



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS - INTERSECCIÓN
INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLAS**

**NAVARRO CANGAS ERICK LEANDRO
INGENIERO CIVIL**

**MACHALA
2023**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS -
INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLAS**

**NAVARRO CANGAS ERICK LEANDRO
INGENIERO CIVIL**

**MACHALA
2023**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTOS TÉCNICOS

**DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS -
INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLAS**

**NAVARRO CANGAS ERICK LEANDRO
INGENIERO CIVIL**

OYOLA ESTRADA ERWIN JAVIER

**MACHALA
2023**

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS_3

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

dspace.ups.edu.ec

Fuente de Internet

2%

2

www.dspace.uce.edu.ec

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, NAVARRO CANGAS ERICK LEANDRO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS - INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLAS, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



NAVARRO CANGAS ERICK LEANDRO

1004102305

AGRADECIMIENTO

A Dios por la bendición de tener salud y la oportunidad de vivir, así como por su constante guía y protección a lo largo de mi vida de esta manera me permitió culminar mis estudios. A mi madre Amparo del Carmen Cangás Calderón y a mi padre Víctor Eduardo Navarro Luna, por el amor y el afecto que siempre me han brindado, deseándome lo mejor en cada paso de este desafiante viaje llamado vida y me han ofrecido su apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi hermana Melany Fernanda Navarro Cangás por su amor y apoyo en los momentos que más necesitaba. También a mi enamorada Katy Jazmín Terán Gómez que ha sido mi compañera y apoyo a lo largo de mi travesía universitaria, brindándome su amor y cariño constantemente y alentándome a seguir adelante a pesar de los desafíos que se me presentaron en el camino.

A mis amigas y compañeras María Elena Sánchez Armijos, Lalangui Yaguana Ana Carolina y Serrano Sarango Gloria Elizabeth que, en el transcurso de nuestra experiencia académica, hemos construido una amistad y han estado presentes en momentos difíciles brindándome su apoyo y contribuyendo a que supere los obstáculos. De todo corazón, esta tesis está dedicada a cada uno de ustedes, ya que han sido mi fuente de motivación para perseguir mis sueños y alcanzar el objetivo de completar mis estudios universitario.

A mi tutor del proyecto de titulación, el Ing. Erwin Javier Oyola Estrada que me ayudo a llevar a cabo este trabajo dedicando parte de su tiempo y brindándome sus amplios conocimientos.

RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo solventar la necesidad que se presente en la vía que conecta el cantón arenillas con el ingreso a la parroquia La Cuca. Mediante un estudio de campo se pudo constatar que la falta de infraestructura vial que existe en esta zona afecta al desarrollo socioeconómico de la población. Conforme el análisis de la vía se realizó una inspección visual en la cual se pudo constatar que existe un irregularidad en la vía, esto afecta de manera constante a la agricultura, ya que en tiempo invernal el acceso a la zona se lo realiza con mayor dificultad.

Para el desarrollo geométrico que se realizó en la carretera se hizo un levantamiento topográfico con un equipo RTK, un estudio de aforo vehicular mediante la metodología del conteo vehicular manual para determinar el volumen de tráfico. Los ensayos que se realizó fue los límites de Atterberg, granulometría, Proctor y CBR esto nos ayudó a determinar el tipo de suelo que se presenta en la vía sus resultados nos dieron que se presenta un suelo limo arcilloso con una resistencia que caracteriza a la subrasante como muy mala, esto indica que se debe realizar un mejoramiento de suelo.

Para la realización de este estudio se utilizó el software Civil 3D, con la finalidad de obtener el diseño geométrico de la vía y así determinar la cubicación de corte y relleno. Además, las cantidades de material de la estructura vial que consiste en la subrasante, subbase, base y carpeta de rodadura, de esta manera se realizó la respectiva programación de obra.

Palabras clave: diseño geométrico, carreteras, aforo vehicular, trazado geométrico, ensayos de suelo, civil 3D, topografía, cantidades de obra, programación de obras, CBR, Proctor, calicatas.

ABSTRACT

This project aims to solve the need that arises on the road that connects Arenillas city with the entrance to the La Cuca parish. Through a field study it can be confirmed that the lack of road infrastructure that exists in this area affects the socioeconomic development of the population. According to the analysis of the road, a visual inspection was carried out in which it was found that there is an irregularity in the road, this constantly affects agriculture, since in wintertime access to the area is made with greater difficulty.

For the geometric development that was carried out on the road, a topographic survey was carried out with an RTK type, a vehicle capacity study using the manual vehicle counting methodology to determine the volume of traffic. The tests that were carried out were the limits of Atterberg, granulometry, Proctor and CBR. This helped us determine the type of soil that is present on the road. The results gave us that a clayey silt soil is present with a resistance that characterizes the subgrade. as very bad, this indicates that soil improvement must be carried out.

To carry out this study, the Civil 3D tool was used, with the purpose of obtaining the geometric design of the road and thus determining the cut and fill cubing. In addition, the quantities of material of the road structure that consists of the subgrade, subbase, base and rolling surface, in this way the respective work schedule was carried out.

Keywords: geometric design, roads, vehicle capacity, geometric layout, soil tests, 3D civil, topography, work quantities, works programming, CBR, Proctor, pits.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO	V
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	X
INTRODUCCIÓN	1
Importancia del tema	1
Actualidad de la problemática	1
Estructura del trabajo	2
1 CAPÍTULO I	3
1.1 Línea base del proyecto	3
1.1.1 Ubicación geográfica	3
1.1.2 Uso de suelo	4
1.1.3 Trazado geométrico	6
1.2 Descripción de la Situación problemática	7
1.3 Formulación del problema: preguntas científicas	7
1.4 Delimitación del objeto de estudio	8
1.5 Justificación	8
1.6 Objetivos: general y específicos	10
1.6.1 Objetivo general.....	10
1.6.2 Objetivos específicos:.....	10
2 CAPITULO II	11
2.1 Antecedentes Conceptuales	11
2.1.1 Diseño geométrico de carretas	11
2.1.2 Tráfico vehicular	13
2.1.3 Estudio de suelo para carreteras	14
2.1.4 Pavimentos.....	15
2.2 Antecedente contextual	17
2.2.1 Macro	17
2.2.2 Meso.....	18
2.2.3 Micro	18
2.3 Antecedente referencial	19

3	CAPITULO III: METDOLOGÍA.....	21
3.1	Modalidad básica de la investigación	21
3.2	Tipo de investigación	21
3.2.1	Investigación Básica	21
3.2.2	Investigación aplicada	21
3.3	Objeto de estudio.....	21
3.4	Descripción de la población y muestra	22
3.5	Métodos teóricos con los materiales utilizado	22
3.6	Métodos empíricos con los materiales utilizados.....	22
4	CAPITULO IV: ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	24
4.1	Análisis de resultados.....	24
4.1.1	Tráfico vehicular de la zona de estudio.....	24
4.1.2	Tráfico Promedio Diario Anual de la zona de Estudio.....	24
4.1.3	Clasificación de la carretera según la MTOP	25
4.1.4	Velocidad de diseño	27
4.1.5	Velocidad de circulación	28
4.1.6	Distancia de visibilidad de parada.....	29
4.1.7	Distancia de visibilidad de adelantamiento	31
4.1.8	Diseño horizontal	34
4.1.9	Señales de tránsito.....	38
4.1.10	Ensayos de suelos de la zona de estudio	41
4.1.11	Diseño de pavimento flexible mediante AASHTO 93.....	50
4.1.12	Diseño de geométrico de la carretera mediante Software Civil 3D.....	61
4.1.13	Costos y programación de Obra.....	76
	CONCLUSIONES	87
	RECOMENDACIONES.....	88
	REFERENCIAS.....	89
	ANEXOS	93

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Descripción de usos de suelo</i>	<i>4</i>
<i>Tabla 2 Categorías de la subrasante según el CBR</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 3 Conteo vehicular de la Avenida Simón Bolívar . ¡Error! Marcador no definido.</i>	
<i>Tabla 4 Constante correspondiente al nivel de confiabilidad.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 5 Calculo del TPDA usando desviación estándar.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 6 Clasificación funcional de las vías en base al TPDA.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 7 Velocidades de Diseño del MTOP según la clasificación de la vía.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 8 Relaciones entre velocidades de circulación y de diseño</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 9 Distancias de visibilidad de parada y de decisión</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 10 Distancias mínimas de diseño para carreteras de dos carriles, en metros. Fuente: AASTHO, A Policy on Geometric Design if Highways and Streets.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 11 Parámetros básicos Fuente: AASTHO, A Policy on Geometric Design if Highways and Streets.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 12 Porcentaje de peralte según la zona y topografía del área. Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 13 Radios mínimos y grados máximos de Curvas Horizontales para diferentes Velocidades de Diseño Fuente: A Policy on Geometric Design of Highway and Streets, 1994, p. 156.</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 14 Sobre ancho de la calzada en curvas circulares (m) Fuente: NEVI-12 Volumen 2-A, pg. 141.</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 15 Estimación de las señales verticales para el proyecto.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 16 Coordenadas de las calicatas Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 17 Resumen de valores de ensayos de suelo de la calicata 3.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 18 Resumen de valores de ensayos de suelo de la calicata 2 Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 19 Resumen de valores de ensayos de suelo de la calicata 3 Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 20 Resumen de valores de humedad óptima, densidad seca máx. y cbr. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>45</i>

<i>Tabla 21 Valores de CBR para cálculo de CBR de diseño Fuente: Elaboración propia</i>	45
<i>Tabla 22 Granulometría de las clases de sub-bases Fuente: MOP 2002, pag. IV-39. ..</i>	47
<i>Tabla 23 Resumen de valores de ensayos de suelo para Sub-base Fuente: Tesis “Diseño geométrico de la calle Benalcázar en el cantón Huaquillas”</i>	48
<i>Tabla 24 Límites de granulometría para base clase 1 Fuente: MOP 2002, pag. IV50.</i>	48
<i>Tabla 25 Límites de granulometría para base clase 2 Fuente: MOP 2002, pag. IV50.</i>	49
<i>Tabla 26 Límites de granulometría para base clase 3 Fuente: MOP 2002, pag. IV50.</i>	49
<i>Tabla 27 Límites de granulometría para base clase 4 Fuente: MOP 2002, pag. IV50.</i>	50
<i>Tabla 28 Resumen de valores de ensayos de suelo para Sub-base Fuente: Tesis “Diseño geométrico de la calle Benalcázar en el cantón Huaquillas”</i>	50
<i>Tabla 29 Niveles de confiabilidad para varios tipos de carreteras Fuente: (AASHTO 93 Desing Procedures For New Pavements, 1998, págs. II-9)</i>	51
<i>Tabla 30 Valores de Error normal combinado para pavimentos flexibles. Fuente: (AASHTO 93 Desing Procedures For New Pavements, 1998, págs. I-62)</i>	51
<i>Tabla 31 Valores de índice de serviciabilidad final Pf Fuente: (AASHTO 93 Desing Procedures For New Pavements, 1998, págs. II-10).....</i>	52
<i>Tabla 32 Porcentajes anual de lluvias en el cantón Arenillas Fuente: INAMHI.....</i>	53
<i>Tabla 33 Valores de coeficientes de drenaje Fuente: (AASHTO 93 Desing Procedures For New Pavements, 1998, págs. II-25)</i>	53
<i>Tabla 34 Ecuaciones para determinar valor de Mr Fuente: (AASHTO 93 Desing Procedures For New Pavements, 1998, págs. I-62).....</i>	54
<i>Tabla 35 Criterios de control de calidad de mezclas asfálticas Fuente: MOP 2002, pag. IV - 105.</i>	56
<i>Tabla 36 Cálculo del SN1 para carpeta asfáltica</i>	57
<i>Tabla 37 Calculo del SN2 para base granular.....</i>	57
<i>Tabla 38 Cálculo del SN3 para sub-base granular.....</i>	58
<i>Tabla 39 Cálculo del SN para subrasante granular.....</i>	58
<i>Tabla 40 Espesores mínimos de capas recomendados por la AASHTO en función del número ESALs Fuente: (AASHTO 93 Desing Procedures For New Pavements, 1998, págs. II-35).....</i>	59
<i>Tabla 41 Cambios de velocidades en el proyecto.....</i>	66
<i>Tabla 42 Presupuesto del proyecto</i>	77

<i>Tabla 43 Duración de rubros del proyecto</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 44 Tabla IMP-TMP</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 45 Cronograma valorado de trabajo</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 46 Cronograma de avance físico.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 47 Cronograma de utilización de equipo</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 48 Cronograma de utilización de mano de obra.....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 49 Cronograma de equipo y maquinaria</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 50. Cronograma de herramienta menor y transporte</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 51 Comprobación de presupuesto</i>	<i>86</i>

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1 Carretera Arenillas - vía "Parroquia La Cuca" Fuente: Google Earth.....</i>	<i>4</i>
<i>Ilustración 2 Uso de suelo del cantón Arenillas Fuente: UTPL, 2011 Elaborado: Equipo Consultor.....</i>	<i>5</i>
<i>Ilustración 3 Esquema del comportamiento de pavimentos Fuente: American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993</i>	<i>16</i>
<i>Ilustración 4 Fases de maniobrabilidad en rebasamientos en carreteras de dos carriles Fuente: NEVI – 12 Volumen 2A</i>	<i>31</i>
<i>Ilustración 5 Ubicación de las calicatas Fuente: Google Earth.....</i>	<i>41</i>
<i>Ilustración 6 línea de tendencia para CBR de diseño Fuente: Elaboración propia</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 7 Variación en el coeficiente estructural de la capa de subbase Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 8 Variación en el coeficiente estructural de la capa de base Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 9 Variación en el coeficiente estructural de la capa de concreto asfáltica Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 10 Representación gráfica de SN y D Fuente: Diseño De Pavimento Flexible Y Rígido Vía Aeropuerto El Edén.....</i>	<i>59</i>
<i>Ilustración 11 Archivo con los puntos topográficos.....</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 12 Importación de datos en Civil 3D</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 13 Visualización de los puntos</i>	<i>63</i>
<i>Ilustración 14 Creación de la superficie</i>	<i>63</i>
<i>Ilustración 15 Polígono de superficie.....</i>	<i>64</i>
<i>Ilustración 16 Edición de superficie</i>	<i>65</i>
<i>Ilustración 17 Etiquetado de curvas de nivel</i>	<i>65</i>
<i>Ilustración 18 Creación del alineamiento - ajustes de normativa.....</i>	<i>66</i>
<i>Ilustración 19 Creación de tangentes y curvas del alineamiento.....</i>	<i>67</i>
<i>Ilustración 20 Creación del perfil longitudinal.....</i>	<i>68</i>
<i>Ilustración 21 Edición de etiquetado y bandas del perfil.....</i>	<i>68</i>
<i>Ilustración 22 Perfil longitudinal</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 23 Creación de la rasante</i>	<i>70</i>
<i>Ilustración 24 Edición de las etiquetas de la rasante.....</i>	<i>70</i>

<i>Ilustración 25 Creación de perfil de sección tipo.....</i>	<i>71</i>
<i>Ilustración 26 Edición de los componentes del carril.....</i>	<i>71</i>
<i>Ilustración 27 Creación y edición de sobreeanchos.....</i>	<i>72</i>
<i>Ilustración 28 Creación del corredor vial.....</i>	<i>73</i>
<i>Ilustración 29 Creación de la superficie de obra lineal.....</i>	<i>73</i>
<i>Ilustración 30 Creación de las líneas de muestreo para secciones transversales.....</i>	<i>74</i>
<i>Ilustración 31 Creación de vistas de secciones transversales.....</i>	<i>74</i>
<i>Ilustración 32 Cronograma elaborado en Microsoft Project.....</i>	<i>79</i>
<i>Ilustración 33 Ubicación de la base y configuración de equipo RTK.....</i>	<i>139</i>
<i>Ilustración 34 Toma de puntos con el equipo móvil.....</i>	<i>139</i>
<i>Ilustración 35 Extracción de calicata 1 con maquinaria.....</i>	<i>140</i>
<i>Ilustración 36 Extracción manual de muestras de suelo calicata 1.....</i>	<i>140</i>
<i>Ilustración 37 Extracción de calicata 2 con maquinaria.....</i>	<i>141</i>
<i>Ilustración 38 Extracción manual de muestras de suelo calicata 2.....</i>	<i>141</i>
<i>Ilustración 39 Extracción manual de calicata 3.....</i>	<i>142</i>
<i>Ilustración 40 Conteo vehicular mediante aplicativo celular.....</i>	<i>142</i>
<i>Ilustración 41 Ensayo de contenido de humedad.....</i>	<i>143</i>
<i>Ilustración 42 Muestras de suelo según calicata y profundidad.....</i>	<i>143</i>
<i>Ilustración 43 Tamizado para ensayo de límite líquido.....</i>	<i>144</i>
<i>Ilustración 44 Ensayo para determinar limite liquido.....</i>	<i>144</i>
<i>Ilustración 45 Granulometría mediante lavado.....</i>	<i>145</i>
<i>Ilustración 46 Ensayo Proctor modificado.....</i>	<i>145</i>
<i>Ilustración 47 Muestras sumergidas para ensayo de C.B.R.....</i>	<i>146</i>
<i>Ilustración 48 Ensayo de penetración para determinar C.B.R.....</i>	<i>146</i>

INTRODUCCIÓN

Importancia del tema

La red vial representa uno de los activos más importantes que tiene un país, comunidad o ciudad. Además, es la base para el crecimiento y el desarrollo, proporciona beneficios económicos y sociales (Espinoza Valarezo et al., 2018). El transporte carretero suele representar un porcentaje de entre 3 y 5 % del PIB de un país, sin contar combustibles, equipos de transporte e infraestructuras, contando lo anterior el transporte finalmente aporta entre un 10 al 20% del PIB de un país (World road association, 2014). La construcción de infraestructuras viales es una necesidad para impulsar el desarrollo del país, ya que permite mejorar la competitividad de las regiones al disminuir los costos y tiempos de transporte, facilitar el acceso a mercados lejanos, promover la integración de cadenas productivas y estimular la creación de empleos, entre otros motivos (Tapia Guerrero, 2018).

Mejorar tanto la calidad como la cobertura de las vías terciarias en un país tiene una gran relevancia, ya que esta red de carreteras juega un papel fundamental en el fomento del desarrollo socioeconómico de las zonas rurales y de las comunidades alejadas de las grandes ciudades. (Caro & Caicedo, 2017)

Por lo antes explicado se necesita estudiar, evaluar y desarrollar un plan que contrarreste la problemática de la zona de estudio, ya que, dicha zona no cuenta con una infraestructura vial que cumpla con las necesidades básicas de movilidad, lo que impide notoriamente el desarrollo socioeconómico al cual puede llegar alcanzar la población mayormente agrícola del sector “Nuevo Rio”

Actualidad de la problemática

El problema que se localiza en el sector Nuevo Rio está involucrado a la ineficiente movilidad ocasionando que los usuarios de la carretera Arenilla – Parroquia La Cuca no puedan movilizarse de manera adecuada. La producción, distribución y comercialización de los productos agrícolas, es fuertemente afectada, ya que, los vehículos que necesitan llegar al sector para transportar insumos para la agricultura o a su vez para transportar los productos hacia centros de comercialización lo hacen con

dificultad porque se mueven sobre una vía de terreno natural, irregular y que en tiempos de lluvia se vuelve lodoso, realizando intransitable la vía.

Estructura del trabajo

Para el desarrollo del proyecto de titulación presentado se han delimitado cuatro capítulos en los cuales se podrá encontrar conceptos, definiciones, metodologías, el propósito de estudio, datos obtenidos en campo y a través de software. A continuación se detalla los parámetros que se encuentran en cada capítulo:

CAPITULO I: En el cual se basa en detallar los antecedentes, describir la situación problemática (causas y efectos), formular el problema con preguntas científicas, delimitar el objeto de estudio, justificación y los objetivos.

CAPITULO II: Se encuentra el marco teórico que abarca todo los antecedentes conceptuales y referenciales.

CAPITULO III: La metodología con la cual se realizará el proyecto, Modalidad básica de la investigación, Tipo de investigación, Objeto de estudio, Descripción de la población y muestra, Matrices de materiales y métodos.

CAPITULO IV: En este capítulo se recopila todos los datos obtenidos mediante investigación y trabajo en campo, para posteriormente analizarlos y proponer una alternativa a la solución del problema de la zona de estudio.

1 CAPÍTULO I

1.1 Línea base del proyecto

1.1.1 Ubicación geográfica

El sector Nuevo Rio está ubicado aproximadamente a 3.5 km de La Parroquia La Cuca, perteneciente a el cantón Arenillas en la provincia de El Oro, suroccidental del territorio de Ecuador, se encuentra a 15 y 80 msnm.

Nuevo Rio se caracteriza por su producción agrícola de banano, cacao, maracuyá, entre otros productos. El sector no cuenta con una apropiada infraestructura vial, ocasionando inconvenientes en la transportación de los productos ya mencionados.

La carretera Arenillas-vía Parroquia La Cuca, tiene aproximadamente 7 km de longitud y atraviesa una zona de actividad agrícola, empieza desde el nor-oeste de la ciudad Arenillas y termina en la intersección con la vía “Parroquia La Cuca”. La actualidad de la carretera es mala, carente de una infraestructura vial adecuada por lo cual evaluar y diseñar un apropiado diseño geométrico garantizará una movilización segura y eficaz de los usuarios que necesitan usar la carretera.

Se podrá potenciar el desarrollo socio económico del sector Nuevo Rio que mayormente se dedica a la agricultura, podrán transportar con facilidad sus productos a los centros de abastecimiento alimenticios, disminuyendo gastos de reparaciones vehiculares ocasionados por el mal estado vial, ahorro en combustibles, tiempos más cortos de movilización, seguridad vial, evitar contratiempos por situaciones climáticas, entre otros beneficios.

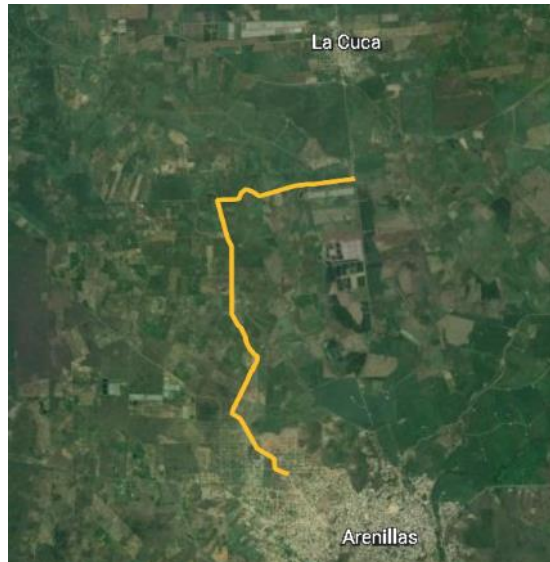


Ilustración 1 Carretera Arenillas - vía "Parroquia La Cuca"
Fuente: Google Earth

1.1.2 Uso de suelo

El cantón Arenillas está situado en la zona Suroccidental de Ecuador, en la Provincia de El Oro, con un área de 80.827 ha, es el cantón más extenso de la provincia, pero también el más pobre, se conforma por una Parroquia Urbana (cabecera cantonal), tres parroquias y cuarenta recintos rurales en gran parte subdesarrollados, dispersos y débilmente comunicados (GAD Arenillas, 2014).

En la siguiente Matriz se observa el uso del suelo Cantonal, sus áreas y el porcentaje con respecto al cantón:

Tabla 1 Descripción de usos de suelo

Uso	Área (ha)	%
Agrícola	8010,57	9,87
Agropecuario forestal	561,64	0,69
Agropecuario mixto	22510,81	27,73
Agua	2587,81	3,19
Antrópico	4158,51	5,12
Conservación y protección	30029,62	36,99
Nubes	1099,38	1,35
Pecuario	11268,49	13,88
Forestal	421,82	0,52

Tierras improductivas	88,77	0,11
Tierras en descanso	441,04	0,54
Total	81178,52	100

Fuente: UTPL 2011 – GADM

Elaboración: Equipo Consultor

La matriz muestra que el mayor porcentaje de uso de suelo corresponde a la conservación y protección, es decir, la cobertura forestal, manglares y salitres, representan el 36,99% del territorio, seguido de cobertura forestal, seguido del uso agropecuario mixto con 27,73%, es decir, coberturas de árboles frutales, pastizales y otros. Luego tenemos una utilización ganadera del 13,88%. Con estos datos, podemos ver que la actividad principal tiene un gran impacto en el uso general del suelo del cantón. Estos usos territoriales se muestran a continuación (Segarra Gómez, 2013).

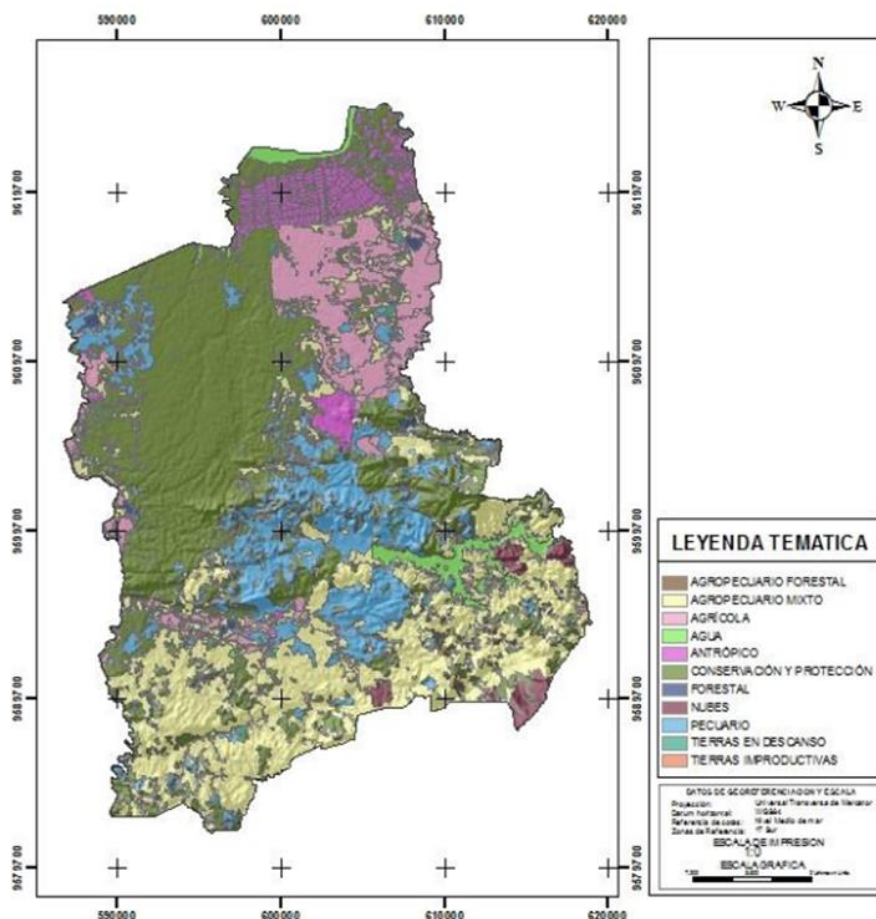


Ilustración 2 Uso de suelo del cantón Arenillas

Fuente: UTPL, 2011

Elaborado: Equipo Consultor

1.1.3 Trazado geométrico

El trazado geométrico es la actividad central y coordinadora de un conjunto de otras tareas que se analizan con ella, ya sea para definir algunas partes de la obra o para aportar datos y criterios imprescindibles para un adecuado diseño de carretera (MTO, 2013).

Es un proceso muy importante en el diseño y construcción de carreteras. El objeto del trazado geométrico es definir las características de la carretera, como la alineación vertical y horizontal, secciones transversales que aseguren la seguridad y comodidad de los que la usen.

En las últimas décadas el diseño geométrico ha mejorado y se ha facilitado su ejecución con la ayuda de nuevas herramientas tecnológicas y metodológicas. Los sistemas de información geográfica (GIS) y por los programas de diseño asistido por computadora (CAD) han hecho que los ingenieros puedan realizar diseños mucho más precisos y eficientes.

La AASHTO es una organización líder en la creación de normativas y directrices para el diseño geométrico de carreteras en Estados Unidos, y son varios los países que adoptan o adaptan estas normativas para su entorno. La AASHTO ha publicado su último manual de diseño geométrico en el año 2011, manual que hasta en la actualidad es usada por varios diseñadores.

A pesar de los avances en la tecnología de diseño y las directrices de la AASHTO, todavía existen desafíos en el diseño geométrico de carreteras. En particular, la integración de los elementos de diseño geométrico con la topografía y las características del terreno puede ser un proceso complejo y costoso. Además, la necesidad de equilibrar las consideraciones de seguridad y comodidad de los usuarios con los costos y los impactos ambientales también puede presentar desafíos significativos.

Por lo tanto, el presente estudio se centra en el análisis de las metodologías de trazado geométrico de carreteras existentes. Se analizará la relación entre los elementos de diseño geométrico y la seguridad vial, la comodidad del usuario, el costo y los impactos ambientales. Con este fin, se utilizarán herramientas de modelado y simulación, así como datos reales de proyectos de carreteras recientes.

1.2 Descripción de la Situación problemática

La función de las carreteras es crear la conexión entre pueblos, ciudades, provincias, países, entre las poblaciones que tratan de comunicarse ya sea con fines sociales o económicos, desde los inicios ha sido una necesidad.

La finalidad de este proyecto es crear una alternativa de trazado geométrico de una carretera que inicia en el nor-oeste de la ciudad de Arenillas y termina en la intersección con la vía “Parroquia La Cuca”, la alternativa pretenderá solucionar los problemas que se derivan por el estado actual de la carretera.

La carretera actualmente es de terreno natural, tipo guardarraya, que no cuenta con las características de un buen diseño de trazado geométrico como: el ancho de vía, curvas cerradas, poca visibilidad, no cuenta con peraltes, drenaje vial inexistente, falta de señalética e iluminación, entre otras características.

El mal estado de la carretera afecta mayormente a la producción agrícola del sector Nuevo Río, el estado de la carretera impide la óptima transportación de los productos a los diferentes puntos de comercialización del cantón y la provincia.

Otro problema es el daño producido a los vehículos que hacen uso de la carretera, debido a las irregularidades en la capa de rodadura que es de terreno natural, esto ocasiona que los costos de producción agrícola se incrementen, y por ende, los precios de los productos también.

El tiempo de transportación de los productos y de uso general de la carretera es tardado, ya que, los vehículos de carga pesada y livianos tienen que ir a una velocidad prudente para evitar accidentes y daños debido al estado de la carretera, ocasionando mayor gasto de combustible, poco rendimiento, además, en tiempos invernales las condiciones empeoran por la falta de un drenaje, provocando inestabilidad e inundaciones en la capa de rodadura.

1.3 Formulación del problema: preguntas científicas.

- ¿Los usuarios de la carretera que comprende el tramo Arenillas – Parroquia La Cuca que atraviesa el sector Nuevo Río poseen un inadecuado servicio de movilidad?

- ¿Existe un buen diseño geométrico de carreteras que permita un adecuado servicio de vialidad en la vía comprendida entre Arenillas y la vía Parroquia La Cuca?
- ¿Cuáles son las condiciones actuales de la vía comprendida entre Arenilla y la vía Parroquia La Cuca?
- ¿Cuál es una posible alternativa para el mejoramiento del servicio de la vía comprendida entre Arenilla y la vía Parroquia La Cuca?

1.4 Delimitación del objeto de estudio

La delimitación del objeto de este proyecto es encontrar una alternativa que garantice y proporcione una movilidad adecuada para los usuarios de la carretera Arenillas – vía “Parroquia La Cuca” ubicada en el cantón Arenillas, provincia de El Oro, mediante la investigación y obtención de información en campo y laboratorio.

En cuanto al trabajo en campo se tendrá que realizar el levantamiento topográfico de la zona de estudio para la modelación del trazado geométrico, también se realizará calicatas para ensayos de suelos y conteo de tráfico vehicular para el diseño del pavimento.

1.5 Justificación

La inversión en la infraestructura de transporte de carretera es importante para el desarrollo de un sector y de la economía en su conjunto, permite la conexión de las personas y la accesibilidad a distintos servicios públicos y también mercados, como de bienes y servicios, de trabajo, entre otros (Chauvet & Baptiste, 2019). Aunque el proyecto de construcción de carreteras se centre en una localidad en particular, es posible que tenga un impacto significativo en la accesibilidad absoluta y relativa de la zona, lo cual podría traducirse en un desarrollo económico regional (Tapia Guerrero, 2018).

Las carreteras son una parte fundamental de las infraestructuras de transportes de una nación y tienen propósitos importantes como los siguientes:

- **Conexión entre comunidades:** Las vías ayudan a la conexión de personas que se encuentran en lugares diferentes de una región o país, le permite viajar y

comunicarse. Es muy esencial para el desarrollo socio económico, debido a que permite la movilidad de la fuerza laboral y acceso a mercados.

- Las vías son muy usadas para el transporte de bienes. Puede variar desde la entrega de productos agrícolas y alimentos a los mercados, hasta la transportación de productos manufacturados y materias primas a fábricas, por esta razón las carreteras son cruciales en la cadena de suministros de una economía.
- Turismo: Las vías también son muy importantes para el turismo ya que lo promueve, permitiendo a las personas viajar a destinos turísticos, populares, históricos y culturales.
- Desarrollo económico: Se ha identificado a la infraestructura vial como un factor que impulsa el crecimiento económico. El tamaño y alcance de las redes de transporte influyen en las actividades sociales y económicas que una región puede albergar (Zepeda Ortega et al., 2019). Las construcciones de carreteras pueden tener un impacto positivo en la economía, creando empleos en la construcción y mantenimiento de estas y mejorando el acceso a los mercados, lo que puede impulsar la actividad comercial y aumentar la productividad.
- La seguridad para los usuarios de las carreteras es muy importante, las vías que se encuentran en mal estado provocan inseguridad para los conductores y peatones, aumentando la inseguridad con condiciones climáticas difíciles. La rehabilitación de carreteras sin duda representa una mejora en la seguridad vial mediante un adecuado diseño geométrico, colocación de señalización vertical y horizontal .La demanda de más transporte y movilidad, que ha aumentado en los últimos años, ha precipitado un aumento en los niveles de motorización en el mundo moderno (Ambunda & Sinclair, 2022).
- Rendimiento: La rehabilitación de carreteras puede mejorar el rendimiento de la carretera, como la velocidad del tráfico, la capacidad de la carretera y la eficiencia del flujo de tráfico.

En conclusión, las construcción y readecuación de carreteras son muy importantes para la movilización, la distribución de bienes y servicios, el turismo, el desarrollo socioeconómico, entre otros.

En resumen, las carreteras son fundamentales para la movilidad de las personas, la distribución de bienes y servicios, el desarrollo turístico y el progreso socioeconómico. Sin ellas, la conexión entre comunidades y el funcionamiento de la economía se verían seriamente afectados.

1.6 Objetivos: general y específicos

1.6.1 Objetivo general

Elaborar una propuesta de diseño y trazado geométrico de la carretera Arenillas – vía Parroquia La Cuca, usando software especializado de diseño de carreteras, para mejorar el servicio de movilidad del sector agrícola “Nuevo Río”.

1.6.2 Objetivos específicos:

- Revisar artículos científicos, informes, bibliografía en textos, que ayuden a la solución de la problemática planteada en el proyecto.
- Realizar un levantamiento topográfico de la zona de estudio y extraer calicatas para estudios del suelo.
- Elaborar una alternativa de diseño de carretera mediante software que permita solucionar la problemática.

2 CAPITULO II

2.1 Antecedentes Conceptuales

2.1.1 Diseño geométrico de carreteras

En el Ecuador existe la normativa “Manual de construcción de caminos y puentes” publicada por el Ministerio de Obras Públicas en el año 2003, norma que es usada para el diseño geométrico de carreteras aunque varios diseñadores también adquieren información de la normativa NEVI 12 que aún no está regularizada.

La base de esta actividad consiste en representar la planificación de una carretera sobre una superficie, considerando diversos aspectos como la topografía del terreno, la geología, la hidrología y factores sociales. Es crucial llevar a cabo un diseño geométrico de alta calidad para prevenir accidentes después de la construcción de la carretera. (Condolo Alejandro & Yépez Calvopiña, 2018). El diseño geométrico de carreteras se divide en tres partes principales: la alineación, el perfil y la sección transversal son las tres subdivisiones principales del diseño geométrico de carreteras. Combinados, proporcionan un diseño tridimensional de una carretera. La alineación se compone de tangentes horizontales y curvas. El perfil es el aspecto vertical de la carretera, incluidas las curvas cóncavas y convexas, así como las líneas rectas que las conectan (Afolayan et al., 2022)

Se puede verificar si las condiciones geométricas de una carretera, incluyendo las curvas y rectas horizontales y los acuerdos cóncavos o convexos, están generando diferencias de velocidad entre elementos consecutivos mediante el análisis de la consistencia del trazado. Este análisis se enfoca en evaluar si la carretera está diseñada de manera coherente y uniforme en términos de las condiciones geométricas (Martínez et al., 2021).

Curvas horizontales

El radio de la curva depende de la velocidad y el peralte en la sección de la curva, y la distancia de visibilidad de frenado depende de la velocidad, la percepción del conductor, el tiempo de reacción y la desaceleración de los vehículos. (Rajbongshi & Kalita, 2018)

Para mejorar la estabilidad de los vehículos pesados, es importante considerar ciertos criterios de estabilidad en el diseño de carreteras, incluyendo la relación entre el radio mínimo, el peralte, el ángulo de pendiente longitudinal, la fricción lateral y la velocidad de diseño (Moreno et al., 2018).

La velocidad del vehículo es un factor que se tiene en cuenta al evaluar la consistencia del diseño geométrico y se supone que es constante cuando el conductor se sale de la tangente de la curva horizontal. Sin embargo, en la mayoría de los casos, el conductor utiliza diferentes velocidades en función del estado del vehículo antes, durante y después del giro, por lo que las curvas de velocidad permiten caracterizar mejor este comportamiento y estudiar la relación entre la velocidad y los elementos de la curva (Rosas López et al., 2021).

Alineación vertical

La alineación vertical de un tramo de carretera, que está guiada por la política de diseño geométrico, es el resultado final de una evaluación de los beneficios y costos asociados con las ubicaciones alternativas de la ruta, teniendo en cuenta el terreno existente, la seguridad y el costo del transporte y construcción. Las pendientes o segmentos verticales rectos se diseñan con la suficiente inclinación para permitir el drenaje longitudinal, pero no tan empinados como para representar un peligro para los vehículos a través de la velocidad excesiva en tramos cuesta abajo (y, por el contrario, dificultad para subir pendientes empinadas que presentan riesgos de seguridad) (Tang et al., 2018).

La economización de combustible para la movilización de vehículos es otro factor que interviene en el diseño de carreteras según Loulizi et al., (2018), realizó estudios que concluyeron en que la pendiente longitudinal de la calzada tuvo el segundo mayor impacto en las tasas de consumo de combustible instantáneo después de la aceleración.

Por lo tanto, se espera que el diseño de carretera garantice la comodidad y seguridad de los usuarios, permita una operación eficiente del tráfico y, al mismo tiempo, atraiga el mínimo

2.1.2 Tráfico vehicular

La congestión vehicular afecta la red vial del país y genera serios problemas a los ciudadanos que tienen que desplazarse. Las razones incluyen el crecimiento demográfico, la falta de obras viales como rutas alternativas, señales de tráfico faltantes o desactualizadas, aumento de la congestión del tráfico, alto número de vehículos y falta de mantenimiento de las carreteras (Ashhad Verdezoto et al., 2020). El desarrollo inadecuado de la infraestructura vial; Se manifiesta en situaciones en las que la intensidad del tráfico en uno o más puntos de la carretera excede el volumen máxima de tráfico que puede cruzarlos. La gestión inteligente del tráfico es, por tanto, una herramienta muy importante para controlar la congestión y así beneficiar la calidad de vida de las personas, el medio ambiente y la economía de la ciudad (Pedraza et al., 2012).

La vida útil de una estructura de pavimento puede verse afectada por varios factores, entre ellos: i) las condiciones ambientales a las que está expuesta, ii) las propiedades de los materiales que la componen, iii) el número de vehículos y (iv) defectos durante la construcción. Sin embargo, uno de los factores más importantes es el tránsito de vehículos pesados que exceden su carga máxima permitida, pues si bien los vehículos pesados causan el mayor daño a la estructura del pavimento, también hay estudios que demuestran que cuando la carga aumenta por encima de la permitida, el daño crece exponencialmente (Allen et al., 2020).

Conteo vehicular

El conteo de vehículos es el proceso de contar la cantidad de vehículos que cruzan un punto de control o sección de carretera o calle durante un período de tiempo determinado. El objetivo es recopilar información sobre el tráfico de vehículos para un área o ruta específica que pueda ayudar a las autoridades competentes a tomar decisiones sobre planificación y gestión del tráfico y seguridad vial.

Los métodos de conteo vehicular pueden variar desde la observación manual de los vehículos que pasan por un punto de control hasta el uso de tecnología avanzada, como cámaras de video, sensores de movimiento y sistemas de registro automático de vehículos. Los resultados del conteo vehicular pueden ser analizados y presentados en forma de informes, gráficos y estadísticas para proporcionar una visión detallada del tráfico en una determinada área o ruta.

Trafico promedio diario anual (TPDA)

Este valor se obtiene dividiendo el tránsito total que circula por una carretera durante un año por 365 días. El TPDA es un parámetro fundamental para determinar el uso anual de la carretera, lo que es esencial para justificar los costos en el análisis económico, así como para dimensionar los elementos estructurales y funcionales de la misma.

El MTOP ha llevado a cabo investigaciones desde 1963 para determinar la tasa de crecimiento en todo Ecuador, que se estima entre el 5% y el 7%. Estos estudios se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y se utilizan para el diseño de proyectos.

Número de ejes equivalentes (ESALs)

ESALs es una sigla que se refiere a "Equivalent Single Axle Load", que en español se traduce como "Carga Equivalente de un Solo Eje". Este término es utilizado en ingeniería de carreteras y se refiere a una medida que permite estimar el impacto que tiene el tránsito de vehículos en una carretera. En términos simples, una ESAL representa el equivalente de una carga de un solo eje estándar (normalmente un camión de carga) en términos de su efecto en la carretera, y se utiliza para calcular la vida útil de la misma y la necesidad de realizar mantenimiento.

2.1.3 Estudio de suelo para carreteras

En ocasiones, debido a las cargas pesadas del tráfico, se requiere que los ingenieros utilicen materiales de construcción que cumplan con los requisitos de calidad para los suelos de subrasante. Esto puede resultar en la necesidad de transportar suelos desde canteras, lo que puede ser costoso y complicado. Una solución a este problema es mejorar los suelos a través de diversos métodos de estabilización (Junco del Pino & Piusseaut Tejada, 2011).

Calicatas

Las calicatas son excavaciones o perforaciones realizadas en el suelo para obtener información sobre su composición, resistencia y otras características importantes. Las calicatas se utilizan comúnmente en la construcción y en la ingeniería civil para evaluar la calidad del suelo y para determinar la capacidad de carga del terreno antes de la construcción de edificios, carreteras u otras estructuras. En una calicata, se extraen

muestras de suelo para su análisis y se pueden tomar medidas de la profundidad del suelo, la densidad y la humedad.

CBR

CBR significa California Bearing Ratio, que se refiere a una prueba de laboratorio utilizada para evaluar la resistencia de los suelos y su capacidad para soportar cargas. La prueba de CBR implica medir la relación entre la fuerza necesaria para penetrar una muestra de suelo con un pistón estandarizado y la fuerza necesaria para penetrar la misma muestra con un pistón de referencia en condiciones similares. El resultado se expresa como un porcentaje y representa la relación de la resistencia del suelo a la resistencia de un material de referencia.

Tabla 2 Categorías de la subrasante según el CBR

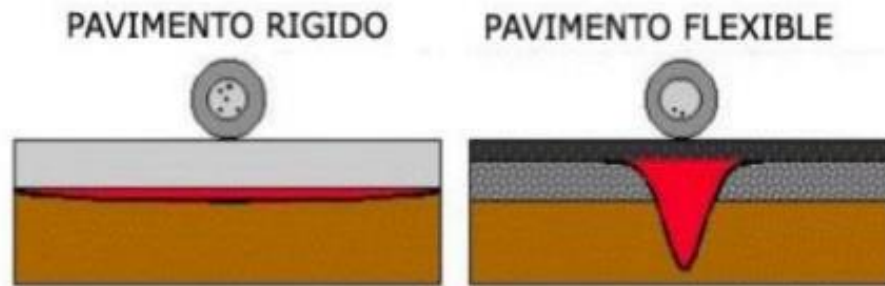
Categoría de subrasante	CBR
Subrasante inadecuada	CBR < 3%
Subrasante pobre	De CBR ≥ 3% a CBR < 6%
Subrasante regular	De CBR ≥ 6% a CBR < 10%
Subrasante buena	De CBR ≥ 10% a CBR < 20%
Subrasante muy buena	De CBR ≥ 20% a CBR < 30%
Subrasante excelente	CBR ≥ 30%

2.1.4 Pavimentos

Una estructura de pavimento consta de varias capas con diferentes grosores y calidades, que se apoyan sobre una capa de soporte conocida como subrasante. Las capas convencionales que conforman la estructura del pavimento son la sub-base, la base y la carpeta asfáltica para pavimentos flexibles, y la sub-base y la losa de concreto hidráulico para pavimentos rígidos. En algunas situaciones, especialmente en carreteras de alto nivel en pavimentos flexibles, se han agregado capas adicionales que están estabilizadas, o se estabilizan las capas granulares existentes, para aprovechar mejor las propiedades de cada componente de la estructura y reducir el grosor de las capas del pavimento (Sandoval Vallejo & Rivera Mena, 2019)

El diseño del pavimento debe considerar las expectativas de los usuarios ya que la interacción dinámica entre el vehículo y el pavimento afecta sustancialmente su

valoración de la estructura. El diseño de pavimentos funcionales debe enfocarse en la satisfacción de los usuarios considerando cinco aspectos primordiales: velocidad, suavidad, seguridad, mantenimiento y costo (Vásquez Varela & García Orozco, 2021).



3

Ilustración 3 Esquema del comportamiento de pavimentos

Fuente: American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993

Pavimentos flexibles

El pavimento flexible se compone de diferentes capas, incluyendo una capa de rodadura que contiene material aglomerante, agregados y aditivos, y capas granulares como la base y sub-base. Para diseñar este tipo de pavimento, se siguen ciertos parámetros, como el cálculo de ESAL de diseño, el Módulo de Resiliencia, y consideraciones de drenaje y clima. Las fallas en el pavimento pueden ser causadas por varios factores, como un aumento excesivo de la carga vehicular, un proceso constructivo inadecuado, falta de mantenimiento, factores climáticos, proyecto deficiente, fallas superficiales y fallas estructurales (De la Cruz Vega & Paredes Cahuana, 2021)

Pavimentos rígidos

El pavimento rígido se compone de varias capas, como la sub-base, la base y la capa de rodadura, aunque el número de capas puede variar según el área y las necesidades específicas. La losa que forma el pavimento puede estar fabricada de concreto simple o armado, y se caracteriza por su rigidez y alta elasticidad (Tavara Lizama, 2022).

Entre los problemas más comunes que se observan en los pavimentos rígidos, se encuentran el daño en la junta de sellado, la pérdida de agregados, el pulimento de estos y las grietas en línea recta (Montes de Oca Hidalgo et al., 2021).

2.2 Antecedente contextual

2.2.1 Macro

Según Massenlli & Paiva, (2019), en Brasil, el transporte por carretera es la principal opción para el transporte de mercancías, pero sólo el 12% de toda la red de carreteras está pavimentado y algunas de estas carreteras no son adecuadas para el tráfico de personas y bienes. Además, la gran cantidad de vehículos en las carreteras, combinado con la falta de inversiones en su mantenimiento y conservación, afecta negativamente la seguridad y fluidez del tráfico, lo que a su vez desvaloriza la red de carreteras en el país. Lo mismo sucede en el territorio ecuatoriano ya que, existen varias carreteras que son usadas debido a la conectividad importante entre comunidades que no cumplen con los requerimientos mínimos para una movilidad adecuada de personas y comercio.

En cuanto a la seguridad de las carreteras según AlKheder et al., (2022), realizó estudios en tres carreteras arteriales en Abu Dhabi y determinó que el ancho de carril y el número de carriles tienen impactos variables en la seguridad vial. En cuanto a lo ambiental y sostenible estudios realizados en China según Bing et al., (2018), los factores relacionados con la geometría son el ancho del carril, el número de carriles para vehículos y la configuración del carril de intersección, y el factor relacionado con el tráfico es la velocidad de flujo libre. Los resultados indicaron que ampliar el ancho de los carriles puede causar un aumento de las emisiones de CO₂, aumentar el número de carriles para vehículos puede resultar en la disminución de las tres emisiones, la configuración de los carriles de intersección tiene una influencia significativa en el tráfico y la velocidad promedio de 23 a 24 mph está asociada con emisiones de tráfico más bajas.

Según Jamal et al., (2021), encontró que factores tales como el tráfico diario promedio anual, el límite de velocidad, la longitud del segmento y la densidad de la calzada aumentan la probabilidad de accidentes fatales y con lesiones.

En Europa, el tipo de infraestructura con más víctimas mortales en carretera son los caminos rurales, en los que más de 201.000 personas fallecieron como consecuencia de accidentes de tráfico entre 2004 y 2013. Este número representa el 55% de todas las muertes en carretera en la Unión Europea (Moraldi et al., 2020).

A nivel mundial, el diseño de carreteras y carreteras se está volviendo más ecológico, seguro e inteligente mediante el uso de tecnología y mejores estándares ambientales y de diseño. (Foley & Reader, 2019)

2.2.2 Meso

Según Jerez Calero et al., (2018) la construcción de más calles pavimentadas ha permitido a los pobladores de Quisapincha-Pasa tener un mayor acceso a recursos y acercarse a las ciudades cercanas. El Análisis de Correspondencias Múltiples se utilizó para evaluar la satisfacción de los habitantes de los distintos barrios que conforman la vía Quisapincha-Pasa, y se descubrió que los pobladores apoyaron la construcción de esta vía intercomunitaria. Además, el estudio de las dimensiones consideradas reveló un aumento del 12,49% en el índice de calidad de vida de los pobladores en 2010. En conclusión, la construcción de la vía intercomunitaria Quisapincha-Pasa ha brindado a los pobladores de los distintos sectores la oportunidad de mejorar sus condiciones de vida, así como una mejor movilidad de bienes y personas con otras comunidades.

Según García Ramírez et al., (2021) en países en desarrollo como Ecuador, el presupuesto limitado para infraestructuras viales y la falta de técnicos capacitados resultan en que las instituciones se centran en el mantenimiento de las vías (prevención y respuesta a incidentes), en lugar de enfocarse en la seguridad vial. Aunque se realizan inspecciones de carreteras, la falta de personal capacitado limita su efectividad.

2.2.3 Micro

En cuanto a lo económico según (Zhangallimbay & Ordoñez, 2022), la falta de acceso a las áreas rurales y agrícolas de un país puede resultar en un aumento en los costos de transporte, una disminución en la capacidad comercial de los pequeños agricultores, y la creación de mercados intermediarios, lo que puede generar distorsiones en los niveles de precios y afectar directamente la distribución de los recursos. Durante el periodo de 2007 a 2016, en Ecuador se llevó a cabo la construcción de infraestructura pública como un elemento impulsor del crecimiento económico. Según el Ministerio de Economía y Finanzas, se registró una inversión acumulada de aproximadamente USD 21.950 millones de dólares en infraestructura económica. Además, entre 2010 y 2016, el

Ministerio de Transporte y Obras Públicas invirtió alrededor de USD 1.600 millones de dólares en obras viales en las provincias de El Oro y Manabí.

2.3 Antecedente referencial

1. En su investigación, los autores Pérez et al., (2022) compararon una metodología clásica con una actual para levantamientos topográficos en carreteras. Según su estudio, la utilización de vehículos aéreos no tripulados (UAS) en lugar de los levantamientos topográficos clásicos ha evolucionado significativamente en los últimos años en todos los campos de la ingeniería, ya que permiten generar rápidamente diferentes productos fotogramétricos (como nubes de puntos, modelos digitales del terreno y ortofotos), al mismo tiempo que reducen costos. Sin embargo, los mayores errores se encuentran en la componente altimétrica al construir un modelo digital del terreno a partir de los datos obtenidos de las imágenes capturadas con UAS. Por lo tanto, para las nubes de puntos densas resultantes del procesamiento, es necesario realizar una interpretación, tratamiento y depuración adecuados con el fin de eliminar cualquier ruido que pueda distorsionar la correcta representación de la superficie del terreno. Este estudio demuestra las posibilidades que ofrecen los UAS en el campo de la ingeniería civil.
2. Según Kalita & Maurya, (2020), dicen que los procedimientos de diseño geométrico actuales son de naturaleza determinista y esto hace que las especificaciones actuales de diseño geométrico no sean completamente efectivas para abordar todos los requisitos para garantizar la seguridad de los elementos de carretera diseñados. Además, recomiendan, de acuerdo con la práctica de diseño basada en la confiabilidad, incorporar la metodología para establecer el vínculo entre la probabilidad de incumplimiento (P_{nc}) y la frecuencia de colisión obtenida a partir de los datos de accidentes. Además, recomiendan que una técnica de optimización basada en la confiabilidad pueda actuar como una herramienta viable para garantizar un nivel uniforme de seguridad en un camino diseñado basado en la confiabilidad.

3. Los autores Villegas Flores et al., (2023), llevaron a cabo un estudio que examinó dos métodos para la construcción de pavimentos: uno en caliente (DHD) y otro en frío (DC). El objetivo fue analizar diversos aspectos técnicos, económicos y ambientales. Para este estudio, se utilizaron metodologías de "Marshall modificadas" para el DHD y "Marshall Illinois" para el DC. Además, se caracterizaron las mezclas asfálticas utilizando emulsiones AC 60-70 y CRL-1 para DHD y DC, respectivamente, con el mismo agregado para ambas soluciones. Los resultados indicaron que la mezcla asfáltica en frío tuvo un índice de sostenibilidad de 0,76, lo que representa un mejor desempeño en los tres ejes analizados (medioambiental, económico y de operación). En contraste, la mezcla en caliente obtuvo un índice de 0,57, lo que sugiere una respuesta menos positiva que la mezcla fría.

3 CAPITULO III: METDOLOGÍA

3.1 Modalidad básica de la investigación

La investigación es un proceso que, utilizando el método científico, busca obtener información relevante y confiable para comprender, confirmar, corregir o aplicar el conocimiento. El método científico requiere la reflexión y la investigación sistemática de los problemas (preguntas científicas), incluida la observación, el razonamiento y la predicción, la planificación de experimentos y la presentación de informes sobre los resultados (Muntané Relat, 2010).

3.2 Tipo de investigación

3.2.1 Investigación Básica

Se denomina investigación puramente teórica o dogmática. Tiene la característica de que parte de una estructura teórica y existe allí. El objetivo es hacer avanzar el conocimiento científico, pero no oponerle ningún aspecto práctico (Muntané Relat, 2010).

3.2.2 Investigación aplicada

También llamada investigación práctica o empírica. Se caracteriza porque busca aplicar o utilizar los conocimientos adquiridos. La investigación aplicada depende de los resultados y logros de la investigación básica. Esto significa que toda investigación aplicada debe tener una base teórica, aunque tenga consecuencias prácticas (Muntané Relat, 2010).

Dado los anteriores conceptos de los tipos de investigación, para el caso de estudio presente, se usó los dos tipos de investigación ya que cumplió con las necesidades requeridas del proyecto.

3.3 Objeto de estudio

El objeto de estudio es el tramo comprendido entre “Arenillas – Intersección ingreso a la parroquia La Cuca”, ubicada en el cantón Arenillas provincia de El Oro. Dicho tramo no cuenta con infraestructura adecuada para la vialidad.

3.4 Descripción de la población y muestra

Según el INEC la población del cantón arenillas en el censo del 2010 es de 26.844 distribuidas en las diferentes parroquias que conforman al cantón. La muestra que se usó para este proyecto fue la totalidad de la población del cantón Arenillas. Debido a que el tramo comprendido por la vía conecta los sectores urbanos y rurales del cantón.

3.5 Métodos teóricos con los materiales utilizado

Para la elaboración de este trabajo de investigación en cuanto a lo teórico, se realizó la búsqueda de información bibliográfica de carácter científico en diferentes fuentes confiables que aporten a las necesidades de entender cómo influye en la sociedad la inexistencia de infraestructura vial. Además, se investigó principios, conceptos, normas relacionados al diseño geométrico y funciones de carreteras. También se investigó información demográfica del sector donde se realizó el proyecto.

3.6 Métodos empíricos con los materiales utilizados

En cuanto a los métodos empíricos para la elaboración de este proyecto se trabajó en campo en ciertas áreas de la ingeniería iniciando con el levantamiento topográfico que se lo realizó con un equipo GNSS RTK uBlox Doble frecuencia L1/L2, GPS, GLONASS, BEIDU, SBAS, GALILEO, con el cual se tomó puntos en el eje central de la proyección de la carretera y una malla de 50 metros hacia la derecha e izquierda del eje.

Se extrajeron 3 calicatas con la ayuda de una retroexcavadora a una profundidad de cada 50 cm hasta 1.5 metros, las cuales fueron sometidas a ensayos bajo la normativa AASHTO y ASTM para obtener las características físicas del suelo, los ensayos realizados fueron:

- Contenido de humedad natural
- Límites de Atterberg
- Granulometría
- Proctor modificado método D
- CBR

Por último se realizó en campo un aforo vehicular mediante el método de conteo manual con la ayuda de un aplicativo celular que clasificaba según el tipo de vehículo normado por la ASSHTO, este conteo se lo realizó a lo largo de una semana con una prolongación de 4 horas diarias, el punto de estudio fue en la Av. Simón Bolívar antes de interceptar con la carretera del proyecto.

4 CAPITULO IV: ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

4.1.1 Tráfico vehicular de la zona de estudio

Para el estudio de tráfico se realizó un aforo de cuatro horas durante siete días, empezando desde el lunes 26 de Junio y finalizando el domingo 2 de Julio, se empezó hacer el aforo desde las 15:00 pm hasta las 19:00 pm. El lugar donde se hizo el conteo fue en la Av. Simón Bolívar, carretera que es interceptada por nuestra vía de estudio.

La tabla siguiente presenta los datos obtenidos tras el realizar el aforo vehicular donde se dividieron los vehículos en: livianos con un peso menor a 3.5 toneladas (motocicletas y automotores pequeños), los que poseen un peso mayor a 3.5 toneladas se los dividió en buses, camiones y tráileres.

Tabla 3 Conteo vehicular de la Avenida Simón Bolívar

CENSO VEHICULAR									
TIPO DE VEHÍCULO		DIAS							Total
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
PESADOS	BUSES	48	44	48	60	72	64	32	368
	CAMIONES	128	120	136	172	224	168	88	1036
	TRAILER	4	12	4	8	4	12	6	50
LIVIANOS		3064	3036	3484	4008	4176	4024	4376	26168
Total de vehículos semanal									27622

4.1.2 Tráfico Promedio Diario Anual de la zona de Estudio

Debido a que el aforo vehicular no se llevó a cabo en la vía de estudio debido a que actualmente se encuentra dañada y no se la puede transitar, por esta razón para el cálculo del TPDA se usó el aforo realizado en la Avenida Simón Bolívar, y aplicando análisis estadísticos con lo cual se obtuvo los siguientes datos.

Tabla 4 Constante correspondiente al nivel de confiabilidad

Constante K	Nivel de confiabilidad (%)
1.00	68.3
1.50	89.6
1.64	90.0
1.96	95.0
2.00	95.5
2.50	98.8
2.58	99.0
3.00	99.7

Tabla 5 Calculo del TPDA usando desviación estándar

Transito promedio diario semanal, TPDS:			
TPDS:	3946	Vehículos mixtos /día	
Desviación estándar muestral, S:			
S:	561	vehículos mixtos/día	
Desviación estándar poblacional estimada, \hat{O}			
\hat{O}:	210	vehículos mixtos/día	N: 365
			n: 7
Intervalos del TPDA			
<i>Para el nivel de confiabilidad del 90%</i>			k: 1.64
TPDA-90%:	4291	vehículos mixtos/día	máximo
	3601	vehículos mixtos/día	mínimo
<i>Para el nivel de confiabilidad del 95%</i>			k: 1.96
TPDA-95%:	4359	vehículos mixtos/día	máximo
	3533	vehículos mixtos/día	mínimo

Para el caso, se calculó con un porcentaje de confiabilidad de 90 y 95 % y para diseño de la carretera se usó el máximo del nivel de confiabilidad de 95%, que dio como resultado un TPDA de 4359 vehículos mixtos/día.

4.1.3 Clasificación de la carretera según la MTOP

El MTOP con su Norma de Estudios Viales NEVI-12 Volumen 2A clasifica a las carreteras en función de los siguientes aspectos:

- Clasificación por Capacidad (en función del TPDA)

- Clasificación por Jerarquía de la carretera
- Clasificación por Condición Orográfica
- Clasificación por Número de carril
- Clasificación por Superficie de rodadura

4.1.3.1 Clasificación por capacidad (en función del TPDA)

Para el presente proyecto se lo clasifico de acuerdo con la capacidad de la carretera la cual está en función del Trafico Promedio Diario Anual (TPDA), dicho estudio de tráfico vehicular dio como resultado que el tráfico esperado para la vía estudiada será de 4359 vehículos mixtos por día.

Según esta clasificación, las carreteras deben diseñarse con características funcionales y geométricas adecuadas a su categoría y, por supuesto, pueden construirse por etapas según el aumento del volumen de tráfico y el presupuesto (MTO, 2013).

A continuación se presenta la tabla 4 que se encuentra en la normativa NEVI-12 Volumen 2A donde se pueden observar valores de TPDA para poder clasificar la carretera del proyecto:

Tabla 6 Clasificación funcional de las vías en base al TPDA

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LAS VÍAS EN BASE DAL TPDA			
Descripción	Clasificación Funcional	Trafico Promedio Diario Anual (TPDA) al año de horizonte	
		Límite inferior	Límite superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

- C1 = Equivale a carreteras de mediana capacidad
- C2 = Equivale a carreteras convencionales básicas y camino básico
- C3 = Camino agrícola / forestal

De acuerdo con el TPDA anteriormente determinado y según la tabla 6, la carretera estudiada se describe como carretera de dos carriles y clasificación funcional C1, ya que El TPDA se encuentra en el intervalo de 1000 a 8000 vehículos por día.

4.1.4 Velocidad de diseño

De acuerdo con las características geométricas de la carretera de estudio se determina la velocidad de diseño la cual se refiere a la velocidad máxima con la cual el tránsito pueda circular de manera segura a través de una vía.

Tras haber seleccionado una velocidad de diseño los elementos y características de la carretera estarán relacionados a dicha velocidad para tener un diseño equilibrado. Un ejemplo es el radio de curva el cual está en función de la velocidad, otros elementos como el ancho de carril no están relacionados directamente pero si afectan a la velocidad de los vehículos.

La siguiente tabla del MTOP muestra las velocidades de diseño recomendadas basada en la normativa de la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO), que considera velocidades para vehículos pesados y livianos:

Tabla 7 Velocidades de Diseño del MTOP según la clasificación de la vía

VELOCIDADES DE DISEÑO EN Km/h												
Categoría de la vía	BÁSICA (RELIEVE LLANO)				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES							
					(RELIEVE ONDULADO)				(RELIEVE MONTAÑOSO)			
	Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal	Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal	Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal	Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal	Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal	Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal	Para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad
	Recom	Absol	Recom	Absol	Recom	Abso	Recom	Absol	Recom	Absol	Recom	Absol
R-I o R-II	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	100	90	90	80	90	80	85	80	70	50	70	50
III	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Tras el análisis de la tabla de la MTOP y considerando que la carretera de estudio es una carretera de primer orden según lo determina el reglamento ley sistema infraestructura vial del transporte terrestre en el Decreto Ejecutivo 436 indica lo siguiente:

- a) Carretera CLASE I.- esta carretera debe tener un Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) de 3.000-8.000 vehículos.

Además, la carretera se encuentra sobre un relieve llano por lo tanto la velocidad de diseño recomendada y absoluta adoptada será de 100 y 90 km/h, respectivamente.

En el caso de este proyecto la velocidad de diseño que recomienda la tabla del MTOP que está en base al TPDA no podrá ser usada debido a las características geométricas del trazado geométrico ya existente, por esta razón se adoptará una velocidad de diseño de 60 km/h para las zonas rurales y 50 km/h para la zona urbana, además que contará con un tramo de 40 km/h debido a sus curvas pronunciadas.

4.1.5 Velocidad de circulación

El manual de diseño elaborado por el MOP – 2003 ha calculado los valores de velocidad de circulación en base a la velocidad de diseño (Vd) con lo cual obtenemos los valores mostrados en la tabla 6.

Según el MOP se considera volumen de tráfico bajo el cual está por debajo de un TPDA 1000 vehículo/día, por otro lado, considera volumen de tráfico intermedio para un TPDA entre un rango de 1000 y 3000 vehículo/día, para un TPDA mayor a 3000 vehículo/día será un volumen de tráfico alto, para este proyecto se considera este último.

Tabla 8 Relaciones entre velocidades de circulación y de diseño

VELOCIDAD DE DISEÑO Km/h	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN EN Km/h		
	VOLUMEN DE TRÁNSITO BAJO	VOLUMEN DE TRÁNSITO INTERMEDIO	VOLUMEN DE TRÁNSITO ALTO
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57

90	78	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Analizando la tabla 8, considerando la velocidad de diseño de 60 km/h y que tendrá un volumen de tránsito alto, se obtuvo una velocidad de circulación de 48 km/h.

4.1.6 Distancia de visibilidad de parada

Esta es la distancia que el conductor debe utilizar para detener un vehículo en movimiento en caso de una situación peligrosa o cuando detecta un objeto inesperado mientras conduce. Esta distancia se calcula para permitir a los conductores y sus vehículos detenerse ante un peligro u obstáculo. Esta es la distancia mínima de visibilidad a utilizar en el diseño de la geometría de una carretera, independientemente de su tipo.

La distancia de visión de estacionamiento D consta de dos componentes: la distancia de percepción del conductor y la distancia de reacción (determinada por el estado de alerta y la capacidad del conductor), y se define como d_1 más la distancia de frenado, denominada d_2) (MTOPI, 2013).

$$D = d_1 + d_2$$

La distancia de visibilidad de parada en su primer componente, d_1 , se determina calculando la velocidad y tiempo de reacción y percepción del conductor, con la siguiente ecuación:

$$d_1 = 0.7 * V_c$$

Donde:

- V_c = Velocidad de circulación en km/h.

La distancia de frenado d_2 , se obtiene con la siguiente ecuación:

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

Donde:

- V = velocidad de circulación en km/h

- f = coeficiente de fricción longitudinal

Para diferentes velocidades su coeficiente de fricción longitudinal no es el mismo, pues al aumentar la velocidad disminuye, teniendo en cuenta otros factores, este cambio se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}}$$

Para el caso de este proyecto con la velocidad de circulación de 60 km/h se obtuvo lo siguiente:

$$d_1 = 0.7 * 48 = 33.6 \text{ m}$$

$$f = \frac{1.15}{48^{0.3}} = 0.36$$

$$d_2 = \frac{48^2}{254 * 0.36} = 25.20 \text{ m}$$

$$D = 33.6 \text{ m} + 25.20 \text{ m} = 58.8 \text{ m}$$

La siguiente tabla contiene las distancias de visibilidad de parada en terreno plano que es el caso del proyecto, cuyos valores fueron determinados con las fórmulas expresadas anteriormente:

Tabla 9 Distancias de visibilidad de parada y de decisión

Velocidad de Diseño	Velocidad de Marcha	Tiempo de Percepción y Reacción		Coeficiente de Fricción	Distancia de Frenado	Distancia de Parada
		Tiempo (s)	Distan. (m)			
30	30 – 30	2.5	20.8 – 20.8	0.40	8.8 – 8.8	30 – 30
40	40 – 40	2.5	27.8 – 27.8	0.38	16.6 – 16.6	45 – 45
50	47 – 50	2.5	32.6 – 34.7	0.35	24.8 – 28.1	57 – 63
60	55 – 60	2.5	38.2 – 41.7	0.33	36.1 – 42.9	74 – 85
70	67 – 70	2.5	43.8 – 48.6	0.31	50.4 – 62.2	94 – 111
80	70 – 80	2.5	48.6 – 55.6	0.30	64.2 – 83.9	113 – 139
90	77 – 90	2.5	53.5 – 62.4	0.30	77.7 – 106.2	131 – 169
100	85 – 100	2.5	59.0 – 69.4	0.29	98.0 – 135.6	157 – 205
110	91 – 110	2.5	63.2 – 76.4	0.28	116.3 – 170.0	180 – 246

4.1.7 Distancia de visibilidad de adelantamiento

El problema de los adelantamientos en vías de dos carriles está directamente relacionado con el elevado número de accidentes y es uno de los principales motivos esgrimidos en los partes de accidentes de tráfico; Estos incluyen: adelantar invadiendo vía, adelantar en las curvas y adelantar en zonas restringidas (Pineda Uribe, 2019)

La distancia de visibilidad para adelantar se define como la distancia de visibilidad mínima requerida para que el conductor de un vehículo rebase a otro vehículo a menor velocidad. Al conducir en el mismo carril y dirección en condiciones relativamente cómodas y seguras, entrando en el carril contrario, pero sin afectar la velocidad de otros vehículos que se aproximan, el conductor lo ve inmediatamente después de iniciar la maniobra de adelantamiento. Los conductores pueden regresar a su carril si se sienten inadecuados para realizar una maniobra de adelantamiento completa debido a la aproximación de un vehículo que se (MTOPI, 2013).

La distancia de visibilidad de adelantamiento es la sumatoria de cuatro distancias:

$$D = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

Donde:

- D1 es la distancia preliminar de demora.
- D2 es la distancia de adelantamiento
- D3 es la distancia de seguridad, que gracias a la experiencia se ha demostrado que valores entre 35 y 90 m son adecuados.
- D4 es la distancia que ha recorrido el vehículo en sentido contrario.

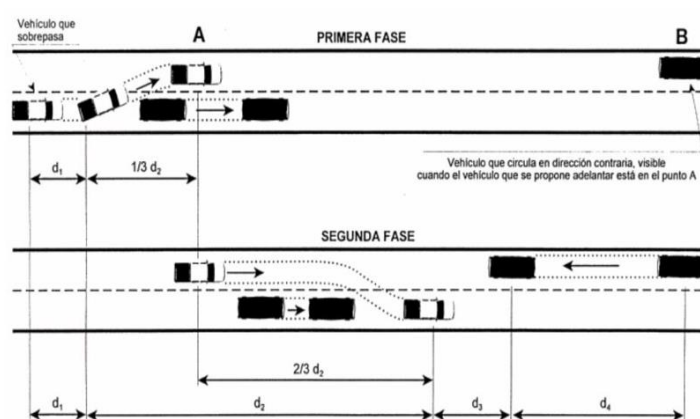


Ilustración 4 Fases de maniobrabilidad en rebasamientos en carreteras de dos carriles
Fuente: NEVI – 12 Volumen 2A

A continuación se presentan las expresiones matemáticas para calcular las distintas distancias:

$$d_1 = 0.278 * t_1 \left(v - m + a * \frac{t_1}{2} \right)$$

$$d_2 = 0.278 * v * t_2$$

$$d_3 = 0.187 * v * t_2$$

$$d_4 = 0.18 * v * t_1$$

Donde:

- t_2 = tiempo que ocupa el vehículo el carril de sentido contrario durante el rebasamiento.
- V = velocidad promedio del vehículo que rebasa en km/h.
- m = diferencia de velocidad entre vehículo rebasado y rebasante. Se considera que es de 15 km/h.
- a = aceleración promedio del vehículo que rebasa en km/h/s

Tabla 10 Distancias mínimas de diseño para carreteras de dos carriles, en metros.
Fuente: AASTHO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.

Velocidad de Diseño	Velocidades km/h		Distancia mínima de adelantamiento (m)
	Vehículo que es rebasado	Vehículo que rebasa	
30	29	44	220
40	36	51	285
50	44	59	345
60	51	66	410
70	59	74	480
80	65	80	540
90	73	88	605
100	79	94	670
110	85	100	730

Tabla 11 Parámetros básicos

Velocidad promedio de adelantamiento (km/h)	50 – 65	66 – 80	81 – 95	96 – 110
Maniobra inicial A = aceleración promedio (km/h/s)	2.25	2.3	2.37	2.41
t1 = tiempo (s)	3.6	4	4.3	4.5
d1 = distancia recorrida (m)	45	65	90	110
Ocupación carril izquierdo:				
t2 = tiempo (s)	9.3	10	10.7	11.3
d2 = distancia recorrida (m)	145	195	250	315
Longitud libre d3 = distancia recorrida (m)	30	55	75	90
Vehículo que se aproxima: d4 = distancia recorrida (m)	95	130	165	210
Distancia Total: d1+d2+d3+d4 (m)	315	445	580	725

Fuente: AASTHO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.

Para el caso del proyecto se obtuvo lo siguientes datos:

$$V_d = 60 \frac{km}{h}$$

$$t_1 = 3.6 s$$

Tabla 11

$$t_2 = 9.3 s$$

Tabla 11

$$V_c = 51 \frac{km}{h}$$

Velocidad del vehículo rebasado (Tabla 10)

$$V = 66 \frac{km}{h}$$

Velocidad del vehículo que rebasa (Tabla 10)

$$m = V - V_c = 15 \frac{km}{h}$$

$$a = 2.25 km/h/s$$

Tabla 11

Con las ecuaciones antes detalladas se obtuvo:

$$d_1 = 0.278 * 3.6 * \left(66 - 15 + 2.25 * \frac{3.6}{2} \right) = 55.09 m$$

$$d_2 = 0.278 * 66 * 9.3 = 170.64 m$$

$$d_3 = 30 \text{ m}$$

$$d_4 = 0.18 * 66 * 3.6 = 42.77 \text{ m}$$

$$D = 55.09 + 170.64 + 30 + 42.77 = 298.5 \text{ m}$$

Como se puede observar el valor calculado de la distancia mínima de visibilidad para rebasamiento en carreteras de dos carriles es menor al de la tabla 10 por esta razón, se adoptará el valor de **410 m**.

4.1.8 Diseño horizontal

4.1.8.1 Curva horizontal

A la hora de crear una curva horizontal se deben tener en cuenta dos situaciones:

- Tangente seguida por curva horizontal

En este caso, la fuerza centrífuga afectará la operación segura del vehículo cuando el vehículo entre en la curva y la rodee.

- Alineamiento compuesto de tangente y curva horizontal y vertical

Factores como los efectos de las fuerzas centrípetas y centrífugas, el lento movimiento de los vehículos pesados en las subidas y la alta velocidad en las bajadas determinan el diseño.

Para garantizar la seguridad y la economía del tráfico, se han introducido factores limitantes en los métodos de diseño del alineamiento horizontal, como el radio mínimo de curva o grado máximo de curva, la tasa de sobreelevación máxima peralte máximo, los factores de fricción y las longitudes de transición mínima cuando se pasa de una tangente a una curva.

La ecuación matemática desarrollada teniendo en cuenta estos factores y la velocidad de diseño es la siguiente:

$$e + f = \frac{V^2}{127 * R}$$

Donde:

- e = tasa de sobreelevación en fracción decimal.
- f = Factor de fricción lateral, que es la fuerza de fricción dividida por la masa perpendicular al pavimento.
- V = Velocidad de diseño, en kilómetros por hora.
- R = radio de curva, en metros. (MTOP, 2013)

4.1.8.2 Factor máximo de fricción lateral y Peralte

El coeficiente de fricción horizontal depende principalmente del estado de los neumáticos, del tipo y estado de la superficie de rodadura, de la velocidad del coche, y la curva o inclinación depende de las condiciones climáticas, el tipo de terreno, si es urbano. o rural, la frecuencia de vehículos de baja velocidad y las condiciones del terreno (MTOP, 2013).

La sobre elevación operante, e , siempre se necesita cuando un vehículo viaja en una curva cerrada a una velocidad determinada, para contrarrestar las fuerzas centrífugas y el efecto adverso de la fricción que se produce entre llanta y el pavimento (MTOP, 2013).

Dado que las condiciones meteorológicas y topográficas crean condiciones especiales para el diseño, se recomienda utilizar los siguientes porcentajes de peralte para el diseño para diferentes tipos de áreas donde se encuentra la carretera:

Tabla 12 Porcentaje de peralte según la zona y topografía del área.
Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.

Tasa de Sobreelevación "e" en (%)	Tipo de Área
10	Rural montañosa
8	Rural plana
6	Suburbana
4	Urbana

Tras analizar la tabla 12, se determinó que la carretera del proyecto atraviesa diferentes tipos de áreas, rural plana y urbana, por lo que, la tasa de sobreelevación variará entre 8 y 4, para el caso se decidió usar una tasa de sobreelevación de 6%.

4.1.8.3 Radios mínimos y sus correspondientes grados máximos de curva

El radio mínimo es el límite de curvatura a una velocidad de diseño determinada y está relacionado con la elevación máxima y la fricción lateral máxima elegidas durante el diseño. El vehículo gira fuera de control en una curva porque la curva no es lo suficientemente pronunciada o alta para compensar la velocidad, o porque no hay suficiente fricción lateral entre las ruedas y la superficie de la carretera para hacer que el vehículo gire (MTOP, 2013).

Una vez establecido el máximo factor de sobreelevación (e), los radios mínimos de curvatura horizontal se pueden calcular utilizando la fórmula presentada, que es la siguiente:

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

Donde:

- e = tasa de sobreelevación en fracción decimal.
- f = Factor de fricción lateral, que es la fuerza de fricción dividida por la masa perpendicular al pavimento.
- V = Velocidad de diseño, en kilómetros por hora.
- R = radio de curva, en metros. (MTOP, 2013)

El grado de curvatura (G_c) es el ángulo subtendido por el centro de un círculo de radio R con un arco de 100 pies o 20 m dependiendo del sistema de medición utilizado. En Ecuador, se utiliza el sistema métrico, la fórmula para calcular D es:

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

Utilizando los valores recomendados para el factor de fricción (f) y la tasa de sobreelevación o peralte, se ha preparado la siguiente tabla donde se presentan los radios mínimos y grados máximos de curvatura para diferentes velocidades de diseño, aplicando la fórmula para G_c .

Tabla 13 Radios mínimos y grados máximos de Curvas Horizontales para diferentes Velocidades de Diseño
Fuente: A Policy on Geometric Design of Highway and Streets, 1994, p. 156.

Velocidad de Diseño (km/h)	Factor de fricción máxima	Peralte máximo 4 %			Peralte máximo 6 %		
		Radio (m)		Grado de Curva	Radio (m)		Grado de Curva
		Calculado	Recom		Calculado	Recom	
30	0.17	33.7	35	32° 44'	30.8	30	38° 12'
40	0.17	60.0	60	19° 06'	54.8	55	20° 50'
50	0.16	98.4	100	11° 28'	89.5	90	12° 44'
60	0.15	149.2	150	7° 24'	135.0	135	8° 29'
70	0.14	214.3	215	5° 20'	192.9	195	5° 53'
80	0.14	280.0	280	4° 05'	252.0	250	4° 35'
90	0.13	375.2	375	3° 04'	335.7	335	3° 25'
100	0.12	492.1	490	2° 20'	437.4	435	2° 38'
110	0.11	635.2	635	1° 48'	560.4	560	2° 03'
120	0.09	872.2	870	1° 19'	755.9	775	1° 29'

Velocidad de Diseño (km/h)	Factor de fricción máxima	Peralte máximo 8 %			Peralte máximo 10 %		
		Radio (m)		Grado de Curva	Radio (m)		Grado de Curva
		Calculado	Recom		Calculado	Recom	
30	0.17	28.3	30	38° 12'	26.2	25	45° 50'
40	0.17	50.4	50	22° 55'	46.7	45	25° 28'
50	0.16	82.0	80	14° 19'	75.7	75	15° 17'
60	0.15	123.2	120	9° 33'	113.4	115	9° 58'
70	0.14	175.4	175	6° 33'	160.8	160	7° 10'
80	0.14	229.1	230	4° 59'	210.0	210	5° 27'
90	0.13	303.7	305	3° 46'	277.3	275	4° 10'
100	0.12	393.7	395	2° 54'	357.9	360	3° 11'
110	0.11	501.5	500	2° 17'	453.7	455	2° 31'
120	0.09	667.0	665	1° 43'	596.8	595	1° 56'

Tras analizar la tabla presentada y como anteriormente se delimito que la carretera del proyecto se encuentra en un tipo de área mixta con tasa de sobreelevación 6%, con una velocidad de diseño determinada de 60 km/h, se obtuvieron los radios mínimos y grados máximos de curvatura.

4.1.8.4 Sobre anchos en las curvas

Los sobre anchos siempre están diseñados para curvas horizontales de pequeños radios combinadas con carriles estrechos para facilitar una maniobra eficiente, segura, cómoda y económica del vehículo. Los sobre anchos son necesarios para adaptarse a las curvas más pronunciadas que sufre el eje trasero de los vehículos pesados y para compensar las

dificultades a las que se enfrentan los conductores cuando intentan centrarse en la carretera. En las autopistas modernas con una longitud de carril de 3,65 metros y una buena alineación, la necesidad de ancho adicional en las curvas se reduce a pesar de las velocidades más altas, pero se mantiene en otras condiciones de la carretera (MTO, 2013).

Tabla 14 Sobre ancho de la calzada en curvas circulares (m)
Fuente: NEVI-12 Volumen 2-A, pg. 141.

Tipo Radio de curva (m)	C1 Velocidad de diseño (km/h)						
	50	60	70	80	90	100	110
1500	0	0	0	0	0	0	0
1000	0	0	0.1	0.1	0.1	0	0
750	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
500	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.2	0.3
400	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
300	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
250	0.4	0.5	0.5				

En la tabla se presenta valores para los sobre anchos en curvas de carretera C1 el cual corresponde al caso de estudio, donde se puede asumir de acuerdo con la velocidad de diseño y los radios de curva.

4.1.9 Señales de tránsito

El propósito de las señales viales es ayudar a los usuarios a moverse de manera ordenada y segura para que el tránsito de vehículos y peatones fluya sin obstáculos. Cada letrero tiene una descripción que brinda información sobre rutas, destinos, atractivos, prohibiciones, advertencias y más. Todos los usuarios de la vía deben seguir estas señales para evitar accidentes inesperados y desafortunados y, lo más importante, para garantizar un tráfico confiable y seguro (Flores Calero et al., 2018).

La norma vial ecuatoriana (NEVI-12) para la definición y diseño de señales viales indica los siguientes criterios básicos y generales a seguir:

- El diseño de una señal vial sea horizontal o vertical deberá asegurar que esté de acuerdo con las características físicas y de tamaño contempladas en el RTE INEN 004-1 y RTE INEN 004-2, Vigentes.

- La uniformidad, racionalidad, tamaño y legibilidad de una señal de tránsito deberán estar combinados de manera de conseguir la debida comprensión de parte del usuario.
- Todas las señales viales deben ser retro reflectivas.
- La uniformidad de las señales de tránsito simplifica la labor del usuario de las vías públicas, puesto que esto ayuda al reconocimiento y entendimiento de estos, permitiendo una única interpretación. De igual modo, contribuye a optimizar la fabricación, instalación, conservación y administración de dichos dispositivos (MTOPI, 2013).

4.1.9.1 Señales de tránsito verticales

Siendo la señal es una parte esencial de la seguridad y del sistema de control de tránsito, su manejo debe ser consistente, su diseño y ubicación debe concordar con el diseño cosmético de la vía. La uniformidad en el diseño de las señales facilita la identificación por parte del usuario vial. Se debe estandarizar el uso de la forma, color y mensaje, de tal manera que todas las señales sean reconocidas con rapidez (Instituto ecuatoriano de normalización, 2011a).

Clasificación de señales y sus funciones

- Señales regulatorias (Código R). Regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la falta del cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito.
- Señales preventivas (Código P). Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma
- Señales de información (Código I). Informan a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés turístico
- Señales especiales delineadoras (Código D). Delinean al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura y dirección) de la vía, o la presencia de una obstrucción en la misma.
- Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales (Código T). Advierten, informan y guían a los usuarios viales a transitar con seguridad sitios de trabajos en las vías y aceras además para alertar sobre otras condiciones temporales y

peligrosas que podrían causar daños a los usuarios viales (Instituto ecuatoriano de normalización, 2011a).

Señales de tránsito verticales para el proyecto

Tabla 15 Estimación de las señales verticales para el proyecto

Tipo de señal	Cantidad
Señales regulatorias	15
Preventivas	50
Información	5
Especiales	10
Sitios de trabajo en vía	0

Para el proyecto se usarán un total estimado de 80 señales verticales las cuales estarán distribuidas según su clasificación como se indica en la tabla 15.

4.1.9.2 Señales de tránsito horizontales

La señalización horizontal se emplea para regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía, por lo que constituyen un elemento indispensable para la seguridad y la gestión de tránsito. Pueden utilizarse solas y/o junto a otros dispositivos de señalización. En algunas situaciones, son el único y/o más eficaz dispositivo para comunicar instrucciones a los conductores (Instituto ecuatoriano de normalización, 2011b).

Clasificación según la forma

- a) Líneas longitudinales. Se emplean para determinar carriles y calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos (Instituto ecuatoriano de normalización, 2011b).
- b) Líneas Transversales. Se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas (Instituto ecuatoriano de normalización, 2011b).
- c) Símbolos y Leyendas. Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Se incluye en este tipo de señalización, FLECHAS, TRIÁNGULOS CEDA EL PASO y leyendas tales como PARE, BUS, CARRIL

EXCLUSIVO, SOLO TROLE, TAXIS, PARADA BUS, entre otros (Instituto ecuatoriano de normalización, 2011b).

d) Otras señalizaciones: como chevrone, etc (Instituto ecuatoriano de normalización, 2011b).

4.1.10 Ensayos de suelos de la zona de estudio

Para la elaboración de los ensayos de suelos del proyecto se realizaron 3 calicatas cada una a una profundidad de 1.50 metros, extrayendo muestras a cada 0.50 metros. Las muestras fueron analizadas y puestas a prueba de diferentes ensayos para determinar las propiedades físico-químicas de la subrasante.

Tabla 16 Coordenadas de las calicatas
Fuente: Elaboración propia

Numero de calicata	Este	Norte
1	602204.19	9608061.67
2	601856.60	9609901.80
3	601958.50	9611416.10

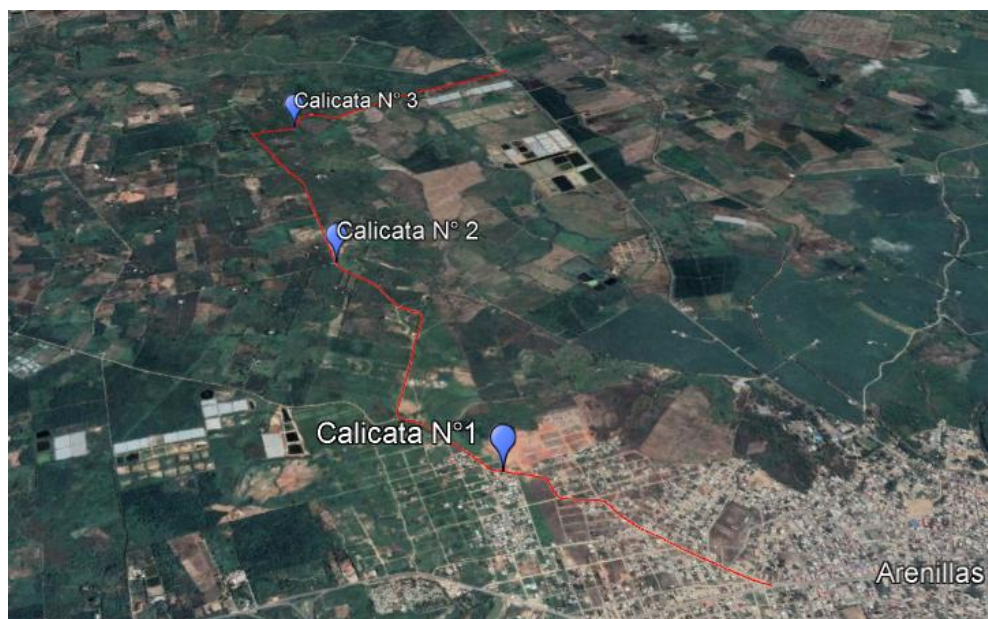


Ilustración 5 Ubicación de las calicatas
Fuente: Google Earth

Hay que mencionar que para la elaboración de los diferentes ensayos se recurrió a las normativas INEN y ASTM. Además, los cálculos detallados se encuentran en la parte de anexos del presente proyecto.

4.1.10.1 Descripción de la subrasante de la zona de estudio

Tras una inspección visual y describiendo de una manera general con los resultados obtenidos en laboratorio el suelo que comprende la subrasante del proyecto es mayormente compuesta por limos y arcillas, además, se observó una gran cantidad de materia orgánica debido a que la carretera atraviesa una zona altamente agrícola.

En esta sección se presentará un resumen de los cálculos obtenidos tras elaborar los ensayos realizados en laboratorio con los diferentes estratos de selo.

CALICATA N° 1

Localidad: Carretera Arenillas – intersección vía “La Cuca” – Provincia del EL Oro – Cantón Arenillas

Abscisa: 1+147

Coordenadas UTM: 602204.19 E; 9608061.67 N.

Tabla 17 Resumen de valores de ensayos de suelo de la calicata 3

CALICATA 1											
PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN AASHTO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	LÍMITE LIQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	INDICE PLÁSTICO (%)	PASANTE TAMIZ #10	PASANTE TAMIZ #40	PASANTE TAMIZ #200	DENSIDAD SECA MÁXIMA DEL SUELO (kg/m ³)	CBR (%)
0.50 m	Material color marrón con el 16.06% de humedad natural.	A-6	16.06	31.24	20.07	11.17	85.33	59.17	47.51		
1.00 m	Material color marrón con el 17.40% de humedad natural.	A-6	17.40	44.20	15.47	28.72	89.29	69.04	55.65		
1.50 m	Material color marrón con el 14.12% de humedad natural.	A-6	14.12	40.43	19.23	21.20	98.59	79.37	62.19	1.868	2.4

CALICATA N° 2

Localidad: Carretera Arenillas – intersección vía “La Cuca” – Provincia del EL Oro –
Cantón Arenillas

Abscisa: 3+315

Coordenadas UTM: 601856.60 E; 9609901.80 N.

Tabla 18 Resumen de valores de ensayos de suelo de la calicata 2

Fuente: Elaboración propia

CALICATA 2											
PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN AASHTO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	LÍMITE LIQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE PLÁSTICO (%)	PASANTE TAMIZ #10	PASANTE TAMIZ #40	PASANTE TAMIZ #200	DENSIDAD SECA MÁXIMA DEL SUELO (kg/cm ³)	CBR (%)
0.50 m	Material color marrón con el 12.37% de humedad natural.	A-6	12.37	30.71	19.73	10.98	89.96	71.63	61.92		
1.00 m	Material color marrón con el 16.89% de humedad natural.	A-6	16.89	43.29	26.36	16.93	93.75	70.89	58.91		
1.50 m	Material color marrón con el 13.37% de humedad natural.	A-4	13.37	48.43	39.93	8.50	93.96	62.4	50.15	1.885	2.1

CALICATA N° 3

Localidad: Carretera Arenillas – intersección vía “La Cuca” – Provincia del EL Oro – Cantón Arenillas

Abscisa: 5+122

Coordenadas UTM: 601958.50 E; 9611416.10 N.

Tabla 19 Resumen de valores de ensayos de suelo de la calicata 3

Fuente: Elaboración propia.

CALICATA 3											
PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN AASHTO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	LÍMITE LIQUIDO (%)	LÍMITE PLASTICO (%)	INDICE PLÁSTICO (%)	PASANTE TAMIZ #10	PASANTE TAMIZ #40	PASANTE TAMIZ #200	DENSIDAD SECA MÁXIMA DEL SUELO (kg/cm ³)	CBR (%)
0.50 m	Material color gris con el 7.84% de humedad natural.	A-6	7.84	30.75	16.84	13.91	96.87	76.57	59.44		
1.00 m	Material color gris con el 10.11% de humedad natural.	A-2-4	10.11	22.67	15.83	6.85	88.02	53.35	33.78		
1.50 m	Material color gris con el 17.75% de humedad natural.	A-2-4	17.75	31.61	25.11	6.50	81.42	39.21	17.95	1.817	8.3

Tras los resultados obtenidos se evidencia que el suelo donde se ubica la carretera se conforma por suelos que según la clasificación AASHTO son A-6, A-4 y A-2-4. Para el caso de la calicata 3, el suelo extraído se encuentra adyacente a un pequeño puente ya que por este punto atraviesa un pequeño cauce, por lo que se asume que ese suelo en algún momento fue mejorado para colocar el puente tipo cajón. Entonces se puede decir que la subrasante de la carretera es mala ya que está compuesta en su mayoría por limos y arcillas de baja con presencia de materia orgánica susceptible a asentamientos significativos bajo cargas, para el caso es necesario realizar un mejoramiento de subrasante.

El contenido de humedad natural es mayor a la humedad óptima lo que quiere decir que existe sobresaturación, otra razón por la cual es necesario estabilizar la subrasante. A continuación, se presenta un tabla donde se resume los datos encontrados una vez realizado el ensayo de Proctor modificado, siguiendo la norma AASHTO T-180 – Método C, también el valor de CBR el cual fue ensayado únicamente a una profundidad de 1.5 metros.

*Tabla 20 Resumen de valores de humedad óptima, densidad seca máx. y cbr.
Fuente: Elaboración propia*

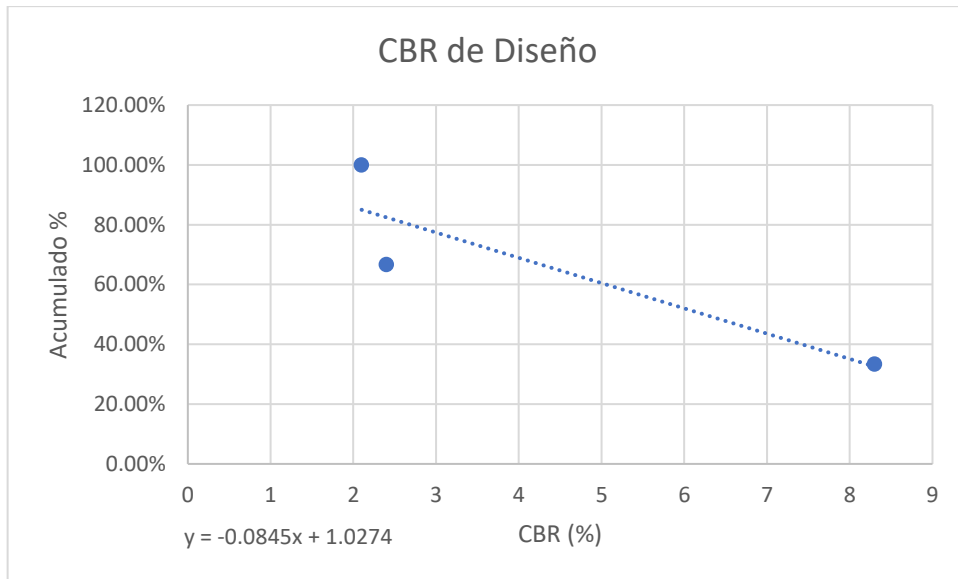
N° Calicata	Humedad Óptima (%)	Densidad Seca Max. (kg/m ³)	CBR
1	14.00	1.868	2.4
2	9.20	1.885	2.1
3	10.60	1.817	8.3

Una vez realizado los ensayos respectivos, se presume que los tramos donde no se realizó sondeos, las características del suelo de la subrasante serán similares a la de los estratos ensayados.

El valor de CBR se lo obtuvo mediante el ensayo normado por la ASTM 1883, para encontrar el CBR de diseño se usó el percentil 75 de acuerdo, dando como resultado lo siguiente:

*Tabla 21 Valores de CBR para cálculo de CBR de diseño
Fuente: Elaboración propia*

Abscisa	Ordinal	CBR %	CBR “a”	Acumulado %
1+147	1	2.4	8.3	33.33%
3+315	2	2.1	2.4	66.67%
5+122	3	8.3	2.1	100%



*Ilustración 6 línea de tendencia para CBR de diseño
Fuente: Elaboración propia*

La ecuación de la línea de tendencia que correlaciona los valores de CBR determinado es la siguiente:

$$y = -0.0845 * x + 1.0274$$

Con un percentil del 75% el valor de CBR de diseño es **3.28 %**, este valor será adoptado para para determinar el módulo de resistencia de la subrasante en el diseño de pavimento flexible.

Según el MOP en su sección 402 para subrasantes con un CBR menor al 6% recomienda reemplazar el material existente con un material con mejores características de resistencia, a este proceso se lo denomina estabilización granulométrica, con el cual se presume mejorar las siguientes características:

- Resistencia CBR
- Permeabilidad
- Plasticidad
- Densidad

Deberá ser suelo granular, material rocoso o una combinación de ambos, libre de materia orgánica y suciedad y, a menos que se especifique lo contrario, todas las partículas pasarán por un tamiz cuadrado de cuatro pulgadas (100 mm) y no más del 20%. Pasará la malla No. 200 (0,075 mm) según la prueba AASHO-T.11.

Para la parte del material que pasa por el tamiz no. 40 (0,425 mm), debe tener un índice plástico no mayor a nueve (9) y un límite líquido no mayor al 35% si el valor CBR es mayor al 20% según lo determinado por la prueba AASHO-T-91. Si hay material mayor al tamaño máximo especificado, se debe retirar antes de incorporarlo al material de campo.

4.1.10.2 Material para sub-base

Siguiendo la MOP en su sección 403 indica que el material agregado como sub-base deberá tener las siguientes características:

- Abrasión (Durabilidad) máxima = 40%
- Índice de plasticidad IP < 6%
- Límite líquido LI máximo = 25%
- CBR mínimo = 30%

En función de la granulometría la MOP clasifica a las sub-bases en 3 categorías:

Clase 1: Producido a partir de piedra triturada o grava, clasificados uniformemente dentro de los límites de granulometría. Durante el proceso de trituración se debe obtener al menos el 30% del áridos.

Clase 2: Es un árido que se obtiene triturando o cribando depósitos de grava o piedra triturada de origen natural.

Clase 3: Están hechos de agregados naturales y se clasifican uniformemente dentro de ciertos límites.

A continuación se presenta un tabla encontrada en el MOP con la granulometría que caracteriza cada clase de sub-base.

Tabla 22 Granulometría de las clases de sub-bases
Fuente: MOP 2002, pag. IV-39.

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm)	--	--	100
2" (50.4 mm)	--	100	--
½ (38.1 mm)	100	70 – 100	--
N° 4 (4.75 mm)	30 – 70	30 – 70	30 – 70
N° 40 (0.425 mm)	10 – 35	15 – 40	--
N° 200 (0.075 mm)	0 – 15	0 – 20	0 – 20

Por cuestiones de distancias y para minorizar los costos de transportación se acudirá al material extraído de la cantera Beltrán la cual se ubica en el sector La Avanzada en el cantón Santa Rosa provincia de El Oro. A continuación se presentan los resultados de ensayos realizados bajo la normativa INEN y ASTM para la sub-base.

Tabla 23 Resumen de valores de ensayos de suelo para Sub-base

Fuente: Tesis "Diseño geométrico de la calle Benalcázar en el cantón Huaquillas".

	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN AASHTO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE PLÁSTICO (%)	PASANTE TAMIZ #10	PASANTE TAMIZ #40	PASANTE TAMIZ #200	DENSIDAD SECA MÁXIMA DEL SUELO (kg/cm ³)	CBR (%)
SUB-BASE	Material color café con el 7.25 % de humedad natural	A-2-4	7.25	23.70	19.21	4.49	48.13	22.63	10.57	2131	67.58

4.1.10.3 Material para base

Según la MOP especificada en la sección 404 determina que los agregados para bases deben cumplir con las siguientes características:

- Abrasión (Durabilidad) máxima < 40%
- Índice de plasticidad IP < 6%
- Límite líquido LI máximo < 25%
- CBR mínimo = 80%

Además, la MOP clasifica a las bases en 4 clases en función de la granulometría:

Clase 1: Compuesto por agregado grueso y agregado fino, 100% triturado, dividido en tipo A y tipo B, los límites granulométricos especificados son los siguientes.

Tabla 24 Límites de granulometría para base clase 1

Fuente: MOP 2002, pag. IV50.

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada	
	Tipo A	Tipo B
2" (50.88 mm)	100	--
1 1/2" (38.1 mm)	70 – 100	100
1" (25.4 mm)	55 – 85	70 – 100
3/4" (19.0 mm)	50 – 80	60 – 90
3/8" (9.5 mm)	35 – 60	45 – 75
Nº 4 (4.76 mm)	25 – 50	30 – 60

N° 10 (2.00 mm)	20 – 40	20 – 50
N° 40 (0.425 mm)	10 – 25	10 – 25
N° 200 (0.075 mm)	2 – 12	2 – 12

Clase 2: Compuesto de piedra o grava trituradas con una fracción de masa de al menos 50% de agregado grueso, los límites de tamaño de partículas especificados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 25 Límites de granulometría para base clase 2
Fuente: MOP 2002, pag. IV50.

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
1"	100
3/4" (19.0 mm)	70 – 100
3/8" (9.5 mm)	50 – 80
N° 4 (4.76 mm)	35 – 65
N° 10 (2.00 mm)	25 – 50
N° 40 (0.425 mm)	15 – 30
N° 200 (0.075 mm)	3 – 15

Clase 3: Consiste en fragmentos de roca triturada o grava, cuya fracción de agregado grueso se distribuirá al menos en un 25% en peso, con límites de tamaño de partícula específicos que se describen a continuación.

Tabla 26 Límites de granulometría para base clase 3
Fuente: MOP 2002, pag. IV50.

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
3/4" (19.0 mm)	100
N° 4 (4.76 mm)	45 – 80
N° 10 (2.00 mm)	30 – 60
N° 40 (0.425 mm)	20 – 35
N° 200 (0.075 mm)	3 – 15

Clase 4: Consiste en agregado obtenido triturando o cribando piedra triturada o grava de origen natural con limitaciones específicas de tamaño de partículas que se describen a continuación.

Tabla 27 Límites de granulometría para base clase 4
Fuente: MOP 2002, pag. IV50.

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
2" (50.8 mm)	100
1" (25.4 mm)	60 – 90
Nº 4 (4.76 mm)	20 – 50
Nº 200 (0.075 mm)	0 - 15

Como el caso de la sub-base, la base también será de la cantera Beltrán, y los resultados obtenidos en laboratorio son los siguientes:

Tabla 28 Resumen de valores de ensayos de suelo para Sub-base
Fuente: Tesis "Diseño geométrico de la calle Benalcázar en el cantón Huaquillas".

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN AASHTO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	INDICE PLÁSTICO (%)	PASANTE TAMIZ #10	PASANTE TAMIZ #40	PASANTE TAMIZ #200	DENSIDAD SECA MÁXIMA DEL SUELO (kg/cm ³)	CBR (%)
BASE Material color café con el 7.25 % de humedad natural	A-2-4	8.69	18.60	15.73	2.87	41.25	22.97	5.97	2210	81.60

4.1.11 Diseño de pavimento flexible mediante AASHTO 93

El diseño de estructuras viales implica determinar el espesor de las distintas capas que conforman un pavimento flexible, que ayudan a disipar las cargas del tráfico y transferirlas a la subrasante.

El método de diseño consiste en determinar las alturas de cada capa que conforma parte de la estructura del pavimento flexible, los parámetros de diseño también están influenciados por el tipo de material, agentes climáticos, cambios de temperatura, condiciones que intervienen en el deterioro de la estructura.

4.1.11.1 Nivel de confiabilidad (R)

La confiabilidad es la probabilidad de que el sistema estructural que forma el pavimento realice su función prevista durante su vida útil en las condiciones que se presenten durante este período. Los pavimentos de baja fiabilidad serán más baratos pero más caros de mantener. Con un nivel óptimo de confiabilidad, la suma de los costos de puesta en marcha y mantenimiento es mínima.

Tabla 29 Niveles de confiabilidad para varios tipos de carreteras
Fuente: (AASHTO 93 Desing Procedures For New Pavements, 1998, págs. 11-9)

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad R (%)	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras importantes	85.0 - 99.9	80.0 - 99.9
Arterias principales	80.0 - 99.9	75.0 - 95.0
Colectoras	80.0 - 95.0	75.0 - 95.0
Locales	50.0 - 80.0	50.0 - 80.0

Para el caso del proyecto considerando que el tipo de carretera es colectoras interurbana se asume una nivel de confiabilidad del 95% y un ZR de -1.037

4.1.11.2 Desviación estándar (So)

Está determinado por los cambios en las propiedades de los materiales de construcción de carreteras, así como por los cambios en el cálculo del volumen de tráfico, las condiciones climáticas y la calidad durante la fase de construcción; el valor de So se muestra a continuación.

Tabla 30 Valores de Error normal combinado para pavimentos flexibles.
Fuente: (AASHTO 93 Desing Procedures For New Pavements, 1998, págs. 1-62)

Proyecto de pavimento	So	
	Flexible	Rígido
	0.40 - 0.50	0.30 - 0.40
Construcción nueva	0.45	0.35
Sobre capas	0.50	0.40

Al ser una construcción nueva y un pavimento flexible el valor de So que se asume es 0.45.

4.1.11.3 Índices de serviciabilidad

El índice de servicio toma en cuenta cómo se comportará el pavimento durante todo el período de diseño y se define como grado 1 correspondiente a malas condiciones y grado 5 correspondiente a pavimento en buen estado.

Índice de serviciabilidad inicial (P_o)

Para pavimentos flexibles, el valor de uso inicial "depende del diseño del pavimento y de la calidad de la construcción". El valor recomendado según la norma AASHTO es $P_o=4,2$

Índice de serviciabilidad final (P_f)

El valor se determina cuando se produce un fallo funcional del pavimento, "dependiendo del tipo de vía y del criterio del proyectista" para lo cual a continuación se muestran los valores de usabilidad final recomendados.

Tabla 31 Valores de índice de serviciabilidad final P_f
Fuente: (AASHTO 93 Desing Procedures For New Pavements, 1998, págs. II-10)

Tipo de vía	Serviciabilidad final (P_f)
Autopistas	2.5 – 3.0
Carreteras	2.0 – 2.5

En el caso del proyecto se tomó el valor recomendado de índice de serviciabilidad para carreteras y adoptaremos un valor de 2.50.

Para el cálculo de índice de serviciabilidad tenemos la siguiente expresión matemática:

$$\Delta PSI = P_o - P_f$$

Donde:

- ΔPSI : Índice de servicio
- P_o : Serviciabilidad inicial
- P_f : Serviciabilidad final

Al aplicar la formula se obtuvo un valor de $\Delta PSI = 1.7$.

4.1.11.4 Consideraciones de drenaje para el diseño de pavimentos

Los coeficientes de drenaje para las capas que conforman el paquete estructural de la vía se seleccionan en función de las propiedades del material, la calidad del drenaje y el porcentaje de tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a humedad casi saturada.

Las propiedades de los materiales granulares que se usaran para conformar las capas de la estructura vial cumplen con un adecuado drenaje, así cumpliendo con los requerimientos establecidos en la normativa MOP.

Con la ayuda de los últimos 6 años existentes en los datos pluviales del INAMHI de la estación M179 ubicada en la ciudad de Arenillas, se pudo obtener el porcentaje de precipitación anual del sector para así determinar los valores de coeficientes de drenajes de las capas del pavimento flexible.

Tabla 32 Porcentajes anual de lluvias en el cantón Arenillas
Fuente: INAMHI

Año	Días de lluvia	Porcentaje anual (%)
1990	111	30.41
1991	110	30.14
1992	152	41.64
1993	105	28.77
1994	113	30.96
1995	70	19.18

El porcentaje promedio de precipitación anuales en el cantón Arenillas es aproximadamente 30%, la siguiente tabla contiene los valores de coeficientes de drenaje recomendados por la normativa AASHTO.

Tabla 33 Valores de coeficientes de drenaje
Fuente: (AASHTO 93 Desing Procedures For New Pavements, 1998, págs. II-25)

Características de Drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación			
	Menos del 1%	1 – 5%	5 – 25%	Mas del 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy Pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Asumiremos un drenaje regular para la estructura del pavimento que se encuentra expuesta a un grado de humedad mayor al 25%, por lo tanto, el valor de m , para las capas será 0.80.

4.1.11.5 Modulo resiliente de la subrasante (M_r)

Una vez que se determina el valor CBR de la subrasante, el módulo resiliente M_r se puede establecer de acuerdo con las pautas de diseño desarrolladas por AASTHO-93, que muestra la correlación de M_r basada en CBR.

Tabla 34 Ecuaciones para determinar valor de M_r
Fuente: (AASHTO 93 Desing Procedures For New Pavements, 1998, págs. I-62)

CBR	M_r (psi)
CBR < 10%	1500(CBR)
10% < CBR < 20%	3000(CBR) ^{0.65}
CBR < 20%	436*ln (CBR) + 241

El valor de CBR de diseño para la subrasante es de 3.28% por lo que se usó la ecuación para cuando el CBR es menor al 10% dando como resultado:

$$M_r = 1500 * 3.28\%$$

$$M_r = 4920 \text{ psi}$$

4.1.11.6 Determinación de los coeficientes estructural (a_i) y modulo resiliente (M_r) para base y sub-base

Sub-base

Con un CBR de 67.58% para la sub-base clase 2 se determinó los siguientes valores:



Ilustración 7 Variación en el coeficiente estructural de la capa de subbase
Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos

Con la gráfica se determinó un coeficiente estructural $a_3 = 0.13$ y un módulo resiliente de 18500 psi.

Base

Con un CBR de 81.60% para la base clase 2 se determinó los siguientes valores:

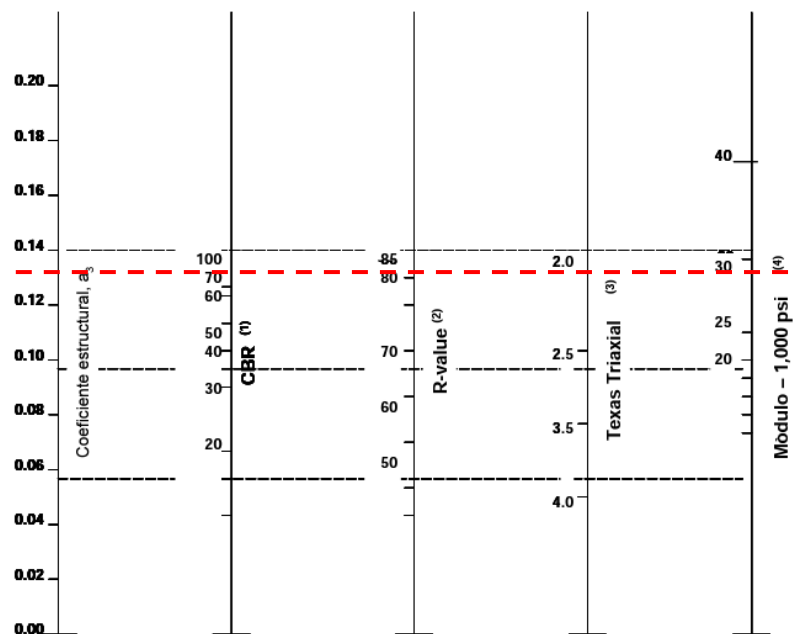


Ilustración 8 Variación en el coeficiente estructural de la capa de base
Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos

Con la gráfica se determinó un coeficiente estructural $a_2 = 0.132$ y un módulo resiliente de 28500 psi.

Estabilidad Marshall para capa de rodadura

Para poder encontrar el valor de a_1 se debe hacer uso de la estabilidad marshall, la tabla presentada en la MOP indica valores de acuerdo con el tipo de tráfico, que el caso del proyecto es un tráfico pesado. Se puede observar que el valor estabilidad es de 1800 libras.

Tabla 35 Criterios de control de calidad de mezclas asfálticas
Fuente: MOP 2002, pag. IV - 105.

Tipo de tráfico	Muy Pesado		Pesado		Medio		Liviano	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Criterios Marshall								
No. De Golpe/Cara	75		75		50		50	
Estabilidad (libras)	2200	---	1800	---	1200	---	1000	2400
Flujo (pulgada/100)	8	14	8	14	8	16	8	16
Capa de rodadura	3	5	3	5	3	5	3	5
Capa Intermedia	3	8	3	8	3	8	3	8
Capa de Base	3	9	3	9	3	9	3	9

Con un valor de estabilidad de 1800 libras de estabilidad, el valor de $a_1 = 0.43$ y $M_r = 390000$ psi de acuerdo con la siguiente gráfica.

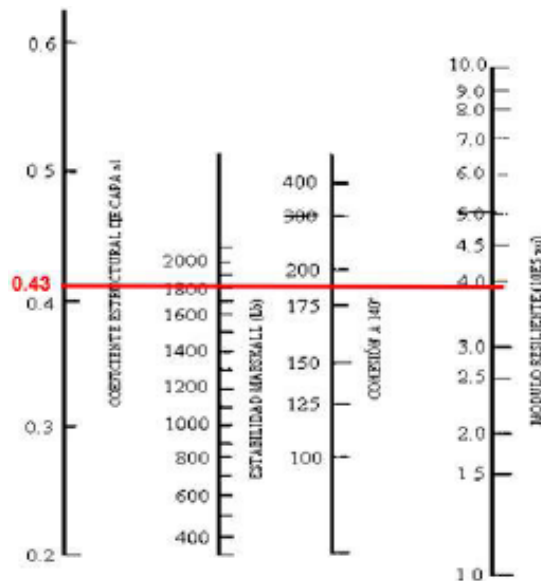


Ilustración 9 Variación en el coeficiente estructural de la capa de concreto asfáltica
Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos

4.1.11.7 Cálculo de los valores SN

Con la ayuda de un programa llamado “Ecuación AASHTO 93”, se determinó los valores de SN para posteriormente calcular los espesores de cada capa.

Tabla 36 Cálculo del SN1 para carpeta asfáltica

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The title bar is green and contains the text 'Ecuación AASHTO 93'. 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 '95 % Zr=-1.645' and a text box for 'So' with the value '0.45'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for 'PSI inicial' (4.2) and 'PSI final' (2.5).
- Módulo resiliente de la subrasante:** Text box for 'Mr' with the value '390000' and the unit 'psi'.
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four empty text boxes for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. A text box shows 'W18 = 1100000'.
- Número Estructural:** A text box shows 'SN = 0.67'.
- Buttons:** 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Tabla 37 Calculo del SN2 para base granular

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The title bar is green and contains the text 'Ecuación AASHTO 93'. 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 '85 % Zr=-1.037' and a text box for 'So' with the value '0.5'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for 'PSI inicial' (4.2) and 'PSI final' (2.2).
- Módulo resiliente de la subrasante:** Text box for 'Mr' with the value '28500' and the unit 'psi'.
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four empty text boxes for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. A text box shows 'W18 = 1100000'.
- Número Estructural:** A text box shows 'SN = 2.05'.
- Buttons:** 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Tabla 38 Cálculo del SN3 para sub-base granular

Ecuación AASHTO 93	
Tipo de Pavimento <input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible <input type="radio"/> Pavimento rígido	Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So) 85 % $Z_r=1.037$ S_o 0.5
Serviciabilidad inicial y final PSI inicial 4.2 PSI final 2.2	Módulo resiliente de la subrasante Mr 18500 psi
Información adicional para pavimentos rígidos Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J) Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)	
Tipo de Análisis <input checked="" type="radio"/> Calcular SN $W_{18} =$ 1100000 <input type="radio"/> Calcular W18	Número Estructural SN = 2.42
<input type="button" value="Calcular"/>	<input type="button" value="Salir"/>

Tabla 39 Cálculo del SN para subrasante granular

Ecuación AASHTO 93	
Tipo de Pavimento <input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible <input type="radio"/> Pavimento rígido	Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So) 85 % $Z_r=1.037$ S_o 0.5
Serviciabilidad inicial y final PSI inicial 4.2 PSI final 2.2	Módulo resiliente de la subrasante Mr 4920 psi
Información adicional para pavimentos rígidos Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J) Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)	
Tipo de Análisis <input checked="" type="radio"/> Calcular SN $W_{18} =$ 1100000 <input type="radio"/> Calcular W18	Número Estructural SN = 3.90
<input type="button" value="Calcular"/>	<input type="button" value="Salir"/>

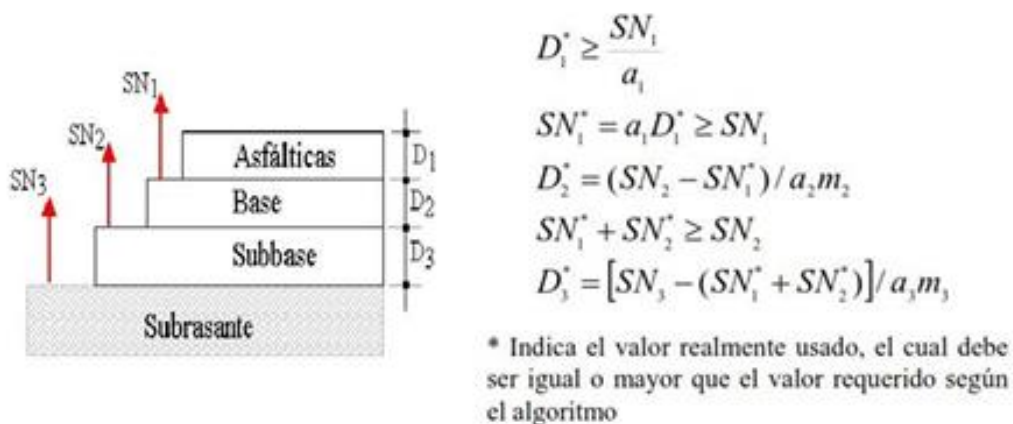


Ilustración 10 Representación gráfica de SN y D
Fuente: Diseño De Pavimento Flexible Y Rígido Vía Aeropuerto El Edén

4.1.11.8 Cálculo de los espesores de las capas del pavimento

La AASHTO recomienda un espesor mínimo de las capas de pavimento, ya que generalmente no es práctico y desfavorable manejar las cargas de tráfico cuando se colocan capas superficiales delgadas.

Tabla 40 Espesores mínimos de capas recomendados por la AASHTO en función del número ESALs
Fuente: (AASHTO 93 Desing Procedures For New Pavements, 1998, págs. II-35)

Numero de ESALs	Carpeta asfáltica, D1 (in)	Base granular, D2 (in)
Menos de 50.000	1 o T.S.	4.0
50.000 – 150.000	2.0	4.0
150.001 – 500.000	2.5	4.0
500.001 – 2.000.000	3.0	6.0
2.000.001 – 7.000.000	3.5	6.0
Más de 7.000.000	4.0	6.0

De acuerdo con la tabla 37 y el número de ejes equivalente que se encuentra entre 500.001 y 2.000.000, en caso de que el valor calculado para la carpeta asfáltica y la base granular sean menores al mínimo, se asumirán los valores de 3.0 y 6.0 pulgadas respectivamente.

El espesor de la capa granular que forma el pavimento se puede obtener a partir del número calculado de estructuras y del tráfico proyectado. Es necesario determinar los espesores que conforman la estructura vial, los cuales en conjunto brindan la capacidad de carga adecuada para el SN de diseño.

Cálculo del espesor de la carpeta asfáltica

Para calcular el espesor de la carpeta asfáltica se utiliza la siguiente expresión:

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1}$$

$$D_1 = \frac{0.67}{0.43}$$

$$D_1 = 1.56 \text{ pulg.} < 3.0 \text{ pulg}$$

De lo anterior se puede ver que no se cumple el espesor mínimo especificado, por lo que el valor mínimo en este ejemplo es 3 pulgadas. Dado que se toma el espesor mínimo, se corrige el número de estructura de la capa de asfalto.

$$SN'_1 = a_1 * D_1$$

$$SN'_1 = 0.43 * 3$$

$$SN'_1 = 1.29$$

Cálculo del espesor de la base granular

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN'_1}{a_2 * m_2}$$

$$D_2 = \frac{2.05 - 1.29}{0.132 * 0.80}$$

$$D_2 = 7.20 \text{ pulg} > 6 \text{ pulg}$$

En este caso no se produce ningún cambio ya que, el espesor de la capa cumple con la recomendación de la normativa. A continuación se corrige el número estructural debido a la aproximación del espesor.

$$SN'_2 = (D_2 * a_2 * m_2) + SN'_1$$

$$SN'_2 = (7 * 0.132 * 0.80) + 1.29$$

$$SN'_2 = 2.03$$

Cálculo del espesor de la sub-base

$$D_3 = \frac{SN_3 - SN'_2}{a_3 * m_3}$$

$$D_3 = \frac{2.42 - 2.03}{0.13 * 0.80}$$

$$D_3 = 3.75 \text{ pulg} < 6 \text{ pulg}$$

De lo anterior se puede ver que no se cumple el espesor mínimo especificado, por lo que el valor mínimo en este ejemplo es 6 pulgadas. Dado que se toma el espesor mínimo, se corrige el número de estructura de la capa de asfalto.

$$SN'_3 = (D_3 * a_3 * m_3) + SN'_2$$

$$SN'_3 = 6 * 0.13 * 0.80 + 2.03$$

$$SN'_3 = 2.65$$

4.1.12 Diseño de geométrico de la carretera mediante Software Civil 3D

Formato de datos obtenidos en levantamiento topográfico

Los puntos tomados por el rtk mostrados en una tabla de Excel deben ser convertidos a un formato “.txt” para posteriormente ingresar estos puntos en Civil 3D.

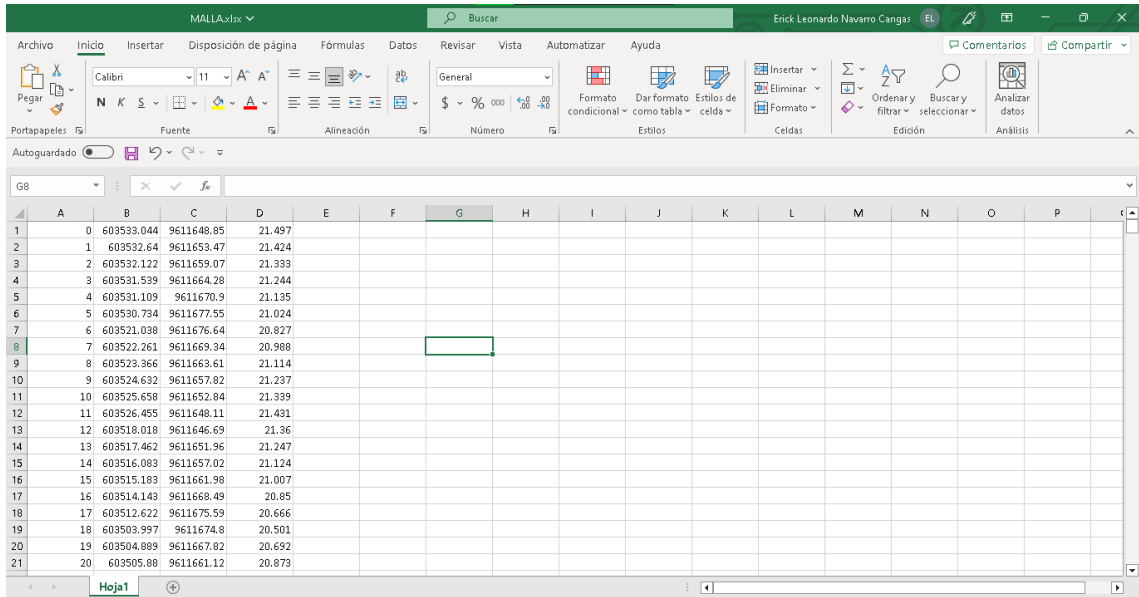


Ilustración 11 Archivo con los puntos topográficos

Importar puntos en civil 3D

Para importar los datos al civil debemos dirigirnos a herramientas de creación de puntos para luego dar clic en importar puntos, abierta la pestaña, debemos añadir el formato “.txt” donde guardamos nuestros puntos, especificamos el formato de archivo de puntos que en este caso fue PENZ. Finalmente añadimos los puntos a un grupo.

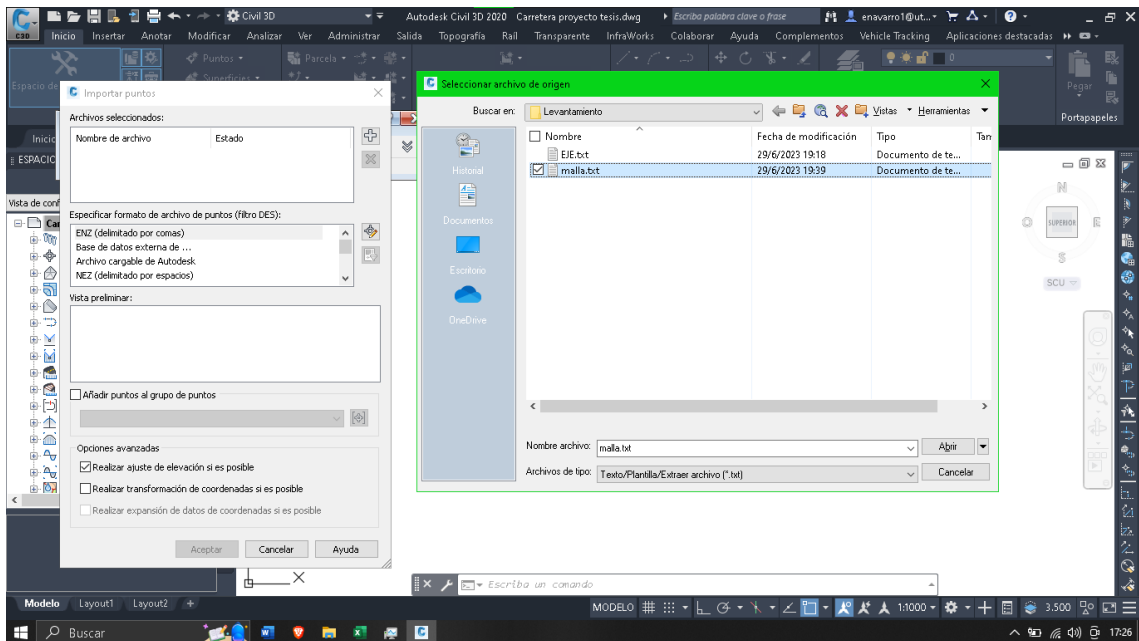


Ilustración 12 Importación de datos en Civil 3D

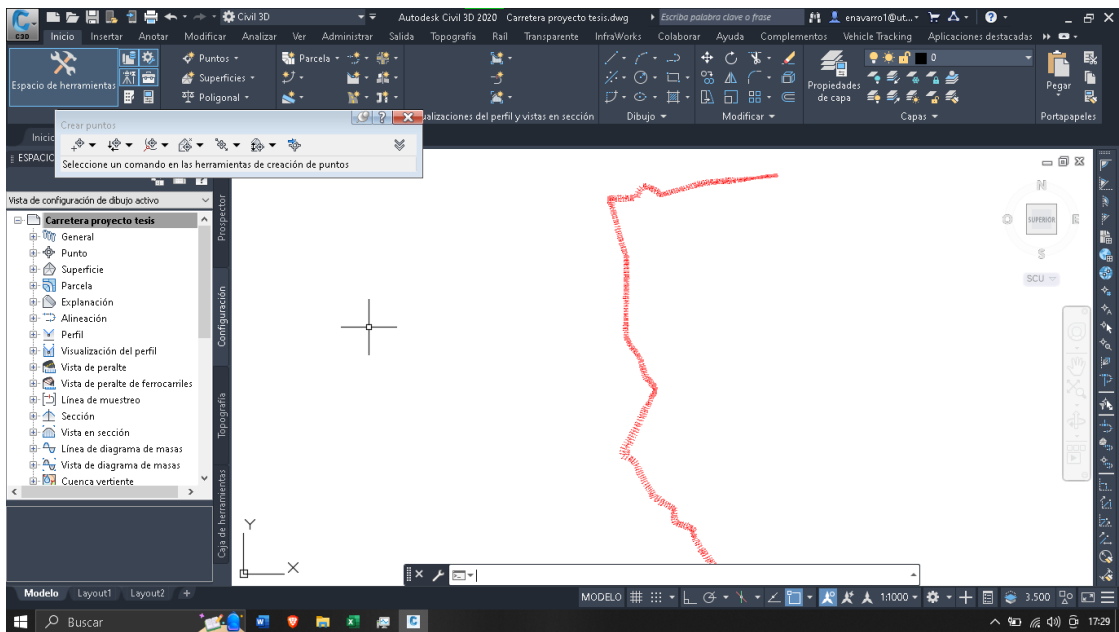


Ilustración 13 Visualización de los puntos

Creación de superficie

Luego de haber importado los puntos del levantamiento al programa se debe crear una superficie bajo el nombre de Terreno Natural. Para hacer este paso nos dirigimos a la pestaña superficies al desplegarse la pestaña se selecciona la opción crear superficie, asignamos un nombre y se da estilo a las curvas de nivel.

Después del proceso anterior se tiene que añadir los grupos de puntos antes realizados a la nueva superficie creada.

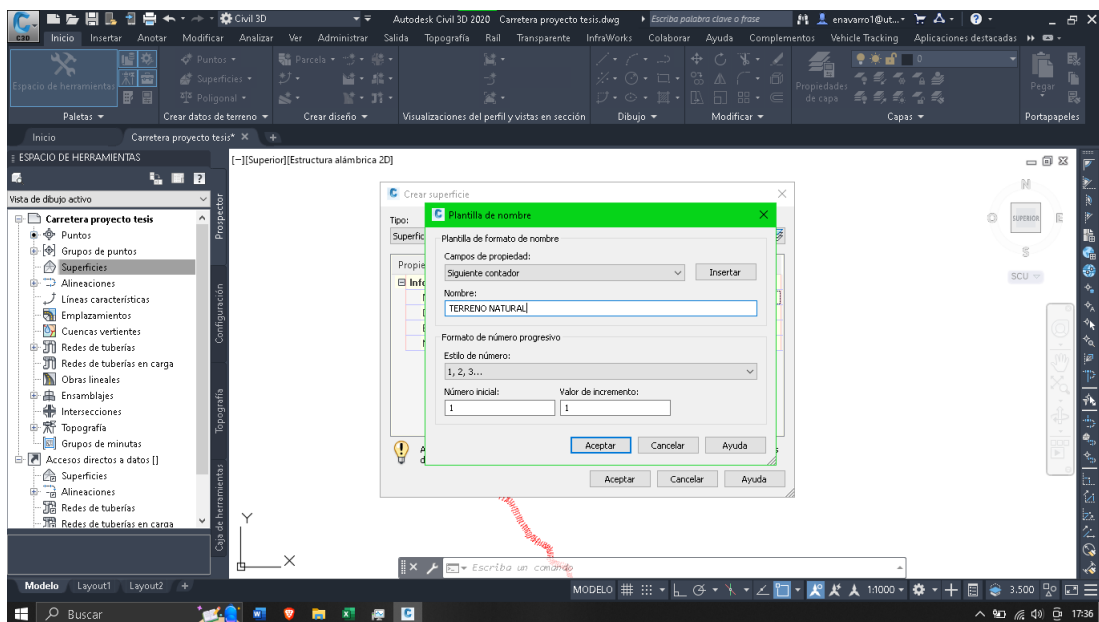


Ilustración 14 Creación de la superficie

Edición del polígono de superficie

Como se observa en la siguiente imagen, la superficie no se delimita a nuestra franja topográfica por lo que debemos realizar una edición de triángulos para visualizar de mejor manera las curvas de nivel.

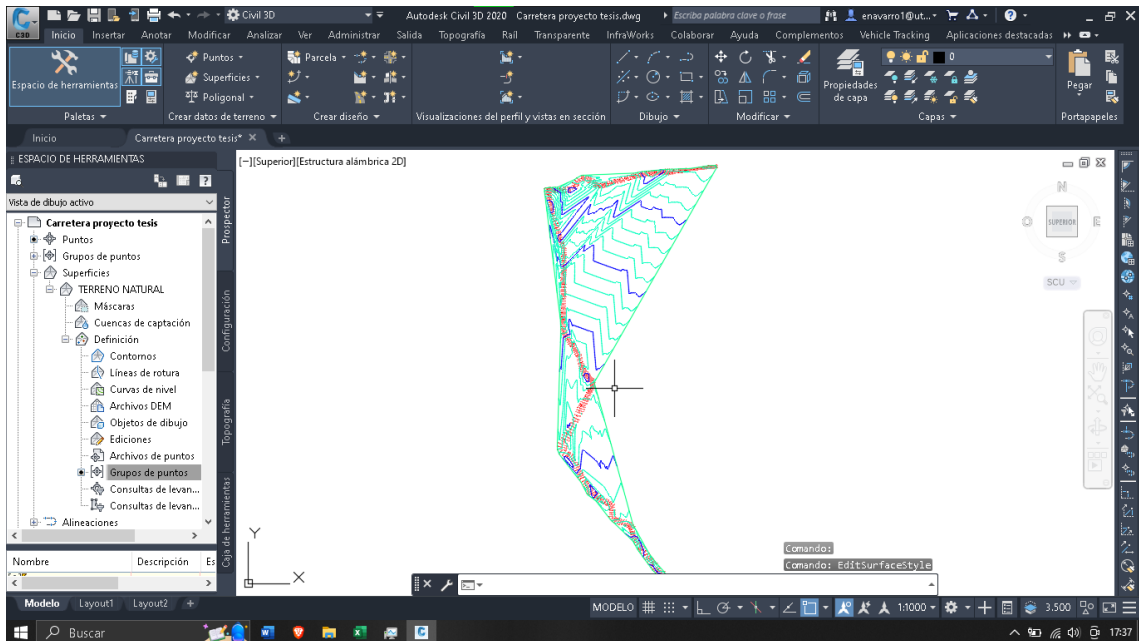


Ilustración 15 Polígono de superficie

Para editar la superficie primero tenemos que hacer visible los triángulos de la superficie para lo cual damos clic derecho sobre la misma y luego clic en editar estilo de superficie, en la pestaña visualización activamos la capa “triángulos”.

Una vez habilitado los triángulos nos posicionamos sobre la superficie dando un clic y en la parte superior podremos observar la herramienta “editar superficie”, seleccionamos suprimir línea y empezamos a editar la superficie hasta que se delimite por nuestra franja topográfica.

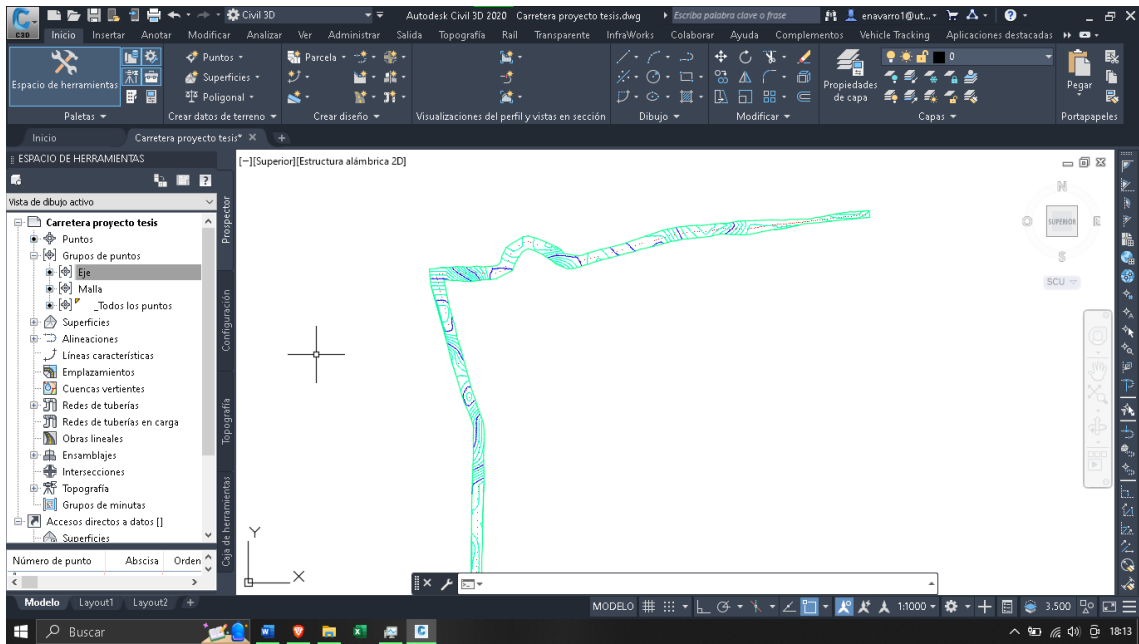


Ilustración 16 Edición de superficie

Etiquetado de curvas de nivel

Para etiquetar las curvas de nivel nos posicionamos sobre la superficie y luego nos dirigimos a “añadir etiquetas” y al desplazarse el menú damos clic en curvas de nivel múltiple, trazamos todas las curvas nuestra superficie y al finalizar se mostrarán las etiquetas de cada curva.

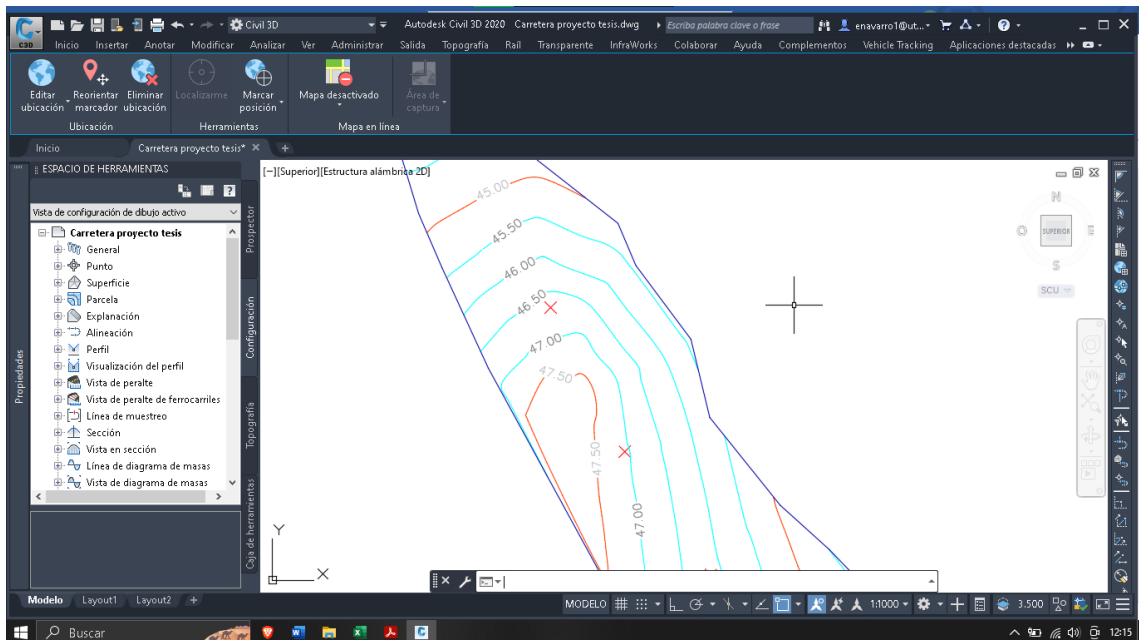


Ilustración 17 Etiquetado de curvas de nivel

Alineamiento horizontal

Para el proceso de alineamiento se debe considerar las características y propiedades de nuestra carretera, los radios mínimos de curvatura, las longitudes de transición, la longitud de las espirales, que están en función de la velocidad de diseño que se determinó, lamentablemente se asumió una velocidad de 100 km/h al ser una carretera de clase 1, pero debido a la limitante del trazado existente de la carreta y por cuestiones de presupuesto, se redujo la velocidad a 60 km/h y en un tramo en específico se redujo a 40 km/h debido a las curvas pronunciada, y 50 km/h para la zona rural que atraviesa la carretera, así cumpliendo con la normativa en cuanto al diseño geométrico.

Tabla 41 Cambios de velocidades en el proyecto

Abscisa	Velocidad adoptada (km/h)
0+000	60
1+180.06	40
2+350.06	60
4+995.50	50

Para este proceso se dirige a la función alineamiento y colocamos nuestros parámetros de diseño en función de la velocidad de diseño, además, de usar una tasa de sobreelevación promedio de 6%.

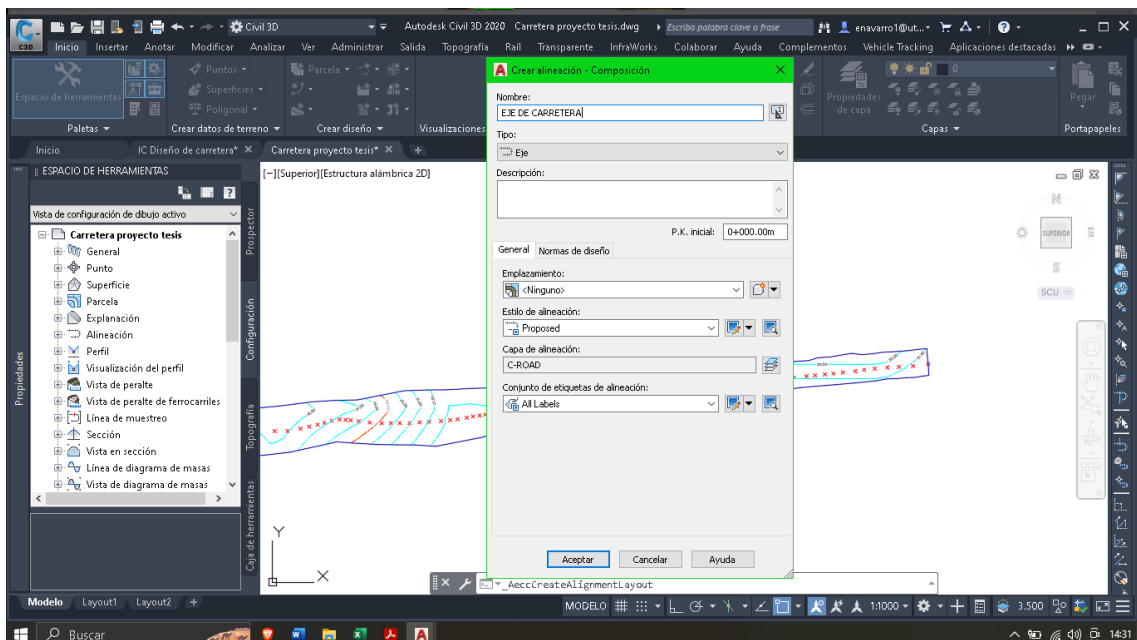


Ilustración 18 Creación del alineamiento - ajustes de normativa

Una vez ajustado todos los parámetros de diseño se empieza a trazar las tangentes lo más ajustado al trazado que ya existe de la carretera para evitar gastos adicionales al construirse, pero no afectando al adecuado diseño geométrico, con la herramienta de curvas, dependiendo de la necesidad y característica de la curva, se empezó a delimitar las curvas simples o curvas con espirales.

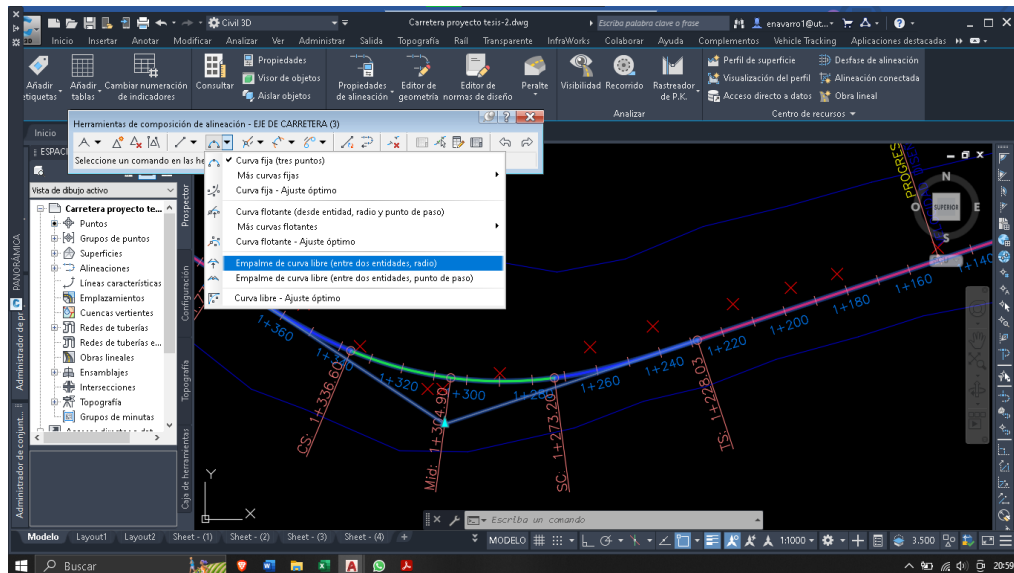


Ilustración 19 Creación de tangentes y curvas del alineamiento

Finalmente para fines de presentación se realizó el editado de etiquetas del alineamiento tratando de mostrar de manera clara los datos más relevantes para una adecuada lectura de planos.

Creación de perfiles longitudinales

Para la realización de los perfiles longitudinales nos posicionamos sobre el alineamiento antes creado y aparecerá la opción “perfiles de superficie” damos clic y añadiremos nuestra superficie la cual tiene el nombre de terreno natural, realizamos ciertas configuraciones y dando un clic en pantalla se creará el perfil.

Los perfiles longitudinales se encargan de brindar cierta información relacionada con la superficie y la rasante, por lo cual se debe editar y añadir las etiquetas que sean necesarias, en este caso el perfil longitudinal cuenta con 7 bandas que indican las progresivas, cota de terreno, cota de rasante, altura de corte y de relleno, alineamiento horizontal y por último el porcentaje de pendiente de la rasante.

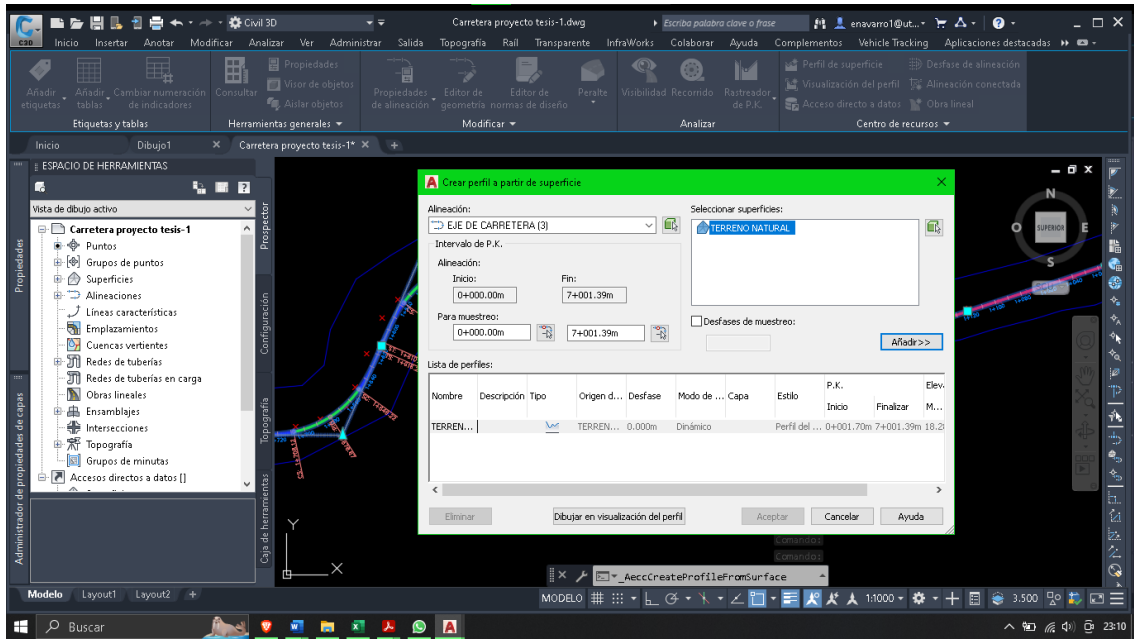


Ilustración 20 Creación del perfil longitudinal

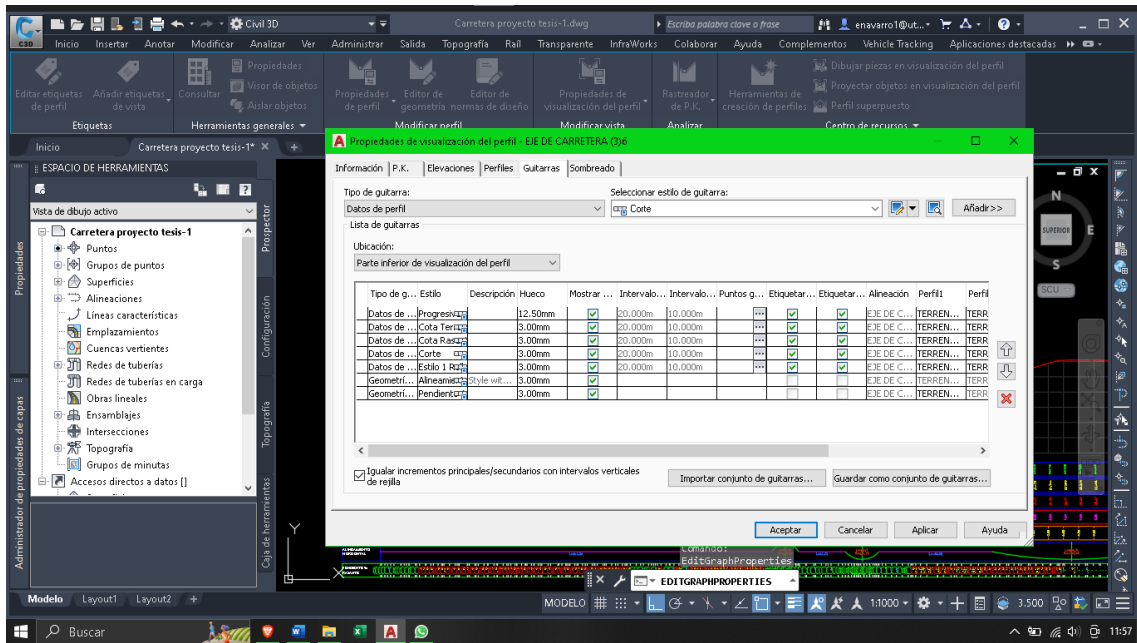


Ilustración 21 Edición de etiquetado y bandas del perfil

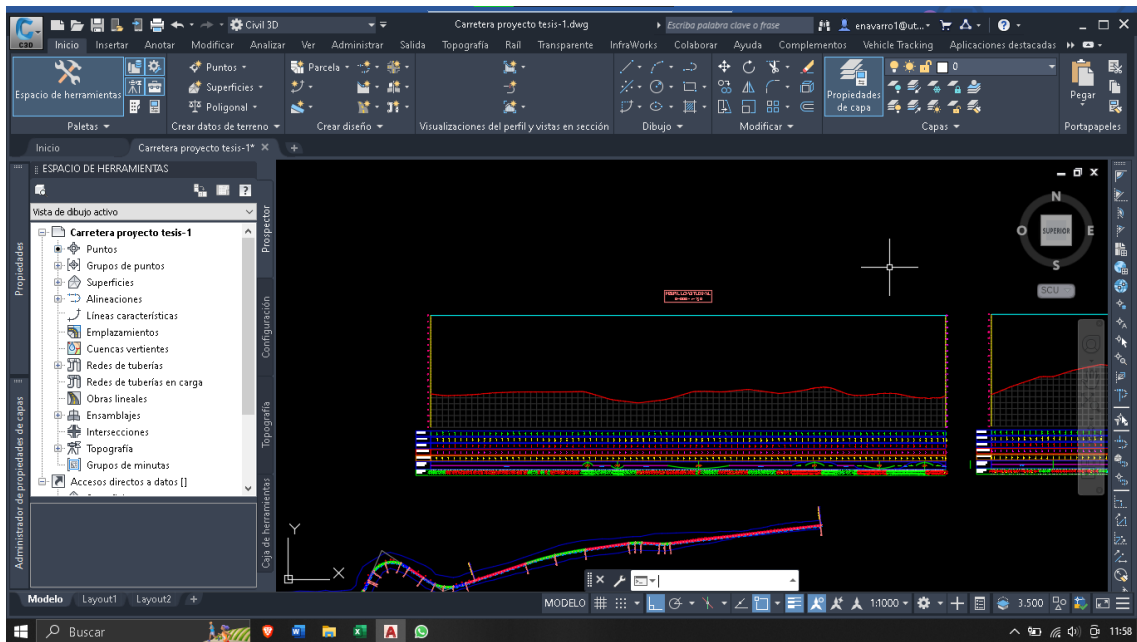


Ilustración 22 Perfil longitudinal

Creación de la rasante

Una vez finalizado el perfil longitudinal podemos observar las elevaciones y forma que tiene la superficie con lo cual podemos trazar una línea conocida como rasante respetando las condiciones impuestas por la normativa tanto para las curvas cóncavas y convexas, en este caso no se presentó dificultad debido al que el terreno donde se desarrolla el alineamiento de la carretera es bastante plano y se trazó una rasante que tenga más zonas de corte ya que el relleno implica aumento en el presupuesto, además la misma tierra de corte servirá para las zonas donde se requiera relleno.

Para crear la rasante damos clic al perfil y seleccionamos la opción “herramientas de creación de perfiles” y se abrirá una ventana donde se puede ajustar las propiedades de la rasante, y aplicar una normativa donde se establecen los radios mínimos de curvatura cóncava y convexa, se dibuja la rasante tratando de evitar exceso de relleno y respetando la norma.

Para fines de presentación se debe realizar la edición de las etiquetas de la subrasante donde se indique datos como el radio, longitud y elevaciones de las curvas de la rasante

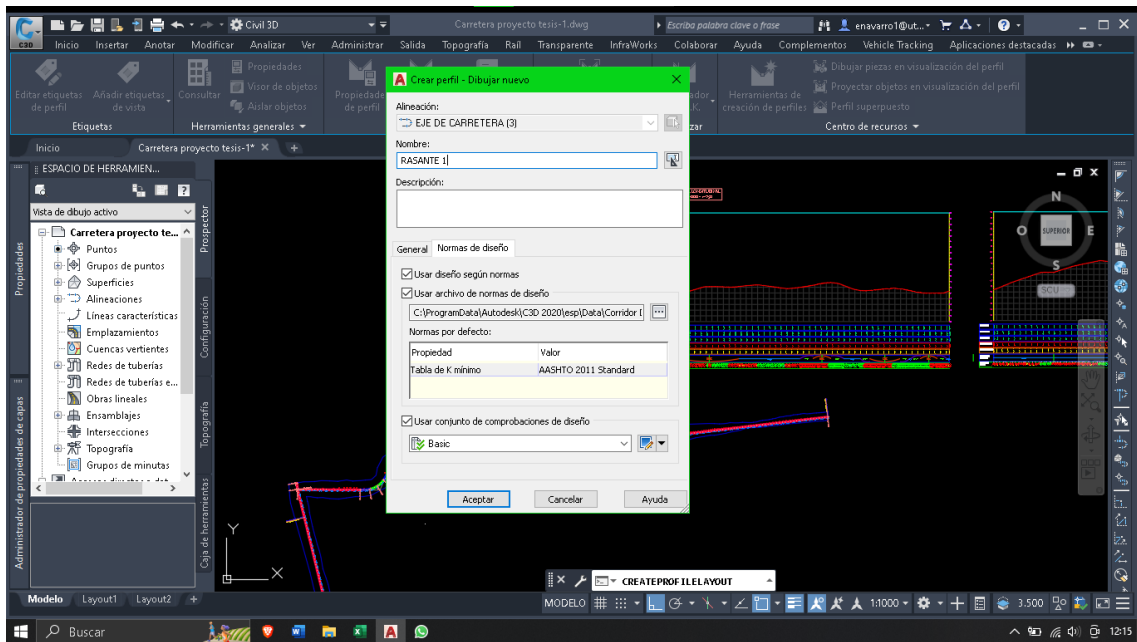


Ilustración 23 Creación de la rasante

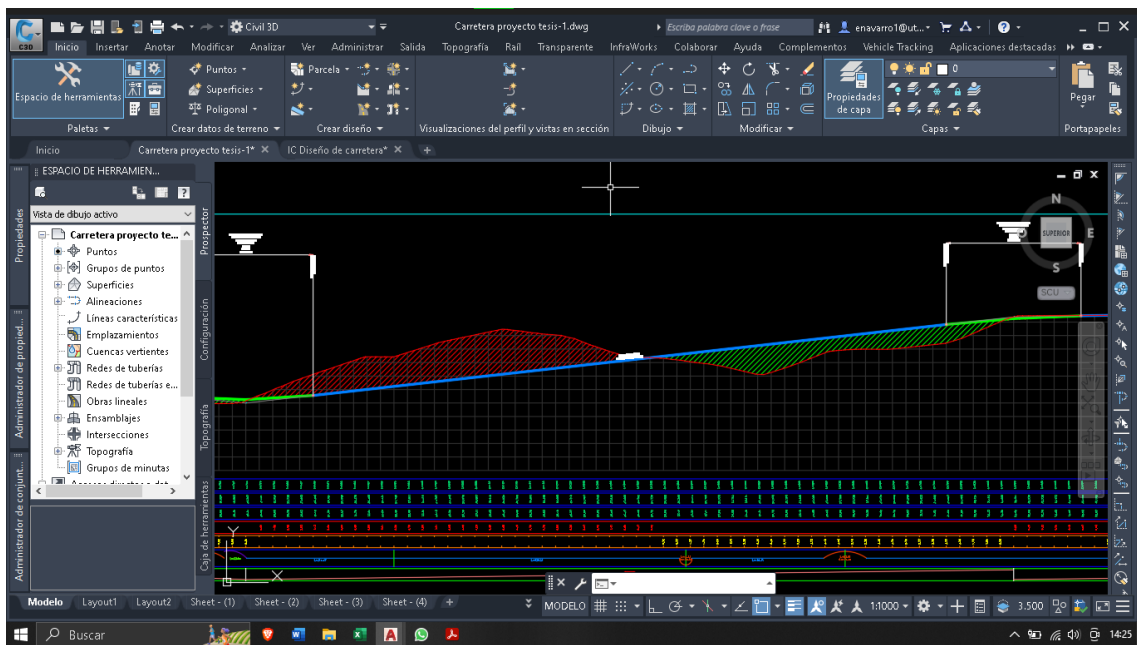


Ilustración 24 Edición de las etiquetas de la rasante

Creación secciones transversales típicas de carreteras o ensamble

Para definir las secciones transversal tipo se necesita saber las propiedades de suelo natural donde estará la carretera, en este caso es un suelo limo arcilloso, el cual tendrá valores específicos, en este proyecto se realizó dos secciones tipo, con las misma caracterización de suelo, pero cambiando las dimensiones del ancho de espaldón,

debido a que la carretera se ubica en una zona rural y urbana, para la zona rural la anchura es 2.5 metros y 0.5 metros en la zona urbana.

Para crear estas secciones nos dirigimos a la sección “ensamblajes” damos clic y se despliega un menú y al aceptar se procede a dar clic en pantalla para que se coloque el eje de la sección, posteriormente añadimos el carril, el espaldón y por último, el talud y pendiente de cuneta.

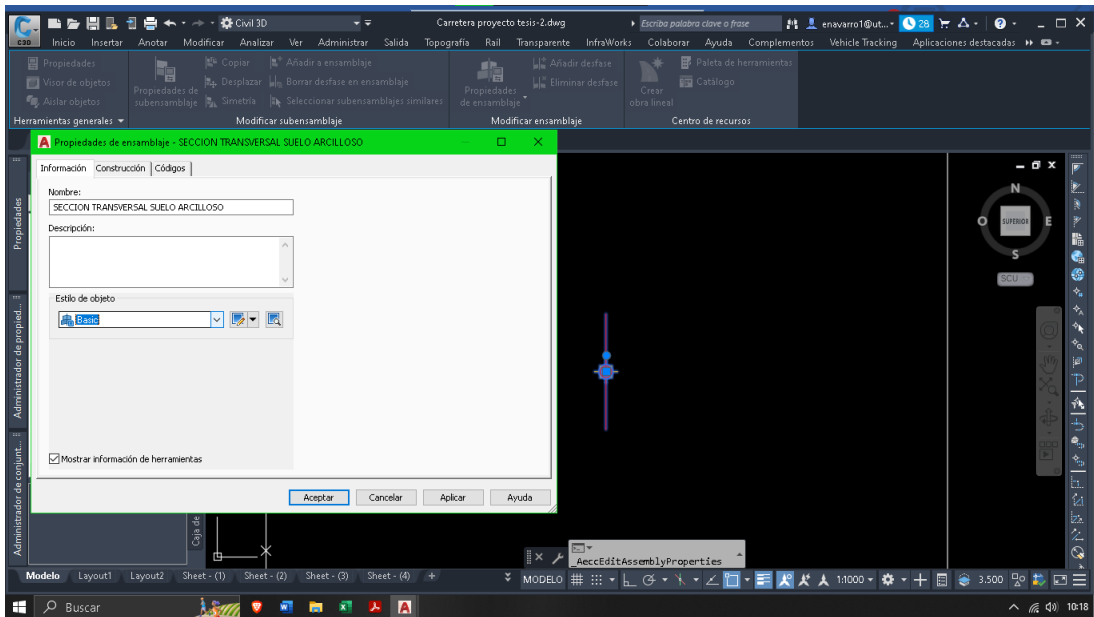


Ilustración 25 Creación de perfil de sección tipo

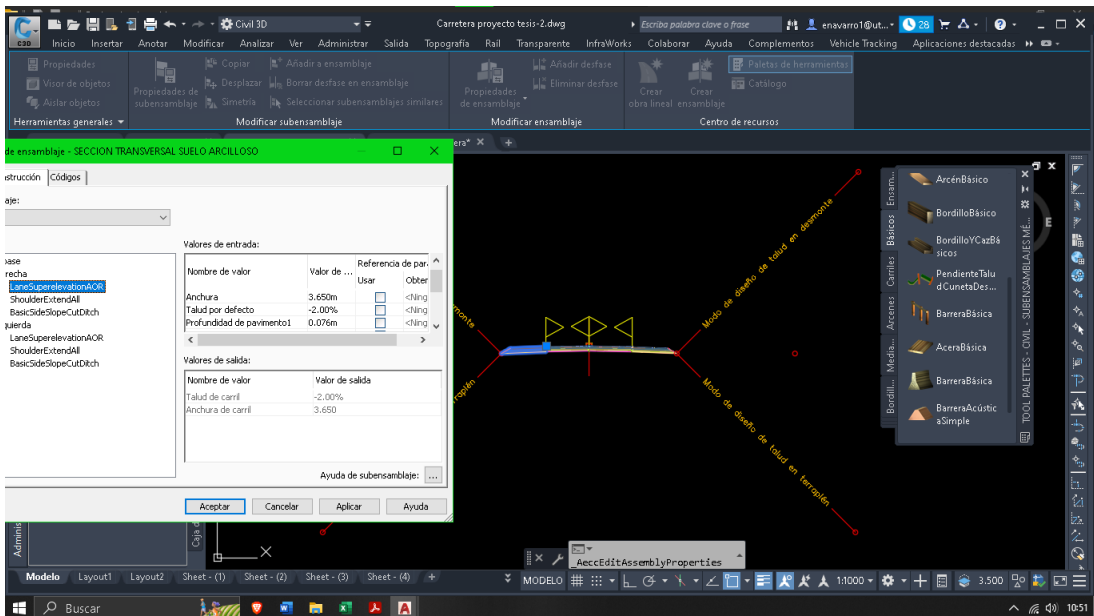


Ilustración 26 Edición de los componentes del carril

Creación del desfase de alineamiento y sobre anchos de curvas

Cada curva necesita un sobreelevación en especial cuando estas son de un radio muy reducido, el sobreelevación en curvas está en función del radio de curvatura y el porcentaje de tasa de elevación.

Para realizar este proceso seleccionamos el alineamiento y damos clic en la opción desfase de alineación, y modificamos las necesidades de diseño para nuestra carretera, el ancho de carril será de 3.65 metros y los sobreelevaciones serán creados automáticamente bajo la normativa AASHTO para una tasa de sobreelevación de 8%.

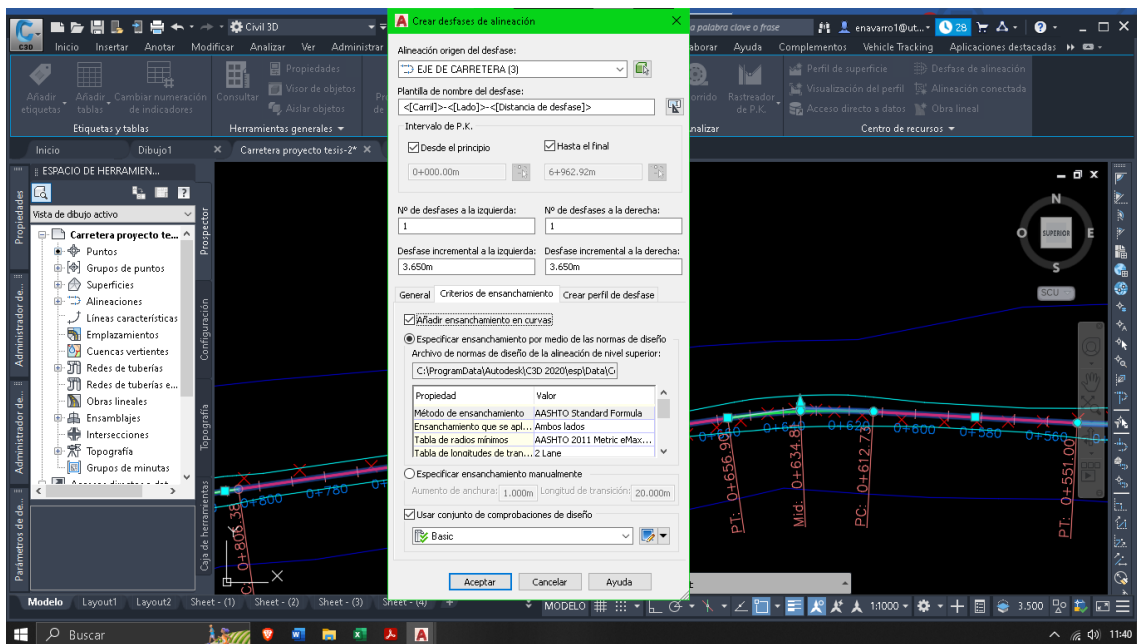


Ilustración 27 Creación y edición de sobreelevaciones

Creación del corredor vial

Ya definidas las secciones transversales tipo, se puede crear el corredor u obra vial, para esto como antes se estableció crear dos perfiles para una zona rural y una zona urbana, que se diferencian por su anchura de espaldones, para la zona rural se decidió usar 2.5 metros por cuestiones de espacio y reducción en el presupuesto, y para la zona urbana un espaldón de 0.5 metros, la sección rural empieza en la abscisa 0+000 y termina en 5+147.64, mientras que la urbana desde 5+147.64 hasta 6+962.92.

Para realizar este proceso nos posicionamos en el alineamiento y presionamos en la opción de “obra civil” se desplegará una ventana donde deberemos proporcionar

medidas de carril, seleccionar la rasante, la superficie y además los perfiles que se definió.

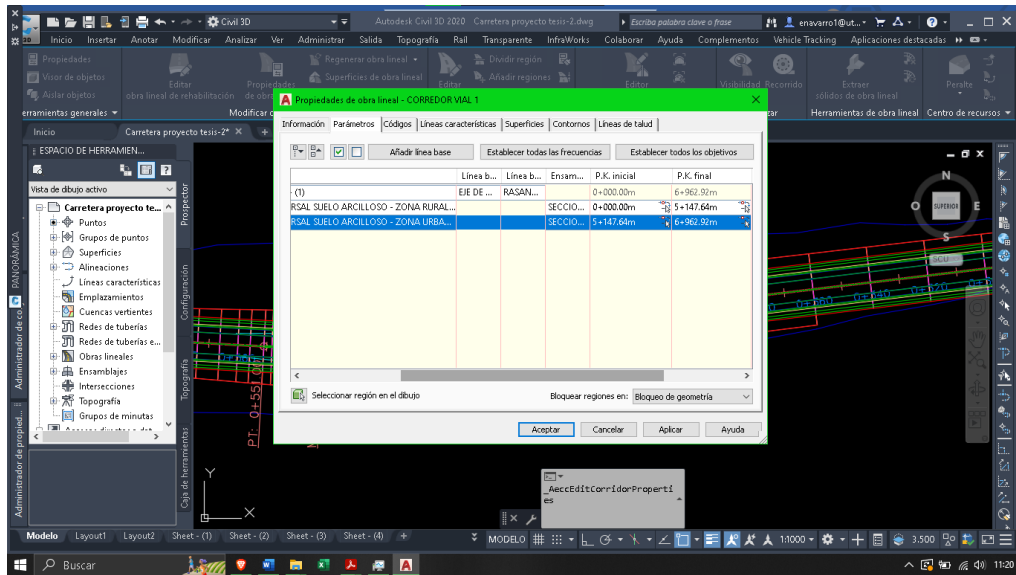


Ilustración 28 Creación del corredor vial

Generación de secciones transversales de la carretera

A partir de este procedimiento se podrá visualizar los cortes transversales de la carretera para posteriormente calcular los volúmenes de corte y relleno que son fundamentales a la hora de crear un presupuesto y cronograma. Antes debemos crear la superficie de la obra lineal para lo cual cliquearemos la obra lineal antes hecha y seleccionamos la opción “crear superficie de obra lineal” y luego añadiremos el corredor vial creado.

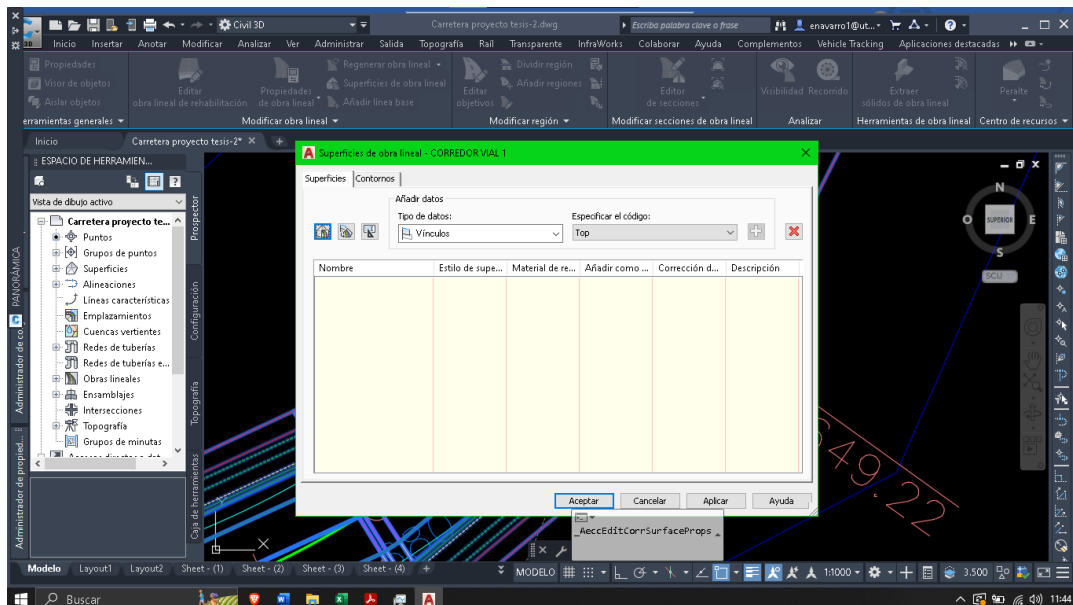


Ilustración 29 Creación de la superficie de obra lineal

A continuación se realizan las líneas de muestro las cuales indican que en ese corte se creará un perfil de corte y relleno transversal, para esto damos clic en la opción “crear líneas de muestro” e inmediatamente damos un enter donde podremos escoger nuestro alineamiento, para el caso se crearán líneas de muestro cada 20 metros en las tangentes y cada 10 metros en curvas y espirales.

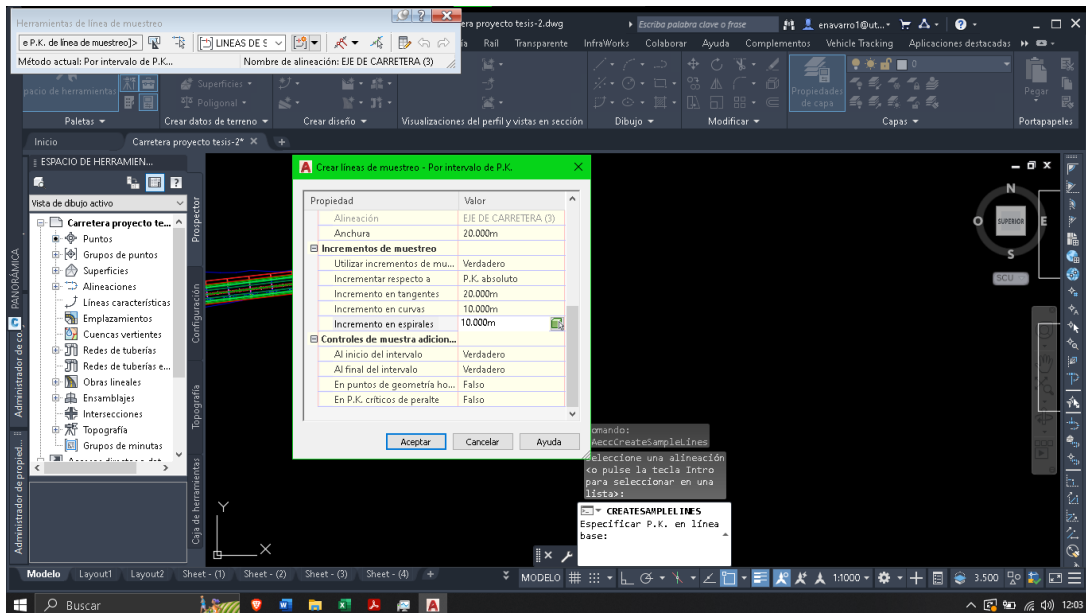


Ilustración 30 Creación de las líneas de muestro para secciones transversales

Seguido de las líneas de muestro ya podemos crear las vistas de secciones transversales, damos clic en la opción “vistas en secciones” y posteriormente en “crear varias vistas”, se desplegará una ventana y modificamos lo requerido.

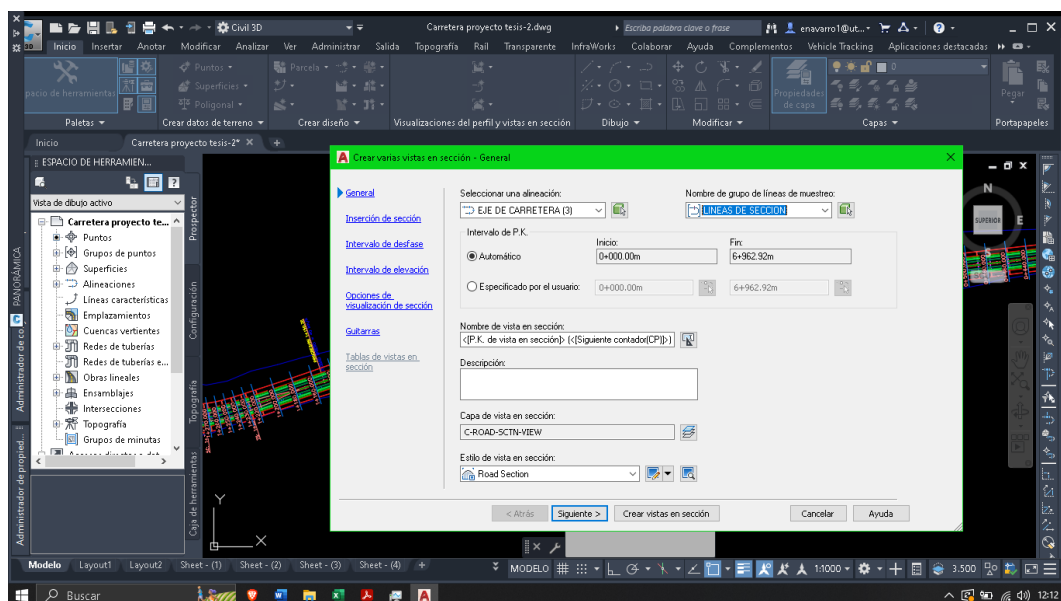
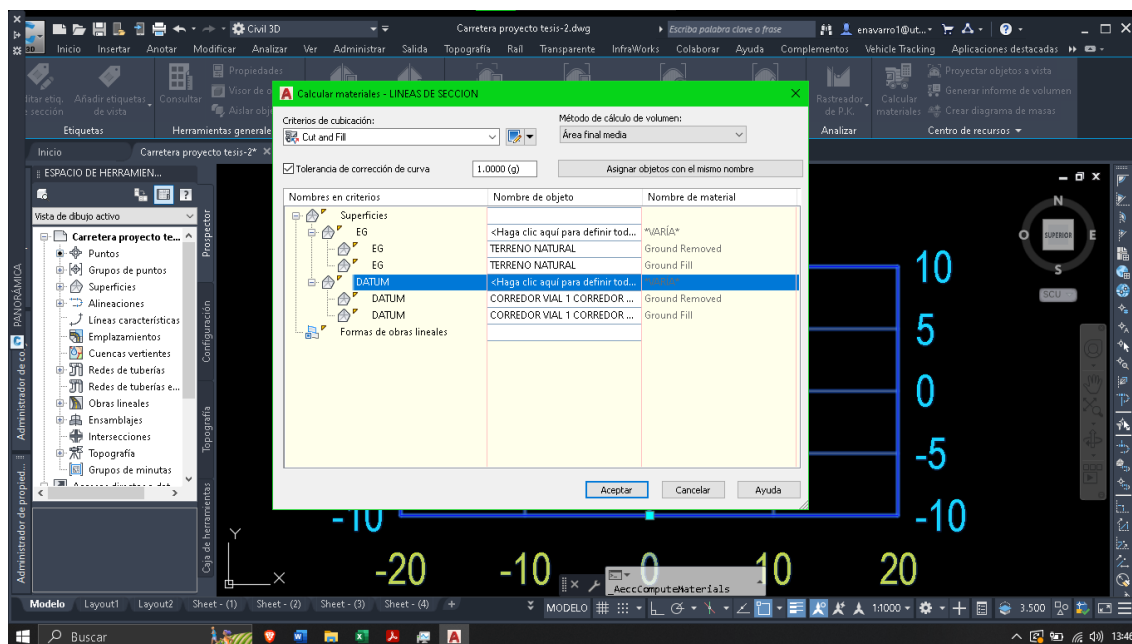


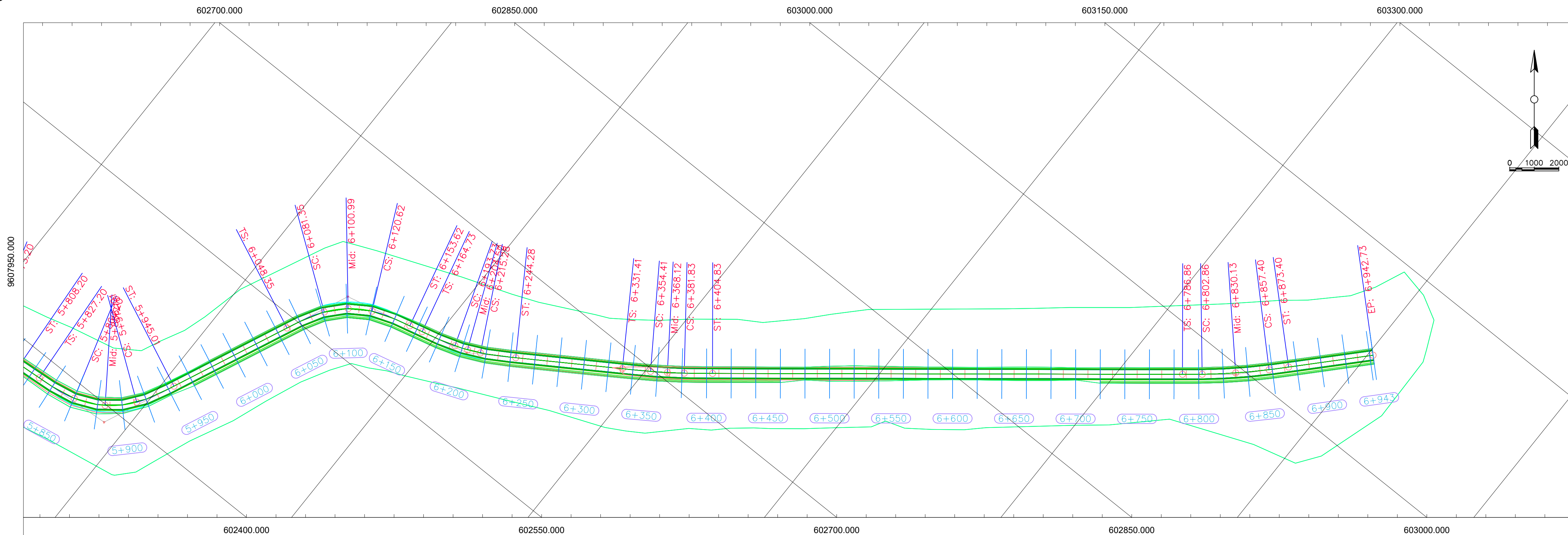
Ilustración 31 Creación de vistas de secciones transversales

Cubicación: movimiento de tierra cálculo de materiales.

En este proceso se determinará los cálculos de volúmenes de materiales que se necesita cortar o rellenar para lo cual en la pestaña “Analizar” damos clic en “Calculo de material” y selección amos los datos requeridos para que proceda a calcular.

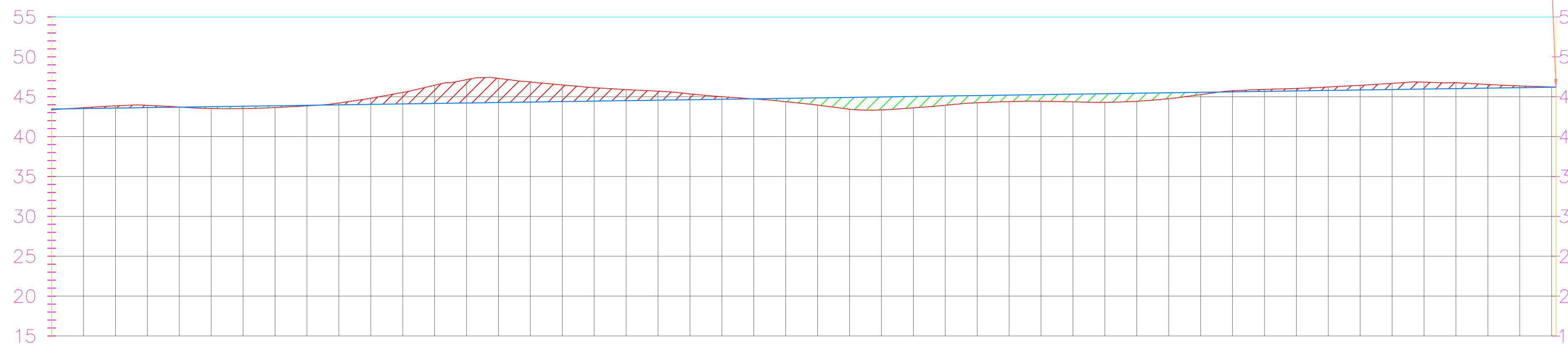


4.1.12.1 Planos definitivos



ABSC PIV = Km 6+942.73
COTA PIV = 46.200

PERFIL LONGITUDINAL



PROGRESIVAS	6+000 6+020 6+040 6+060 6+080 6+100 6+120 6+140 6+160 6+180 6+200 6+220 6+240 6+260 6+280 6+300 6+320 6+340 6+360 6+380 6+400 6+420 6+440 6+460 6+480 6+500 6+520 6+540 6+560 6+580 6+600 6+620 6+640 6+660 6+680 6+700 6+720 6+740 6+760 6+780 6+800 6+820 6+840 6+860 6+880 6+900 6+920 6+942.73																																																	
COTA TERRENO	43.366	43.620	43.851	43.919	43.704	43.522	43.514	43.639	43.853	44.204	44.812	45.539	46.439	47.139	47.297	46.851	46.480	46.132	45.884	45.703	45.350	45.003	44.723	44.376	43.953	43.426	43.353	43.603	43.929	44.241	44.387	44.424	44.357	44.299	44.422	44.759	45.265	45.743	45.914	46.041	46.222	46.428	46.674	46.822	46.764	46.532	46.352	46.200		
COTA RASANTE	43.46	43.52	43.58	43.63	43.69	43.75	43.81	43.87	43.92	43.98	44.04	44.10	44.16	44.22	44.27	44.33	44.39	44.45	44.51	44.56	44.62	44.68	44.74	44.80	44.86	44.91	44.97	45.03	45.09	45.15	45.20	45.26	45.32	45.38	45.44	45.49	45.55	45.61	45.67	45.73	45.79	45.84	45.90	46.02	46.08	46.13	46.13			
ALTURA DE CORTE	0.10	0.27	0.28	0.01					0.22	0.77	1.44	2.28	2.92	3.02	2.52	2.09	1.68	1.38	1.14	0.73	0.32																		0.13	0.25	0.31	0.44	0.58	0.77	0.86	0.75	0.46	0.22	0.00	
ALTURA DE RELLENO						0.23	0.29	0.23	0.07														0.02	0.42	0.90	1.49	1.62	1.43	1.16	0.90	0.82	0.84	0.96	1.08	1.01	0.74	0.29													
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	L=103.34 L=33.00 L=39.27 R=79.00 L=33.00 L=11.10 L=29.62 R=150.00 L=21.55 R=50.00 L=87.13 L=23.62 R=50.00 L=23.00 L=382.04 L=16.00 R=500.00 L=54.53 R=16.00 L=69.34																																																	
PENDIENTE % RASANTE	0.29% 2643.64																																																	

INSTITUCIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

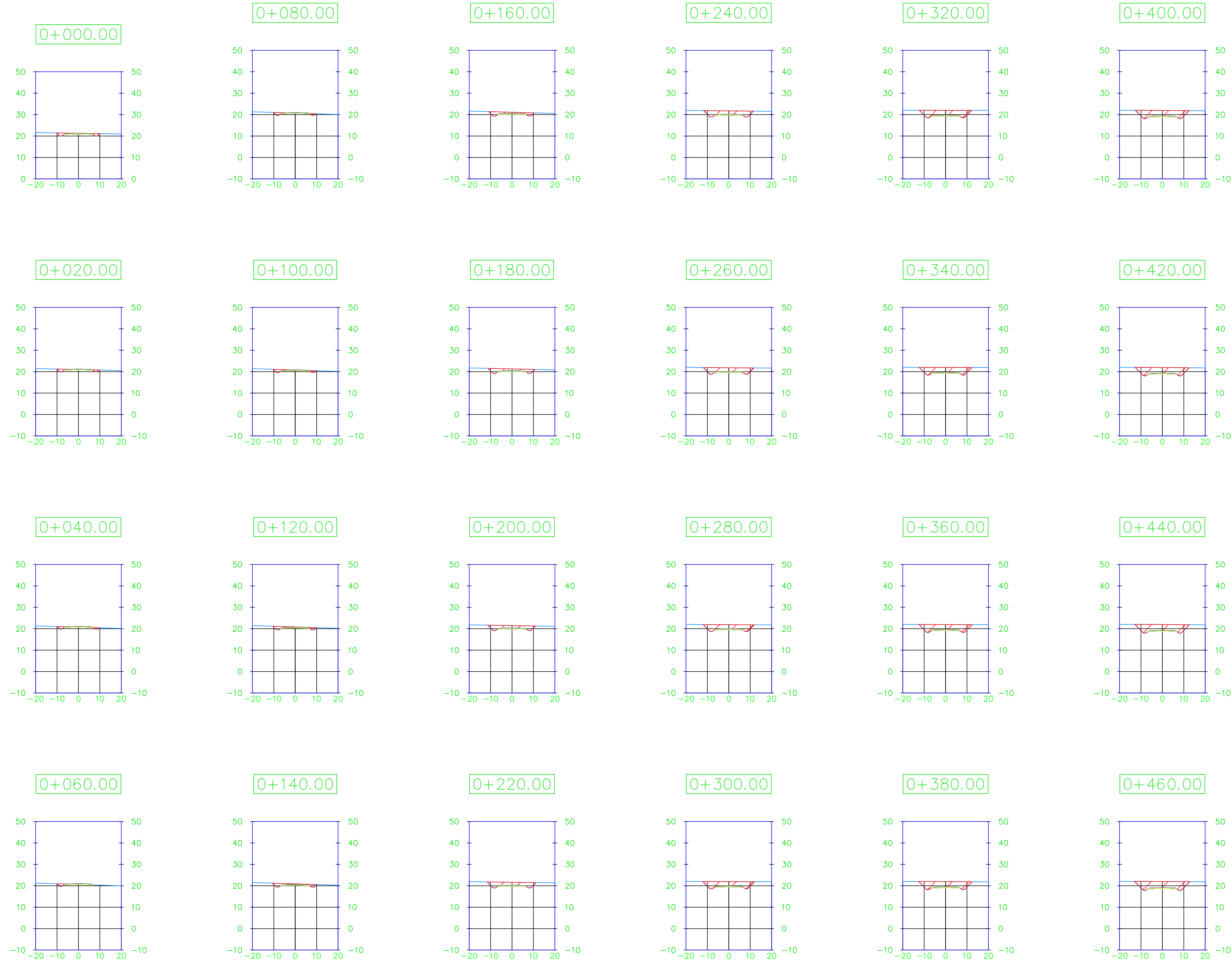


No.	Revision/Issue	Date

Contiene:
Alineamiento horizontal y perfil longitudinal desde la abscisa 6+000 a 6+942.73

Nombre del proyecto:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA ARENILLAS - INTERSECCIÓN VÍA A LA CUCA

Responsable: NAVARRO CANGÁS ERICK	Plano: N°7
Fecha: 25-09-2023	
Escala: 1:200 1:2000	



INSTITUCIÓN

UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
MACHALA



FACULTAD
DE
INGENIERÍA
CIVIL

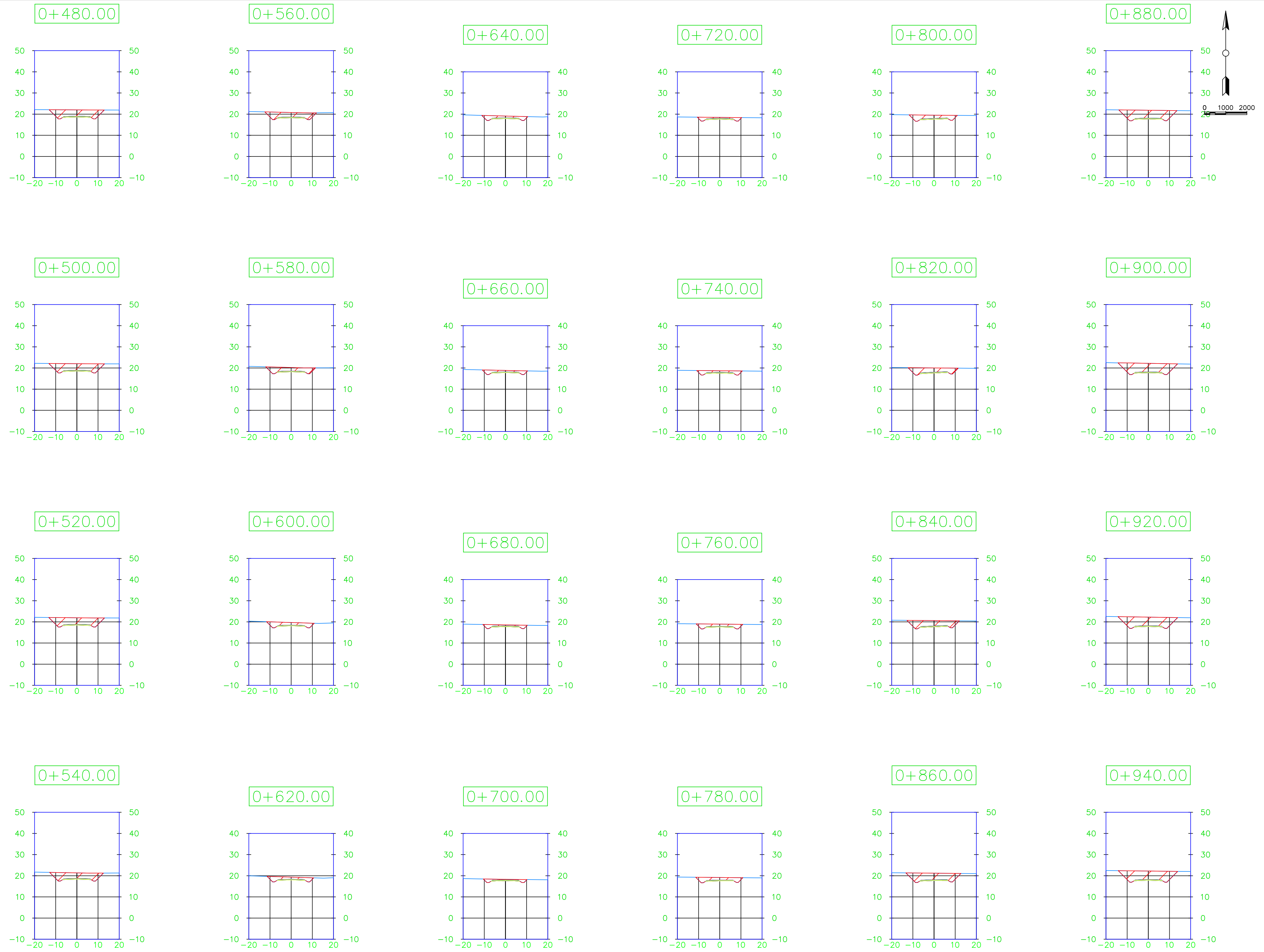


No.	Revision/Issue	Date

Contiene:
Secciones transversales desde la abscisa 0+000 a 0+460

Nombre del proyecto:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA ARENILLAS – INTERSECCIÓN VÍA A LA CUCA

Responsable: NAVARRO CANGÁS ERICK	Plano: N°8
Fecha: 25-09-2023	
Escala: 1:1000	



INSTITUCIÓN

UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
MACHALA



FACULTAD
DE
INGENIERÍA
CIVIL

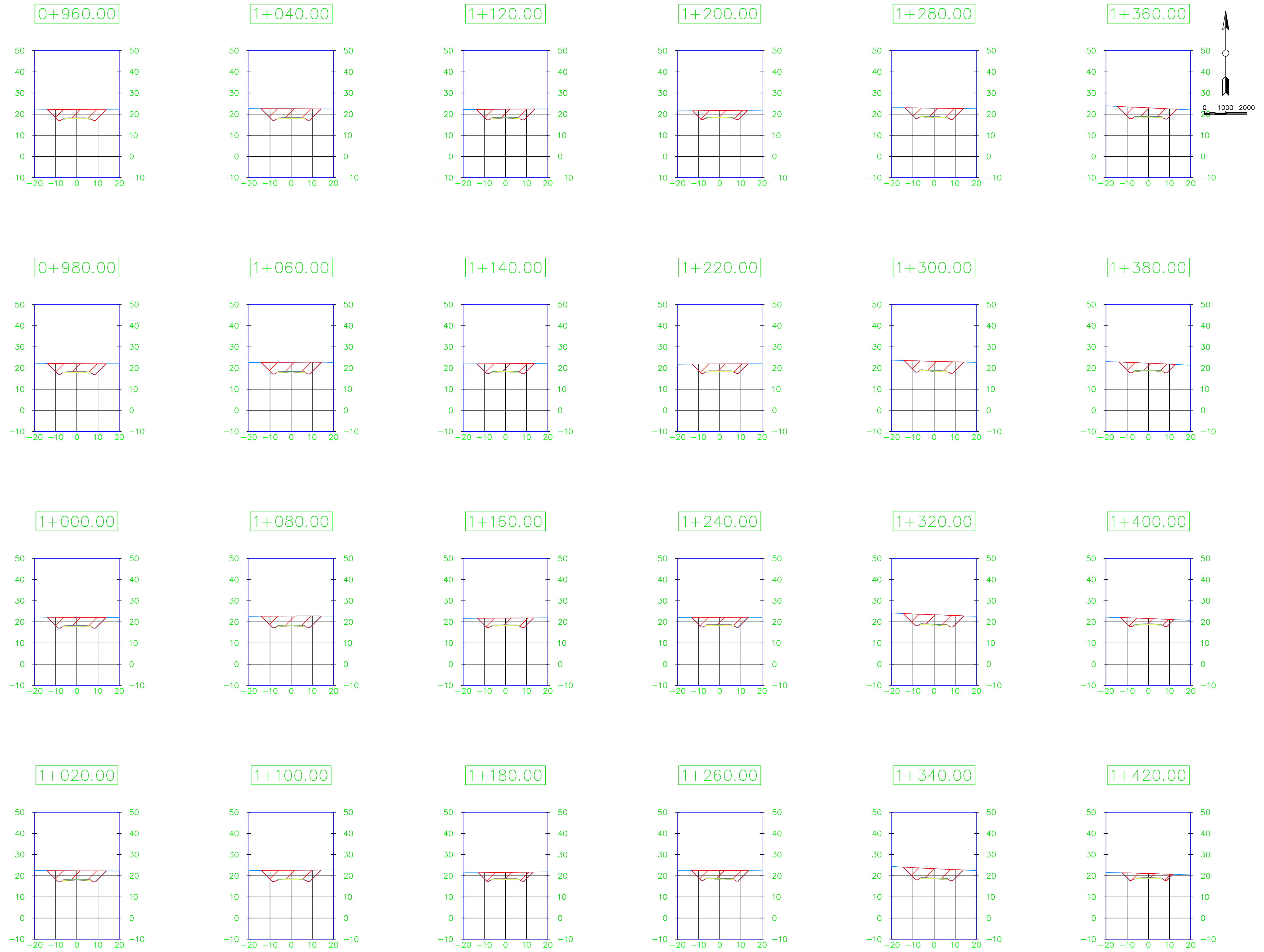


No.	Revision/Issue	Date

Contiene:
Secciones transversales desde la abscisa 0+480 a 0+940

Nombre del proyecto:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA ARENILLAS – INTERSECCIÓN VÍA A LA CUCA

Responsable: NAVARRO CANGÁS ERICK	Plano: N°9
Fecha: 25-09-2023	
Escala: 1:1000	



INSTITUCIÓN

UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
MACHALA



FACULTAD
DE
INGENIERÍA
CIVIL



No.	Revision/Issue
Date	

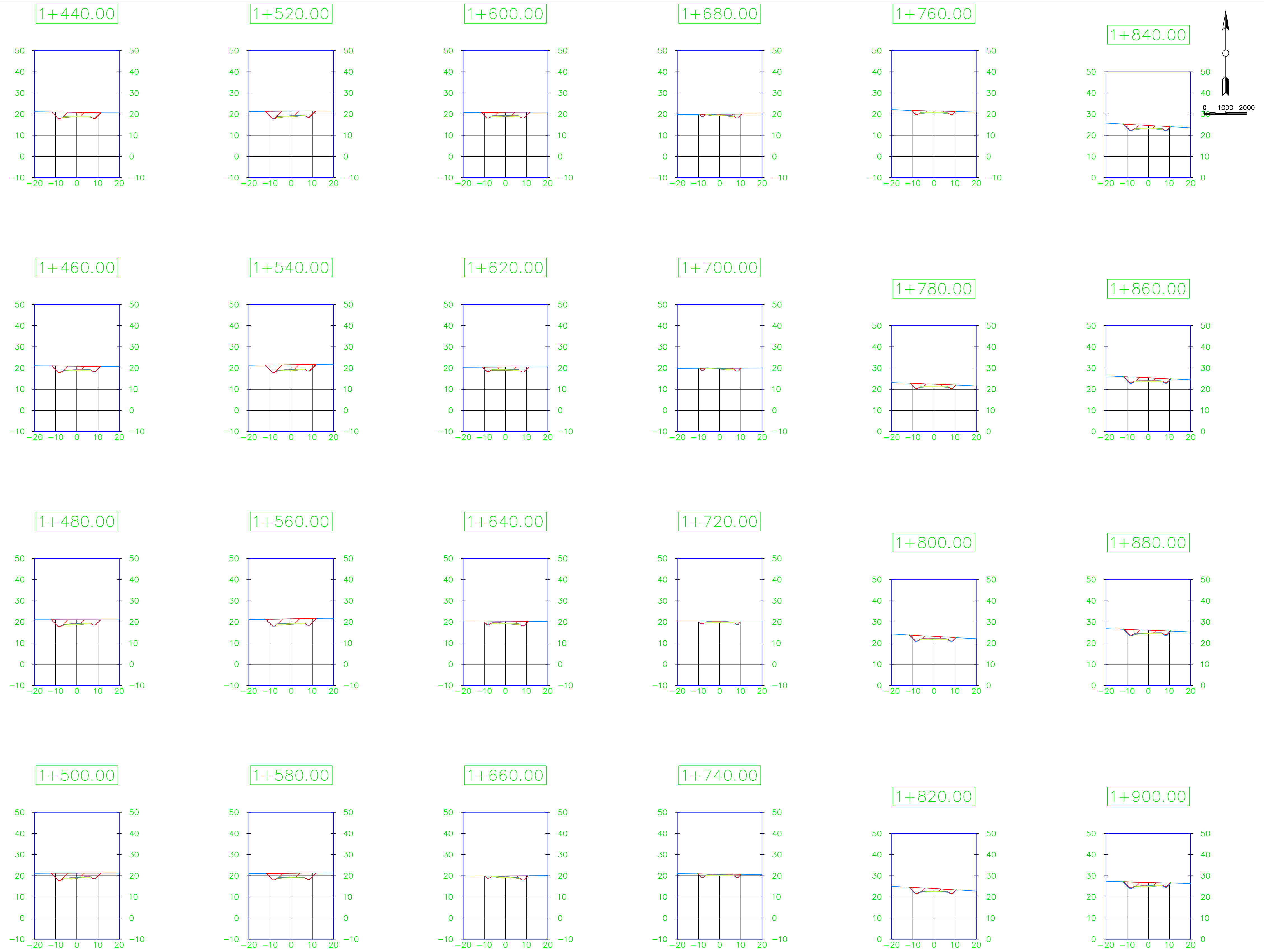
Contiene:

Secciones transversales desde la abscisa 0+960 a 0+420

Nombre del proyecto:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA ARENILLAS – INTERSECCIÓN VÍA A LA CUCA

Responsable: NAVARRO CANGÁS ERICK	Plano: N°10
Fecha: 25-09-2023	
Escala: 1:1000	



INSTITUCIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA



FACULTAD
DE
INGENIERÍA
CIVIL

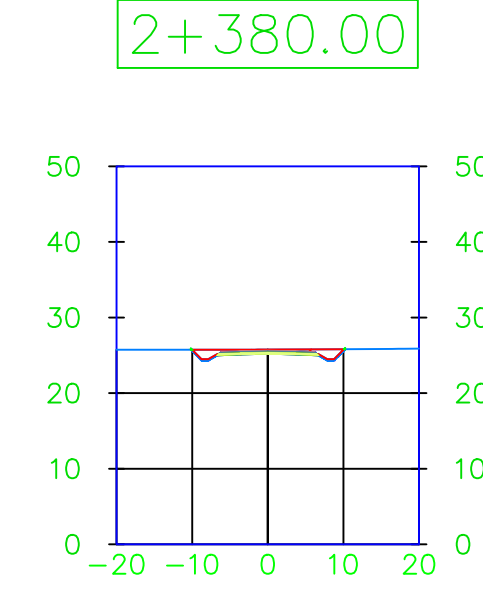
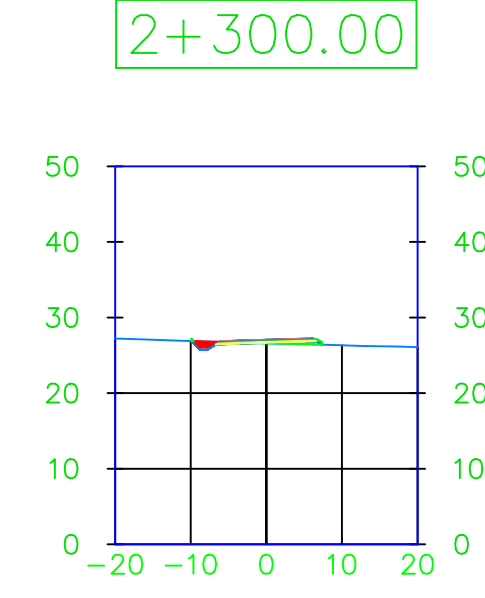
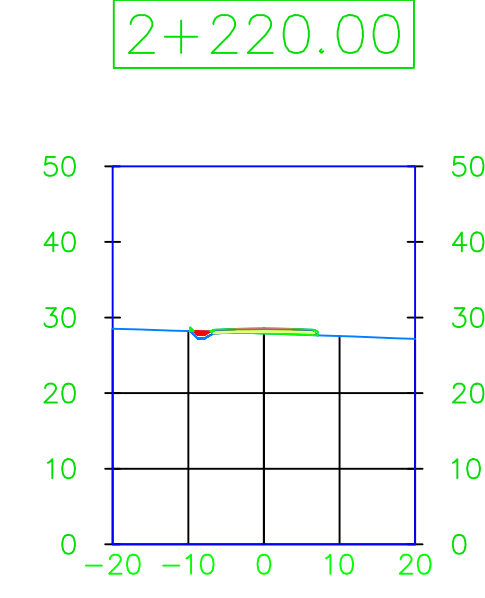
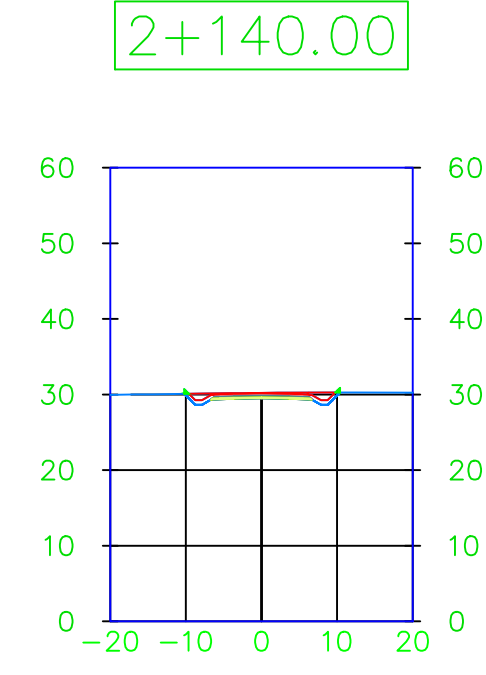
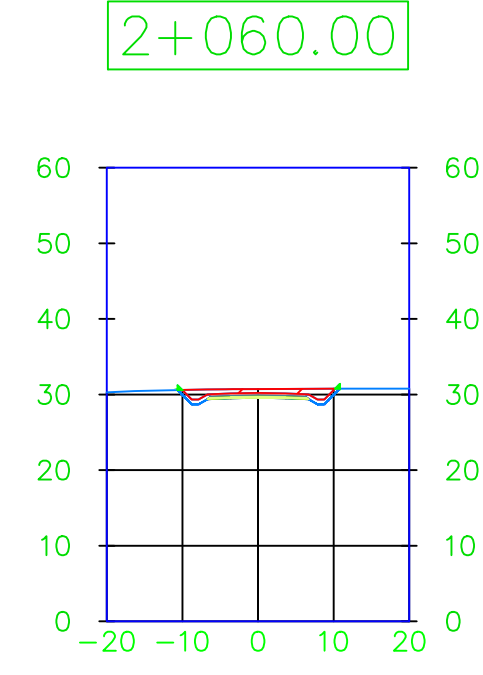
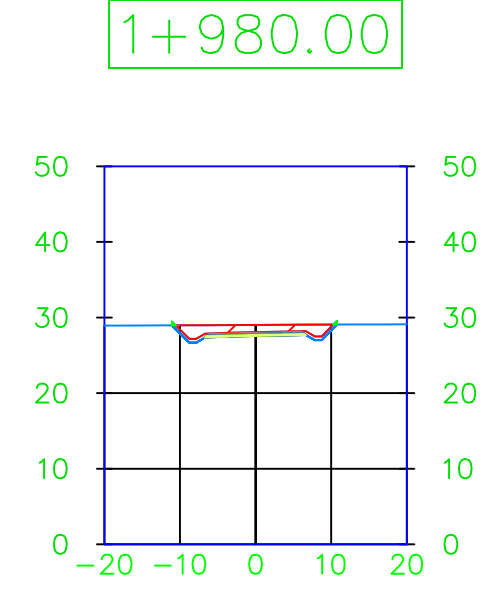
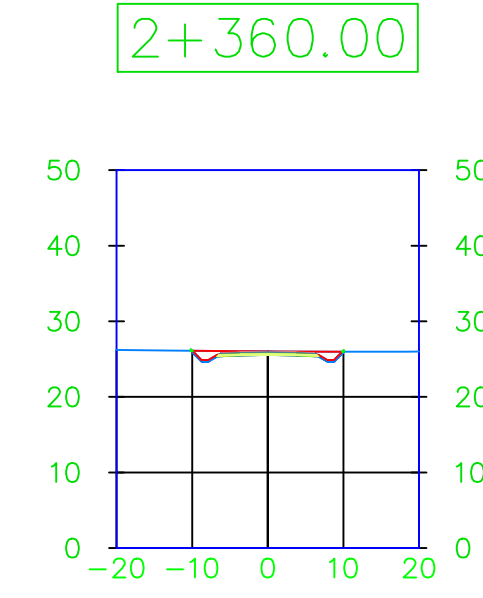
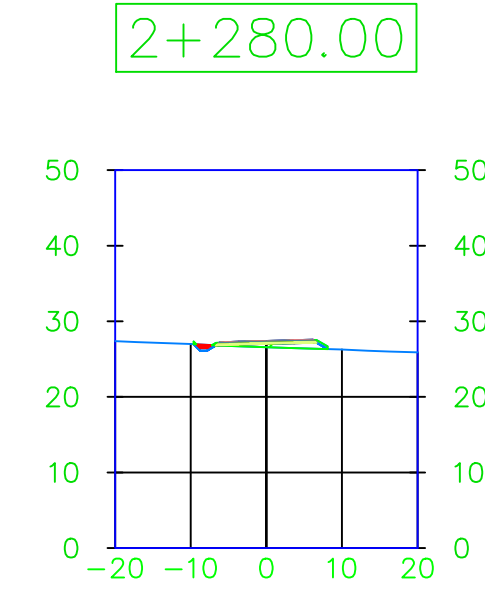
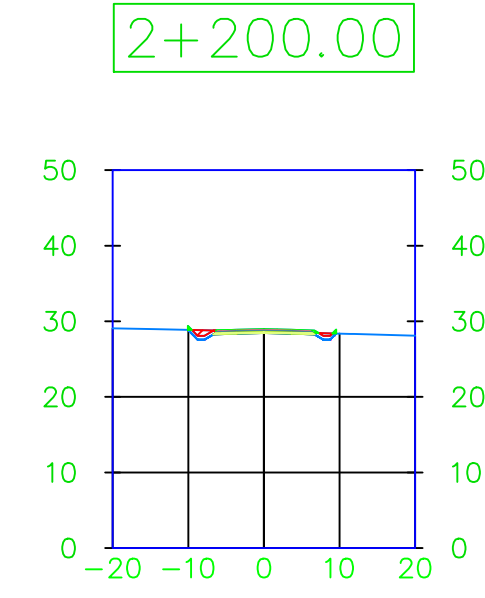
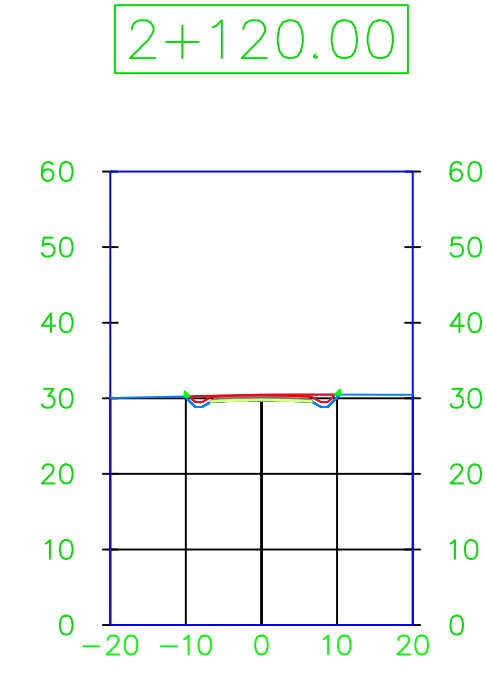
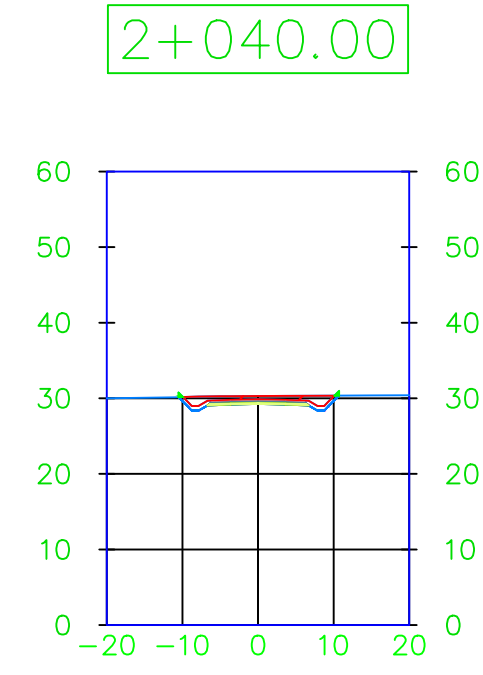
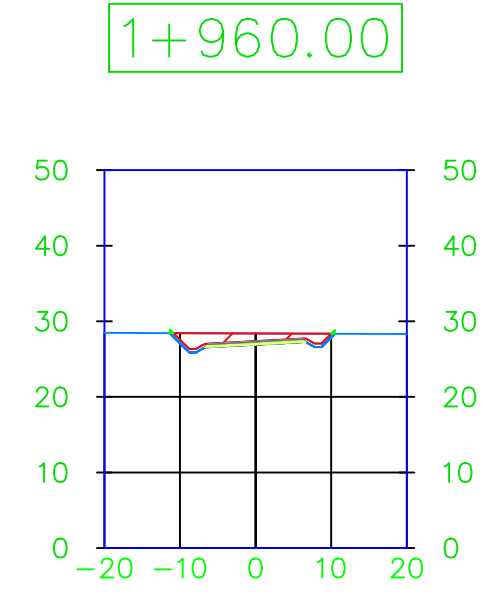
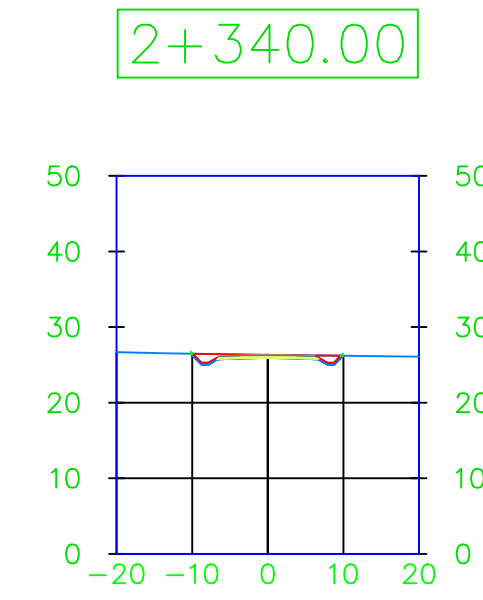
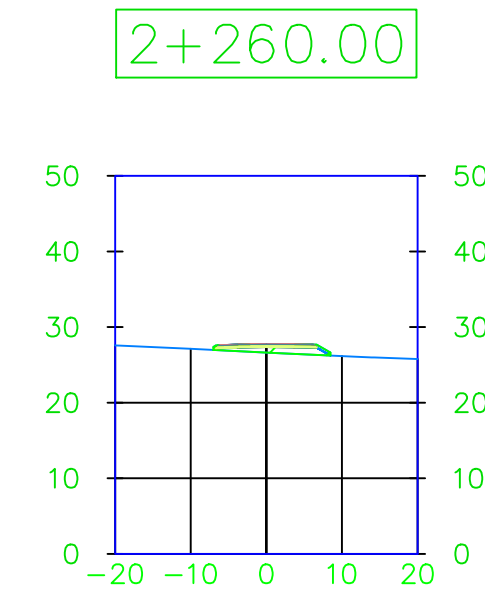
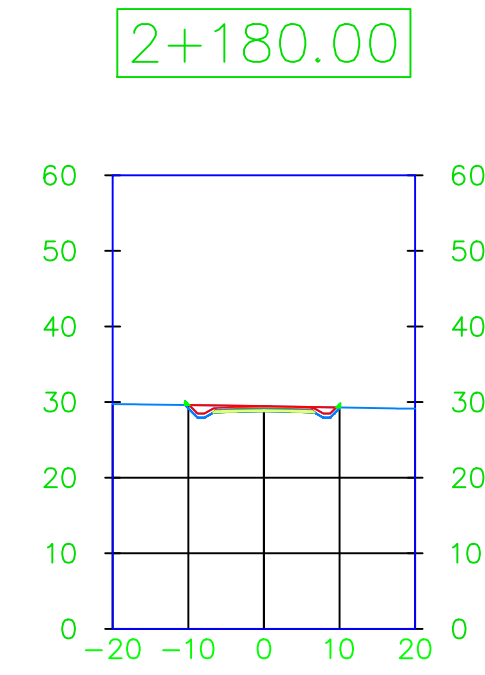
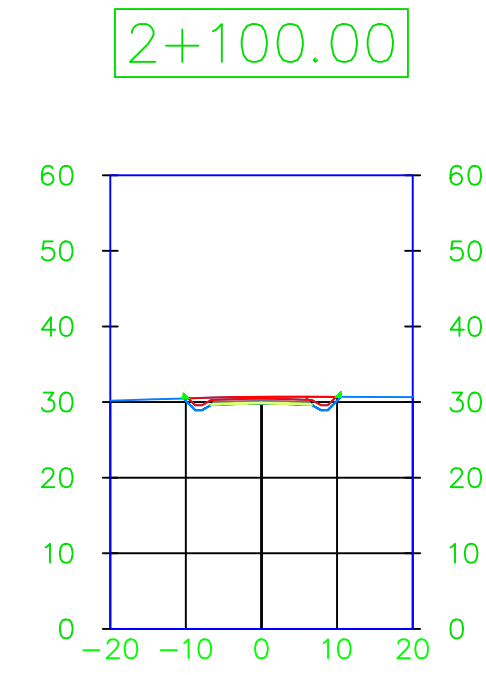
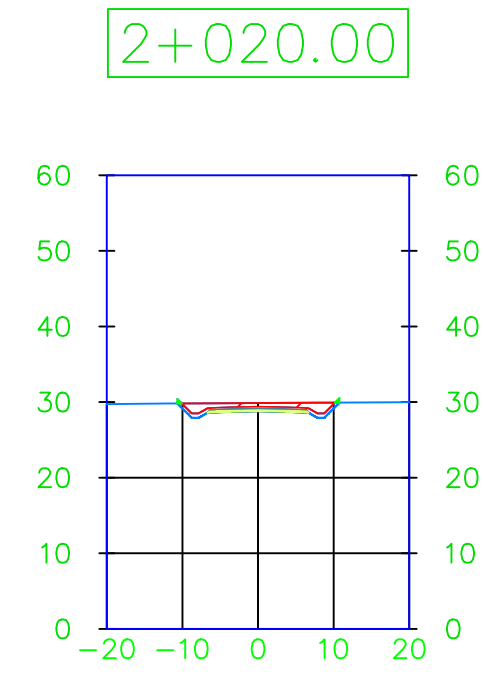
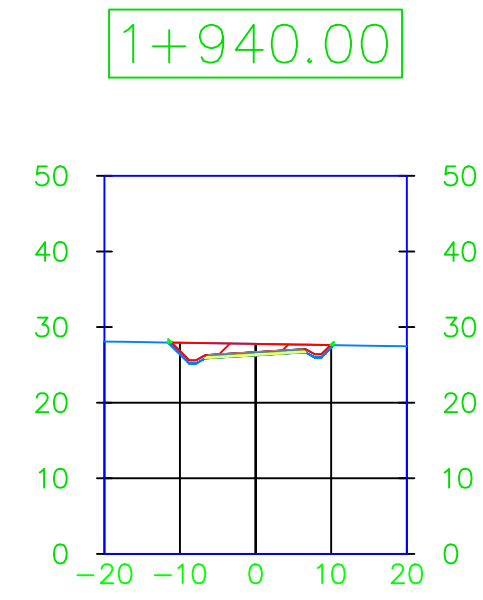
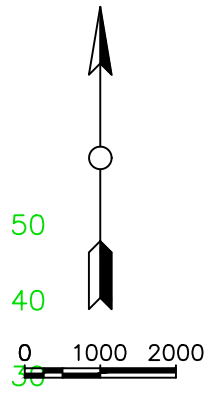
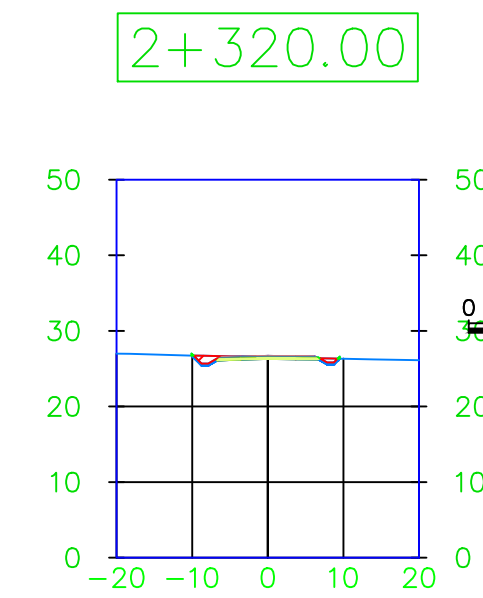
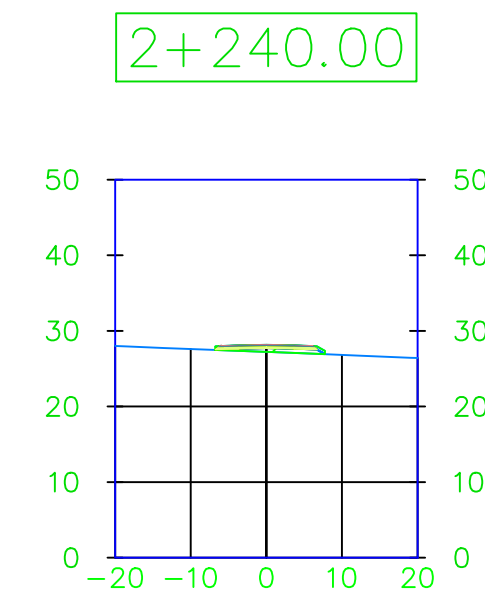
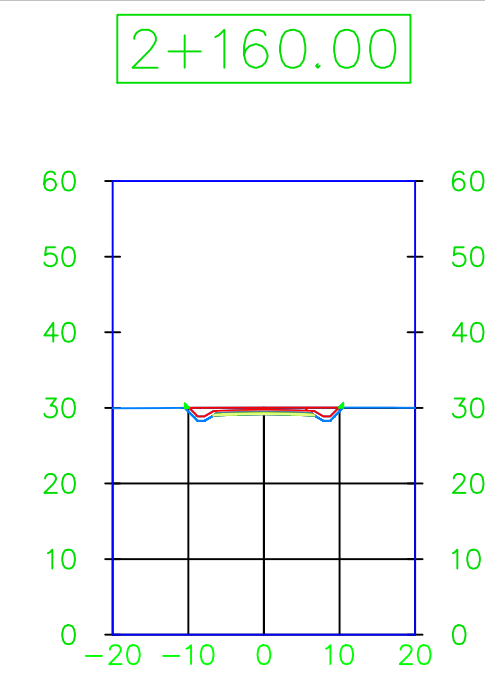
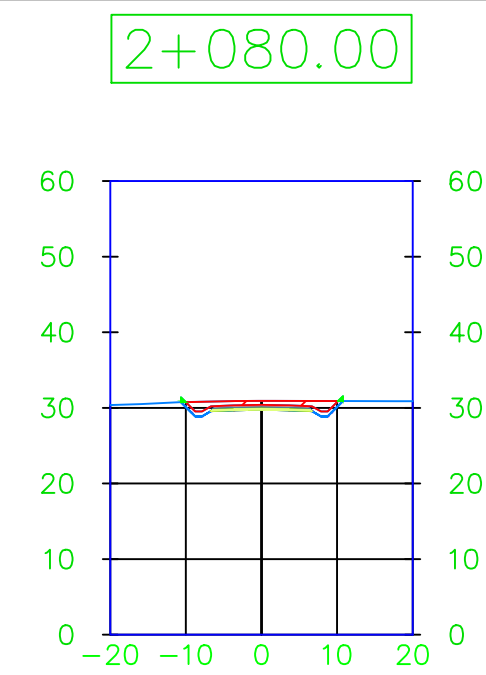
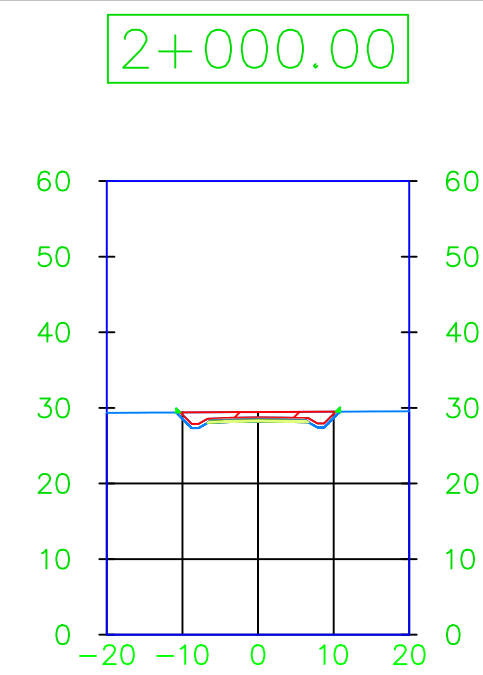
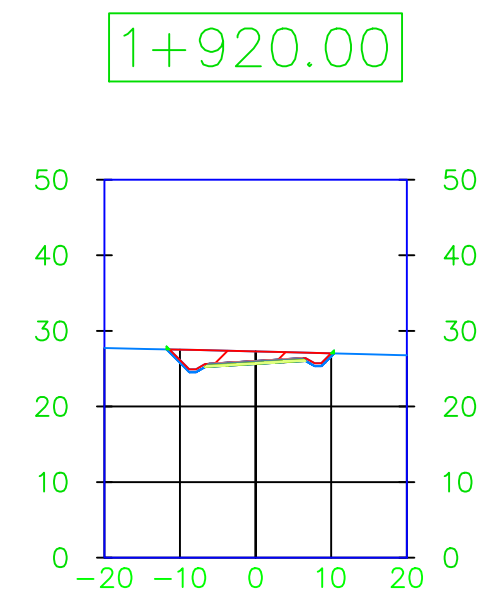


No.	Revision/Issue	Date
-----	----------------	------

Contiene:
Secciones transversales desde la abscisa 1+440 a 1+900

Nombre del proyecto:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA ARENILLAS – INTERSECCIÓN VÍA A LA CUCA

Responsable: NAVARRO CANGÁS ERICK	Plano: N°11
Fecha: 25-09-2023	
Escala: 1:1000	



INSTITUCIÓN
UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
MACHALA



FACULTAD
DE
INGENIERÍA
CIVIL



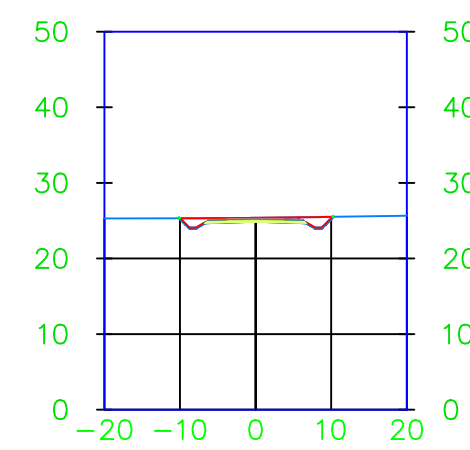
No.	Revision/Issue	Date

Contiene:
Secciones transversales desde la abscisa 1+920 a 2+380

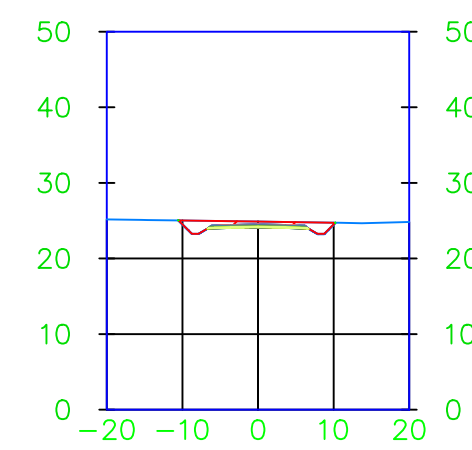
Nombre del proyecto:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA ARENILLAS – INTERSECCIÓN VÍA A LA CUCA

Responsable: NAVARRO CANGÁS ERICK	Plano: N°12
Fecha: 25-09-2023	
Escala: 1:1000	

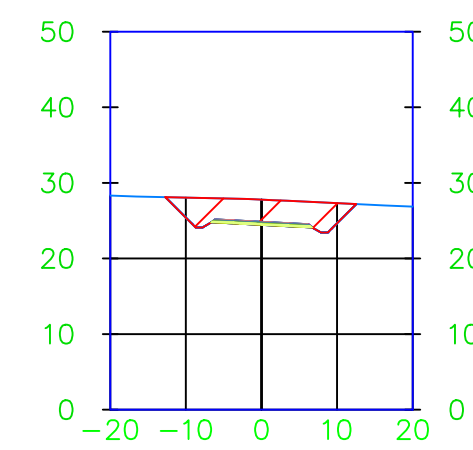
2+400.00



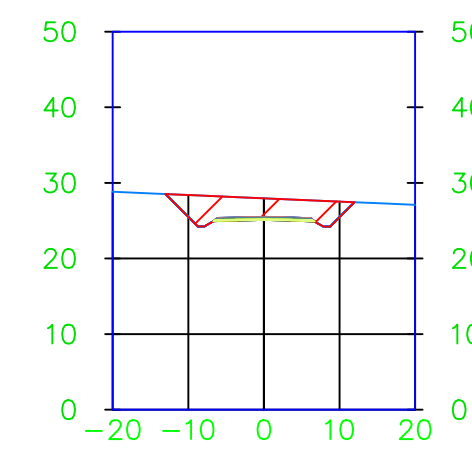
2+480.00



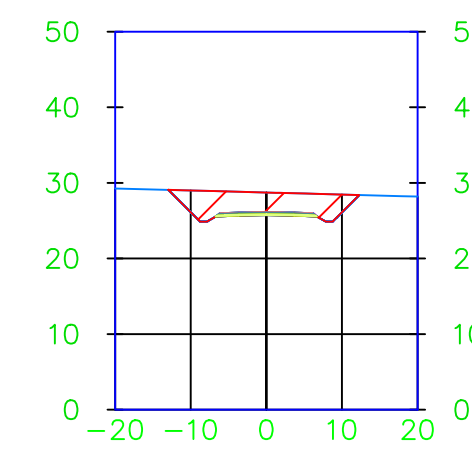
2+560.00



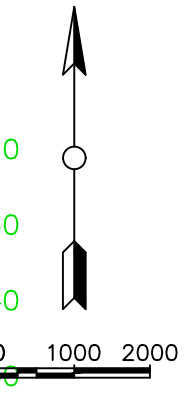
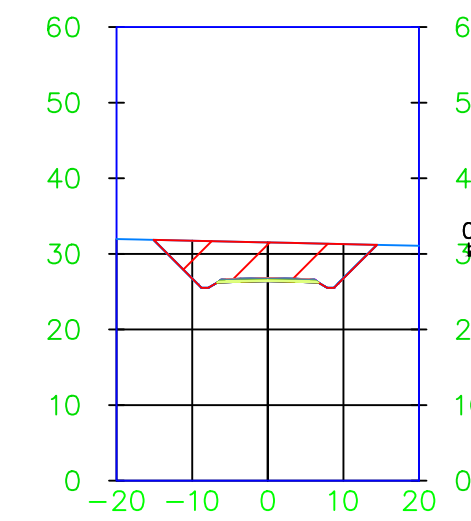
2+640.00



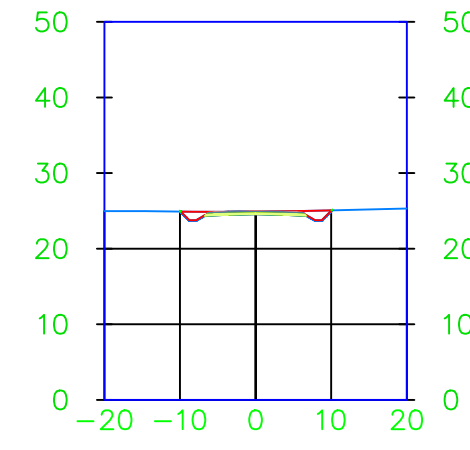
2+720.00



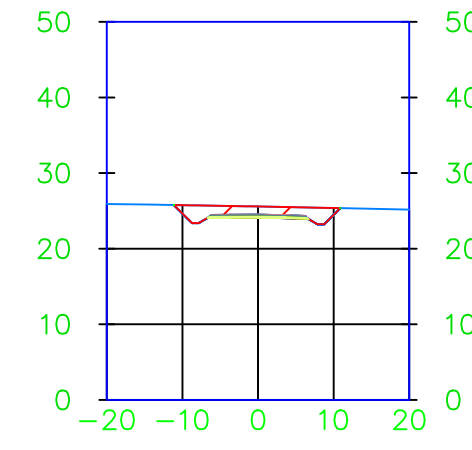
2+800.00



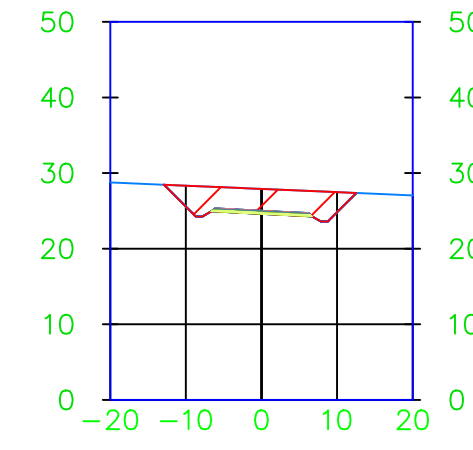
2+420.00



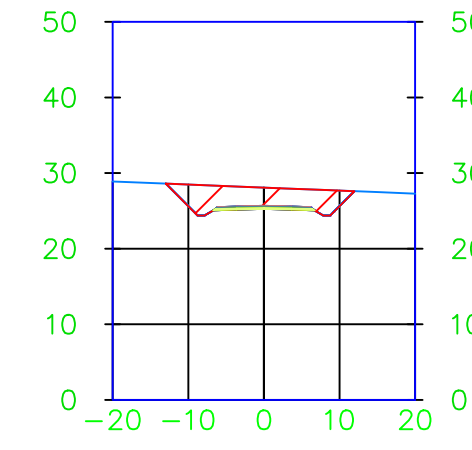
2+500.00



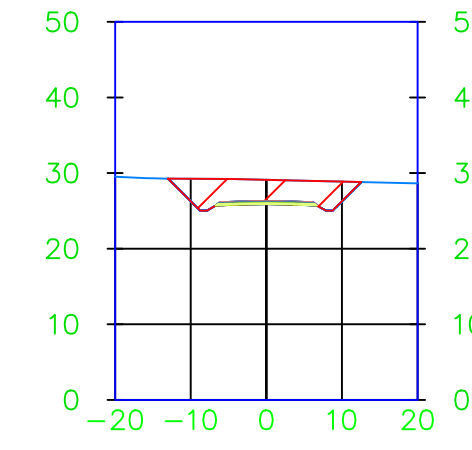
2+580.00



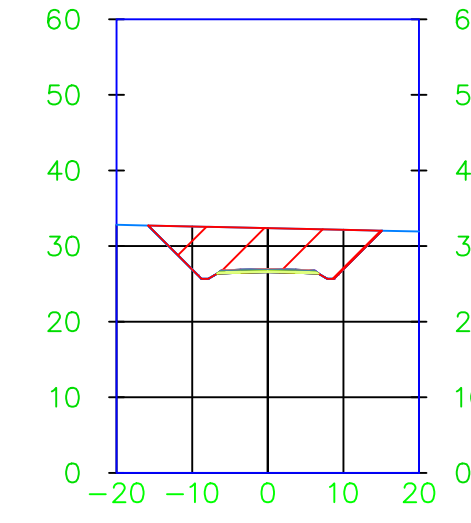
2+660.00



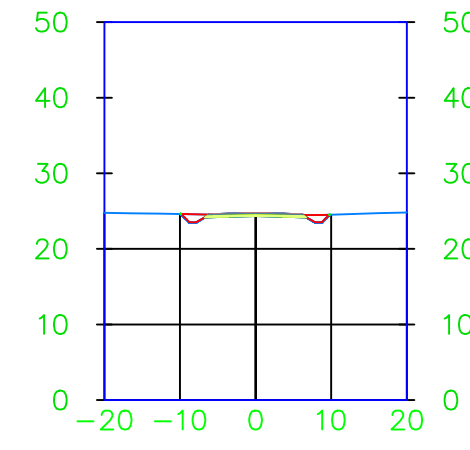
2+740.00



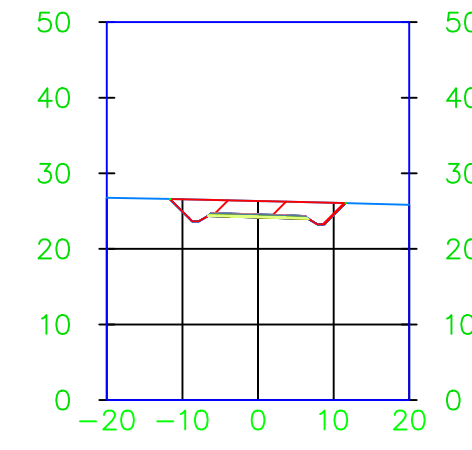
2+820.00



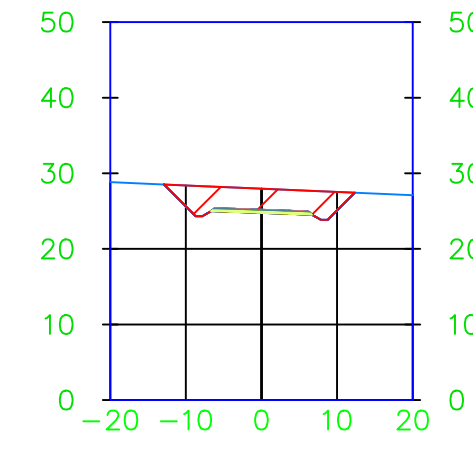
2+440.00



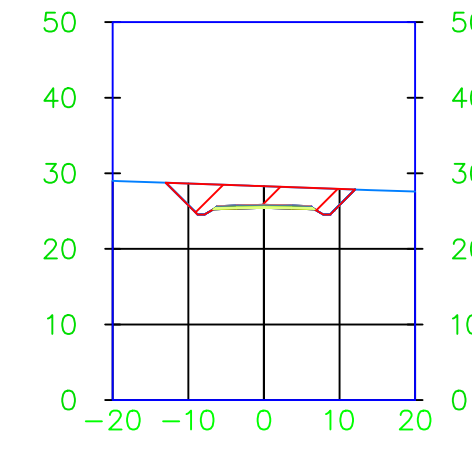
2+520.00



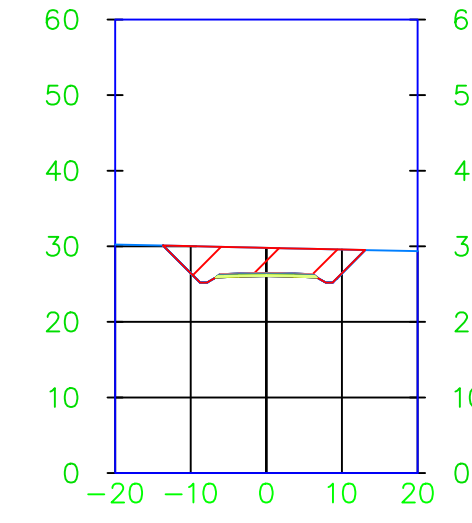
2+600.00



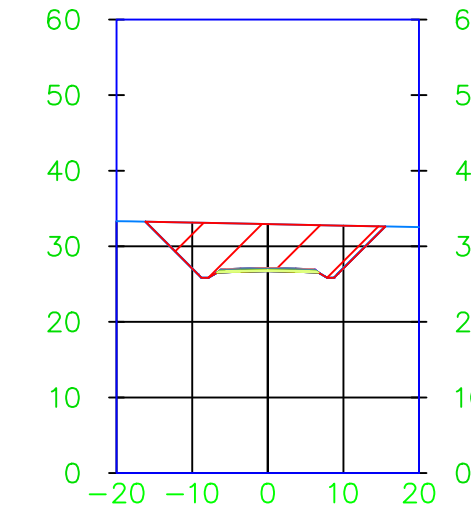
2+680.00



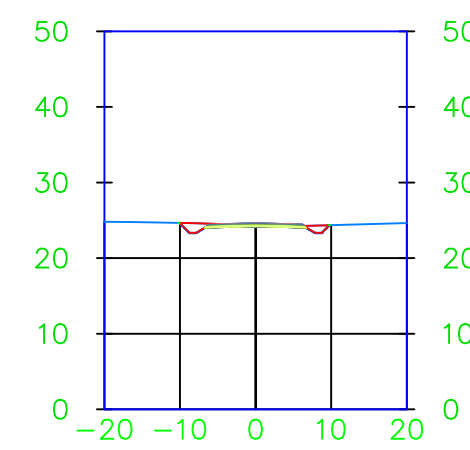
2+760.00



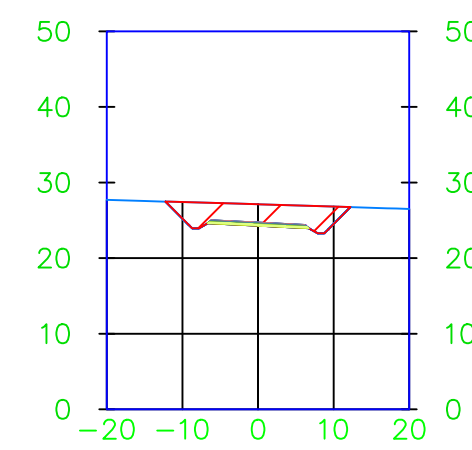
2+840.00



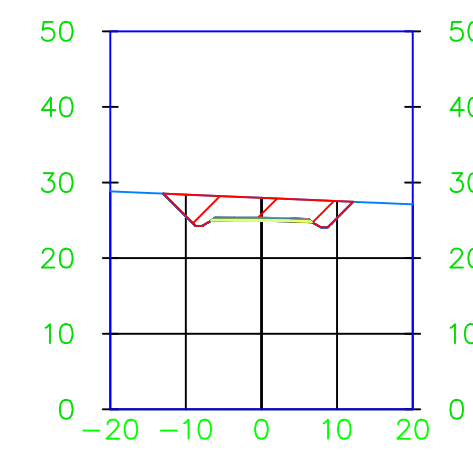
2+460.00



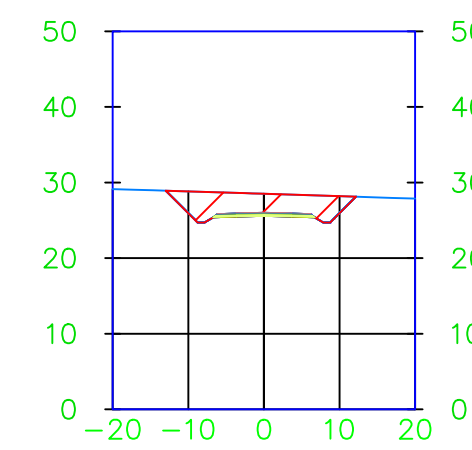
2+540.00



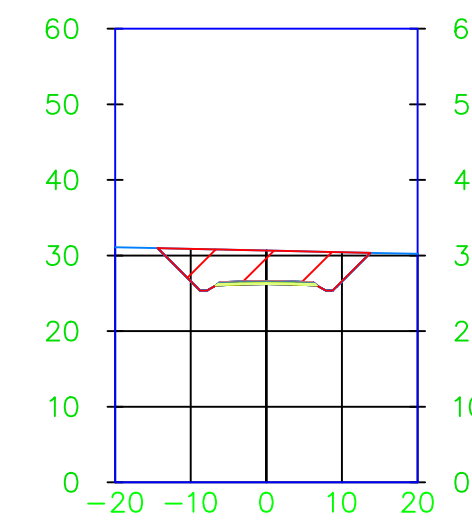
2+620.00



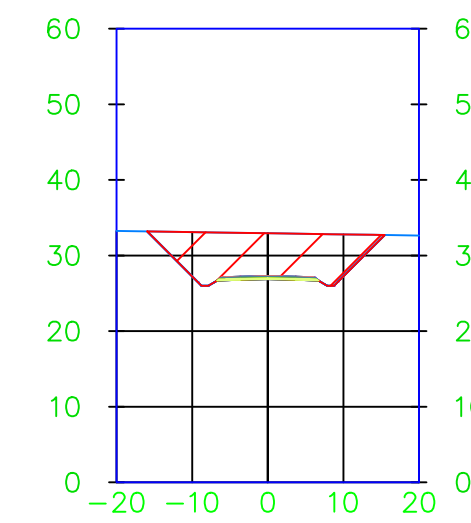
2+700.00



2+780.00



2+860.00



INSTITUCIÓN

UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
MACHALA



FACULTAD
DE
INGENIERÍA
CIVIL

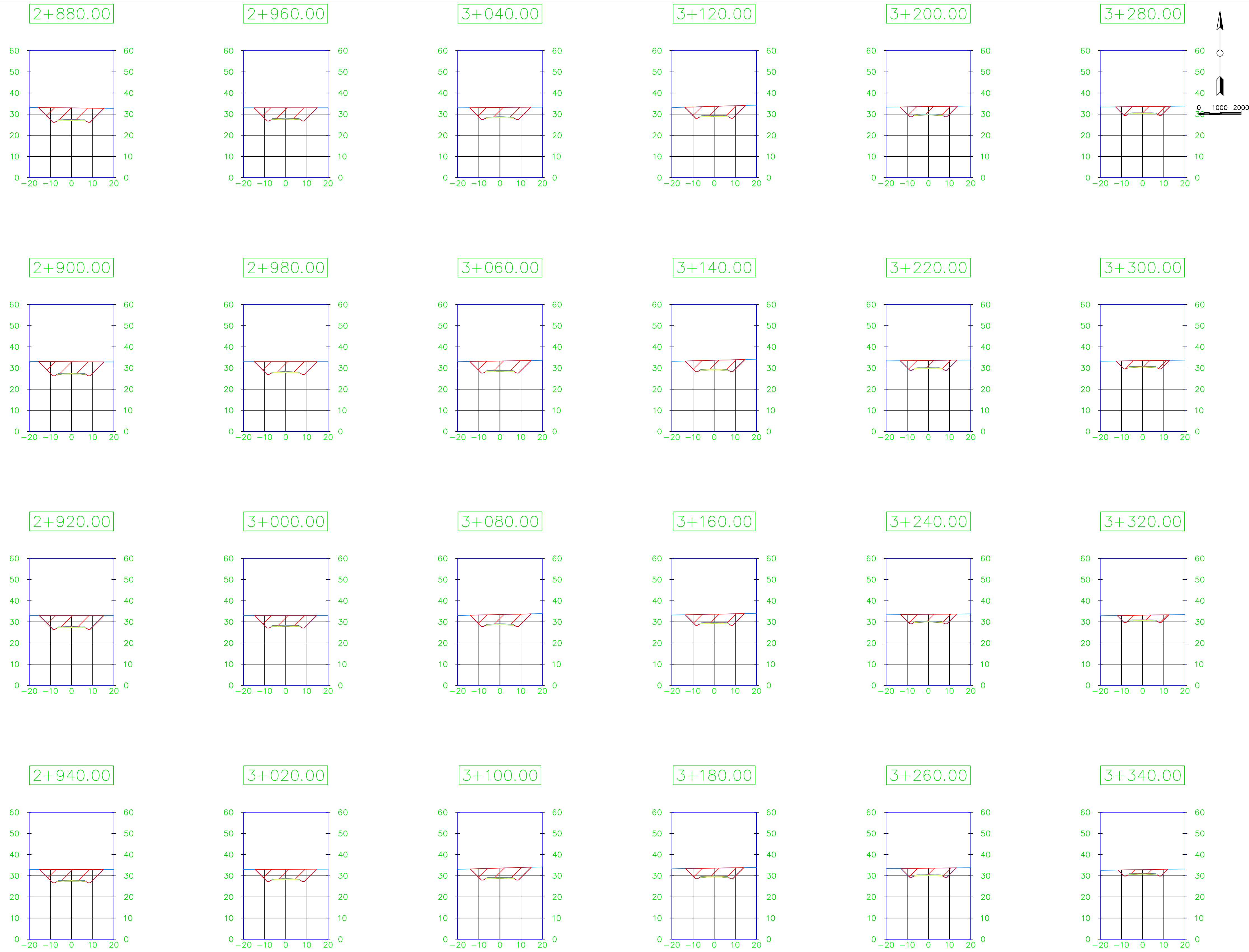


No. Revision/Issue Date

Contiene:
Secciones transversales desde la abscisa 2+400 a 2+860

Nombre del proyecto:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA ARENILLAS - INTERSECCIÓN VÍA A LA CUCA

Responsable:
NAVARRO CANGÁS ERICK
Fecha:
25-09-2023
Escala:
1:1000
Plano:
N°13



INSTITUCIÓN

UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
MACHALA



FACULTAD
DE
INGENIERÍA
CIVIL

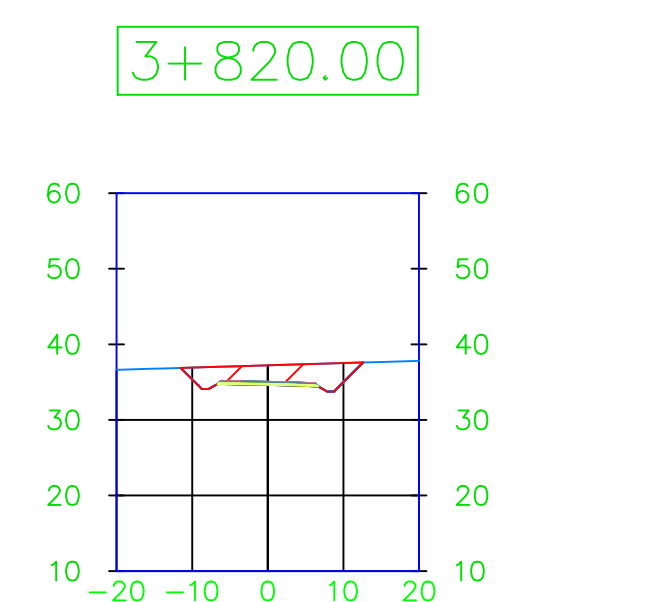
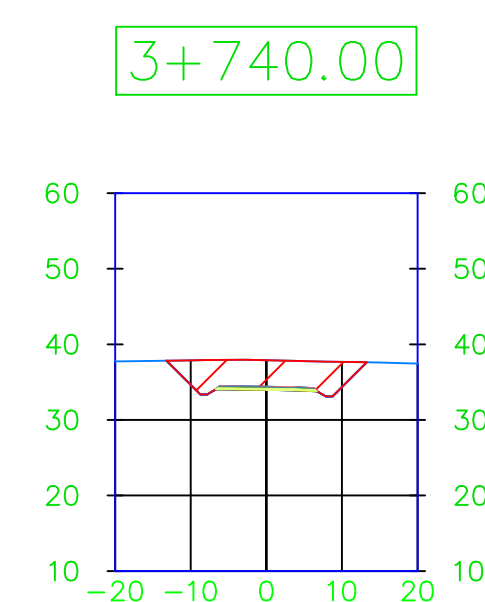
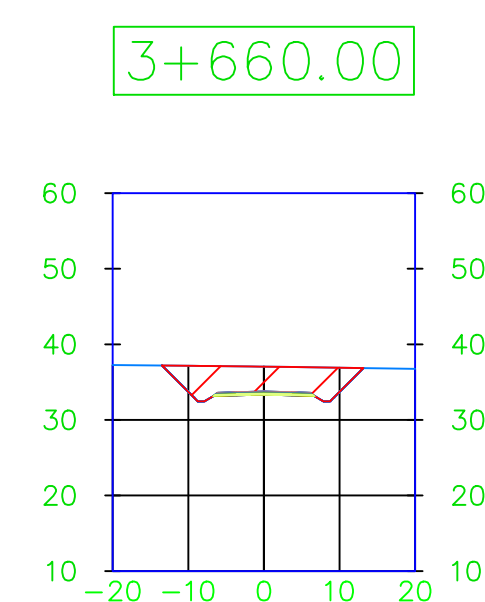
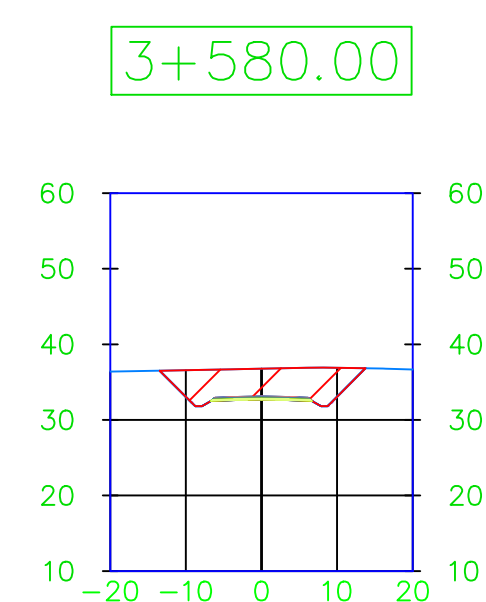
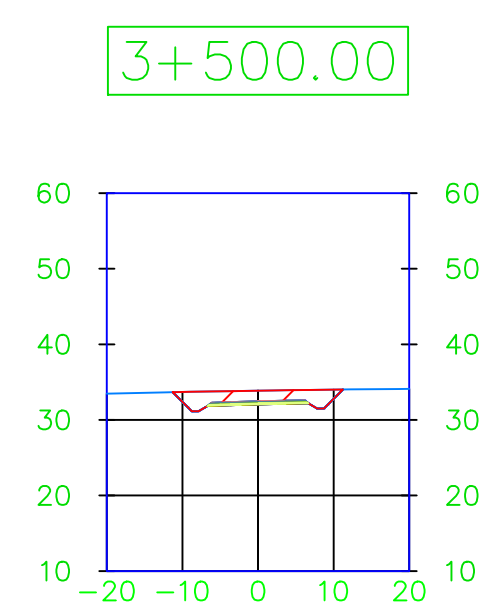
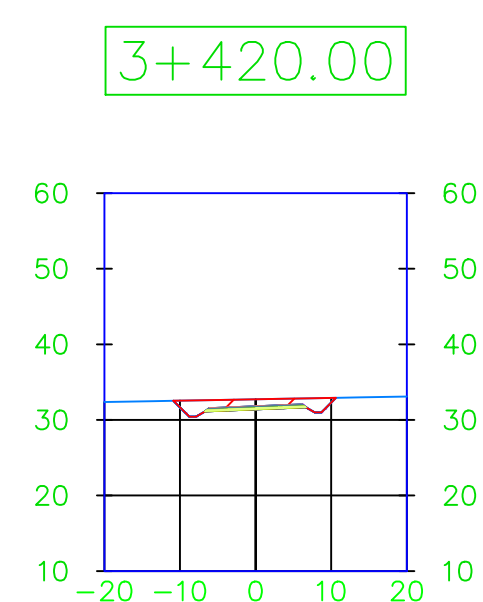
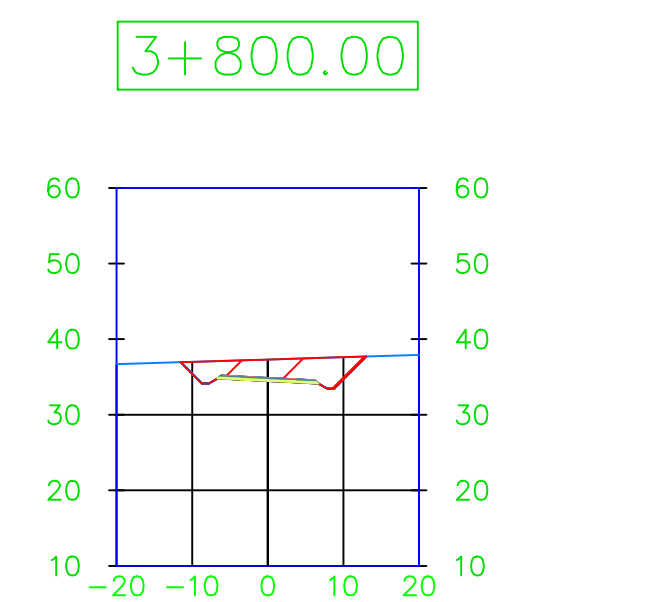
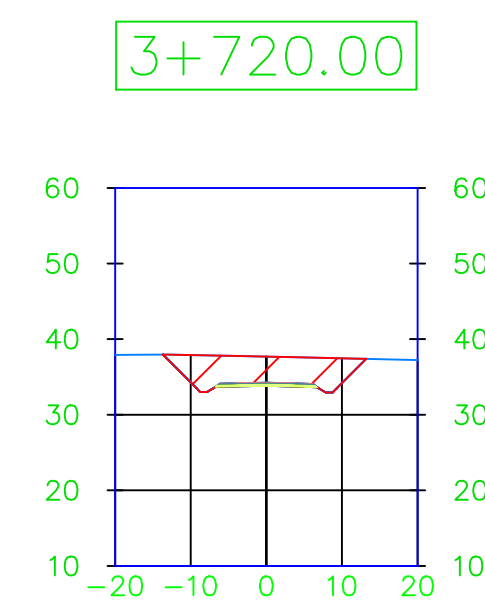
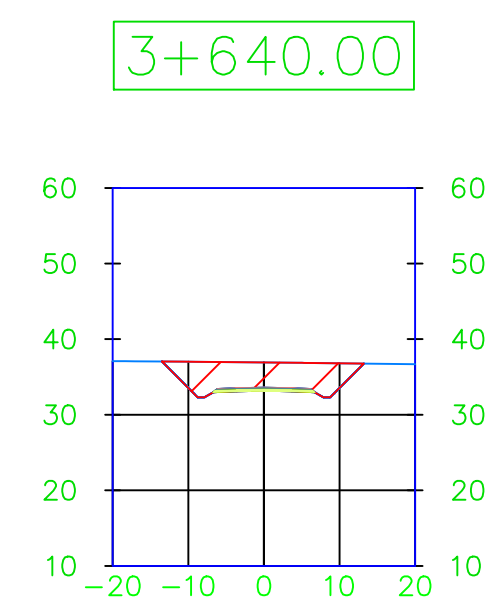
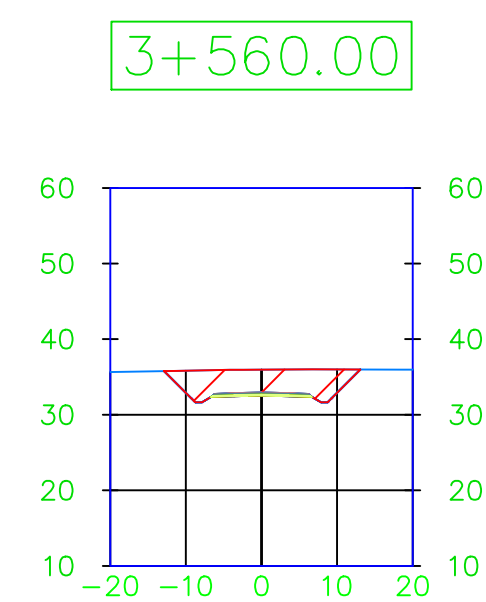
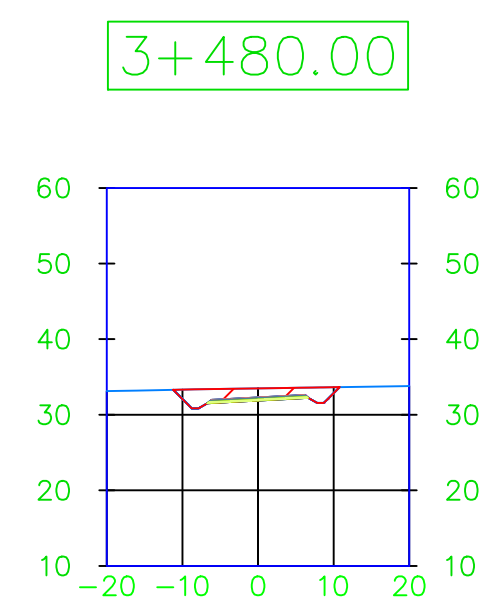
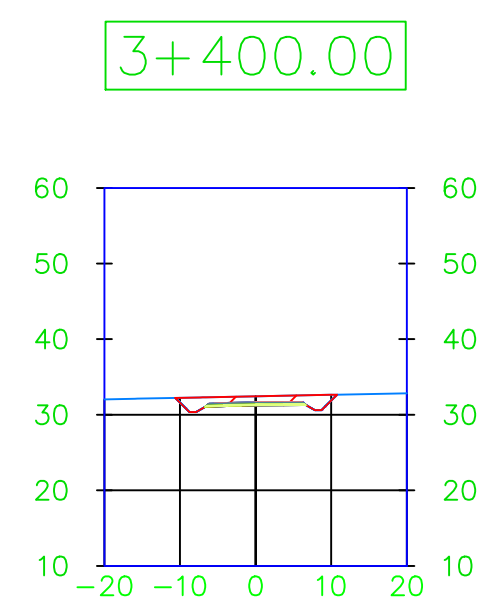
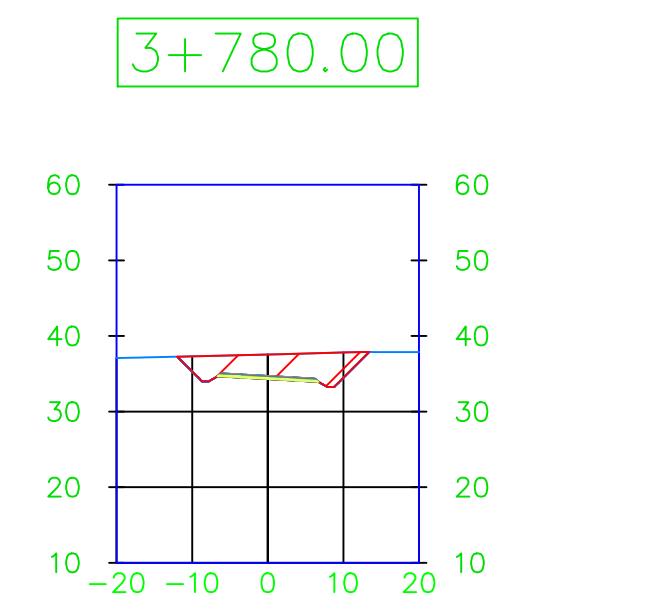
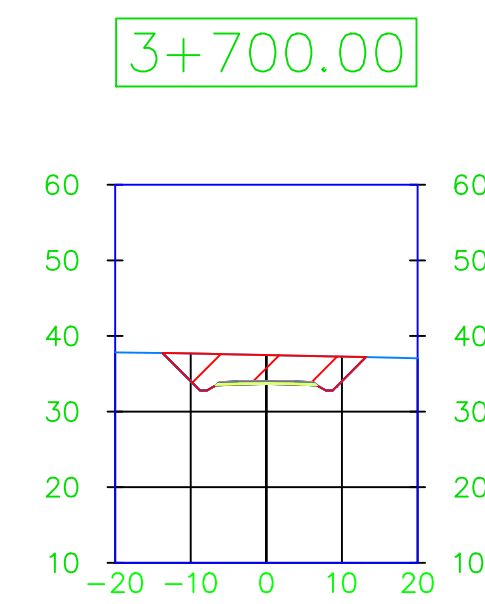
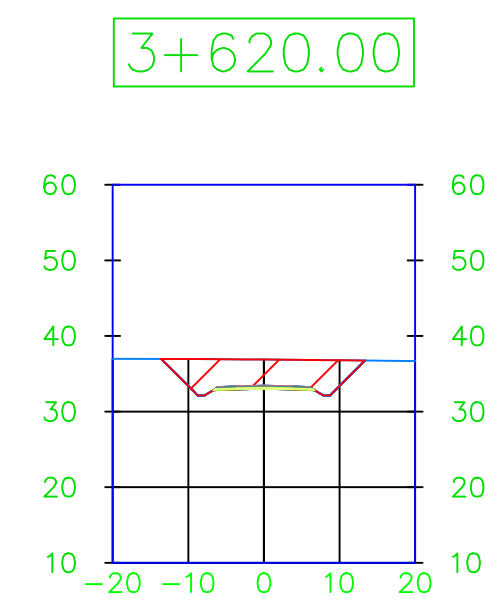
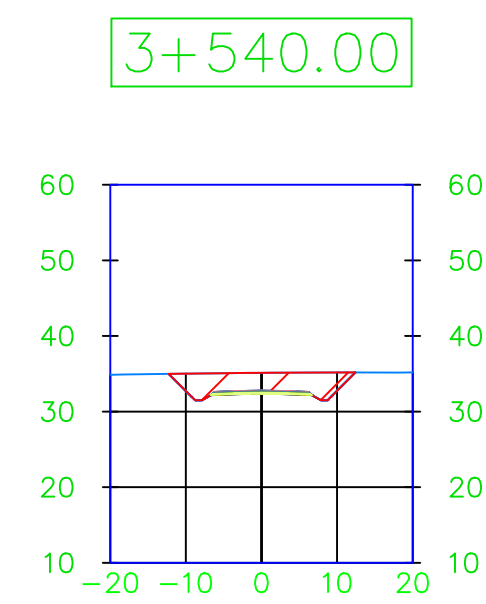
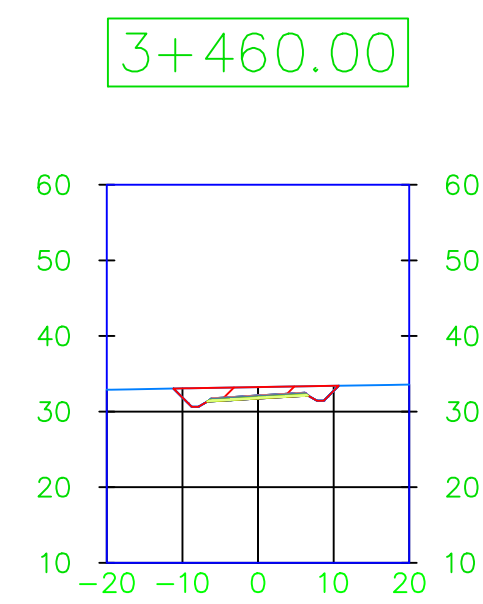
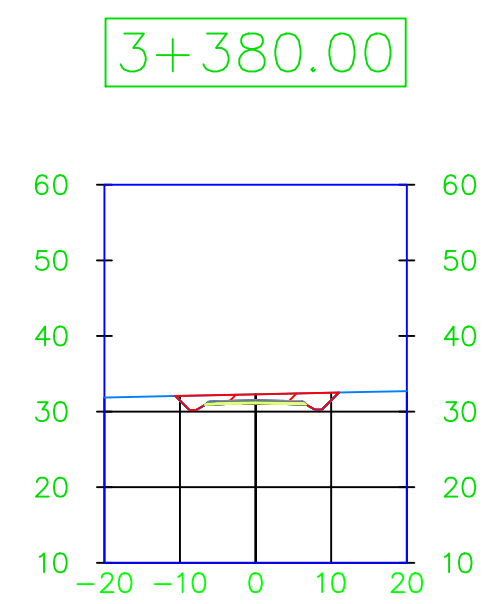
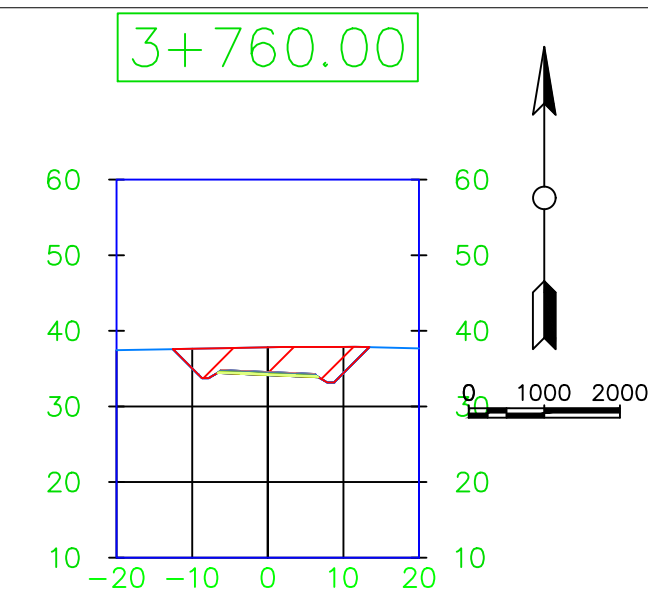
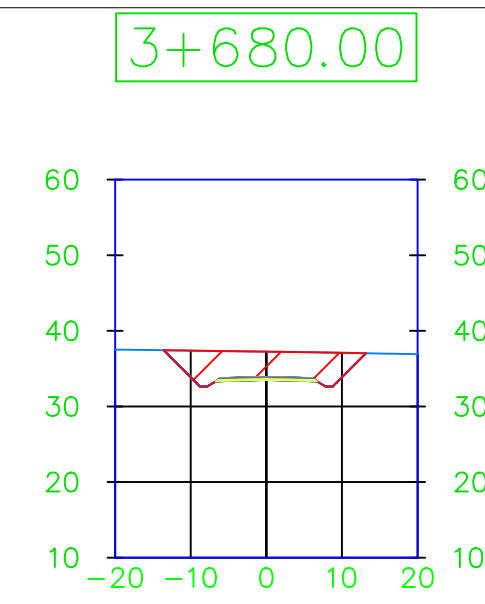
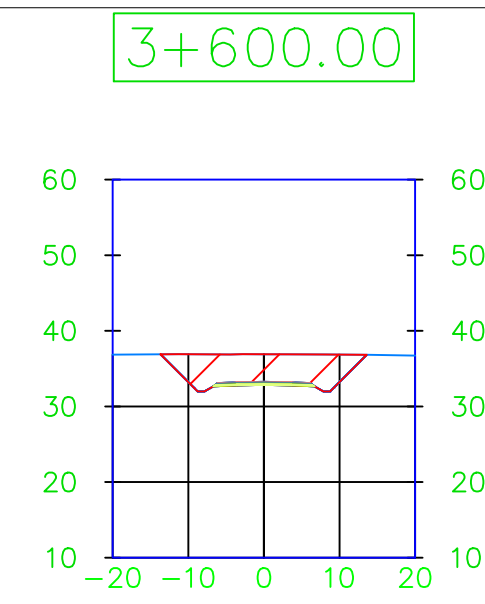
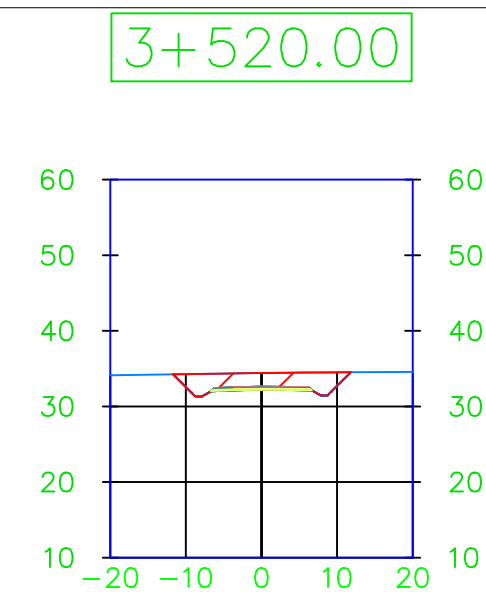
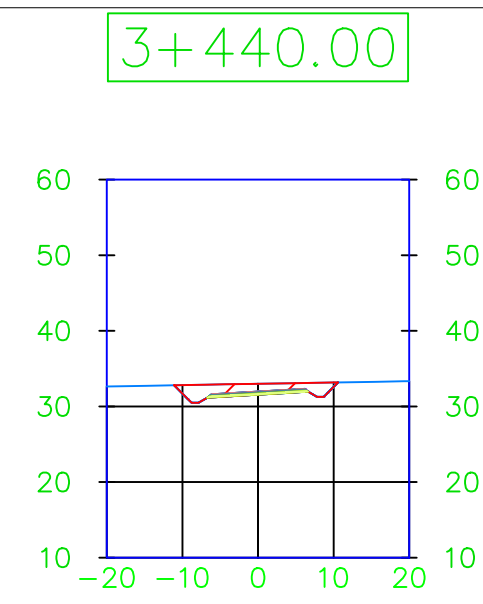
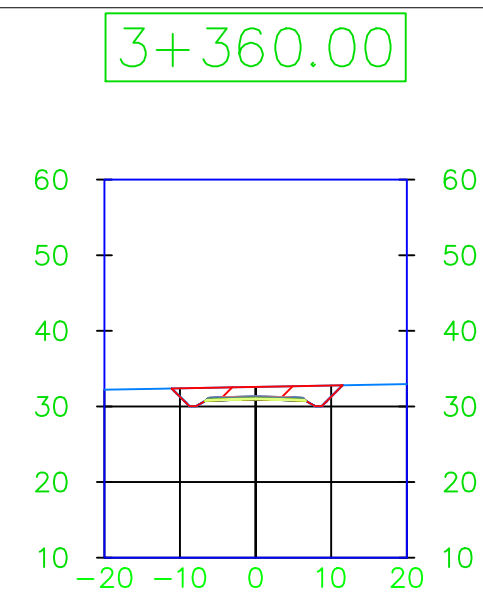


No.	Revision/Issue	Date
-----	----------------	------

Contiene:
Secciones transversales desde la abscisa 2+880 a 3+340

Nombre del proyecto:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA ARENILLAS – INTERSECCIÓN VÍA A LA CUCA

Responsable: NAVARRO CANGÁS ERICK	Plano: N°14
Fecha: 25-09-2023	
Escala: 1:1000	



INSTITUCIÓN
UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
MACHALA



FACULTAD
DE
INGENIERÍA
CIVIL



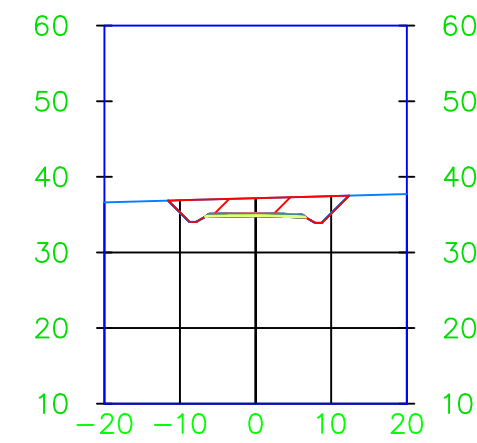
No.	Revision/Issue	Date

Contiene:
Secciones transversales desde la abscisa 3+360 a 3+820

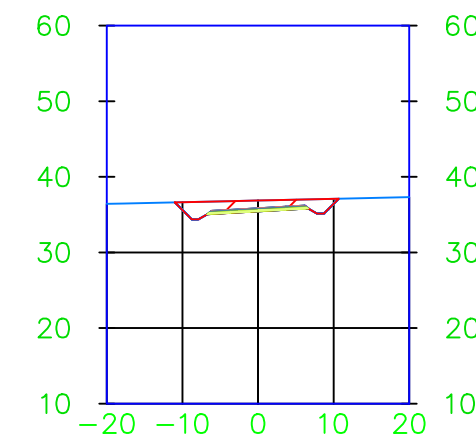
Nombre del proyecto:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA ARENILLAS – INTERSECCIÓN VÍA A LA CUCA

Responsable: NAVARRO CANGÁS ERICK	Plano: N°15
Fecha: 25-09-2023	
Escala: 1:1000	

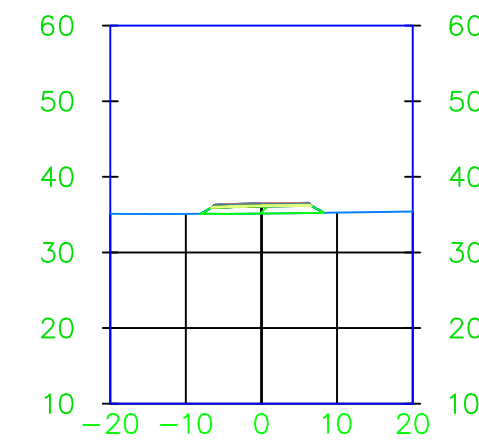
3+840.00



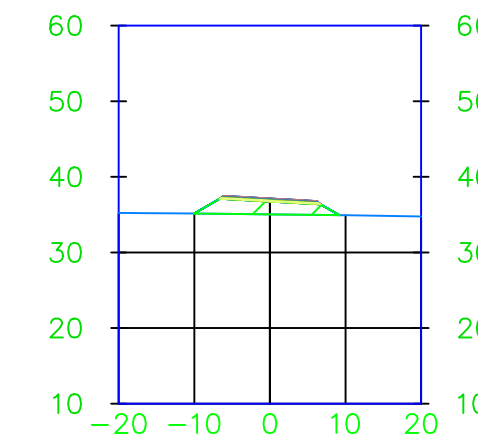
3+920.00



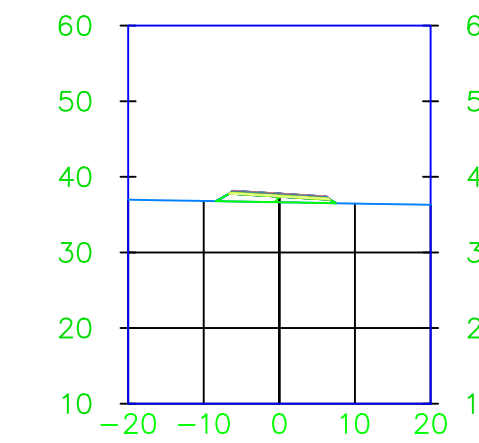
4+000.00



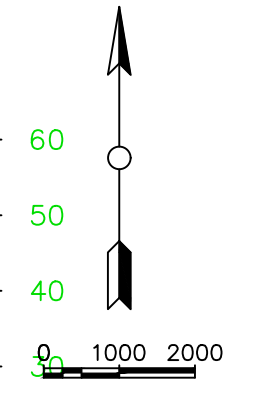
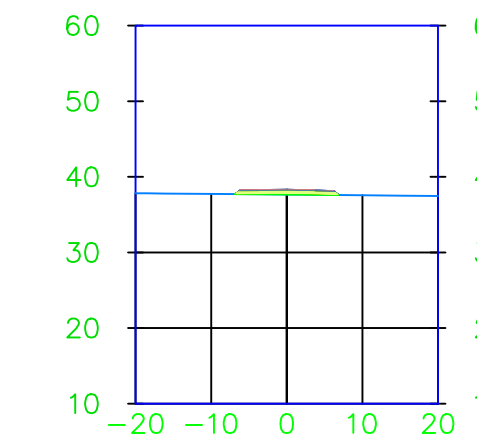
4+080.00



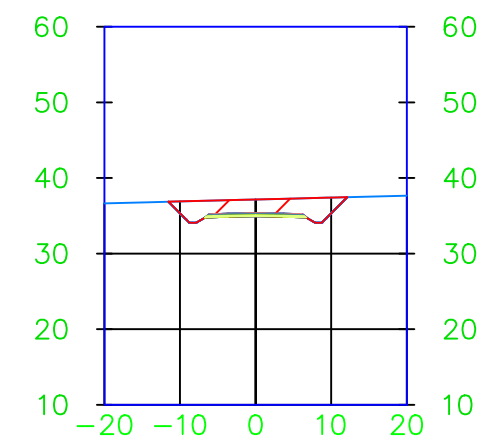
4+160.00



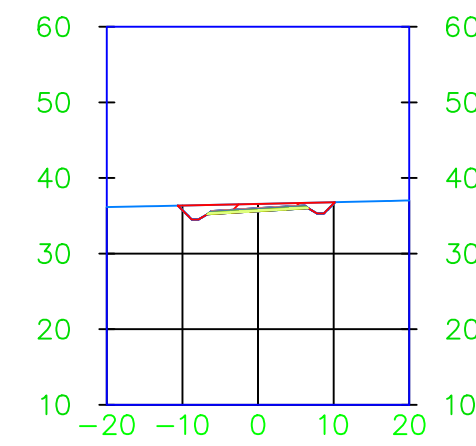
4+240.00



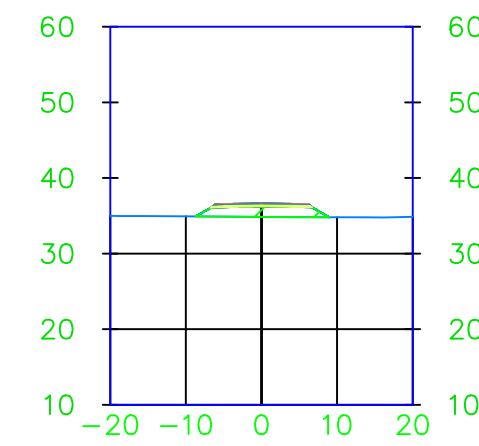
3+860.00



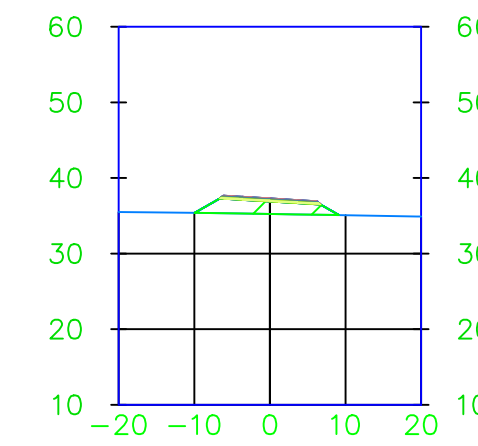
3+940.00



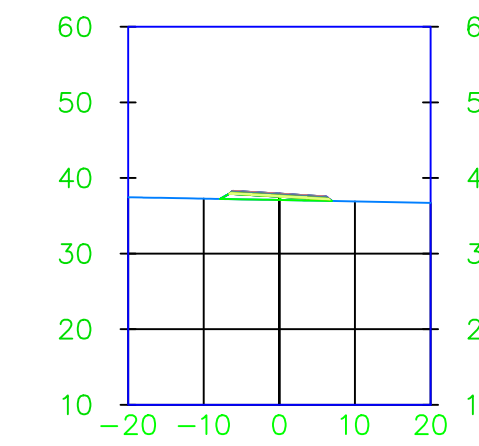
4+020.00



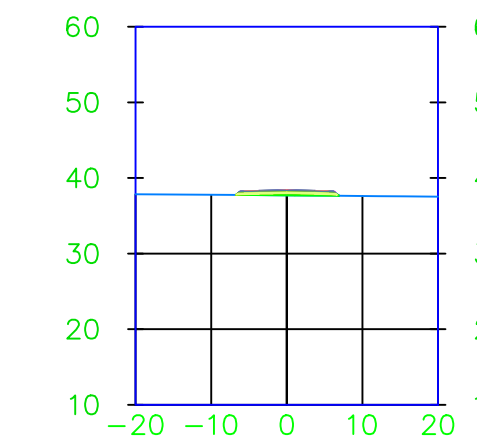
4+100.00



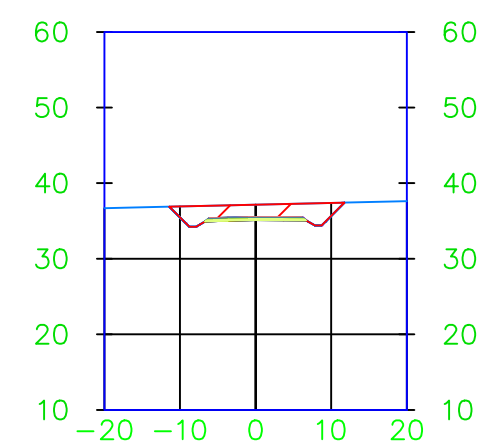
4+180.00



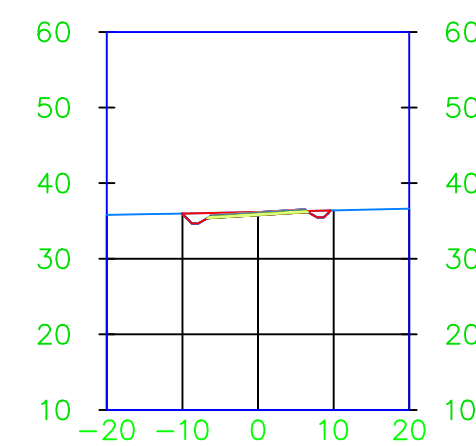
4+260.00



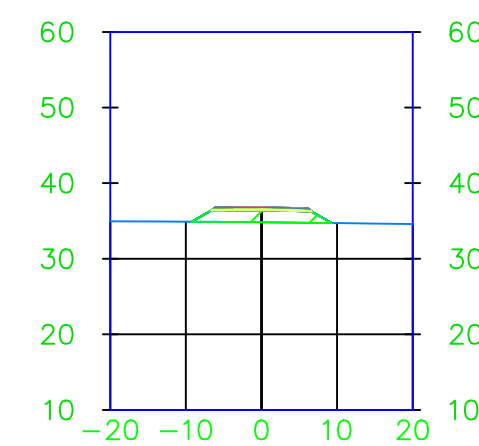
3+880.00



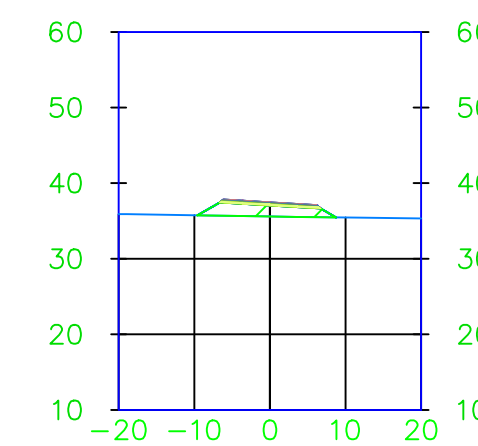
3+960.00



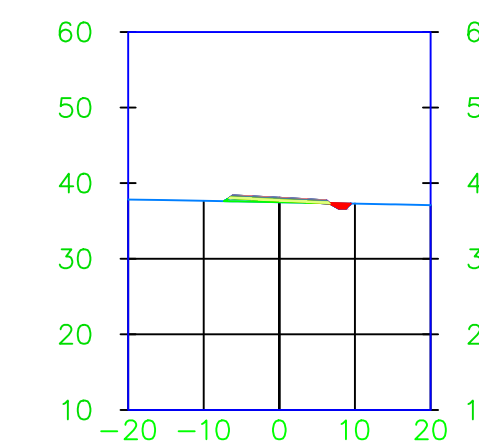
4+040.00



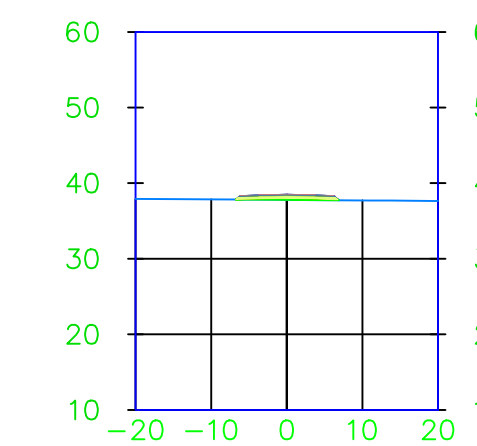
4+120.00



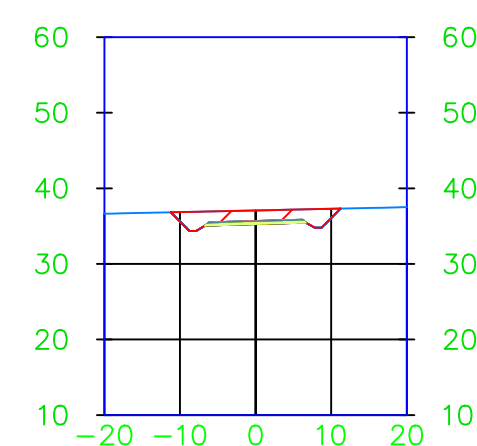
4+200.00



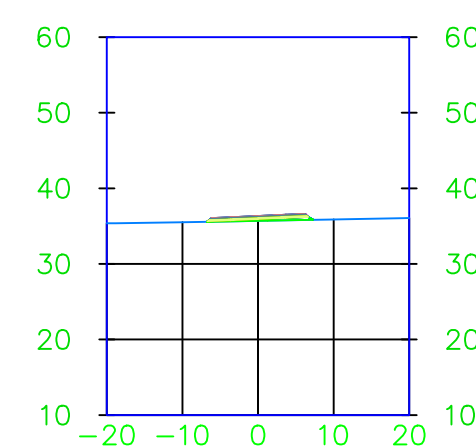
4+280.00



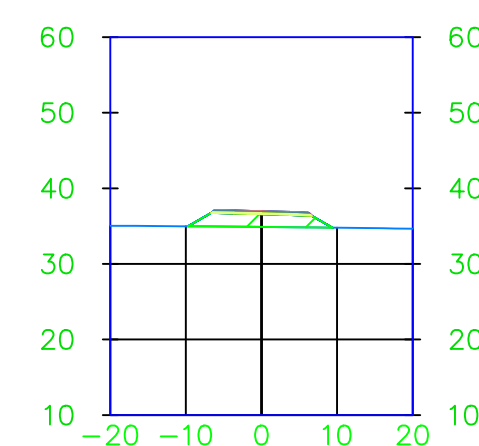
3+900.00



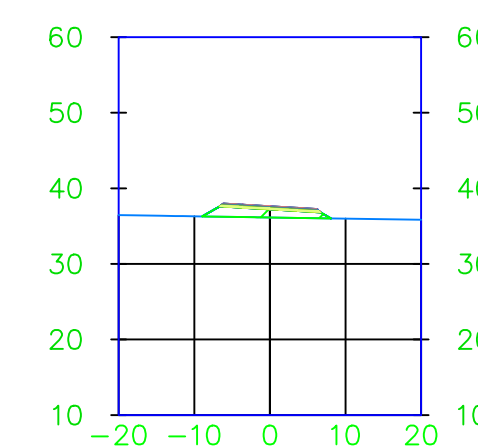
3+980.00



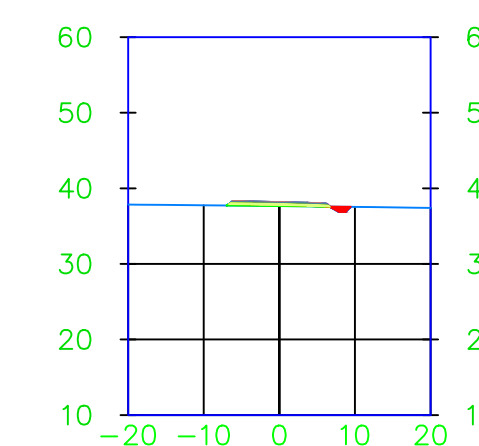
4+060.00



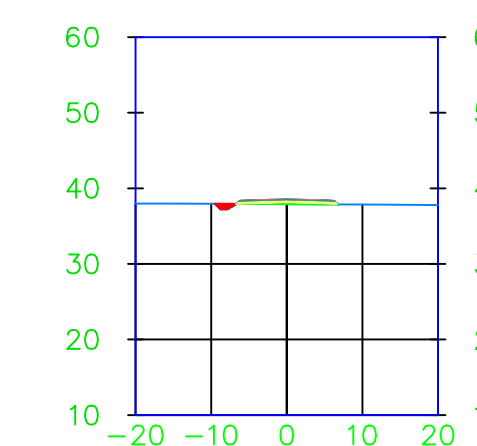
4+140.00



4+220.00



4+300.00



INSTITUCIÓN

UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
MACHALA



FACULTAD
DE
INGENIERÍA
CIVIL

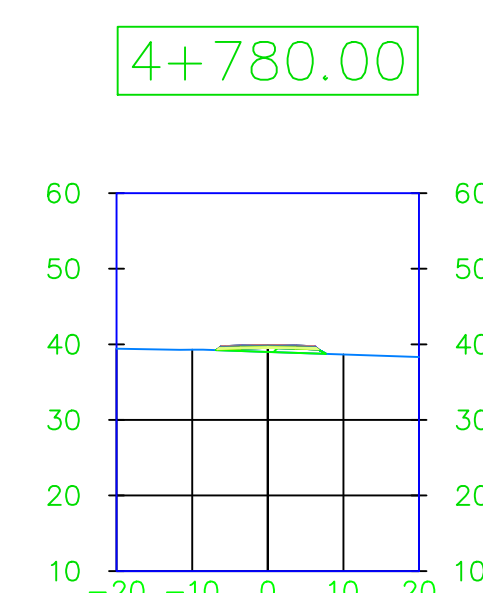
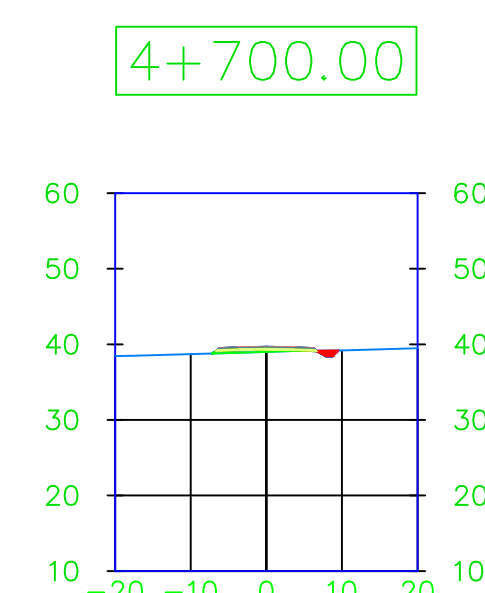
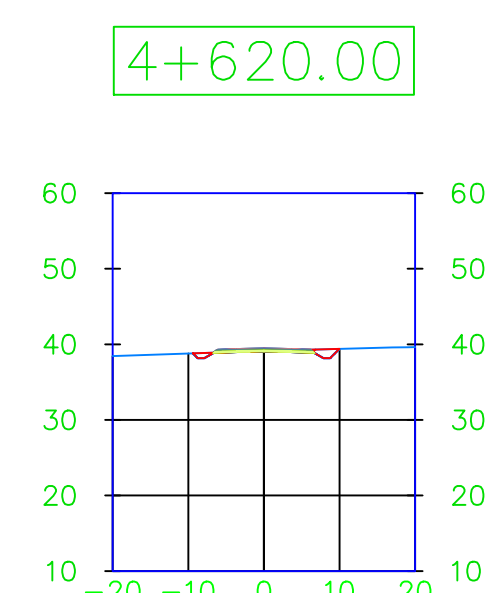
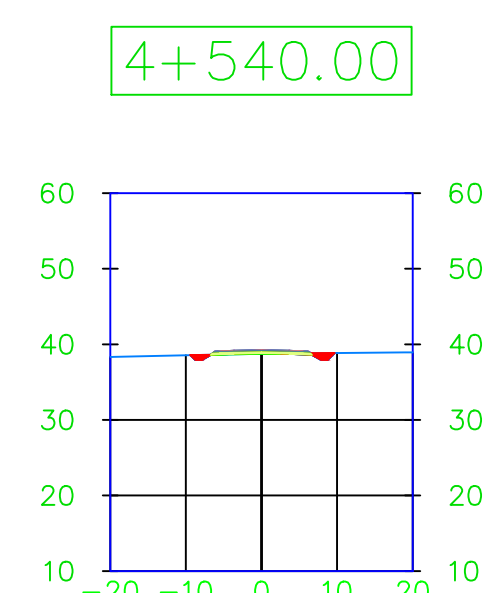
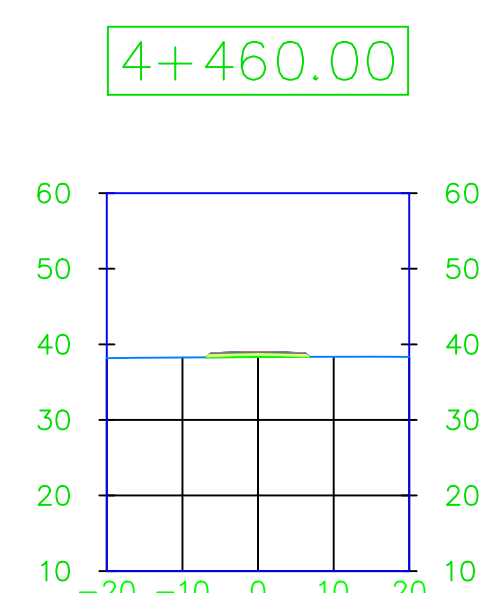
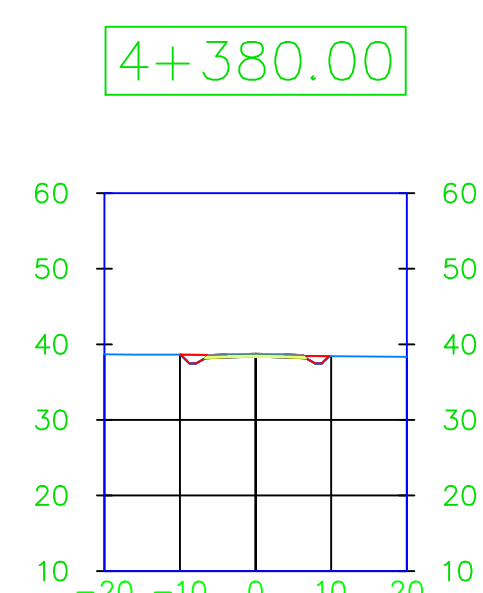
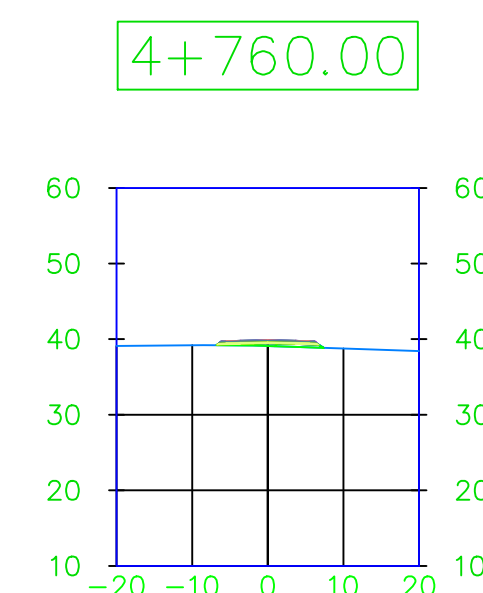
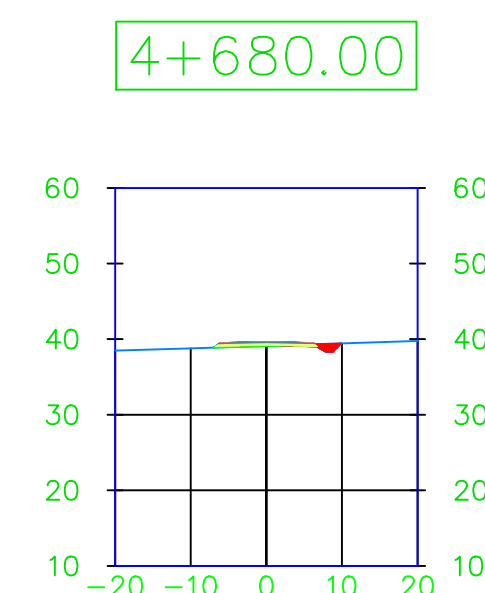
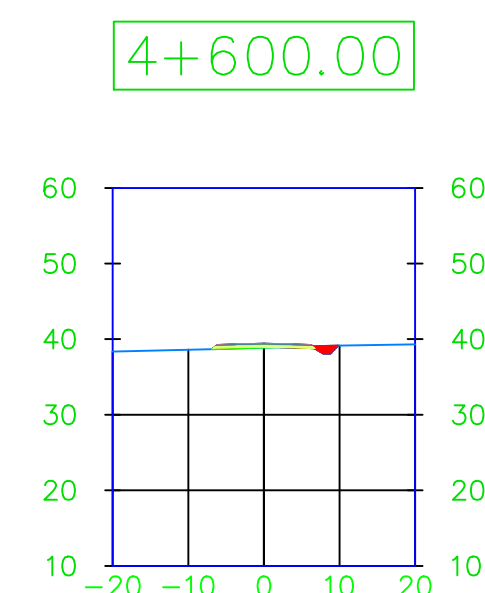
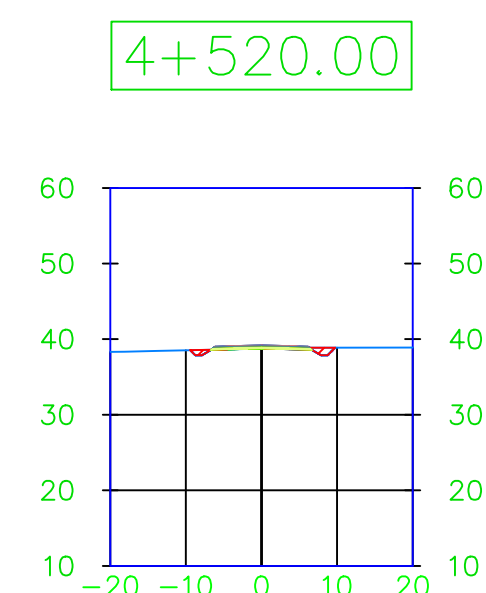
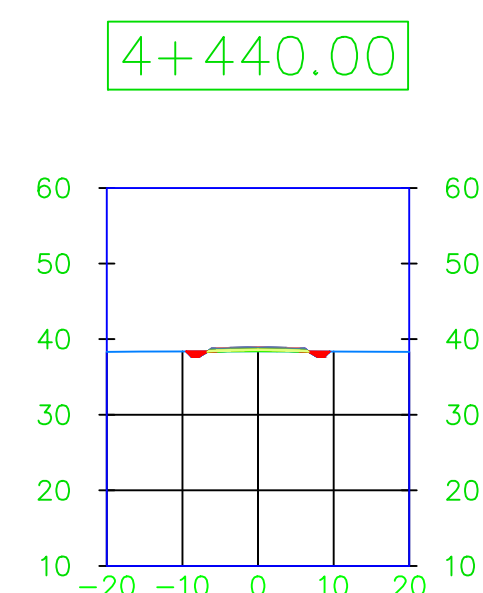
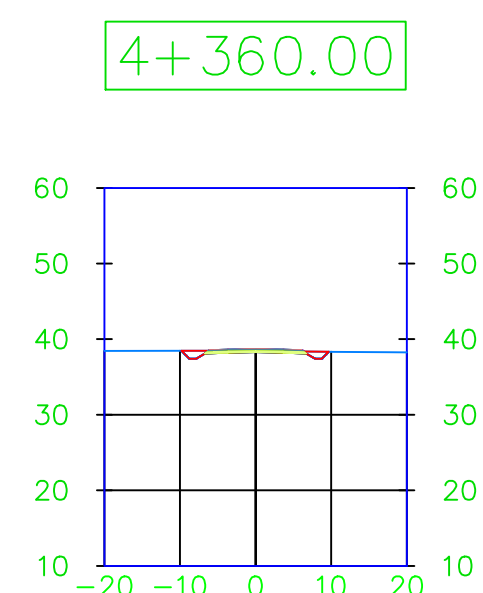
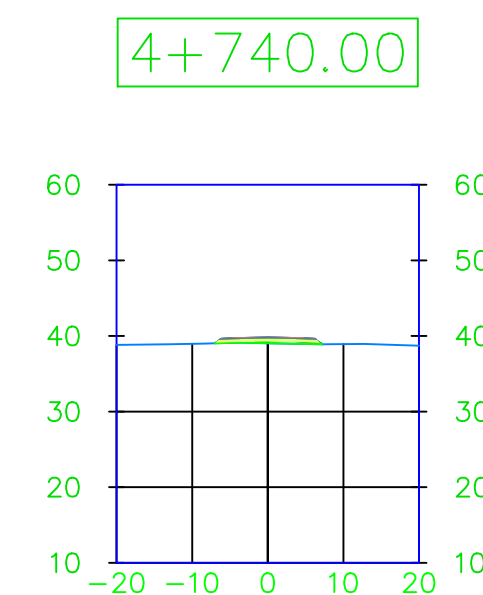
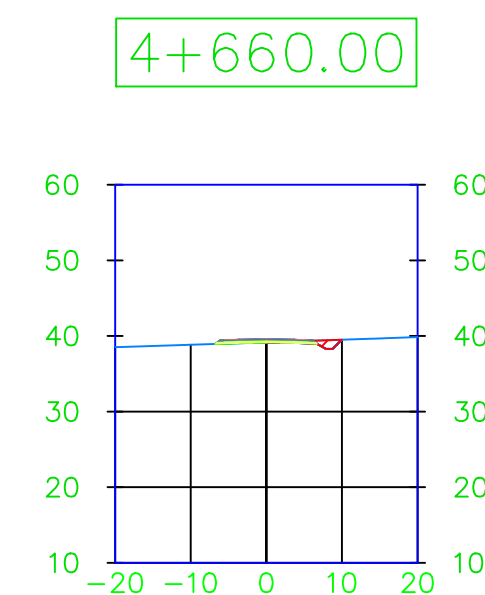
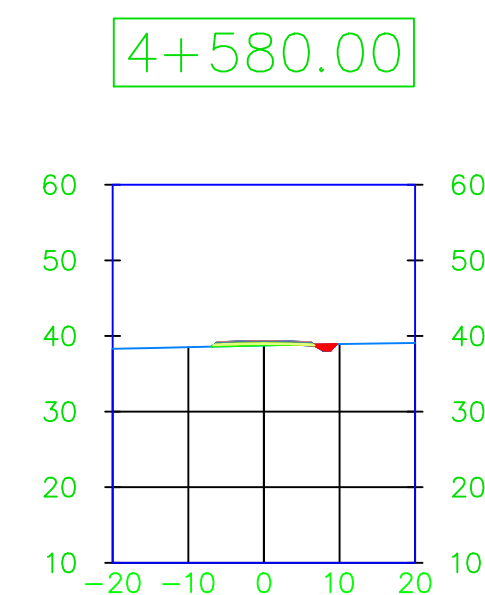
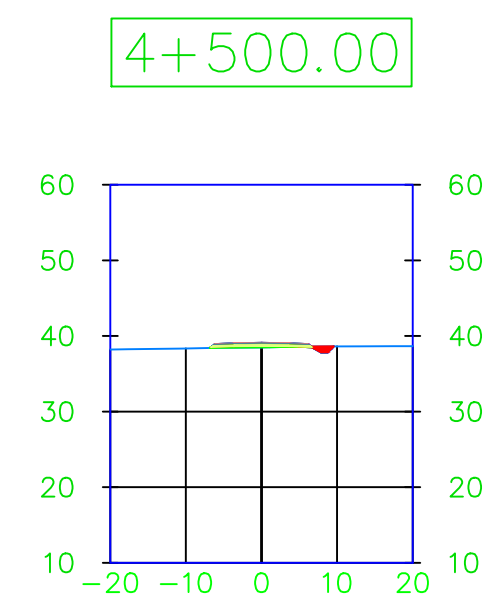
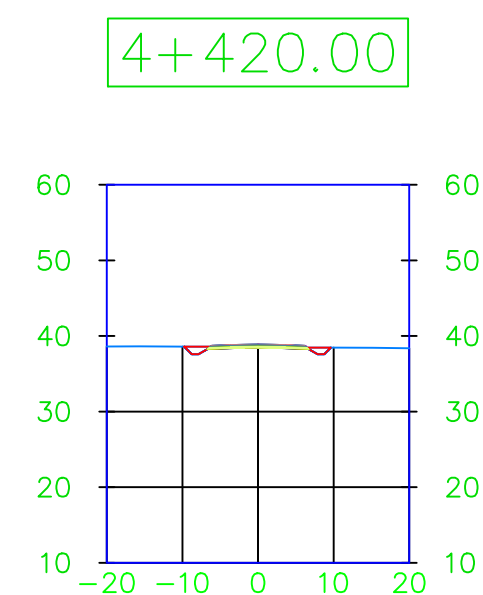
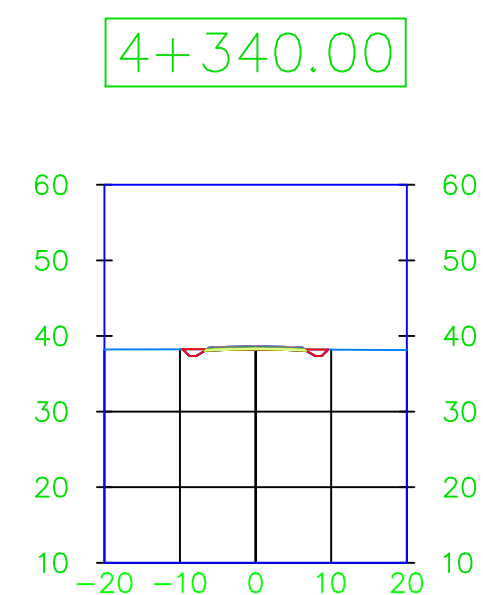
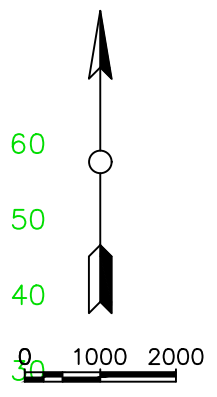
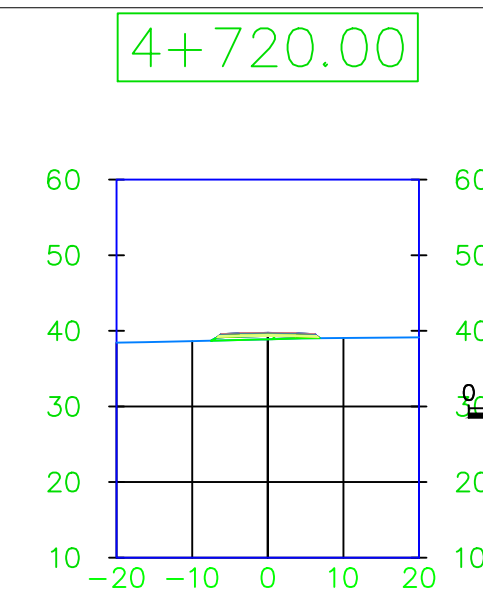
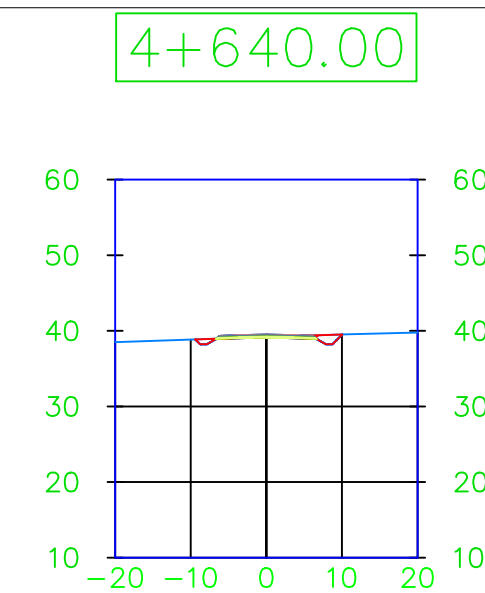
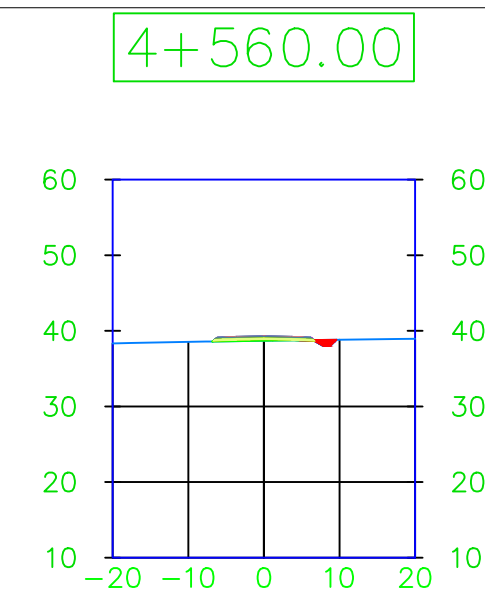
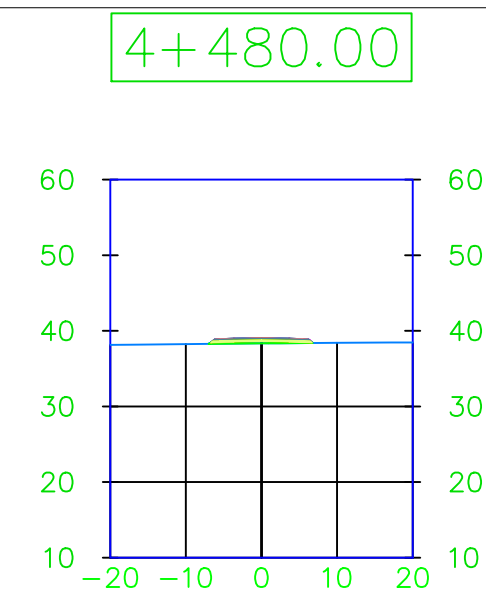
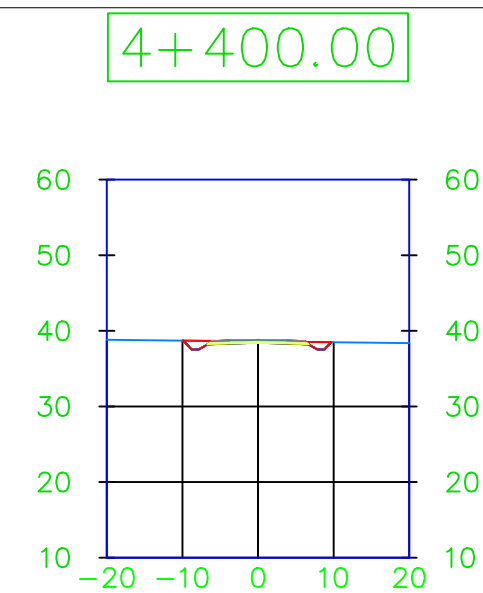
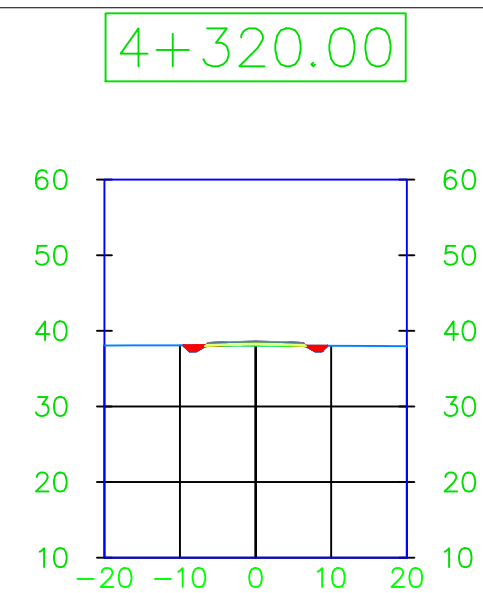


No.	Revision/Issue	Date
-----	----------------	------

Contiene:
Secciones transversales desde la abscisa 3+840 a 4+300

Nombre del proyecto:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA ARENILLAS – INTERSECCIÓN VÍA A LA CUCA

Responsable: NAVARRO CANGÁS ERICK	Plano: N°16
Fecha: 25-09-2023	
Escala: 1:1000	



INSTITUCIÓN

UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
MACHALA



FACULTAD
DE
INGENIERÍA
CIVIL

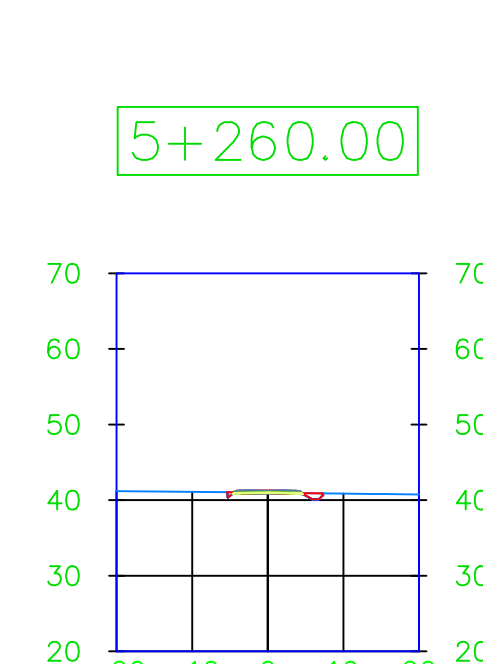
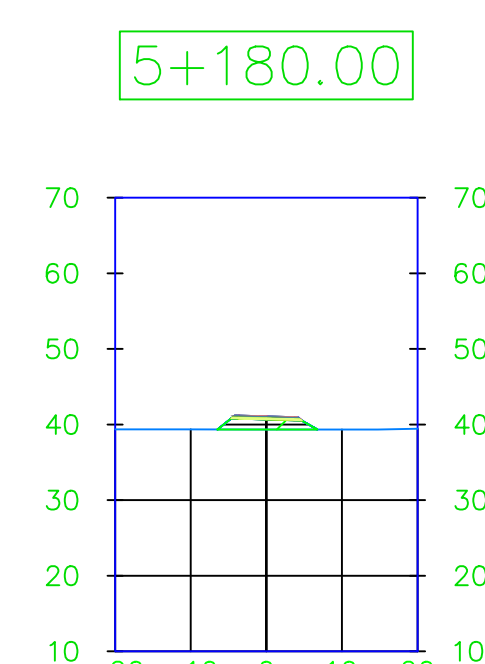
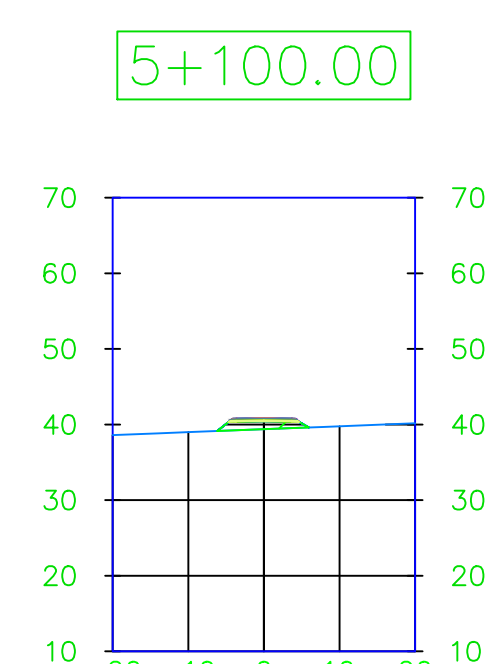
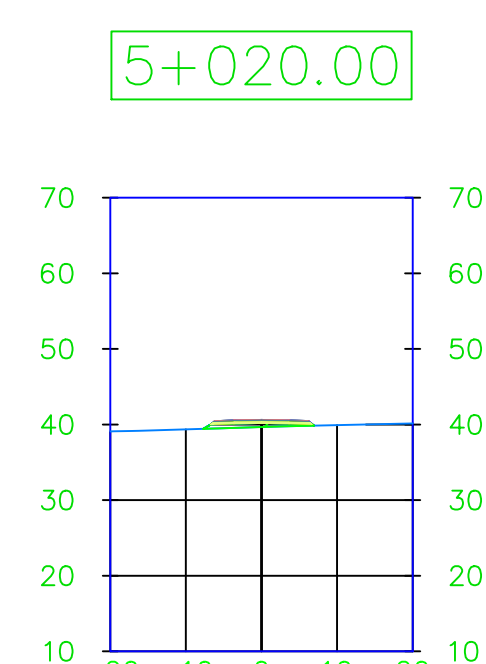
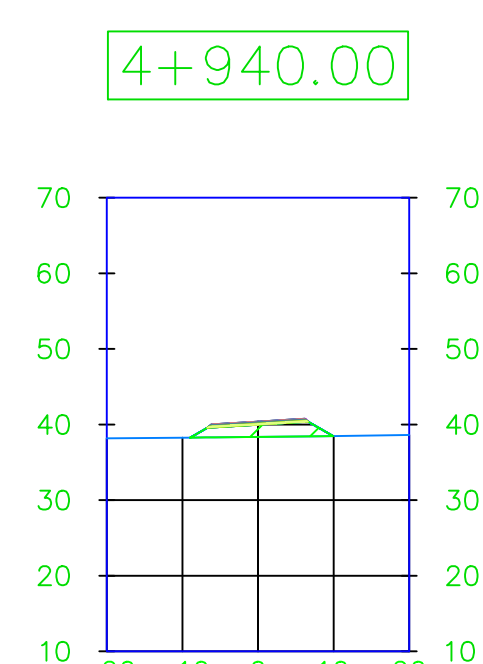
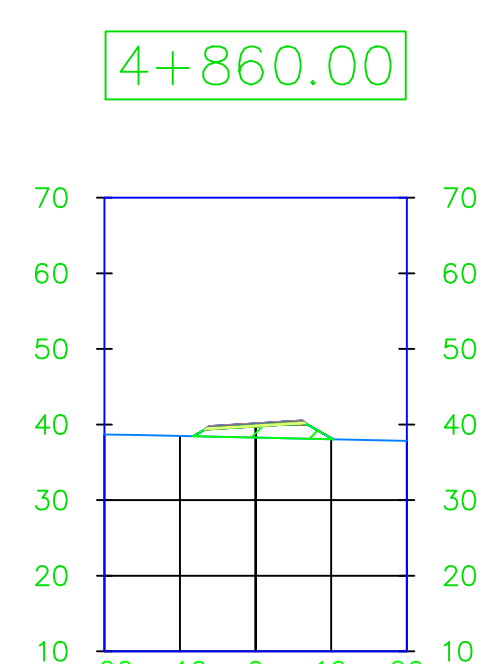
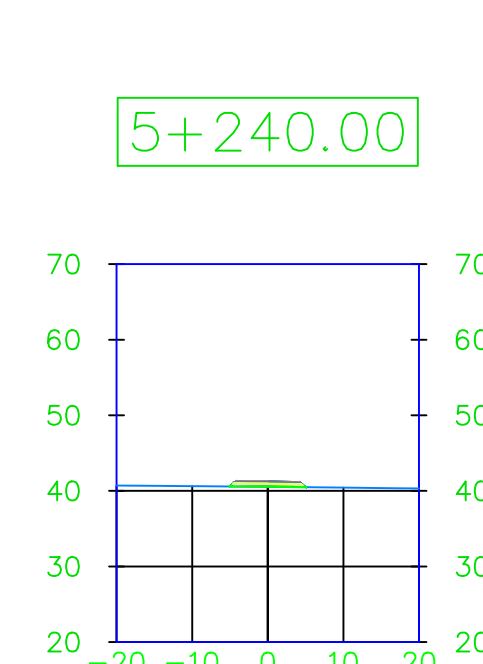
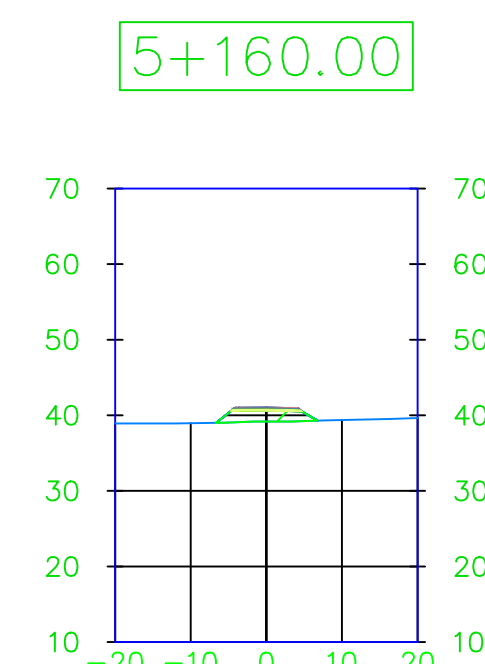
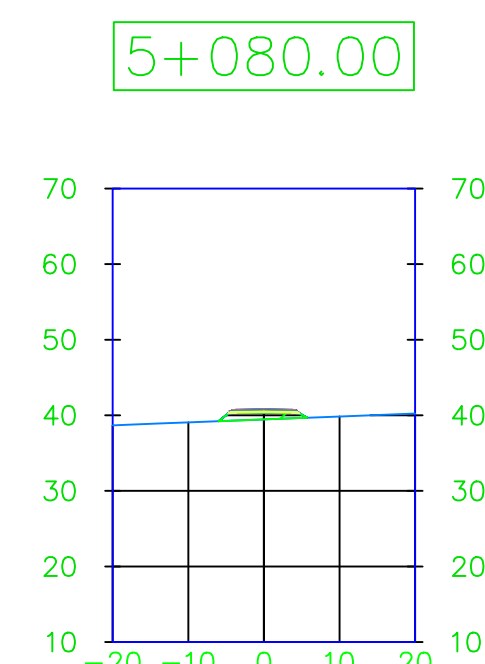
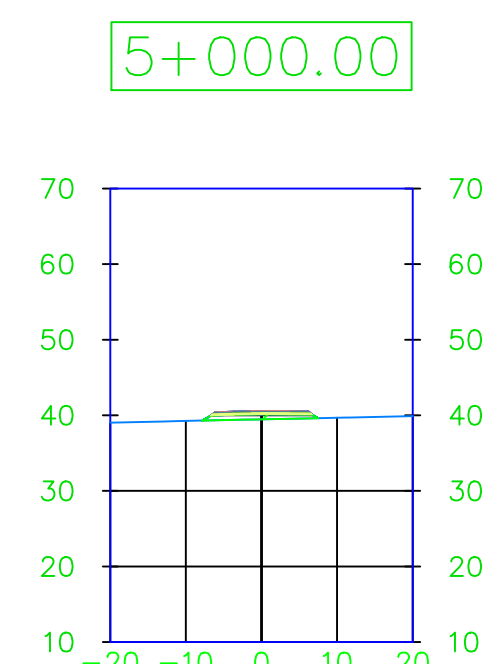
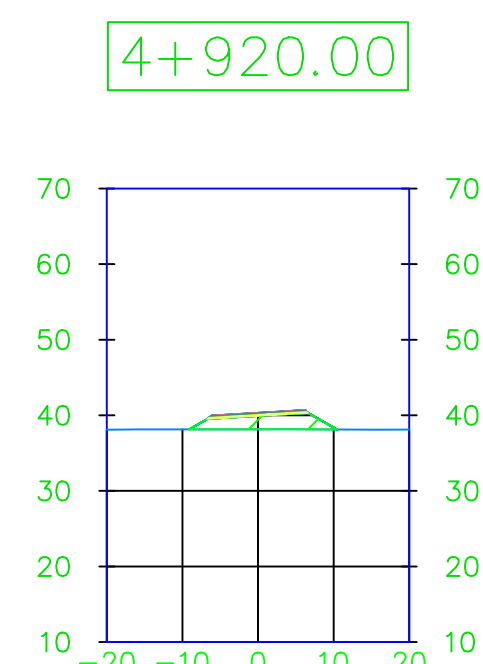
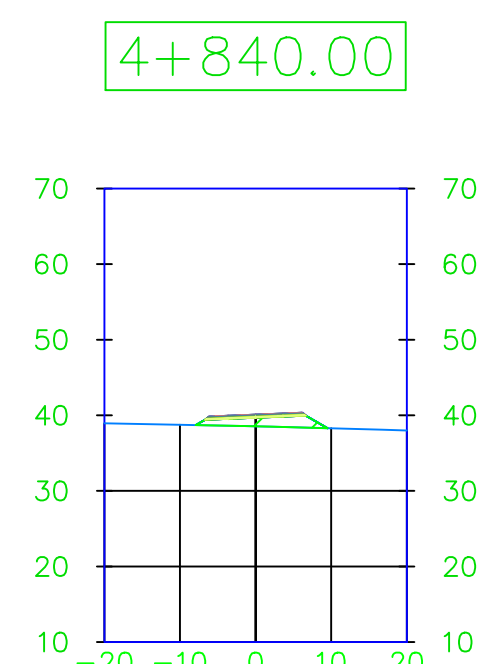
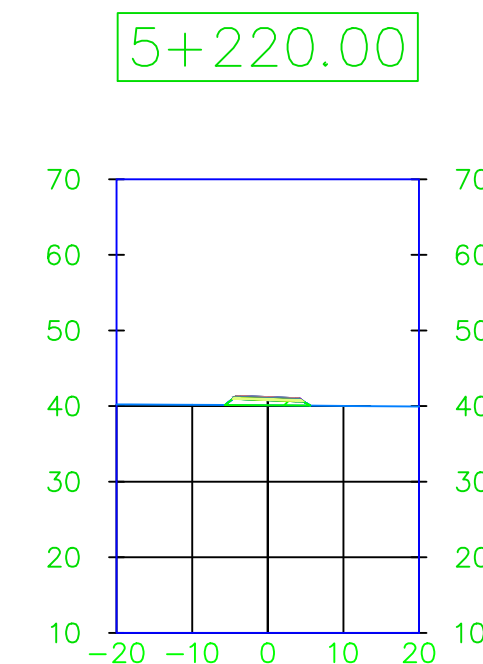
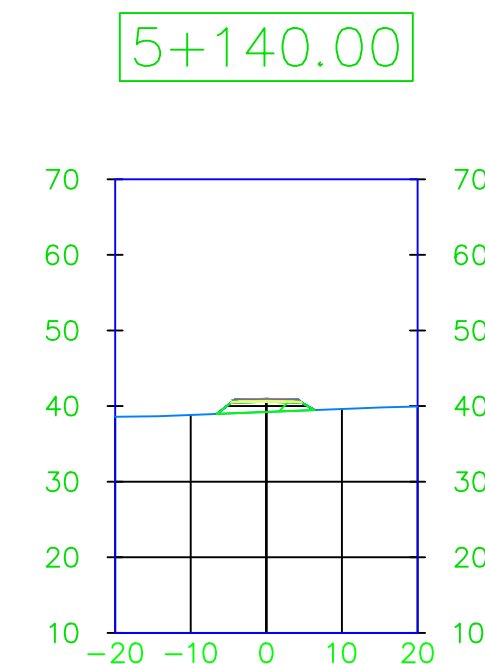
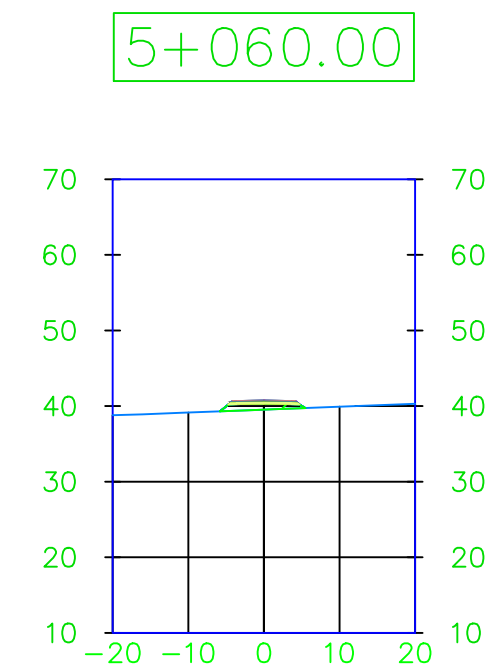
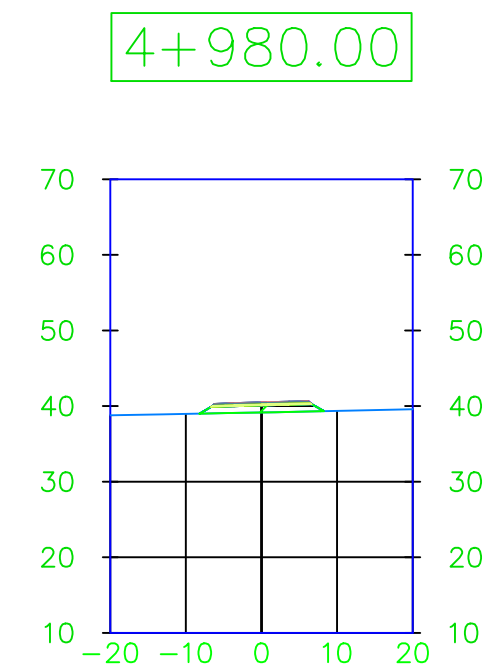
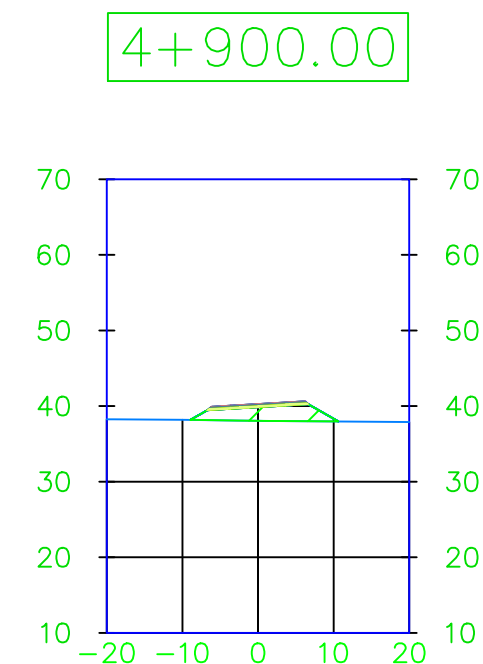
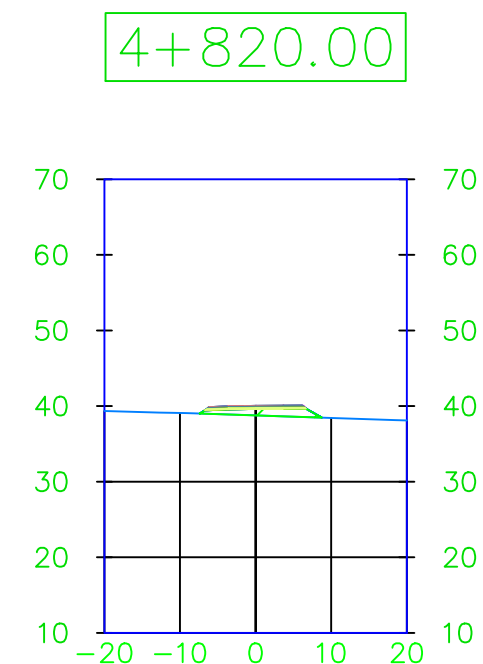
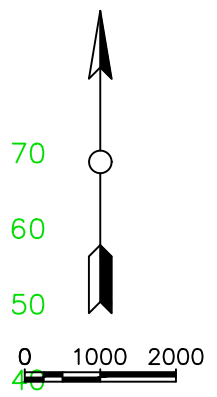
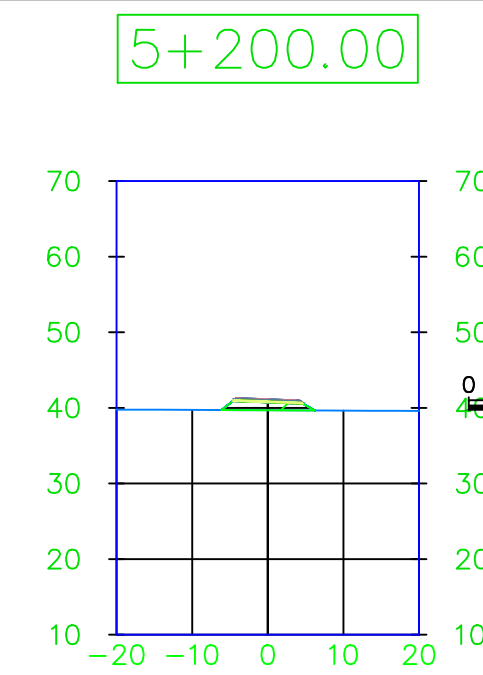
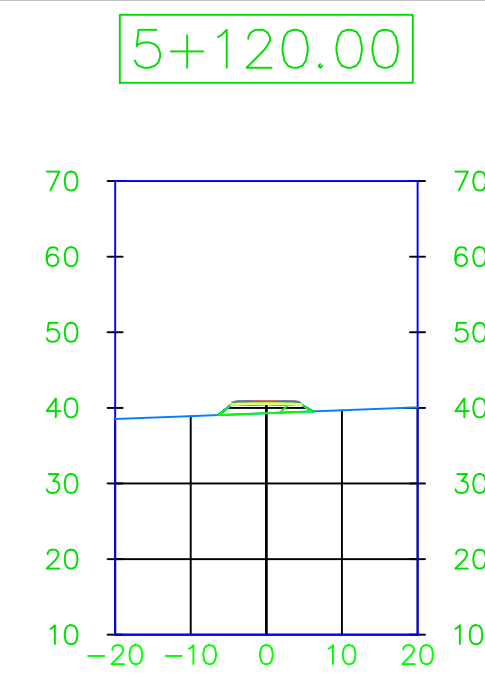
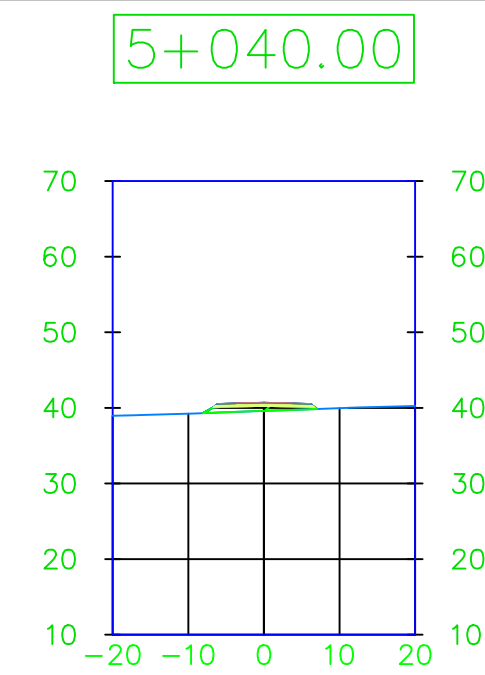
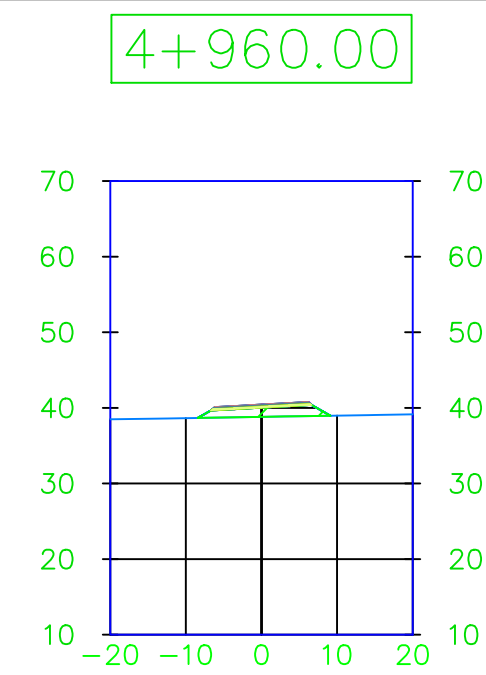
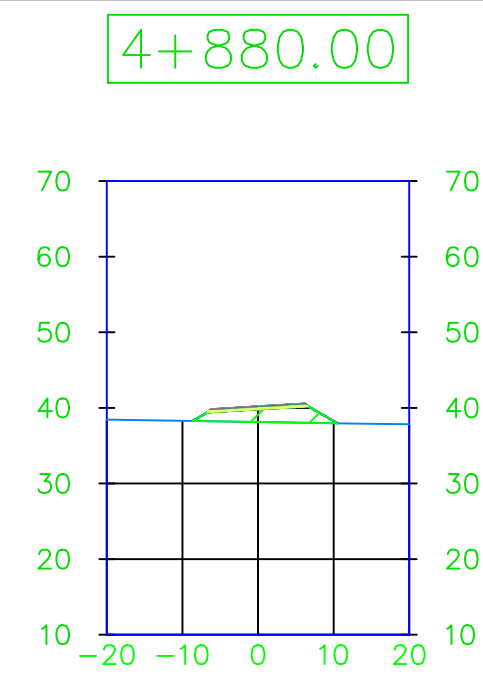
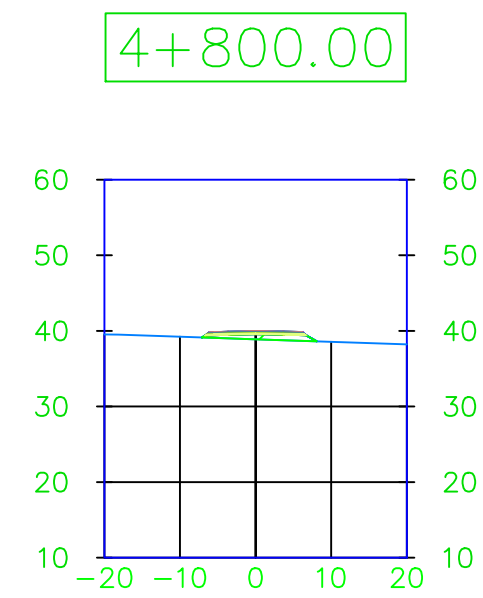


No.	Revision/Issue	Date

Contiene:
Secciones transversales desde la abscisa 4+320 a 4+780

Nombre del proyecto:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA ARENILLAS – INTERSECCIÓN VÍA A LA CUCA

Responsable: NAVARRO CANGÁS ERICK	Plano: N°17
Fecha: 25-09-2023	
Escala: 1:1000	



INSTITUCIÓN
UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
MACHALA



FACULTAD
DE
INGENIERÍA
CIVIL

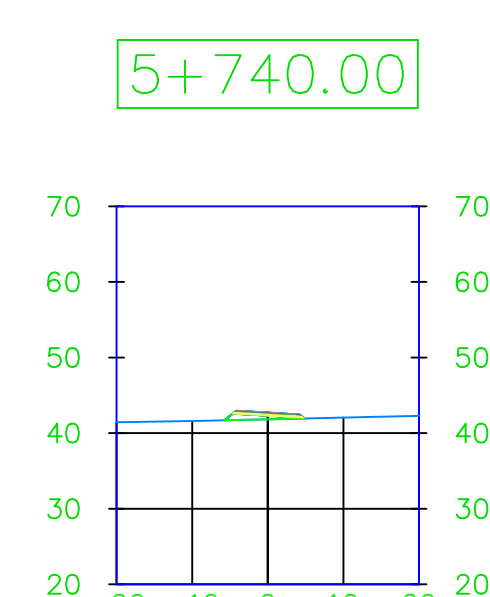
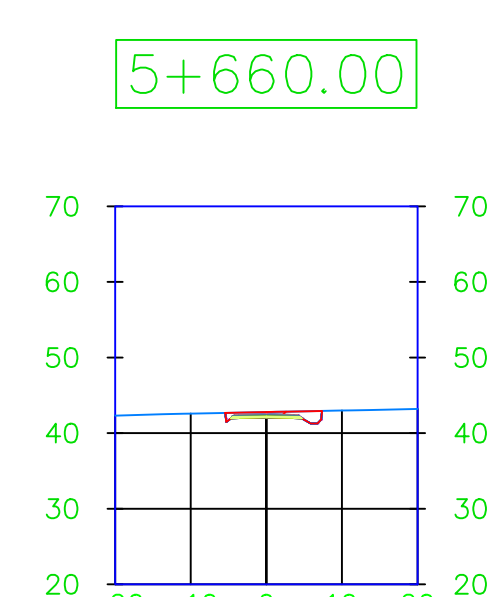
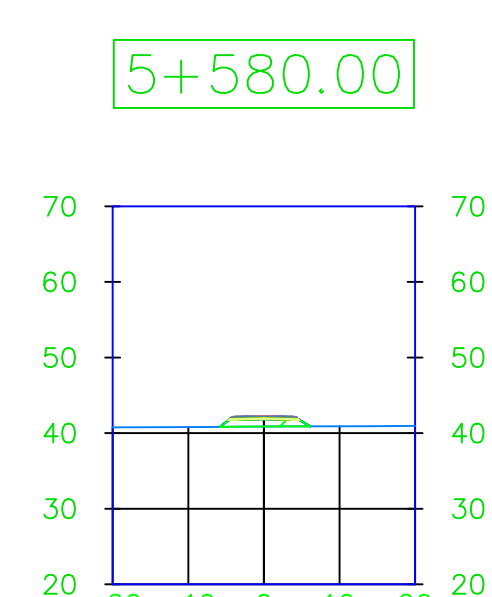
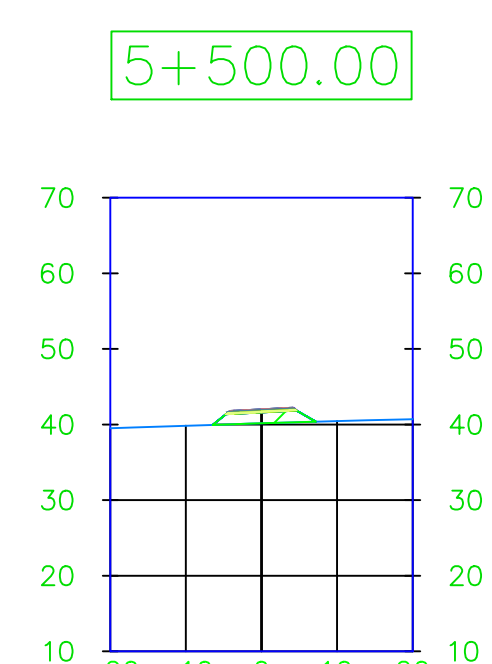
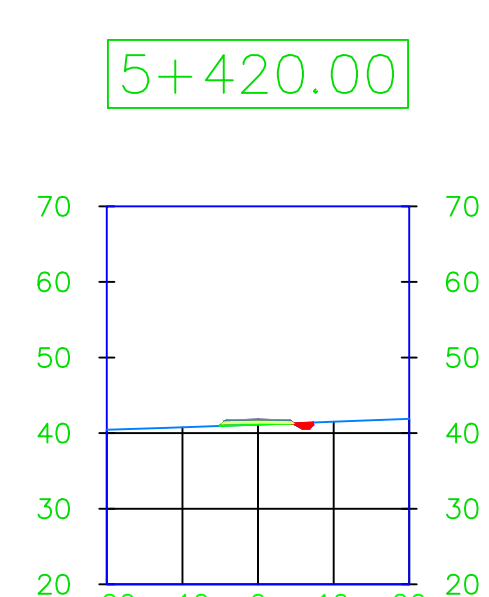
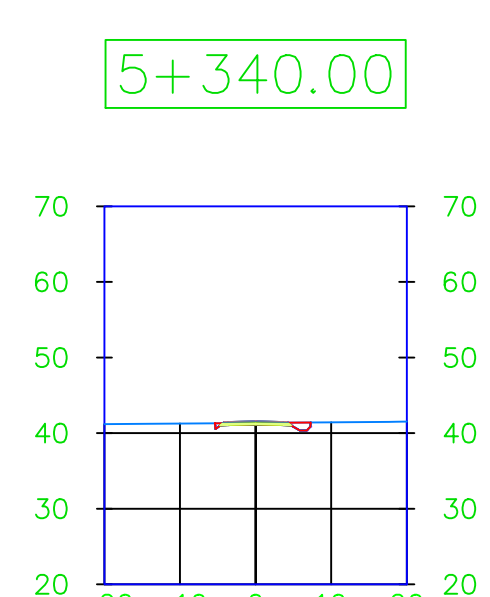
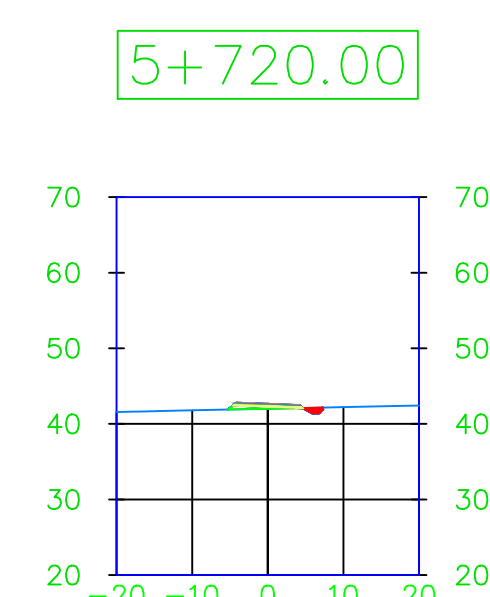
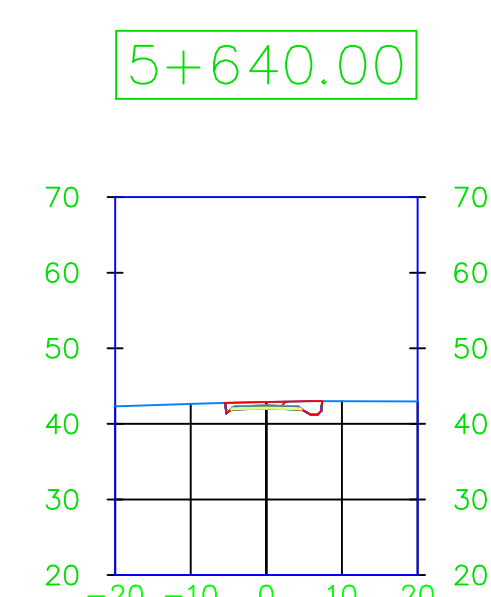
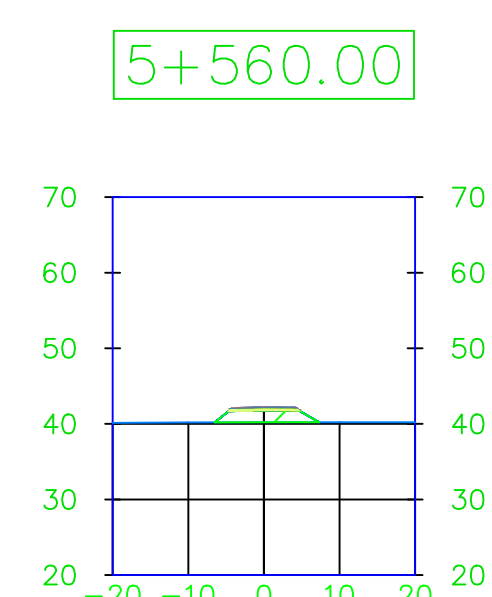
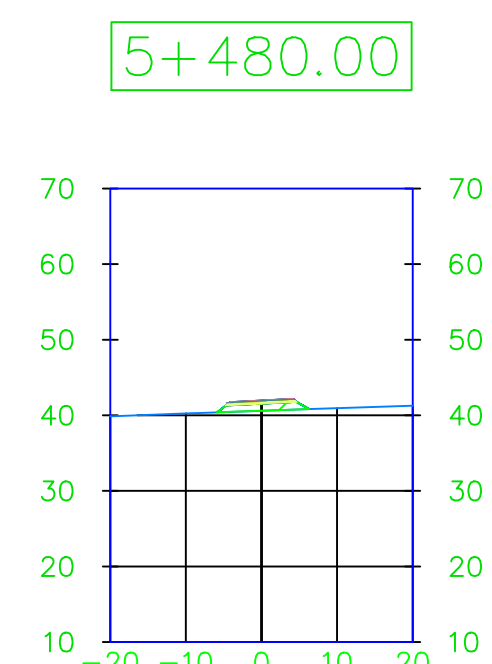
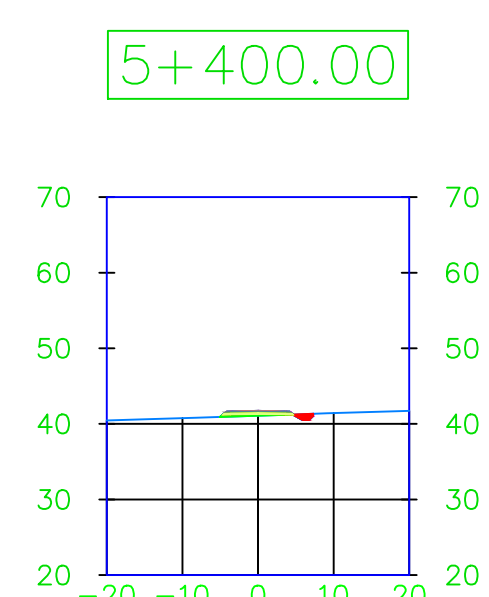
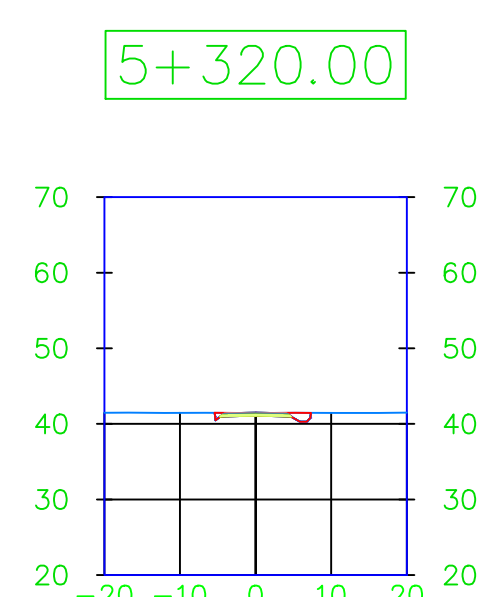
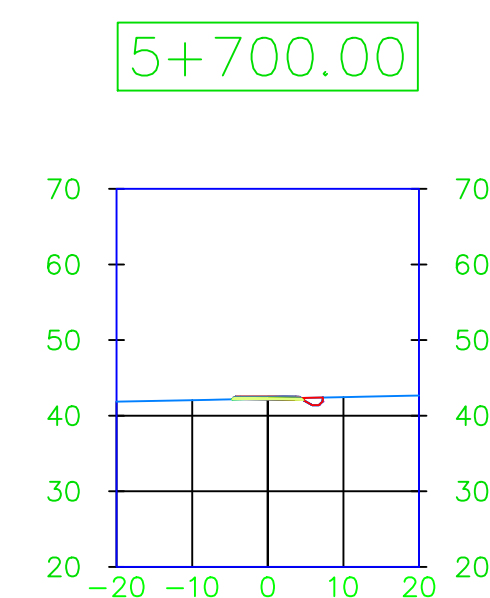
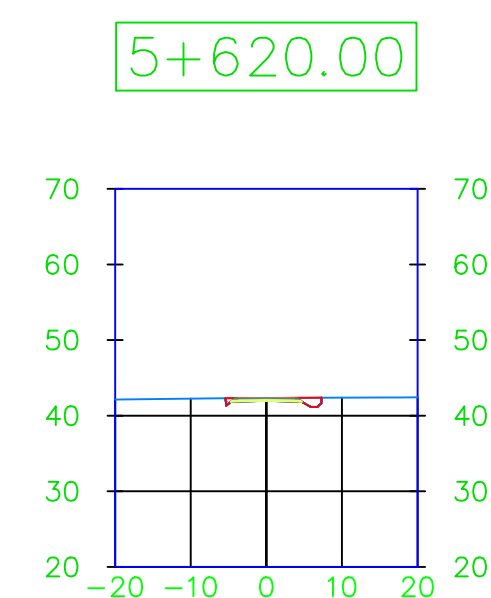
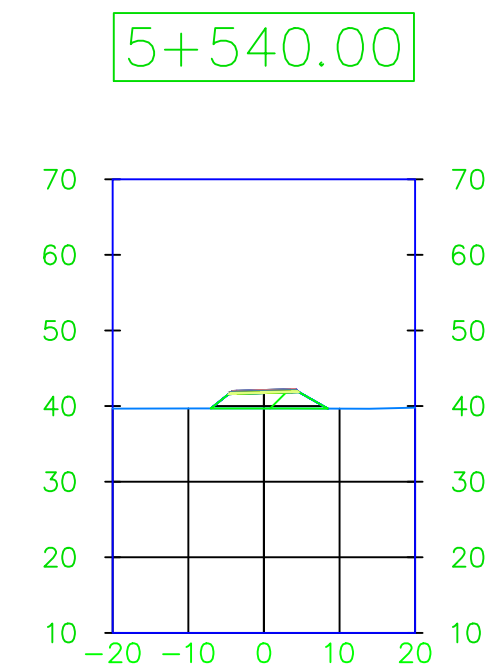
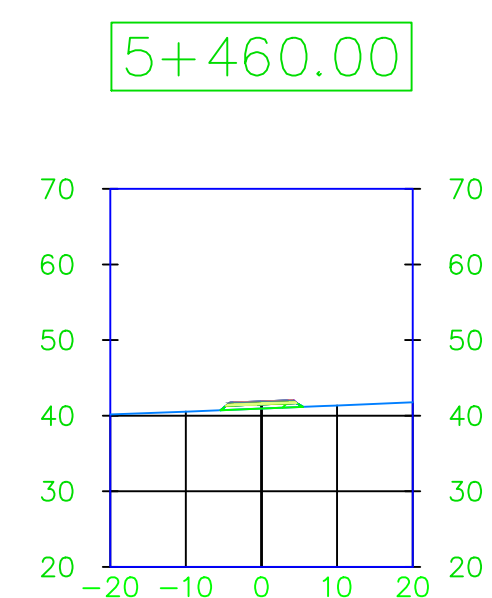
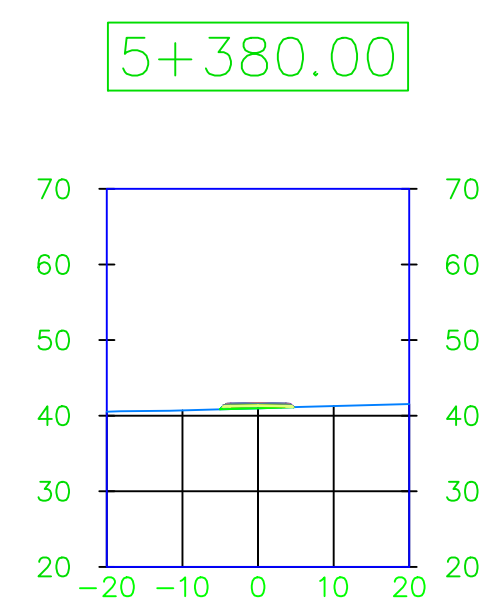
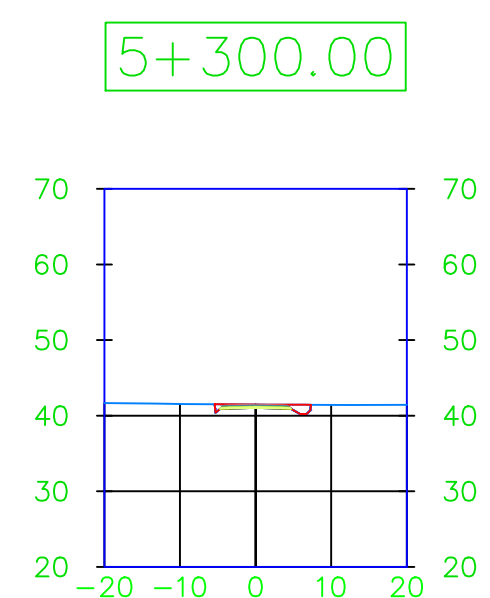
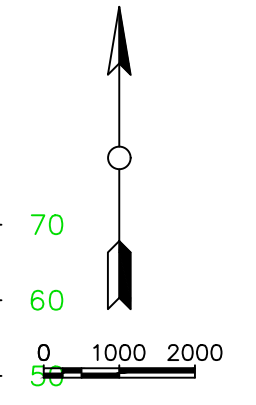
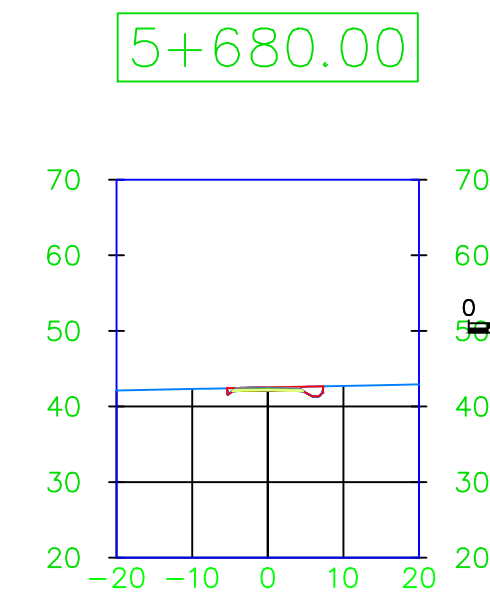
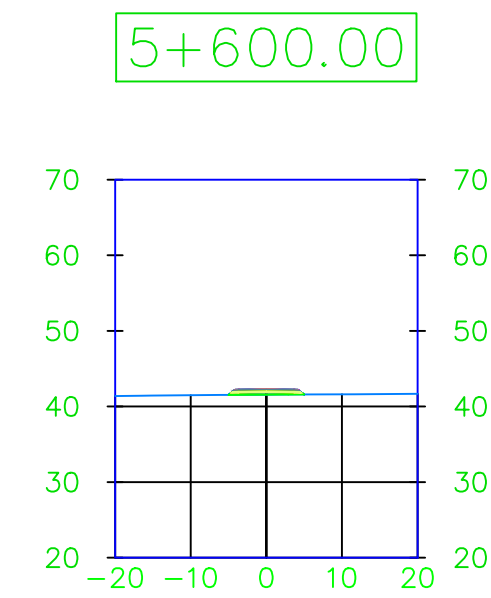
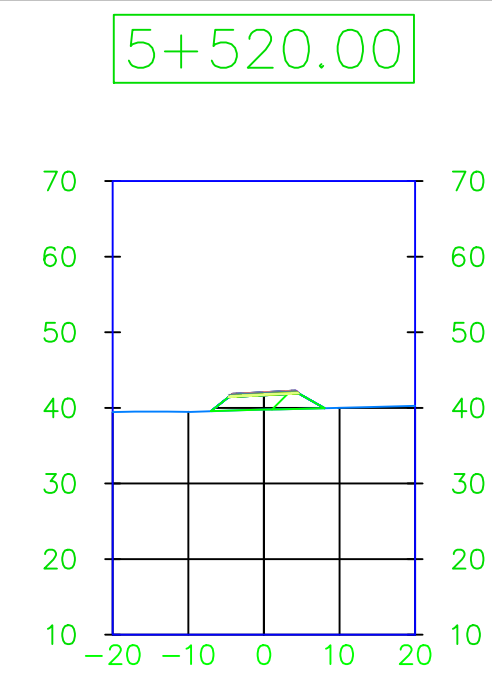
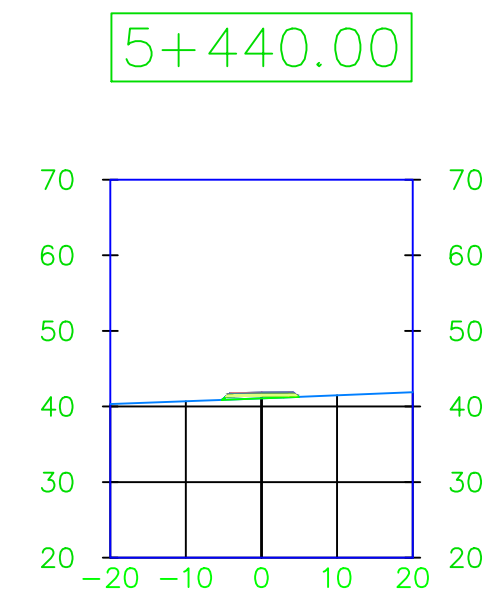
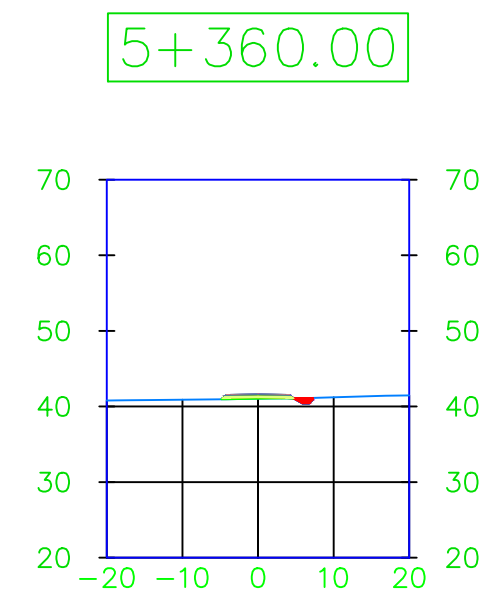
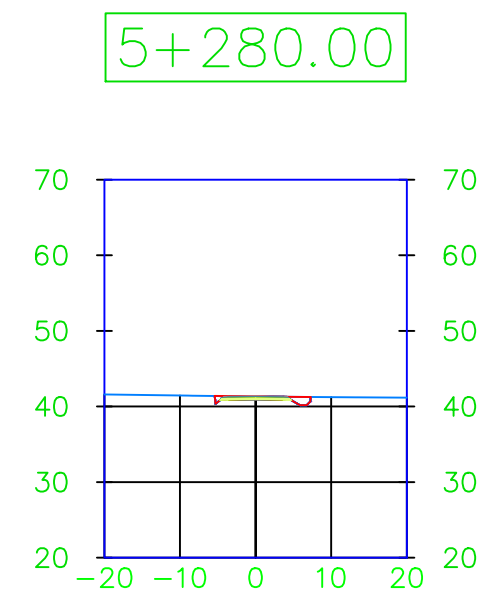


No.	Revision/Issue	Date

Contiene:
Secciones transversales desde la abscisa 4+800 a 5+260

Nombre del proyecto:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA ARENILLAS – INTERSECCIÓN VÍA A LA CUCA

Responsable: NAVARRO CANGÁS ERICK	Plano: N°18
Fecha: 25-09-2023	
Escala: 1:1000	



INSTITUCIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA



FACULTAD
DE
INGENIERÍA
CIVIL

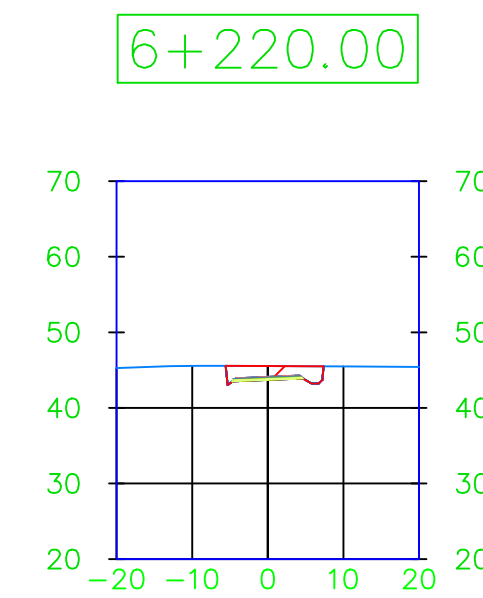
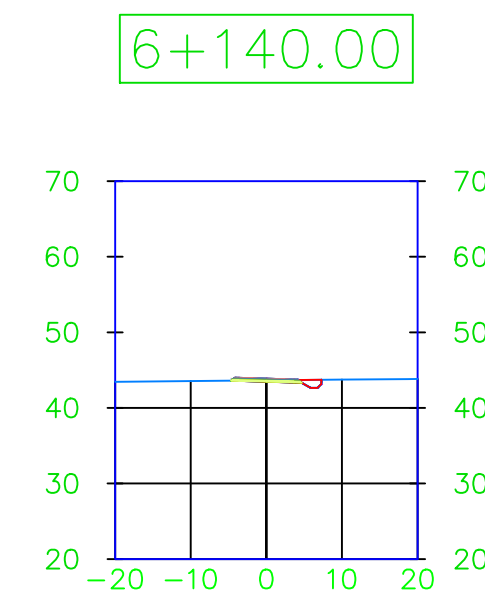
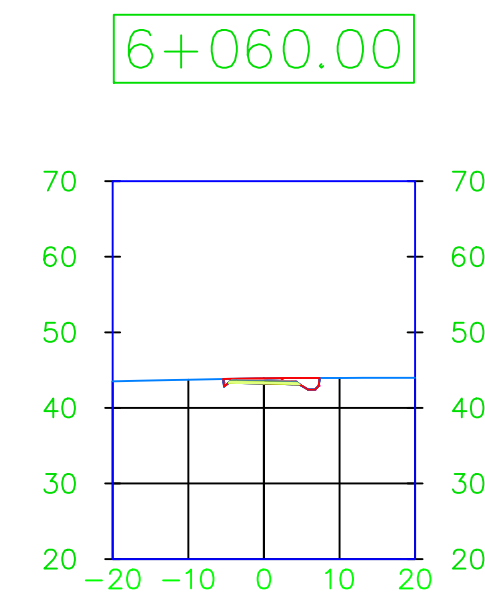
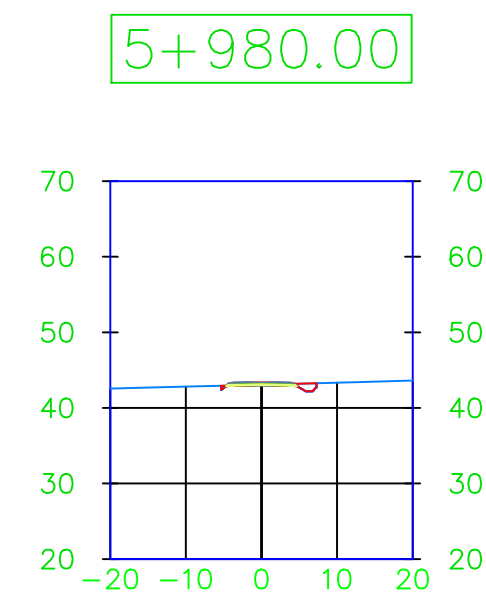
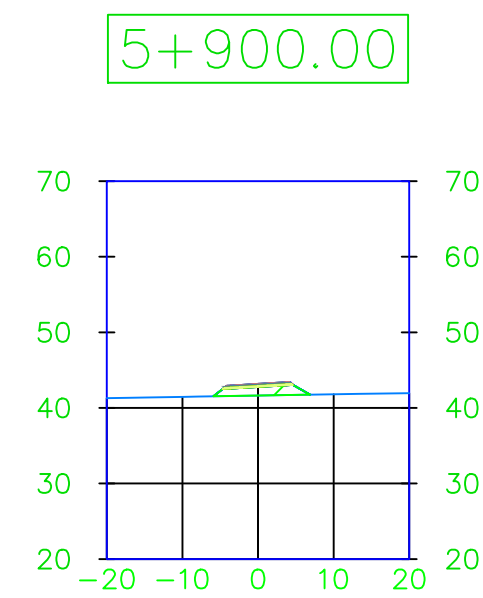
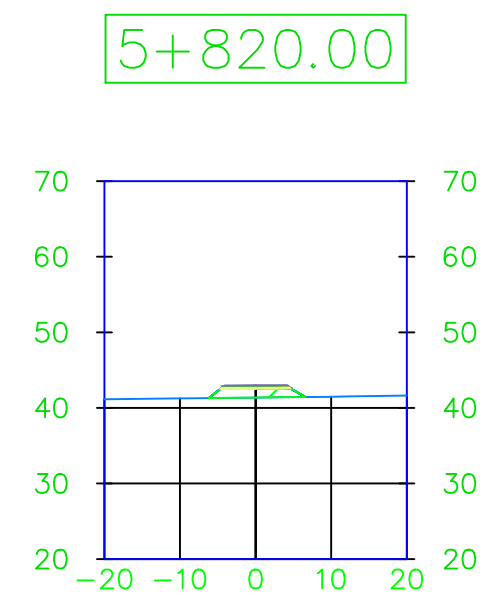
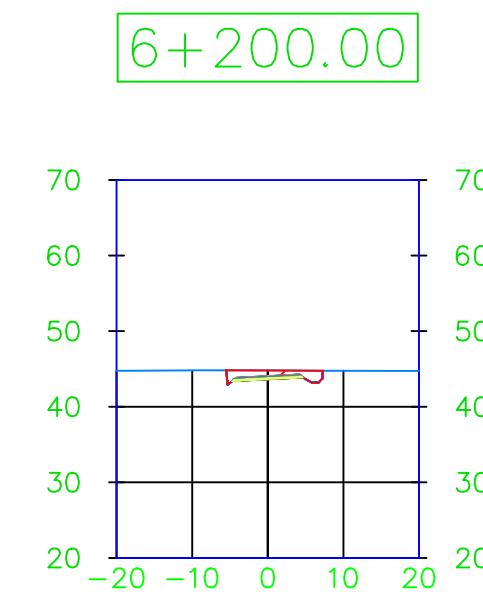
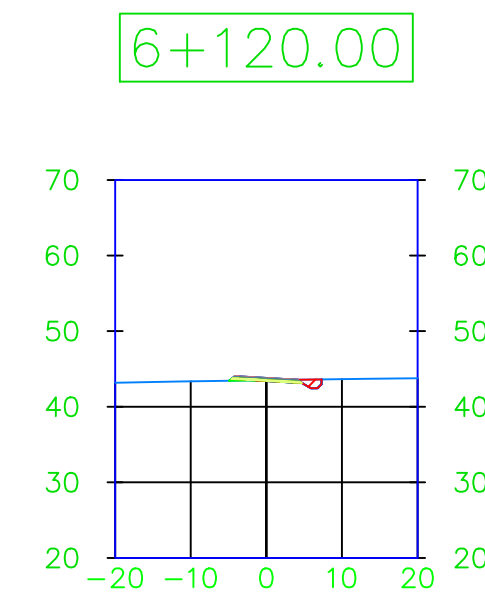
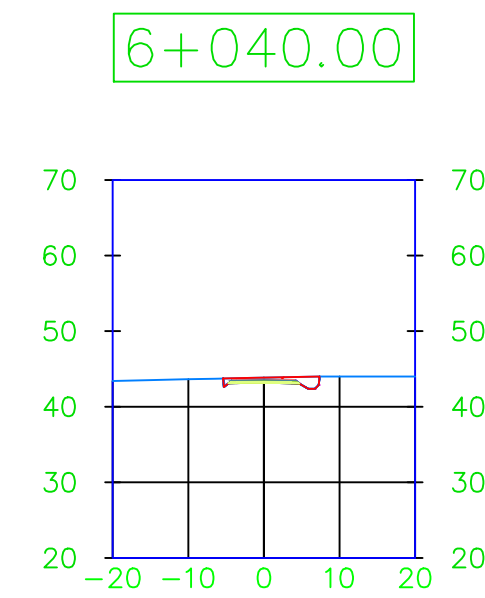
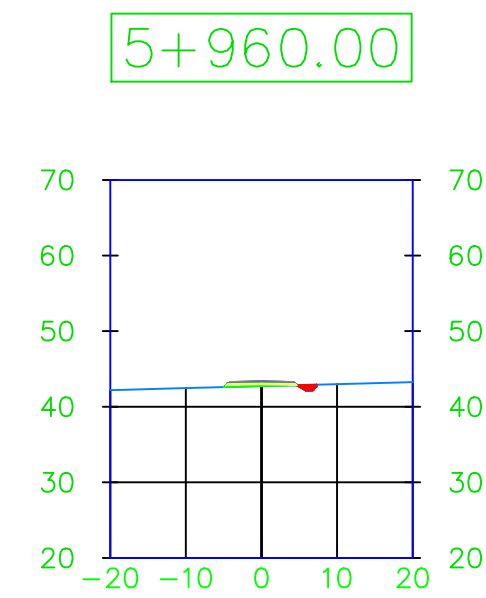
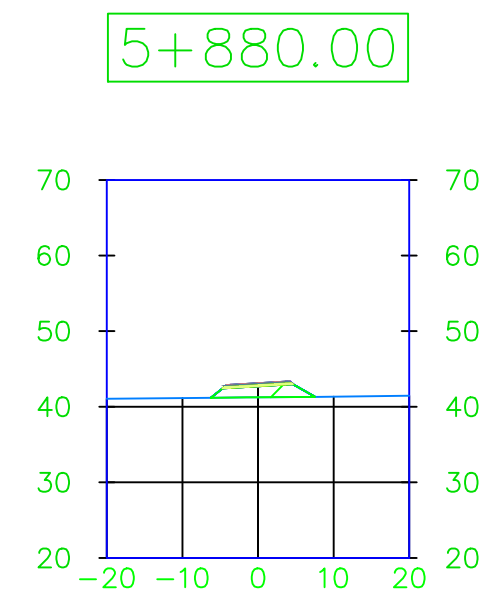
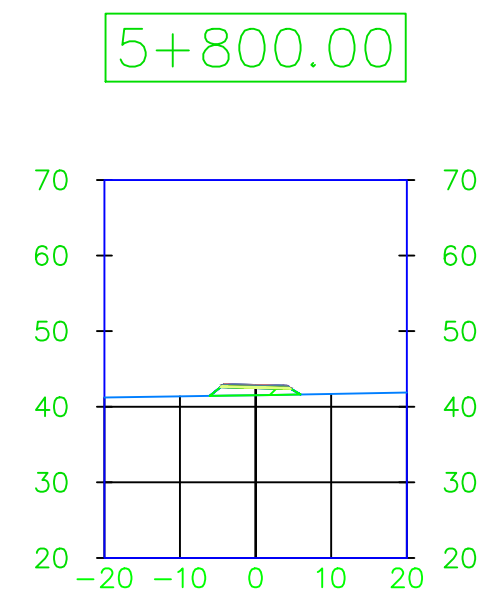
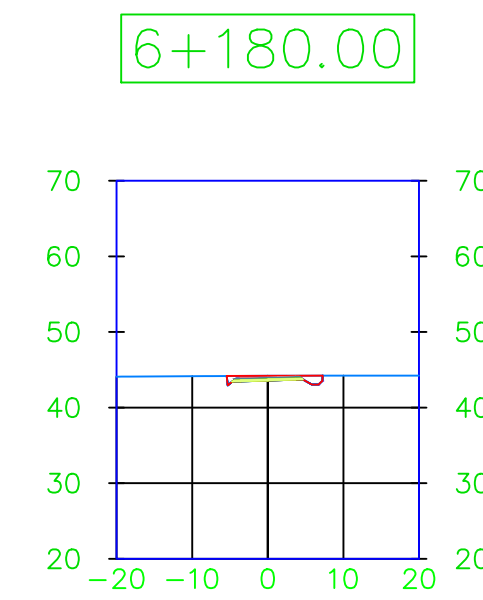
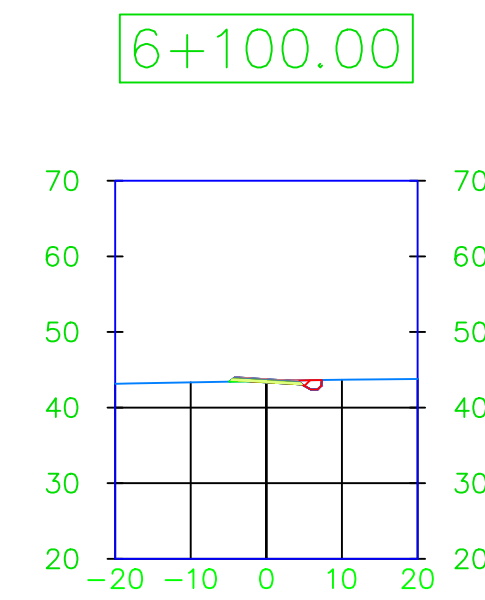
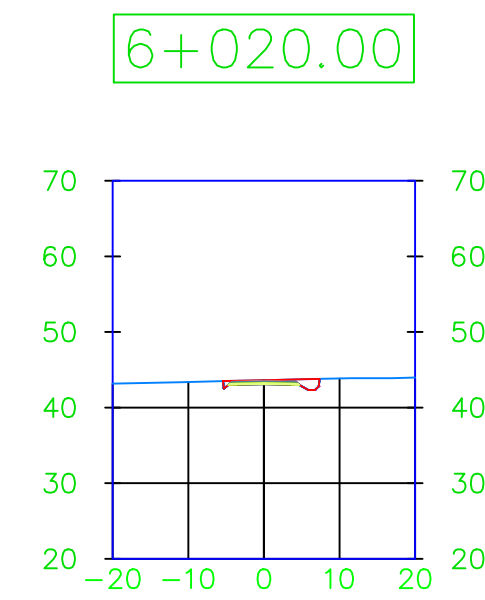
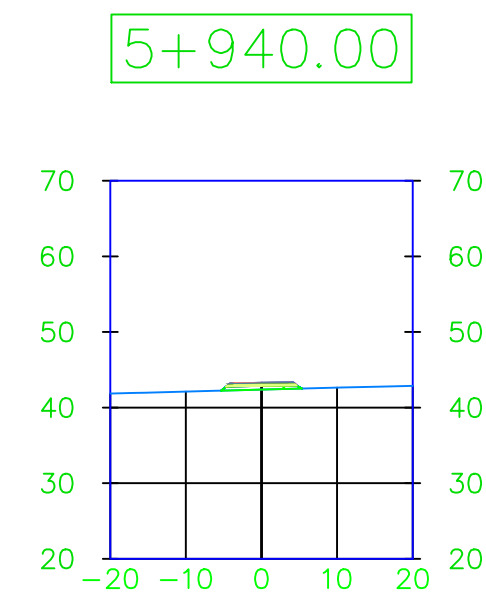
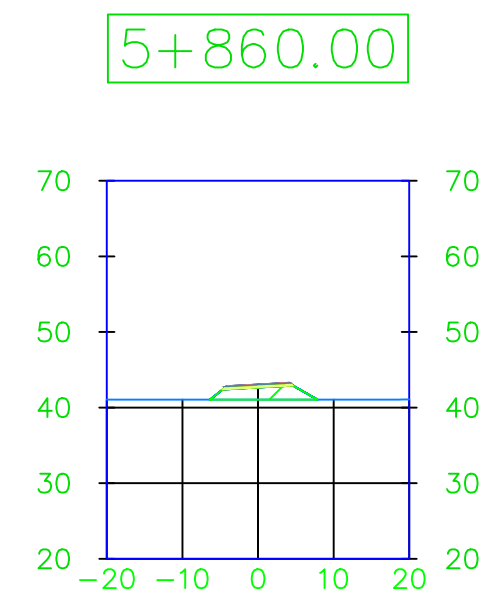
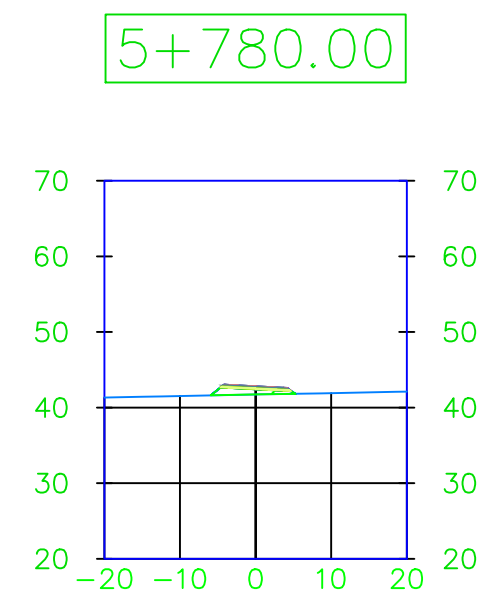
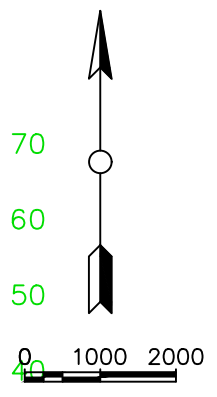
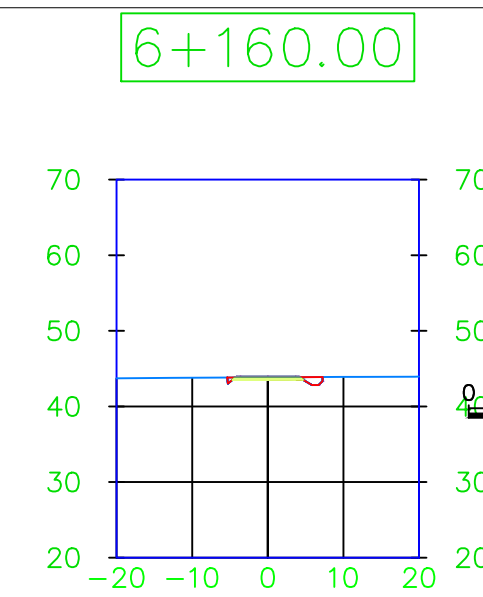
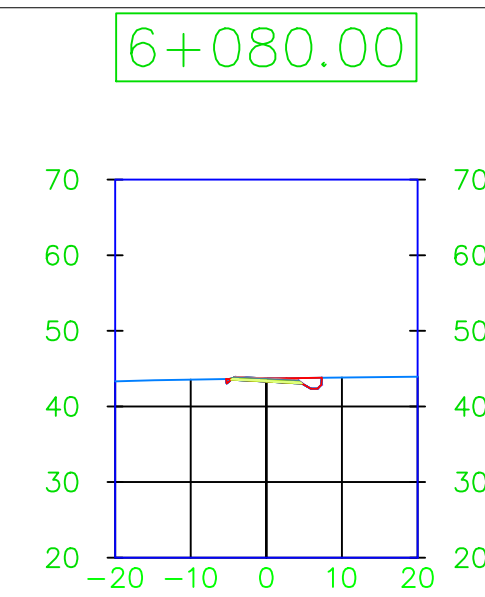
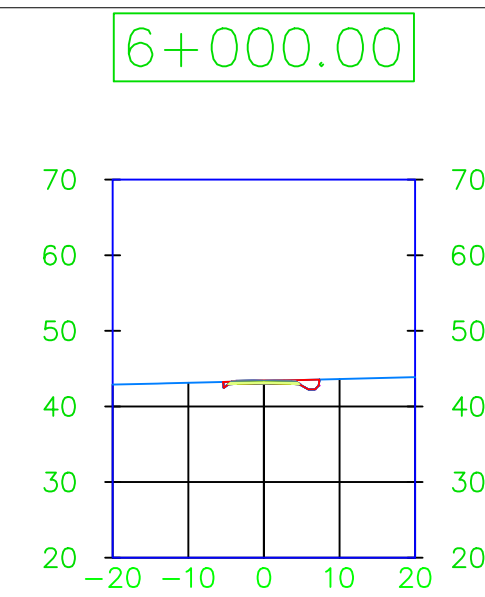
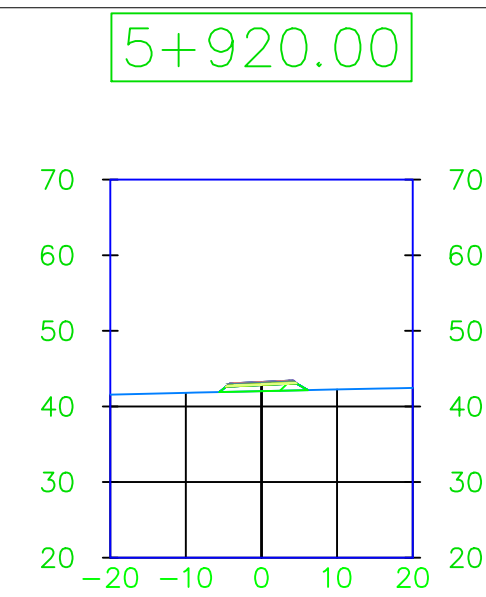
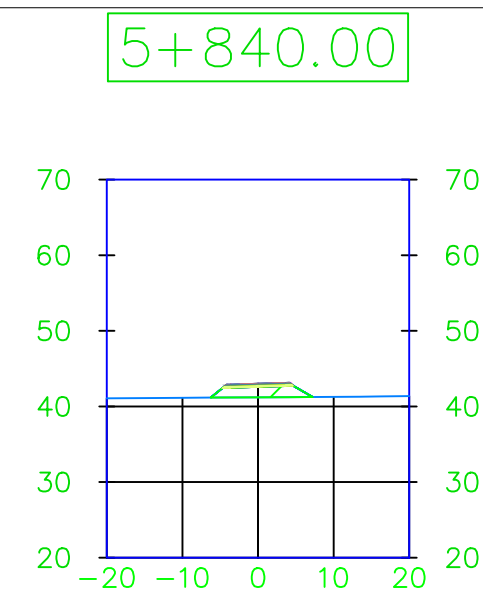
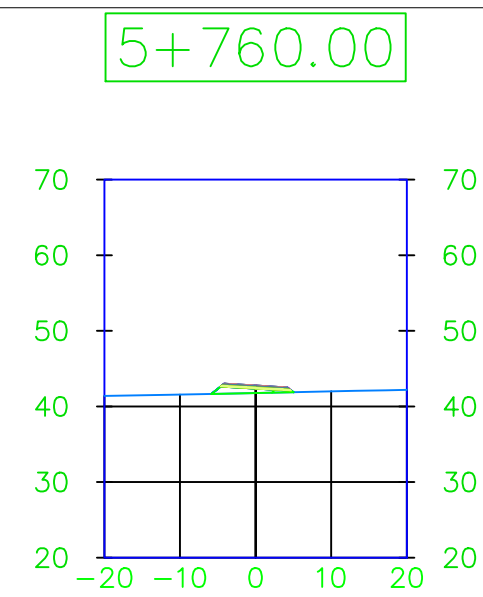


No.	Revision/Issue	Date
-----	----------------	------

Contiene:
Secciones transversales desde la abscisa 5+280 a 5+740

Nombre del proyecto:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA ARENILLAS – INTERSECCIÓN VÍA A LA CUCA

Responsable: NAVARRO CANGÁS ERICK	Plano: N°19
Fecha: 25-09-2023	
Escala: 1:1000	



INSTITUCIÓN
UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
MACHALA



FACULTAD
DE
INGENIERÍA
CIVIL

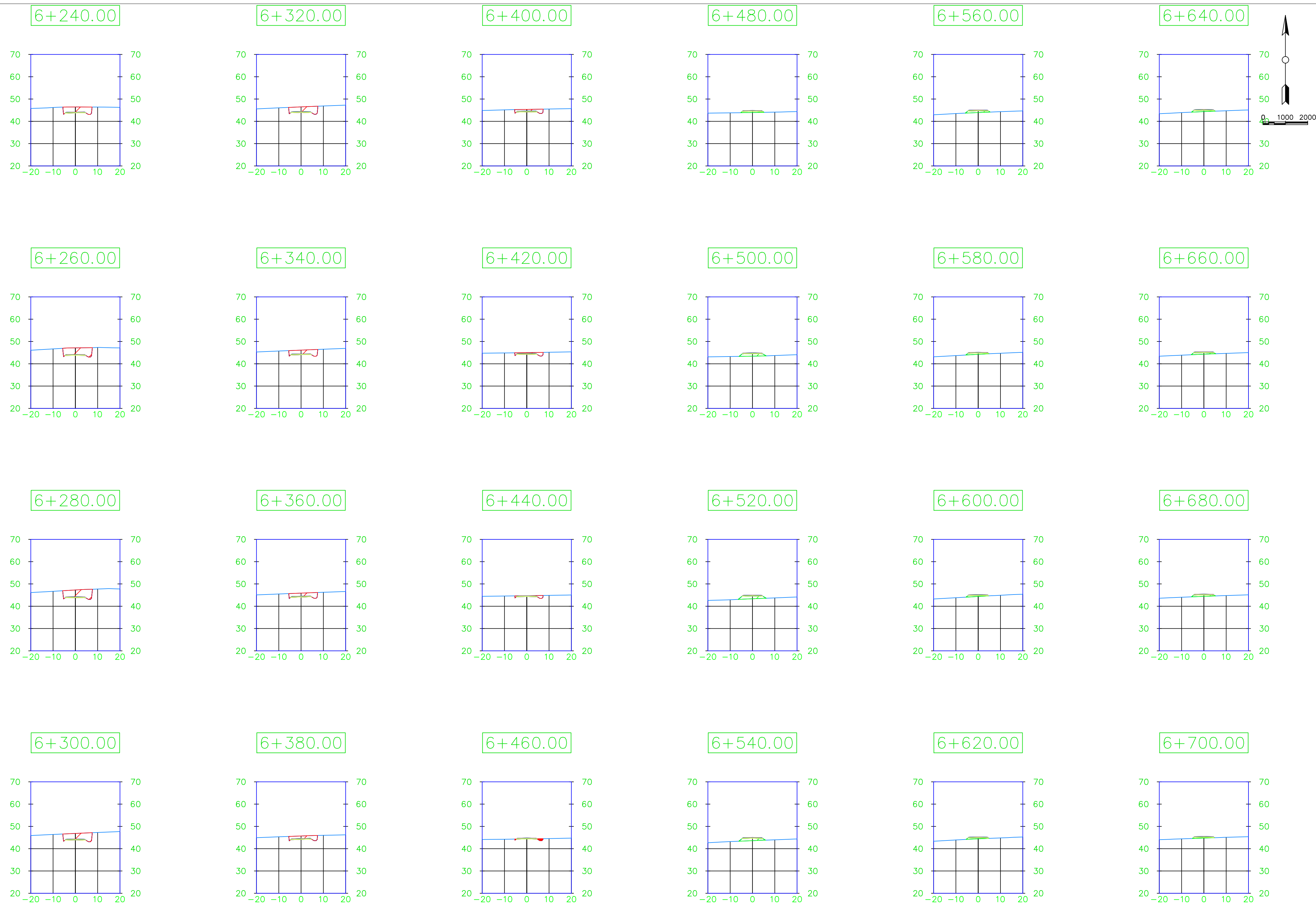


No.	Revision/Issue	Date
-----	----------------	------

Contiene:
Secciones transversales desde la abscisa 5+760 a 6+220

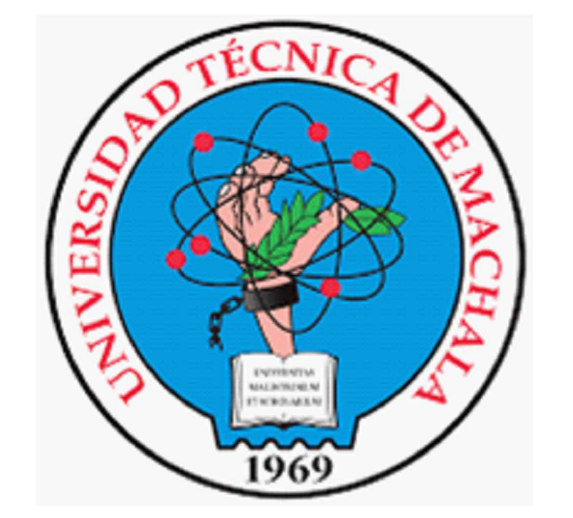
Nombre del proyecto:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA ARENILLAS – INTERSECCIÓN VÍA A LA CUCA

Responsable: NAVARRO CANGÁS ERICK	Plano: N°20
Fecha: 25-09-2023	
Escala: 1:1000	



INSTITUCIÓN

UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
MACHALA



FACULTAD
DE
INGENIERÍA
CIVIL



No.	Revision/Issue	Date

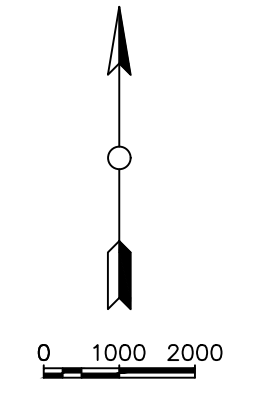
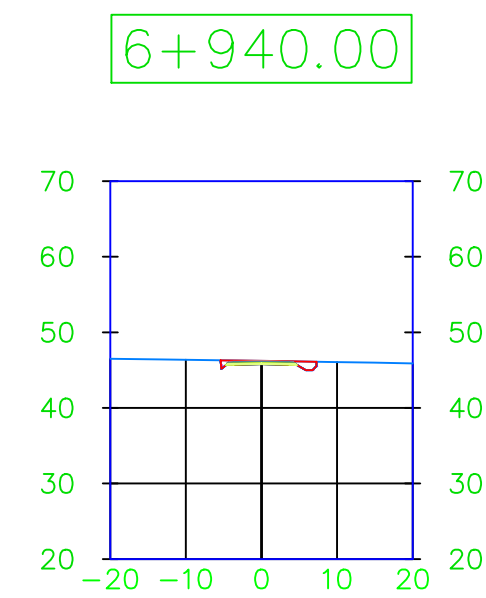
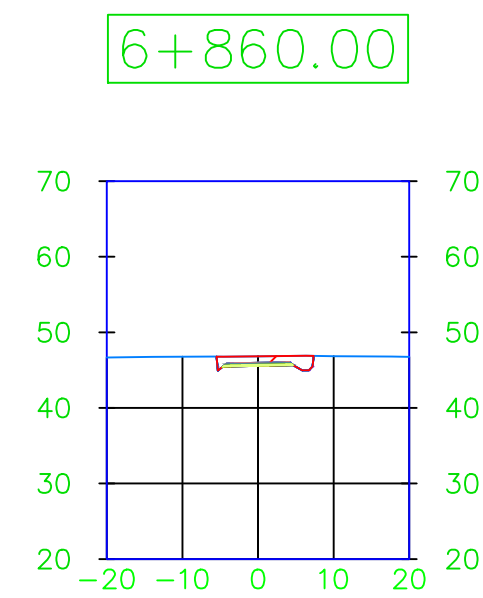
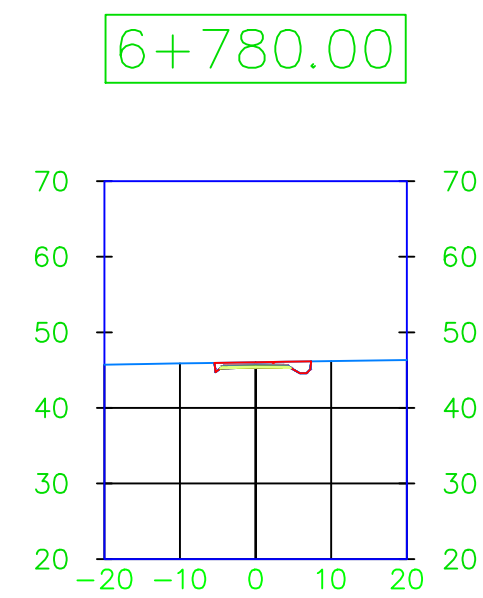
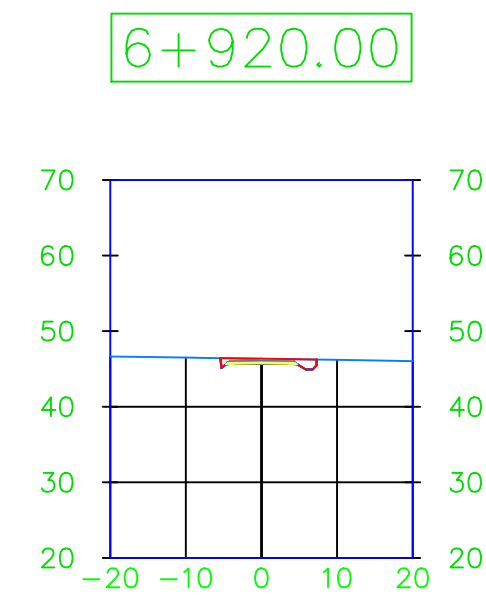
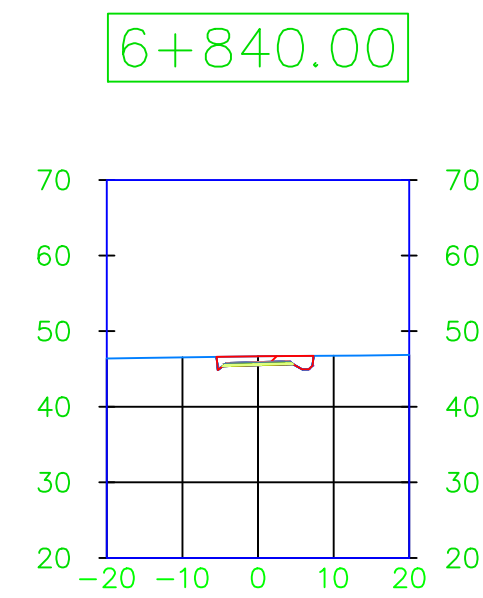
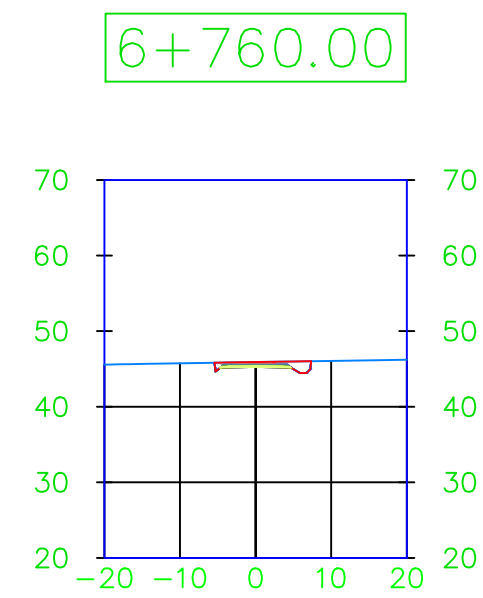
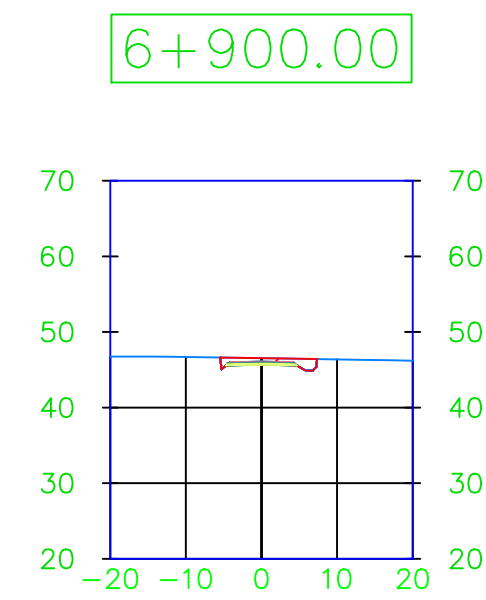
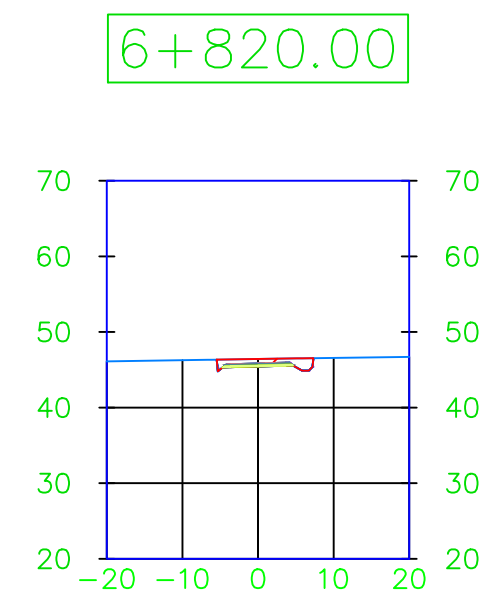
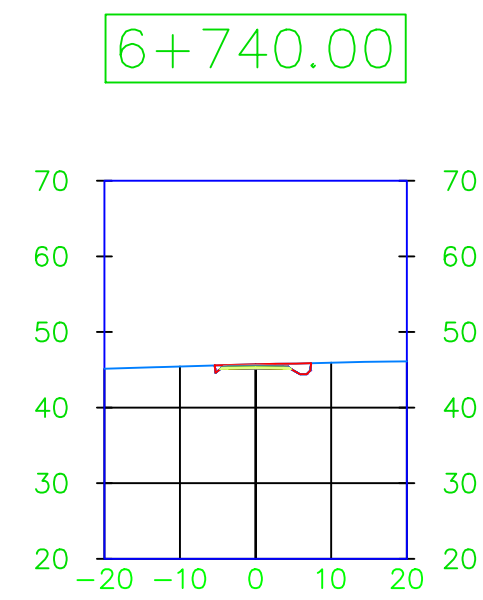
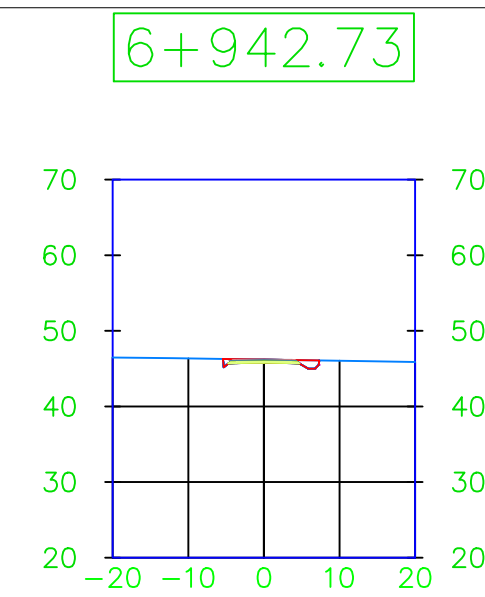
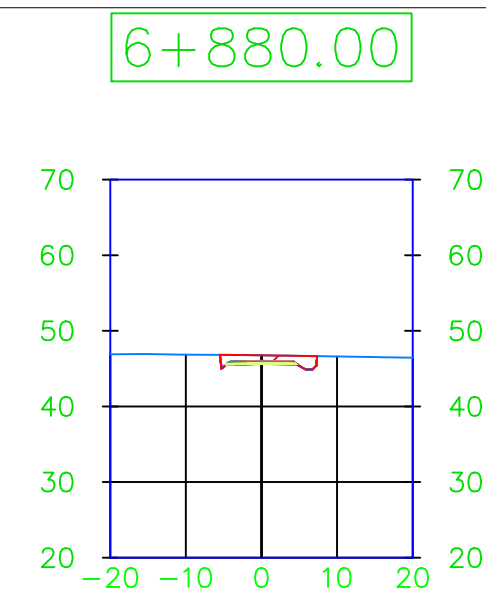
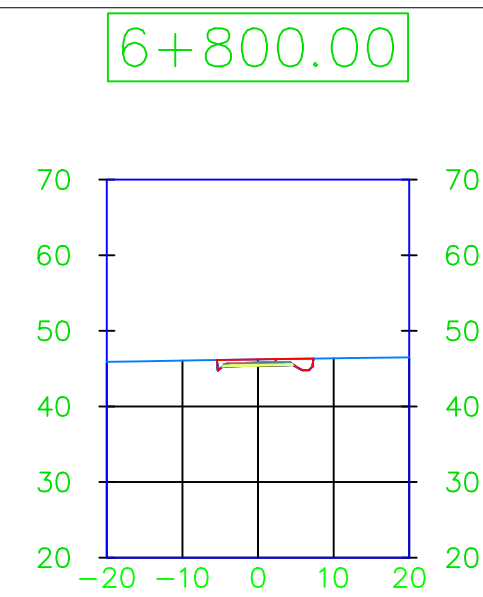
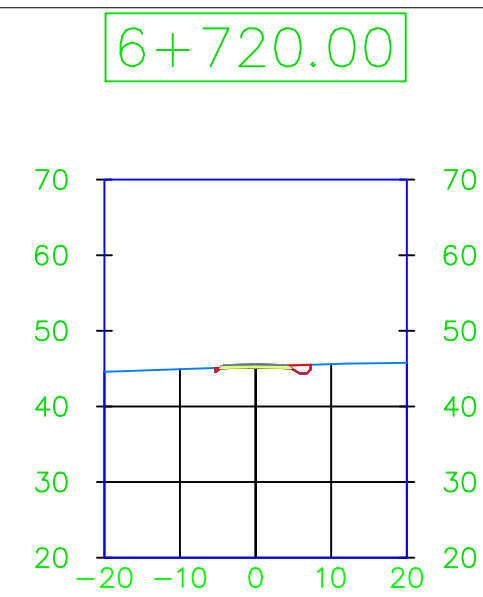
Contiene:

Secciones transversales desde la abscisa 6+240 a 6+700

Nombre del proyecto:

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA ARENILLAS – INTERSECCIÓN VÍA A LA CUCA

Responsable: NAVARRO CANGÁS ERICK	Plano: N°21
Fecha: 25-09-2023	
Escala: 1:1000	



INSTITUCIÓN
UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
MACHALA



FACULTAD
DE
INGENIERÍA
CIVIL



No.	Revision/Issue	Date

Contiene:
Secciones transversales desde la abcisa 6+720 a 6+942.73

Nombre del proyecto:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA ARENILLAS – INTERSECCIÓN VÍA A LA CUCA

Responsable: NAVARRO CANGÁS ERICK	Plano: N°22
Fecha: 25-09-2023	
Escala: 1:1000	

4.1.13 Costos y programación de Obra

4.1.13.1 Generalidades

En esta sección se analizará las posibles actividades conocidas como rubros que se ejecutarán en la construcción de la obra, dichas actividades también tienen que estar ordenadas cronológicamente en función de sus duraciones y rubro, el cronograma ayudará en a estimar el tiempo de construcción de la Obra.

4.1.13.2 Cantidades de Obra

Las cantidades de obra fueron obtenidas mediante el análisis de la carretera, además el uso del software (Civil 3D) facilitó la obtención de los materiales para el paquete de la infraestructura vial, así como las cantidades volumétricas de corte y relleno.

4.1.13.3 Análisis de precios unitarios

Este análisis se lo realiza con el fin de encontrar el costo de cada rubro previamente detallados, dentro de cada rubro según su naturaleza requerirán de los siguientes parámetros:

- Maquinaria y equipo (Herramienta menor 5%)
- Mano de obra
- Materiales
- Transporte

Los costos directos serán la sumatoria de todos lo subtotales de los parámetros anteriores, mientras que los costos indirectos en este caso se acordaron de que sea el 20% de los costos directos.

4.1.13.4 Presupuesto general

En base a las cantidades de obra y análisis de precios unitarios de cada rubro se obtuvo el presupuesto requerido para realizar todas las actividad para la construcción y entrega de la obra, además, el presupuesto está sujeto al tiempo estimado en el cronograma para su elaboración. A continuación se presenta una tabla con el presupuesto global:

Tabla 42 Presupuesto del proyecto

PRESUPUESTO					
PROYECTO:	"DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLA"				
ITEM	RUBRO	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Global
1	TRAZADO Y REPLANTEO	m	6942.73	1.47	10194.88
2	EXCAVACIÓN A MAQUINA	m3	20318.71	0.72	14705.66
3	EXCAVACIÓN DE CUNETAS	m3	1442.80	4.33	6244.55
4	DESALOJO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN NO MAYOR A 5 km	m3	21761.50	3.38	73553.89
5	ACABADO DE OBRA BÁSICA EXISTENTE	m2	84303.20	0.68	57326.17
6	MATERIAL DE MEJORAMIENTO (CASCAJO GRUESO)	m3	8430.32	20.34	171472.70
7	MATERIAL DE MEJORAMIENTO	m3	16711.71	19.15	320029.25
8	SUBBASE CLASE 2	m3	12562.37	25.82	324360.39
9	BASE CLASE 2	m3	14136.55	32.11	453924.62
10	IMPRIMACIÓN ASFALTICA	m2	79717.39	2.00	159434.78
11	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=3"	m2	79717.39	12.93	1030745.85
12	SUMIDEROS DE AGUAS LLUVIAS	u	52.00	142.00	7384.00
13	HORMIGÓN PARA CUNETAS Y BORDILLOS DE f'c=180 kg/cm ² (Inc. enc)	m3	605.67	237.02	143556.76
14	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	ml	18745.37	7.30	136841.21
15	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	u	80.00	310.51	24840.80
SUBTOTAL					2934615.51
IVA 12%					352153.86
TOTAL					3286769.37

4.1.13.5 Programación de obras

El objetivo de la programación de obras consiste en determinar el plazo de construcción del proyecto además de estimar la duración de cada rubro y que tengan un orden cronológico, para la elaboración de un cronograma nos podemos basar en diferentes metodologías como diagrama de barras o ruta crítica y herramientas de software como Excel y Microsoft Project.

Lista de actividades

Antes de realizar un cronograma se debe establecer la lista de actividades a desarrollarse en el proceso constructivo de la obra, dichas actividades deben cumplir con criterio basados en normativas y reglamentos del código de construcción, restricciones físicas, administrativas, recursos, mano de obra y seguridad.

Dicha lista actividades para este proyecto serán los 15 rubros establecidos para realizar el presupuesto general del proyecto.

Duración de rubros

La duración de rubros está en función de las cantidades de obras (CO), el rendimiento (RG), los números de grupos (NG) y la jornada de grupo (JG), valores que se calculan con las siguientes formulas:

$$JG = \frac{CO}{RG}$$

La duración de cada rubro dependerá del número de grupos asumida para cada actividad, además debe representarse en días calendario, se calcula con la siguiente formula:

$$DN = JG/NG$$

Tabla 43 Duración de rubros del proyecto

DURACIONES							
PROYECTO:	"DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLA"						
ITEM	RUBRO	Unidad	Cantidad	RG (h/u)	NG	JG (hora lab)	DN (día calen)
1	TRAZADO Y REPLANTEO	m	6942.73	0.0250	1	173.57	31
2	EXCAVACIÓN A MAQUINA	m3	20318.71	0.0156	2	158.74	28
3	EXCAVACIÓN DE CUNETAS	m3	1442.80	0.0833	2	60.11	11
4	DESALOJO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN NO MAYOR A 5 km	m3	21761.50	0.0400	4	217.62	39
5	ACABADO DE OBRA BÁSICA EXISTENTE	m2	84303.20	0.0040	1	337.21	60
6	MATERIAL DE MEJORAMIENTO (CASCAJO GRUESO)	m3	8430.32	0.0500	3	140.51	25
7	MATERIAL DE MEJORAMIENTO	m3	16711.71	0.0200	2	167.12	30
8	SUBBASE CLASE 2	m3	12562.37	0.0200	2	125.62	22
9	BASE CLASE 2	m3	14136.55	0.0200	2	141.37	25
10	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	75931.93	0.0030	4	56.95	10
11	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=3"	m2	75931.93	0.0050	4	94.91	17
12	SUMIDEROS DE AGUAS LLUVIAS	u	52.00	1.0000	1	52.00	9
13	HORMIGÓN PARA CUNETAS Y BORDILLOS DE f'c=180 kg/cm ² (Inc)	m3	605.67	0.6667	2	201.89	36
14	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	ml	18745.37	0.0500	3	312.42	56
15	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	u	80.00	0.3333	1	26.67	5
						2266.71	405

$$\text{Número de horas laborables por día calendario} = 22 * 8 / 30 * 0.95 = 5.6 \text{ horas laborales}$$

De la anterior tabla se observa que la duración total de los rubros da un total de 456 días calendarios lo que quiere decir que no se toma en cuenta los días de fin de semana y

festivos, además el rubro con más días de desarrollo es el acabado de la obra básica con una duración de 60 días.

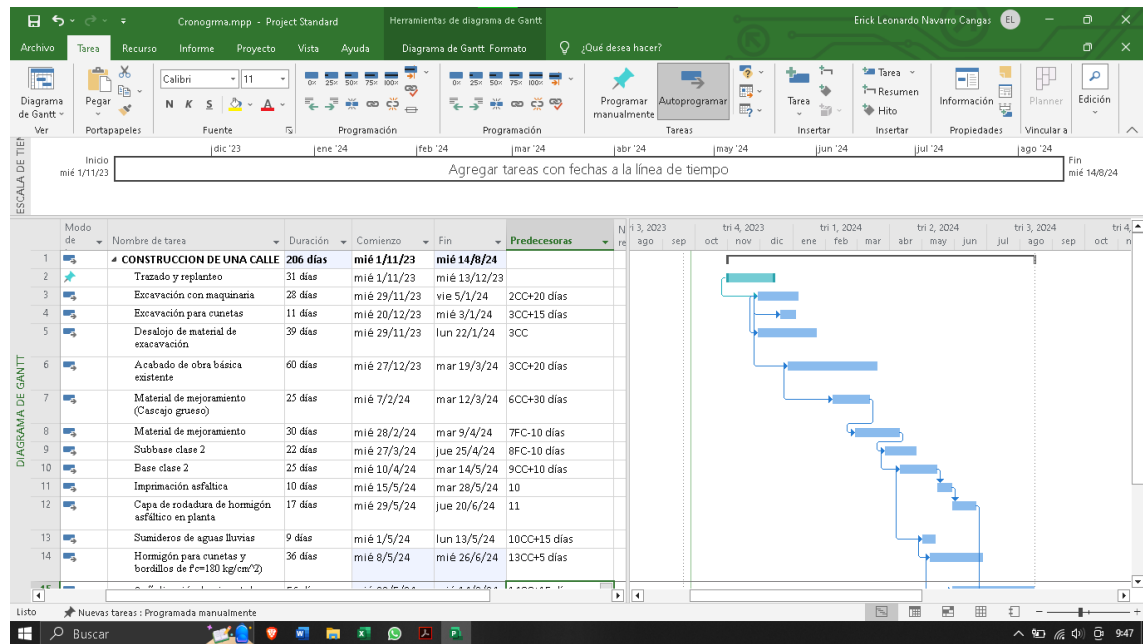


Ilustración 32 Cronograma elaborado en Microsoft Project

Tabla 44 Tabla IMP-TMP

Item	Nombre de tarea	Duración	Relación de procesadoras	Predecesoras	IMP	TMP	Comienzo
1	Trazado y replanteo	31días	No tiene procesadora		0	31	mié 1/11/23
2	Excavación con maquinaria	28días	Comienza 20 días despues de empezar R1	1CC+20 días	20	48	mié 29/11/23
3	Excavación para cunetas	11días	Comienza 15 días despues de empezar R2	2CC+15 días	35	46	mié 20/12/23
4	Desalojo de material de excavación	39días	Comienza igual que R2	2CC	20	59	mié 29/11/23
5	Acabado de obra básica existente	60días	Comienza 20 días despues de empezar R.2	2CC+20 días	40	100	mié 27/12/23
6	Material de mejoramiento (Cascajo grueso)	25días	Comienza 30 días despues de empezar R5	5CC+30 días	70	95	mié 7/2/24
7	Material de mejoramiento	30días	Comienza 10 días antes de finalizar R6	6FC-10 días	85	110	mié 28/2/24
8	Subbase clase 2	22días	Comienza 10 días antes de finalizar R7	7FC-10 días	100	122	mié 27/3/24
9	Base clase 2	25días	Comienza 10 días despues de empezar R8	8CC+10 días	110	135	mié 10/4/24
10	Imprimación asfáltica	10días	Comienza cuando finaliza R9	9	135	145	mié 15/5/24
11	Capa de rodadura de hormigón asfáltico en planta	17días	Comienza cuando finaliza R10	10	145	162	mié 29/5/24
12	Sumideros de aguas lluvias	9días	Comienza 15 días despues de empezar R9	9CC+15 días	125	134	mié 1/5/24
13	Hormigón para cunetas y bordillos de fc=180 kg/cm ²)	36días	Comienza 5 días despues de empezar R12	12CC+5 días	130	166	mié 8/5/24
14	Señalización horizontal	56días	Comienza 15 días despues de empezar R13	13CC+15 días	145	201	mié 29/5/24
15	Señalización vertical	5días	Comienza cuando finaliza R11	11	201	206	vie 21/6/24

Tabla 45 Cronograma valorado de trabajo

ITEM	Rubro	Unidad	Cantidad	Costo	%	Duración	Tiempo en días						100.00	
							30	60	90	120	150	180		210
1	Trazado y replanteo	m	6942.73	10194.88	0.35	31	9866.013	328.867						93.33
2	Excavación con maquinaria	m3	20318.71	14705.66	0.5	28	5252.021091	9453.638909						86.67
3	Excavación para cunetas	m3	1442.80	6244.55	0.21	11		6244.55						80.00
4	Desalojo de material de excavación	m3	21761.50	73553.89	2.51	39	18859.97161	54693.91443						73.33
5	Acabado de obra básica existente	m2	84303.20	57326.17	1.95	60		19108.70422	28663.085	9554.352112				66.67
6	Material de mejoramiento (Cascajo)	m3	8430.32	171472.7	5.84	25			137178.1468	34294.52642				60.00
7	Material de mejoramiento	m3	16711.71	320029.25	10.91	30			53338.2062	266691.0406				53.33
8	Subbase clase 2	m3	12562.37	324360.39	11.05	22				294873.0817	29487.3079			46.67
9	Base clase 2	m3	14136.55	453924.62	15.47	25				181569.8479	272354.7731			40.00
10	Imprimación asfáltica	m2	75931.93	159434.78	5.43	10					159434.78			33.33
11	Capa de rodadura de hormigón	m2	75931.93	1030745.85	35.12	17					303160.5429	727585.3059		26.67
12	Sumideros de aguas lluvias	u	52.00	7384	0.25	9					7384			20.00
13	Hormigón para cunetas y bordillos	m3	605.67	143556.76	4.89	36					79753.75476	63803.00405		13.33
14	Señalización horizontal	ml	18745.37	136841.21	4.66	56					12217.96518	73307.79106	51315.45374	6.67
15	Señalización vertical	u	80.00	24840.8	0.85	5						24840.8		0.00
			2934615.51		100									

Avance programado	Monto parcial	33978.006	89829.675	219179.438	786982.849	863793.124	889536.901	51315.454
	Monto acumulado	33978.006	123807.680	342987.118	1129969.967	1993763.091	2883299.992	2934615.446
	Porcentaje parcial	1.16	3.06	7.47	26.82	29.43	30.31	1.75
	Porcentaje acumulado	1.16	4.22	11.69	38.51	67.94	98.25	100

Tabla 46 Cronograma de avance físico

ITEM	Rubro	Unidad	Cantidad	Costo	%	Duración	Tiempo en días						100.00		
							30	60	90	120	150	180		210	
1	Trazado y replanteo	m	6942.73	10194.88	0.35	31	30.00	1.000							93.33
2	Excavación con maquinaria	m3	20318.71	14705.66	0.5	28	10	18							86.67
3	Excavación para cunetas	m3	1442.80	6244.55	0.21	11		11							80.00
4	Desalajo de material de excavación	m3	21761.50	73553.89	2.51	39	10	20							73.33
5	Acabado de obra básica existente	m2	84303.20	57326.17	1.95	60		20	20	10					66.67
6	Material de mejoramiento (Cascajo grueso)	m3	8430.32	171472.7	5.84	25			20	5					60.00
7	Material de mejoramiento	m3	16711.71	320029.25	10.91	30			5	25					53.33
8	Subbase clase 2	m3	12562.37	324360.39	11.05	22				20	2				46.67
9	Base clase 2	m3	14136.55	453924.62	15.47	25				10	15				40.00
10	Imprimación asfáltica	m2	75931.93	159434.78	5.43	10					10				33.33
11	Capa de rodadura de hormigón asfáltico en pl	m2	75931.93	1030745.85	35.12	17						5	12		26.67
12	Sumideros de aguas lluvias	u	52.00	7384	0.25	9							0		20.00
13	Hormigón para cunetas y bordillos de f'c=180	m3	605.67	143556.76	4.89	36						20	16		13.33
14	Señalización horizontal	ml	18745.37	136841.21	4.66	56							5	30	6.67
15	Señalización vertical	u	80.00	24840.8	0.85	5								21	0.00
			2934615.51		100	404									

Avance programado	Monto parcial	50.000	79.000	55.000	70.000	66.000	58.000	26.000
	Monto acumulado	50.000	129.000	184.000	254.000	320.000	378.000	404.000
	Porcentaje parcial	12.38	19.55	13.61	17.33	16.34	14.36	6.44
	Porcentaje acumulado	12.38	31.93	45.54	62.87	79.21	93.57	100

Tabla 47 Cronograma de utilización de equipo

DESCRIPCION DEL EQUIPO	Periodo	20	31	35	40	46	48	59	70	85	95	100	110	122	125	130	134	135	145	162	166	201	206	Total dias mano de obra	Costo diario	Costo total MO	
	Duración	20	11	4	5	6	2	11	11	15	10	5	10	12	3	5	4	1	10	17	4	35	5				
Equipo topográfico completo	1.00	1.00																							31.00	14.00	434.00
Excavadora oruga		2.00	2.00	4.00	4.00	2.00																			78.00	168.00	13,104.00
Volqueta		4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00																		156.00	112.00	17,472.00
Cargadora		4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00																		156.00	224.00	34,944.00
Rodillo liso					1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	6.00	3.00	4.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00								279.00	224.00	62,496.00
Motoniveladora					1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	6.00	3.00	4.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00								279.00	280.00	78,120.00
Tanquero					1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	6.00	3.00	4.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00								279.00	126.00	35,154.00
Escoba autopropulsada																			4.00						40.00	76.16	3,046.40
Tanquero imprimador																			4.00						40.00	168.00	6,720.00
Finisher																				4.00					68.00	280.00	19,040.00
Rodillo liso vibratorio																				4.00					68.00	224.00	15,232.00
Rodillo neumatico																				4.00					68.00	196.00	13,328.00
Planta Asfalto																				4.00					68.00	1,960.00	133,280.00
Volqueta 8 m3																				12.00					204.00	112.00	22,848.00
Cargadora Frontal																				4.00					68.00	168.00	11,424.00
Concretera																	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00				72.00	22.40	1,612.80
Vibrador manual																	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00				72.00	21.00	1,512.00
Franjadora																				3.00	3.00	3.00			168.00	140.00	23,520.00
Escoba mecánica																				3.00	3.00	3.00			168.00	140.00	23,520.00
																										TOTAL	516,807.20

Tabla 48 Cronograma de utilización de mano de obra

DESCRIPCION DE LA MANO DE OBRA	Periodo	20	31	35	40	46	48	59	70	85	95	100	110	122	125	130	134	135	145	162	166	201	206	Total dias hombre	Costo diario	Costo total	
	Duración	20	11	4	5	6	2	11	11	15	10	5	10	12	3	5	4	1	10	17	4	35	5				
Topógrafo 2 (Est. Ocup. C1)	1.00	1.00																							31.00	25.48	789.88
Cadenero(Estr. Oc. D2)	1.00	1.00																							31.00	22.96	711.76
Peon (Estra. Oc. E2)	2.00	4.00	2.00	6.00	9.00	5.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00				1.00	25.00	24.00	48.00	43.00	27.00	3.00	2.00	1,905.00	22.68	43,205.40	
Operador Equipo Pesado (Est. Ocup. C1)		2.00	2.00	4.00	6.00	5.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00									12.00					415.00	25.48	10,574.20
Chofer de volqueta (Est. Ocup. C1)		4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00																		156.00	33.32	5,197.92
Operador Cargadora (Estra. Oc. C1)G1		4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00																		156.00	25.48	3,974.88
Chofer (Est. Ocup. C1)					1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00									12.00					264.00	33.32	8,796.48
Operador Motoniveladora (Est. Ocup. C1)G1									3.00	5.00	2.00	4.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00								219.00	25.48	5,580.12
Chofer Tanquero (Est. Ocup. C1)									3.00	5.00	2.00	4.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00								219.00	33.32	7,297.08
Operador Rodillo Autipropuls (Est. Ocup. C2)									3.00	5.00	2.00	4.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00								219.00	24.25	5,310.75
Operador escoba autoprop. (Est. Ocup. C2)																			4.00						40.00	24.25	970.00
Chofer de distribuidor de asfalto (Est. Ocup. C1)																			4.00						40.00	33.32	1,332.80
Maestro mayor obras civiles (Est. Ocup. C1)																1.00	3.00	2.00	2.00	6.00	2.00				149.00	25.48	3,796.52
Operador equipo liviano (Est. Ocup. C2)																				4.00					68.00	24.25	1,649.00
Albañil (Estr. Ocup. D2)																1.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00		1.00		158.00	22.96	3,627.68
Operador en equipo en general (Est. Ocup. C1)																				6.00	6.00	6.00			336.00	25.48	8,561.28
Hojalatero (Est. Ocup. D2)																							1.00		5.00	22.96	114.80
																										TOTAL	111,490.55

Tabla 49 Cronograma de equipo y maquinaria

DESCRIPCION DE LA MANO DE OBRA	Periodo	20	31	35	40	46	48	59	70	85	95	100	110	122	125	130	134	135	145	162	166	201	206	Total dias material	Costo material	Costo total MT		
	Duración	20	11	4	5	6	2	11	11	15	10	5	10	12	3	5	4	1	10	17	4	35	5					
Estacas	u	#####	985.42																						2,777.09	0.44	1,221.92	
Clavos	kg	44.79	24.64																						69.43	1.55	107.61	
Cal	kg	223.96	123.18																						347.14	0.60	208.28	
Mojones de hormigón	u	223.96	123.18																						347.14	10.00	3,471.37	
Material de mejoramiento cascajo grueso	m3									9256.49	6170.99														15,427.49	5.65	87,165.29	
Agua	m3									505.82	448.62	55.71	225.61	272.75	33.93	56.55	45.24	11.31							1,655.54	1.25	2,069.42	
Material de mejoramiento	m3										6740.39	3370.19	6740.39												16,850.97	11.00	185,360.72	
Sub-base clase 2	m3												6852.20	8222.64											15,074.84	15.63	235,619.81	
Base clase 2	m3													8142.65	2035.66	3392.77	2714.22	678.55							16,963.86	20.00	339,277.20	
Asfalto RC250	lt																			143491.30					143,491.30	0.70	100,443.91	
Disel	lt																			45438.91	123561.95				169,000.87	0.43	72,670.37	
Piedra 3/4	m3																				2391.52				2,391.52	19.00	45,438.91	
Piedra 3/8	m3																				3188.70				3,188.70	19.25	61,382.39	
Arena fina (incl. Transporte)	m3																				3985.87				3,985.87	12.00	47,830.43	
Asfalto	kg																				1112057.59				1,112,057.59	0.38	422,581.88	
Sumideros	u															28.89	23.11								52.00	65.00	3,380.00	
Tapa rejilla metálica	u															28.89	23.11								52.00	40.00	2,080.00	
Hormigón premezclado de 210 kg/cm2	m3																67.30	16.82	168.24	286.01	67.30				605.67	145.00	87,822.67	
Encofrado metálico	ml																134.59	33.65	336.49	572.03	134.59				1,211.35	2.20	2,664.96	
Pintura de alto tráfico	gl																			853.58	200.84	1757.38			2,811.81	29.20	82,104.72	
Letrero de señáletica vertical	u																						80.00		80.00	80.00	6,400.00	
Acero de refuerzo	kg																						88.00		88.00	88.00	2.50	220.00
Alambre	kg																						9.60		9.60	9.60	2.50	24.00
Tubo cuadrado 50x50x5	ml																						240.00		240.00	240.00	25.00	6,000.00
Mat. De intalación (p.s)	glb																						80.00		80.00	80.00	5.00	400.00
Hormigón de 210 kg/cm^2	m3																						36.00		36.00	200.00	200.00	7,200.00
																									TOTAL	1,803,145.86		

Tabla 50. Cronograma de herramienta menor y transporte

RUBRO No.	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	HERRAMIENTA MENOR	SUBTOTAL	TRANSPORTE	SUBTOTAL	TOTAL
1	TRAZADO Y REPLANTEO	m	6942.730	0.021	145.360	0.000	0.000	145.360
2	EXCAVACIÓN A MAQUINA	m3	20318.705	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	EXCAVACIÓN DE CUNETAS	m3	1442.800	0.053	76.040	0.000	0.000	76.040
4	DESALOJO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN NO MAYOR A 5 km	m3	21761.505	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	ACABADO DE OBRA BÁSICA EXISTENTE	m2	84303.197	0.005	458.610	0.000	0.000	458.610
6	MATERIAL DE MEJORAMIENTO (CASCAJO GRUESO)	m3	8430.320	0.000	0.000	0.149	1253.420	1253.420
7	MATERIAL DE MEJORAMIENTO	m3	16711.710	0.000	0.000	0.190	3175.220	3175.220
8	SUBBASE CLASE 2	m3	12562.370	0.000	0.000	0.190	2386.850	2386.850
9	BASE CLASE 2	m3	14136.550	0.000	0.000	0.190	2685.940	2685.940
10	IMPRIMACIÓN ASFALTICA	m2	79717.389	0.002	152.990	0.000	0.000	152.990
11	CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA E=3"	m2	79717.390	0.014	1127.600	0.000	0.000	1127.600
12	SUMIDEROS DE AGUAS LLUVIAS	u	52.000	0.635	33.020	0.000	0.000	33.020
13	HORMIGÓN PARA CUNETAS Y BORDILLOS DE f'c=180 kg/cm ² (Inc. encofrado)	m3	605.674	2.045	1238.660	0.000	0.000	1238.660
14	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	ml	18745.371	0.032	591.890	0.000	0.000	591.890
15	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	u	80.000	0.272	21.730	0.000	0.000	21.730
TOTAL								\$ 13,347.33000

Tabla 51 Comprobación de presupuesto

COMPROBACIÓN	
Presupuesto Referencial	\$ 2,934,615.51
Costo Total Equipo	\$ 516,807.20
Costo Total Mano de Obra	\$ 111,490.55
Costo Total Materiales	\$ 1,803,145.86
Herramienta menor + Transporte	\$ 13,347.33
COSTO TOTAL	\$ 2,444,790.94
Costos Indirectos 20%	\$ 489,049.78
PRESUPUETO TOTAL PROGRAMADO	\$ 2933840.72
PRESUPUETO REFERENCIAL	\$ 2934615.51
Cantidad agregada Presupuesto	-\$ 774.79

CONCLUSIONES

- Se concluye que tras haber realizado los ensayos de suelo de la subrasante, la resistencia que presenta el suelo es muy pobre al ser en gran parte limos y arcillas, dando un CBR de diseño menor al 6% y según la normativa cuando el CBR es menor a dicho valor se debe realizar una estabilización de subrasante, que en este caso se decidió reemplazar el suelo natural por un material de mejoramiento con una altura de 25 cm, dando como resultado un paquete estructural del pavimento de la siguiente manera:

Espesores de las capas de la estructura del pavimento	
Capa de rodadura	3"
Base clase 2	7"
Subbase clase 2	6"
Mejoramiento	25 cm

- En cuanto a la elaboración de la programación de obras, se determinó un presupuesto general de \$ 3286769.37 por lo que se estima que cada kilómetro de carretera tendrá un valor de \$ 473411.67
- En cuanto al diseño y trazado de la carretera en una instancia debido al estudio y análisis del flujo vehicular previsto para la carretera y en base a las normativas que aplican en el país, la velocidad de diseño era de 100 km/h, pero por motivos de la geometría del trazado existente y para no exceder con los costos de construcción se decidió limitar la velocidad a 60 km/h, que según para otras normas como la del Perú, para un TPDA de 4359 vehículos/día, la velocidad de diseño pueda variar entre 60 y 100 km/h.
- La longitud total de la carretera es de 6942.73 km, tramo que atraviesa dos tipos de zonas una rural y otra urbana, además que en la zona rural en su mayoría son áreas de cultivo, que en primera instancia fue el motivo y el objeto de estudio para el desarrollo de este proyecto, ya que, influenciara de manera positiva al desarrollo agrícola y por ende a la socioeconomía del entorno.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda completar el proyecto con un estudio hidrológico debido a la existencia de pequeños cauces que en tiempos invernales han representado una problemática a la carretera con sus características actuales, estos cauces se encuentran en las abscisas 1+671.42 y en la abscisa 0+630, en estos puntos se tendrá que diseñar puentes tipo cajón.
- Los análisis de precios unitarios fueron calculados en base a los índices de precios y salarios mínimos del año 2023, si la obra se ejecuta en próximos años se recomienda realizar el reajuste de precios mediante el uso de la fórmula polinómica.
- Debido a las características geométricas necesarias para carretera, ciertas viviendas tendrán que ser removidas para la construcción de esta y tendrá que considerarse la expropiación y reubicación para los afectados.
- Se recomienda a las autoridades competentes gestionar los mantenimientos correspondientes frecuentes para evitar desgastes prematuros en la estructura vial.

REFERENCIAS

- Afolayan, A., Abiola Samson, O., Easa, S., Modupe Alayaki, F., & Folorunso, O. (2022). Reliability-based analysis of highway geometric Elements: A systematic review. *Cogent Engineering*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2021.2004672>
- AlKheder, S., Gharabally, H. Al, Mutairi, S. Al, & Mansour, R. Al. (2022). An Impact study of highway design on casualty and non-casualty traffic accidents. *Injury*, 53(2), 463–474. <https://doi.org/10.1016/J.INJURY.2021.09.042>
- Allen, J., Arias Barrantes, E., Vargas Sobrado, C., & Ureña Bermúdez, A. (2020). Factores camión para diseño de pavimentos flexibles en Costa Rica: Análisis histórico en el período 2007-2017. *Infraestructura Vial*, 22(40), 11–19. <https://doi.org/10.15517/IV.V22I40.42859>
- Ambunda, R., & Sinclair, M. (2022). Traffic safety and the rural road environment: Assessing the impact of combined roadway conditions on crash incidence. *Journal of the South African Institution of Civil Engineering*, 64(4), 38–48. <https://doi.org/10.17159/2309-8775/2022/V64N4A4>
- Ashhad Verdezoto, T. Z., Cabrera Montes, F. F., & Roa Medina, O. B. (2020). Análisis del congestionamiento vehicular para el mejoramiento de vía principal en Guayaquil-Ecuador. *Gaceta Técnica*, 21, 4–23. <https://doi.org/https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21905.04960>
- Bing, X., Wei, Q., Lu, J., Li, C., & Zhang, Y. (2018). Sustainable Highway Design: Disentangling the Effects of Geometric-Related and Traffic-Related Factors on Urban Highway Traffic Emissions. *Advances in Civil Engineering*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/7514612>
- Caro, S., & Caicedo, B. (2017). Tecnologías para Vías Terciarias: Perspectivas y Experiencias desde la Academia. *Revista de Ingeniería*, 45, 12–21. <https://doi.org/10.16924/REVIINGE.45.3>
- Chauvet, P., & Baptiste, A. (2019). *Transporte de carretera en América Latina: evolución de la infraestructura y de sus impactos entre 2007 y 2015*. CEPAL. <https://doi.org/10.1787/g2g55573-en>
- Condolo Alejandro, M. M., & Yépez Calvopiña, A. P. (2018). *Diseño geométrico del intercambiador en la Av. Eloy Alfaro y Av. De La República en Quito*. Universidad Central del Ecuador.
- De la Cruz Vega, S. A., & Paredes Cahuana, G. A. (2021). Diseño de infraestructura vial con pavimento flexible para mejora de transitabilidad de la avenida Industrial, Lurín, Lima. *Memoria Investigaciones en Ingeniería, ISSN 2301-1092, ISSN-e 2301-1106, N°. 21, 2021, págs. 108-114*, 21, 108–114. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8247712&info=resumen&idioma=ENG>
- Espinoza Valarezo, P. A., García Segura, T., & Montalbán Domingo, L. (2018). *Desarrollo de una herramienta de toma de decisiones para la gestión del mantenimiento de pavimentos bajo criterios de sostenibilidad. Aplicación a la red vial urbana de la ciudad de Valencia*. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/115993/01_Memoria.pdf?sequence=3&isAllowed=y

- Flores Calero, M., Conlago, C., Yunda, J., Aldás, M., & Flores, C. (2018). Implementación de un algoritmo para la detección de señales de tránsito del Ecuador: pare, ceda el paso y velocidad. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, 20, 9–20. <https://doi.org/10.17163/INGS.N20.2018.01>
- Foley, A. B., & Reader, F. (2019). Editorial: Highway design and maintenance, road safety and traffic management. 172(5), 247–248. <https://doi.org/10.1680/JTRAN.2019.172.5.247>
- GAD Arenillas. (2014). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Arenillas*. <https://acortar.link/cHLtgm>
- García Ramírez, Y. D., Camacho, J., & Montoya, J. (2021). Uso del modelo iRAP para evaluar la seguridad vial en carreteras de dos carriles en Ecuador. *Ciencia, Ingenierías y Aplicaciones*, 4(1), 7–23. <https://doi.org/https://doi.org/10.22206/cyap.2021.v4i1.pp7-23>
- Instituto ecuatoriano de normalización. (2011a). *Señalización vial. Parte 1. Señalización vertical RTE INEN 004-1:2011*.
- Instituto ecuatoriano de normalización. (2011b). *Señalización vial. Parte 2. Señalización horizontal. RTE INEN 004-2:2011*.
- Jamal, A., Mahmood, T., Riaz, M., & Al-Ahmadi, H. M. (2021). GLM-Based Flexible Monitoring Methods: An Application to Real-Time Highway Safety Surveillance. *Symmetry 2021, Vol. 13, Page 362, 13(2)*, 362. <https://doi.org/10.3390/SYM13020362>
- Jerez Calero, M. E., Llerena Cepeda, S. L., & Zamora Sánchez, R. (2018). Estudio de satisfacción poblacional a la red vial intercomunitaria Quisapincha -Pasa. *INNOVA Research Journal*, 3(3), 95–108. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n3.2018.445>
- Junco del Pino, J., & Piusseaut Tejeda, E. (2011). Aditivo químico obtenido de sales cuaternarias empleado para la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes de carreteras. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 5(2), undefined. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193921394002>
- Kalita, K., & Maurya, A. K. (2020). Probabilistic Geometric Design of Highways: A Review. *Transportation Research Procedia*, 48, 1244–1253. <https://doi.org/10.1016/J.TRPRO.2020.08.146>
- Loulizi, A., Rakha, H., & Bichiou, Y. (2018). Quantifying grade effects on vehicle fuel consumption for use in sustainable highway design. *International Journal of Sustainable Transportation*, 12(6), 441–451. <https://doi.org/10.1080/15568318.2017.1385878>
- Martínez, D. E. D., García, L. M., Zárate, J. M. U., & Depestre, R. A. G. (2021). Speed profile prediction model of rural roads in flat terrain in Costa Rica. *Enfoque UTE*, 12(2), 52–68. <https://doi.org/10.29019/ENFOQUEUTE.732>
- Massenlli, G., & Paiva, C. (2019). The influence of surface deflection on flexible pavements with low resistance subgrade. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 27(4), 613–624. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052019000400613>
- Montes de Oca Hidalgo, M. P., Sequeira Rojas, W., Ávila Esquivel, T., & Aguiar Moya, J. P. (2021). Evaluación del desempeño de los pavimentos rígidos en Costa Rica. *Infraestructura Vial*, 23(42), 53–60. <https://doi.org/10.15517/IV.V23I42.46947>

- Moraldi, F., La Torre, F., & Ruhl, S. (2020). Transfer of the Highway Safety Manual predictive method to German rural two-lane, two-way roads. *Journal of Transportation Safety & Security*, 12(8), 977–996. <https://doi.org/10.1080/19439962.2019.1571546>
- Moreno, G., de Souza Vieira, R., & Martins, D. (2018). Highway designs: Effects of heavy vehicles stability. *DYNA (Colombia)*, 85(205), 205–210. <https://doi.org/10.15446/DYNA.V85N205.69676>
- MTOP. (2013). Norma para estudios y diseños viales. En *Libro A* (Vol. 2A).
- Muntané Relat, J. (2010, junio). *Introducción a la investigación básica*. <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-autonoma-de-nayarit/ingenieria-economica/registra-balances-generales-dentro-del-area-industrial/14502336>
- Pedraza, L. F., Hernández, C. A., & López, D. A. (2012). Control de tráfico vehicular usando ANFIS. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 20(1), 79–88. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052012000100008>
- Pérez, J. A., Rito Gonçalves, G., & Montilla Galván, J. (2022). Análisis comparativo del levantamiento del terreno mediante UAS y topografía clásica en proyectos de trazado de carreteras. *Informes de la construcción*, 74(565), 431. <https://doi.org/https://doi.org/10.3989/ic.86273>
- Pineda Uribe, B. E. (2019). Aplicación de la distancia de visibilidad de adelantamiento en carreteras de dos carriles en Colombia. *Ingeniería y Desarrollo*, 37(2), 212–232. <https://doi.org/10.14482/INDE.37.2.1257>
- Rajbongshi, P., & Kalita, K. (2018). Reliability Based Geometric Design of Horizontal Circular Curves. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series A*, 99(2), 333–339. <https://doi.org/10.1007/S40030-018-0275-X/METRICS>
- Rosas López, C. D., Gaviria Mendoza, C. A., & Calero Valenzuela, C. A. (2021). Classification of Driver Behavior in Horizontal Curves of Two-Lane Rural Roads. *Revista Facultad de Ingeniería*, 30(57), e13410. <https://doi.org/10.19053/01211129.V30.N57.2021.13410>
- Sandoval Vallejo, A., & Rivera Mena, W. (2019). Correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfiada. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 29(1), 135–151. <https://doi.org/10.18359/RCIN.3478>
- Segarra Gómez, N. F. (2013). *Plan de ordenación territorial del cantón Arenillas*. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/540>
- Tang, Z., Chen, S., Cheng, J., Ghahari, S. A., & Labi, S. (2018). Highway design and safety consequences: A case study of interstate highway vertical grades. *Journal of Advanced Transportation*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/1492614>
- Tapia Guerrero, L. A. (2018). Infraestructura carretera y economía regional. El caso de los productores de ajo de Oaxaca y Puebla. *Región y sociedad*, 30(73). <https://doi.org/10.22198/RYS.2018.73.A944>

- Tavara Lizama, G. A. (2022). *Diseño de pavimento rígido y cunetas en la Avenida Bolognesi en la ciudad de El Alto - Talara - Piura* [Universidad César Vallejo].
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/91115>
- Vásquez Varela, L., & García Orozco, F. (2021). An overview of asphalt pavement design for streets and roads. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 98, 10–26.
<https://doi.org/10.17533/UDEA.REDIN.20200367>
- Villegas Flores, N., Ochoa Averos, R., Saldeño Madero, Y., & Sánchez Cotte, E. (2023). A Multi-Criteria Analysis for decision-making in the selection of an asphalt mixture on pavements. *Tecnura: Tecnología y Cultura Afirmando el Conocimiento*, 27(75), 89–112.
<https://doi.org/10.14483/22487638.18929>
- World road association. (2014). *Importancia de la conservacion de carreteras*.
<http://www.piarc.org>
- Zepeda-Ortega, I. E., Ángeles-Castro, G., Carrillo-Murillo, D. G., Zepeda-Ortega, I. E., Ángeles-Castro, G., & Carrillo-Murillo, D. G. (2019). Infraestructura carretera y crecimiento económico en México. *Problemas del desarrollo*, 50(198), 145–168.
<https://doi.org/10.22201/IIEC.20078951E.2019.198.66383>
- Zhangallimbay, D. J., & Ordoñez, M. (2022). Eficiencia en la producción agrícola: un análisis del efecto de la construcción de carreteras en zonas productivas del Ecuador. *Cuestiones Económicas*, ISSN-e 2697-3367, Vol. 32, N°. 1, 2022 (Ejemplar dedicado a: Revista Cuestiones Económicas; Número completo Volumen 32 Número 1), págs. 5-5, 32(1), 5–5.
<https://doi.org/10.47550/RCE/32.1.3>

ANEXOS

ANEXO 1. TABLA DE VALORES RECOMENDADOS POR EL MANUAL DE CAMINOS Y PUENTES DE LA MOP 2003



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE
DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN

NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE III 300 – 1 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE IV 100 – 300 TPDA ⁽¹⁾						CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽¹⁾							
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA				
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 ⁽⁹⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽⁹⁾		
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 ⁽⁹⁾		
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25		
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110		
Peralte	MAXIMO = 10%												10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)																			
Coefficiente "K" para: ⁽²⁾																																
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2		
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3		
Gradiente longitudinal ⁽³⁾ máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14		
Gradiente longitudinal ⁽⁴⁾ mínima (%)	0,5%																															
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,00			6,00						4,00 ⁽⁸⁾							
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B, Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado							
Ancho de espaldones ⁽⁵⁾ estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						---							
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7)						4,0							
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 ⁽⁶⁾ - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						---							
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																															
Puentes	Carga de diseño	HS - 20 - 44; HS - MOP; HS - 25																														
	Ancho de la calzada (m)	SERÁ LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																														
	Ancho de Aceras (m) ⁽⁷⁾	0,50 m mínimo a cada lado																														
Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3° de la Ley de Caminos y el Art. 4° del Reglamento aplicativo de dicha Ley																															
LL = TERRENO PLANO 0 = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																																

- El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15 – 20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7 000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 K.P.H. más para clase de terreno – Ver secciones transversales típicas para más detalles. Para el diseño definitivo debe considerarse el número de vehículos equivalentes.
- Longitud de las curvas verticales: $L = K A$, en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algebraica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales: $L_{mín} = 0,60 V$, en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.
- En longitudes cortas menores a 500 m. se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras de Clase I, II y III. Para Caminos Vecinales (Clase IV) se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 750 m.
- Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. a 6 m. de altura, previo análisis y justificación.
- Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. (Ver Secciones Típicas en Normas). Se ensanchará la calzada 0,50 m más cuando se prevé la instalación de guardacaminos.
- Cuando el espaldón está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.
- En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, úsese dos aceras completas de 1,20 m de ancho.
- Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular. 9) Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar VD = 20 Km/h y R = 15 m siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado)

ANEXO 2. RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO CALICATA 1

ENSAYO DE LIMITES Y CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES										
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN CANTÓN ARENILLAS"										
Fecha: 07/07/2023							Revisó:			
Descripción del Material :							Calicata: 1			
Opeadores: NAVARRO CANGÁS ERICK L.							Profundidad: 0.50 m			
ENSAYOS DE CONSISTENCIA		LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONT. HUM. NAT.	
PASO No.		1	2	3	4	1	2	3	1	2
Recipiente No.		R48	X19	RX7	R34X	X50	R19Y	R305	R5	R91
Peso de Muestra Húmeda + Recipiente (gms)		23.30	25.69	25.42	25.06	12.39	13.57	14.80	94.00	84.84
Peso de Muestra Seca + Recipiente (gms)		20.19	21.78	21.80	21.26	11.94	12.90	13.94	83.51	73.41
Peso del Recipiente (gms)		9.67	9.47	9.68	9.72	9.69	9.60	9.62	9.80	9.50
Peso del Agua (gms)		3.11	3.91	3.62	3.80	0.45	0.67	0.86	10.49	11.43
Peso de Suelo Seco (gms)		10.52	12.31	12.12	11.54	2.25	3.30	4.32	73.71	63.91
Contenido de Humedad (%)		29.56	31.76	29.87	32.93	20.00	20.30	19.91	14.23	17.88
Número de Golpes		42.00	33.00	21.00	15.00	20.07			16.06	

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO	31.24
LIMITE PLÁSTICO	20.07
INDICE PLÁSTICO	11.17
HUMEDAD NATURAL	16.06
CLASIFICACIÓN ASSHTO	

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN CANTÓN ARENILLAS"									
Fecha: 07/07/2023							Revisó:		
Descripción del Material :							Calicata: 1		
Opeadores: NAVARRO CANGÁS ERICK L.							Profundidad: 1.00 m		
ENSAYOS DE CONSISTENCIA	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONT. HUM. NAT.	
PASO No.	1	2	3	4	1	2	3	1	2
Recipiente No.	E11	A42	R470	R73	R118	R121	R64	R25	R12A
Peso de Muestra Húmeda + Recipiente (gms)	23.78	25.78	24.95	27.08	12.41	11.97	12.17	82.62	84.20
Peso de Muestra Seca + Recipiente (gms)	19.55	21.13	20.12	21.37	12.03	11.64	11.90	71.54	73.39
Peso del Recipiente (gms)	9.70	9.60	9.52	9.56	9.69	9.70	9.85	9.55	9.50
Peso del Agua (gms)	4.23	4.65	4.83	5.71	0.38	0.33	0.27	11.08	10.81
Peso de Suelo Seco (gms)	9.85	11.53	10.60	11.81	2.34	1.94	2.05	61.99	63.89
Contenido de Humedad (%)	42.94	40.33	45.57	48.35	16.24	17.01	13.17	17.87	16.92
Número de Golpes	40.00	26.00	20.00	12.00	15.47			17.40	

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO	44.20
LIMITE PLÁSTICO	15.47
INDICE PLÁSTICO	28.72
HUMEDAD NATURAL	17.40
CLASIFICACIÓN ASSHTO	

LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES									
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN CANTÓN ARENILLAS"									
Fecha: 07/07/2023							Revisó:		
Descripción del Material :							Calicata: 1		
Opeadores: NAVARRO CANGÁS ERICK L.							Profundidad: 1.50 m		
ENSAYOS DE CONSISTENCIA	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONT. HUM. NAT.	
PASO No.	1	2	3	4	1	2	3	1	2
Recipiente No.	R31Y	R515	R119	R55X	R132	R37	R110	R611	R33
Peso de Muestra Húmeda + Recipiente (gms)	21.11	20.08	21.49	23.17	12.17	12.38	11.67	83.97	93.64
Peso de Muestra Seca + Recipiente (gms)	18.29	17.40	18.38	19.36	11.71	11.98	11.38	74.64	83.40
Peso del Recipiente (gms)	9.59	9.64	9.52	9.54	9.60	9.91	9.63	9.66	9.65
Peso del Agua (gms)	2.82	2.68	3.11	3.81	0.46	0.40	0.29	9.33	10.24
Peso de Suelo Seco (gms)	8.70	7.76	8.86	9.82	2.11	2.07	1.75	64.98	73.75
Contenido de Humedad (%)	32.41	34.54	35.10	38.80	21.80	19.32	16.57	14.36	13.88
Número de Golpes	45.00	37.00	22.00	16.00	19.23			14.12	

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO	40.43
LIMITE PLÁSTICO	19.23
INDICE PLÁSTICO	21.20
HUMEDAD NATURAL	14.12
CLASIFICACIÓN ASSHTO	

PROCTOR MODIFICADO CALITCATA 1

LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES																
PROYECTO: " DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLAS"																
METODO DE ASSHTO T-180			PRUEBA PROCTOR					ESTANDAR ()			MODIFICADO (X)					
OPERADOR: NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO							REVISADO:									
							FECHA: JULIO DEL 2023			CALICATA 1						
PESO CILINDRO:(10) 5427 Kg			VOLUMEN CILINDRO (sin collar) $V=Pi.D^2.H/4$					946.7/10^6			2124 m³					
PESO MARTILLO: 10 lb.			ALTURA DE CAIDA : 18 pulg					No. GOLPES : 56			No. CAPAS : 5					
	0	1	2= (0*1)/100		3	4	5	6= 3-4	7= 4-5	8= (6/7)*100	9	11= 9-10	12= 1+(8/100)	13= .11/12	15= .13/14	
PRUE N°	PORCENT DE AGUA %	CANTID. DE MUESTR g	CANTIDA DEAGUAA MEZCLAR cm³	RECIP. No.	PESO TIERRA HUMEDA +. RECIP g	PESO TIERRA SECA +. RECIP g	PESODEL RECP g	PESODEL AGUA g	PESO SECO g	W CONTENI DEAGUA %	PESO TIERRA HUMEDA +.CILIND Kg	PESO TIERRA HUMEDA PT Kg	PESO ESPECIFICO SECO 1+(W/100)	PESO TIERRA SECA PS Kg	PESO VOLUMET SECOPVS Kg/m³	
1(S)	9	5000	450	X10	7188	67.10	9.74	4.8	57.4	8.3						
				RX7	63.72	59.50	9.69	4.2	49.8	8.5						
										Prom. W =	8.4	9395.000	3968.00	1.084	1.87	1723
2(S)	11	5000	550	R59X	65.54	60.40	9.56	5.1	50.8	10.1						
				R20Y	45.84	42.30	9.64	3.5	32.7	10.8						
										Prom. W =	10.5	9647.000	4220.00	1.105	1.99	1798
3(S)	13	5000	650	R18	58.32	52.90	9.72	5.4	43.2	12.6						
				R71	52.13	47.40	9.59	4.7	37.8	12.5						
										Prom. W =	12.5	9861.000	4434.00	1.125	2.09	1855
4(S)	15	5000	750	R19	85.78	75.80	9.50	10.0	66.3	15.1						
				F5	81.19	70.10	6.58	11.1	63.5	17.5						
										Prom. W =	16.3	9962.000	4535.00	1.163	2.14	1837
5(S)	17	5000	850	R11	82.45	70.65	9.62	11.8	61.0	19.3						
				R37	81.36	69.74	9.55	11.6	60.2	19.3						
										Prom. W =	19.3	9848.000	4421.00	1.193	2.08	1744

PRUE No.	WCONT. DEAGUA %	PESO VOLUMET. SECOPVS Kg/m³
1	8.4	1723
2	10.5	1798
3	12.5	1855
4	16.3	1837
5	19.3	1744

Humedad optima 14.000 %

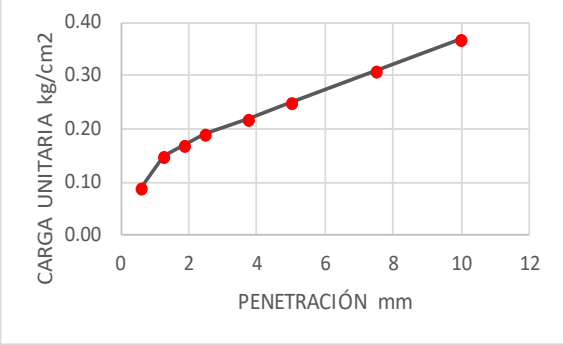
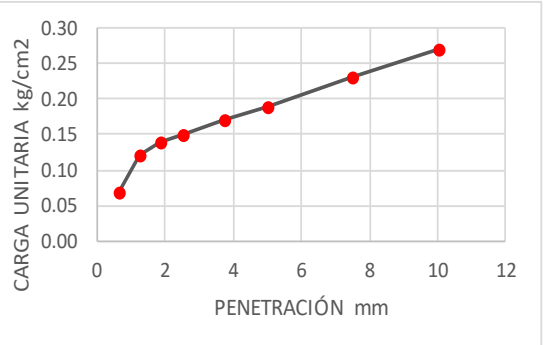
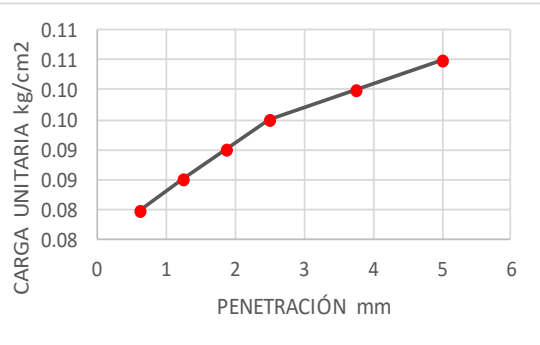
Densidad seca máx. 1868 kg/m³

$y = -0.0042x^2 + 0.1196x + 1.0165$

PENTRACIÓN PARA CBR DE CALICATA 1

C. B. R.														
PROYECTO: " DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLAS"														
CALICATA N° 1														
Fecha: JULIO DEL 2023			Profundidad: 1.50 m				Función: Terreno natural							
Operador: NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO						Revisó:								
Molde N°			10006484			10005302			10006644					
N° DE GOLPES POR CAPA			56			25			12					
CONDICION DE MUESTRA			ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.		ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.		ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.	
PESOMUEST. HUM. + MOLDEg			10745		10877		10641		10791		11276		11629	
PESOMOLDE g			6178		6178		6155		6155		7434		7434	
PESOMUESTRA HUMEDA g			4567		4699		4486		4636		3842		4195	
VOLUMEN MUESTRA (- DISCO) cm			2107		2107		2123		2123		2087		2087	
DENSIDAD HUMEDA g/cm ³			2.168		2.230		2.113		2.184		1.841		2.010	
HUMEDAD			ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO		
RECIPIENTE N°			R121	R59	x52	R45	R119	R25	R55	R10	R470	R93	R58	R48
PESO RECIPIENTE gr.			9.67	9.86	9.70	9.80	9.54	9.54	9.75	9.65	9.68	9.61	9.74	9.71
P. MUEST. HUM. + REC., g			54.06	62.18	75.60	72.60	66.75	51.92	57.8	60.50	67.48	59.37	69.30	75.80
P. MUEST. SECA + REC., g			49.88	57.42	62.80	60.20	60.88	47.7	46.70	48.80	61.54	54.20	54.50	58.90
PESO DE AGUA g			4.18	4.76	12.80	12.40	5.87	4.24	11.10	11.70	5.94	5.17	14.80	16.90
PESO MUESTRA SECA g			40.21	47.56	53.10	50.40	51.34	38.14	36.95	39.15	51.86	44.59	44.76	49.19
CONT. DE HUMEDAD %			10.395	10.008	24.105	24.603	11.434	11.117	30.041	29.885	11.454	11.595	33.065	34.357
HUMEDAD P ROMED (W) %			10.202		24.354		11.275		29.963		11.524		33.711	
DENSIDAD SECA g/ cm³			1.967		1.793		1.899		1.680		1.651		1.503	
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA														
MOLDE N°.										1	2	3		
PESO MUESTRA HUM. + MOLDE DESP. SATURAR										10877	10791	11629		
PESO MUESTRA HUM. + MOLDE ANTES SATURAR										10745	10641	11276		
PESO AGUA ABSORVIDA g										132	150	353		
PORCENTAJE AGUA ABSORVIDA %										1.23	1.41	3.13		
ESPONJAMIENTO			Li: mm x 10 ⁻³				Li: mm x 10 ⁻³				Li: mm x 10 ⁻³			
FECHA Y HORA		TIEMPO EN DIAS	MOLDE N°. 1			MOLDE N°. 2			MOLDE N°. 3					
			Lect. Dial mm x 10 ²	CAM B. LONG mm	ESPONJAMIENTO %	LECT. DIAL mm x 10 ²	CAM B. LONG mm	ESPONJAMIENTO %	LECT. DIAL mm x 10 ²	CAM B. LONG mm	ESPONJAMIENTO %			
		1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CLVE ==>			A	B=A-Li/ 100	C=(B/A Itu 1) 100	A	B=A-Li/ 100	C=(B/A Itu 2) 100	A	B=A-Li/ 100	C=(B/A Itu 3) 100			
PENETRACION			Cte. Anillo de Carga = (D) 2.589E+00 Kg / cm ² Area del pistón cm ² 19.09											
PENETRAC. EN mm 0		CARGAS TIPO Kg / cm²	MOLDE N°. 1			MOLDE N°. 2			MOLDE N°. 3					
			LECT. DIAL mm ² x 10 ³	PRESION Kg / cm ²	C.B.R. CORREG.	LECT. DIAL mm ² x 10 ³	PRESION Kg / cm ²	C.B.R. CORREG.	LECT. DIAL mm ² x 10 ³	PRESION Kg / cm ²	C.B.R. CORREG.			
0.625				0.090			0.070			0.080				
1.250				0.150			0.120			0.085				
1.875				0.170			0.140			0.090				
2.500		6.90		0.190	2.80		0.150	2.300		0.095	1.40			
3.750				0.220			0.170			0.100				
5.000		10.30		0.250	2.40		0.190	1.900		0.105	1.00			
7.500				0.310			0.230							
10.000				0.370			0.270							

GRÁFICAS DE PENETRACIÓN DE CBR DE LA CALICATA 1

LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES			
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLAS"			
Mina: BELTRAN	Descripción del Material: LIMOS Y ARCILLAS		
Fecha: JULIO DEL 2023	Profundidad:	Función: TERRENO NATURAL	
Operador: NAVARRO ERICK			
		<p>Molde N°: 1</p> <p>CBR: 2.4 %</p> <p>Hinchamiento: 0 %</p> <p style="text-align: center;">Para 5.08 mm de penetración observaciones:</p> <p>CBR 2.54 = (Carga unitaria / 76)*100</p> <p>CBR 5.08 = (Carga unitaria / 113)*100</p>	
CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm		
0.19	0.25	0.25	0.22
		<p>Molde N°: 2</p> <p>CBR: 1.9 %</p> <p>Hinchamiento: 0 %</p> <p style="text-align: center;">Para 5.08 mm de penetración observaciones:</p>	
CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm		
0.15	0.20	0.19	0.17
		<p>Molde N°: 3</p> <p>CBR: 1 %</p> <p>Hinchamiento: 0 %</p> <p style="text-align: center;">Para 5.08 mm de penetración observaciones:</p>	
CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm		
0.10	0.13	0.11	0.10

ANEXO 3. RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO CALICATA 2

ENSAYO DE LIMITES Y CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES										
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN CANTÓN ARENILLAS"										
Fecha: 07/07/2023							Revisó:			
Descripción del Material :							Calicata: 2			
Opeadores: NAVARRO CANGÁS ERICK L.							Profundidad: 0.50 m			
ENSAYOS DE CONSISTENCIA		LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONT. HUM. NAT.	
PASO No.		1	2	3	4	1	2	3	1	2
Recipiente No.		R4	R309	R117	R58	R71	R20Y	R23	R23	R132
Peso de Muestra Húmeda + Recipiente (gms)		22.24	25.20	22.62	22.96	12.69	13.02	12.60	85.07	80.31
Peso de Muestra Seca + Recipiente (gms)		19.38	21.55	19.57	19.74	12.19	12.46	12.11	77.11	72.21
Peso del Recipiente (gms)		9.64	9.67	9.53	9.55	9.59	9.63	9.68	9.66	9.64
Peso del Agua (gms)		2.86	3.65	3.05	3.22	0.50	0.56	0.49	7.96	8.10
Peso de Suelo Seco (gms)		9.74	11.88	10.04	10.19	2.60	2.83	2.43	67.45	62.57
Contenido de Humedad (%)		29.36	30.72	30.38	31.60	19.23	19.79	20.16	11.80	12.95
Número de Golpes		44.00	36.00	21.00	13.00	19.73			12.37	

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO	30.71
LIMITE PLÁSTICO	19.73
INDICE PLÁSTICO	10.98
HUMEDAD NATURAL	12.37
CLASIFICACIÓN ASSHTO	

Gráfico de líneas que muestra el número de golpes versus el contenido de humedad (%). El eje Y representa el número de golpes (rango 27.00 a 34.50) y el eje X representa el contenido de humedad (%). Se muestran cuatro puntos de datos conectados por una línea azul, con una línea de tendencia y la ecuación $y = -0.0541x + 32.058$.

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN CANTÓN ARENILLAS"										
Fecha: 07/07/2023							Revisó:			
Descripción del Material :							Calicata: 2			
Opeadores: NAVARRO CANGÁS ERICK L.							Profundidad: 1.00 m			
ENSAYOS DE CONSISTENCIA		LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONT. HUM. NAT.	
PASO No.		1	2	3	4	1	2	3	1	2
Recipiente No.		M1	R611	R62	R420	XRX	F5	RX6	R11	RX7
Peso de Muestra Húmeda + Recipiente (gms)		19.41	22.26	21.08	20.56	8.86	9.00	11.56	81.40	82.31
Peso de Muestra Seca + Recipiente (gms)		15.75	18.48	16.65	16.19	8.18	8.60	11.25	71.01	71.84
Peso del Recipiente (gms)		6.63	9.63	6.55	6.50	6.47	6.57	9.67	9.66	9.68
Peso de Agua (gms)		3.66	3.78	4.43	4.37	0.68	0.40	0.31	10.39	10.47
Peso de Suelo Seco (gms)		9.12	8.85	10.10	9.69	1.71	2.03	1.58	61.35	62.16
Contenido de Humedad (%)		40.13	42.71	43.86	45.10	39.77	19.70	19.62	16.94	16.84
Número de Golpes		44.00	28.00	20.00	16.00	26.36			16.89	

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO	43.29
LIMITE PLÁSTICO	26.36
INDICE PLÁSTICO	16.93
HUMEDAD NATURAL	16.89
CLASIFICACIÓN ASSHTO	

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN CANTÓN ARENILLAS"										
Fecha: 07/07/2023							Revisó:			
Descripción del Material :							Calicata: 2			
Opeadores: NAVARRO CANGÁS ERICK L.							Profundidad: 1.50 m			
ENSAYOS DE CONSISTENCIA		LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONT. HUM. NAT.	
PASO No.		1	2	3	4	1	2	3	1	2
Recipiente No.		R23X	Y7	K55	R100X	R32	R77	R10	R80	R45
Peso de Muestra Húmeda + Recipiente (gms)		19.90	20.02	28.22	21.94	16.76	12.13	8.84	82.25	83.87
Peso de Muestra Seca + Recipiente (gms)		15.91	15.82	22.03	17.76	16.15	11.70	8.05	74.03	74.79
Peso del Recipiente (gms)		6.57	6.70	9.60	9.67	14.69	9.63	6.67	9.70	9.75
Peso de Agua (gms)		3.99	4.20	6.19	4.18	0.61	0.43	0.79	8.22	9.08
Peso de Suelo Seco (gms)		9.34	9.12	12.43	8.09	1.46	2.07	1.38	64.33	65.04
Contenido de Humedad (%)		42.72	46.05	49.80	51.67	41.78	20.77	57.25	12.78	13.96
Número de Golpes		39.00	32.00	22.00	16.00	39.93			13.37	

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO	48.43
LIMITE PLÁSTICO	39.93
INDICE PLÁSTICO	8.50
HUMEDAD NATURAL	13.37
CLASIFICACIÓN ASSHTO	

PROCTOR MODIFICADO CALITCATA 2

LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES																
PROYECTO: " DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS - INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLAS"																
METODO DE ASSHTO T-180			PRUEBA PROCTOR					ESTANDAR ()		MODIFICADO (X)						
OPERADOR: NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO							REV IS AD:									
							FECHA: JULIO DEL 2023			CALICATA 2						
PESO CILINDRO(10)			5427 Kg		VOLUMEN CILINDRO (sin collar)V=Pi.D².h/4					946.7/10^6		2124 m³				
PESO MARTILLO: 10 lb.			ALTURA DE CAIDA: 18 pulg					No. GOLPES: 56		No. CAPAS: 5						
	0	1	2 = (0'1)'100		3	4	5	6 = .3 - 4	7 = .4 - 5	8 = (6/7)'100	g	11 = .9 - 10	12 = 1+(8/100)	13 = .11/12	15 = .13/14	
PRUE Nº	PORCENT DE AGUA %	CANTID. DE MUESTR g	CANTIDA DE AGUA A MEZCLAR cm³	RECIP. No.	PESO TIERRA HUMEDA + RECIP g	PESO TIERRA SECA + RECIP g	PESO DEL RECP g	PESO DEL AGUA g	PESO SECO g	W CONTENI DE AGUA %	PESO TIERRA HUMEDA + CILIND Kg	PESO TIERRA HUMEDA PT Kg	PESO ESPECIFICO SECO 1+(W/100)	PESO TIERRA SECA PS Kg	PESO VOLUMET SECO PVS Kg/m³	
1(S)	9	5000	450	R96	77.55	73.50	9.60	4.1	63.9	6.3						
				R20	81.27	77.00	9.66	4.3	67.3	6.3						
										Prom. W =	6.3	9546.000	4119.00	1.063	1.94	1.824
2(S)	11	5000	550	R33	88.64	83.30	9.64	5.3	73.7	7.2						
				R48	73.88	68.40	9.67	5.5	58.7	9.3						
										Prom. W =	8.3	9647.000	4220.00	1.083	1.99	1.835
3(S)	13	5000	650	R45	63.09	57.80	9.72	5.3	48.1	11.0						
				R575	61.61	56.40	9.65	5.2	46.8	11.1						
										Prom. W =	11.1	9861.000	4434.00	1.111	2.09	1.879
4(S)	15	5000	750	R63	70.37	63.50	9.64	6.9	53.9	12.8						
				R132	62.19	56.70	9.61	5.5	47.1	11.7						
										Prom. W =	12.2	9766.000	4339.00	1.122	2.04	1.821
5(S)	17	5000	850	A42	102.35	90.00	9.64	12.4	80.4	15.4						
				K14	93.81	82.50	9.81	11.3	72.7	15.6						
										Prom. W =	15.5	9246.000	3819.00	1.155	1.80	1.557

PRUE No.	W CONT. DE AGUA %	PESO VOLUMET. SECO PVS Kg/m³
1	6.3	1.824
2	8.3	1.835
3	11.1	1.879
4	12.2	1.821
5	15.5	1.557

Humedad optima **9.200** %

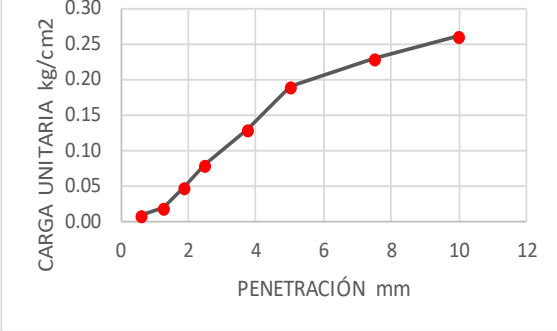
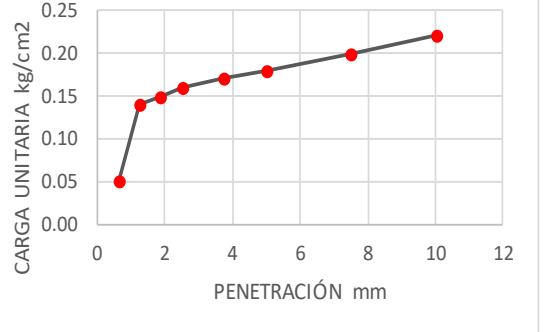
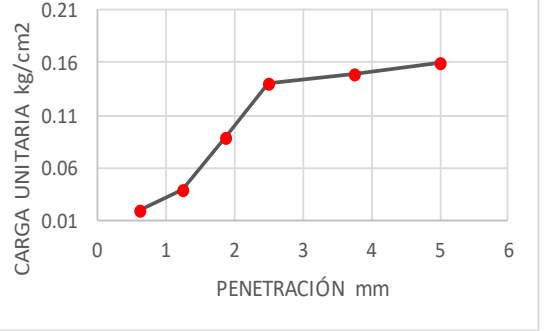
Densidad seca máx. **1.885** kg/m3

$y = -0.0086x^2 + 0.1614x + 1.1282$

PENETRACIÓN PARA CBR DE CALICATA 2

C. B. R.														
PROYECTO: " DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLAS"														
CALICATA N°		2												
Fecha:		JULIO DEL 2023				Profundidad:			1.50 m		Función:		Terreno natural	
Operador:		NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO						Revisó:						
Molde N°		10005402			10006642			10006643						
N° DE GOLPES POR CAPA		56			25			12						
CONDICION DE MUESTRA		ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.		ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.		ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.		
PESOMUEST.HUM.+MOLDEg		11455		11690		11668		11997		11923		12337		
PESOMOLDE g		6178		6178		7429		7429		8055		8055		
PESOMUESTRA HUMEDA g		5277		5512		4239		4568		3868		4282		
VOLUMENMUESTRA (- DISCO) cm		2105		2105		2123		2123		2087		2087		
DENSIDAD HUMEDA g/cm ³		2.507		2.619		1.997		2.152		1.854		2.052		
HUMEDAD		ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	
RECIPIENTE N°:		R5A	R578	X19	R91	X110	R12	R110	K14	R341	R36	R31 A	R319	
PESO RECIPIENTE gr.		9.80	9.80	9.70	9.80	9.70	9.70	9.90	9.70	9.70	9.70	9.60	9.60	
P. MUEST. HUM. + REC., g		61.50	62.80	73.50	62.30	64.60	54.60	63.5	49.50	76.70	69.80	82.60	83.60	
P. MUEST. SECA + REC., g		58.20	59.70	61.80	52.20	60.10	51.1	54.20	42.60	70.80	65.10	63.90	64.90	
PESO DE AGUA g		3.30	3.10	11.70	10.10	4.50	3.50	9.30	6.90	5.90	4.70	18.70	18.70	
PESO MUESTRA SECA g		48.40	49.90	52.10	42.40	50.40	41.40	44.30	32.90	61.10	55.40	54.30	55.30	
CONT. DE HUMEDAD %		6.818	6.212	22.457	23.821	8.929	8.454	20.993	20.973	9.656	8.484	34.438	33.816	
HUMEDAD PROMED (W) %		6.515		23.139		8.691		20.983		9.070		34.127		
DENSIDAD SECA g/ c m³		2.354		2.126		1.837		1.778		1.699		1.530		
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA														
MOLDE N°:												1	2	3
PESO MUESTRA HUM. + MOLDE DESP. SATURAR												11690	11997	12337
PESO MUESTRA HUM. + MOLDE ANTES SATURAR												11455	11668	11923
PESO AGUA ABSORBIDA g												235	329	414
PORCENTAJE AGUA ABSORBIDA %												2.05	2.82	3.47
ESPONJAMIENTO		Li: mm x 10 ⁻³			Li: mm x 10 ⁻³			Li: mm x 10 ⁻³						
FECHA Y HORA		TIEMPO EN DIAS		MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3				
		Lect. Dial mm x 10 ⁻²	CAM B. LONG mm	ESPONJAMIENTO %		LECT. DIAL mm x 10 ⁻²	CAM B. LONG mm	ESPONJAMIENTO %		LECT. DIAL mm x 10 ⁻²	CAM B. LONG mm	ESPONJAMIENTO %		
		1	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		
		2	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		
		3	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		
		4	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		
CLVE ==>		A	B=A-Li/ 100	C=(B/Altu 1)100		A	B=A-Li/ 100	C=(B/Altu 2)100		A	B=A-Li/ 100	C=(B/Altu 3)100		
PENETRACION		Cte. Anillo de Carga = (D) 2.589E+00 Kg/ cm ² Area del pistón cm ² 19.09												
PENETRAC. EN mm 0		MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3						
		LECT. DIAL mm ² x 10 ⁻¹	PRESION Kg / cm ²	C.B.R. CORREG.	LECT. DIAL mm ² x 10 ⁻¹	PRESION Kg / cm ²	C.B.R. CORREG.	LECT. DIAL mm ² x 10 ⁻¹	PRESION Kg / cm ²	C.B.R. CORREG.				
0.625			0.010			0.050			0.020					
1.250			0.020			0.140			0.040					
1.875			0.050			0.150			0.090					
2.500		6.90	0.080	1.20		0.160	2.400		0.140	2.20				
3.750		8.8	0.130			0.170			0.150					
5.000		10.30	0.190	2.10		0.180	1.800		0.160	1.60				
7.500		13.11	0.230			0.200			0.170					
10.000			0.260			0.220			0.180					

GRÁFICAS DE PENETRACIÓN DE CBR DE LA CALICATA 2

LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES											
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLAS"											
Mina:	BELTRAN	Descripción del Material:	LIMOS Y ARCILLAS								
Fecha:	JULIO DEL 2023	Profundidad:	Función: TERRENO NATURAL								
Operador: NAVARRO ERICK											
		<p>Molde N°: 1</p> <p>CBR: 2.1 %</p> <p>Hinchamiento: 0 %</p> <p style="text-align: center;">Para 5.08 mm de penetración observaciones:</p> <p>CBR 2.54 = (Carga unitaria / 76)*100</p> <p>CBR 5.08 = (Carga unitaria / 113)*100</p>									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">CBR: 1" - 2.54 mm</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">CBR: 2" - 5.08 mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.08</td> <td style="text-align: center;">0.11</td> <td style="text-align: center;">0.19</td> <td style="text-align: center;">0.17</td> </tr> </table>		CBR: 1" - 2.54 mm		CBR: 2" - 5.08 mm		0.08	0.11	0.19	0.17		
CBR: 1" - 2.54 mm		CBR: 2" - 5.08 mm									
0.08	0.11	0.19	0.17								
		<p>Molde N°: 2</p> <p>CBR: 1.8 %</p> <p>Hinchamiento: 0 %</p> <p style="text-align: center;">Para 5.08 mm de penetración observaciones:</p>									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">CBR: 1" - 2.54 mm</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">CBR: 2" - 5.08 mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.16</td> <td style="text-align: center;">0.21</td> <td style="text-align: center;">0.18</td> <td style="text-align: center;">0.16</td> </tr> </table>		CBR: 1" - 2.54 mm		CBR: 2" - 5.08 mm		0.16	0.21	0.18	0.16		
CBR: 1" - 2.54 mm		CBR: 2" - 5.08 mm									
0.16	0.21	0.18	0.16								
		<p>Molde N°: 3</p> <p>CBR: 1.6 %</p> <p>Hinchamiento: 0 %</p> <p style="text-align: center;">Para 5.08 mm de penetración observaciones:</p>									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">CBR: 1" - 2.54 mm</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">CBR: 2" - 5.08 mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.14</td> <td style="text-align: center;">0.18</td> <td style="text-align: center;">0.16</td> <td style="text-align: center;">0.14</td> </tr> </table>		CBR: 1" - 2.54 mm		CBR: 2" - 5.08 mm		0.14	0.18	0.16	0.14		
CBR: 1" - 2.54 mm		CBR: 2" - 5.08 mm									
0.14	0.18	0.16	0.14								

ANEXO 4. RESULTADOS DE ENSAYOS DE SUELO CALICATA 3

ENSAYO DE LIMITES Y CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN CANTÓN ARENILLAS"									
Fecha: 07/07/2023							Revisó:		
Descripción del Material :							Calicata: 3		
Opeadores: NA VARRO CANGÁS ERICK L.							Profundidad: 0.50 m		
ENSAYOS DE CONSISTENCIA	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONT. HUM. NAT.	
PASO No.	1	2	3	4	1	2	3	1	2
Recipiente No.	R44T	R22	R21	R90	R31X	R14	R96	R35	R48
Peso de Muestra Húmeda + Recipiente (gms)	26.15	22.45	26.34	24.26	8.73	11.64	12.74	81.67	86.73
Peso de Muestra Seca + Recipiente (gms)	22.27	19.60	22.31	20.72	8.35	11.40	12.31	76.53	81.02
Peso del Recipiente (gms)	9.68	9.17	9.98	9.36	6.55	9.62	9.61	9.60	9.67
Peso del Agua (gms)	3.88	2.85	4.03	3.54	0.38	0.24	0.43	5.14	5.71
Peso de Suelo Seco (gms)	12.59	10.43	12.33	11.36	1.80	1.78	2.70	66.93	71.35
Contenido de Humedad (%)	30.82	27.33	32.68	31.16	21.11	13.48	15.93	7.68	8.00
Número de Golpes	34.00	30.00	24.00	19.00	16.84			7.84	
RESUMEN LIMITE LIQUIDO 30.75 LIMITE PLÁSTICO 16.84 INDICE PLÁSTICO 13.91 HUMEDAD NATURAL 7.84 CLASIFICACIÓN ASSHTO									

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN CANTÓN ARENILLAS"									
Fecha: 07/07/2023							Revisó:		
Descripción del Material :							Calicata: 3		
Opeadores: NA VARRO CANGÁS ERICK L.							Profundidad: 1.00 m		
ENSAYOS DE CONSISTENCIA	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONT. HUM. NAT.	
PASO No.	1	2	3	4	1	2	3	1	2
Recipiente No.	R180	R70	R45	R5	R20	R52	R35	R96	R10
Peso de Muestra Húmeda + Recipiente (gms)	19.09	20.61	20.68	19.80	14.63	16.50	12.68	81.63	81.38
Peso de Muestra Seca + Recipiente (gms)	17.57	18.73	18.40	17.50	14.05	15.57	12.20	74.60	75.21
Peso del Recipiente (gms)	9.58	9.67	9.75	9.89	9.55	9.67	9.65	9.62	9.65
Peso del Agua (gms)	1.52	1.88	2.28	2.30	0.58	0.93	0.48	7.03	6.17
Peso de Suelo Seco (gms)	7.99	9.06	8.65	7.61	4.50	5.90	2.55	64.98	65.56
Contenido de Humedad (%)	19.02	20.75	26.36	30.22	12.89	15.76	18.82	10.82	9.41
Número de Golpes	34.00	26.00	17.00	12.00	15.83			10.11	

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO	22.67
LIMITE PLÁSTICO	15.83
INDICE PLÁSTICO	6.85
HUMEDAD NATURAL	10.11
CLASIFICACIÓN ASSHTO	

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN CANTÓN ARENILLAS"									
Fecha: 07/07/2023							Revisó:		
Descripción del Material :							Calicata: 3		
Opeadores: NA VARRO CANGÁS ERICK L.							Profundidad: 1.50 m		
ENSAYOS DE CONSISTENCIA	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONT. HUM. NAT.	
PASO No.	1	2	3	4	1	2	3	1	2
Recipiente No.	R33	R5A	R12A	R91	R22	R14	R33	R44T	R31A
Peso de Muestra Húmeda + Recipiente (gms)	22.91	21.84	23.81	22.89	15.21	12.83	10.80	81.45	83.80
Peso de Muestra Seca + Recipiente (gms)	19.90	19.06	20.30	19.37	14.33	12.37	9.60	70.26	73.01
Peso del Recipiente (gms)	9.67	9.68	9.51	9.49	9.60	9.62	6.60	9.70	9.60
Peso del Agua (gms)	3.01	2.78	3.51	3.52	0.88	0.46	1.20	11.19	10.79
Peso de Suelo Seco (gms)	10.23	9.38	10.79	9.88	4.73	2.75	3.00	60.56	63.41
Contenido de Humedad (%)	29.42	29.64	32.53	35.63	18.60	16.73	40.00	18.48	17.02
Número de Golpes	37.00	27.00	21.00	12.00	25.11			17.75	

RESUMEN	
LIMITE LIQUIDO	31.61
LIMITE PLÁSTICO	25.11
INDICE PLÁSTICO	6.50
HUMEDAD NATURAL	17.75
CLASIFICACIÓN ASSHTO	

PROCTOR MODIFICADO CALITCATA 3

LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES																
PROYECTO: " DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLAS "																
METODO DE ASSHTO T-180			PRUEBA PROCTOR						ESTANDAR ()		MODIFICADO (X)					
OPERADOR: NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO						REVIS AD:										
						FECHA: JULIO DEL 2023			CALICATA			3				
PESO CILINDRO: (10)			5427 Kg			VOLUMEN CILINDRO (sin collar) $V = \pi \cdot D^2 \cdot h / 4$						946.7/10^6		2124 m³		
PESO MARTILLO: 10 lb.			ALTURA CAIDA: 18 pulg						No. GOLPES: 56		No. CAPAS: 5					
PRUEBAS																
PRUEBA 1(S)																
PRUE N°	PORCENT DE AGUA %	CANTID. DE MUESTR g	CANTIDA DEAGUAA MEZCLAR cm³	RECIP. No.	PESO TIERRA HUMEDA +. RECIP g	PESO TIERRA SECA +. RECIP g	PESODEL RECP g	PESODEL AGUA g	PESO SECO g	W CONTENI DEAGUA %	PESO TIERRA HUMEDA +CILIND Kg	PESO TIERRA HUMEDA PT Kg	PESO ESPECIFICO SECO 1+(W/100)	PESO TIERRA SECA PS Kg	PESO VOLUMET SECOPVS Kg/m³	
1(S)	9	5000	450	R35	64.94	60.80	9.60	4.1	512	8.1						
				E41	81.12	76.40	9.61	4.7	66.8	7.1						
Prom. W =										7.6	9425.000	3998.00	1076	188	1750	
PRUEBA 2(S)																
2(S)	11	5000	550	R22	71.70	66.80	9.48	4.9	57.3	8.5						
				R73	61.25	57.00	9.57	4.3	47.4	9.0						
Prom. W =										8.8	9581000	4154.00	1088	196	1798	
PRUEBA 3(S)																
3(S)	13	5000	650	R186	68.94	63.00	9.58	5.9	53.4	11.1						
				R860	58.93	54.10	9.81	4.8	44.3	10.9						
Prom. W =										11.0	9861000	4434.00	1110	2.09	1880	
PRUEBA 4(S)																
4(S)	15	5000	750	R52	68.67	61.80	9.53	6.9	52.3	13.1						
				R70	71.19	64.30	9.64	6.9	54.7	12.6						
Prom. W =										12.9	9655.000	4228.00	1129	199	1764	
PRUEBA 5(S)																
5(S)	17	5000	850	R309	85.12	75.30	9.65	9.8	65.7	15.0						
				R58	87.17	77.40	9.62	9.8	67.8	14.4						
Prom. W =										14.7	9426.000	3999.00	1147	188	1642	

PRUE No.	WCONT. DEAGUA %	PESO VOLUMET. SECOPVS Kg/m³
1	7.6	1750
2	8.8	1798
3	11.0	1880
4	12.9	1764
5	14.7	1642

Humedad optima **10.600** %

Densidad seca máx. **1.817** kg/m³

$y = -0.0129x^2 + 0.2717x + 0.4248$

PENETRACIÓN PARA CBR DE CALICATA 3

C. B. R.														
PROYECTO: " DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLAS"														
CALICATA N° 3														
Fecha: JULIO DEL 2023			Profundidad: 1.50 m				Función: Terreno natural							
Operador: NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO						Revisó:								
Molde N°			10006698			10006654			10006643					
N° DE GOLPES POR CAPA			56			25			12					
CONDICION DE MUESTRA			ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.		ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.		ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.	
PESOMUEST.HUM.+MOLDEg			11221		11612		11275		11735		10802		11305	
PESOMOLDE g			6830		6830		7510		7510		7390		7390	
PESOMUESTRA HUMEDA g			4391		4782		3765		4225		3412		3915	
VOLUMEN MUESTRA (-DISCO) cm			2125		2125		2133		2133		2130		2130	
DENSIDAD HUMEDA g/cm ³			2.066		2.250		1.765		1.981		1.602		1.838	
HUMEDAD			ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO		
RECIPIENTE N°:			R5A	R578	X19	R91	X110	R12	R110	K14	R341	R36	R31 A	R319
PESO RECIPIENTE gr.			9.70	9.80	9.70	9.80	9.70	9.70	9.90	9.70	9.70	9.70	9.60	9.60
P. MUEST. HUM. + REC., g			60.00	60.50	65.50	70.50	60.00	60.20	56.0	54.85	60.80	78.50	59.50	58.80
P. MUEST. SECA + REC., g			54.70	55.10	52.20	56.80	54.00	53.8	43.60	45.15	55.80	70.50	45.80	47.50
PESO DE AGUA g			5.30	5.40	13.30	13.70	6.00	6.40	12.38	9.70	5.00	8.00	13.70	11.30
PESO MUESTRA SECA g			45.00	45.30	42.50	47.00	44.30	44.10	33.70	35.45	46.10	60.80	36.20	37.90
CONT. DE HUMEDAD %			11.778	11.921	31.294	29.149	13.544	14.512	36.736	27.362	10.846	13.158	37.845	29.815
HUMEDAD PROMED (W) %			11.849		30.222		14.028		32.049		12.002		33.830	
DENSIDAD SECA g/cm ³			1.847		1.728		1.548		1.500		1.430		1.373	
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA														
MOLDE N°:										1	2	3		
PESO MUESTRA HUM. + MOLDE DESP. SATURAR										11612	11735	11305		
PESO MUESTRA HUM. + MOLDE ANTES SATURAR										11221	11275	10802		
PESO AGUA ABSORVIDA g										391	460	503		
PORCENTAJE AGUA ABSORVIDA %										3.48	4.08	4.66		
ESPONJAMIENTO			Li: mm x 10 ⁻³				Li: mm x 10 ⁻³				Li: mm x 10 ⁻³			
FECHA Y HORA		TIEMPO EN DIAS	MOLDE N° 1		MOLDE N° 2		MOLDE N° 3		MOLDE N° 1		MOLDE N° 2		MOLDE N° 3	
			LECT. DIAL mm x 10 ²	CAM B. LONG mm	ESPONJAMIENTO %	LECT. DIAL mm x 10 ²	CAM B. LONG mm	ESPONJAMIENTO %	LECT. DIAL mm x 10 ²	CAM B. LONG mm	ESPONJAMIENTO %	LECT. DIAL mm x 10 ²	CAM B. LONG mm	ESPONJAMIENTO %
		1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CLVE ==>			A	B=A-Li/100	C=(B/Altu 1)100	A	B=A-Li/100	C=(B/Altu 2)100	A	B=A-Li/100	C=(B/Altu 3)100	A	B=A-Li/100	C=(B/Altu 3)100
PENETRACION			Cte. Anillo de Carga = (D) 2.589E+00 Kg/cm ² Area del pistón cm ² 19.09											
PENETRAC. EN mm 0		CARGAS TIPO Kg/cm ²	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3					
			LECT. DIAL mm ² x 10 ³	PRESION Kg/cm ²	C.B.R. CORREG.	LECT. DIAL mm ² x 10 ³	PRESION Kg/cm ²	C.B.R. CORREG.	LECT. DIAL mm ² x 10 ³	PRESION Kg/cm ²	C.B.R. CORREG.			
0.625				0.320			0.230			0.100				
1.250				0.390			0.310			0.140				
1.875				0.450			0.380			0.180				
2.500		6.90		0.520	7.50		0.450	6.400		0.220	3.10			
3.750		8.8		0.750			0.650			0.340				
5.000		10.30		0.870	8.30		0.800	7.700		0.400	3.80			
7.500		13.11		0.930			0.880			0.430				
10.000		15.87		0.950			0.920			0.450				
12.500		17.94		0.980			0.950			0.490				

GRÁFICAS DE PENETRACIÓN DE CBR DE LA CALICATA 3

LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES											
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLAS"											
Mina:	BELTRAN	Descripción del Material:	LIMOS Y ARCILLAS								
Fecha:	JULIO DEL 2023	Profundidad:	Función: TERRENO NATURAL								
Operador: NAVARRO ERICK											
		Molde N°: 1 CBR: 8.3 % Hinchamiento: 0 %									
Para 5.08 mm de penetración observaciones:											
CBR 2.54 =		(Carga unitaria / 76)*100									
CBR 5.08 =		(Carga unitaria / 113)*100									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 50%;">CBR: 1" - 2.54 mm</th> <th style="width: 50%;">CBR: 2" - 5.08 mm</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.52</td> <td style="text-align: center;">0.68</td> </tr> </table>		CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm	0.52	0.68	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 50%;">CBR: 1" - 2.54 mm</th> <th style="width: 50%;">CBR: 2" - 5.08 mm</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.87</td> <td style="text-align: center;">0.77</td> </tr> </table>		CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm	0.87	0.77
CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm										
0.52	0.68										
CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm										
0.87	0.77										
		Molde N°: 2 CBR: 7.7 % Hinchamiento: 0 %									
Para 5.08 mm de penetración observaciones:											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 50%;">CBR: 1" - 2.54 mm</th> <th style="width: 50%;">CBR: 2" - 5.08 mm</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.45</td> <td style="text-align: center;">0.59</td> </tr> </table>		CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm	0.45	0.59	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 50%;">CBR: 1" - 2.54 mm</th> <th style="width: 50%;">CBR: 2" - 5.08 mm</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.80</td> <td style="text-align: center;">0.71</td> </tr> </table>		CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm	0.80	0.71
CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm										
0.45	0.59										
CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm										
0.80	0.71										
		Molde N°: 3 CBR: 3.8 % Hinchamiento: 0 %									
Para 5.08 mm de penetración observaciones:											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 50%;">CBR: 1" - 2.54 mm</th> <th style="width: 50%;">CBR: 2" - 5.08 mm</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.22</td> <td style="text-align: center;">0.29</td> </tr> </table>		CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm	0.22	0.29	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 50%;">CBR: 1" - 2.54 mm</th> <th style="width: 50%;">CBR: 2" - 5.08 mm</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.40</td> <td style="text-align: center;">0.35</td> </tr> </table>		CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm	0.40	0.35
CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm										
0.22	0.29										
CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm										
0.40	0.35										

ANEXO 5. RESULTADOS DE LABORATORIO DE MATERIAL PARA MEJORAMIENTO, BASE CLASE 2.

LIMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO PARA BASE

LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES													
PROYECTO: " DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN CANTÓN ARENILLAS"													
Cantera: BELTRAN				Fecha: JULIO DEL 2023				Revise:					
Descripción del Material: GRAVA, ARENA, FINOS PARA BASE CLASE 2													
Operadores: NAVARRO ERICK								Profundidad					
ENSAYOS DE CONSISTENCIA			LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO				CONT. HUM. NAT.		
PASO No.			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
Recipiente No.			Y6	R5	D5	W32	R71	Y7	F6	V76	U87	E4	R32
Peso de Muestra Húmeda + Recipiente (gms)			23.33	22.21	21.33	23.00	10.48	10.27	10.19	10.30	63.52	56.60	59.58
Peso de Muestra Seca + Recipiente (gms)			21.29	20.30	19.41	20.69	10.36	10.19	10.12	10.22	59.25	52.14	55.20
Peso del Recipiente (gms)			9.52	9.70	9.58	9.69	9.60	9.68	9.67	9.68	5.00	5.00	5.00
Peso del Agua (gms)			2.04	1.91	1.92	2.31	0.12	0.08	0.07	0.09	4.27	4.46	4.38
Peso de Suelo Seco (gms)			11.77	10.60	9.83	11.00	0.76	0.51	0.45	0.54	54.25	47.14	50.20
Contenido de Humedad (%)			17.33	18.02	19.53	21.00	15.79	15.69	15.56	15.89	7.87	9.46	8.73
Número de Golpes			30.00	27.00	22.00	16.00	15.73				8.69		
RESUMEN:						NORMAS							
LIMITE LIQUIDO			18.60 %			LIMITE LIQUIDO:							
LIMITE PLASTICO			15.73 %			ASIMD - 423 AASHTO T-89							
INDICE PLASTICO			2.87 %			LIMITE PLASTICO:							
HUMEDAD NATURAL			8.69 %			ASTM D-424 AASHTO T-90							
CLASIFICACION AASHTO			HUMEDAD: ASIM D-2216										
			GRANULOMETRIA: ASTM D-422 AASHTO T-88										

GRANULOMETRÍA DEL MATERIAL DE MEJORAMIENTO PARA BASE CLASE

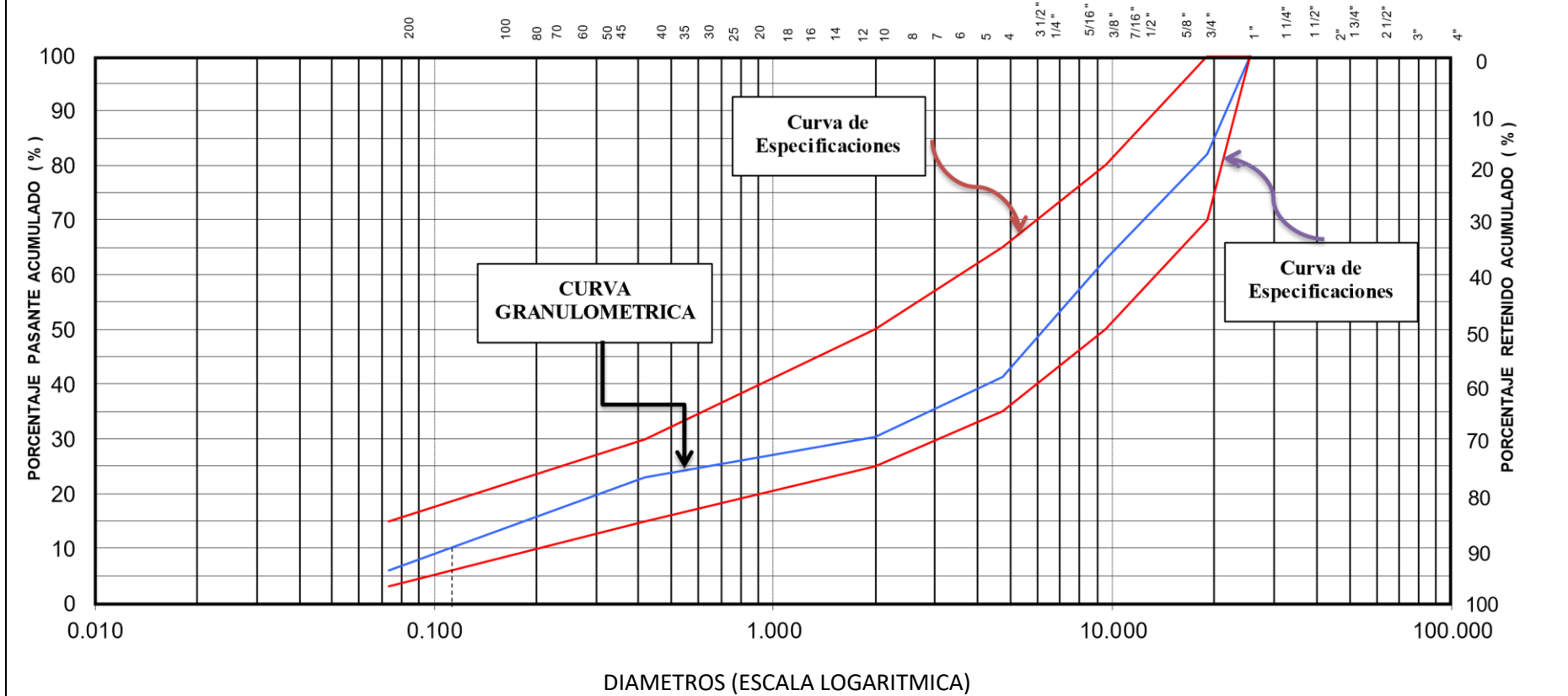
2

LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES								
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO								
PROYECTO: " DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLAS								
CANTERA: BELTRAN					REVISO:			
OPERADOR: NAVARRO CANGÁS ERICK					FECHA: JULIO DEL 2023			
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: GRAVA, ARENA, FINOS PARA BASE CLASE 2								
TAMIZ			CANTIDAD RETENIDA PARCIAL	CANTIDAD RETENIDA ACUMULADA	CANTIDAD QUE PASA ACUMULADA	PORCENTAJE		OBSERVACIÓN: SUBBASE CLASE 2
Nº	Pulg.	mm				RETENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO	
	4	0						
	3	0						
	2 1/2	0						
	2	0						
	1 3/4	0						
	1 1/2	0						
	1 1/4	0						
*	1	0	0.00	0.00	31285.80	0.00 %	100.00 %	100
*	3/4	19	5600.00	5600.00	25685.80	17.90 %	82.10 %	70 - 100
	5/8	16						
*	1/2	12.5						
	7/16	11.2						
*	3/8	9.5	6010.40	11610.40	19675.40	37.11 %	62.89 %	50 - 80
	5/16	8						
	1/4	6.3						
3 1/2	0.2230	0						
4	0.1870	0	6769.70	18380.10	12905.70	58.75 %	41.25 %	35 - 65
5	0.1570	0						
6	0.1320	0						
7	0.1110	0						
8	0.0937	0						
10	0.0787	0	3432.00	21812.10	9473.70	69.72 %	30.28 %	25 - 50
12	0.0661	0						
14	0.0555	0						
16	0.0469	0						
18	0.0394	0						
20	0.0331	850 micron						
25	0.0280	710 micron						
30	0.0234	600 micron						
35	0.0197	500 micron						
40	0.0165	425 micron	2286.30	24098.40	7187.40	77.03 %	22.97 %	15 - 30
45	0.0139	354 micron						
50	0.0117	300 micron						
60	0.0980	250 micron						
70	0.0083	210 micron						
80	0.0070	180 micron						
100	0.0059	150 micron						
200	0.0029	75 micron	5321.00	29419.40	1866.40	94.03 %	5.97 %	3 - 15
FONDO			1866.4	31285.80	0.00	100.00 %	0.00 %	
TOTAL			31285.80					
PESO ANTES DEL TAMIZADO= 31633 gr.						D10 : 0.13		
PESO DESPUÉS DEL TAMIZADO= 31600.0 gr.						D30 : 2.34		
ERROR (PAT - PDT) / PAT *100 = 0.104 %						D60 : 9.00		
MATERIAL PASANTE DEL TAMIZ #200 = 1866.40 gr.						Cu : 69.23		
						Cc : 4.68		

CURVA GRANULOMÉTRICA PARA MATERIAL DE MEJORAMIENTO DE BASE

LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

Cantera:	BELTRAN		OPERADOR:	NAVARRO ERICK
Fecha:	JULIO DEL 2023	CURVA GRANULOMETRICA		



MILIMETROS	0.0 02	0.0 06	0.0 20	0.0 60	0.2 00	0.6 00	2.0 00	6.0 00	20. 00 0	60. 00 0	MILIMETROS
ARCILLA		LIMO			ARENA			GRAVA			PIEDRA BOLA
		FINO	MEDIO	GRUESO	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	MEDIA	GRUESA	

PROCTOR MODIFICADO PARA BASE

LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES																
PROYECTO: " DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN CANTÓN ARENILLAS "																
METODO DE ASSHTO T-180			PRUEBA PROCTOR				ESTANDAR ()			MODIFICADO (X)						
OPERADOR: NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO										REVIS AD:						
										FECHA: JULIO DEL 2023		CALICATA 3				
PESO CILINDRO:(10)			4.251 Kg		VOLUMEN CILINDRO (sin collar) V=PI.D².h/4				946.7/10^6			0.00093332 m³				
PESO MARTILLO: 10 lb.			ALTURA DE CAIDA : 18 pulg				No. GOLPES : 56			No. CAPAS : 5						
	0	1	2= (0*1)/100		3	4	5	6= .3-.4	7= .4-.5	8= (6/7)*100	9	11= .9-.10	12= 1+(8/100)	13= .11/12	15= .13/14	
PRUE Nº	PORCENT DE AGUA %	CANTID. DE MUESTR g	CANTIDA DEAGUA A MEZCLAR cm³	RECIP. No.	PESO TIERRA HUMEDA +. RECIP g	PESO TIERRA SECA +. RECIP g	PESODEL RECP g	PESODEL AGUA g	PESO SECO g	W CONTENI DEAGUA %	PESO TIERRA HUMEDA +CILIND Kg	PESO TIERRA HUMEDA PT Kg	PESO ESPECIFICO SECO 1+(W/100)	PESO TIERRA SECA PS Kg	PESO VOLUMET SECOPVS Kg/m³	
1(S)	9	3000	90	R35	173.09	166.48	9.61	6.6	156.9	4.2						
				E41	171.20	164.98	9.69	6.2	155.3	4.0						
										Prom. W=	4.1	6.344	2.09	1041	2.01	2154.000
2(S)	11	3000	150	R22	159.78	151.47	9.59	8.3	141.9	5.9						
				R73	172.73	165.30	9.63	7.4	155.7	4.8						
										Prom. W=	5.3	6.405	2.15	1053	2.05	2191.400
3(S)	13	3000	210	R186	160.79	149.81	9.64	11.0	140.2	7.8						
				R860	166.44	155.54	10.10	10.9	145.4	7.5						
										Prom. W=	7.7	6.468	2.22	1077	2.06	2206.300
4(S)	15	3000	270	R52	94.75	87.70	9.48	7.1	78.2	9.0						
				R70	101.33	93.71	9.68	7.6	84.0	9.1						
										Prom. W=	9.0	6.470	2.22	1090	2.04	2180.400
5(S)	17	3000	330	R309	91.27	82.95	9.55	8.3	73.4	11.3						
				R58	91.96	83.44	9.59	8.5	73.9	11.5						
										Prom. W=	11.4	6.425	2.17	1114	1.95	2090.300

PRUE No.	WCONT. DEAGUA %	PESO VOLUMET. SECOPVS Kg/m³
1	4.1	2154.00
2	5.3	2191.40
3	7.7	2206.30
4	9.0	2180.40
5	11.4	2090.30

Humedad optima 7.0 %
 Densidad seca máx. 2200 kg/m³

Densidad Seca (gr/cm³)

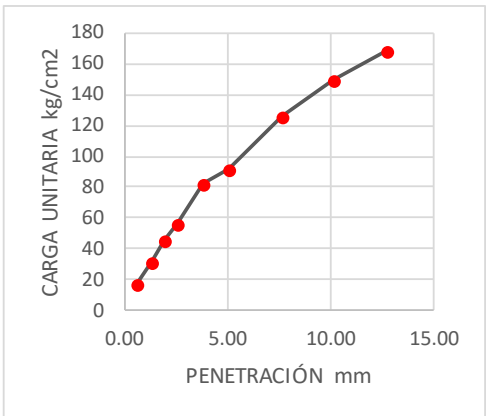
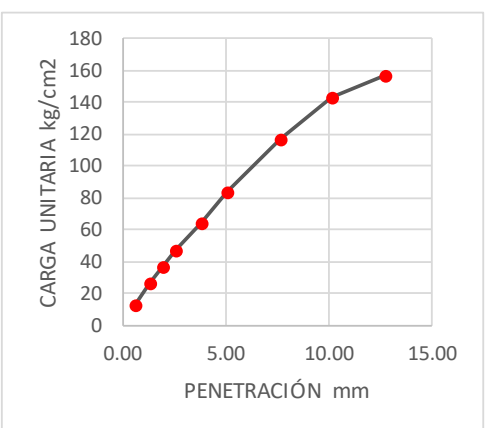
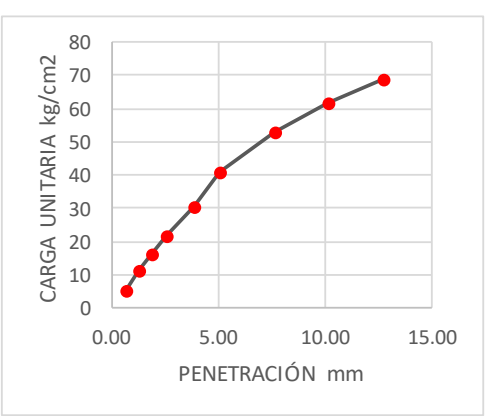
Contenido de humedad (%)

$y = -6.0929x^2 + 85.703x + 1906.2$

PENETRACIÓN PARA CBR DE MATERIAL PARA BASE

LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES C. B. R.													
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLAS"													
Cantera: BELTRAN			Descripción del Material: GRAVA, ARENA Y FINOS										
Fecha: JULIO DEL 2023			Profundidad:				Función: BASE CLASE 2						
Operador: NAVARRO ERICK						Revisó:							
Nº. DE GOLPES POR CAPA			56				25				12		
CONDICION DE MUESTRA			ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.		ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.		ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.
PESO MUEST. HUM. + MOLDE g			12840		12895		12455		12537		12237		12376
PESO MOLDE g			7746		7746		7619		7619		7606		7606
PESO MUESTRA HUMEDA g			5094		5149		4836		4918		4631		4770
VOLUMEN MUESTRA (- DISCO) cm³			2155		2155		2119		2119		2124		2124
DENSIDAD HUMEDA g/cm³			2.364		2.390		2.282		2.321		2.180		2.245
HUMEDAD			ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO		ARRIBA		ABAJO
RECIPIENTE Nº.			R25		R8		R45X		R131		R50		R58
PESO RECIPIENTE gr.			9.58		9.65		9.65		9.6		9.64		9.66
P. MUEST. HUM. + REC., g			52.37		55.44		44.85		51.54		51.32		53.33
P. MUEST. SECA + REC., g			49.55		52.38		41.91		48.01		48.57		50.37
PESO DE AGUA g			2.82		3.06		2.94		3.53		2.75		2.96
PESO MUESTRA SECA g			39.97		42.73		32.26		38.41		38.93		40.71
CONT. DE HUMEDAD %			7.055		7.161		9.11345		9.19032		7.064		7.271
HUMEDAD PROMED (W) %			7.108		9.152		7.167		9.417		7.463		10.511
DENSIDAD SECA g/cm³			2.207		2.189		2.130		2.121		2.029		2.032
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA													
MOLDE Nº.										1	2	3	
PESO MUESTRA HUM. + MOLDE DESP. SATURAR										12895	12537	12376	
PESO MUESTRA HUM. + MOLDE ANTES SATURAR										12840	12455	12237	
PESO AGUA ABSORVIDA g										55	82	139	
PORCENTAJE AGUA ABSORVIDA %										0.43	0.66	1.14	
ESPONJAMIENTO			Li: mm x 10⁻³				Li: mm x 10⁻³				Li: mm x 10⁻³		
FECHA Y HORA		TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº. 1		MOLDE Nº. 2		MOLDE Nº. 3		MOLDE Nº. 3				
			LECT. DIAL mm x 10 ⁻²	CAM B. LONG. mm	ESPONJAMIENTO %	LECT. DIAL mm x 10 ⁻²	CAM B. LONG. mm	ESPONJAMIENTO %	LECT. DIAL mm x 10 ⁻²	CAM B. LONG. mm	ESPONJAMIENTO %		
		1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
PENETRACION													
Cte. Anillo de Carga = (D) 2.589E+00 Kg/cm² Area del pistón cm² = (19.09)													
PENETRAC. EN mm 0		CARGAS TIPO Kg/cm²	MOLDE Nº. 1			MOLDE Nº. 2			MOLDE Nº. 3				
			LECT. DIAL mm ² x 10 ⁻³	PRESION Kg/cm ²	C.B.R. CORREG.	LECT. DIAL mm ² x 10 ⁻³	PRESION Kg/cm ²	C.B.R. CORREG.	LECT. DIAL mm ² x 10 ⁻³	PRESION Kg/cm ²	C.B.R. CORREG.		
0.64			125	16.95		98	13.29		39	5.29			
1.27			230	31.19		194	26.31		83	11.26			
1.91			336	45.56		269	36.48		120	16.27			
2.54		76	420	56.95	74.94	347	47.05	61.91	159	21.56	28.37		
3.81			610	82.72		470	63.73		225	30.51			
5.08		113	680	92.21	81.60	620	84.08	74.40	300	40.68	36.00		
7.62		144	926	125.57		858	116.35		389	52.75			
10.16		175	1105	149.84		1058	143.47		456	61.84			
12.70		197	1240	168.15		1155	156.62		506	68.62			

GRÁFICAS DE PENETRACIÓN DEL CBR DE MATERIAL PARA BASE

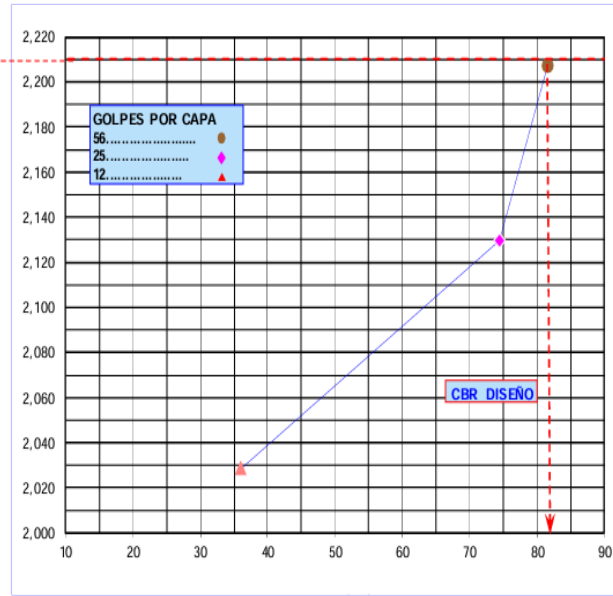
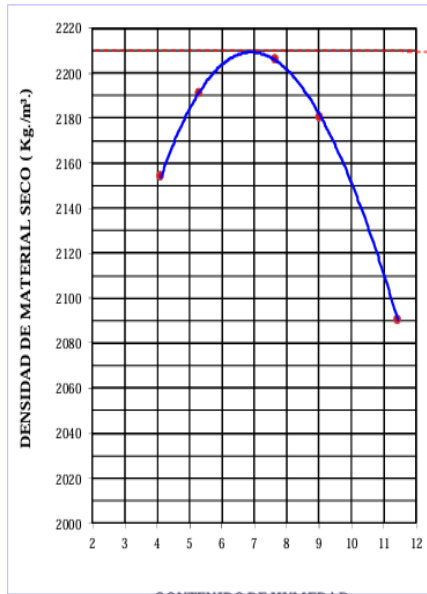
LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES											
C. B. R. - PENETRACION											
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLAS"											
Mina:	BELTRAN	Descripción del Material:	GRAVA, ARENA Y FINOS								
Fecha:	JULIO DEL 2023	Profundidad:	Funció BASE CLASE 2								
Operador: NAVARRO ERICK		Revisó:									
											
Molde N°: 1		CBR: 81.6 %									
Hi nchamiento: 0 %		Para 5.08 mm de penetración observaciones:									
CBR 2.54 = (Carga unitaria / 76)*100		CBR 5.08 = (Carga unitaria / 113)*100									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">CBR: 1" - 2.54 mm</td> <td style="width: 50%;">CBR: 2" - 5.08 mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">59.65</td> <td style="text-align: center;">74.94</td> </tr> </table>		CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm	59.65	74.94	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">CBR: 1" - 2.54 mm</td> <td style="width: 50%;">CBR: 2" - 5.08 mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">92.21</td> <td style="text-align: center;">81.60</td> </tr> </table>		CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm	92.21	81.60
CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm										
59.65	74.94										
CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm										
92.21	81.60										
											
Molde N°: 2		CBR: 74.4 %									
Hi nchamiento: 0 %		Para 5.08 mm de penetración observaciones:									
CBR 2.54 = (Carga unitaria / 76)*100		CBR 5.08 = (Carga unitaria / 113)*100									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">CBR: 1" - 2.54 mm</td> <td style="width: 50%;">CBR: 2" - 5.08 mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">47.05</td> <td style="text-align: center;">61.91</td> </tr> </table>		CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm	47.05	61.91	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">CBR: 1" - 2.54 mm</td> <td style="width: 50%;">CBR: 2" - 5.08 mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">84.08</td> <td style="text-align: center;">74.40</td> </tr> </table>		CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm	84.08	74.40
CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm										
47.05	61.91										
CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm										
84.08	74.40										
											
Molde N°: 3		CBR: 36 %									
Hi nchamiento: 0 %		Para 5.08 mm de penetración observaciones:									
CBR 2.54 = (Carga unitaria / 76)*100		CBR 5.08 = (Carga unitaria / 113)*100									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">CBR: 1" - 2.54 mm</td> <td style="width: 50%;">CBR: 2" - 5.08 mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">21.56</td> <td style="text-align: center;">28.37</td> </tr> </table>		CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm	21.56	28.37	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">CBR: 1" - 2.54 mm</td> <td style="width: 50%;">CBR: 2" - 5.08 mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">40.68</td> <td style="text-align: center;">36.00</td> </tr> </table>		CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm	40.68	36.00
CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm										
21.56	28.37										
CBR: 1" - 2.54 mm	CBR: 2" - 5.08 mm										
40.68	36.00										

CBR DE DISEÑO DE MATERIAL BASE

LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES C. B. R.

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS - INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLAS. "

Cantera: BELTRAN	Descripción del Material: GRAVA, ARENA Y FINOS	Profundidad:
Operador: NAVARRO ERICK	Revisó:	Función: BASE CLASE 2
		Fecha: JULIO DEL 2023



COMPACTACIÓN: **100 %**
 DENS. SECA MAX: **2210 kg/m³**
 CBR DE DISEÑO: **81.6 %**

ANEXO 6. RESULTADOS DE LABORATORIO DE MATERIAL PARA MEJORAMIENTO, SUBBASE CLASE 2.

LIMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL DEL MATERIAL DE MEJORAMIENTO PARA SUBBASE

LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES																																															
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN "																																															
									Revisó:																																						
Descripción del Material : GRAVA, ARENA, FINOS PARA SUB-BASE CLASE									Cantera: BELTRAN																																						
Opeadores: NAVARRO ERICK									Profundidad:																																						
ENSAYOS DE CONSISTENCIA		LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO				CONT. HUM. NAT.																																					
PASO No.		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3																																			
Recipiente No.		A4	R16	R13	R6	R47	R33	R56	R187	R20	R25	R121																																			
Peso de Muestra Húmeda +Recipiente (gms)		25.28	18.90	19.64	25.28	10.84	11.05	11.63	11.39	31.48	33.39	42.40																																			
Peso de Muestra Seca +Recipiente (gms)		22.38	17.14	17.70	22.16	10.64	10.82	11.31	11.10	29.87	31.29	41.07																																			
Peso del Recipiente (gms)		9.74	9.67	9.69	9.54	9.55	9.67	9.65	9.59	9.50	9.46	9.53																																			
Peso del Agua (gms)		2.90	1.76	1.94	3.12	0.20	0.23	0.32	0.29	1.61	2.10	1.33																																			
Peso de Suelo Seco (gms)		12.64	7.47	8.01	12.62	1.09	1.15	1.66	1.51	20.37	21.83	31.54																																			
Contenido de Humedad (%)		22.94	23.56	24.22	24.72	18.35	20.00	19.28	19.21	7.90	9.62	4.22																																			
Número de Golpes		32.00	26.00	21.00	16.00	19.21				7.25																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">RESUMEN:</th> <th colspan="3">NORMAS:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LIMITE LIQUIDO</td> <td>23.70</td> <td>%</td> <td>LIMITE LIQUIDO:</td> <td colspan="2">ASTMD -423 / AASHTO T-89</td> </tr> <tr> <td>LIMITE PLÁSTICO</td> <td>19.21</td> <td>%</td> <td>LIMITE PLÁSTICO:</td> <td colspan="2">ASTMD -424 / AASHTO T-90</td> </tr> <tr> <td>INDICIE PLÁSTICO</td> <td>4.49</td> <td>%</td> <td>HUMEDAD:</td> <td colspan="2">ASTM D-2216</td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD NATURAL</td> <td>7.25</td> <td>%</td> <td>GRANULOMETRÍA:</td> <td colspan="2">ASTM D-422 / AASHTO T-88</td> </tr> <tr> <td>CLASIFICACIÓN AASHTO</td> <td>A-2</td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table>												RESUMEN:			NORMAS:			LIMITE LIQUIDO	23.70	%	LIMITE LIQUIDO:	ASTMD -423 / AASHTO T-89		LIMITE PLÁSTICO	19.21	%	LIMITE PLÁSTICO:	ASTMD -424 / AASHTO T-90		INDICIE PLÁSTICO	4.49	%	HUMEDAD:	ASTM D-2216		HUMEDAD NATURAL	7.25	%	GRANULOMETRÍA:	ASTM D-422 / AASHTO T-88		CLASIFICACIÓN AASHTO	A-2				
RESUMEN:			NORMAS:																																												
LIMITE LIQUIDO	23.70	%	LIMITE LIQUIDO:	ASTMD -423 / AASHTO T-89																																											
LIMITE PLÁSTICO	19.21	%	LIMITE PLÁSTICO:	ASTMD -424 / AASHTO T-90																																											
INDICIE PLÁSTICO	4.49	%	HUMEDAD:	ASTM D-2216																																											
HUMEDAD NATURAL	7.25	%	GRANULOMETRÍA:	ASTM D-422 / AASHTO T-88																																											
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-2																																														

GRANULOMETRÍA DEL MATERIAL DE MEJORAMIENTO PARA SUBBASE CLASE

2

LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO								
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLAS"								
OPERADOR: NAVARRO ERICK						REVISOR:		
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL: GRAVA, ARENA, FINOS PARA SUB-BASE CLASE 2						FECHA: JULIO DEL 2023		
TAMIZ			CANTIDAD RETENIDA PARCIAL	CANTIDAD RETENIDA ACUMULADA	CANTIDAD QUE PASA ACUMULADA	PORCENTAJE		OBSERVACIÓN: SUBBASE CLASE 2
Nº	Pulg.	mm				RETENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO	
	4	0						
	3	0						
	2 1/2	0						
	2	0	0.00	0.00	28616.60	0.00 %	100.00 %	100
	1 3/4	0						
	1 1/2	0	4310.00	4310.00	24306.60	15.06 %	84.94 %	70 - 100
	1 1/4	0						
*	1	0						
	3/4	19						
	5/8	16						
*	1/2	12.5						
	7/16	11.2						
*	3/8	9.5						
	5/16	8						
	1/4	6.3						
3 1/2	0.2230	0						
4	0.1870	0	10532.30	14842.30	13774.30	51.87 %	48.13 %	30 - 70
5	0.1570	0						
6	0.1320	0						
7	0.1110	0						
8	0.0937	0						
10	0.0787	0						
12	0.0661	0						
14	0.0555	0						
16	0.0469	0						
18	0.0394	0						
20	0.0331	850 micron						
25	0.0280	710 micron						
30	0.0234	600 micron						
35	0.0197	500 micron						
40	0.0165	425 micron	7299.30	22141.60	6475.00	77.37 %	22.63 %	15 - 40
45	0.0139	354 micron						
50	0.0117	300 micron						
60	0.0980	250 micron						
70	0.0083	210 micron						
80	0.0070	180 micron						
100	0.0059	150 micron						
200	0.0029	75 micron	3450.00	25591.60	3025.00	89.43 %	10.57 %	0 - 20
FONDO			3025	28616.60	0.00	100.00 %	0.00 %	
TOTAL			28616.60					
PESO ANTES DEL TAMIZADO:			28600 gr			D10:	0.10	
PESO DESPUES DEL TAMIZADO:			28616.6 gr			D30:	0.68	
ERROR (PAT - PDT)/PAT:			-0.058 %			D60:	8.70	
MAT. PASANTE DEL TAM. #200:			3025 gr			Cu:	87.00	
						Cc:	0.53	

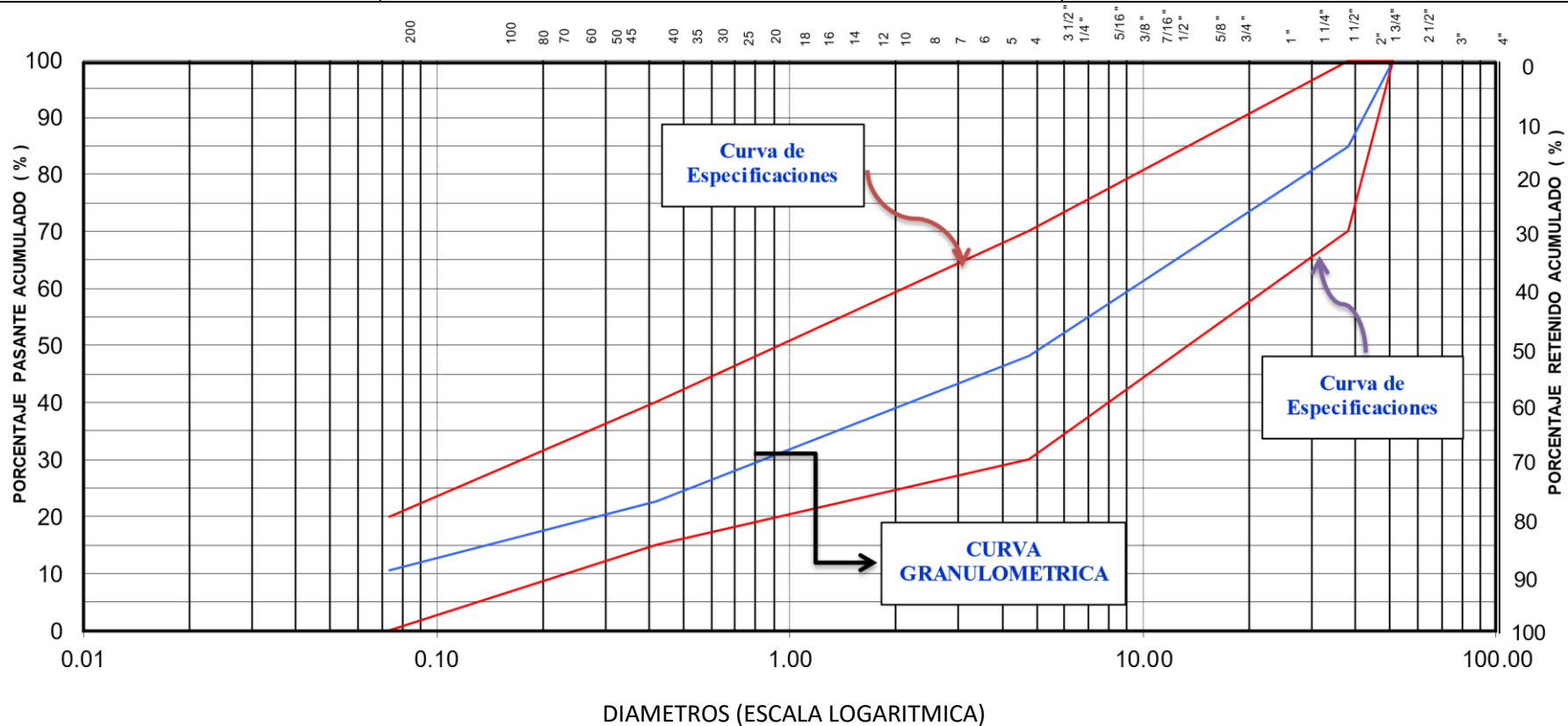
CURVA GRANULOMÉTRICA PARA MATERIAL DE MEJORAMIENTO DE SUBBASE

LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES

Cantera: BELTRAN
 Fecha: JULIO DEL 2023

CURVA GRANULOMETRICA

OPERADOR: NAVARRO ERICK



MILIMETROS	0.0 02	0.0 06	0.0 20	0.0 60	0.2 00	0.6 00	2.0 00	6.0 00	20. 00 0	60. 00 0	MILIMETROS
ARCILLA		LIMO			ARENA			GRAVA			PIEDRA BOLA
		FINO	MEDIO	GRUESO	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	MEDIA	GRUESA	

PROCTOR MODIFICADO PARA SUBBASE

LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES																
PROYECTO: " DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN CANTÓN ARENILLAS "																
METODO DE ASSHTO T-180				PRUEBA PROCTOR				ESTANDAR ()				MODIFICADO (X)				
OPERADOR: NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO								REVIS AD:								
								FECHA: JULIO DEL 2023				CALICATA 3				
PESO CILINDRO:(10) 4.334 Kg				VOLUMEN CILINDRO (sin collar) $V = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot h}{4}$				946.7/10^6				0.00093332 m³				
PESO MARTILLO: 10 lb.				ALTURA DE CAIDA : 18 pulg				No. GOLPES : 25				No. CAPAS : 5				
	0	1	2= (0*1)/100		3	4	5	6= .3-4	7= .4-5	8= (6/7)*100	9	11= .9-10	12= 1+(8/100)	13= .11/12	15= .13/14	
PRUE Nº	PORCENT DE AGUA %	CANTID. DE MUESTR g	CANTIDA DEAGUA A MEZCLAR cm³	RECIP. No.	PESO TIERRA HUMEDA +. RECIP g	PESO TIERRA SECA +. RECIP g	PESODEL RECP g	PESODEL AGUA g	PESO SECO g	W CONTENI DEAGUA %	PESO TIERRA HUMEDA +. CILIND Kg	PESO TIERRA HUMEDA PT Kg	PESO ESPECIFICO SECO 1+(W/100)	PESO TIERRA SECA PS Kg	PESO VOLUMET SECOPVS Kg/m³	
1(S)	9	3000	90	R35	184.55	179.37	9.65	5.2	169.7	3.1						
				E41	175.97	171.02	9.68	4.9	161.3	3.1						
										Prom. W=	3.1	6.293	196	1031	190	2036.600
2(S)	11	3000	150	R22	144.85	139.44	9.65	5.4	129.8	4.2						
				R73	120.35	115.99	9.63	4.4	106.4	4.1						
										Prom. W=	4.1	6.350	2.02	1041	194	2074.300
3(S)	13	3000	210	R186	135.49	127.08	9.65	8.4	117.4	7.2						
				R860	166.19	155.79	9.54	10.4	146.3	7.1						
										Prom. W=	7.1	6.460	2.13	1071	198	2126.200
4(S)	15	3000	270	R52	153.30	141.4	9.68	12.2	131.5	9.3						
				R70	142.46	131.32	9.60	11.1	121.7	9.2						
										Prom. W=	9.2	6.503	2.17	1092	199	2129.100
5(S)	17	3000	330	R309	129.44	117.32	9.59	12.1	107.7	11.2						
				R58	124.96	113.21	9.66	11.8	103.6	11.3						
										Prom. W=	11.3	6.520	2.19	1113	196	2104.400

PRUE No.	WCONT. DEAGUA %	PESO VOLUMET. SECOPVS Kg/m³
1	3.1	2036.60
2	4.1	2074.30
3	7.1	2126.20
4	9.2	2129.10
5	11.3	2104.40

Humedad optima 8.5 %

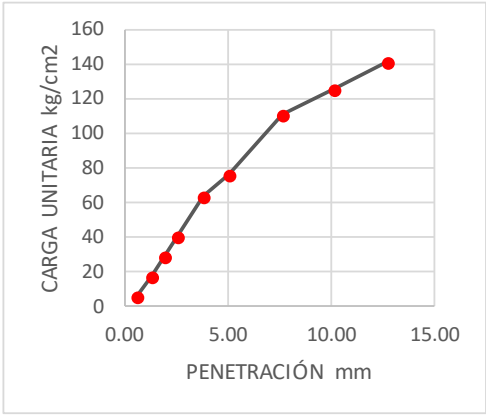
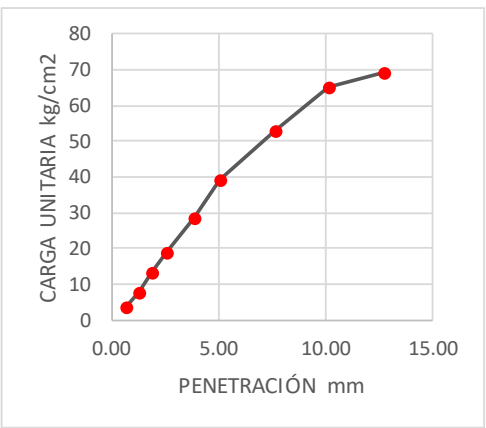
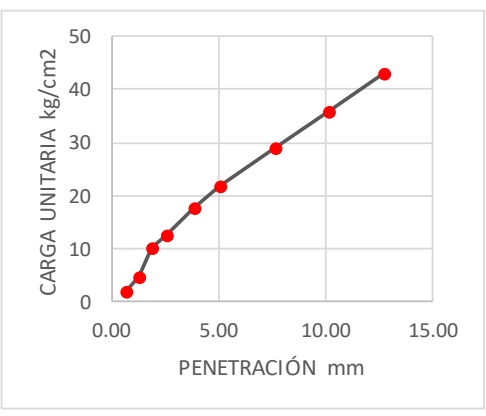
Densidad seca máx. 21310 kg/m³

$y = -3.3121x^2 + 55.563x + 1898.9$

PENETRACIÓN PARA CBR DE MATERIAL PARA SUBBASE

LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES														
PROYECTO: " DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLAS														
Cantera: BELTRAN			Descripción del Material: GRAVA, ARENA Y FINOS											
Fecha: JULIO DEL 2023			Profundidad:				Función: SUBBASE CLASE 2							
Operador: NAVARRO ERICK						Revisó:								
Nº. DE GOLPES POR CAPA			56			25			12					
CONDICION DE MUESTRA			ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.		ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.		ANTES SATURAR		DESPUES SATUR.	
PESO MUEST. HUM. + MOLDE g			10374		10402		9971		10053		10468		10592	
PESO MOLDE g			5246		5246		5029		5029		5671		5671	
PESO MUESTRA HUMEDA g			5128		5156		4942		5024		4797		4921	
VOLUM EN MUESTRA (- DISCO) cm³			2183		2183		2184		2184		2194		2194	
DENSIDAD HUMEDA g/cm³			2.349		2.362		2.263		2.301		2.186		2.243	
HUMEDAD														
RECIPIENTE Nº.			ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
PESO RECIPIENTE gr.			R187	X8	R50	R45X	R58	R33	R52	R11A	R5	D64	R30J	K5
P. MUEST. HUM. + REC., g			9.58	9.66	9.64	9.65	9.66	9.66	9.53	9.68	9.7	9.64	9.64	9.56
P. MUEST. SECA + REC., g			97.69	106.07	131.02	120.97	108.14	114.3	136.41	119.68	94.32	107.07	135.53	132.76
P. MUEST. SECA + REC., g			91.02	98.46	120.7	111.4	100.47	106.07	123.85	109.52	87.7	99.3	122.1	119.53
PESO DE AGUA g			6.67	7.61	10.32	9.57	7.67	8.23	12.56	10.16	6.62	7.77	13.43	13.23
PESO MUESTRA SECA g			81.44	88.8	111.06	101.75	90.81	96.41	114.32	99.84	78	89.66	112.46	109.97
CONT. DE HUMEDAD %			8.190	8.570	9.29227	9.40541	8.446	8.536	10.987	10.176	8.487	8.666	11.942	12.031
HUMEDAD P ROMED (w) %			8.380		9.349		8.491		10.581		8.577		11.986	
DENSIDAD SECA g / cm³			2.168		2.160		2.086		2.081		2.014		2.003	
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA														
MOLDE Nº.										1	2	3		
PESO MUESTRA HUM. + MOLDE DESP. SATURAR										10402	10053	10592		
PESO MUESTRA HUM. + MOLDE ANTES SATURAR										10374	9971	10468		
PESO AGUA ABSORVIDA g										28	82	124		
PORCENTAJE AGUA ABSORVIDA %										0.27	0.82	1.18		
ESPONJAMIENTO														
		L i: mm x 10⁻³			L i: mm x 10⁻³			L i: mm x 10⁻³						
		MOLDE Nº. 1			MOLDE Nº. 2			MOLDE Nº. 3						
FECHA Y HORA	TIEMPO EN DIAS	Lect.Dial mm x 10⁻²	CAM B. LONG. mm	ESPONJAMIENTO %	LECT. DIAL mm x 10⁻²	CAM B. LONG. mm	ESPONJAMIENTO %	LECT. DIAL mm x 10⁻²	CAM B. LONG. mm	ESPONJAMIENTO %				
	1		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00				
	2		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00				
	3		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00				
	4		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00				
PENETRACION														
Cte. Anillo de Carga = (D) 2.589E+00 Kg / cm² Área del pistón cm² = (19.09														
PENETRAC. EN mm 0		CARGAS TIPO Kg / cm²		MOLDE Nº. 1			MOLDE Nº. 2			MOLDE Nº. 3				
		LECT. DIAL mm² x 10⁻³	PRESION Kg / cm²	C.B.R. CORREG.	LECT. DIAL mm² x 10⁻³	PRESION Kg / cm²	C.B.R. CORREG.	LECT. DIAL mm² x 10⁻³	PRESION Kg / cm²	C.B.R. CORREG.				
0.64		48	6.51		29	3.93		15	2.03					
1.27		130	17.63		56	7.59		35	4.75					
1.91		215	29.16		98	13.29		76	10.31					
2.54		76	300	40.68	53.53	140	18.98	24.98	92	12.48	16.42			
3.81		472	64.01		211	28.61		130	17.63					
5.08		113	653	76.36	67.58	290	39.33	34.80	161	21.83	19.32			
7.62		821	111.33		390	52.89		215	29.16					
10.16		175	925	125.43		480	65.09		265	35.94				
12.70		197	1045	141.71		510	69.16		318	43.12				

GRÁFICAS DE PENETRACIÓN DEL CBR DE MATERIAL PARA SUBBASE

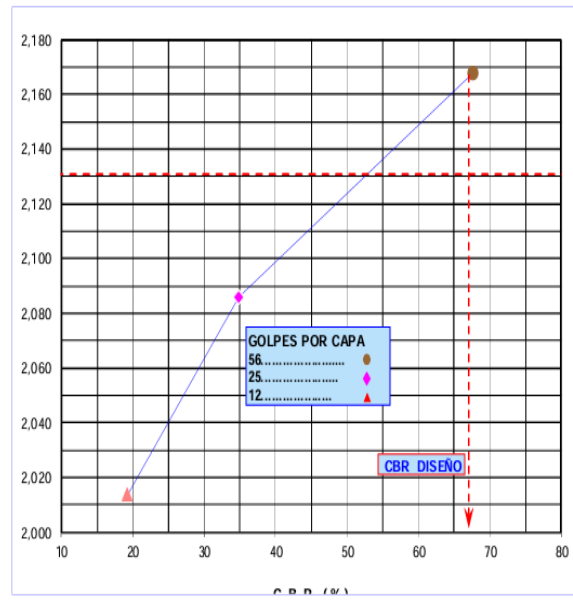
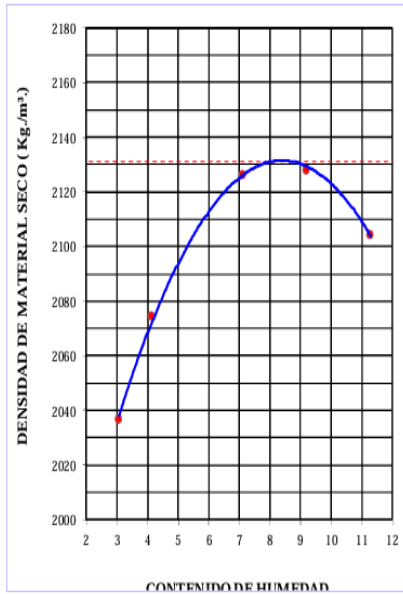
LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES			
C. B. R. - PENETRACION			
PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLAS"			
Mina: BELTRAN	Descripción del Material: GRAVA, ARENA Y FINOS		
Fecha: JULIO DEL 2023	Profundidad:	Función: SUBBASE CLASE 2	
Operador: NAVARRO ERICK		Revisó:	
			
Molde N°: 1		CBR: 67.58 %	
		Hinchamiento: 0 %	
Para 5.08 mm de penetración observaciones:			
CBR 2.54 =		(Carga unitaria / 76)*100	
CBR 5.08 =		(Carga unitaria / 113)*100	
CBR: 1" - 2.54 mm		CBR: 2" - 5.08 mm	
40.69	53.53	76.36	67.58
			
Molde N°: 2		CBR: 34.8 %	
		Hinchamiento: 0 %	
Para 5.08 mm de penetración observaciones:			
CBR 2.54 =		(Carga unitaria / 76)*100	
CBR 5.08 =		(Carga unitaria / 113)*100	
CBR: 1" - 2.54 mm		CBR: 2" - 5.08 mm	
19.98	24.98	39.33	34.80
			
Molde N°: 3		CBR: 19.32 %	
		Hinchamiento: 0 %	
Para 5.08 mm de penetración observaciones:			
CBR 2.54 =		(Carga unitaria / 76)*100	
CBR 5.08 =		(Carga unitaria / 113)*100	
CBR: 1" - 2.54 mm		CBR: 2" - 5.08 mm	
12.49	16.42	21.83	19.32

CBR DE DISEÑO DE MATERIAL SUBBASE

LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO DE MATERIALES C. B. R.

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLAS. "

Cantera: BELTRAN	Descripción del Material: GRAVA, ARENA Y FINOS	Profundidad:
Operador: NAVARRO ERICK	Revisó:	Función: SUBBASE CLASE 2
		Fecha: JULIO DEL 2023



COMPACTACIÓN: 100 %
DENS. SECA MAX: 2131 kg/m³
CBR DE DISEÑO: 67.58 %

ANEXO 7. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA,
CANTÓN ARENILLA"

LUGAR: CANTÓN ARENILLAS

OFERENTE: NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO

RUBRO: **1** UNIDAD: m2
TRAZADO Y REPLANTEO

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% de M.O.					0.00791
Estación Total convencional con prisma	1.00	8.00	8.00000	0.01000	0.08000
Nivel Automático	1.00	3.50	3.50000	0.01000	0.03500
SUBTOTAL M					0.12291

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Topógrafo 2 (Est. Ocup. C1)	1.00	4.29	4.29000	0.01000	0.04290
Cadenero(Estr. Oc. D2)	1.00	3.87	3.87000	0.01000	0.03870
Peon (Estra. Oc. E2)	2.00	3.83	7.66000	0.01000	0.07660
SUBTOTAL N					0.15820

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
Cuartones	u	0.02	4.00	0.08000
Clavos	kg	0.02	2.00	0.04000
Cal	kg	1.00	0.15	0.15000
Mojones de hormigón	u	0.05	10.00	0.50000
SUBTOTAL O				0.77000

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
SUBTOTAL P				0.00000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.05111
C. INDIRECTO Y UTILIDAD 20.00%	0.210222
COSTO TOTAL DE RUBRO	1.26133
VALOR OFERTADO	1.26133

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA,
CANTÓN ARENILLA"

LUGAR: CANTÓN ARENILLAS

OFERENTE: NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO

RUBRO: **2**
EXCAVACIÓN A MAQUINA

UNIDAD: m3

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Excavadora de oruga	1.00	45.00	45.00000	0.01563	0.70313
SUBTOTAL M					0.70313

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Operador Equipo Peado (Est. Ocup. C1)	1.00	4.29	4.29000	0.01563	0.06703
Peon (Estra. Oc. E2)	1.00	3.83	3.83000	0.01563	0.05984
SUBTOTAL N					0.12688

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
				0.00000
SUBTOTAL O				0.00000

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
				0.00000
SUBTOTAL P				0.00000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0.83000
C. INDIRECTO Y UTILIDAD 20.00%	0.166
COSTO TOTAL DE RUBRO	0.99600
VALOR OFERTADO	0.99600

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA,
CANTÓN ARENILLA"

LUGAR: CANTÓN ARENILLAS

OFERENTE: NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO

RUBRO: **3**
EXCAVACIÓN DE CUNETAS

UNIDAD: m3

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% de M.O.					0.04979
Excavadora de oruga	1.00	45.00	45.00000	0.08333	3.74985
SUBTOTAL M					3.79964

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Operador Equipo Pesado (Est. Ocup. C1)	1.00	4.29	4.29000	0.08333	0.35749
Peon (Estra. Oc. E2)	2.00	3.83	7.66000	0.08333	0.63831
SUBTOTAL N					0.99579

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
SUBTOTAL O				0.00000

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
SUBTOTAL P				0.00000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4.79543
C. INDIRECTO Y UTILIDAD 20.00%	0.9590867
COSTO TOTAL DE RUBRO	5.75452
VALOR OFERTADO	5.75452

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA,
CANTÓN ARENILLA"

LUGAR: CANTÓN ARENILLAS

OFERENTE: NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO

RUBRO: **4**

UNIDAD: m3

DESALOJO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN NOYOR A 5 km

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Volqueta	1.00	30.00	30.00000	0.04000	1.20000
Cargadora	1.00	40.00	40.00000	0.04000	1.60000
SUBTOTAL M					2.80000

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Chofer de volqueta (Est. Ocup. C1)	1.00	5.62	5.62000	0.04000	0.22480
Operador Cargadora (Estra. Oc. C1)G1	1.00	4.29	4.29000	0.04000	0.17160
SUBTOTAL N					0.39640

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
				0.00000
SUBTOTAL O				0.00000

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
				0.00000
SUBTOTAL P				0.00000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.19640
C. INDIRECTO Y UTILIDAD 20.00%	0.63928
COSTO TOTAL DE RUBRO	3.84
VALOR OFERTADO	3.84

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA, CANTÓN ARENILLA"

LUGAR: CANTÓN ARENILLAS

OFERENTE: NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO

RUBRO: **5**

UNIDAD: m2

ACABADO DE OBRA BÁSICA EXISTENTE

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% de M.O.					0.00514
Rodillo liso	1.00	30.00	30.00000	0.00400	0.12000
Motoniveladora	1.00	40.00	40.00000	0.00400	0.16000
Tanquero	1.00	30.00	30.00000	0.00400	0.12000
SUBTOTAL M					0.40514

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Peon (Estra. Oc. E2)	1.00	3.83	11.49000	0.00400	0.04596
Operador Equipo Pesado (Est. Ocup. C1)	1.00	4.29	8.58000	0.00400	0.03432
Chofer (Est. Ocup. C1)	1.00	5.62	5.62000	0.00400	0.02248
SUBTOTAL N					0.10276

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
SUBTOTAL O				0.00000

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
SUBTOTAL P				0.00000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		0.50790
C. INDIRECTO Y UTILIDAD	20.00%	0.10158
COSTO TOTAL DE RUBRO		0.61
VALOR OFERTADO		0.61

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA,
CANTÓN ARENILLA"

LUGAR: CANTÓN ARENILLAS

OFERENTE: NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO

RUBRO: **6** UNIDAD: m3

MATERIAL DE MEJORAMIENTO (CASCAJO GRUESO)

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Rodillo	1.00	30.00	30.00000	0.05000	1.50000
Motoniveladora	1.00	40.00	40.00000	0.05000	2.00000
Tanquero	1.00	30.00	30.00000	0.05000	1.50000
SUBTOTAL M					5.00000

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Operador Motoniveladora (Est. Ocup. C1)G1	1.00	4.29	4.29000	0.05000	0.21450
Chofer Tanquero (Est. Ocup. C1)	1.00	5.62	5.62000	0.05000	0.28100
Operador Rodillo Autipropuls (Est. Ocup. C2)GII	1.00	4.09	4.09000	0.05000	0.20450
SUBTOTAL N					0.70000

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
Material de mejoramiento cascajo grueso	m3	1.30000	5.65000	7.345
Agua	m3	0.10000	0.10000	0.01
SUBTOTAL O				7.35500

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	km	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
Transporte de material	38	m3	1.00000	0.14868	0.14868
SUBTOTAL P					0.14868

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	13.20368
C. INDIRECTO Y UTILIDAD 20.00%	2.640736
COSTO TOTAL DE RUBRO	15.84
VALOR OFERTADO	15.84

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA,
CANTÓN ARENILLA"

LUGAR: CANTÓN ARENILLAS

OFERENTE: NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO

RUBRO: **7**

UNIDAD: m3

MATERIAL DE MEJORAMIENTO

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Rodillo	1.00	30.00	30.00000	0.05000	1.50000
Motoniveladora	1.00	40.00	40.00000	0.05000	2.00000
Tanquero	1.00	30.00	30.00000	0.05000	1.50000
SUBTOTAL M					5.00000

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Operador Motoniveladora (Est. Ocup. C1)G1	1.00	4.29	4.29000	0.05000	0.21450
Chofer Tanquero (Est. Ocup. C1)	1.00	5.62	5.62000	0.05000	0.28100
Operador Rodillo Autipropuls (Est. Ocup. C2)GII	1.00	4.09	4.09000	0.05000	0.20450
SUBTOTAL N					0.70000

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
Material de majoramiento	m3	1.30000	11.25000	14.625
Agua	m3	0.10000	0.10000	0.01
SUBTOTAL O				14.63500

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	km	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
Transporte de material	38	m3	1.00000	0.29605	0.29605
SUBTOTAL P					0.29605

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	20.63105
C. INDIRECTO Y UTILIDAD 20.00%	4.12621
COSTO TOTAL DE RUBRO	24.76
VALOR OFERTADO	24.76

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA,
CANTÓN ARENILLA"

LUGAR: CANTÓN ARENILLAS

OFERENTE: NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO

RUBRO: **8**

UNIDAD: m3

SUBBASE CLASE 2

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Rodillo	1.00	30.00	30.00000	0.05000	1.50000
Motoniveladora	1.00	40.00	40.00000	0.05000	2.00000
Tanquero	1.00	30.00	30.00000	0.05000	1.50000
SUBTOTAL M					5.00000

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Operador Motoniveladora (Est. Ocup. C1)G1	1.00	4.29	4.29000	0.05000	0.21450
Chofer Tanquero (Est. Ocup. C1)	1.00	5.62	5.62000	0.05000	0.28100
Operador Rodillo Autipropuls (Est. Ocup. C2)GII	1.00	4.09	4.09000	0.05000	0.20450
SUBTOTAL N					0.70000

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
Sub-base clase 2	m3	1.30000	15.63000	20.319
Agua	m3	0.10000	0.10000	0.01
SUBTOTAL O				20.32900

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	km	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
Transporte de material	38	m3	1.00000	0.41132	0.41132
SUBTOTAL P					0.41132

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	26.44032
C. INDIRECTO Y UTILIDAD 20.00%	5.288064
COSTO TOTAL DE RUBRO	31.73
VALOR OFERTADO	31.73

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA,
CANTÓN ARENILLA"

LUGAR: CANTÓN ARENILLAS

OFERENTE: NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO

RUBRO: 9 UNIDAD: m3
BASE CLASE 2

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Rodillo	1.00	30.00	30.00000	0.05000	1.50000
Motoniveladora	1.00	40.00	40.00000	0.05000	2.00000
Tanquero	1.00	30.00	30.00000	0.05000	1.50000
SUBTOTAL M					5.00000

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Operador Motoniveladora (Est. Ocup. C1)G1	1.00	4.29	4.29000	0.05000	0.21450
Chofer Tanquero (Est. Ocup. C1)	1.00	5.62	5.62000	0.05000	0.28100
Operador Rodillo Autipropuls (Est. Ocup. C2)GII	1.00	4.09	4.09000	0.05000	0.20450
SUBTOTAL N					0.70000

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
Base clase 2	m3	1.30000	20.00000	26
Agua	m3	0.10000	0.10000	0.01
SUBTOTAL O				26.01000

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	km	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
Transporte de material	38	m3	1.00000	0.52632	0.52632
SUBTOTAL P					0.52632

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	32.23632
C. INDIRECTO Y UTILIDAD 20.00%	6.447264
COSTO TOTAL DE RUBRO	38.68
VALOR OFERTADO	38.68

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA,
CANTÓN ARENILLA"

LUGAR: CANTÓN ARENILLAS

OFERENTE: NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO

RUBRO: **10**

UNIDAD: m2

IMPRIMACIÓN ASFALTICA

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% de M.O.					0.00173
Escoba autopropulsada	1.00	25.00	25.00000	0.00111	0.02775
Distribuidor de asfalto	1.00	50.00	50.00000	0.00111	0.05550
SUBTOTAL M					0.08498

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Operador escoba autoprop. (Est. Ocup. C2)	1.00	4.09	4.09000	0.00111	0.00454
Chofer de distribuidor de asfalto (Est. Ocup. C2)	1.00	4.09	4.09000	0.00111	0.00454
Peon (Estr. Oc. E2)	6.00	3.83	22.98000	0.00111	0.02551
SUBTOTAL N					0.03459

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
Asfalto RC250	gl	0.40600	1.50000	0.609
Disel	gl	0.12200	1.75000	0.2135
SUBTOTAL O				0.82250

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
SUBTOTAL P				0.00000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		0.94207
C. INDIRECTO Y UTILIDAD	20.00%	0.18841352
COSTO TOTAL DE RUBRO		1.13
VALOR OFERTADO		1.13

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA,
CANTÓN ARENILLA"

LUGAR: CANTÓN ARENILLAS

OFERENTE: NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO

RUBRO: 11

UNIDAD: m2

CAPA DE RODADURA DE HORM. ASF. MEZCLADO EN PLANTA

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% de M.O.					0.01040
Planta de Asfalto	1.00	120.00	120.00000	0.00250	0.30000
Finisher	1.00	110.00	110.00000	0.00250	0.27500
Rodillo liso vibratorio	1.00	30.00	30.00000	0.00250	0.07500
Trituradora primaria de 600/135 Tn/H	1.00	120.00	120.00000	0.00250	0.30000
Zaranda vibratoria 32 hp	1.00	18.38	18.38000	0.00250	0.04595
Tractor D8N	1.00	50.00	50.00000	0.00250	0.12500
Excavadora 320 CL	1.00	45.00	45.00000	0.00250	0.11250
Cargadora Frontal	1.00	40.00	40.00000	0.00250	0.10000
Volqueta 8 m3	6.00	30.00	180.00000	0.00250	0.45000
SUBTOTAL M					1.79385

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro mayor obras civiles (Est. Ocup. C1)	1.00	4.29	4.29000	0.00250	0.01073
Operado equipo pesado (Est. Ocup. C1)	6.00	4.29	25.74000	0.00250	0.06435
Chofer (Est. Ocup. C1)	6.00	5.62	33.72000	0.00250	0.08430
Operador equipo liviano (Est. Ocup. C2)	1.00	4.09	4.09000	0.00250	0.01023
Peon (Estr. Oc. E2)	4.00	3.83	15.32000	0.00250	0.03830
SUBTOTAL N					0.20790

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
Disel	gl	0.30000	1.75000	0.525
Agregados	m3	0.05000	20.00000	1.000
Hormigón Asfáltico - incluye transporte	gl	1.40000	1.90000	2.66
SUBTOTAL O				4.18500

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
SUBTOTAL P				0.00000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	6.18675
C. INDIRECTO Y UTILIDAD 20.00%	1.23735
COSTO TOTAL DE RUBRO	7.42
VALOR OFERTADO	7.42

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA,
CANTÓN ARENILLA"

LUGAR: CANTÓN ARENILLAS

OFERENTE: NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO

RUBRO: **12**

UNIDAD: u

SUMIDEROS DE AGUAS LLUVIAS

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% de M.O.					0.59950
SUBTOTAL M					0.59950

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro mayor obras civiles (Est. Ocup. C1)	1.00	4.29	4.29000	1.00000	4.29000
Albañil (Estr. Ocup. D2)	1.00	3.87	3.87000	1.00000	3.87000
Peon (Estr. Oc. E2)	1.00	3.83	3.83000	1.00000	3.83000
SUBTOTAL N					11.99000

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
Sumideros	u	1.00000	65.00000	65
Tapa rejilla metálica	u	1.00000	40.00000	40.000
SUBTOTAL O				105.00000

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
SUBTOTAL P				0.00000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	117.58950
C. INDIRECTO Y UTILIDAD 20.00%	23.5179
COSTO TOTAL DE RUBRO	141.11
VALOR OFERTADO	141.11

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA,
CANTÓN ARENILLA"

LUGAR: CANTÓN ARENILLAS

OFERENTE: NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO

RUBRO: 13

UNIDAD: m3

HORMIGÓN PARA CUNETAS Y BORDILLOS DE $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% de M.O.					1.93300
Concretera	1.00	4.00	4.00000	0.66667	2.66667
Vibrador manual	1.00	2.00	2.00000	0.66667	1.33334
SUBTOTAL M					5.93301

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Maestro mayor obras civiles (Est. Ocup. C1)	1.00	4.29	4.29000	0.66670	2.86014
Albañil (Estr. Ocup. D2)	2.00	3.87	7.74000	0.66670	5.16026
Peon (Estr. Oc. E2)	12.00	3.83	45.96000	0.66670	30.64153
SUBTOTAL N					38.66193

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
Hormigón premezclado de 210 kg/cm ²	m3	1.00000	145.00000	145
Encofrado metálico	m ²	2.00000	2.20000	4.400
SUBTOTAL O				149.40000

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
SUBTOTAL P				0.00000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	193.99494
C. INDIRECTO Y UTILIDAD 20.00%	38.7989882
COSTO TOTAL DE RUBRO	232.79
VALOR OFERTADO	232.79

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA,
CANTÓN ARENILLA"

LUGAR: CANTÓN ARENILLAS

OFERENTE: NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO

RUBRO: 14

UNIDAD: ml

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% de M.O.					0.03103
Franjadora	1.00	25.00	25.00000	0.05000	1.25000
Escoba mecánica	1.00	25.00	25.00000	0.05000	1.25000
SUBTOTAL M					2.53103

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Operador en equipo en general (Est. Ocup. C1)	2.00	4.29	8.58000	0.05000	0.42900
Peon (Estr. Oc. E2)	1.00	3.83	3.83000	0.05000	0.19150
SUBTOTAL N					0.62050

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
Pintura de alto tráfico	gl	0.10000	29.20000	2.92
SUBTOTAL O				2.92000

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
SUBTOTAL P				0.00000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		6.07153
C. INDIRECTO Y UTILIDAD	20.00%	1.214306
COSTO TOTAL DE RUBRO		7.29
VALOR OFERTADO		7.29

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ARENILLAS – INTERSECCIÓN INGRESO LA CUCA,
CANTÓN ARENILLA"

LUGAR: CANTÓN ARENILLAS

OFERENTE: NAVARRO CANGÁS ERICK LEANDRO

RUBRO: 15

UNIDAD: ml

SEÑALIZACIÓN VERTICAL

EQUIPO

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Herramienta menor 5% de M.O.					0.25667
SUBTOTAL M					0.25667

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANT.	TARIFA	COSTO HORA	RENDIM.	COSTO
Albañil (Estr. Ocup. D2)	1.00	3.87	3.87000	0.33333	1.28999
Hojalatero (Est. Ocup. D2)	1.00	3.87	3.87000	0.33333	1.28999
Peon (Estr. Oc. E2)	2.00	3.83	7.66000	0.33333	2.55331
SUBTOTAL N					5.13328

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
Letrero de señalética vertical	u	1.00000	80.00000	80
Acero de refuerzo	kg	1.10000	2.50000	2.75
Alambre	kg	0.12000	2.50000	0.3
Tubo cuadrado 50x50x5	ml	3.00000	25.00000	75
Mat. De intalación (p.s)	glb	1.00000	5.00000	5
Hormigón de 210 kg/cm ²	m3	0.45000	200.00000	90
SUBTOTAL O				253.05000

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
SUBTOTAL P				0.00000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	258.43995
C. INDIRECTO Y UTILIDAD 20.00%	51.6879904
COSTO TOTAL DE RUBRO	310.13
VALOR OFERTADO	310.13

ANEXO 8. EVIDENCIA FOTOGRÁFICA
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RTK



Ilustración 33 Ubicación de la base y configuración de equipo RTK



Ilustración 34 Toma de puntos con el equipo móvil

EXTRACCIÓN DE CALITAS



Ilustración 35 Extracción de calicata 1 con maquinaria



Ilustración 36 Extracción manual de muestras de suelo calicata 1



Ilustración 37 Extracción de calicata 2 con maquinaria



Ilustración 38 Extracción manual de muestras de suelo calicata 2



Ilustración 39 Extracción manual de calicata 3

AFORO VEHICULAR EN LA AVENIDA SIMÓN BOLIVAR

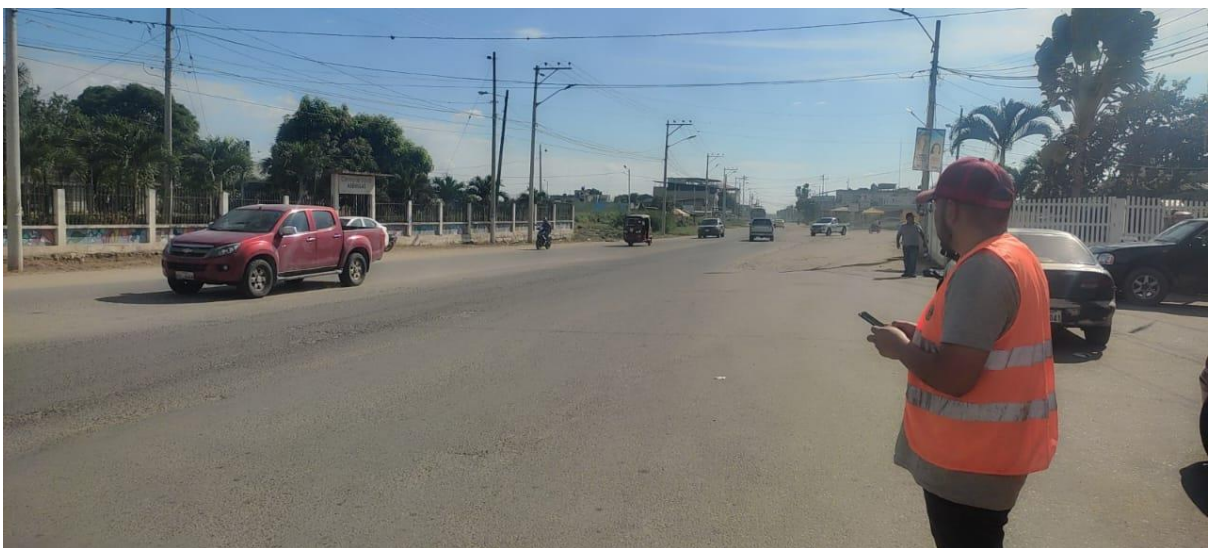


Ilustración 40 Conteo vehicular mediante aplicativo celular

ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO



Ilustración 41 Ensayo de contenido de humedad



Ilustración 42 Muestras de suelo según calicata y profundidad



Ilustración 43 Tamizado para ensayo de límite líquido



Ilustración 44 Ensayo para determinar limite líquido



Ilustración 45 Granulometría mediante lavado



Ilustración 46 Ensayo Proctor modificado



Ilustración 47 Muestras sumergidas para ensayo de C.B.R



Ilustración 48 Ensayo de penetración para determinar C.B.R