero de recipiente	S	I	S	I	S	I	S	I		
Peso del recipiente (gr)	1.68	1.69	1.67	1.69	1.69	1.67	1.71	1.67	1.934	1.96
Peso suelo húm. + recip (gr)	60.79	51.12	51.64	52.46	57.32	53.42	54.38	57.86	88.732	92.268
Peso suelo seco + recip (gr)	52.86	43.94	40.94	40.89	41.47	38.00	36.25	37.74	54.173	56.14
Peso del agua (gr)	7.93	7.179	10.706	11.576	15.854	15.415	18.135	20.126	34.559	36.128
Peso suelo seco (gr)	51.184	42.243	39.269	39.201	39.773	36.33	34.539	36.063	52.239	54.18
Contenido de agua (%)	15.49	16.99	27.26	29.53	39.86	42.43	52.51	55.81	66.16	66.68
w (%) Promedio	16.24		28.40		41.15		54.16		66.42	
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1.01		1.04		1.07		1.01		0.89	
Resultados										
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):		1.07								
Humedad Óptima:		37.50								
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										
										

CBR

 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 8+000 - 12+000"						
ABS: 10+150						
NORMA: ASTM D1883			No. CALICATA:		5	
REALIZADO POR: WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ						
CBR DE LABORATORIO						
Molde	A		B		C	
Dimensiones	Diámetro:	15.232	Diámetro:	15.22	Diámetro:	15.324
	Altura:	12.46	Altura:	12.638	Altura:	12.624
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	10915		9982		11723	
Masa del molde (gr)	7553		6513		8197	
Masa muestra húmeda (gr)	3362		3469		3526	
Volumen muestra (cm ³)	2270.50		2299.31		2328.26	
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1.48		1.51		1.51	
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	47.82	49.72	48.85	53.67	61.43	64.23
Masa suelo seco + recip. (gr)	32.08	33.83	34.56	37.88	44.96	45.89
Masa recipiente (gr)	1.96	1.77	1.69	1.92	1.73	1.95
Masa del agua (gr)	15.74	15.90	14.30	15.79	16.47	18.34
Masa suelo seco (gr)	30.12	32.05	32.86	35.96	43.23	43.94
Contenido de humedad w%	52.27	49.59	43.50	43.91	38.09	41.73
w% promedio	50.93		43.71		39.91	
Peso unitario seco (gr/cm ³)	0.981		1.050		1.082	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	17121		15520		17906	
Masa del molde (gr)	7553		6513		8197	
Masa muestra húmeda (gr)	9568		9007		9709	
Volumen muestra (cm ³)	2270.50		2299.31		2328.26	
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	4.21		3.92		4.17	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	45.16	44.00	53.74	56.19	51.86	56.80
Masa suelo seco + recip. (gr)	28.96	29.77	35.59	36.32	34.31	37.07
Masa recipiente (gr)	1.96	1.77	1.69	1.92	1.73	1.95
Masa del agua (gr)	16.20	14.23	18.15	19.87	17.55	19.73
Masa suelo seco (gr)	27.00	27.99	33.89	34.40	32.58	35.12
Contenido de humedad w%	59.99	50.83	53.55	57.78	53.86	56.20
w% promedio	55.41		55.66		55.03	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	A		B		C	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)
	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	68.80	22.93	78.10	26.03	109.30	36.43
0.050	109.30	36.43	140.80	46.93	207.10	69.03
0.075	149.90	49.97	194.60	64.87	305.40	101.80
0.1	191.20	63.73	261.60	87.20	373.30	124.43
0.2	303.80	101.27	401.60	133.87	575.70	191.90
0.3	390.30	130.10	494.20	164.73	720.00	240.00
0.4	465.20	155.07	568.40	189.47	861.70	287.23
0.5	511.10	170.37	641.30	213.77	987.50	329.17

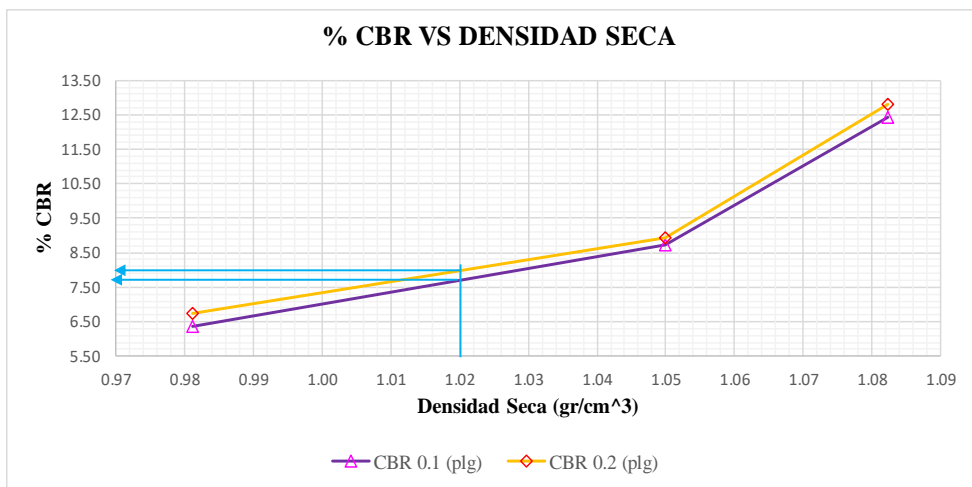
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	124.43	12.44	1.08	191.90	12.79	1.08
B	87.20	8.72	1.05	133.87	8.92	1.05
A	63.73	6.37	0.98	101.27	6.75	0.98

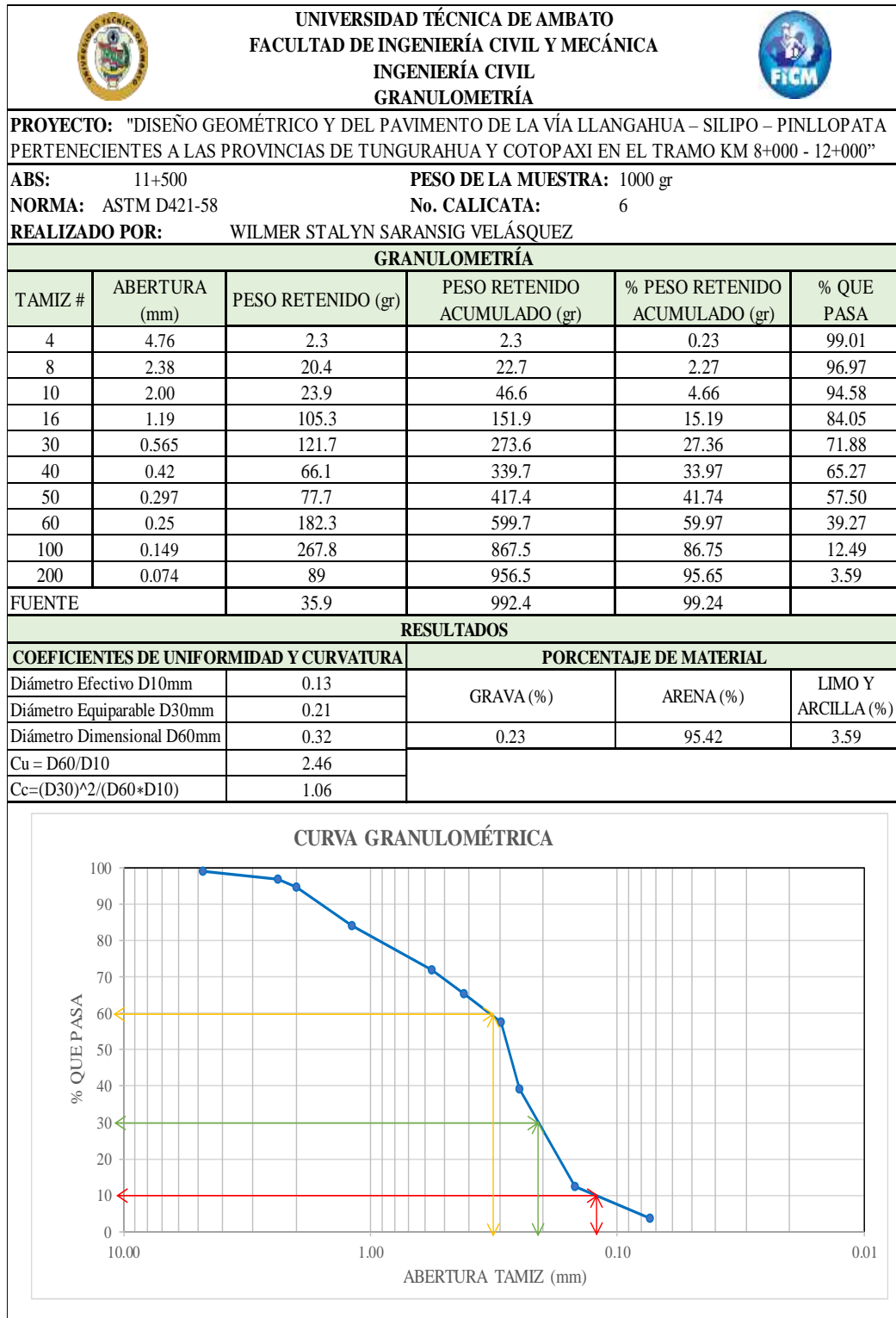
Gráfica de % CBR vs Densidad Seca





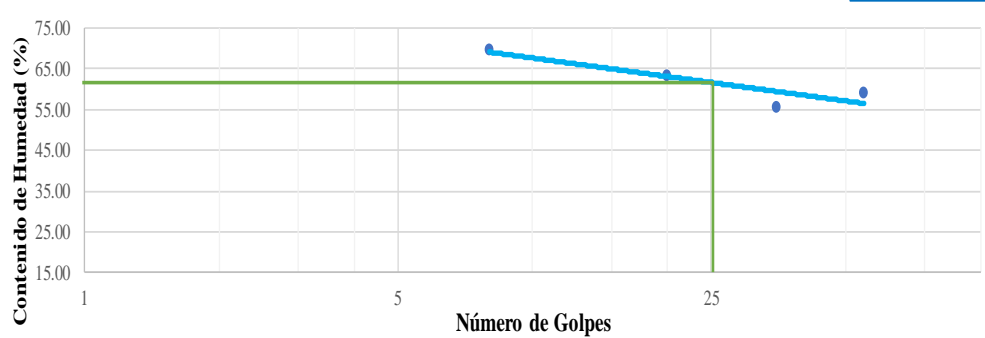
Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1.07		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	1.02	7.70	8.00	8.00
CBR PUNTUAL (%)			8.00	

Anexo D-7. Ensayo de suelos Calicata 6 (Abscisa 11+500)



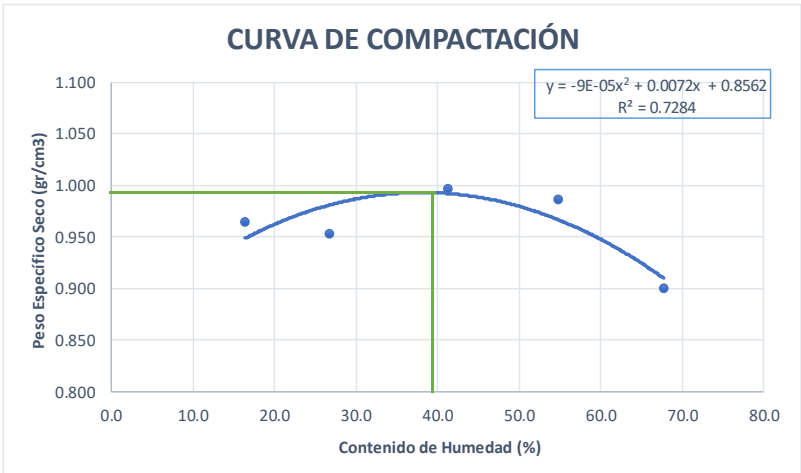
Granulometría





Límites de Atterberg

		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 8+000 - 12+000"								
ABS: 11+500								
NORMA: ASTM D4318 No. CALICATA: 6								
REALIZADO POR: WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ								
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%
6.1	8	14.63	9.42	2.02	5.21	7.40	70.40	69.83
6.2		18.64	11.83	1.99	6.82	9.84	69.27	
6.3	20	17.22	11.28	1.90	5.94	9.37	63.38	63.47
6.4		13.22	8.86	2.01	4.36	6.86	63.56	
6.5	35	12.66	7.95	2.35	4.71	5.60	84.06	55.62
6.6		10.92	9.09	2.39	1.82	6.70	27.18	
6.7	55	12.18	8.60	2.54	3.58	6.06	59.13	59.26
6.8		13.72	9.48	2.34	4.24	7.14	59.39	
LÍMITE LÍQUIDO <div style="float: right; border: 1px solid black; padding: 2px;"> $y = -6.548 \ln(x) + 82.735$ $R^2 = 0.7944$ </div>								
								
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%	
G6.A	3.10	2.76	2.34	0.34	0.42	81.38	68.70	
G6.B	3.20	2.90	2.51	0.30	0.39	75.38		
G6.C	3.59	3.24	2.77	0.35	0.47	75.54		
G6.D	3.47	3.09	2.61	0.38	0.48	78.47		
G6.E	3.73	3.48	2.72	0.25	0.76	32.72		
RESULTADOS								
Límite Líquido %			Límite Plástico %			Índice de Plasticidad %		
61.66			68.70			0.00		
CLASIFICACIÓN DEL SUELO								
SISTEMA			AASHTO			A-3		

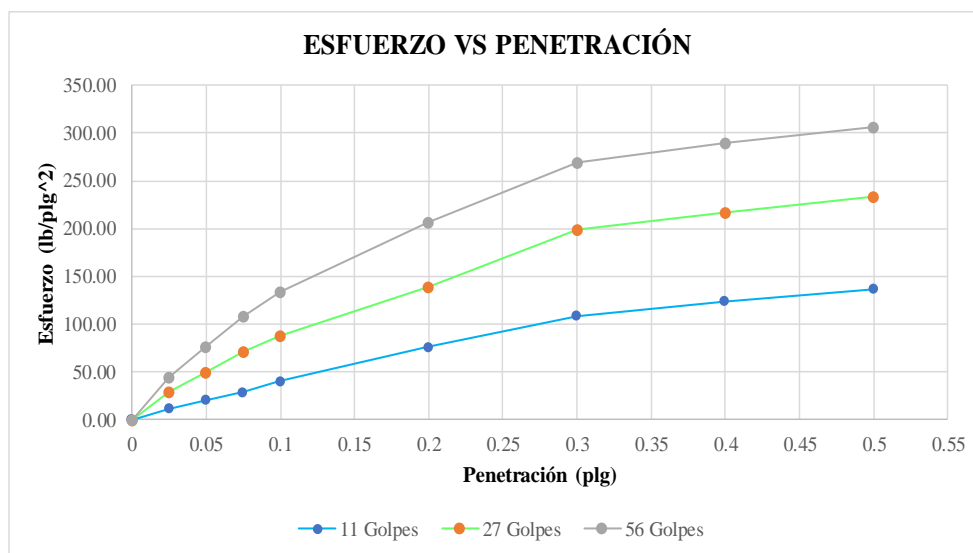
Proctor Modificado

 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 8+000 - 12+000"										
ABS: 11+500										
NORMA: AASHTO T180 - ASTM D1557		No. CALICATA 6								
REALIZADO POR: WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ										
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):	9642							
		Volumen del molde (cm3):	3236.12							
Proceso de Compactación										
Numero de ensayo	1	2	3	4	5					
% Rango en aumento	0	12	24	36	48					
Suelo húmedo + molde (gr)	13276	13548	14198	14576	14527					
Peso suelo húmedo (gr)	3634	3906	4556	4934	4885					
Peso unitario húm. (gr)	1.12	1.21	1.41	1.52	1.51					
Determinación del Contenido de Humedad										
Numero de recipiente	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I
Peso del recipiente (gr)	1.68	1.98	1.67	1.69	1.70	1.67	1.71	1.68	1.923	1.96
Peso suelo húm. + recip (gr)	45.72	67.18	47.60	47.22	52.22	47.25	59.26	54.99	70.489	70.692
Peso suelo seco + recip (gr)	38.69	59.24	37.65	37.88	37.81	33.62	38.91	36.12	42.696	43.07
Peso del agua (gr)	7.02	7.939	9.953	9.338	14.419	13.626	20.347	18.867	27.793	27.623
Peso suelo seco (gr)	37.009	57.265	35.975	36.186	36.106	31.948	37.204	34.442	40.773	41.111
Contenido de agua (%)	18.98	13.86	27.67	25.81	39.94	42.65	54.69	54.78	68.17	67.19
w (%) Promedio	16.42		26.74		41.29		54.73		67.68	
Peso unitario Seco (gr/cm3)	0.96		0.95		1.00		0.99		0.90	
Resultados										
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):					0.99					
Humedad Óptima:					39.00					
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										
<div style="text-align: center;"> <h3>CURVA DE COMPACTACIÓN</h3>  <p> $y = -9E-05x^2 + 0.0072x + 0.8562$ $R^2 = 0.7284$ </p> </div>										

CBR

 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 8+000 - 12+000"						
ABS: 11+500						
NORMA: ASTM D1883			No. CALICATA:		6	
REALIZADO POR: WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ						
CBR DE LABORATORIO						
Molde	A		B		C	
Dimensiones	Diámetro:	15.266	Diámetro:	15.22	Diámetro:	15.232
	Altura:	12.728	Altura:	12.638	Altura:	12.46
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	10939		11415		11894	
Masa del molde (gr)	8216		8428		8682	
Masa muestra húmeda (gr)	2723		2987		3212	
Volumen muestra (cm3)	2329.70		2299.31		2270.50	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.17		1.30		1.41	
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	52.31	53.67	48.20	51.50	60.11	64.24
Masa suelo seco + recip. (gr)	40.75	41.86	35.77	37.93	43.56	46.01
Masa recipiente (gr)	1.68	1.90	1.69	1.69	1.67	1.98
Masa del agua (gr)	11.56	11.81	12.43	13.56	16.55	18.22
Masa suelo seco (gr)	39.07	39.96	34.08	36.24	41.89	44.04
Contenido de humedad w%	29.58	29.56	36.46	37.43	39.49	41.38
w% promedio	29.57		36.94		40.44	
Peso unitario seco (gr/cm3)	0.902		0.949		1.007	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	16871		17967		18153	
Masa del molde (gr)	8216		8428		8682	
Masa muestra húmeda (gr)	8655		9539		9471	
Volumen muestra (cm3)	2329.70		2299.31		2270.50	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	3.72		4.15		4.17	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	46.54	45.42	42.26	43.39	63.90	56.79
Masa suelo seco + recip. (gr)	36.67	35.32	31.90	32.13	45.25	40.31
Masa recipiente (gr)	1.68	1.90	1.69	1.69	1.67	1.98
Masa del agua (gr)	9.87	10.10	10.35	11.26	18.65	16.48
Masa suelo seco (gr)	34.99	33.42	30.22	30.44	43.58	38.33
Contenido de humedad w%	28.21	30.22	34.27	36.98	42.80	42.99
w% promedio	29.22		35.62		42.90	
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
0.025	34.80	11.60	89.40	29.80	133.20	44.40
0.050	62.30	20.77	148.00	49.33	229.90	76.63
0.075	87.80	29.27	215.30	71.77	325.20	108.40
0.1	121.00	40.33	265.00	88.33	401.00	133.67
0.2	229.00	76.33	416.70	138.90	621.80	207.27
0.3	326.10	108.70	598.10	199.37	808.60	269.53
0.4	372.40	124.13	650.80	216.93	867.30	289.10
0.5	409.70	136.57	701.40	233.80	919.30	306.43

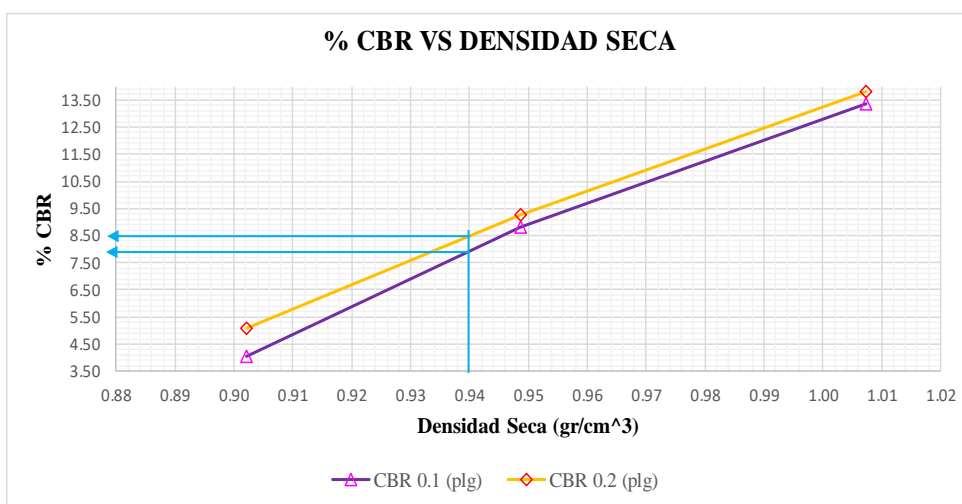
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	133.67	13.37	1.01	207.27	13.82	1.01
B	88.33	8.83	0.95	138.90	9.26	0.95
A	40.33	4.03	0.90	76.33	5.09	0.90

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca



Densidad seca máxima (gr/cm ³)		0.99		
DSM	% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor	
95%	0.94	7.90	8.50	8.50
CBR PUNTUAL (%)			8.50	

ANEXO E

PRESUPUESTO REFERENCIAL

Anexo E-1. 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 hojarascas. 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 [29].

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

Anexo E-2. 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 [29].

N° 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
---------------------	---

Anexo E-3. 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 [30].

Anexo E-4. 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 [31].

Anexo E-5. 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 [29].

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

Anexo E-6. 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].

Anexo E-7. Rubro 7 – Hormigón simple $f'c=180\text{kg/cm}^2$ 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.

Vigas, losas, zapatas, columnas, pilas y muros. - En vigas simples, el hormigón será depositado empezando en el centro de la luz y terminando en los extremos. En vigas, el hormigón será colocado en capas horizontales uniformes, a lo largo de toda su longitud. En luces continuas, el hormigón se colocará de acuerdo a lo especificado en los planos o en las disposiciones especiales.

El hormigonado en los acartelamientos con alturas menores a 1 metro deberá realizarse en forma continua con el hormigonado de la viga, y los cabezales de las columnas o estribos deberán ser rebajados para formar los apoyos de los acartelamientos. En cualquier chaflán o acartelamiento que tenga una altura mayor de un metro, el hormigonado de los estribos o columnas, vigas y acartelamientos, deberá realizarse en tres etapas sucesivas: primero, la parte inferior del acartelamiento; luego, la parte inferior de la viga y, por último, se completará lo que falta.

En vigas continuas acarteladas, el hormigonado deberá realizarse en forma continua en toda su altura, incluido el acartelamiento. Donde el hormigonado sea de tal magnitud que no se pueda realizar en una operación continua, las juntas de construcción verticales se localizarán preferiblemente en la zona de flexión nula.

El hormigonado en losas y zapatas se realizará en una operación continua, a menos que se indique otra cosa en los planos.

Los pisos y las vigas de la superestructura deberán hormigonarse en una operación continua, salvo cuando se especifique otra cosa. Deberán preverse anclajes especiales para corte, asegurando de esta manera la acción monolítica entre las vigas y el piso.

El hormigonado en vigas "T" se podrá hacer en una operación continua o en dos etapas: primero, toda la altura del nervio y, luego, la losa superior. En el último caso, la unión entre el nervio y la losa de la viga "T" deberá ser efectiva, utilizando una junta de construcción aprobada por el Fiscalizador y de acuerdo a lo indicado en los planos y en las presentes especificaciones. El hormigón en vigas cajón podrá ser vaciado en dos o tres operaciones, empezando siempre por la losa de fondo. Si el alma de la viga es hormigonada en una operación separada a la losa superior, la unión entre estas deberá realizársela de igual forma que en las vigas "T".

Colocación del hormigón en la cimentación y subestructura

Como regla general, el hormigón no podrá ser colocado en la cimentación hasta que el fondo y las características de la misma hayan sido inspeccionadas.

El fondo de la cimentación por ningún motivo debe contener agua.

La fundición de columnas, pilas o estribos de hormigón deberán ser fundidas monolíticamente entre juntas de construcción, las mismas que deberán estar definidas para toda la estructura antes del inicio de la fundición.

El hormigonado de columnas, pilas y muros se lo realizará en forma continua, a menos que se indique otra cosa en los planos. El hormigón se dejará fraguar por lo menos 12 horas antes de colocar el hormigón en el cabezal, y éste no se colocará hasta que se hayan removido los moldes de las columnas e inspeccionado el hormigón colado en ellas, salvo que el Fiscalizador autorice otro procedimiento. La carga de la superestructura no se la dejará descansar sobre las columnas hasta que haya transcurrido por lo menos 14 días después del hormigonado, a menos que el Fiscalizador permita otro procedimiento. La secuencia de hormigonado en vigas "T", losas, vigas cajón y columnas, estará indicada en los planos o en las disposiciones especiales. Los dientes para corte u otros medios utilizados para asegurar la unión adecuada de vigas y losas, deberán ser aprobados por el Fiscalizador.

Los barandales y parapetos no serán hormigonados hasta que los encofrados o cerchas del tablero hayan sido retirados, a menos que el Fiscalizador lo autorice. Los moldes deberán ser lisos y perfectamente contruidos y alineados, de manera que el hormigón no se dañe al desencofrar. Las barandas y parapetos serán acabados y curados de acuerdo con lo estipulado en los numerales 503-4.06 y 503-4.03.

Arcos. - El hormigonado del cuerpo del arco deberá realizárselo de tal forma que la carga quede repartida uniformemente.

El cuerpo de los arcos deberá hormigonarse en secciones transversales, de tal tamaño que cada sección pueda ser vaciada en una operación continua. La disposición de las secciones y la secuencia del hormigonado será aprobada por el Fiscalizador y debe ser de manera que no provoque esfuerzos iniciales en la armadura. Las secciones deberán ser unidas mediante un sistema conveniente, aprobado por el Fiscalizador. Cuando sea posible, los cuerpos de los arcos podrán ser fundidos en una sola operación.

Colocación del hormigón bajo el agua. - El hormigón no se colocará bajo agua, excepto cuando se indique en los planos o lo autorice el Fiscalizador en circunstancias especiales, en cuyo caso, la colocación de una capa sellante se efectuará bajo su control y de acuerdo al método descrito a continuación:

El hormigón por depositarse en agua será clase A, con un aumento del 10% de cemento. Para impedir la segregación se vaciará cuidadosamente en una masa compacta, por medio de una tolva y tubería, o una bomba. El vaciado deberá efectuarse en forma continua, sin afectar al hormigón colocado previamente. El agua en el lugar de colocación se mantendrá tranquila.

Colocación del hormigón en agua

No se debe permitir el bombeo de agua durante la colocación del hormigón y la superficie debe estar lista por lo menos 36 horas antes.

En el caso que se especifique colocar hormigón bajo el agua, este deberá ser rediseñado para adicionar 60 Kg de cemento por m³, con referencia al diseño que se está usando, tomando en cuenta las condiciones de trabajabilidad.

La tolva y tubería estarán constituidas por un tubo metálico de un diámetro de no menos de 25 centímetros, construido en secciones con acoples de bridas provistas de empaques. La tolva se apoyará de modo que permita un movimiento libre del extremo de descarga sobre toda la superficie de trabajo y se puede bajar rápidamente, si fuera necesario retardar o parar el flujo del hormigón. El extremo de descarga estará cerrado al inicio del trabajo para impedir la entrada de agua al hormigón. Iniciada la descarga de la mezcla, el extremo inferior del tubo deberá quedar sumergido en el hormigón fresco para mantenerlo sellado, evitando la entrada de agua y un posible lavado del hormigón. El flujo de hormigón deberá ser continuo hasta que el trabajo finalice. No se permitirá el uso de tubos de aluminio.

El espesor exacto del sello estará contenido en los planos o será indicado por el Fiscalizador. Al hormigón, en el sello, se lo curará por lo menos durante 5 días después del colado, antes de proceder a desaguar la ataguía dentro de la cual se ha colocado el sello. Si el sello se coloca en agua a una temperatura menor a 7 grados centígrados, el tiempo de curado antes del desaguado será incrementado.

Después de transcurrido un tiempo, para asegurar una adecuada resistencia del sello de hormigón y con la autorización del Fiscalizador, la ataguía será desaguada y la cara superior del hormigón limpia de espuma, nata y sedimentos. Antes de depositar el hormigón fresco sobre el sello, se nivelará la superficie a fin de proporcionar un espacio libre adecuado para la armadura de refuerzo de la capa siguiente.

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.

Acabado de losas de puentes. - El acabado del hormigón en los tableros de puentes consistirá en el apisonado y enrasado de la superficie de hormigón, hasta que tenga una textura uniforme y rugosa, conformándose a la sección transversal, pendiente y alineamiento señalados en los planos. El Contratista deberá usar el equipo mecánico para el acabado, con la utilización de equipo manual para trabajos complementarios. El vaciado del hormigón en los tableros de puentes, no se permitirá hasta que el Fiscalizador compruebe que se dispone de los materiales necesarios para cubrir la sección propuesta, dentro del plazo establecido, y que el personal que opera las máquinas de acabado y curado se encuentren en la obra y en condiciones satisfactorias.

Se comprobará igualmente que las máquinas de acabado puedan desplazarse sobre toda la superficie por hormigonarse y que los alisadores puedan cubrir hasta los extremos de los encofrados. A menos que el Contratista proporcione una iluminación adecuada, el vaciado del hormigón deberá programarse para que las operaciones de acabado puedan ser terminadas durante las horas de luz diurna.

El hormigón para losas de puentes se colocará en un frente, aproximadamente, paralelo al eje del puente, a menos que otro procedimiento sea permitido por el Fiscalizador. La cantidad de hormigón que se coloque estará limitada a aquella que pueda ser alisada y acabada, antes de iniciarse el fraguado, con la condición de que el hormigón para losas de puentes no será colocado más allá de 3 metros por delante del apisonador.

El equipo de apisonado y acabado se soportará y operará sobre vigas o rieles, que serán firmemente asegurados en los sitios en los cuales se colocará el hormigón. Si el embasamiento se efectuara con el frente perpendicular al eje del puente, los rieles serán nivelados para compensar la deformación por la deflexión que pueda ocurrir en las vigas o el encofrado.

Los alisadores longitudinales, ya sean éstos operados a mano o a máquina, se usarán de manera que su eje longitudinal sea paralelo a la línea central del puente, con movimientos longitudinales y transversales, alisando las áreas superiores y removiendo el exceso de hormigón a las áreas bajas.

Cada pasada sucesiva del alisador deberá traslaparse con la anterior, en la mitad de su longitud, continuándose el proceso hasta obtener una superficie uniforme.

Como operación final de acabado, se dará a la superficie una textura estriada, por medio de una escoba de fibra rígida o una tira de arpillera.

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 rellenos 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 sujetados 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 [29].

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

Cunetas de Hormigón de f'c=180 kg/cm2..... Metro cubico (m³)

UNIDAD	m3
MATERIALES	ARENA GRAVA CLASIFICADA CEMENTO GRIS ENCOFRADO AGUA ACCELERANTE PARA HORMIGÓN

EQUIPO	HERRAMIENTA MENOR CONCRETERA VIBRADOR
MANO DE OBRA	Estructura Ocupacional E2 Estructura Ocupacional D2

Anexo E-8. Rubro 8 – Subbase clase 3 e=20cm, tendido y compactado

DEFINICIÓN. –

Este trabajo consistirá en la construcción de capas de subbase compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado, y deberá cumplir los requerimientos especificados. La capa de subbase se colocará sobre la subrasante previamente preparada y aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos.

Materiales. - La subbase de agregados se clasifican como se indica a continuación, de acuerdo con los materiales a emplearse. La clase de subbase 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%.

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 o de cribado, equipo de transporte, maquinaria para esparcimiento, mezclado y conformación, tanqueros para hidratación y rodillos lisos de tres ruedas o rodillos vibratorios.

Ensayos y Tolerancias. - La granulometría del material de subbase será comprobada mediante los ensayos determinados, los mismos que se llevarán a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en la vía. Sin embargo, de haber sido comprobada la granulometría en planta, el Contratista continuará con la obligación de mantenerla en la obra inmediatamente antes del tendido del material.

Deberán cumplirse y comprobarse todos los demás requerimientos sobre la calidad de los agregados, de acuerdo con lo establecido.

Disposiciones Especiales. - Para comprobar la calidad de la construcción, se deberá realizar en todas las capas de subbase los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T - 147. En todo caso, la densidad mínima de la sub-base no será menor que el 100% de la densidad

máxima obtenida en laboratorio, mediante los ensayos previos de Humedad Óptima y Densidad Máxima, realizados con las regulaciones AASHTO T-180, método D.

En ningún punto de la capa de subbase terminada, el espesor deberá variar en más de dos centímetros con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado. Estos espesores serán 5.2 SUB BASE CLASE 3 (e=20cm) medidos luego de la compactación final de la capa, 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 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 costa, 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, se deberá seguir un procedimiento análogo.

En caso de 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.

La superficie de la subbase terminada deberá ser comprobada mediante nivelaciones minuciosas, y en ningún punto las cotas podrán variar en más de dos centímetros con las del proyecto.

Preparación de la Subrasante. - Antes de proceder a la colocación de los agregados para la subbase, el Contratista habrá terminado la construcción de la subrasante, debidamente compactada y con sus alineaciones, pendientes y superficie acordes con las estipulaciones contractuales. La superficie de la subrasante terminada, deberá encontrarse libre de cualquier material extraño.

En caso de ser necesaria la construcción de subdrenajes, estos deberán hallarse completamente terminados antes de iniciar el transporte y colocación de la subbase.

Selección y Mezclado. - Los agregados preparados para la subbase deberán cumplir la granulometría especificada para la clase de subbase 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 preparado 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 subbase 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 subrasante, con un espesor y anchos 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 y Compactación. - Cuando el material de la subbase haya sido mezclado en planta central, deberá ser cargado 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 subbase 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 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 se haya autorizado el mezclado de los agregados en la vía, estos deberán tenderse 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 subbase, 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 y regulada a una velocidad máxima de 30 Km/h, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material.

Cuando se efectúe la mezcla y tendido del material en la vía utilizando motoniveladoras, se deberá cuidar que no se corte el material de la subrasante ni se arrastre material de las cunetas para no contaminar los agregados con suelos o materiales no aceptables.

Cuando sea necesario construir la subbase 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 subbase, 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 subbase, 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 esta rodillada, 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 esté dentro del rango especificado, el Contratista deberá efectuar las correcciones necesarias, hasta obtener el cumplimiento de los requisitos señalados en el contrato y la aprobación del Fiscalizador.

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 subbase.

Medición. - La cantidad a pagarse por la construcción de una subbase 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 sub-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.

UNIDAD Y FORMA DE PAGO. –

La terminación o conformación del material, será medida en metros cúbicos, m³. Las cantidades determinadas en la forma indicada anteriormente, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para cualquiera de los rubros designados.

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 subbase, incluyendo la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones conexas que se hayan empleado para la realización completa de los trabajos descritos en esta sección.

MANO DE OBRA MÍNIMA. –

Chofer Tanquero, Operador Motoniveladora, Operador Rodillo, Ayudante, Inspector de Obra, Ingeniero Residente, Ingeniero Civil [33].

Anexo E-9. Rubro 9 – Transporte de subbase 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 sub-base

Clase 3.....Metro cúbico/kilómetro [29]

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

Anexo E-10. Rubro 10 – Base clase 4 e=15cm, tendido y compactado

DESCRIPCIÓN:

En lo que al material de base se refiere, su granulometría de clasificación será de clase 4, esta base clase 4, al momento de su explotación tendrá que ser constituida por fragmentos de roca o grava, cuyo tamaño deberá pasar en un 100% del tamiz de 2 pulgadas y cumplir con los requerimientos de las normas indicadas en el manual de diseño MOP-001-F-2002, en las que se define que el material de base clase 4, debe cumplir con los siguientes requisitos: El desgaste a la Abrasión en la máquina de los Ángeles tiene que ser menor al 40%, El límite líquido no debe ser mayor al 25%, su índice de plasticidad debe ser menor al 6%, tiene que tener una resistencia o un CBR no menor al 80%; para este proceso se podrá realizar la explotación y cribado la cantera sea esta la autorizada para obtener el material de base clase 4, según como lo crea conveniente el contratista y aceptado por el fiscalizador; esta mezcla cumple con los requerimientos para producir Base Clase 4, cabe destacar que se deberá triturar el material y colocar una criba con malla no superior a 2 pulgada para de esta forma pueda cumplir con el requerimiento granulométrico de Base clase 4. La franja de diseño y los resultados del laboratorio se define en los cuadros siguientes:

GRANULOMETRÍA DE BASE CLASE 4		
TAMIZ	% QUE PASA FAJA DE ESPECIFICACIONES	
2"	100	
1"	60 - 90	
Nº4	20 - 50	
Nº200	0 - 15	

ENSAYO	NORMA	RESULTADO
DESGASTE A LA ABRASIÓN	< 40%	18,70%
DESGASTE A LOS SULFATOS	< 12%	6,86%
LÍMITE LÍQUIDO	< 25 %	0,00%
INDICE DE PLASTICIDAD	< 6%	N.P.
PASANTE DEL TAMIZ N° 200	< 15%	4,80%
COMPACTACIÓN PROCTOR	N.E.	2210 Kg/cm ³
CBR	> 80%	81,9%

Con estos resultados, y como factor de seguridad se diseñará con los CBR y módulos elásticos mínimos que deberán cumplir cada capa de la estructura del pavimento.

MATERIALES MÍNIMOS

- Base Clase 4

MANO DE OBRA MINIMA

Peón, Op. de Motoniveladora, Op. Rodillo autopropulsado, CHOFER: Tanqueros ,
Engrasador o abastecedor responsable en construcción

EQUIPO MÍNIMO

Herramientas manuales (5% M.O.), Motoniveladora, Rodillo Vibratorio liso, Camión
Cisterna [34].

Anexo E-11. Rubro 11 – 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 fueron 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 [29]

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

Anexo E-12. Rubro 12 – Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta e=5cm, incluye imprimación

DESCRIPCIÓN:

Este trabajo consistirá en la colocación de una capa asfáltica bituminosa fabricada en caliente, y construida sobre una superficie debidamente preparada e imprimada, de acuerdo con la presente especificación. Las mezclas bituminosas para empleo en pavimentación en caliente se compondrán de agregados minerales gruesos, finos, fuiller mineral y material bituminoso. La mezcla asfáltica que se especifica en esta sección corresponde al tipo: Mezcla Asfáltica Normal.

MATERIALES. –

Los materiales a utilizar serán los que se especifican a continuación; Agregados Gruesos: Los agregados gruesos deben cumplir con los siguientes requerimientos, de acuerdo a la tabla 403-4.1:

Ensayos	Requerimiento	
	Altitud (m.sn.m)	
	<3000	>3000
Durabilidad (al Sulfato de Sodio)	12% máx	10% máx
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	18 máx	15% máx
Abrasión Los Ángeles	40% máx	35% máx
Índice de Durabilidad	35% mín	35% mín
Partículas chatas y alargadas	10% máx	10% máx
Caras fracturadas	Según Tabla 403-4.3	
Sales Solubles Totales	0.5% máx	0.5% máx
Absorción	1%	Según Diseño
Adherencia	+95	

Agregados Finos:

Los agregados finos deben cumplir con los siguientes requerimientos, de acuerdo a la tabla 405-5.2:

Ensayos	Requerimiento	
	Altitud (m.s.n.m)	
	<3000	>3000
Equivalente de Arena	Según Tabla 403-4.4	
Angularidad del agregado fino	Según Tabla 403-4.5	
Adhesividad (Riedel Weber)	4% mín	6% mín
Índice de Plasticidad (malla N°40)	NP	NP
Índice de Durabilidad	35 mín	35 mín
Índice de Plasticidad (malla N°200)	Max 4	NP
Sales Solubles Totales	0,5% máx	0,5% máx
Absorción	0,50%	Según Diseño

Tráfico en ejes Equivalentes (millones)	Espesor de Capa	
	<100 mm	>100 mm
<3	65 / 40	50 / 30
> 3 – 30	85 / 50	60 / 40
> 30	100 / 80	90 / 70

La notación "85/80", indica que el 85% del agregado grueso tiene una cara fracturada y que el 80% tiene dos caras fracturadas.

Gradación. - La gradación de los agregados pétreos para la producción de la mezcla asfáltica en caliente será establecida por el contratista y aprobado por el fiscalizador. Además de los requisitos de calidad que debe tener el agregado grueso y fino según lo establecido el material de la mezcla de los agregados debe estar libre de terrones de arcilla y se aceptarán como máximo el uno por ciento (1 %) de partículas deleznablese según ensayo. Tampoco deberá contener materia orgánica y otros materiales deletéreos.

a) Mezcla Asfáltica Normal (MAC)

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC - 1	MAC - 2	MAC - 3
25 mm (1")	100	-	-
19 mm (3/4")	80	100	-
12,5 mm (1/2")	67 - 85	80 - 100	-
9,5 mm (3/8")	60 - 77	70 - 88	100
4,75 mm (N°4)	43 - 54	51 - 68	65 - 87
2 mm (N°10)	29 - 45	38 - 52	43 - 61
425 mm (N°40)	14 - 25	17 - 28	16 - 29
180 mm (N°80)	8 - 17	8 - 17	9 - 19
75 mm (N°200)	04 - 8	05 - 8	05 - 10

La gradación de la mezcla asfáltica normal (MAC) deberá responder a alguno de los siguientes husos granulométricos, de acuerdo a lo establecido en la tabla 405-5.6

Filler o Polvo Mineral.

El filler o relleno de origen mineral, será polvo de roca. La cantidad a utilizar se definirá en la fase de diseños de mezclas según el Método Marshall

Cemento Asfáltico. - El cemento asfáltico deberá cumplir con lo especificado en la sección 800 normas NEVI. Fuentes de Provisión o Canteras.

Se tiene previsto los Habillos en Catamayo. Las muestras de cada uno de estos, se remitirán en la forma que se ordene y serán aprobados antes de la fabricación de la mezcla asfáltica.

EQUIPO. –

Equipo para la elaboración de los agregados triturados.:

La planta de trituración constará de una trituradora primaria y una secundaria obligatoriamente.

Planta Mezcladora. –

La mezcla de hormigón asfáltico se fabricará en plantas adecuadas de tipo continuo o discontinuo capaces de manejar simultáneamente en frío el número de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada.

Las plantas productoras de mezcla asfáltica deberán cumplir con lo establecidos en la reglamentación vigente sobre protección y control de calidad de aire.

En las instalaciones de tipo continuo, las tolvas de agregados clasificados calientes deberán estar provistas de dispositivos de salida, que puedan ser ajustados exactamente y manteniendo en cualquier posición. Estos dispositivos deberán ser calibrados antes de iniciar la fabricación de cualquier tipo de mezcla en condiciones reales de funcionamiento. El sistema dosificador del ligante deberá disponer de dispositivos para su calibración a la temperatura y presión de trabajo. En las plantas de mezcla continua, deberá estar- sincronizado con la alimentación de los agregados pétreos y la llenante mineral.

En las plantas continuas con tambor secador-mezclador se deberá garantizar la difusión homogénea del asfalto y que ésta se realice de manera que no exista ningún riesgo de contacto con la llama ni de someter al ligante a temperaturas inadecuadas.

Equipo para el transporte. –

Tanto los agregados como las mezclas se transportarán en volquetes debidamente acondicionadas para tal fin. La forma y altura de la tolva será tal, que durante el vertido en la terminadora, el volquete solo toque a esta a través de los rodillos previstos para ello.

Los volquetes deberán estar siempre provistos de dispositivos que mantengan la temperatura, así como para proteger debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir emisiones contaminantes.

Equipo para la extensión de la mezcla:

La extensión y terminación de las mezclas densas en caliente se hará con una pavimentadora autopropulsada, adecuada para extender y terminar la mezcla con un mínimo de pre compactación de acuerdo con los anchos y espesores especificados. La pavimentadora estará equipada con un vibrador y distribuidor de tornillo sinfín, de tipo reversible capacitado para colocar la mezcla uniformemente por delante de los enrasadores. Poseerá un equipo de dirección adecuado y tendrá velocidades para retroceder y avanzar. La pavimentadora tendrá dispositivos mecánicos compensadores para obtener una superficie pareja y formar los bordes de la capa sin uso de formas. Será ajustable para lograr la sección transversal especificada del espesor de diseño u ordenada por el fiscalizador.

Así mismo, deberá poseer sensores electrónicos para garantizar la homogeneidad de los espesores.

Si se determina que el equipo deja huellas en la superficie de la capa áreas defectuosas u otras irregularidades objetables que no sean fácilmente corregibles durante la construcción, el fiscalizador exigirá su inmediata reparación o cambio.

Cuando la mezcla se realice en planta portátil, la misma planta realizará su extensión sobre la superficie.

Equipo de compactación. –

Se deberán utilizar rodillos autopropulsados de cilindros metálicos, estáticos o vibratorios, triciclos o tándem y de neumáticos. El equipo de compactación será

aprobado por el fiscalizador, a la vista de los resultados obtenidos en la fase de experimentación, Para vías de primer orden los rodillos lisos se restringen a los denominados tipos tándem, no permitiéndose el uso de los que poseen dos llantas traseras neumáticas. Para otros tipos de vías se aconseja el uso de equipos: tándem, mas. no restringe exclusivamente a éste.

Los compactadores de rodillos no deberán presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios dispondrán de dispositivos para eliminar la vibración e invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Además, deberán poseer controladores de vibración y de frecuencias independientes. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número tamaño y disposición tales, que permitan el traslape de las huellas delanteras y traseras; en caso necesario, faldones de lona protectora contra el enfriamiento de los neumáticos. Las presiones lineales estáticas o dinámicas, y las presiones de contacto de los diversos compactadores serán las necesarias. para conseguir la compactación adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, pero sin producir roturas del agregado ni arrollamiento de la mezcla a las temperaturas de compactación.

EJECUCIÓN Y COMPLEMENTACIÓN

a) Controles

Los que sean aplicables para su correcta ejecución y las que se indican a continuación. Durante la ejecución de los trabajos, el fiscalizador efectuara los siguientes controles principales:

- Verificar la implementación para cada fase de los trabajos de lo especificado en la sección 100 normas NEVI.
- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el contratista.
- Verificar que las plantas de asfalto y de trituración estén provistas de filtros captadores de polvo sedimentadores de lodo y otros aditamentos que el fiscalizador considere adecuados y necesarios para impedir emanaciones de elementos particulados y gases que puedan afectar el entorno ambiental.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos.

- Fiscalizar la correcta aplicación del método aceptado como resultado del tramo de prueba en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación y compactación de los tratamientos y mezclas asfálticas.
- Ejecutar ensayos de control de mezcla. de densidad de las probetas de referencia, de densidad de la mezcla asfáltica compactada in situ de extracción de asfalto y granulometría; así como control de las temperaturas de mezclado, descarga. extendido y compactación de la mezcla (los requisitos son aplicables solo a las mezclas elaboradas en caliente).
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezclas durante el periodo de ejecución de las obras.
- Efectuar pruebas para verificar la eficiencia de los productos mejoradores de adherencia, siempre que ellos se incorporen.
- Realizar las medidas necesarias para determinar espesores levantar perfiles, medir la textura superficial y comprobar la uniformidad de la superficie, siempre que ello corresponda.

El contratista rellenara inmediatamente con mezcla asfáltica, a su costo todos los orificios realizados con el fin de medir densidades en el terreno y compactara el material de manera que su densidad cumpla con los requisitos indicados en la respectiva especificación.

b) Calidad del cemento asfáltico. - El fiscalizador efectuará las siguientes actividades de control:

- Comprobar, mediante muestras representativas de cada entrega y por cada carro termotanque, la curva viscosidad - temperatura. y el grado. de penetración de asfalto. En todos los casos, guardará una muestra para eventuales ensayos ulteriores de contraste, cuando el contratista ó el proveedor manifiesten inconformidad con los resultados iniciales.
- Efectuar con la frecuencia que se indica la tabla N° 403-S.15.
- Controles de las demás características descritas para asfaltos en las especificaciones del cemento asfáltico clasificado por viscosidad

- Efectuar los ensayos necesarios para determinar la cantidad de cemento asfáltico incorporado en las mezclas que haya acepado a satisfacción.

c) Calidad de los agregados pétreos y el polvo mineral. - De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán seis (6) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán utilizando las normas de ensayo correspondientes: El desgaste en la máquina de los Ángeles.

- Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de sodio o de magnesio. El equivalente de arena.

La plasticidad S

ales solubles totales.

Adherencia entre el agregado y el bitumen.

Así mismo, para cada procedencia del polvo minera, para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y sobre ellas se determinarán:

Densidad aparente

El coeficiente. De emulsionabilidad,

d) Composición de la muela

- Contenido de asfalto. - Por cada jornada de trabajo se tomará un mínimo de dos (2) muestras y se considerará como lote, el tramo constituido por tul toral de cuando menos seis (6) muestras, las cuales corresponden a un número entero de jornadas.

e) Calidad de la mezcla

- Resistencia. - Con un mínimo de dos (2) muestras se moldearán probetas dos por muestra). para verificar en el laboratorio su resistencia en el ensayo Marshall, paralelamente se determina L, densidad media de las cuatro probetas moldeadas (De).

f) Calidad del producto terminado. - La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se esté construyendo, excluyendo sus chaflanes, no podrá ser menor que la señalada en los planos o la determinada por

el fiscalizador. La cota de cualquier punto de la mezcla densa compactada en capas de base o rodadura no deberá variar en más de cinco milímetros (5 mm) de la proyectada.

Tabla 405.5.15 Ensayos a realizarse y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades o características	Frecuencia	Lugar de muestreo
Agregado	Granulometría	200 m ³	Tolva en frío
	Plasticidad	200 m ³	Tolva en frío
	Partículas fracturadas	500 m ³	Tolva en frío
	Equivalente arena ^{*, †}	1000 m ³	Tolva en frío
	Índices de aplanamiento y alargamiento agregado Grueso	500 m ³	Tolva en frío
	Desgaste los Angeles	1000 m ³	Tolva en frío
	Angularidad del agregado fino	1000 m ³	Tolva en frío
Mezcla asfáltica	Perdida en sulfato de sodio	1000 m ³	Tolva en frío
	Contenido de Asfalto	2 por día	Pista/planta
	Granulometría	2 por día	Pista/planta
	Ensayo Marshall	2 por día	Pista/planta
	Temperatura	Cada volquete	Pista/planta
	Densidad	1 cada 250m	Pista compactada
	Espesor	Cada 250 m	Pista compactada
Resistencia al deslaminamiento	1 por día	Pista compactada	
Cemento Asfáltico	Según 410.18(b)	$\sqrt{n}(s)$	Tanques Térmicos al llegar a obra

n= número de toneladas de 30000 lb de cemento asfáltico requerido en la obra.

MEDICIÓN Y PAGO

Las cantidades a pagarse por la construcción de las carpetas de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta, serán los metros cuadrados de superficie cubierta con un espesor compactado especificado. La medición se efectuará en base a la proyección en un plano horizontal del área pavimentada y aceptada por el Fiscalizador

En casos especiales la medición para el pago podrá ser efectuada en toneladas de mezcla efectivamente usada para la construcción de la carpeta, de acuerdo con los planos, especificaciones y más estipulaciones contractuales en este caso se computarán para el pago las toneladas pesadas y transportadas en los volquetes. En este caso, la forma de pago estará determinada en el contrato, sea en toneladas de hormigón suelto o en metros cuadrados de carpeta compactada al espesor requerido.

MATERIALES MÍNIMOS

- Asfalto
- Diesel
- Material triturado 3/4
- Material cribado 3/8"

MANO DE OBRA MINIMA

Engrasador o abastecedor responsable en construcción, Op. Rodillo autopropulsado, Op. Distribuidor de asfalto, Op. Distribuidor de agregados, CHOFER: Tanqueros , Peón

EQUIPO MÍNIMO

Herramientas manuales (5% M.O.), Rodillo liso tandem, Rodillo de Neumáticos 77 HP, Distribuidora de agregados, Distribuidora de asfalto [34].

Anexo E-13. Rubro 13 – 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 [32].

Anexo E-14. Rubro 14 – 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

Anexo E-15. Rubro 15 – Señal al lado de la carretera regulatoria (0.6mx0.60m)

Descripción:

Informan a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de estas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes, cuyo incumplimiento constituye una infracción a la Ley y Reglamento de tránsito.

SENALES REGULATORIAS	
NOMBRE Y CÓDIGO	GRÁFICO
R1-1 (0.75*0.75) Pare Forma.- modelo Octogonal fondo Color.-fondo rojo retroreflectivo, letras y orla blanco retroreflectivo	
R4-7 Peso máximo (0.60*0.60) Forma. - modelo cuadrado Color. - fondo blanco retroreflectivo con orla negra franja circular roja letras negras	
R4-1 (0.60*0.60) Limite max de velocidad Forma.- modelo cuadrado Color.- fondo blanco retroreflectivo con orla negra franja circular roja letras negras	
R4-4 (1.20*1.80) Reduzca la velocidad Forma.- modelo cuadrado Color.- fondo rojo retroreflectivo, letras y orla blanco retroreflectivo	
R5-6 Parada de bus (0.75*0.60) Forma. - modelo rectangular Color. - Símbolo color azul retroreflectivo en fondo color blanco retroreflectivo, Orla color blanca Letra color blanca	

Materiales:

- Tubo cuadrado galvanizado de 2"x 2mm x 3m
- Placha de aluminio de 2mm (60 x60)cm
- Pernos y tuercas galvanizadas • Vinil retroreflectivo (tipo IV)
- Material de electrocorte
- Hormigón premezclado $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Equipo mínimo:

- Camioneta 4x4
- Cortadora oxiacorte 3.7Kv
- Plotter de corte
- Camión

Procedimiento de trabajo:

Soportes para Señales laterales. - La dimensión y número de soportes requeridos junto con montajes típicos, el espaciamiento entre postes y especificaciones técnicas son:

- La estructura metálica utilizada para las señales verticales debe cumplir con los requisitos de la NTE INEN 2 415.

- -Base de hormigón $210 \text{ kg/cm}^2(0.30 * 0.30 * 0.50) / (0.40 * 0.40 * 0.80)$

o Se utilizará postes metálicos galvanizados, así como la Base, soportes y Estructura.

o Para adherir las señales a los postes deben usarse pernos, tuercas y arandelas revestidos de cadmio y de 12 mm de diámetro para Base, soportes y Estructura.

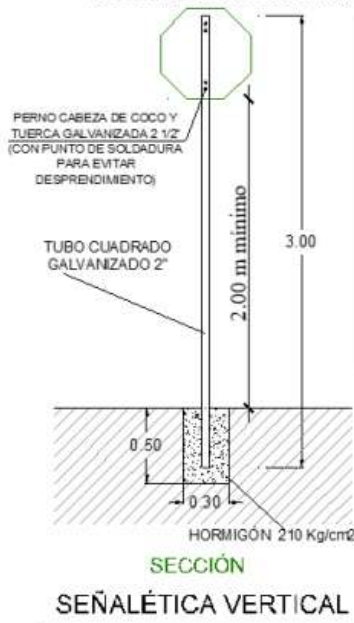
- La parte superior del tubo debe ser cuidadosamente tapada y las bases de los tubos selladas contra la humedad.

- Plancha de Aluminio Liso de 2 mm de espesor.

- Vinil Prismático Tipo IV retroreflectivo.

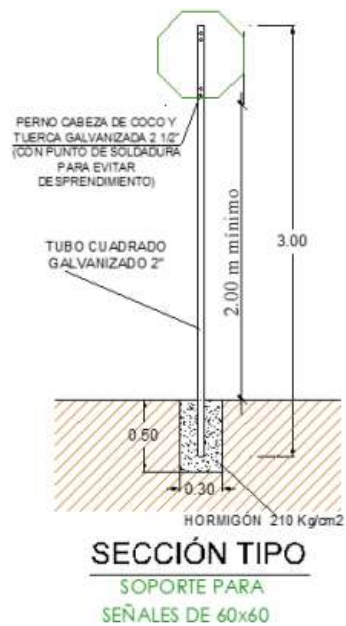
- En la fase de diseño de las señales, se considerarán los alfabetos normalizados

DETALLES CONSTRUCTIVOS.



Colocación longitudinal. La colocación longitudinal de las señales está fijada por la naturaleza de su mensaje o su uso característico. Para asegurar que sean exhibidas en forma adecuada a los conductores que se aproximen a ellas, se requiere especial cuidado en la ubicación de las señales.

No debe haber más de una señal del mismo tipo en un poste, excepto cuando una señal complementa a otra, o cuando señales de ruta o direccionales deben ser agrupadas. Donde se presente la necesidad de transmitir dos o más mensajes diferentes en una misma ubicación, deben usarse señales separadas.



Ensayos de laboratorio:

La resistencia a la compresión del hormigón se determinará en base al ensayo establecido en la norma AASHTO T 22, con cilindros de hormigón elaborados y curados de acuerdo con los métodos que se indican en la norma AASHTO T 23 o T 126, y demás procedimiento descrito en las especificaciones técnicas de ensayos de laboratorio para los hormigones $f'c$ 210Kg/cm² de resistencia.

Medición:

Las cantidades que han de pagarse por estos trabajos serán en unidades elaboradas e instaladas verificada por el Fiscalizador.

Pago:

Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros designados y que consten en el contrato en unidades (u) [32].

Anexo E-16. Rubro 16 – Señal al lado de la carretera preventiva (0.6mx0.60m)

Descripción:

Se utilizan para alertar a los conductores de peligros potenciales que se encuentran más adelante. Estas señales, indican la necesidad de tomar precauciones especiales y requieren de una reducción en la velocidad de circulación o de realizar alguna otra maniobra. Se instalan a una distancia mínima de 100 m en vías urbanas y a 150 m en vías rurales (carreteras) antes del peligro.

SEÑALES PREVENTIVAS	
NOMBRE Y CÓDIGO	GRÁFICO
<p>P1-1 Curva cerrada (0.60*0.60)</p> <p>Forma.- modelo rombo Color.- Símbolo y orla negros Fondo amarillo retroreflectivo</p>	
<p>P1-2 curva abierta (0.60*0.60)</p> <p>Forma.- modelo rombo Color.- Símbolo y orla negros Fondo amarillo retroreflectivo</p>	
<p>P1-4 Curva y contracurva abierta (0.60*0.60)</p> <p>Forma.- modelo rombo Color.- Símbolo y orla negros Fondo amarillo retroreflectivo</p>	
<p>P1-5 Vía sinuosa (0.60*0.60)</p> <p>Forma.- modelo rombo Color.- Símbolo y orla negros Fondo amarillo retroreflectivo</p>	
<p>P2-5 Empalme lateral (0.60*0.60)</p> <p>Forma.- modelo rombo Color.- Símbolo y orla negros Fondo amarillo retroreflectivo</p>	

Materiales:

- Tubo cuadrado galvanizado de 2"x 2mm x 3m
- Placha de aluminio de 2mm (60 x60)cm

- Pernos y tuercas galvanizadas
- Vinil retroreflectivo (tipo IV)
- Material de electrocorte
- Hormigón premezclado $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Equipo mínimo:

- Camioneta 4x4
- Cortadora oxicorte 3.7Kv
- Plotter de corte
- Camión

Procedimiento de trabajo:

Soportes para Señales laterales. - La dimensión y número de soportes requeridos junto con montajes típicos, el espaciamiento entre postes y especificaciones técnicas son:

- La estructura metálica utilizada para las señales verticales debe cumplir con los requisitos de la NTE INEN 2 415.

- -Base de hormigón $210 \text{ kg/cm}^2(0.30 * 0.30 * 0.50) / (0.40 * 0.40 * 0.80)$

o Se utilizará postes metálicos galvanizados, así como la Base, soportes y Estructura.

o Para adherir las señales a los postes deben usarse pernos, tuercas y arandelas revestidos de cadmio y de 12 mm de diámetro para Base, soportes y Estructura.

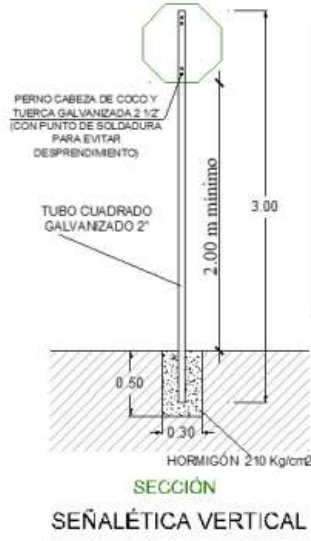
- La parte superior del tubo debe ser cuidadosamente tapada y las bases de los tubos selladas contra la humedad.

- Plancha de Aluminio Liso de 2 mm de espesor.

- Vinil Prismático Tipo IV retroreflectivo.

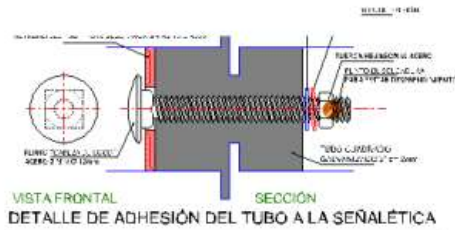
En la fase de diseño de las señales, se considerarán los alfabetos normalizados.

DETALLES CONSTRUCTIVOS -



Colocación longitudinal. La colocación longitudinal de las señales está fijada por la naturaleza de su mensaje o su uso característico. Para asegurar que sean exhibidas en forma adecuada a los conductores que se aproximen a ellas, se requiere especial cuidado en la ubicación de las señales.

No debe haber más de una señal del mismo tipo en un poste, excepto cuando una señal complementa a otra, o cuando señales de ruta o direccionales deben ser agrupadas. Donde se presente la necesidad de transmitir dos o más mensajes diferentes en una misma ubicación, deben usarse señales separadas.



Ensayos de laboratorio:

La resistencia a la compresión del hormigón se determinará en base al ensayo establecido en la norma AASHTO T 22, con cilindros de hormigón elaborados y curados de acuerdo con los métodos que se indican en la norma AASHTO T 23 o T 126, y demás procedimiento descrito en las especificaciones técnicas de ensayos de laboratorio para los hormigones f'_c 210Kg/cm² de resistencia.

Medición:

Las cantidades que han de pagarse por estos trabajos serán en unidades elaboradas e instaladas verificada por el Fiscalizador.

Pago:

Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros designados y que consten en el contrato en unidades (u) [32].

Anexo E-17. Rubro 17 – Señal al lado de la carretera informativa (1.80mx0.60m)

Descripción:

Tienen como propósito orientar y guiar a los usuarios viales, proporcionándole la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible.

SENALES INFORMATIVAS	
NOMBRE Y CODIGO	GRAFICO
11-3c Nombres de ciudades, ríos, sitios, puentes, etc. (1.80*0.60)	<p>Forma.- modelo rectangular</p> <p>Color1.- Símbolo y orla blanco <u>retroreflectivo</u></p> <p>Fondo verde <u>retroreflectivo</u></p> <p>Color2.- Símbolos gris, rojo, amarillo, verde, azul, negro</p>
	

Materiales:

- Tubo cuadrado galvanizado de 2"x 2mm x 3m
- Plancha de aluminio de 2mm (180 x 60) cm
- Pernos y tuercas galvanizadas • Vinil retroreflectivo (tipo IV)
- Material de electrocorte
- Hormigón premezclado $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
- Tubo galvanizado 1 1/2"x2mm

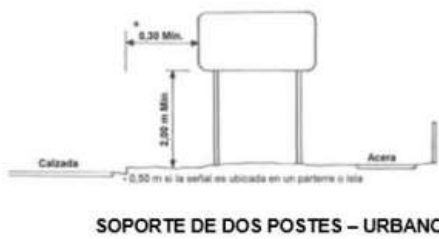
Equipo mínimo:

- Camión
- Cortadora oxicorte 3.7Kv

- Plotter de corte
- Camioneta 4x4

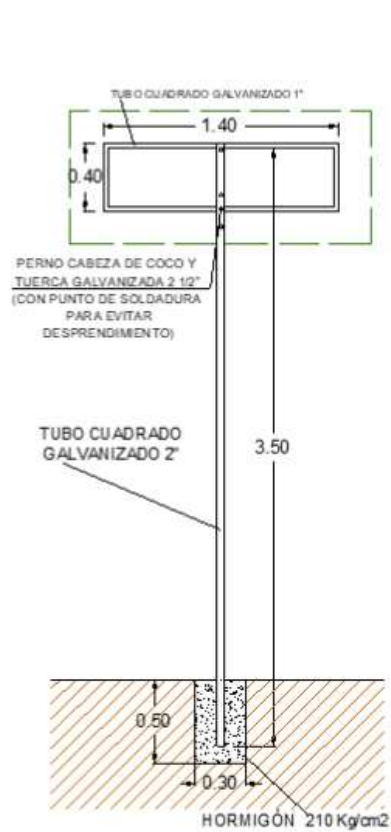
Procedimiento de trabajo:

Colocación. - En áreas urbanas, los postes no deben colocarse donde los peatones están probablemente expuestos a tropezar con ellos en la noche. Las estructuras de soporte que cubran completamente una acera con apoyos en cada lado no son convenientes. Los métodos de instalación de estas señales se indican:

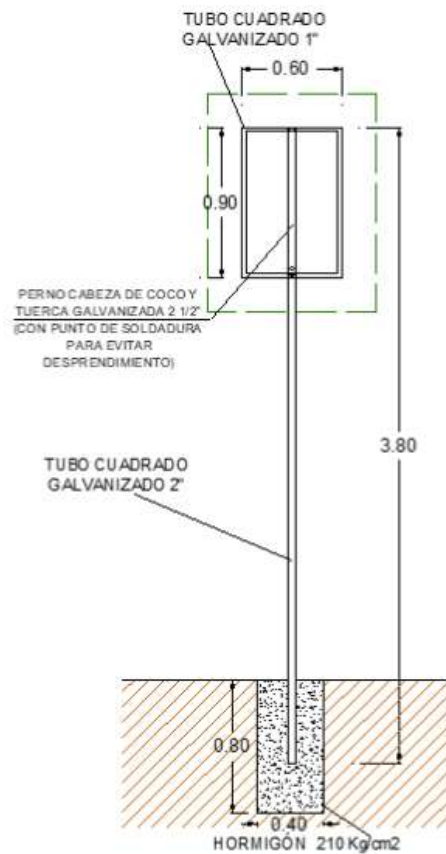


SOPORTE EN VOLADIZO





SECCIÓN TIPO
SOPORTE PARA
SEÑALES DE 180x60



SECCIÓN TIPO
SOPORTE PARA
SEÑALES DE 120x90

Ensayos de laboratorio:

La resistencia a la compresión del hormigón se determinará en base al ensayo establecido en la norma AASHTO T 22, con cilindros de hormigón elaborados y curados de acuerdo con los métodos que se indican en la norma AASHTO T 23 o T 126, y demás procedimiento descrito en las especificaciones técnicas de ensayos de laboratorio para los hormigones $f'c$ 210Kg/cm² de resistencia.

Medición:

Las cantidades que han de pagarse por estos trabajos serán en unidades elaboradas e instaladas verificada por el Fiscalizador.

Pago:

Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros designados y que consten en el contrato en unidades (u) [32].

Anexo E-18. 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 [29].

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 F

VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO

<u>ABSCISA</u>	<u>ÁREA DE CORTE (m2)</u>	<u>VOLUMEN DE CORTE (m3)</u>	<u>ÁREA DE RELLENO O (m2)</u>	<u>VOLUMEN DE RELLENO (m3)</u>	<u>VOLUMEN ACUM CORTE (m3)</u>	<u>VOLUMEN ACUM RELLENO (m3)</u>	<u>VOLUMEN ACUM NETO</u>
0+000.000	263.2	0	0	0	0	0	0
0+020.000	223.44	4866.41	0	0	4866.41	0	4866.41
0+040.000	200.23	4219	0.2	1.78	9085.41	1.78	9083.63
0+060.000	198.36	3939.74	0	1.44	13025.15	3.22	13021.93
0+080.000	239	4309.94	0.03	0.23	17335.09	3.45	17331.64
0+100.000	275.58	5130.79	0	0.29	22465.88	3.74	22462.14
0+120.000	299	5745.79	0	0	28211.67	3.74	28207.93
0+140.000	297.24	5962.38	4.8	47.99	34174.04	51.72	34122.32
0+160.000	228.24	5254.76	9.04	138.42	39428.8	190.14	39238.66
0+180.000	155.09	3865.36	9.3	168.83	43294.16	358.98	42935.19
0+200.000	98.66	2583.02	14.56	180.46	45877.18	539.44	45337.75
0+220.000	85.83	1864.88	21.04	291.71	47742.06	831.15	46910.92
0+240.000	81.44	1672.77	25.75	467.92	49414.83	1299.07	48115.76
0+260.000	85.98	1674.19	19.25	450.02	51089.02	1749.09	49339.93
0+280.000	79.82	1657.96	0	192.5	52746.98	1941.59	50805.39
0+300.000	61.9	1417.19	0	0	54164.17	1941.59	52222.58
0+320.000	58.68	1205.77	0	0	55369.94	1941.59	53428.35
0+340.000	55.62	1143.01	0	0	56512.95	1941.59	54571.36
0+360.000	51.1	1067.21	0	0	57580.16	1941.59	55638.57
0+380.000	44.85	959.45	0	0	58539.6	1941.59	56598.01
0+400.000	26.2	710.49	0	0	59250.1	1941.59	57308.5
0+420.000	9.26	354.62	0.39	3.85	59604.71	1945.45	57659.27
0+440.000	5.98	145.03	16.64	171.27	59749.74	2116.72	57633.02
0+460.000	5.14	105.67	45.64	625.92	59855.42	2742.64	57112.78
0+480.000	3.53	81.36	114.33	1609.08	59936.77	4351.73	55585.05
0+500.000	1.58	51.15	189.31	3036.41	59987.92	7388.13	52599.79
0+520.000	0	15.84	251.65	4409.64	60003.76	11797.77	48205.99
0+540.000	0	0	299.73	5513.83	60003.76	17311.6	42692.16
0+560.000	0	0	328.68	6284.13	60003.76	23595.73	36408.03
0+580.000	0	0	329.32	6580.02	60003.76	30175.74	29828.01
0+600.000	0	0	326.11	6554.27	60003.76	36730.02	23273.74
0+620.000	0	0	332.33	6584.33	60003.76	43314.35	16689.41
0+640.000	0	0	349.69	6820.12	60003.76	50134.48	9869.28
0+660.000	0	0	324.6	6742.91	60003.76	56877.38	3126.37
0+680.000	0	0	287.26	6118.66	60003.76	62996.04	-2992.28
0+700.000	0	0	230	5172.62	60003.76	68168.66	-8164.9
0+720.000	0.38	3.84	175.39	4053.91	60007.59	72222.57	-12214.98
0+740.000	0.25	6.23	118.94	2981.77	60013.83	75204.34	-15190.51
0+760.000	0	2.55	95.73	2151.97	60016.38	77356.31	-17339.94
0+780.000	0	0	81.18	1769.08	60016.38	79125.39	-19109.01
0+800.000	0.24	2.36	38.66	1198.4	60018.74	80323.8	-20305.05

0+820.000	4.13	43.67	4.94	436.01	60062.41	80759.81	-20697.4
0+840.000	65.03	688.74	0	49.63	60751.14	80809.44	-20058.3
0+860.000	90.4	1530.13	0.01	0.12	62281.28	80809.56	-18528.28
0+880.000	136.49	2243.41	0	0.09	64524.69	80809.65	-16284.96
0+900.000	162.65	2991.47	0	0	67516.16	80809.65	-13293.49
0+920.000	179.3	3419.52	0	0	70935.68	80809.65	-9873.97
0+940.000	151.81	3311.12	0	0	74246.8	80809.65	-6562.85
0+960.000	119.85	2716.64	21.61	216.08	76963.44	81025.72	-4062.28
0+980.000	87.63	2074.86	39.21	608.13	79038.31	81633.86	-2595.55
1+000.000	55.45	1430.85	49.17	883.78	80469.15	82517.64	-2048.49
1+020.000	31.12	865.75	50.23	994.03	81334.9	83511.67	-2176.77
1+040.000	19.52	506.48	44.97	951.99	81841.38	84463.66	-2622.28
1+060.000	10.48	300.05	34.85	798.18	82141.43	85261.84	-3120.41
1+080.000	4.95	154.35	12.85	476.96	82295.78	85738.8	-3443.02
1+100.000	4.26	92.1	1.88	147.22	82387.88	85886.02	-3498.14
1+120.000	2.07	63.24	3	48.76	82451.11	85934.77	-3483.66
1+140.000	2.2	42.69	2.9	58.97	82493.8	85993.74	-3499.94
1+160.000	3.27	54.67	5.52	84.18	82548.48	86077.92	-3529.44
1+180.000	6.17	94.36	11.33	168.5	82642.84	86246.42	-3603.58
1+200.000	29.38	358.49	4.87	145.66	83001.33	86392.08	-3390.75
1+220.000	42.04	720.36	3.78	71.52	83721.69	86463.59	-2741.91
1+240.000	35.7	780.9	12.58	149.47	84502.58	86613.06	-2110.48
1+260.000	39	747	8.19	207.71	85249.58	86820.77	-1571.19
1+280.000	55.61	946.14	0.3	84.82	86195.72	86905.59	-709.87
1+300.000	93.57	1491.86	0.01	3.06	87687.58	86908.65	778.93
1+320.000	137.62	2311.94	1.39	14.05	89999.52	86922.7	3076.83
1+340.000	153.73	2913.51	6.27	76.68	92913.03	86999.38	5913.65
1+360.000	169.37	3231.06	10.57	168.45	96144.09	87167.83	8976.25
1+380.000	188.22	3575.93	17.58	281.49	99720.01	87449.32	12270.69
1+400.000	243.77	4319.86	8.93	265.1	104039.88	87714.42	16325.46
1+420.000	347.59	5913.56	1.5	104.34	109953.44	87818.76	22134.68
1+440.000	453.19	8007.75	0	15.01	117961.19	87833.78	30127.41
1+460.000	510.23	9634.15	0	0	127595.34	87833.78	39761.56
1+480.000	537.21	10474.39	0.21	2.09	138069.73	87835.86	50233.87
1+500.000	573.55	11107.63	0	2.09	149177.36	87837.95	61339.41
1+520.000	582.54	11560.96	0	0	160738.33	87837.95	72900.38
1+540.000	584.95	11674.92	0	0	172413.25	87837.95	84575.3
1+560.000	492.5	10774.47	0	0	183187.72	87837.95	95349.77
1+580.000	324.96	8174.56	0	0	191362.28	87837.95	103524.33
1+600.000	206.83	5317.9	0.44	4.4	196680.18	87842.34	108837.83
1+620.000	127.65	3344.85	1.06	14.98	200025.03	87857.33	112167.7
1+640.000	91.21	2188.65	0.72	17.82	202213.68	87875.15	114338.53
1+660.000	71.57	1627.83	1.99	27.18	203841.51	87902.33	115939.18
1+680.000	62.85	1344.21	1.32	33.09	205185.72	87935.42	117250.31
1+700.000	69.04	1318.87	0	13.16	206504.59	87948.57	118556.02
1+720.000	43.62	1126.52	0.27	2.74	207631.11	87951.32	119679.79

1+740.000	22.15	657.71	0	2.77	208288.82	87954.09	120334.73
1+760.000	9.79	319.46	0	0.02	208608.27	87954.11	120654.17
1+780.000	0.05	98.45	11.79	117.89	208706.73	88072	120634.72
1+800.000	6.39	64.49	8.32	201.06	208771.22	88273.06	120498.15
1+820.000	10.01	164.07	8.24	165.58	208935.28	88438.65	120496.64
1+840.000	4.34	143.47	21.64	298.78	209078.76	88737.43	120341.33
1+860.000	4.49	88.26	42.4	640.34	209167.01	89377.77	119789.25
1+880.000	3.44	79.29	67.13	1095.24	209246.31	90473.01	118773.3
1+900.000	0	37.47	139.73	2106.39	209283.77	92579.39	116704.38
1+920.000	0	0	156.47	3063.35	209283.77	95642.75	113641.03
1+940.000	0	0	112.48	2715.41	209283.77	98358.15	110925.62
1+960.000	3.15	31.49	65.43	1779.08	209315.27	100137.24	109178.03
1+980.000	1.46	46.08	73.64	1390.69	209361.35	101527.92	107833.42
2+000.000	0	14.59	92.71	1663.54	209375.94	103191.47	106184.47
2+020.000	0	0	129.79	2225	209375.94	105416.46	103959.47
2+040.000	0	0	164.12	2939.04	209375.94	108355.5	101020.43
2+060.000	0	0	198.05	3621.64	209375.94	111977.14	97398.79
2+080.000	0	0	210.54	4085.86	209375.94	116063	93312.93
2+100.000	0	0	224.91	4354.46	209375.94	120417.46	88958.47
2+120.000	0	0	273.72	4972.4	209375.94	125389.87	83986.07
2+140.000	0	0	308.21	5805.81	209375.94	131195.67	78180.26
2+160.000	0	0	217.98	5261.89	209375.94	136457.56	72918.37
2+180.000	0.26	2.56	126.62	3445.97	209378.5	139903.53	69474.97
2+200.000	0.2	4.54	73.09	1997.06	209383.04	141900.59	67482.45
2+220.000	2.41	26.04	29.44	1025.23	209409.08	142925.82	66483.26
2+240.000	0.9	33.1	18.32	477.52	209442.18	143403.34	66038.83
2+260.000	0.19	10.98	17.38	357	209453.15	143760.34	65692.81
2+280.000	0.38	5.69	17.51	348.92	209458.84	144109.26	65349.58
2+300.000	0.37	7.42	18.57	360.8	209466.26	144470.06	64996.21
2+320.000	0.03	3.96	21.44	400.12	209470.23	144870.18	64600.05
2+340.000	0.76	7.9	20.17	416.08	209478.12	145286.26	64191.86
2+360.000	0	7.61	38.49	586.54	209485.73	145872.79	63612.94
2+380.000	0	0	71.01	1089.94	209485.73	146962.74	62522.99
2+394.836	0	0	109.73	1327.79	209485.73	148290.53	61195.2
2+400.000	0	0	126	608.62	209485.73	148899.15	60586.58
2+420.000	0	0	192.34	3183.4	209485.73	152082.55	57403.18
2+440.000	0.02	0.19	255.78	4481.15	209485.92	156563.7	52922.22
2+460.000	0	0.19	305.2	5609.74	209486.11	162173.44	47312.67
2+480.000	0	0	300.35	6055.44	209486.11	168228.87	41257.24
2+500.000	0	0	241.32	5416.65	209486.11	173645.52	35840.59
2+520.000	0	0	181.45	4227.64	209486.11	177873.16	31612.95
2+540.000	0.67	6.68	126.51	3079.51	209492.79	180952.67	28540.12
2+560.000	0.45	11.22	102.12	2286.29	209504.01	183238.95	26265.06
2+580.000	0	4.55	105.66	2077.85	209508.56	185316.8	24191.76
2+600.000	0	0	108.18	2138.42	209508.56	187455.22	22053.34
2+620.000	0	0	120.32	2284.99	209508.56	189740.21	19768.35

2+640.000	0	0	141.24	2615.62	209508.56	192355.83	17152.73
2+660.000	0	0	158.21	2994.53	209508.56	195350.36	14158.2
2+680.000	0	0	164.47	3226.81	209508.56	198577.17	10931.39
2+700.000	0	0	151.48	3152.32	209508.56	201729.49	7779.07
2+720.000	0	0	154.61	3004.89	209508.56	204734.37	4774.18
2+740.000	0	0	131.44	2860.47	209508.56	207594.84	1913.72
2+760.000	0	0	72.54	2039.78	209508.56	209634.63	-126.07
2+780.000	2.72	27.2	9.73	822.75	209535.76	210457.38	-921.62
2+800.000	38.18	409.05	0.47	102.04	209944.81	210559.42	-614.61
2+820.000	100.72	1389.08	0	4.71	211333.89	210564.12	769.76
2+840.000	129.8	2305.22	0	0	213639.11	210564.12	3074.99
2+860.000	122.63	2469.56	0	0	216108.67	210564.12	5544.55
2+880.000	149.08	2693.29	0	0	218801.96	210564.12	8237.84
2+900.000	169.88	3189.52	0	0	221991.48	210564.12	11427.36
2+920.000	189.82	3597	0	0	225588.48	210564.12	15024.36
2+940.000	204.94	3947.68	1.22	12.19	229536.16	210576.31	18959.84
2+960.000	191.11	3960.53	7.76	89.83	233496.69	210666.15	22830.54
2+980.000	165.63	3567.43	13.84	216.07	237064.12	210882.21	26181.91
3+000.000	135.91	3015.42	16.26	301	240079.55	211183.21	28896.33
3+020.000	109.02	2449.3	17.93	341.84	242528.85	211525.06	31003.79
3+040.000	106.8	2158.23	9.44	273.71	244687.07	211798.77	32888.3
3+060.000	116.08	2242.14	3.64	123.24	246929.22	211922.01	35007.21
3+080.000	104.18	2212.2	7.82	109.8	249141.42	212031.81	37109.62
3+100.000	77.49	1816.73	19.21	270.33	250958.15	212302.14	38656.02
3+120.000	40.4	1178.87	30.68	498.93	252137.03	212801.07	39335.96
3+140.000	17.37	563.26	32.01	707.39	252700.29	213508.46	39191.83
3+160.000	28.81	455.8	15.6	509.36	253156.09	214017.82	39138.27
3+180.000	46.77	755.82	19.24	348.35	253911.9	214366.17	39545.73
3+200.000	66.87	1136.42	22.51	417.46	255048.32	214783.63	40264.69
3+220.000	86.84	1537.09	23.58	460.82	256585.4	215244.45	41340.95
3+240.000	109.38	1962.11	24.85	484.29	258547.52	215728.74	42818.77
3+260.000	129.77	2399.74	20.11	438.66	260947.26	216167.4	44779.85
3+280.000	141.26	2720.29	16.97	361.66	263667.55	216529.06	47138.48
3+300.000	143.34	2846.01	17.82	347.85	266513.56	216876.92	49636.64
3+320.000	147.25	2905.91	11.51	293.28	269419.47	217170.2	52249.27
3+340.000	158.85	3060.97	4.33	158.39	272480.44	217328.59	55151.85
3+360.000	143.56	3024.02	5.17	94.95	275504.45	217423.54	58080.91
3+380.000	128.17	2717.27	7.21	123.75	278221.73	217547.29	60674.44
3+400.000	117.32	2454.9	8.14	153.42	280676.63	217700.71	62975.92
3+420.000	105.22	2225.38	8.91	170.49	282902.01	217871.2	65030.81
3+440.000	92.8	1980.14	7.08	159.94	284882.15	218031.14	66851.01
3+460.000	103.72	1965.14	0.11	71.88	286847.29	218103.03	68744.26
3+480.000	145.74	2495.87	0	1.09	289343.16	218104.12	71239.05
3+500.000	178.74	3263.49	0	0	292606.66	218104.12	74502.54
3+520.000	193.07	3734.61	0	0	296341.27	218104.12	78237.15
3+540.000	198.57	3916.4	0	0	300257.67	218104.12	82153.55

3+560.000	189.27	3878.45	0	0	304136.13	218104.12	86032.01
3+580.000	162.79	3520.58	0	0	307656.7	218104.12	89552.59
3+600.000	129.81	2925.93	0	0	310582.63	218104.12	92478.51
3+620.000	95.52	2269.7	0	0	312852.33	218104.12	94748.22
3+640.000	82.88	1804.88	0	0	314657.21	218104.12	96553.1
3+660.000	57.07	1427.51	0	0	316084.73	218104.12	97980.61
3+680.000	21.28	783.51	2.19	21.91	316868.24	218126.03	98742.21
3+700.000	12.83	341.13	52.32	545.08	317209.36	218671.11	98538.26
3+720.000	0.46	132.94	159.33	2116.46	317342.3	220787.56	96554.74
3+740.000	0	4.62	290.45	4497.82	317346.92	225285.38	92061.54
3+760.000	0.09	0.89	385.85	6805.56	317347.81	232090.94	85256.87
3+780.000	0	0.76	343.7	7527.73	317348.57	239618.68	77729.89
3+800.000	3.81	37.62	255.5	6050.62	317386.19	245669.3	71716.89
3+820.000	9.02	128.35	176.25	4317.42	317514.54	249986.71	67527.83
3+840.000	7.49	165.09	193.09	3693.35	317679.62	253680.06	63999.56
3+860.000	2.54	100.24	314.26	5073.46	317779.86	258753.52	59026.33
3+880.000	0.11	30	527.96	8596.38	317809.86	267349.9	50459.95
3+920.000	0.11	2.94	456.79	21395.47	317812.79	288745.37	29067.42
3+940.000	1.22	13.3	340.33	7971.16	317826.09	296716.54	21109.55
3+960.000	4.95	75.72	260.13	5617.69	317901.81	302334.23	15567.58
3+975.132	0	60.2	327.73	4022.41	317962	306356.64	11605.36
3+980.000	0	0	386.54	1738.62	317962	308095.27	9866.74
4+000.000	0	0	594.77	9813.03	317962	317908.3	53.7

ANEXO G

MATERIALES Y EQUIPOS

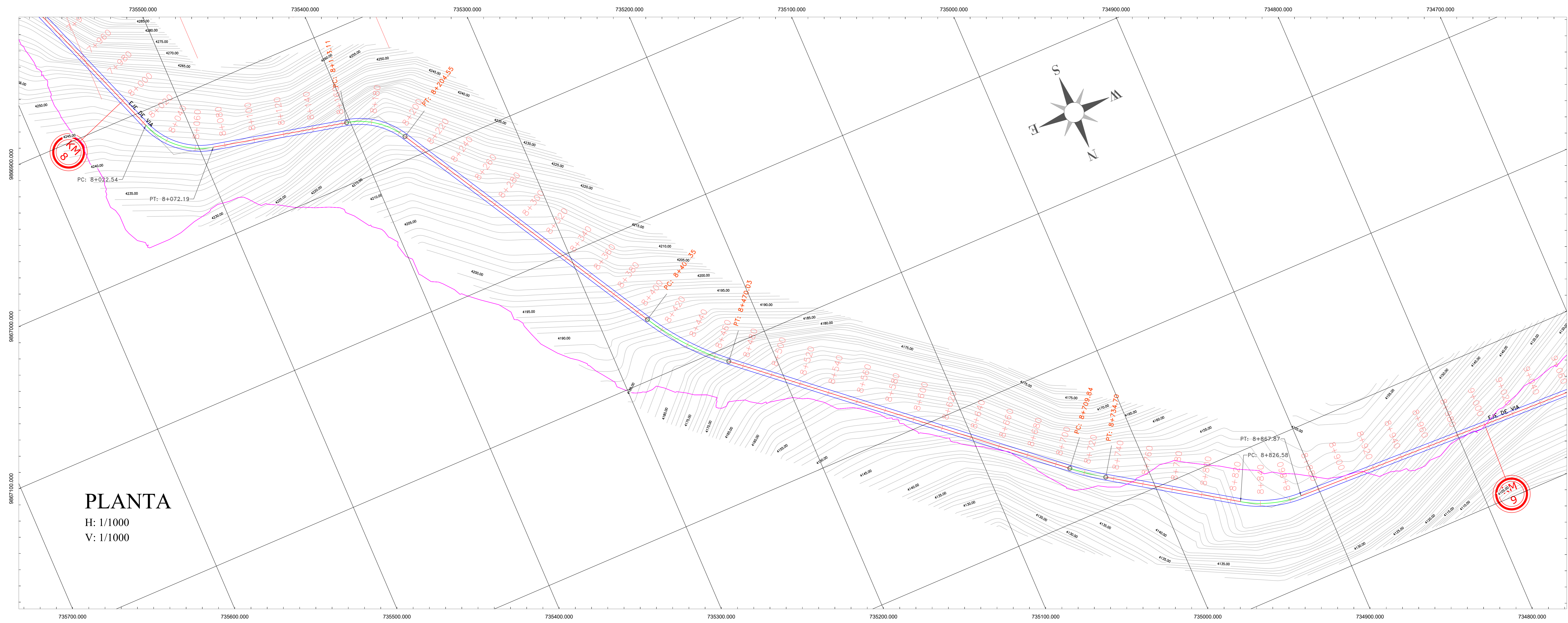
MATERIALES	
Estacas de madera	Pintura en <i>sprite</i>
	
Herramienta menor	Combo
	
Balde	Sacos de carga
	
Libreta de apuntes	
	

EQUIPOS DE CAMPO Y ESCRITORIO	
GPS RTK	Dron DJI Mavic 3 pro
	
Celular	Ordenador portátil
	
Flexómetro	
	
EQUIPOS DE LABORATORIO	
Juego de tamices	Tamizadora eléctrica
	

Copa de Casagrande	Moldes cilíndricos de metal
	
Martillo compactador	Prensa CBR multispeed
	
Horno de 110°C	Recipientes metálicos
	
Balanza electrónica	
	

ANEXO H

PLANOS



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 8+000 - 12+000"

Ubicación:
Chuquibanza - Llangahua
CANTÓN: AMBATO
PROVINCIA: TUNGURAHUA

CONTENIDO:
DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL
8+000 - 9+000

ELABORADO POR:
WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ

REVISADO POR:
ING. MG. FRICSON LUTGARDO MOREIRA C.

SIMBOLOGÍA

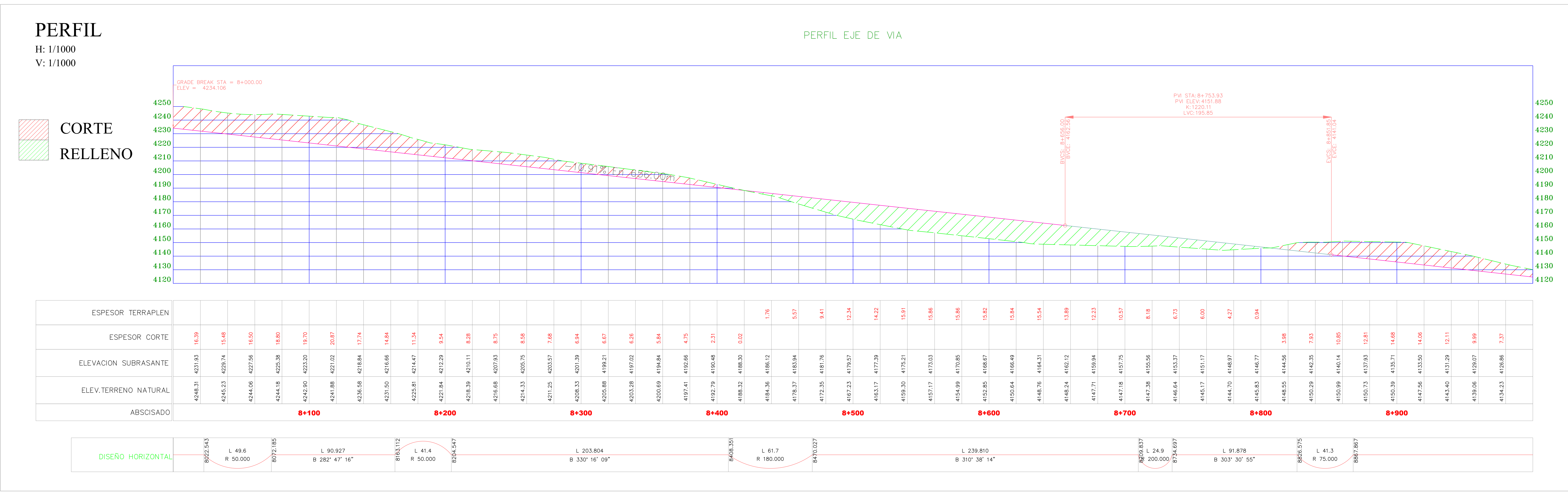
- Camino existente
- Borde de clazada
- Tangente
- Curva Circular

FECHA: 12 / 01 / 2024

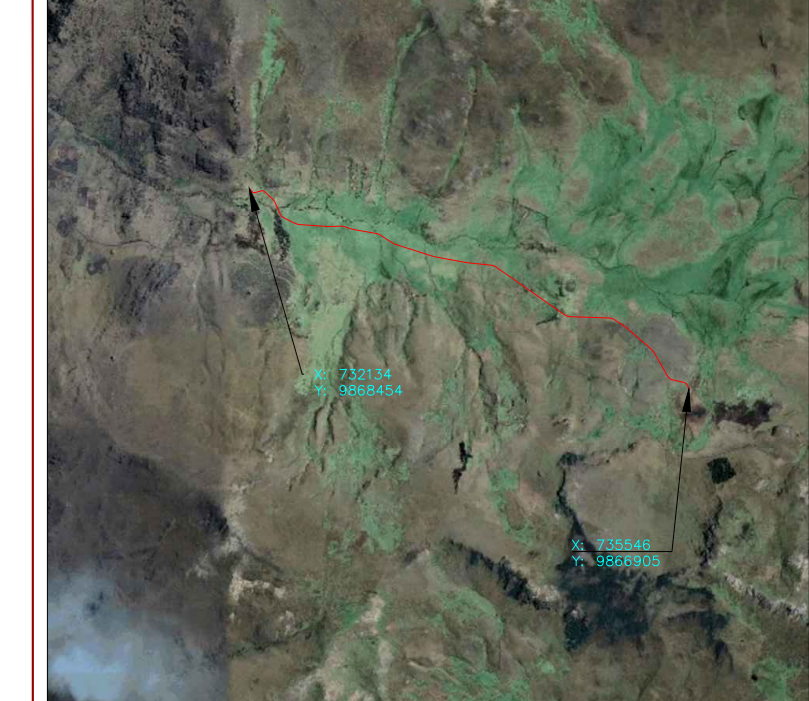
Lámina:

ESCALA: ESP.

1 DE 12



UBICACIÓN



PROYECTO:
"DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA
LIANGAHUA - SILIPO - PINLOPATA PERTENECIENTES
A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN
EL TRAMO KM 8+000 - 12+000"

Ubicación:
Chuquibanza - Liangahua
CANTÓN: AMBATO
PROVINCIA: TUNGURAHUA

CONTENIDO:
DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL
9+000 - 10+000

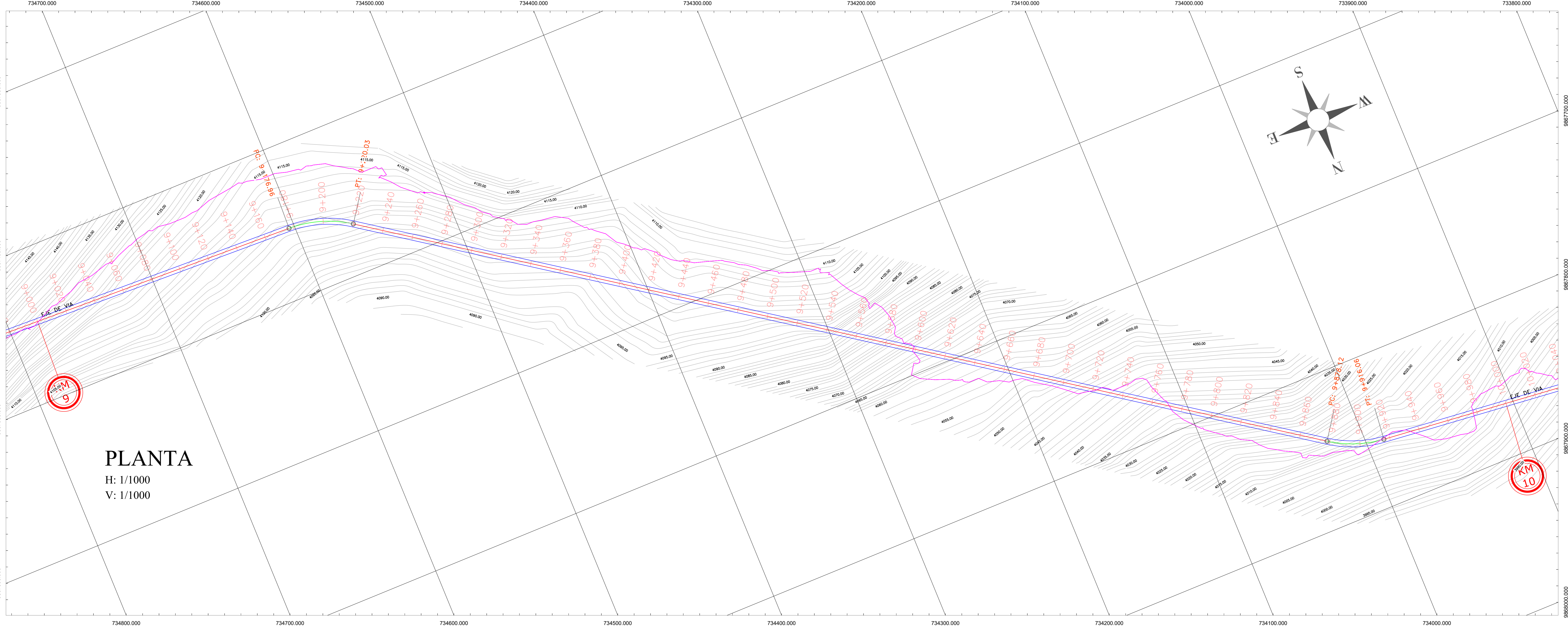
ELABORADO POR:
WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ

REVISADO POR:
ING. MG. FRICSON LUTGARDO MOREIRA C.

SIMBOLOGÍA

	Camino existente
	Borde de elazada
	Tangente
	Curva Circular

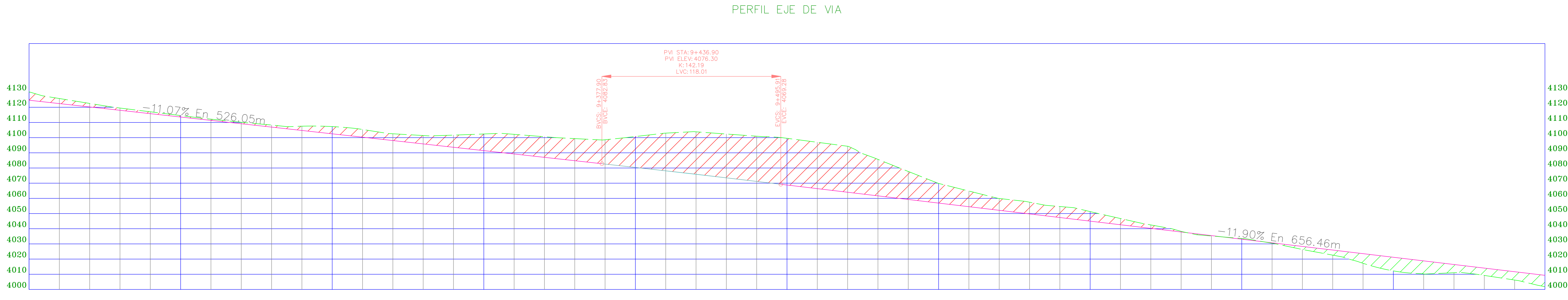
FECHA: 12 / 01 / 2024 **Lámina:**
ESCALA: ESP. **2 DE 12**



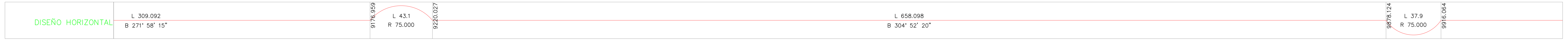
PLANTA
H: 1/1000
V: 1/1000

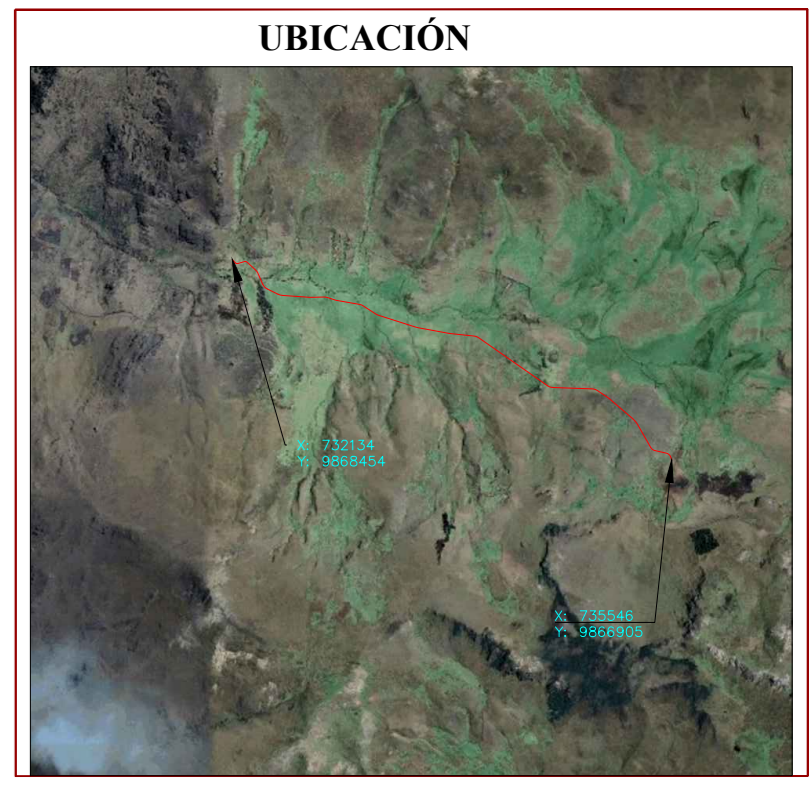
PERFIL
H: 1/1000
V: 1/1000

CORTE
 RELLENO



ESPOSOR TERRAPLEN	ESPOSOR CORTE	ELEVACION SUBRASANTE	ELEV.TERRENO NATURAL	ABSCISADO
	3.34	4122.43	4125.77	9+100
	2.32	4120.22	4122.54	9+200
	1.49	4118.01	4119.50	9+300
	1.23	4115.79	4117.03	9+400
	0.97	4113.58	4114.55	9+500
	0.80	4111.37	4112.17	9+600
	0.95	4109.15	4110.11	9+700
	1.37	4106.94	4108.31	9+800
	2.82	4104.73	4107.54	9+900
	4.78	4102.51	4107.29	
	5.08	4100.30	4105.38	
	4.45	4098.09	4102.54	
	5.52	4095.87	4101.39	
	8.01	4093.66	4101.67	
	10.96	4091.45	4102.41	
	12.94	4089.23	4102.17	
	13.98	4087.02	4100.60	
	14.96	4084.81	4099.37	
	16.01	4082.59	4098.60	
	20.37	4080.36	4100.74	
	24.86	4078.10	4102.97	
	28.02	4075.82	4103.83	
	28.89	4073.50	4102.39	
	29.78	4071.16	4100.94	
	30.78	4068.79	4099.56	
	30.53	4066.41	4098.94	
	30.29	4064.03	4094.33	
	24.03	4061.65	4095.69	
	18.45	4059.27	4077.73	
	12.96	4056.89	4069.85	
	10.32	4054.51	4064.83	
	7.78	4052.13	4059.92	
	7.73	4049.75	4057.48	
	7.26	4047.38	4054.63	
	6.29	4045.00	4051.29	
	4.11	4042.62	4046.72	
	2.27	4040.24	4042.51	
	0.40	4037.86	4038.25	
	0.24	4035.48	4035.24	
	0.45	4033.10	4033.54	
	0.30	4030.72	4030.42	
	2.02	4028.34	4026.32	
	3.36	4025.96	4022.60	
	6.35	4023.58	4017.23	
	8.98	4021.20	4012.22	
	8.60	4018.82	4010.22	
	5.44	4016.44	4011.00	
	4.82	4014.06	4009.24	
	5.49	4011.68	4006.20	





PROYECTO:
"DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA
LLANGAHUA - SILIPO - PINLOPATA PERTENECIENTES
A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTAPACHI EN
EL TRAMO KM 8+000 - 12+000"

Ubicación:
Chuquibanza - Llangahua
CANTÓN: AMBATO
PROVINCIA: TUNGURAHUA

CONTENIDO:
DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL
10+000 - 11+000

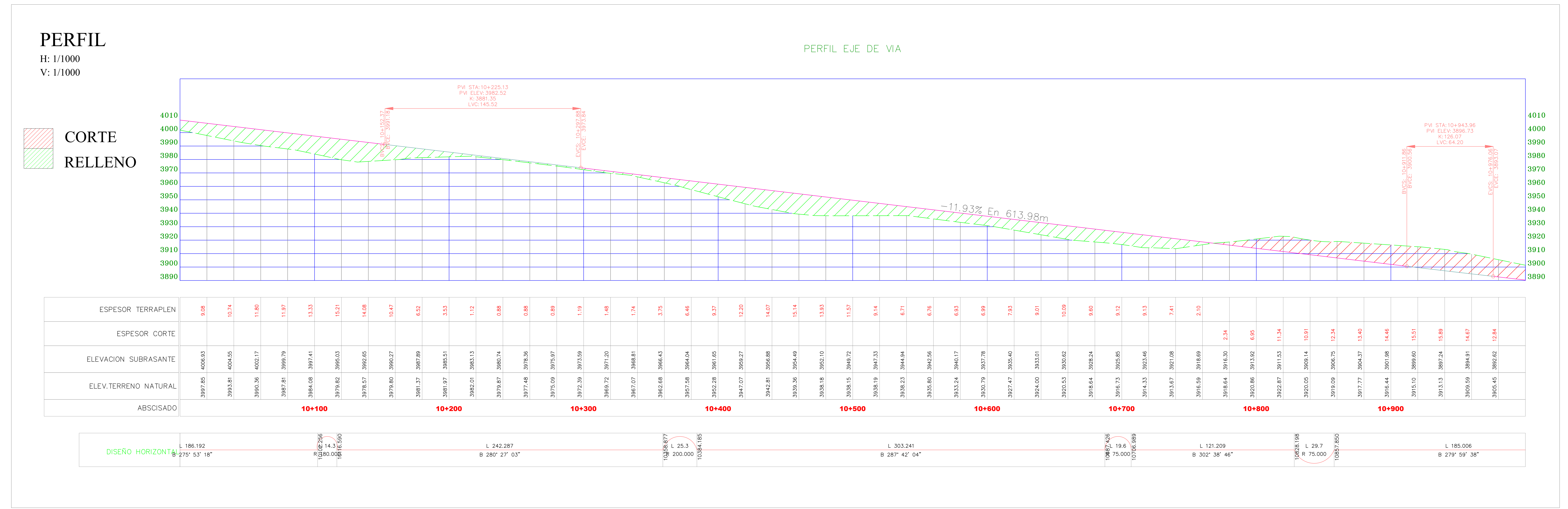
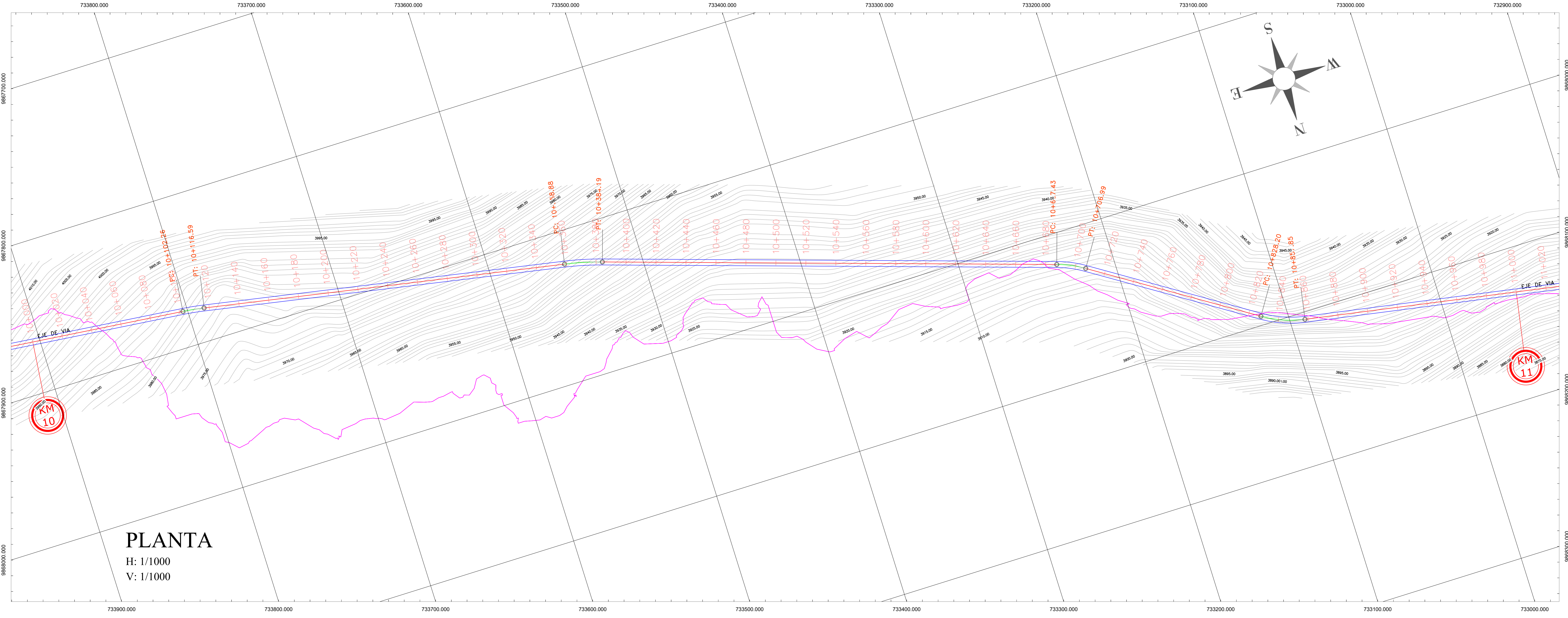
ELABORADO POR:
WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ

REVISADO POR:
ING. MG. FRICSON LUTGARDO MOREIRA C.

SIMBOLOGÍA

	Camino existente
	Borde de clazada
	Tangente
	Curva Circular

FECHA: 12 / 01 / 2024 **Lámina:**
ESCALA: ESP. **3 DE 12**





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 8+000 - 12+000”

Ubicación:

Chuquibanza - Llangahua
CANTÓN: AMBATO
PROVINCIA: TUNGURAHUA

CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

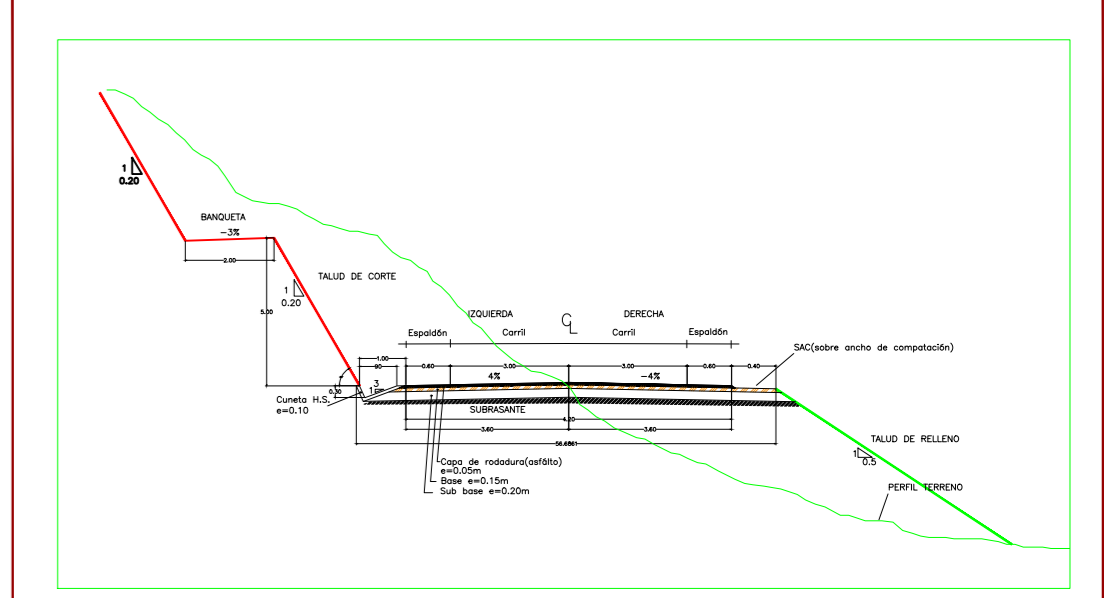
ELABORADO POR:

WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ

REVISADO POR:

ING. MG. FRICSON LUTGARDO MOREIRA C.

SECCIÓN TÍPICA

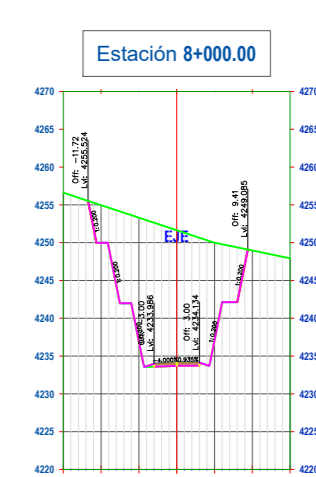


FECHA: 12 / 01 / 2024

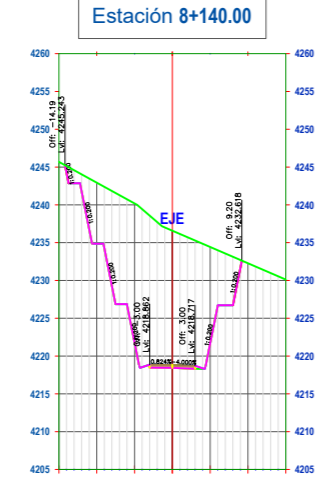
Lámina:

ESCALA: 1:1000

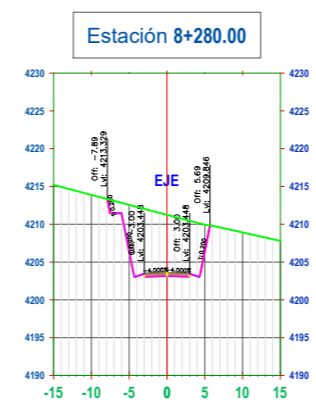
5 DE 12



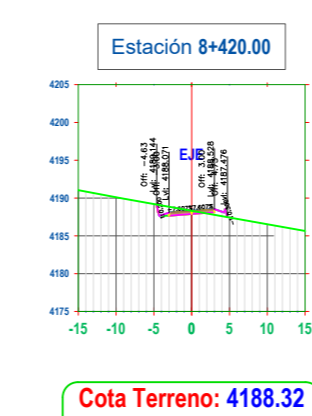
Cota Terreno: 4251.84
Cota Rasante: 4233.71



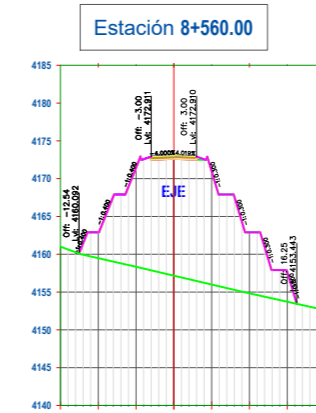
Cota Terreno: 4236.58
Cota Rasante: 4218.44



Cota Terreno: 4211.25
Cota Rasante: 4203.17



Cota Terreno: 4188.32
Cota Rasante: 4187.90



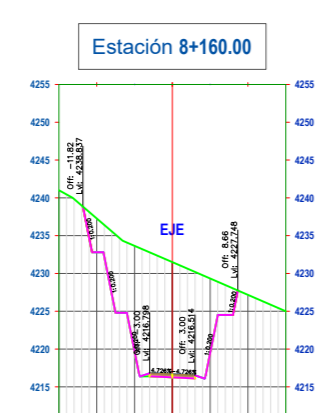
Cota Terreno: 4157.17
Cota Rasante: 4172.83



Cota Terreno: 4147.18
Cota Rasante: 4157.35



Cota Terreno: 4248.31
Cota Rasante: 4231.53



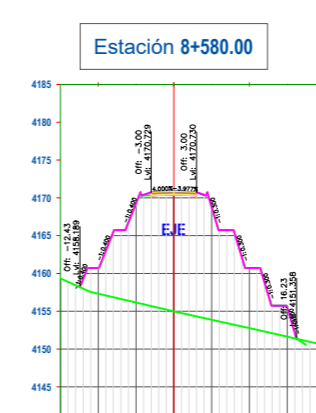
Cota Terreno: 4231.50
Cota Rasante: 4216.26



Cota Terreno: 4208.33
Cota Rasante: 4200.99



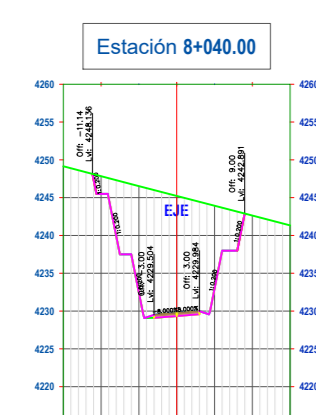
Cota Terreno: 4184.38
Cota Rasante: 4185.72



Cota Terreno: 4154.99
Cota Rasante: 4170.45



Cota Terreno: 4147.38
Cota Rasante: 4155.16



Cota Terreno: 4245.22
Cota Rasante: 4229.34



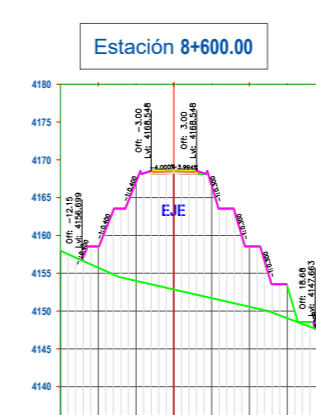
Cota Terreno: 4225.82
Cota Rasante: 4214.07



Cota Terreno: 4205.88
Cota Rasante: 4198.81



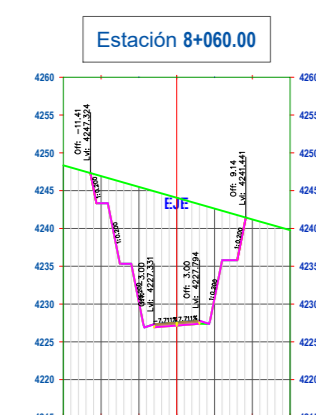
Cota Terreno: 4178.37
Cota Rasante: 4183.94



Cota Terreno: 4152.85
Cota Rasante: 4183.27



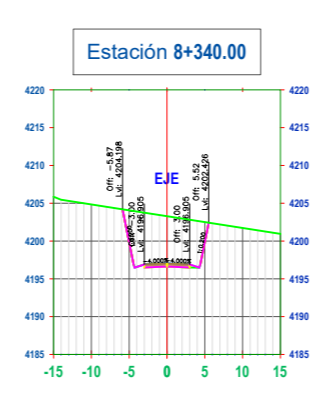
Cota Terreno: 4148.64
Cota Rasante: 4152.97



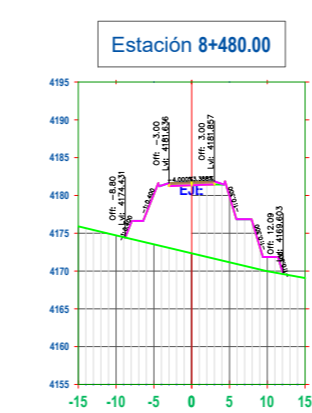
Cota Terreno: 4244.08
Cota Rasante: 4227.16



Cota Terreno: 4221.84
Cota Rasante: 4211.08



Cota Terreno: 4203.28
Cota Rasante: 4196.82



Cota Terreno: 4172.35
Cota Rasante: 4181.38



Cota Terreno: 4150.64
Cota Rasante: 4185.09



Cota Terreno: 4145.17
Cota Rasante: 4158.17



Cota Terreno: 4244.18
Cota Rasante: 4224.88



Cota Terreno: 4218.39
Cota Rasante: 4209.71



Cota Terreno: 4200.82
Cota Rasante: 4194.39



Cota Terreno: 4187.23
Cota Rasante: 4179.17



Cota Terreno: 4148.78
Cota Rasante: 4183.81



Cota Terreno: 4144.70
Cota Rasante: 4148.57



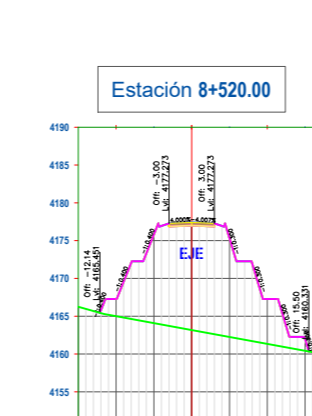
Cota Terreno: 4242.90
Cota Rasante: 4222.89



Cota Terreno: 4216.68
Cota Rasante: 4207.53



Cota Terreno: 4197.41
Cota Rasante: 4192.26



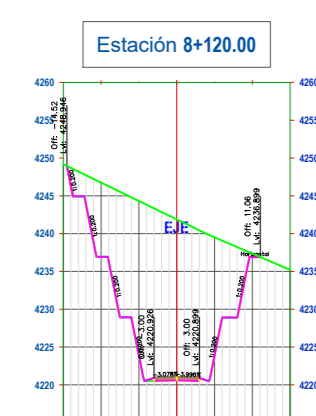
Cota Terreno: 4183.17
Cota Rasante: 4176.99



Cota Terreno: 4148.24
Cota Rasante: 4181.72



Cota Terreno: 4145.83
Cota Rasante: 4148.37



Cota Terreno: 4241.88
Cota Rasante: 4220.82



Cota Terreno: 4214.33
Cota Rasante: 4206.35



Cota Terreno: 4192.79
Cota Rasante: 4190.88



Cota Terreno: 4189.30
Cota Rasante: 4174.81



Cota Terreno: 4147.71
Cota Rasante: 4159.54



Cota Terreno: 4148.55
Cota Rasante: 4144.16



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 8+000 - 12+000"

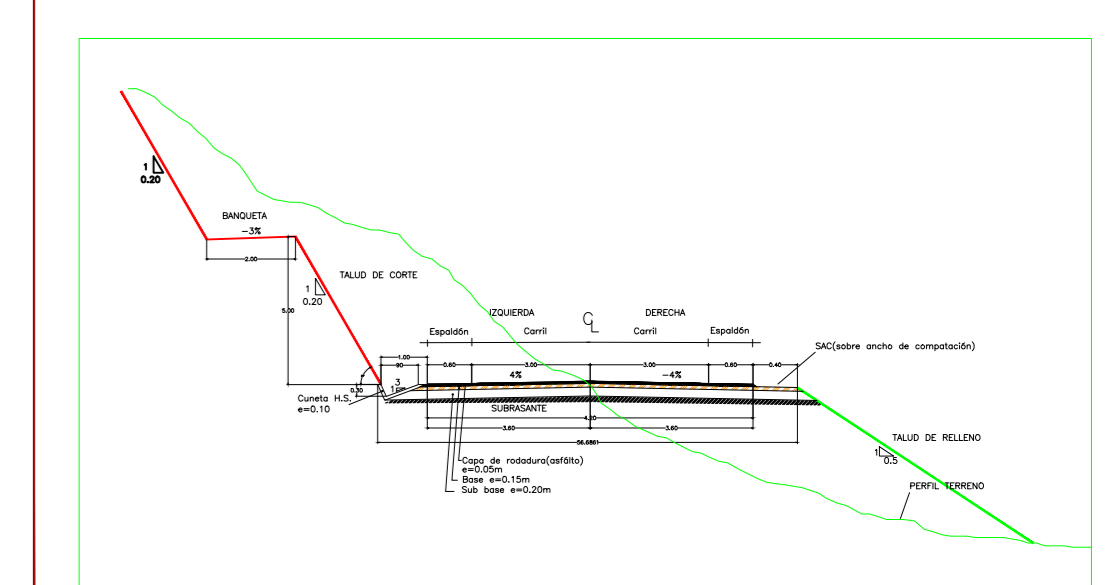
Ubicación:
 Chuquibanza - Llangahua
 CANTÓN: AMBATO
 PROVINCIA: TUNGURAHUA

CONTENIDO:
 SECCIONES TRANSVERSALES

ELABORADO POR:
 WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ

REVISADO POR:
 ING. MG. FRICSON LUTGARDO MOREIRA C.

SECCIÓN TÍPICA



FECHA: 12 / 01 / 2024
ESCALA: 1:1000

Lámina:
6 DE 12



Cota Terreno: 4150.29
 Cota Rasante: 4141.95



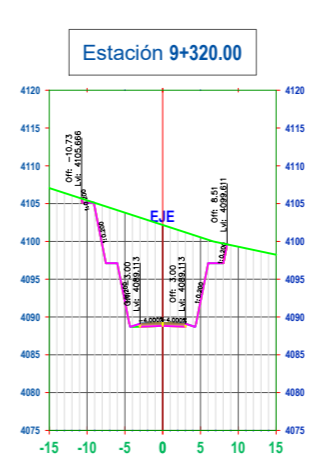
Cota Terreno: 4138.06
 Cota Rasante: 4128.67



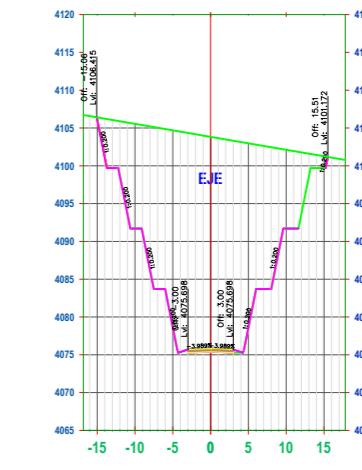
Cota Terreno: 4117.03
 Cota Rasante: 4115.39



Cota Terreno: 4107.29
 Cota Rasante: 4102.11



Cota Terreno: 4102.17
 Cota Rasante: 4088.83



Cota Terreno: 4103.83
 Cota Rasante: 4075.42



Cota Terreno: 4150.39
 Cota Rasante: 4139.74



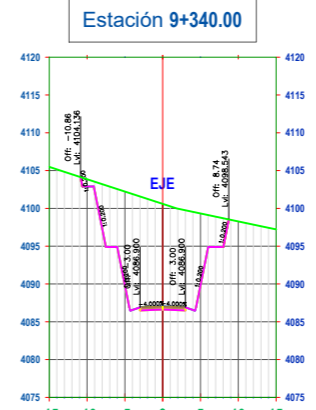
Cota Terreno: 4134.23
 Cota Rasante: 4126.46



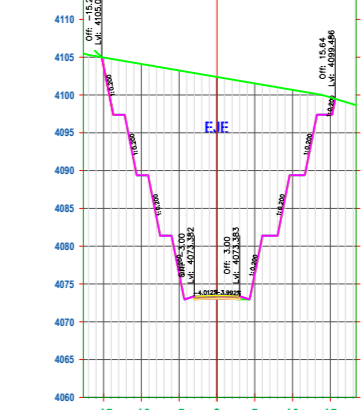
Cota Terreno: 4114.55
 Cota Rasante: 4113.18



Cota Terreno: 4105.38
 Cota Rasante: 4099.99



Cota Terreno: 4100.60
 Cota Rasante: 4096.62



Cota Terreno: 4102.39
 Cota Rasante: 4075.10



Cota Terreno: 4150.73
 Cota Rasante: 4137.53



Cota Terreno: 4136.11
 Cota Rasante: 4124.25



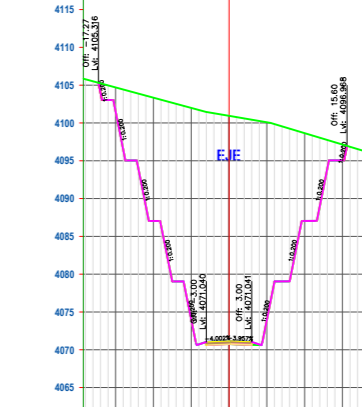
Cota Terreno: 4112.17
 Cota Rasante: 4110.75



Cota Terreno: 4102.54
 Cota Rasante: 4097.69



Cota Terreno: 4098.27
 Cota Rasante: 4084.41



Cota Terreno: 4100.94
 Cota Rasante: 4079.76



Cota Terreno: 4150.39
 Cota Rasante: 4135.31



Cota Terreno: 4125.77
 Cota Rasante: 4122.03



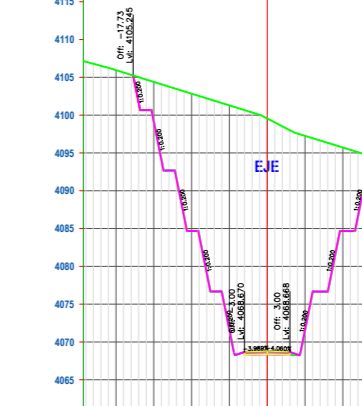
Cota Terreno: 4110.11
 Cota Rasante: 4108.75



Cota Terreno: 4101.39
 Cota Rasante: 4095.47



Cota Terreno: 4098.60
 Cota Rasante: 4082.19



Cota Terreno: 4099.56
 Cota Rasante: 4068.39



Cota Terreno: 4147.56
 Cota Rasante: 4133.10



Cota Terreno: 4122.54
 Cota Rasante: 4119.82



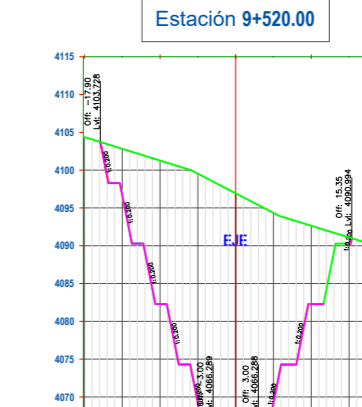
Cota Terreno: 4108.31
 Cota Rasante: 4106.54



Cota Terreno: 4101.67
 Cota Rasante: 4093.26



Cota Terreno: 4100.74
 Cota Rasante: 4079.96



Cota Terreno: 4096.94
 Cota Rasante: 4066.61



Cota Terreno: 4143.40
 Cota Rasante: 4130.89



Cota Terreno: 4119.50
 Cota Rasante: 4117.81



Cota Terreno: 4107.55
 Cota Rasante: 4104.33



Cota Terreno: 4102.41
 Cota Rasante: 4091.05



Cota Terreno: 4102.70
 Cota Rasante: 4077.70



Cota Terreno: 4094.33
 Cota Rasante: 4063.63



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 8+000 - 12+000"

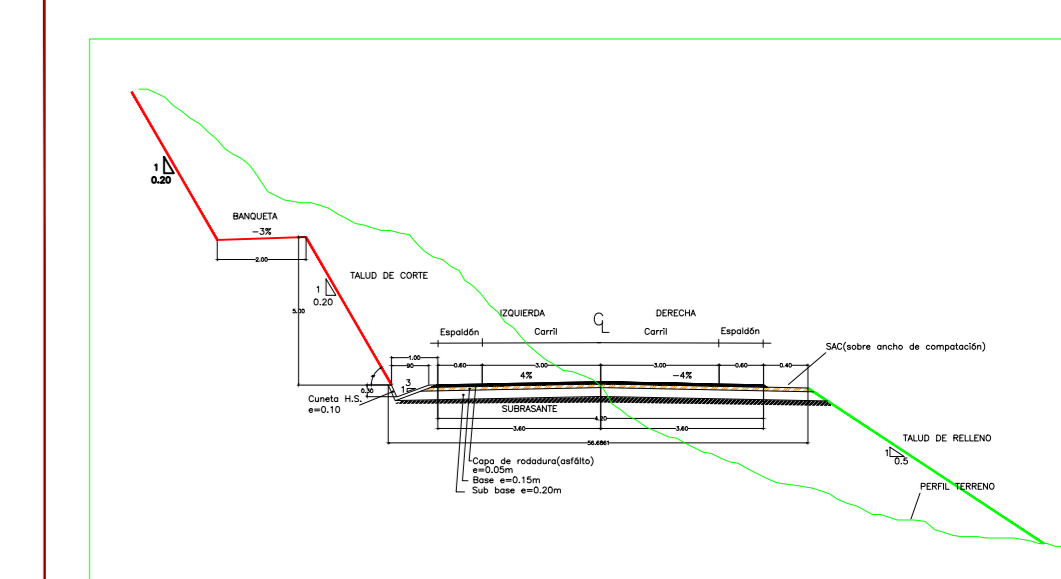
Ubicación:
Chuquibanza - Llangahua
CANTÓN: AMBATO
PROVINCIA: TUNGURAHUA

CONTENIDO:
SECCIONES TRANSVERSALES

ELABORADO POR:
WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ

REVISADO POR:
ING. MG. FRICSON LUTGARDO MOREIRA C.

SECCIÓN TÍPICA

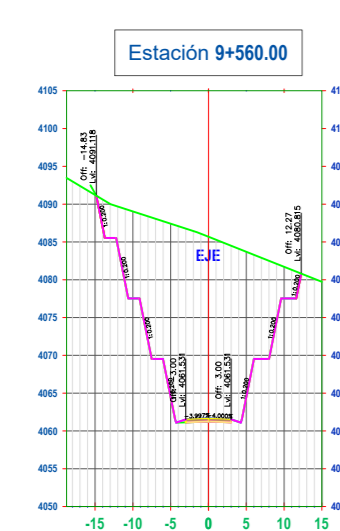


FECHA: 12 / 01 / 2024

Lámina:

ESCALA: 1:1000

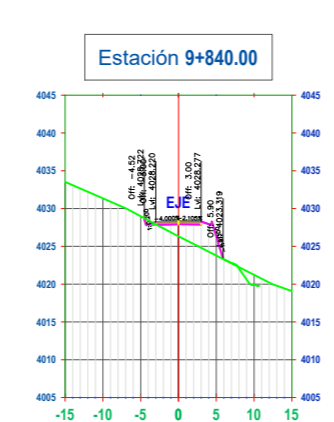
7 DE 12



Cota Terreno: 4085.69
Cota Rasante: 4061.25



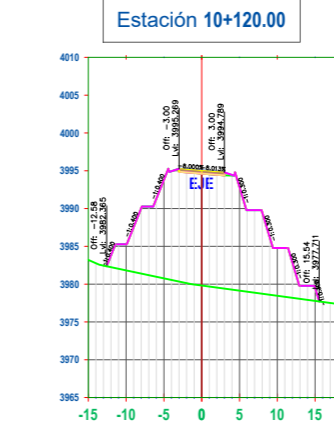
Cota Terreno: 4051.29
Cota Rasante: 4044.60



Cota Terreno: 4026.32
Cota Rasante: 4027.84



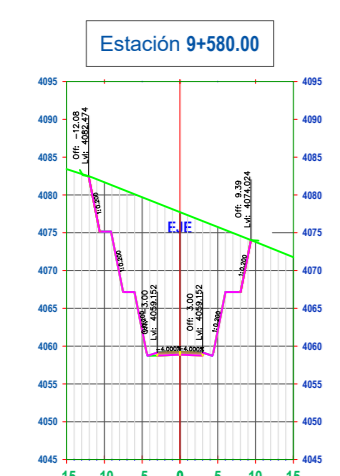
Cota Terreno: 4006.20
Cota Rasante: 4011.28



Cota Terreno: 3979.82
Cota Rasante: 3994.63



Cota Terreno: 3977.48
Cota Rasante: 3977.96



Cota Terreno: 4077.73
Cota Rasante: 4058.87



Cota Terreno: 4046.72
Cota Rasante: 4042.22



Cota Terreno: 4022.69
Cota Rasante: 4025.96



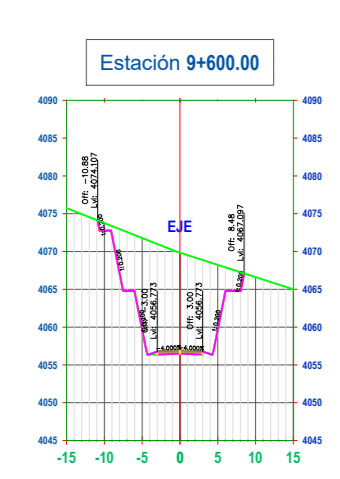
Cota Terreno: 4001.82
Cota Rasante: 4008.91



Cota Terreno: 3978.57
Cota Rasante: 3992.25



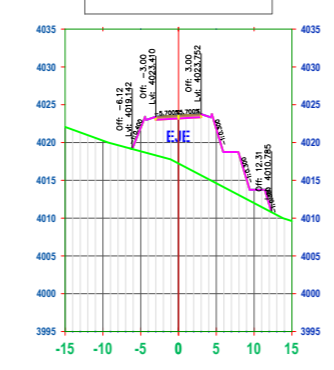
Cota Terreno: 3975.09
Cota Rasante: 3975.57



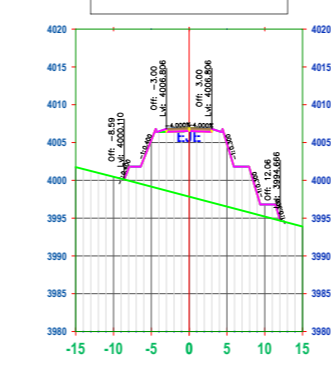
Cota Terreno: 4069.85
Cota Rasante: 4056.49



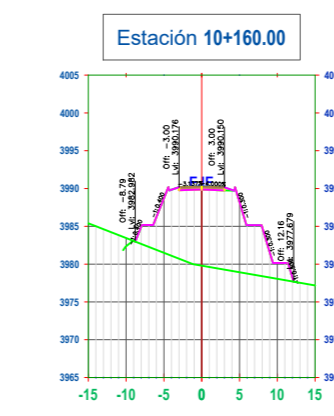
Cota Terreno: 4042.51
Cota Rasante: 4038.84



Cota Terreno: 4017.23
Cota Rasante: 4023.18



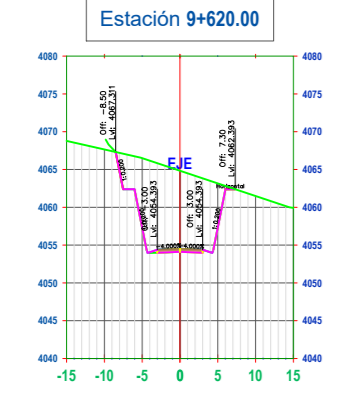
Cota Terreno: 3997.85
Cota Rasante: 4006.53



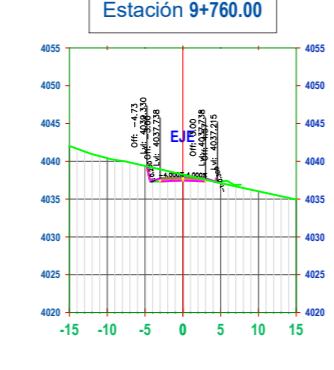
Cota Terreno: 3979.80
Cota Rasante: 3989.87



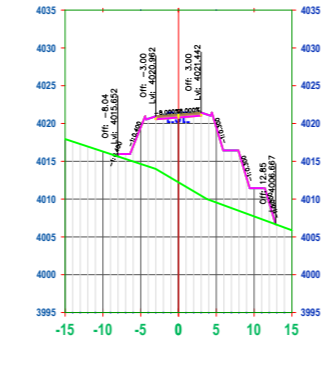
Cota Terreno: 3973.39
Cota Rasante: 3973.19



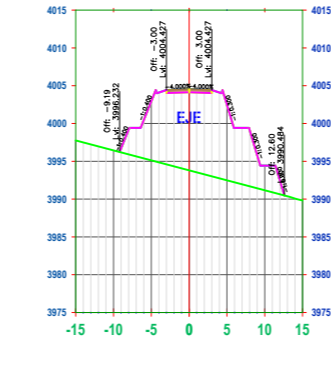
Cota Terreno: 4064.63
Cota Rasante: 4054.11



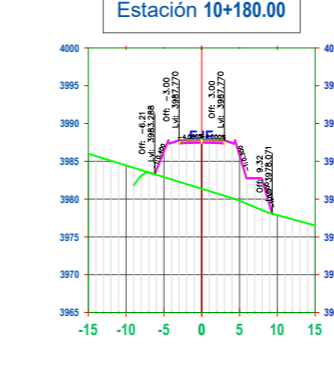
Cota Terreno: 4038.25
Cota Rasante: 4037.46



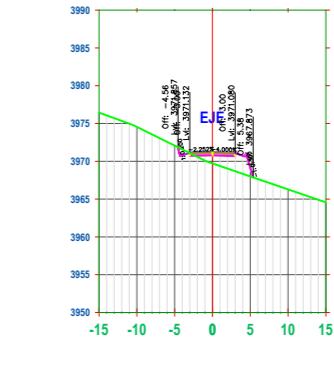
Cota Terreno: 4012.22
Cota Rasante: 4020.80



Cota Terreno: 3993.81
Cota Rasante: 4004.15



Cota Terreno: 3981.37
Cota Rasante: 3987.49



Cota Terreno: 3963.72
Cota Rasante: 3970.80



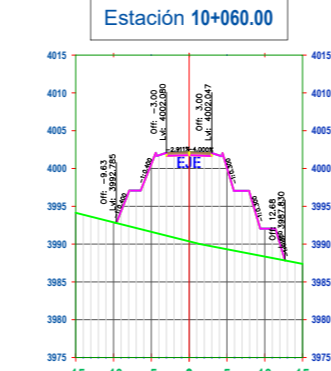
Cota Terreno: 4059.92
Cota Rasante: 4051.73



Cota Terreno: 4035.24
Cota Rasante: 4035.08



Cota Terreno: 4010.22
Cota Rasante: 4010.42



Cota Terreno: 3990.38
Cota Rasante: 4001.77



Cota Terreno: 3981.97
Cota Rasante: 3988.11



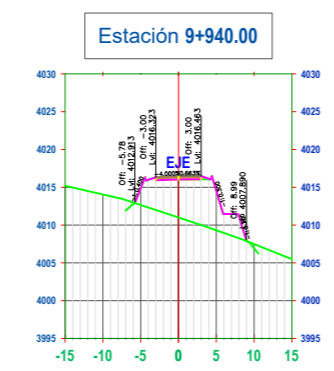
Cota Terreno: 3967.07
Cota Rasante: 3968.41



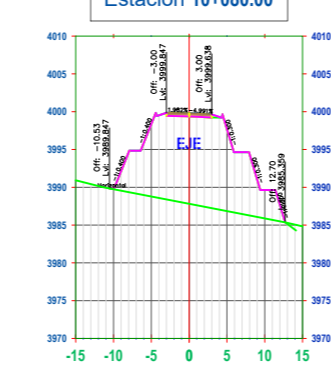
Cota Terreno: 4057.48
Cota Rasante: 4049.35



Cota Terreno: 4035.54
Cota Rasante: 4032.70



Cota Terreno: 4011.00
Cota Rasante: 4016.04



Cota Terreno: 3987.81
Cota Rasante: 3998.39



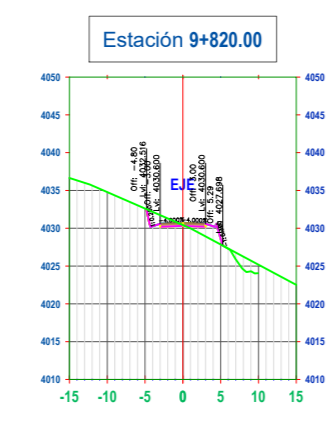
Cota Terreno: 3982.91
Cota Rasante: 3982.73



Cota Terreno: 3963.68
Cota Rasante: 3966.03



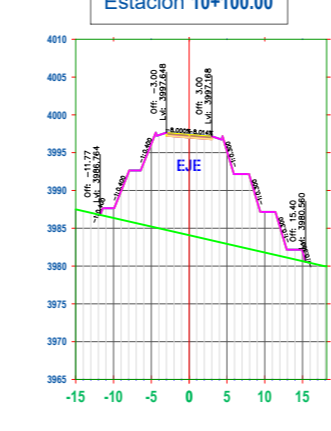
Cota Terreno: 4054.63
Cota Rasante: 4046.98



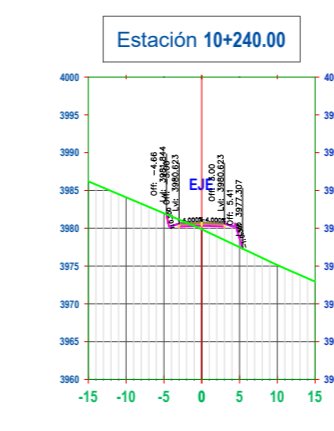
Cota Terreno: 4030.42
Cota Rasante: 4030.32



Cota Terreno: 4009.24
Cota Rasante: 4013.66



Cota Terreno: 3984.08
Cota Rasante: 3997.01



Cota Terreno: 3979.87
Cota Rasante: 3989.34



Cota Terreno: 3957.58
Cota Rasante: 3961.64



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

UBICACIÓN



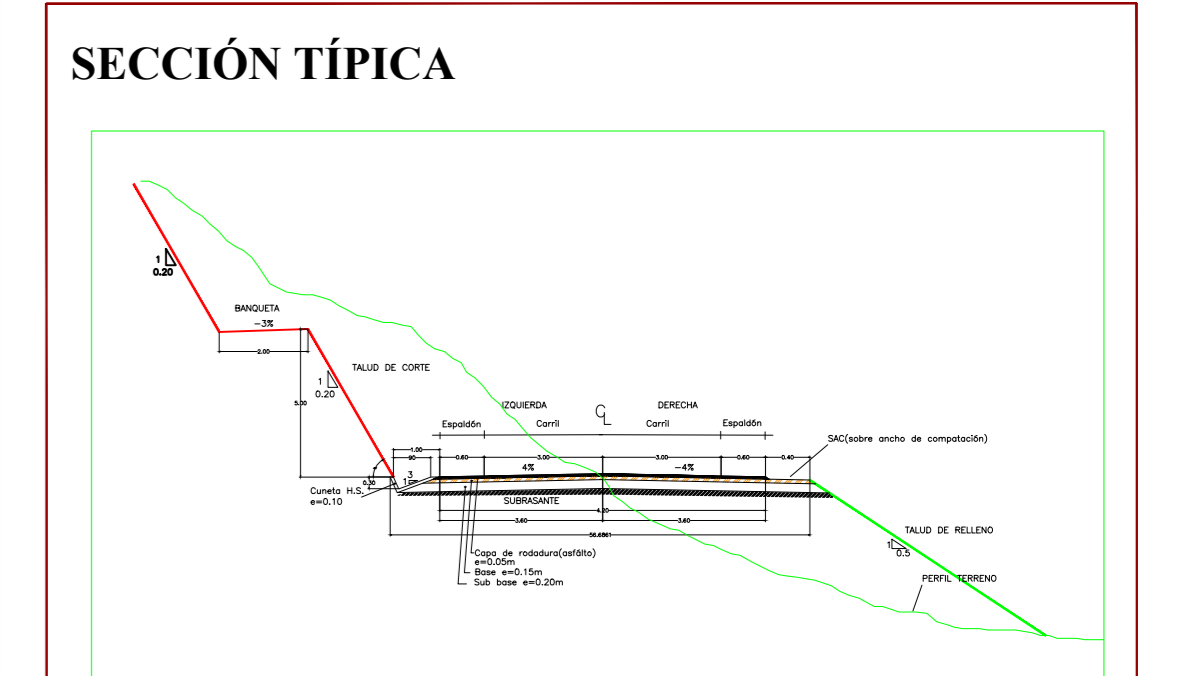
PROYECTO:
"DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA
LLANGAHUA - SILIPO - PINLOPATA PERTENECIENTES
A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN
EL TRAMO KM 8+000 - 12+000"

Ubicación:
Chuquiabanza - Llangahua
CANTÓN: AMBATO
PROVINCIA: TUNGURAHUA

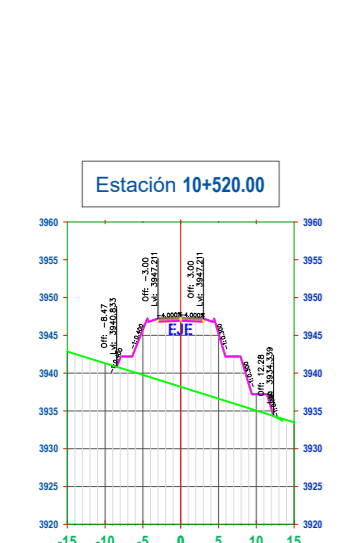
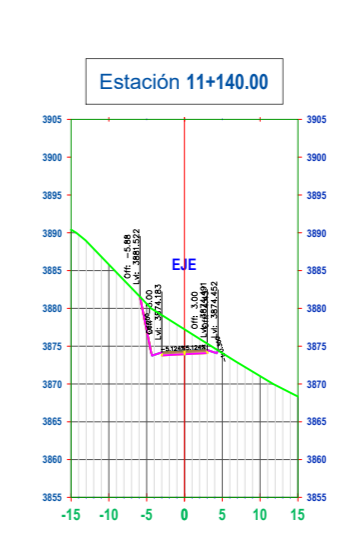
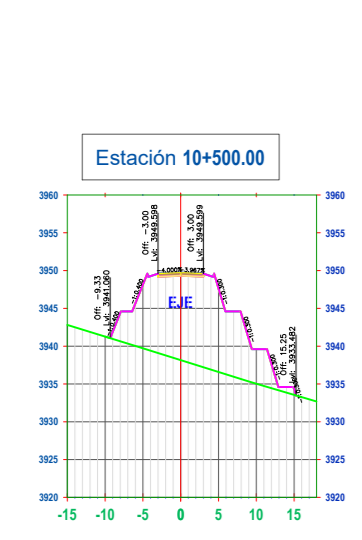
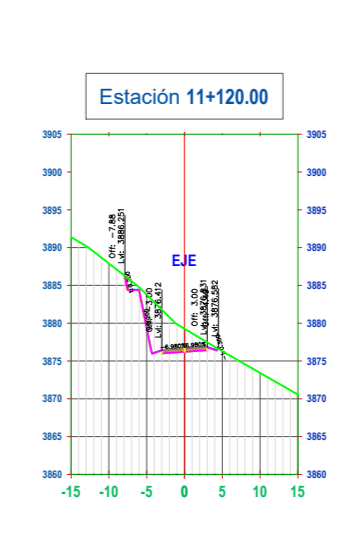
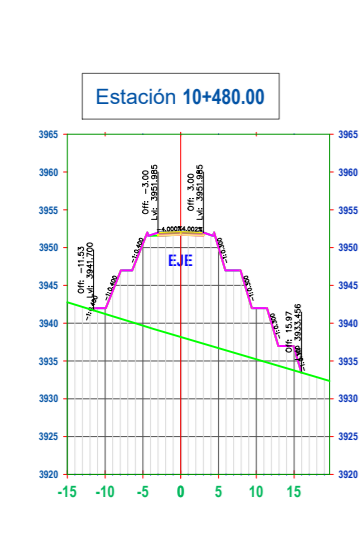
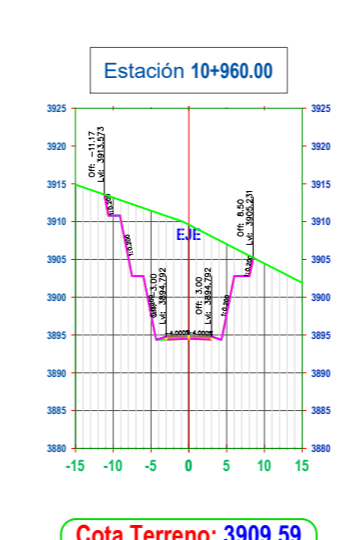
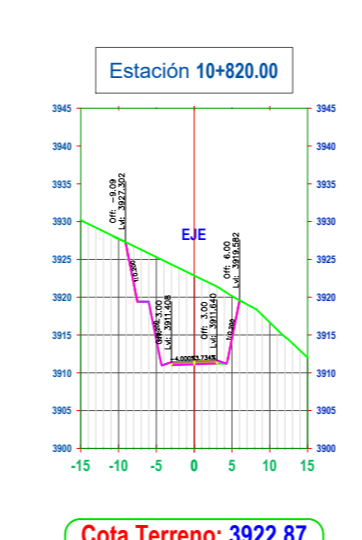
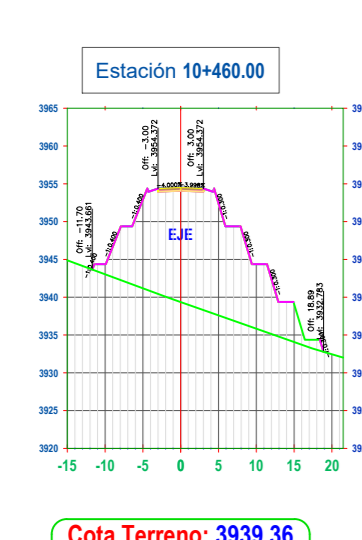
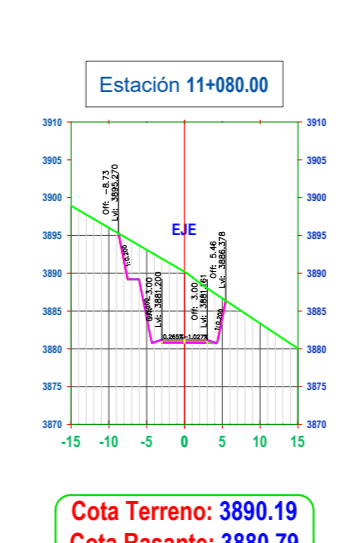
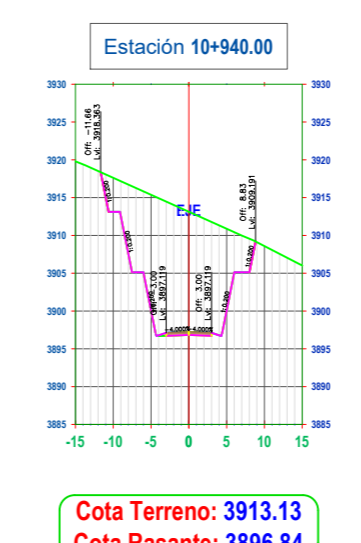
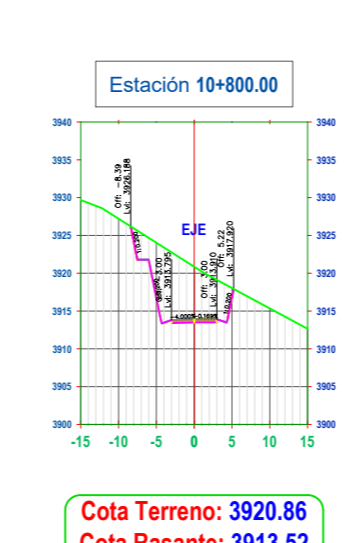
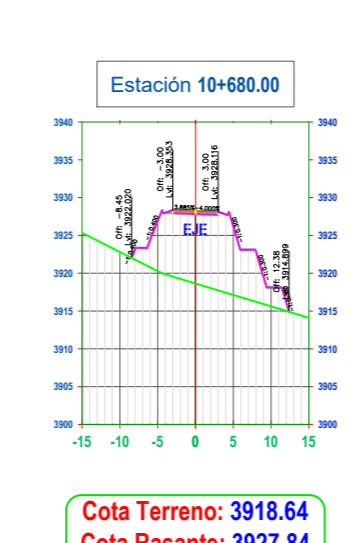
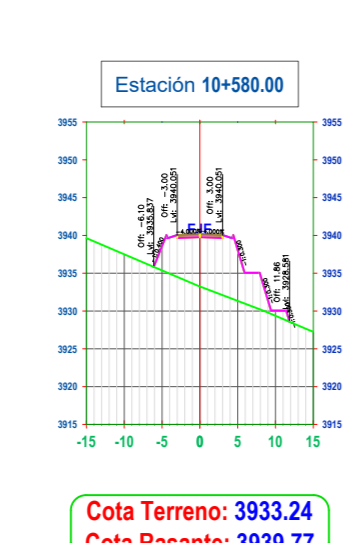
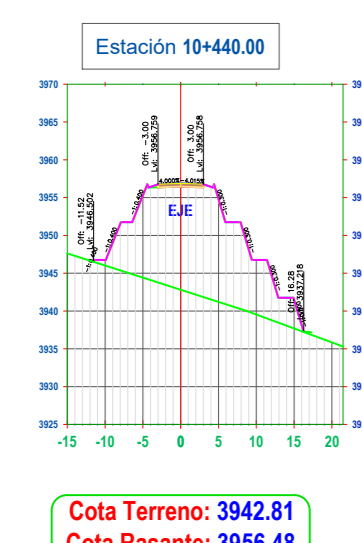
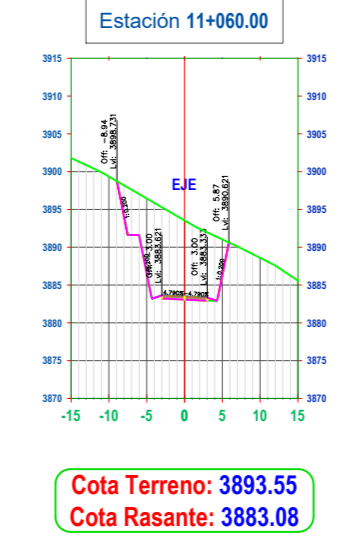
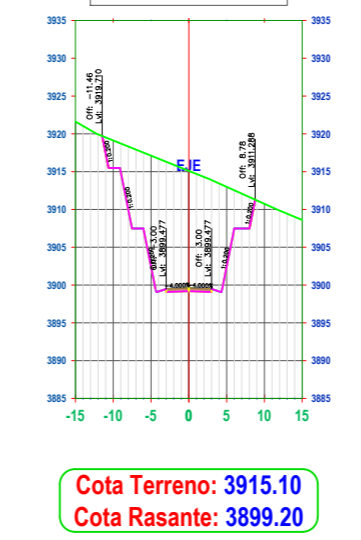
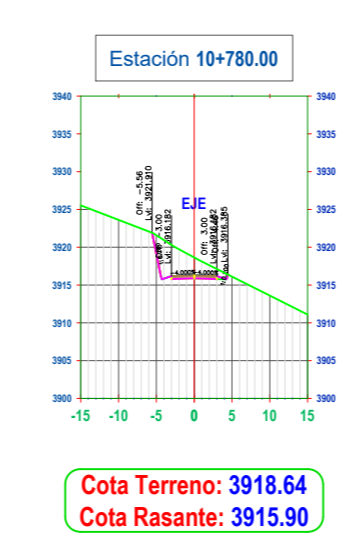
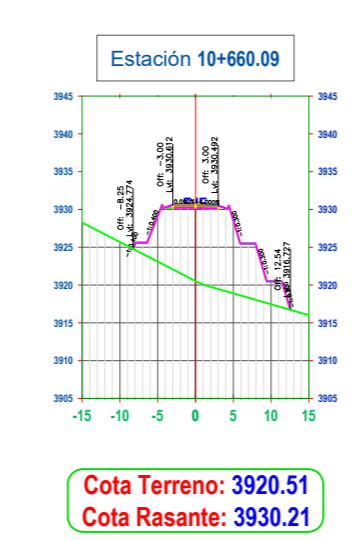
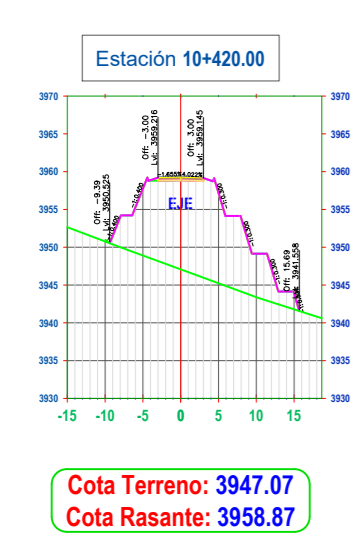
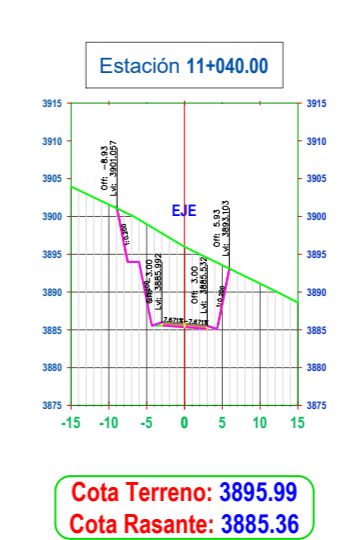
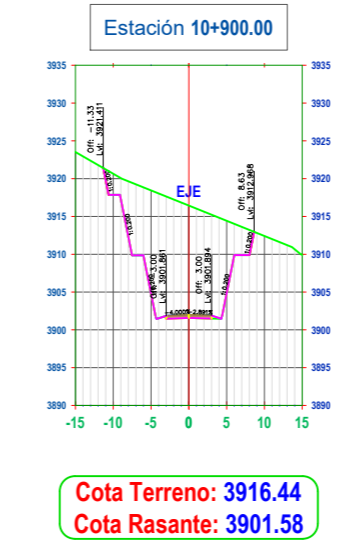
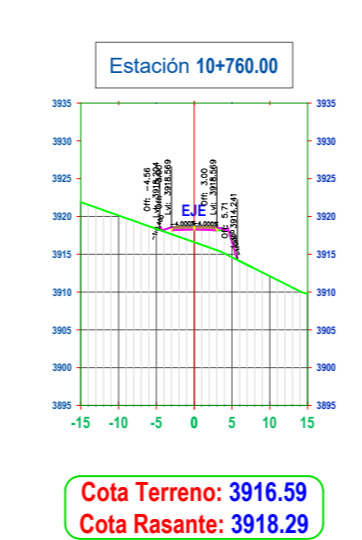
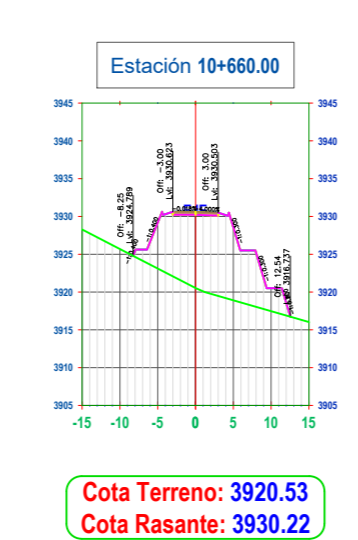
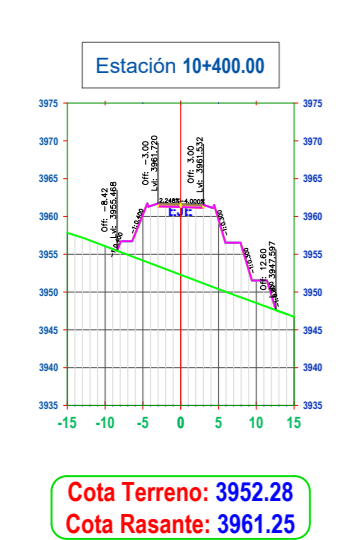
CONTENIDO:
SECCIONES TRANSVERSALES

ELABORADO POR:
WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ

REVISADO POR:
ING. MG. FRICSON LUTGARDO MOREIRA C.



FECHA: 12 / 01 / 2024 **Lámina:**
ESCALA: 1:1000 **8 DE 12**





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 8+000 - 12+000"

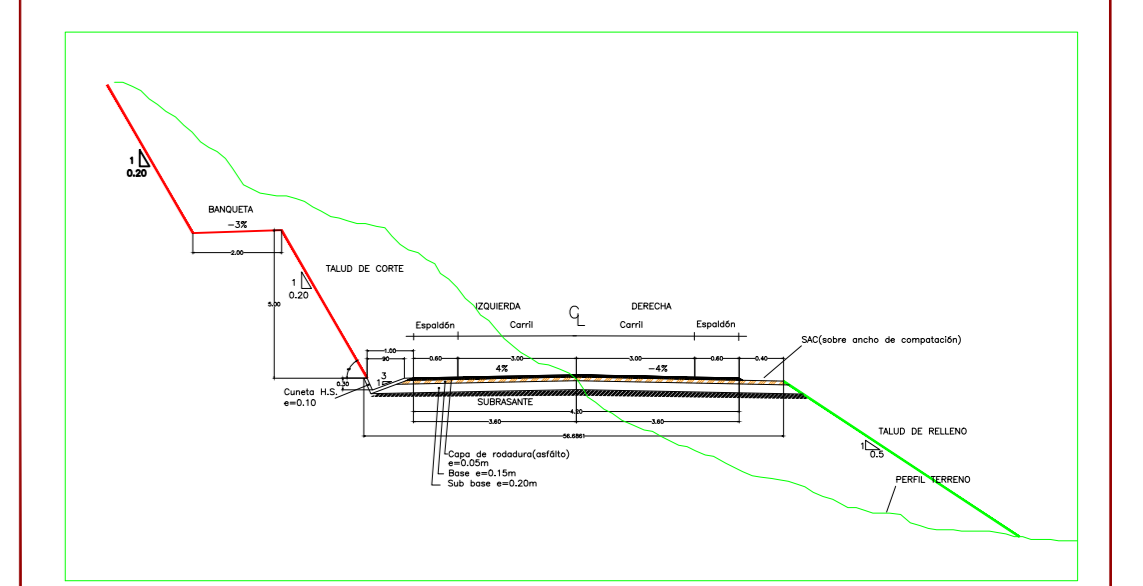
Ubicación:
Chuquibanza - Llangahua
CANTÓN: AMBATO
PROVINCIA: TUNGURAHUA

CONTENIDO:
SECCIONES TRANSVERSALES

ELABORADO POR:
WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ

REVISADO POR:
ING. MG. FRICSON LUTGARDO MOREIRA C.

SECCIÓN TÍPICA

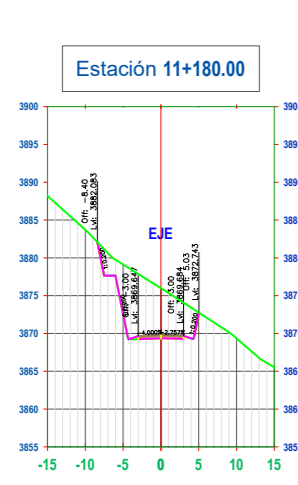


FECHA: 12 / 01 / 2024

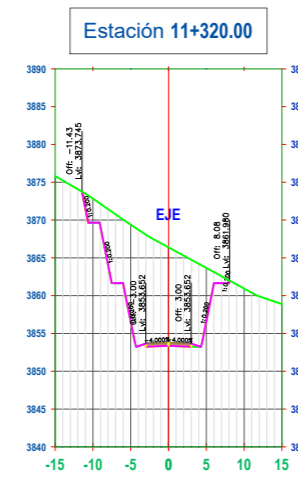
Lámina:

ESCALA: 1:1000

9 DE 12



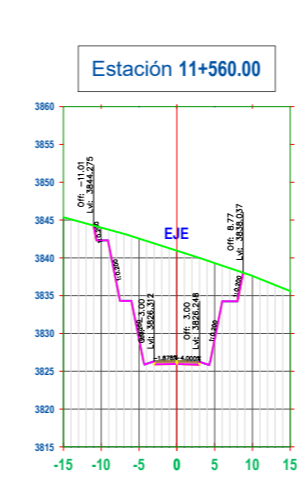
Cota Terreno: 3875.99
Cota Rasante: 3869.37



Cota Terreno: 3866.38
Cota Rasante: 3853.37



Cota Terreno: 3848.84
Cota Rasante: 3839.67



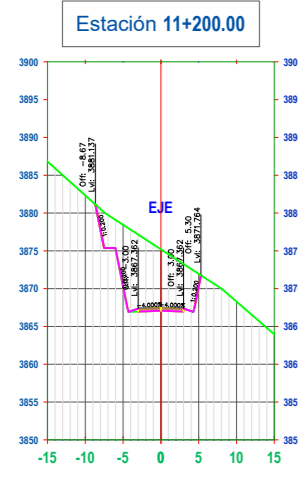
Cota Terreno: 3840.95
Cota Rasante: 3825.97



Cota Terreno: 3803.71
Cota Rasante: 3810.04



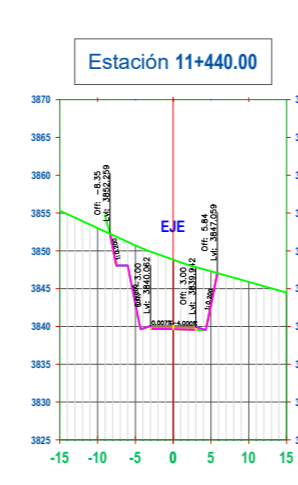
Cota Terreno: 3781.35
Cota Rasante: 3794.16



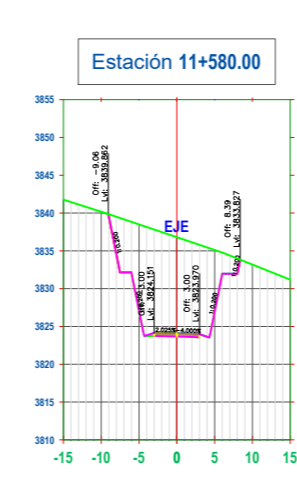
Cota Terreno: 3875.20
Cota Rasante: 3867.68



Cota Terreno: 3864.55
Cota Rasante: 3857.68



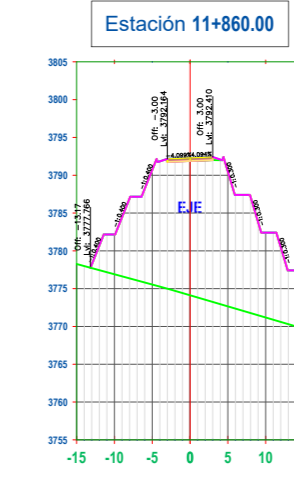
Cota Terreno: 3848.84
Cota Rasante: 3839.68



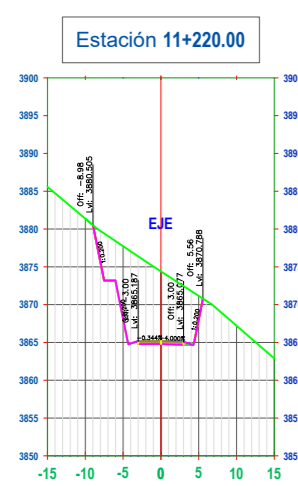
Cota Terreno: 3836.80
Cota Rasante: 3823.68



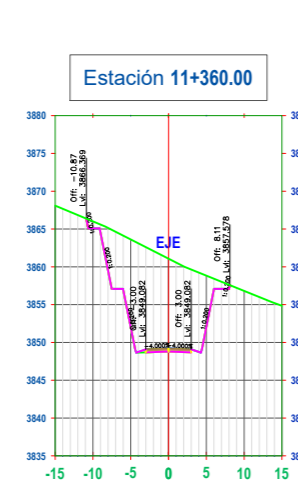
Cota Terreno: 3796.03
Cota Rasante: 3807.77



Cota Terreno: 3774.13
Cota Rasante: 3791.89



Cota Terreno: 3874.38
Cota Rasante: 3864.80



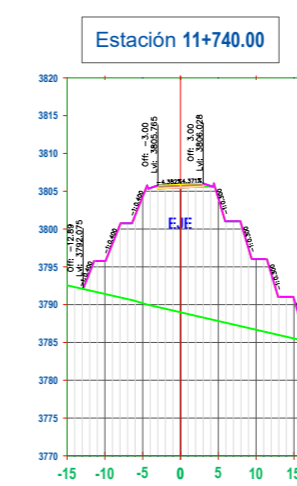
Cota Terreno: 3860.07
Cota Rasante: 3854.80



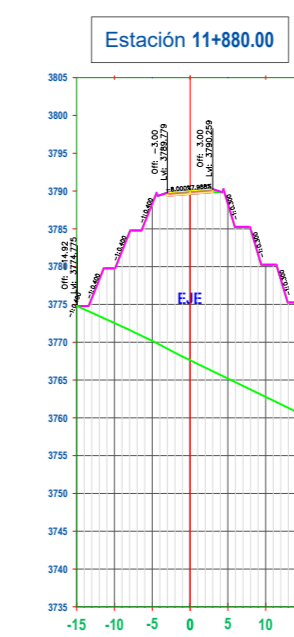
Cota Terreno: 3848.09
Cota Rasante: 3837.38



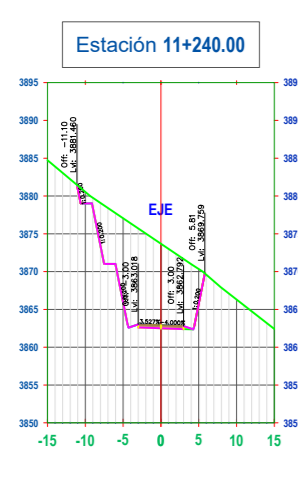
Cota Terreno: 3832.58
Cota Rasante: 3821.41



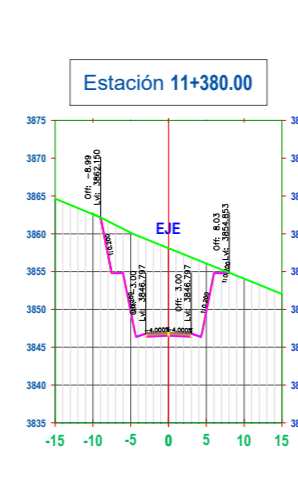
Cota Terreno: 3788.98
Cota Rasante: 3805.50



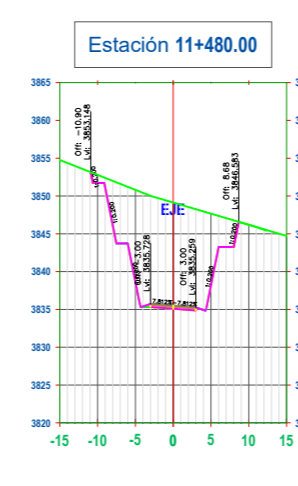
Cota Terreno: 3767.62
Cota Rasante: 3789.62



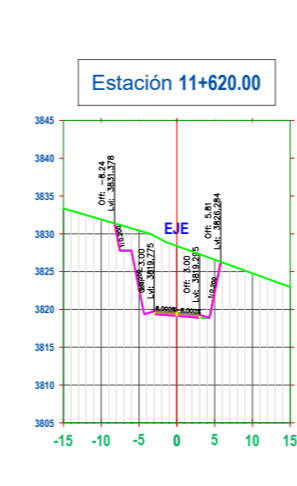
Cota Terreno: 3873.69
Cota Rasante: 3862.51



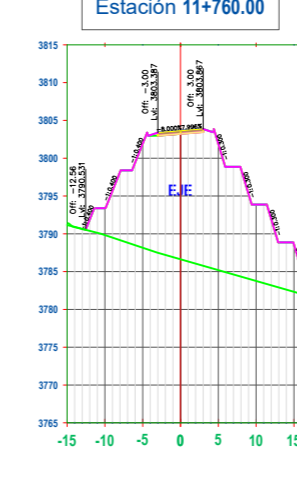
Cota Terreno: 3858.09
Cota Rasante: 3846.52



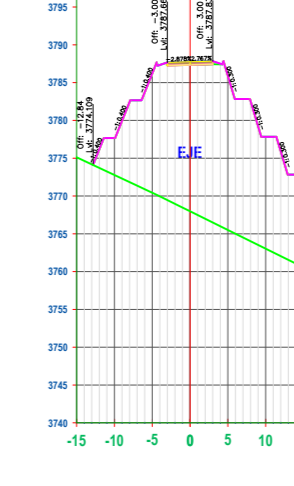
Cota Terreno: 3849.13
Cota Rasante: 3835.08



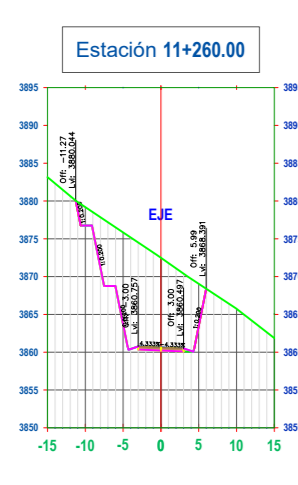
Cota Terreno: 3828.39
Cota Rasante: 3819.14



Cota Terreno: 3786.63
Cota Rasante: 3803.23



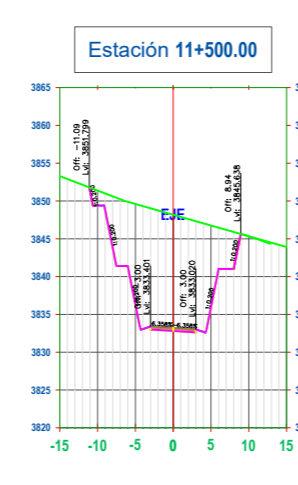
Cota Terreno: 3767.98
Cota Rasante: 3787.35



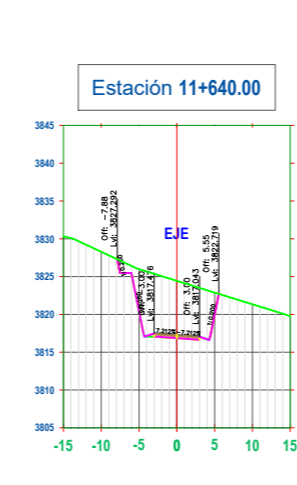
Cota Terreno: 3872.49
Cota Rasante: 3860.23



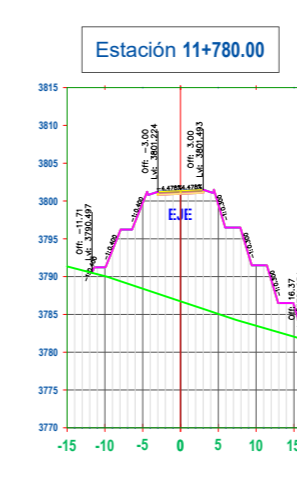
Cota Terreno: 3855.12
Cota Rasante: 3844.23



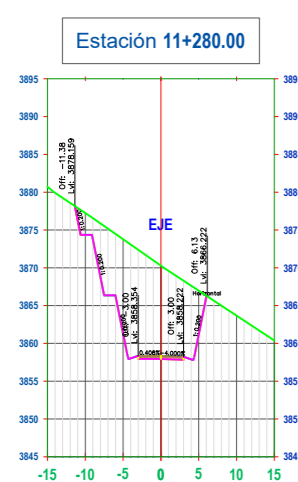
Cota Terreno: 3846.18
Cota Rasante: 3832.79



Cota Terreno: 3824.44
Cota Rasante: 3816.86



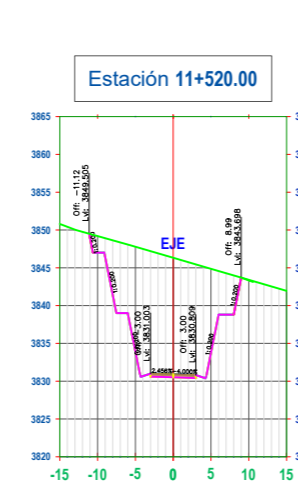
Cota Terreno: 3786.73
Cota Rasante: 3800.96



Cota Terreno: 3870.38
Cota Rasante: 3857.64



Cota Terreno: 3851.98
Cota Rasante: 3839.51



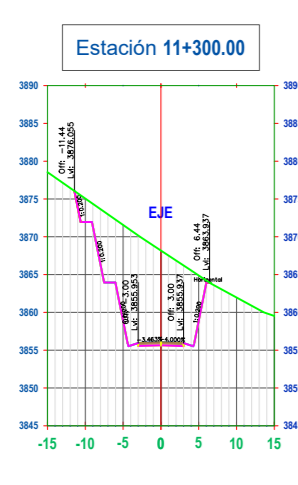
Cota Terreno: 3846.32
Cota Rasante: 3830.53



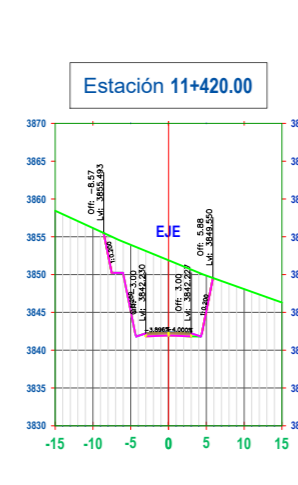
Cota Terreno: 3816.72
Cota Rasante: 3814.59



Cota Terreno: 3787.53
Cota Rasante: 3798.69



Cota Terreno: 3868.18
Cota Rasante: 3855.66



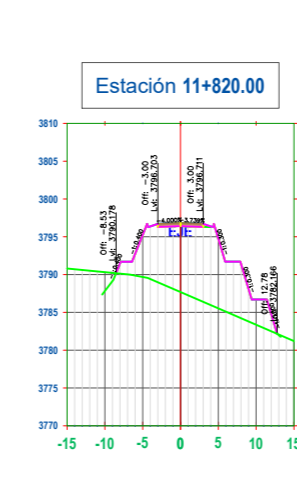
Cota Terreno: 3851.89
Cota Rasante: 3841.95



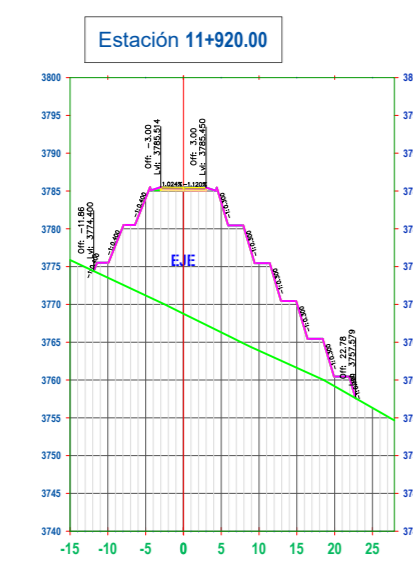
Cota Terreno: 3844.08
Cota Rasante: 3828.25



Cota Terreno: 3811.37
Cota Rasante: 3812.31



Cota Terreno: 3787.69
Cota Rasante: 3796.42



Cota Terreno: 3768.77
Cota Rasante: 3795.06



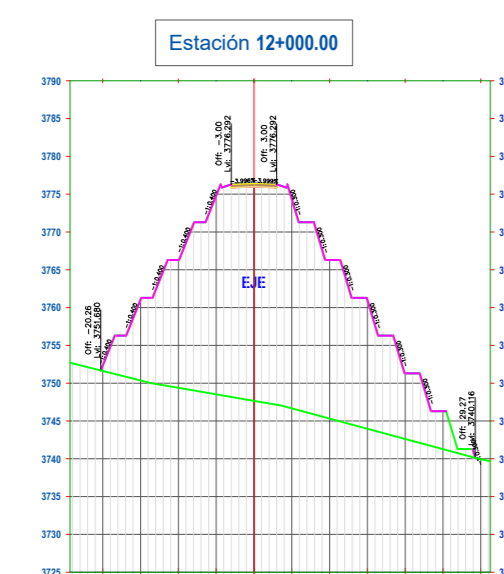
Cota Terreno: 3769.56
Cota Rasante: 3792.82



Cota Terreno: 3766.43
Cota Rasante: 3790.55



Cota Terreno: 3757.79
Cota Rasante: 3778.26



Cota Terreno: 3747.66
Cota Rasante: 3776.91



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

UBICACIÓN



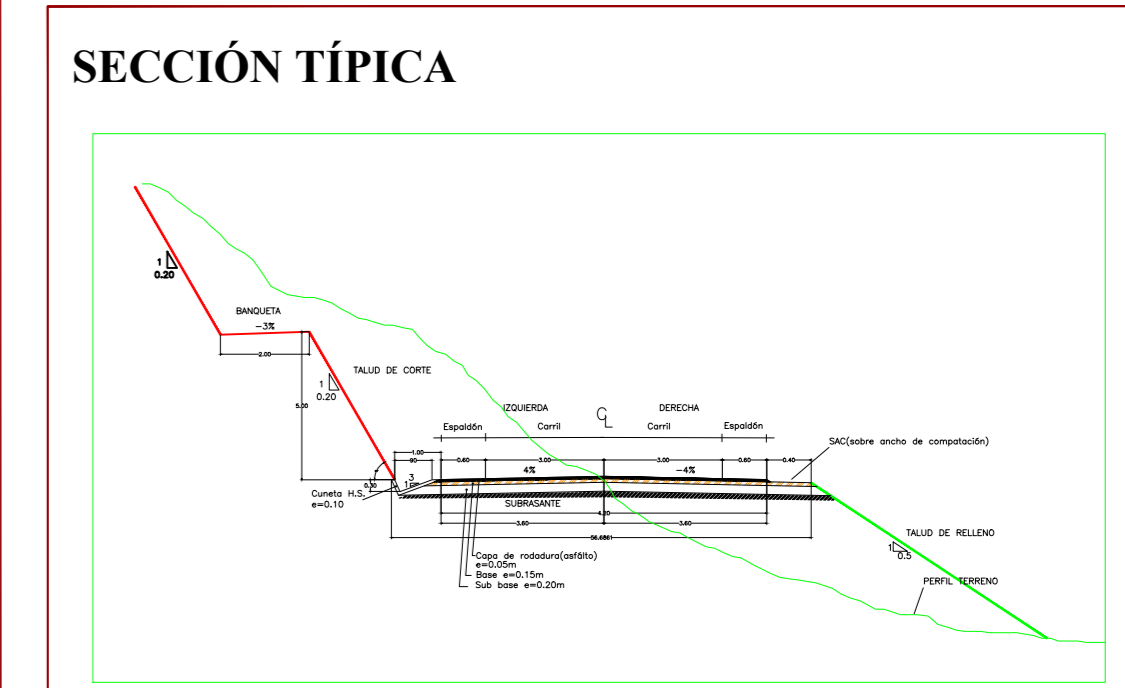
PROYECTO:
"DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA
LLANGAHUA - SILIPO - PINLLOPATA PERTENECIENTES
A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN
EL TRAMO KM 8+000 - 12+000"

Ubicación:
Chuquibanza - Llangahua
CANTÓN: AMBATO
PROVINCIA: TUNGURAHUA

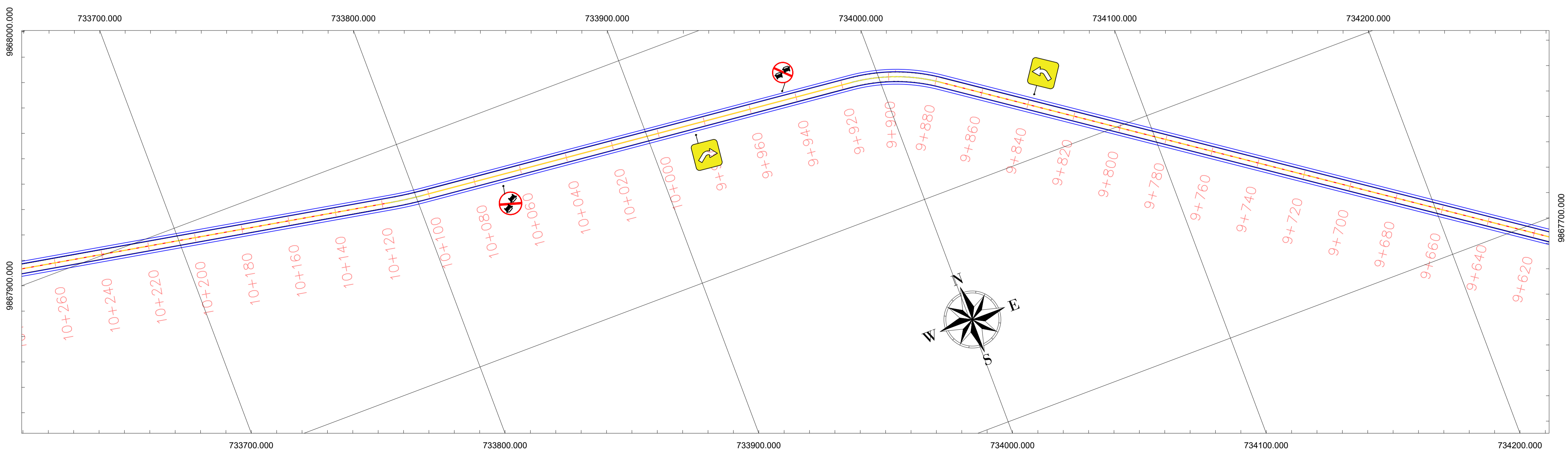
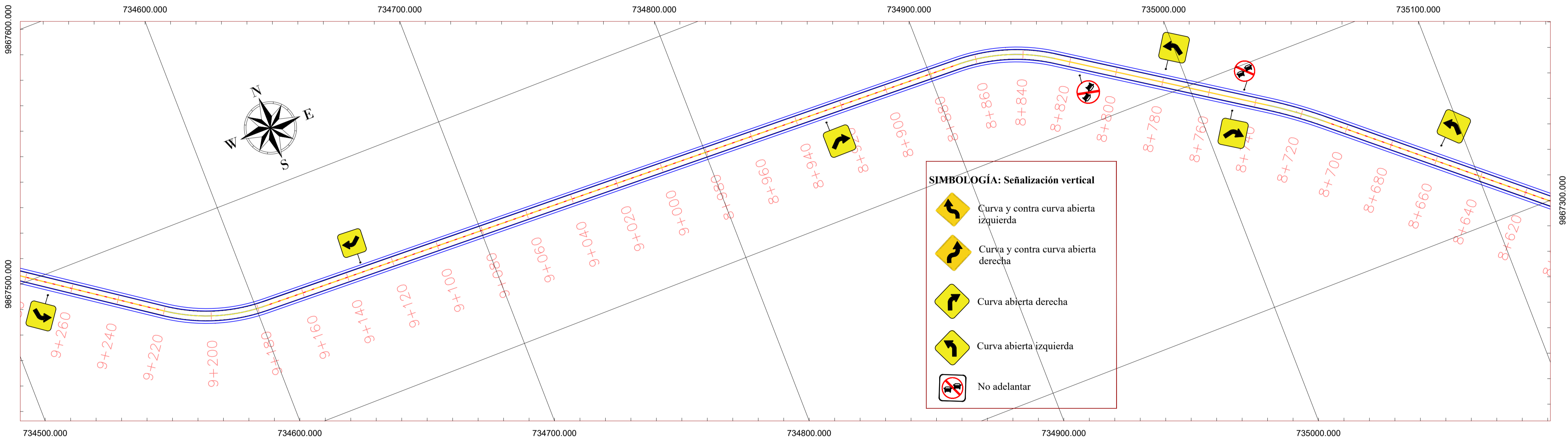
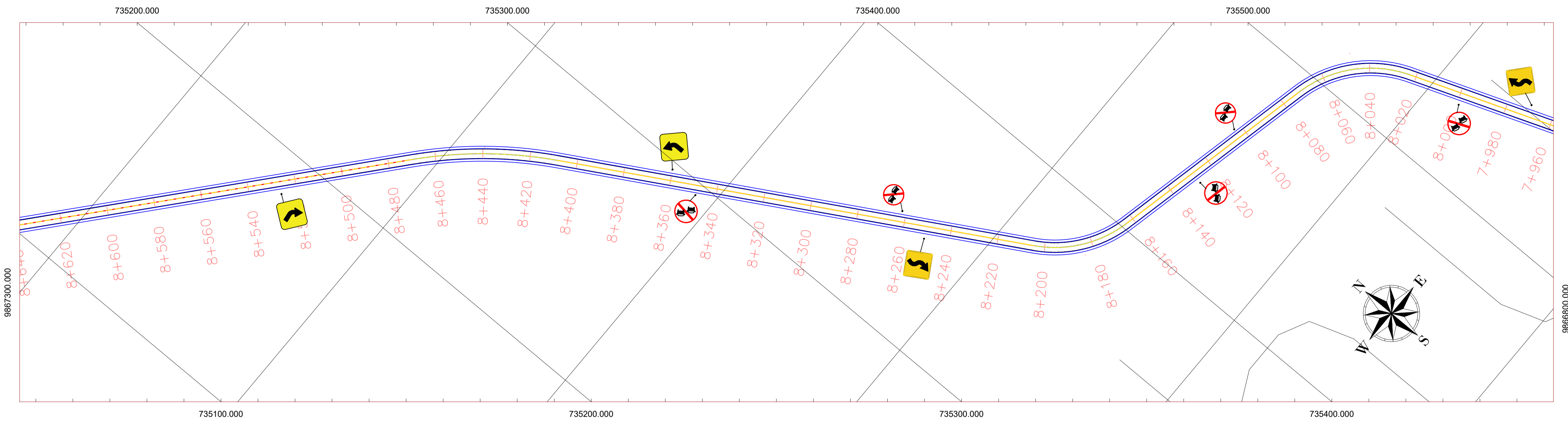
CONTENIDO:
SECCIONES TRANSVERSALES

ELABORADO POR:
WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ

REVISADO POR:
ING. MG. FRICSON LUTGARDO MOREIRA C.

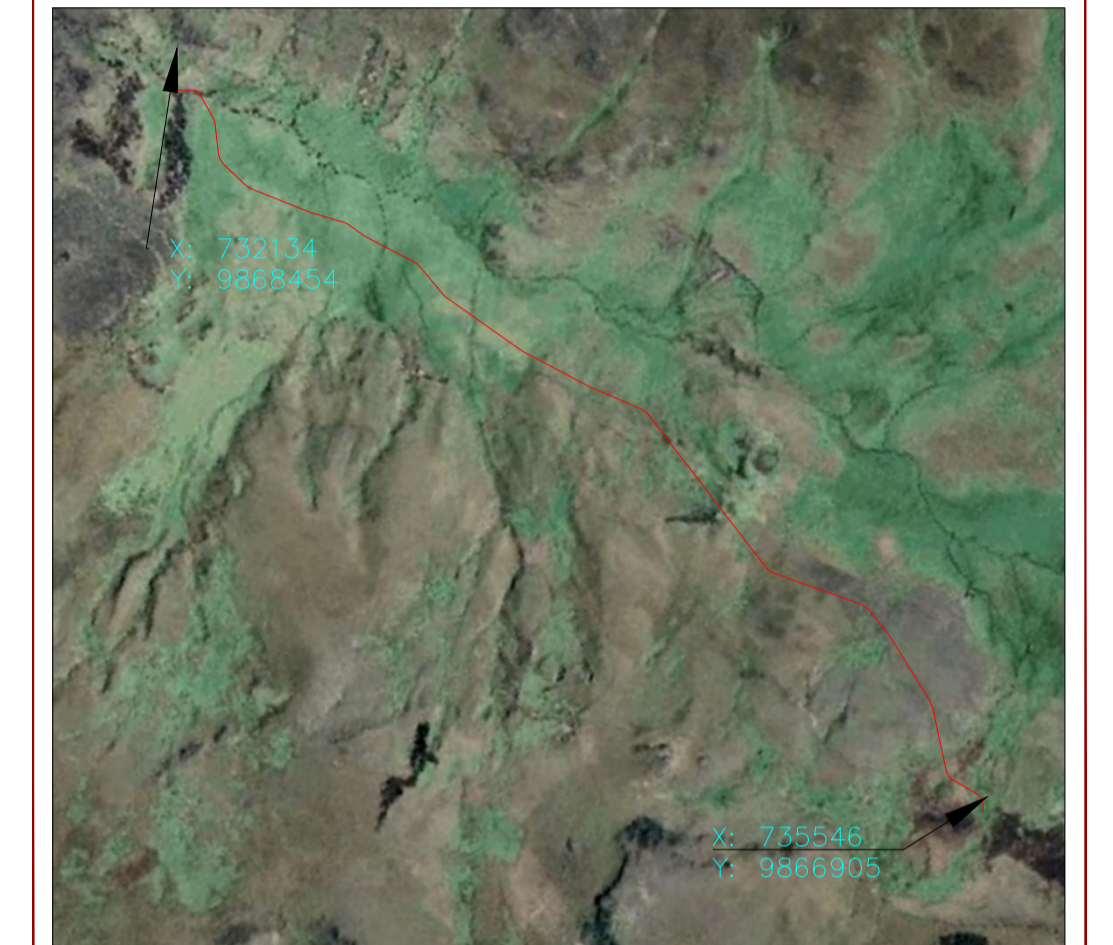


FECHA: 12 / 01 / 2024 **Lámina:**
ESCALA: 1:1000 **10 DE 12**



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 8+000 - 12+000”

Ubicación:

Chuquibanza - Llangahua
 CANTÓN: AMBATO
 PROVINCIA: TUNGURAHUA

CONTENIDO:

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL

ELABORADO POR:

WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ

REVISADO POR:

ING. MG. FRICSON LUTGARDO MOREIRA C.

SIMBOLOGÍA: Señalización horizontal

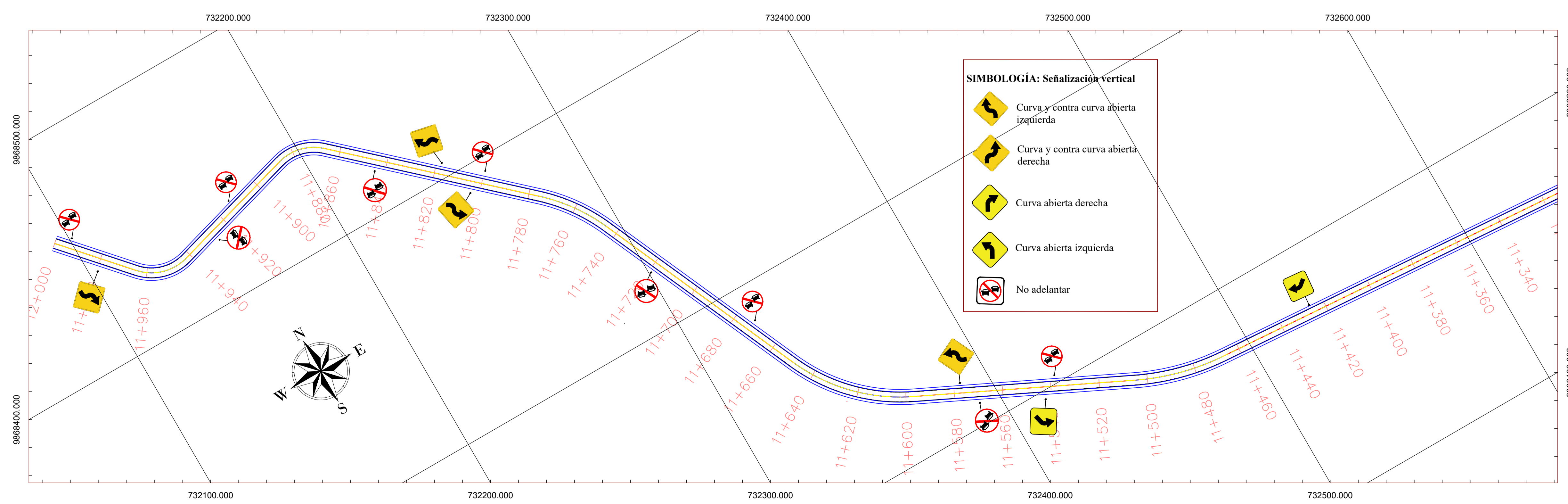
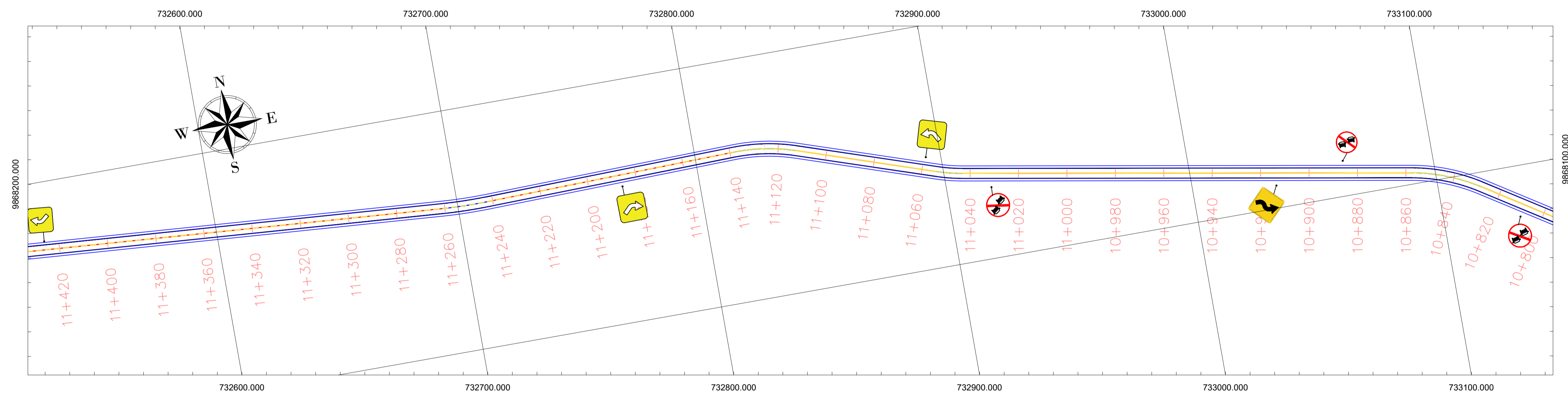
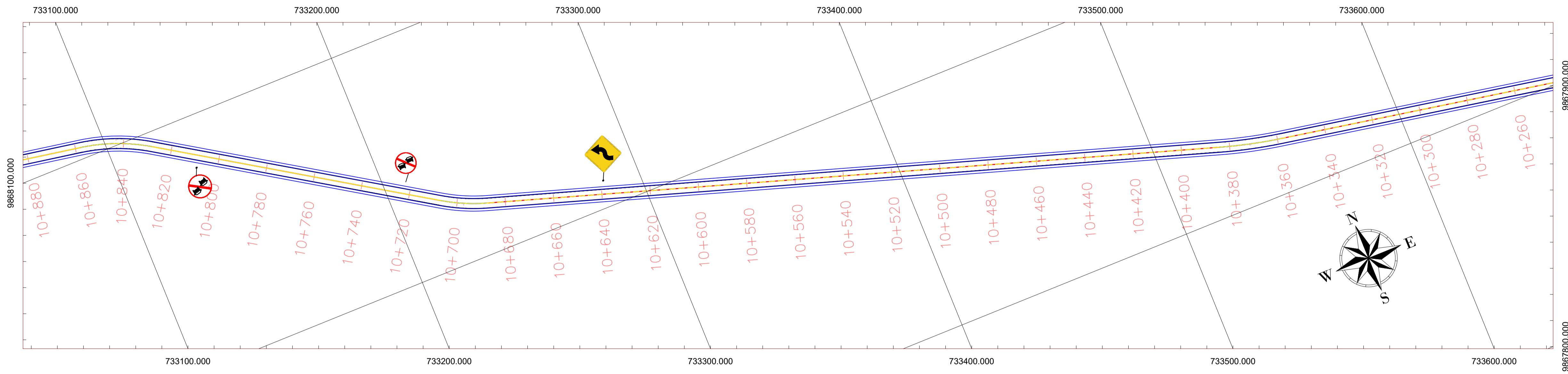
- Cuneta
- Línea continua de borde de calzada
- Línea continua de separación de circulación opuesta
- Línea segmentada de separación de circulación opuesta

FECHA: 12 / 01 / 2024

ESCALA: 1:1000

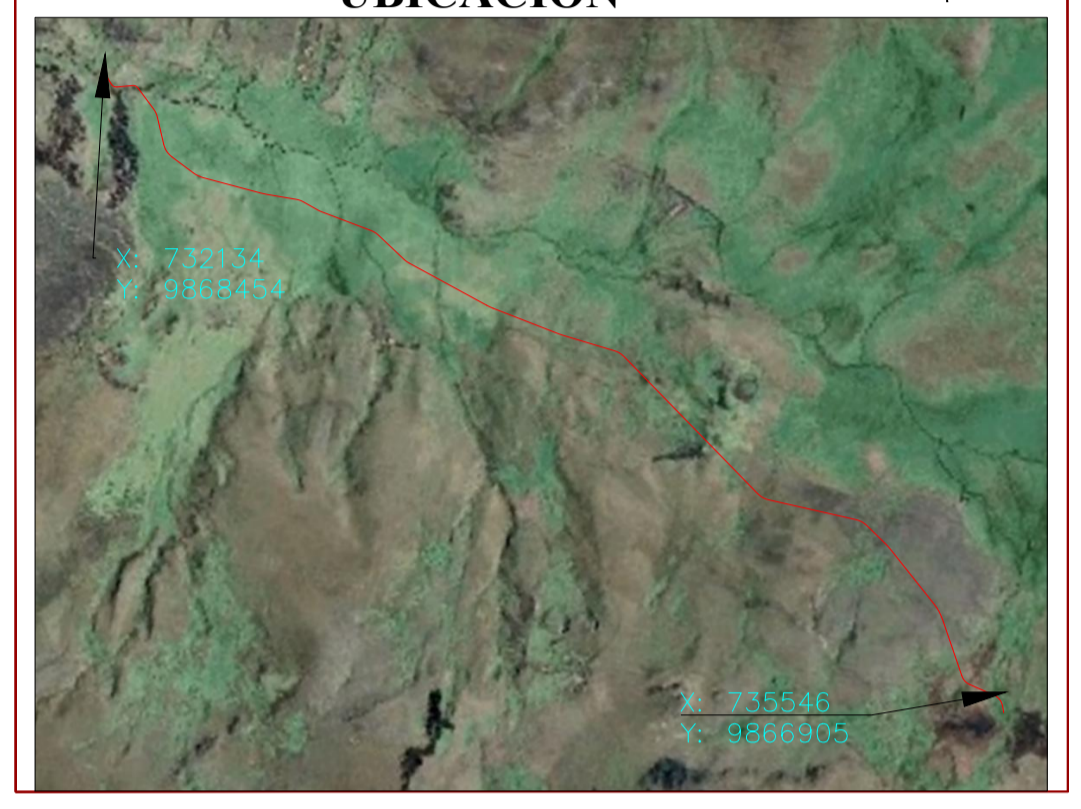
Lámina:

11 DE 12



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 8+000 - 12+000"

Ubicación:
 Chuquibanza - Llangahua
 CANTÓN: AMBATO
 PROVINCIA: TUNGURAHUA

CONTENIDO:
 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL

ELABORADO POR:
 WILMER STALYN SARANSIG VELÁSQUEZ

REVISADO POR:
 ING. MG. FRICSON LUTGARDO MOREIRA C.

SIMBOLOGÍA: Señalización horizontal

- 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 **12 DE 12**