



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**GUÍA PRÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE “INFRAWORKS”
EN LA MODELACIÓN DEL TRAMO DEL PROYECTO VÍAL SALCEDO-TENA
UBICADO EN LAS ABCISAS 78+478 - 80+478**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniera e Ingeniero Civil

AUTORES: Génesis Elizabeth Carrión Granja
Franklin Jasson Silva Londo

TUTOR: Hugo Patricio Carrión Latorre

Quito - Ecuador
2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Génesis Elizabeth Carrión Granja con documento de identificación N° 1754384889 y Franklin Jasson Silva Londo con documento de identificación N° 1724665003; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 15 de mayo del 2023

Atentamente,



Génesis Elizabeth Carrión Granja

1754384889



Franklin Jasson Silva Londo

1724665003

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros Génesis Elizabeth Carrión Granja con documento de identificación N° 1754384889 y Franklin Jasson Silva Londo con documento de identificación N° 1724665003; expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Guía Práctica para la Aplicación del Software “Infraworks” en la Modelación del Tramo del Proyecto Vial Salcedo-Tena Ubicado en las Abcisisas 78+478 - 80+478”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Civiles, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 15 de mayo del 2023

Atentamente



Génesis Elizabeth Carrión Granja

1754384889



Franklin Jasson Silva Londo

1724665003

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo Hugo Patricio Carrión Latorre con documento de identificación N° 0603015728, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: GUÍA PRÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE “INFRAWORKS” EN LA MODELACIÓN DEL TRAMO DEL PROYECTO VÍAL SALCEDO-TENA UBICADO EN LAS ABSCISAS 78+478 - 80+478, realizado por Génesis Elizabeth Carrión Granja con documento de identificación N° 1754384889 y Franklin Jasson Silva Londo con documento de identificación N° 1724665003, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 15 de mayo del 2023

Atentamente,



Ing. Hugo Patricio Carrión Latorre, MSc

0603015728

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a Dios y a todas las personas que me apoyaron día a día y en todo momento en el proceso integral para la formación en la carrera de Ingeniería Civil: a mis padres Manuel Carrión y Elizabeth Granja, a mis hermanos Bryan Carrión y Paul Carrión, igualmente a mi amiga Angie Canseco. Gracias por ser mi luz en la vida que me facilito para hacer de este viaje algo más hermoso.

Dedicatoria especial a Dios, quien es la fuente de mi vida y mi luz en momentos oscuros, le dedico este trabajo como un tributo a su amor inagotable y a su guía constante en mi camino. Gracias por ser mi refugio en momentos de necesidad y por ser mi inspiración en la vida.

A mis padres, quienes han sido mi roca en momentos de incertidumbre, les agradezco por su amor incondicional, su apoyo y su dedicación constante en mi vida. Son la razón por la cual he llegado tan lejos, y les agradezco por ser mi motivación constante en la vida. A mis hermanos, quienes han sido mis compañeros de vida desde el primer día, les dedico este trabajo como una muestra de mi amor y agradecimiento por su presencia en mi vida. Gracias por ser mi fuente de alegría, por estar ahí y ser mi soporte en momentos difíciles.

A mi querida amiga Angie Canseco, gracias por ser una amiga fiel y solidaria en cada momento de mi vida. Tu amistad ha sido una fuente de fortaleza y motivación, y agradezco tu presencia constante en mi vida.

Génesis Elizabeth Carrión Granja

DEDICATORIA

Cada peldaño y esfuerzo que he emitido a lo largo de mi formación académica es por medio de mis padres, les dedico cada palabra hilvanada; han sido mis mentores y esto es fruto de lo que han logrado con mucho trabajo y esfuerzo, también quiero dedicar a mi hijo, que me acompañó en mi carrera académica, ha sido sustancial para este logro por el amor que me ha otorgado, dedico a mi hermana Ivonne y novia Helen por ser báculo y apoyo en momentos difusos, finalmente quiero expresar con gran ímpetu, mi dedicación, a mi hermana Elena por confrontarme y exhortarme en mis estudios, cuñados y sobrinas que siempre estuvieron en el proceso educativo y apoyo incondicional.

Franklin Jasson Silva Londo

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profundo agradecimiento por su apoyo incondicional y amor a lo largo de mi viaje académico y en la creación de mi trabajo de titulación. Agradezco a cada uno de ustedes por ser una parte importante de mi vida, ser mi ancla y estar ahí en cada paso del camino junto a mí.

En primer lugar, a Dios, quien me ha sido la fuerza motriz detrás de mi éxito y quien me ha bendecido con la sabiduría, la paciencia y la fuerza necesarias para alcanzar esta meta. Gracias por tu amor eterno y por guiarme en mi camino hacia el logro de este objetivo.

A mis padres, Manuel Carrión y Elizabeth Granja, por su amor incondicional, apoyo en todos los ámbitos de vida. La dedicación, sacrificio y esfuerzo que me han otorgado siendo la base fundamental de mi éxito. A mis hermanos, Bryan Carrión y Paul Carrión, les agradezco por ser mis amigos más cercanos y confidentes. Su presencia y amor incondicional han sido un gran apoyo en este camino, y les agradezco por estar ahí en cada momento importante. Son parte esencial de mi vida y mi fuente de inspiración diaria.

A mis amigos, y compañeros quienes han sido una parte importante y mi apoyo constante en las diferentes etapas de mi vida, les agradezco por su amistad incondicional y su lealtad. Por aquellos momentos felices que vivimos y por ser mi familia lejos de casa.

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana, a sus directivos y cuerpo docente que brindaron sus conocimientos para ser una profesional integra, competitiva en el campo laboral en cualquier instancia que me corresponda intervenir como profesional. Igualmente agradezco a mi tutor Hugo Carrión, quien me ha otorgado conocimientos a lo largo de mi etapa estudiantil y me ha guiado en el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación.

Génesis Elizabeth Carrión Granja

AGRADECIMIENTO

Dios por sobre todas las cosas, agradezco por el amor que llena mi espíritu y por sostenerme toda mi vida, de tal manera este logro es gracias a Él. Agradezco a mis padres por cumplir sus funciones en mí y ser esos grandes arquetipos, agradezco a mis hermanas y novia por eslabonar en mi formación con apoyo, consejos y enseñanzas, agradezco a los ingenieros que me ayudaron en la formación académica y personal. Finalmente agradezco a mis amigas Génesis y Angie que han sido importantes en la carrera, momentos de risas, estrés que nos formaron para ser grandes profesionales.

Franklin Jasson Silva Londo

INDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES Y GENERALIDADES.....	1
1. Introducción.....	1
2. Problema de Estudio.....	1
2.1. Antecedentes.....	1
2.2. Importancia y Alcance.....	2
2.3. Delimitación.....	3
3. Justificación.....	3
4. Objetivos.....	4
4.1. Objetivo General.....	4
4.2. Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
4.3. Vía.....	5
4.3.1. Según su Función.....	6
4.3.2. Según su Tipo de Terreno.....	8
4.3.3. Según su Jurisdicción Competencia.....	9
4.3.4. Según sus Características.....	11
4.4. Trazado Vial.....	11
4.4.1. Reconocimiento Aéreo / Terrestre y Selección de Rutas.....	12
4.4.2. Evaluación de Ruta.....	13
4.4.3. Influencia de la Topografía en el Trazado.....	14
4.4.4. Trazado Línea de Ceros.....	16
4.4.5. Línea Preliminar.....	17
4.5. Diseño Vial.....	18
4.5.1. Alineamiento Horizontal.....	20
4.5.2. Alineamiento Vertical.....	20
4.6. Modelación Vial.....	21
4.7. Infracorredores.....	22

CAPÍTULO III	23
METODOLOGÍA.....	23
3.1. Tipo de Investigación.....	23
3.1.1. Investigación Exploratoria.....	23
3.1.2. Investigación Descriptiva.	23
3.1.3. Investigación Bibliográfica o Documental.	24
3.2. Método.	24
3.3. Técnicas de Recolección de Información.	24
3.4. Proceso Técnico de Ingeniería Civil.	25
3.4.1. Investigación del Software “Infraworks” en la Aplicación de Diseño Vial. ..	25
3.4.2. Exportación de Datos de Civil 3D a Infraworks.....	27
3.4.3. Diseño Geométrico del Proyecto Vial a Través del Software “Infraworks”..	28
3.4.4. Presentación Conceptual del Modelo Renderizado.	28
3.4.5. Análisis de Resultados.....	29
3.4.6. Concepción de la Guía Práctica.....	29
3.4.7. Determinación de Ventajas y Desventajas del Software “Infraworks”.....	30
CAPÍTULO IV	31
INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE “INFRAWORKS”.....	31
4.1. Descripción de Comandos.	31
4.1.1. Comandos de Navegación.	31
4.1.2. Comandos de Gestión de Archivos.	32
4.1.3. Comandos de Edición.....	32
4.1.4. Comandos de Medida.	33
4.1.5. Comandos para Mostrar.....	33
4.1.6. Comandos de Interfaz de Usuario.	34
4.1.7. Comandos de Guion Gráfico / Fotografía Instantánea.	34
4.1.8. Comandos de Ayuda.....	35
4.2. Interfaz de Usuario.....	35
4.2.1. Barra de Herramientas.	36
4.2.2. Espacio del Proyector.	55
4.2.3. Paneles Anclados.....	56

CAPÍTULO V	70
MODELACIÓN EN EL SOFTWARE “INFRAWORKS”	70
5.1. Determinación de Parámetros para la Modelación Vial.	70
5.2. Descarga e Instalación del Software “Infraworks”.	72
5.3. Vinculación de Softwares del “Civil 3D” Al “Infraworks”	87
5.4. Ubicación de Estructuras en el Modelo.	96
5.4.1. Ubicación de Puente.	96
5.4.2. Ubicación de Barreras.	103
5.4.3. Ubicación de Drenaje.	111
5.5. Diseño Geométrico a Través del Software “Infraworks”.	118
5.5.1. <i>Alineamiento Horizontal</i>	118
5.5.2. Alineamiento Vertical.....	121
5.5.3. Alineamiento Transversal.....	124
5.6. Señalización en “Infraworks”	128
5.7. Generación de Video.....	132
CAPÍTULO VI.....	142
REPORTES DE RESULTADOS	142
6.1. Interoperabilidad Infraworks – Civil 3D.....	142
6.2. Ventajas Del Software En El Desarrollo Vial.....	143
6.3. Desventajas Del Software En El Desarrollo Vial.	144
6.4. Renderizado Y Gráficas.	145
CONCLUSIONES	147
RECOMENDACIONES	148
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	149
GLOSARIO DE TÉRMINOS	156
ANEXOS.....	158

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Relación Función, Clase de Carretera y Tráfico</i>	6
Tabla 2. <i>Tipos de Carretera, Terreno y Velocidad de Diseño</i>	16
Tabla 3. <i>Comandos de Navegación del Software Autodesk “Infraworks”</i>	31
Tabla 4. <i>Comandos de Gestión de Archivos del Programa Autodesk “Infraworks”</i>	32
Tabla 5. <i>Comandos de Edición del Software Autodesk “Infraworks”</i>	32
Tabla 6. <i>Comandos de Medida del Programa Autodesk “Infraworks”</i>	33
Tabla 7. <i>Comandos para Mostrar en el Software Autodesk “Infraworks”</i>	33
Tabla 8. <i>Comandos de Interfaz de Usuario del Programa Autodesk “Infraworks”</i>	34
Tabla 9. <i>Comandos de Guion Gráfico del Software Autodesk “Infraworks”</i>	34
Tabla 10. <i>Comando de Ayuda del Programa Autodesk “Infraworks”</i>	35
Tabla 11. <i>Funciones Inicio de Infraworks</i>	39
Tabla 12. <i>Funciones Panel Planificar / Administrar</i>	42
Tabla 13. <i>Funciones Panel de Herramientas de Diseño / Creación</i>	44
Tabla 14. <i>Funciones Panel de Herramientas de Análisis</i>	46
Tabla 15. <i>Funciones de las Herramientas de Presentación</i>	48
Tabla 16. <i>Funciones de las Herramientas de Acciones Comunes</i>	50
Tabla 17. <i>Funciones Panel Planificar / Administrar</i>	52
Tabla 18. <i>Funciones Panel de Cambio de Propuestas de Diseño</i>	53
Tabla 19. <i>Funciones Panel de Cambio de Vistas</i>	54
Tabla 20. <i>Menús Desplegables de Visualización</i>	59
Tabla 21. <i>Herramientas de Origen de Datos</i>	59
Tabla 22. <i>Herramientas de Lista de Orígenes de Datos</i>	60
Tabla 23. <i>Iconos de Panel Explorador del Modelo</i>	62
Tabla 24. <i>Botones de Selección</i>	65
Tabla 25. <i>Barra de Panel de Propuesta</i>	66
Tabla 26. <i>Panel de Reglas de Estilo</i>	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Mapa del Estado Vial</i>	5
Figura 2. <i>Tipos de Terrenos en Carreteras</i>	9
Figura 3. <i>Mapa de Carreteras Estatales del Ecuador</i>	10
Figura 4. <i>Documentos Empleados en la Selección de Rutas</i>	13
Figura 5. <i>Estudio de Rutas</i>	14
Figura 6. <i>Diseño Alineamiento Vertical en Terreno Ondulado</i>	15
Figura 7. <i>Trazado Línea de Ceros</i>	17
Figura 8. <i>Línea Preliminar</i>	18
Figura 9. <i>Valores de Diseño Recomendados para Carreteras de dos Carriles y Caminos Vecinales de Construcción</i>	19
Figura 10. <i>Interfaz de Usuario</i>	36
Figura 11. <i>Barra de Herramientas</i>	37
Figura 12. <i>Panel de Inicio de Infracore</i>	39
Figura 13. <i>Panel de Herramientas de Planificación / Administración</i>	41
Figura 14. <i>Panel de Herramientas de Diseño / Creación</i>	43
Figura 15. <i>Panel de Herramientas de Análisis</i>	46
Figura 16. <i>Panel de Herramientas de Presentación / Compartir</i>	48
Figura 17. <i>Panel de Herramientas de Acciones Comunes</i>	50
Figura 18. <i>Panel de Herramientas de Vista, Trabajos en la Nube y Cuentas</i>	51
Figura 19. <i>Panel de Cambio de Propuestas de Diseño</i>	53
Figura 20. <i>Panel de Cambio de Vistas</i>	54
Figura 21. <i>Espacio del Proyector</i>	56
Figura 22. <i>Panel de Origen de Datos</i>	58
Figura 23. <i>Explorador del modelo</i>	61
Figura 24. <i>Panel de Propuestas</i>	64
Figura 25. <i>Reglas de Estilo</i>	68
Figura 26. <i>Valores de Diseño Recomendados para Carreteras de dos Carriles y Caminos Vecinales de Construcción</i>	70
Figura 27. <i>Página Inicial de Autodesk</i>	72
Figura 28. <i>Página de Inicio de Sesión</i>	73
Figura 29. <i>Página de Creación de Cuentas</i>	73
Figura 30. <i>Página de Creación de Cuentas</i>	74
Figura 31. <i>Página de Verificación de E-mail</i>	74
Figura 32. <i>Página de Búsqueda de Productos</i>	75
Figura 33. <i>Página de Infracore (Producto)</i>	75
Figura 34. <i>Página de Elección para Tipo de Prueba Gratuita</i>	76
Figura 35. <i>Página de Desbloqueo para el Acceso con Fines Educativos en Productos Autodesk</i>	76
Figura 36. <i>Página de Información para Obtener Acceso con Fines Educativos</i>	77
Figura 37. <i>Página de Información Adicional para Obtener Acceso con Fines Educativos</i>	77
Figura 38. <i>Página de Inicio de Sesión</i>	78
Figura 39. <i>Página de Obtención de Acceso</i>	78

Figura 40. <i>Página de Información Restante para la Obtención de Acceso</i>	79
Figura 41. <i>Página de Confirmación de Acceso y Vigencia de Licencia Educativa</i>	80
Figura 42. <i>Página de Productos de Instalación</i>	81
Figura 43. <i>Página de Instalación de Producto “Infraworks”</i>	81
Figura 44. <i>Descarga de Producto “Infraworks”</i>	82
Figura 45. <i>Descargas de Producto “Infraworks” para Instalación</i>	83
Figura 46. <i>Ubicación de Instalación</i>	83
Figura 47. <i>Componentes Adicionales de Instalación</i>	84
Figura 48. <i>Instalación del Software “Infraworks”</i>	85
Figura 49. <i>Instalación del Programa “Infraworks”</i>	85
Figura 50. <i>Reinicio de Equipo para Finalizar Instalación del Software “Infraworks”</i>	86
Figura 51. <i>Programa “Infraworks”</i>	86
Figura 52. <i>Programa “Civil 3D”</i>	87
Figura 53. <i>Inicio de “Civil 3D”</i>	88
Figura 54. <i>Diseño de Tramo de Vía Salcedo – Tena en “Civil 3D”</i>	88
Figura 55. <i>Exportación de Diseño de Tramo de Vía Salcedo – Tena en “Civil 3D” en Formato IMX</i>	89
Figura 56. <i>Ubicación en Formato IMX del Diseño de Tramo de Vía Salcedo – Tena en “Civil 3D”</i>	89
Figura 57. <i>Creación de Nuevo Modelo en Programa “Infraworks”</i>	90
Figura 58. <i>Información Requerida para la Creación de Nuevo Modelo en Programa “Infraworks”</i>	90
Figura 59. <i>Determinación de Geolocalización de Nuevo Modelo en Programa “Infraworks”</i>	91
Figura 60. <i>Información Completa del Nuevo Modelo en Programa “Infraworks”</i>	91
Figura 61. <i>Información Completa de “Design Standards”</i>	92
Figura 62. <i>Ícono “Data Sources”</i>	92
Figura 63. <i>Panel “Data Sources”</i>	93
Figura 64. <i>Selección de Formato para Traspaso de Datos</i>	93
Figura 65. <i>Información IMX a Traspasar al Modelo</i>	94
Figura 66. <i>Recursos de Traspaso de Datos</i>	94
Figura 67. <i>Información Transmitida al Modelo</i>	95
Figura 68. <i>Superficie Renderizado en el Modelo</i>	95
Figura 69. <i>Ícono “Bridge”</i>	96
Figura 70. <i>Vía Seleccionada</i>	97
Figura 71. <i>Abscisas de Puente</i>	97
Figura 72. <i>Puente Renderizado</i>	98
Figura 73. <i>Cimentación de Puente</i>	99
Figura 74. <i>Cimentación de Puente y Panel “Foundation”</i>	99
Figura 75. <i>Modificación de Panel “Foundation”</i>	100
Figura 76. <i>Panel “Bridge”</i>	101
Figura 77. <i>Plantillas Tipo</i>	101
Figura 78. <i>Panel “Bridge”</i>	102

Figura 79. <i>Modificación de Panel “Bridge”</i>	102
Figura 80. <i>Modelo Completo</i>	103
Figura 81. <i>Ícono “Barrier”</i>	104
Figura 82. <i>Selección de Tipo de Barrera</i>	104
Figura 83. <i>Gráfica de Barrera</i>	105
Figura 84. <i>Barrera Modelada</i>	105
Figura 85. <i>Modificación de Barrera, Panel “Barrier”</i>	106
Figura 86. <i>Selección de Vía</i>	107
Figura 87. <i>Pestaña de Opciones</i>	107
Figura 88. <i>Pestaña de Componentes</i>	108
Figura 89. <i>Componente de Barrera</i>	108
Figura 90. <i>Ubicación de Barrera</i>	109
Figura 91. <i>Ubicación de Barrera</i>	110
Figura 92. <i>Modificación de Parámetros de Barrera</i>	110
Figura 93. <i>Perfil Longitudinal “Civil 3D”</i>	111
Figura 94. <i>Perfil Longitudinal “Civil 3D” y Ubicación de Alcantarillas</i>	111
Figura 95. <i>Determinación de Abscisas para Ubicación de Alcantarillas</i>	112
Figura 96. <i>Ícono “Culvert”</i>	113
Figura 97. <i>Eje de Alcantarilla</i>	113
Figura 98. <i>“Egineering View” del Modelo</i>	114
Figura 99. <i>Vista Lateral de Alcantarilla</i>	115
Figura 100. <i>Cambio de Cotas de Alcantarilla</i>	116
Figura 101. <i>Visualización de Características de Alcantarilla</i>	116
Figura 102. <i>Reporte de Alcantarilla</i>	117
Figura 103. <i>Análisis y Características de Alcantarilla</i>	118
Figura 104. <i>Verificación de Alineamiento Horizontal</i>	119
Figura 105. <i>Verificación de Parámetros de Alineamiento Horizontal</i>	120
Figura 106. <i>Parámetros de Alineamiento Horizontal</i>	120
Figura 107. <i>Selección de Vía</i>	121
Figura 108. <i>Pestaña de Opciones</i>	121
Figura 109. <i>Generación de Perfil Longitudinal</i>	122
Figura 110. <i>Opciones de “Asset Toggles”</i>	122
Figura 111. <i>Activación de Visualización de Opciones de Perfil Longitudinal y Cambio de Escala</i>	123
Figura 112. <i>Perfil Longitudinal y Terreno Original</i>	123
Figura 113. <i>Selección de Vía</i>	124
Figura 114. <i>Opciones de Vía</i>	125
Figura 115. <i>Perfil Transversal</i>	125
Figura 116. <i>Perfil Transversal por Default</i>	126
Figura 117. <i>Perfil Transversal “Superelevation View”</i>	126
Figura 118. <i>Perfil Transversal “Road Assembly View”</i>	127
Figura 119. <i>Perfil Transversal “Cut - Fill Areas”</i>	127
Figura 120. <i>Selección de Vía</i>	128

Figura 121. <i>Pestaña de Opciones</i>	129
Figura 122. <i>Pestaña de Componentes</i>	129
Figura 123. <i>Componente de Señalización</i>	130
Figura 124. <i>Ubicación de Señalización “Stop”</i>	130
Figura 125. <i>Generación de Señalización</i>	131
Figura 126. <i>Ubicación de la Señalización</i>	132
Figura 127. <i>Visualización de Vía</i>	132
Figura 128. <i>Generación de “Storyboard”</i>	133
Figura 129. <i>Generación de “Bookmark”</i>	134
Figura 130. <i>Generación de “Zoom Animation”</i>	134
Figura 131. <i>Generación de “Zoom Animation”</i>	135
Figura 132. <i>Generación de “Camera Path Animation”</i>	135
Figura 133. <i>Creación de “Camera Path Animation”</i>	136
Figura 134. <i>Generación de Títulos</i>	136
Figura 135. <i>Reproducción de Video</i>	137
Figura 136. <i>Ícono Reproductor de Video</i>	138
Figura 137. <i>Reproductor de Video</i>	138
Figura 138. <i>Exportar Storyboard a Video</i>	139
Figura 139. <i>Propiedades de Video a Exportar</i>	140
Figura 140. <i>Confirmación de Exportación</i>	140
Figura 141. <i>Video de la Modelación</i>	141
Figura 142. <i>Modelación</i>	145
Figura 143. <i>Modelación Puente</i>	146

RESUMEN

En el área de modelamiento y conceptualización de la carrera de ingeniería civil, presenta varias carencias al momento de un desarrollo renderizado-conceptual de un proyecto específico. Imperando programas de diseño técnico-constructivo, sin amplitud a una visualización realista y a la vez técnica, que cumpla parámetros específicos de normas de construcción y a la vez, apreciar el diseño adecuadamente. Debido a la falta de conocimiento en la construcción, al momento de presentar un diseño sin renderización, el mismo no se expresa de manera explícita, solo cumpliendo lineamientos prácticos-técnicos de la construcción, por ende, recepta la información únicamente la comunidad técnica (Ingenieros Civiles). La guía práctica establece puntos de orientación a los usuarios para desarrollar el modelamiento de manera accesible e hilvanada, potenciando sus capacidades de generación de modelos de manera ordenada, técnica y práctica.

La presente guía práctica para la aplicación del software “Infraworks”, se genera de forma ordenada y lógica los pasos para el desarrollo del modelo, apoyado en gráficas, especificando cada una de ellas, de tal manera que el usuario capte asequiblemente, desarrollando así, un proyecto vial en el software “Infraworks”, partiendo desde la importación de datos (Archivo) y a su vez, determinando la definición y ejecución de los iconos que contiene el programa.

Se emplearon dos softwares de diseño y modelación, el programa “Civil 3D” e “Infraworks” respectivamente, debido a la interoperabilidad existente entre ambos softwares tanto en exportación e importación de archivos y la funcionalidad ligada tanto al diseño y renderizado específicamente de cada programa.

Efectuando cada proceso estructuralmente y considerando los comandos para el modelamiento del proyecto. A posteriori, generando la guía práctica de un tramo de vía con sus respectivas estructuras, apoyándose finalmente de gráficas realista y conceptualizadas, gestando de manera sutil y didáctica la guía al usuario. De tal manera que se genere proyectos alternativos y reales yuxtapuestos a los requerimientos que exigen las normas de construcción.

Palabras clave: Infracworks, Civil 3D, vía, renderizado, modelado, diseño, proyecto, guía práctica.

ABSTRACT

In the area of modeling and conceptualization in the civil engineering field, there are several shortcomings when it comes to developing a rendered-conceptual representation of a specific project. Technical and construction design programs dominate, limiting the ability to create a realistic and technical visualization that meets specific construction standards while also appreciating the design properly. Due to a lack of knowledge in construction, a design without rendering is not explicitly expressed, and only the technical community (Civil Engineers) can understand it, as it adheres solely to practical-technical construction guidelines. This practical guide provides users with orientation points to develop modeling in an accessible and organized manner, enhancing their ability to generate ordered, technical, and practical models.

The present practical guide for the application of the "Infraworks" software provides an orderly and logical approach to the steps required for model development, supported by graphics that specify each step. This ensures that the user can easily develop a road project using "Infraworks," starting from the importation of data (file) and determining the definition and execution of program icons. Two design and modeling software programs, "Civil 3D" and "Infraworks," were used due to the interoperability between both programs in exporting and importing files, and the functionality that is linked to the specific design and rendering of each program.

Each step in the process is executed structurally, considering the commands required for project modeling. Subsequently, a practical guide for a road section with its respective structures is generated, supported by realistic and conceptualized graphics, which subtly and

didactically guides the user. This approach ensures the creation of alternative and real projects that adhere to the construction standards required.

Keywords: Infracore, Civil 3D, road, rendering, modeling, design, project, practical guide

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1. Introducción.

En la presente guía práctica para la aplicación del software “Infraworks”, específicamente en la modelación vial, aportara al usuario las herramientas necesarias para una aplicación adecuada del programa “Infraworks”. De tal manera que en la guía práctica se describe de manera dinámica y practica los iconos y comandos que constituyen en dicho software.

Se esquematiza de manera concisa cada capítulo, las etapas y procesos que se deben ejecutar dentro del programa “Infraworks”, desde la importación de datos del programa “Civil 3D” hasta el modelo final del tramo del proyecto vial Salcedo-Tena ubicado en las abscisas 78+478-80+478.

Para el modelo vial emitido por el software se tomará en cuenta los parámetros de diseño y las normativas vigentes en el Ecuador, mediante el cual se establecerá los elementos estructurales que ha requerido el tramo vial. Finalmente, los recursos y medios que emite el programa “Infraworks”.

2. Problema de Estudio.

2.1. Antecedentes.

Los diversos avances tecnológicos y desarrollo de softwares han ayudado al mejoramiento de la modelación de vías, de tal modo que el usuario tiene la posibilidad de desarrollar un proyecto con mayor agilidad. El software entrega un trabajo con acabados más

detallados enfocados en la planificación preliminar y presentación de diseño de proyectos, además es una herramienta compatible con otros programas de diseño como Autodesk Civil 3D.

Actualmente, no existe una guía acerca del proceso de modelación empleando el software “Infraworks”. Anteriormente, para el desarrollo de etapas preliminares de un proyecto se realizaba un proceso extenso, lo cual limita la creación de diversas alternativas.

Al desconocer los beneficios que proporciona el software “Infraworks”, se realiza el diseño vial de manera anacrónica, no siendo una forma eficaz y competitiva para el desarrollo de proyectos. Por lo tanto, se requiere la creación de una guía práctica para la aplicación de las herramientas que proporciona el “Infraworks” al momento del diseño y renderizado vial de manera diáfana y precisa.

2.2. *Importancia y Alcance.*

En la Universidad Politécnica Salesiana en la carrera de Ingeniería Civil se adquieren diversos conocimientos acerca del diseño de proyectos viales. Sin embargo, se desconoce la aplicación de herramientas de renderizado y modelado para puentes y túneles, que es parte complementaria y fundamental al momento de generar propuestas de diseño y proyectos viales.

Cabe recalcar que el avance en el área tecnológica y manejo de software ha sido a pasos agigantados. Por ende, tanto estudiantes como profesionales se ven obligados a adquirir y actualizarse esporádicamente en la interacción de programas, debido al constante cambio que existe en el medio formativo y profesional actualmente. El presente trabajo será una herramienta como guía para la manipulación del software “Infraworks” y diseño.

La guía práctica proporcionará a los estudiantes las herramientas necesarias para el desarrollo de un proyecto vial completo, permitiéndole en un futuro profesional a mejorar la presentación y entendimiento de los diseños al presentar condiciones realistas sobre la ejecución del proyecto propuesto.

2.3. *Delimitación.*

El Proyecto de titulación está dirigido a la comunidad estudiantil de la carrera de Ingeniería Civil de la UPS - Sede Quito - Campus Sur, con el objetivo de proporcionar herramientas aplicables para el futuro profesional, a través de una guía sobre la aplicación del software “Infraworks” en el diseño vial.

3. *Justificación.*

Este proyecto presenta una herramienta para la complementación del diseño vial ya que en el entorno educativo y profesional a nivel nacional no existe una guía práctica sobre la aplicación del software “Infraworks”. El presente trabajo pretende llenar y complementar este vacío técnico de forma didáctica en el área de diseño vial y puentes. La aplicación de diferentes programas de modelación permite a los usuarios adquirir mayor capacidad de conocimientos para la experticia y que son útiles en el campo profesional.

El uso de la guía práctica beneficiará tanto a estudiantes como ingenieros en la aplicación del software “Infraworks” ya que la presente guía no amerita conocimientos técnicos profundos para que sea manipulable y accesible a todo usuario. Este es un programa versátil por las herramientas que otorga y ágil por el rendimiento y resultados que emite para los usufructuarios en la ejecución de proyectos viales.

Para el desarrollo de la guía práctica se cuenta con los diversos conocimientos técnicos adquiridos durante el transcurso de la carrera de Ingeniería Civil. Además, se dispone de herramientas y medios para el desarrollo de este manual, así como convenios de la universidad con la plataforma de desarrollo de softwares Autodesk creadora del programa “Infraworks”.

El proyecto se enfoca en el desarrollo de la guía práctica con el objetivo de generar una fuente de conocimientos para la aplicación del software de modelación vial “Infraworks”, con proyección a generar un libro de uso didáctico.

4. Objetivos.

4.1. *Objetivo General.*

Elaborar una guía didáctica y práctica, explicando las herramientas y áreas de trabajo que dispone el Software “Infraworks”, para el manejo y diseño vial.

4.2. *Objetivos Específicos.*

Conocer el programa “Infraworks” en el área de diseño vial, a través del estudio de diferentes modelos y manuales existentes, para elaborar la guía práctica y didáctica.

Detallar el uso de la barra de herramientas del software “Infraworks”, mediante la descripción de las funciones de cada ícono para utilizarlo adecuadamente en el diseño vial.

Desarrollar la modelación de un proyecto vial, conociendo el proceso que se empleó en el diseño, para generar la guía práctica de forma detallada y formativa.

Dotar al usuario de la guía didáctica y técnica, a través de la entrega del respectivo manual, para la aplicación metódica en la generación de proyectos viales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

4.3. Vía.

Las vías o carreteras son zonas de tránsito y comercio utilizadas por la población. Estas pueden ser de carácter público o privado según su aprovechamiento; “comprende la calzada, aceras, bermas, cunetas, estacionamiento, separador central, jardín y equipamiento de servicios necesarios” (Gobierno Regional de San Martín - Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017, p. 148). De tal manera las vías son el conjunto de elementos que destinan el libre tránsito y conexión a nivel interno y externo.

Figura 1

Mapa del Estado Vial



Nota. Se muestra el estado de las vías en el Ecuador, mediante la gama de colores, expresado en la leyenda. Fuente: MTOP (2022).

Las vías se pueden clasificar de diversas maneras dependiendo de sus requerimientos en el desarrollo del país. Según MTOP (2003), Cárdenas (2013), Betancourt (2014) y el Reglamento de la LOTAIP (2018), se describen las siguientes clasificaciones:

4.3.1. Según su Función.

La clasificación de vías de acuerdo a su función hace alusión a la utilidad que comprende la vía, y se divide en los siguientes puntos:

Tabla 1

Relación Función, Clase de Carretera y Tráfico

<i>FUNCIÓN</i>	<i>CLASE DE CARRETERA (según MOP)</i>	<i>TPDA (I) (AÑO FINAL DE DISEÑO)</i>
<i>CORREDOR ARTERIAL</i>	<i>RI – RII (2)</i>	<i>>8000</i>
	<i>I</i>	<i>3000 – 8000</i>
<i>COLECTORA</i>	<i>II</i>	<i>1000 – 3000</i>
	<i>III</i>	<i>300 – 1000</i>
<i>VECINAL</i>	<i>IV</i>	<i>100 – 300</i>
	<i>V</i>	<i>< 100</i>

Nota. Clasificación de acuerdo a la utilidad de la vía respecto al final de su vida útil,

RI - RII → Autopistas. Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP (2003).

4.3.1.1. Vías Nacionales o Corredor Arterial: Conformadas por el conjunto total de carreteras de un país comprendidas por las vías clase I y II.

4.3.1.2. Vías Locales o Colectoras: Constituidas por el conjunto total de vías Clase I, II, III y IV de un país.

4.3.1.3. Caminos Vecinales o Servidumbre: Conformadas por las vías Clase IV y V, destinados a otorgar acceso entre ellos a terrenos, haciendas y fincas privadas.

En base a la clasificación por su función específica y tráfico proyectado (TPDA), las clases de carreteras son las siguientes:

a) Carreteras Primarias o de Primer Orden: Vías troncales, transversales e interprovinciales, diseñadas con el propósito de subsanar las necesidades de zonas de producción y consumo. Estas vías se realizan con pavimentos (flexible o rígido), según el requerimiento. A su vez esta vía clase I comprende entre 3000 a 8000 el TPDA.

b) Carreteras Secundarias o de Segundo Orden: Vías que tienen la finalidad de conexionar entre municipios o con vías de primer orden. Estas vías se ejecutan con pavimento (flexible o rígido) o caminos afirmados. Esta vía clase II comprende un TPDA entre 1000 a 3000.

c) Carreteras Terciarias o de Tercer Orden: Vías de servicio local (municipios). Estas vías se desarrollan con caminos afirmados y en ocasiones se pavimentan dependiendo la necesidad, en caso de ser pavimentadas deben cumplir los requerimientos de diseño para carreteras de Segundo Orden. A su vez esta vía clase 3 presenta un TPDA entre 300 a 1000.

Finalmente, el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Ventura (2013) y MTOP (2003), proponen la definición de las dos últimas clases de vías según su función de la siguiente manera:

d) **Carreteras de Cuarto Orden:** Vías que permiten por su dimensión y estudios geotécnicos la viabilidad de flujo vehicular, se emplean durante la época de verano. Esta vía clase IV presenta un TPDA entre 100 a 300.

e) **Quinto Orden:** Vías destinadas a senderos y caminos rurales. A su vez esta vía clase V presenta un TPDA menor a 100.

4.3.2. Según su Tipo de Terreno.

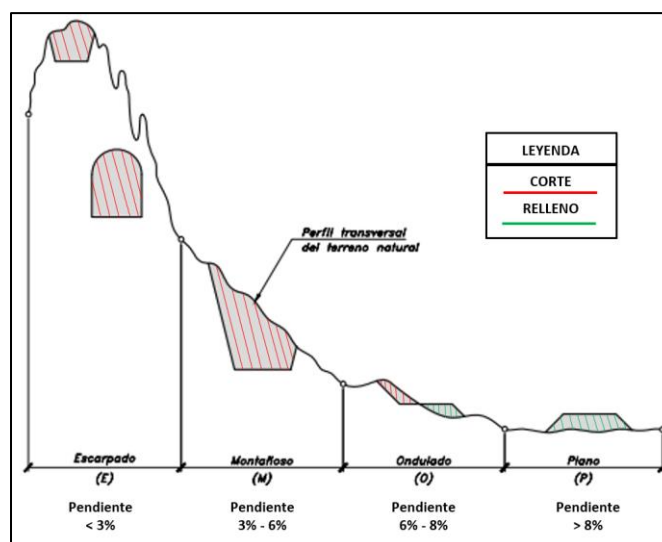
4.3.2.1. Carreteras en Terreno Plano: Este tipo de carreteras para su construcción no exige grandes movimientos de tierra, debido a que el perfil es llano. Presenta pendientes longitudinales de hasta 3% por lo cual, permite que, una vez construida la vía, los vehículos tanto livianos y pesados puedan ir relativamente a la misma velocidad.

4.3.2.2. Carreteras en Terreno Ondulado: Este tipo de carreteras conformado por frecuentes cambios de relieve, con el objetivo de precautelar la seguridad de los usuarios, recomienda reducir las velocidades de los vehículos pesados. En su proceso constructivo se realizan movimientos de tierra regulares, y además posee pendientes longitudinales que fluctúa entre el 3% al 6%.

4.3.2.3. Carreteras en Terreno Montañoso: Este tipo de terreno requiere grandes movimientos de tierra para la ejecución de la vía, además que poseen pendientes longitudinales mayores al 6% y menores al 8%. En este tipo de vía al igual que en el terreno ondulado se requiere disminuir significativamente la velocidad de los automotores pesados.

Figura 2

Tipos de Terrenos en Carreteras



Nota. Indicador del tipo de terreno, pendientes, cortes y rellenos que se presentan según su tipo de perfil. Elaborado por: Los autores con datos de Cárdenas (2013).

4.3.3. Según su Jurisdicción Competencia.

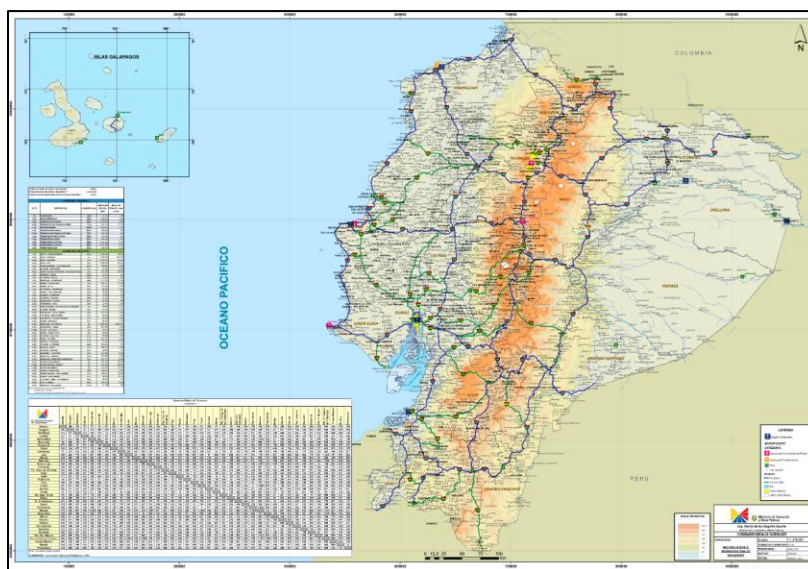
La red vial es el conjunto de varios tipos de vías o carreteras existentes en el Ecuador, que se dividen según requerimientos específicos como: vías primarias, secundarias, terciarias, de cuarto y quinto orden, cada una se distingue según el tráfico vehicular, conexión entre capitales de provincia, municipios, parroquias y cantones, tiene un desempeño tanto en grandes y medianos centros de actividad económica y productiva. Estas a su vez poseen distintos administradores, por lo cual estas instituciones gubernamentales se encargan de gestionarlas.

4.3.3.1. Red Nacional: Gestionada por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (Ministerio rector de viabilidad). Se comprende por el conjunto de carreteras en el territorio del Ecuador.

4.3.3.2. Red Estatal: Gestionada por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Red integrada por el grupo de troncales nacionales, las mismas que son catalogadas por el ministerio rector como vías primarias o secundarias, adicionalmente existen 2 tipos de vías estatales: Corredores arteriales (Vías de integración Nacional), vías colectoras (Conecta el tráfico con los corredores arteriales).

Figura 3

Mapa de Carretas Estatales del Ecuador



Nota. Se indica las redes viales estatales (Corredores arteriales y vías colectoras) del Ecuador. Fuente: MTOP (2011).

4.3.3.3. Red Regional: Gestionada por los Gobiernos Autónomos Descentralizados Regionales. Conformado por el conjunto de vías que conectan como mínimo 2 capitales de provincia dentro de un territorio.

4.3.3.4. Red Provincial: Gestionada por los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales. Englobado por el conjunto de vías dentro de los límites de la provincia, que cuentan con las siguientes características: conexión entre cabeceras

parroquiales rurales entre sí, conexión entre asentamientos poblacionales y cabeceras parroquiales rurales, Conexiones entre asentamientos poblacionales y Conexiones entre asentamientos poblacionales, cabeceras cantonales y parroquias rurales.

4.3.3.5. Red Vial Cantonal - Urbana: Gestionada por los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos. Es el conjunto de vías que se sitúan en el territorio urbano del cantón, que conectan la cabecera parroquial rural y vías que están ubicadas en zonas de desarrollo urbano.

4.3.4. Según sus Características.

4.3.4.1. Autopistas: Vías de varios carriles, que implementan distribuidores o intercambiadores para presentar entradas y salidas en la mismas.

4.3.4.2. Carreteras Multicarriles: Vías con varios carriles en un solo sentido e implementan accesos y salidas por medio de intersecciones a desnivel y nivel.

4.3.4.3. Carreteras de dos Carriles: Vía de dos carriles con ambos con dos sentidos de circulación, para integrarse a este tipo de carretera existen varios accesos a nivel (Puentes-Intercambiadores) y desde sus márgenes.

4.4. Trazado Vial.

Para un diseño vial es fundamental el trazado, debido a que el mismo debe acoplarse al terreno y es el punto de partida de cualquier diseño vial. Un trazado óptimo es aquel que se adapta económicamente a la topografía del terreno, es decir, que permita la construcción con el menor movimiento de tierras posible y con el mejor balance practicable entre los volúmenes que se produzcan de excavación y de corte o terraplén (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2012, p. 43). Por lo tanto, la importancia del trazado vial radica en la

viabilidad y optimización tanto de recursos y construcción. Cumpliendo todas las normas que amerita el diseño vial en el Ecuador.

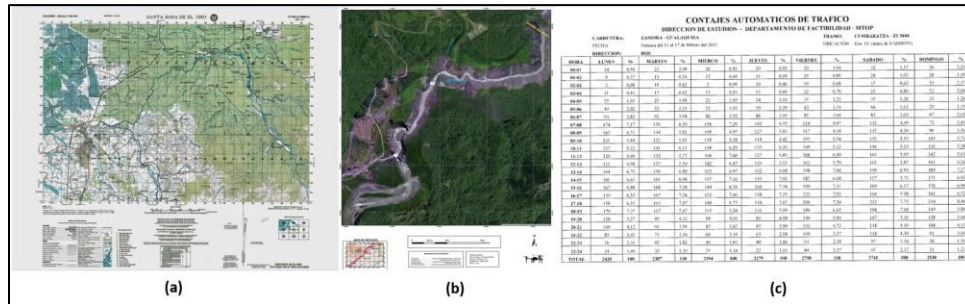
El proceso a seguir para realizar el trazado vial según Cárdenas (2013), Agudelo (2002) e INVIAS (2013), es el siguiente:

4.4.1. Reconocimiento Aéreo / Terrestre y Selección de Rutas.

Como primer paso debemos receptor toda la información necesaria que emita las instituciones gubernamentales, Instituto Geográfico Militar (IGM), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMI), entre otros. Con la finalidad de reconocer las rutas existentes en dicha información debe constatar lo siguiente: Imágenes aéreas, cartas topográficas existentes de la zona, Estudios de TPDA, datos meteorológicos, entre otros.

Figura 4

Documentos Empleados en la Selección de Rutas



Nota. (a) Carta topográfica (Santa Rosa del Oro) (b) Ortofoto (San Rafael) (c) Estudio

TPDA (Zamora-Gualaquiza Km 16, (antes de Namires)). Elaborado por: Los autores a través de información del IGM (2014), Geo portal IGM (2020), Informe técnico Zamora-Gualaquiza PII - MTOP (2012)

Dicha información correspondiente a reconocimiento aéreo, en conjunto con reconocimiento terrestre, debe subsanar las condiciones óptimas, para el desarrollo del trazado y ejecución de la obra. El objetivo fundamental de esta etapa es seleccionar la ruta con mayor viabilidad y posteriormente el lugar de construcción.

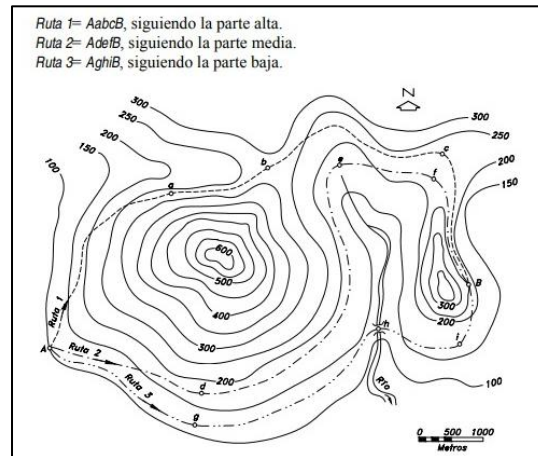
4.4.2. Evaluación de Ruta.

Para la evaluación de rutas específicamente dependerá si estas poseen las cualidades apropiadas. En el caso que sea obvia la ruta no es necesario justipreciar rutas como otras alternativas. Las etapas para la evaluación de rutas, en caso de estimar adicionales, se presenta posteriormente: Establecer puntos de control secundarios, depresiones en el terreno, vías existentes, poblaciones, entre otros; conocer pendientes transversales y longitudinales, evidenciar propiedades geológicas, ubicar de fuentes de materiales necesarios para la

construcción, conocer condiciones climáticas y meteorológicas, y establecer puntos de vista del alineamiento horizontal, para realizar un trazado más raso.

Figura 5

Estudio de Rutas



Nota. Propuestas de rutas evaluadas Fuente: Cárdenas (2013).

Para la elección de ruta, esta intrínsecamente influenciada por la topografía del terreno, pendientes, ríos, valles, etc. En ocasiones, debido a problemas topográficos, una guía para la ruta es a través de la orientación geográfica, misma que a su vez es parte de los parámetros para la evaluación de rutas.

4.4.3. Influencia de la Topografía en el Trazado.

Como primer parámetro se debe establecer las cualidades geométricas de la vía, estos son: TPDA, pendiente mínima, radio mínimo. Cabe resaltar que es determinante las especificaciones técnicas que influye en el trazado como: análisis de suelo, drenaje, morfología del terreno, entre otros.

Dependiendo del tipo de terreno se establecen parámetros generales distintos para el trazado de la vía. Los aspectos relevantes de la relación trazado de vía según el tipo de terreno del se presentan a continuación:

4.4.3.1. Terreno Plano.

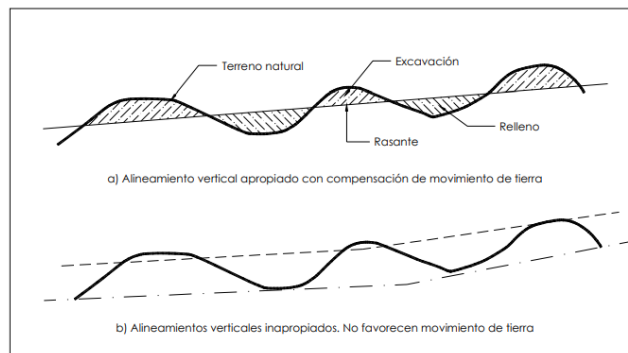
No presenta movimientos considerables de tierra (Corte-Relleno) en ejecución, ya que, las pendientes transversales al eje de la vía son menores a 5 grados y pendientes longitudinales menores al 3%. Debido a los antecedentes nombrados es simple realizar el trazado en estos terrenos. (Ministerio de Transporte - INVIAS, 2013, pág. 6)

4.4.3.2. Terreno Ondulado.

Para la construcción en dichos terrenos, realizamos movimiento de tierra moderados, porque las pendientes transversales el al eje de la vía está comprendido de entre 6°-13° y las pendientes longitudinales están en rango de 3% - 6%. Cabe recalcar que, en terrenos de este tipo, se obliga a los vehículos de carga pesada reducir la velocidad. (Ministerio de Transporte - INVIAS, 2013, pág. 6)

Figura 6

Diseño Alineamiento Vertical en Terreno Ondulado



Nota. Compensación de volúmenes de corte y relleno. Fuente: Agudelo (2002).

4.4.3.3. Terreno Montañoso.

En la ejecución de obra vial en este terreno, existen movimientos exuberantes de tierra (Corte-Relleno), por su perfil. Está constituido por pendientes transversales de entre 13°-40° y las pendientes longitudinales comprenden de entre 6% a 8%. En dicho terreno se obliga a los vehículos pesados a operar en velocidades sostenidas en rampa. (Ministerio de Transporte - INVIAS, 2013, pág. 6)

Tabla 2

Tipos de Carretera, Terreno y Velocidad de Diseño

TIPO DE CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO Vd. (Km/h)									
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Carretera Principal de dos Calzadas	Plano							4	3	3	3
	Ondulado						5	5	4	4	4
	Montañoso						6	6	5	5	5
	Escarpado						7	6	6	6	
Carretera Principal de una Calzada	Plano					5	4	4	3		
	Ondulado				6	6	5	5	4		
	Montañoso				8	7	7	6			
	Escarpado				8	8	7				
Carretera Secundaria	Plano			7	7	7	6				
	Ondulado		11	10	10	9	8				
	Montañoso		15	14	13	12					
	Escarpado	15	14	13	12						
Carretera Terciaria	Plano		7	7	7						
	Ondulado	11	11	10	10						
	Montañoso	14	13	13							
	Escarpado	16	15	14							

Nota. Describe la relación entre pendiente máxima y velocidad de diseño. Fuente: Agudelo (2002).

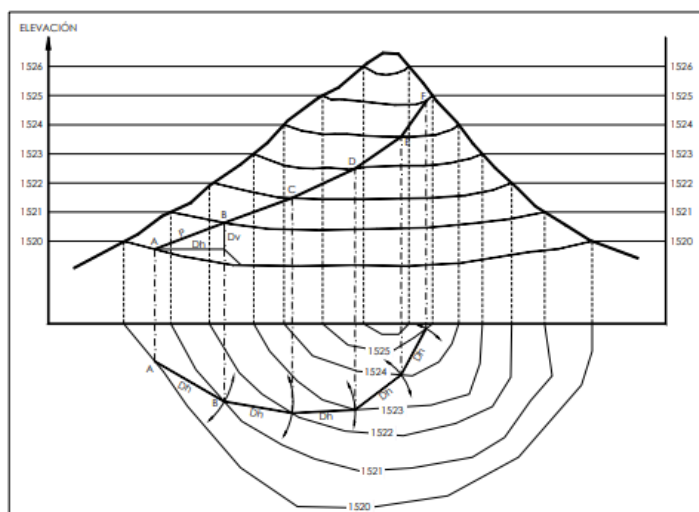
4.4.4. Trazado Línea de Ceros.

El trazado de la línea de ceros o también conocida como línea de pendiente, es aquella que transita por todos los puntos de un proyecto, pero, esta línea trazada no varía la pendiente

y coincide con los ejes determinados. No es concebible realizar cortes ni rellenos, he ahí la procedencia de su nombre “Línea de Ceros”. Una de la finalidad importante es optar por la ruta adecuada. (Bolaños Abad, 2015, pág. 59)

Figura 7

Trazado Línea de Ceros



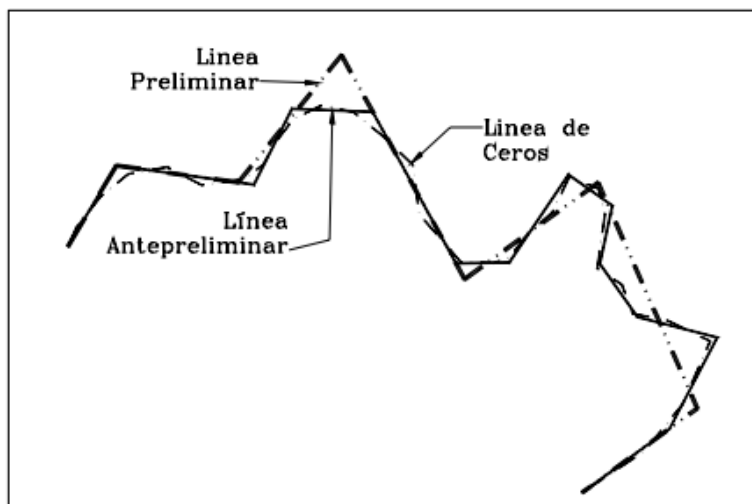
Nota. Determinación de pendiente en dos puntos sobre curvas de nivel. Fuente: Agudelo (2002).

4.4.5. Línea Preliminar.

Como propone Agudelo (2002), La línea preliminar se establece como la opción más favorable y que cuenta con condiciones óptimas para la ejecución, posteriormente se procede a definir la poligonal del proyecto definitivo. La línea preliminar obtenemos a partir de la línea ante preliminar, siendo propicios a las siguientes pautas: debe recorrer la misma dirección de la línea ante preliminar, obteniendo lados largos, rehuir dos curvas continuas en el mismo sentido, Cruzar cauces de forma perpendicular, estimar las magnitudes de los cortes y rellenos que se presentan con valores aceptables y ejecutables.

Figura 8

Línea Preliminar



Nota. Obtención de línea preliminar a partir de la línea antepreliminar con las recomendaciones establecidas. Fuente: Agudelo (2002).

4.5. Diseño Vial.

El Diseño Vial es la parte técnica que esquematiza el desarrollo y creación de una carretera por medio de Software y métodos manuales. Los procesos generados en el diseño vial cubren los requerimientos técnicos y configuración geométrica necesarios para un proyecto, a través del desarrollo adecuado, y cumplimiento del propósito de su funcionalidad que se determinó a proyectar. Adicionalmente, cumplen parámetros especificados en el MTOP 2003 del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador.

Figura 9

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	M		
Velocidad de diseño (K.P.H.)																																				
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 ⁽⁶⁾						
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 ⁽⁵⁾														
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 ⁽⁷⁾ 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												2,5 (C.V. Tipo 6 y 7)						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)					
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 VÍA 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																																				

1) 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.

2) 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: $L_{min} = 0,60 V$, en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.

3) 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.

4) Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. a 6 m. de altura, previo análisis y justificación.

5) 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 guarda caminos.

6) Cuando el espaldón está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.

7) En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, úsese dos aceras completas de 1,20 m de ancho.

8) 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 $V_0 = 20$ Km/h y $R = 15$ m siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

NOTA: Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearán cuando el TPDA es cerca al límite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas Absolutas para una determinada clase, cuando se considere necesario el mejorar una carretera existente siguiendo generalmente el trazado actual.

Nota. Normas de cumplimiento en correlación con el TPDA y tipos de terreno.

Fuente: MTOP (2003).

La finalidad que tiene el cumplimiento de las normas establecidas es velar por la seguridad, comodidad, movilidad y comercio de la población y mercaderes; subsanado las necesidades básicas de una región. El diseño vial contempla varios términos técnicos requeridos para una óptima ejecución en un proyecto vial, mismos que se hilvanan a continuación:

4.5.1. Alineamiento Horizontal.

El alineamiento horizontal se entiende como la proyección vista en planta. Según Cárdenas (2013):

El diseño geométrico en planta de una carretera, o alineamiento horizontal, es la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Dicho eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas. (p. 38).

Esboza el análisis horizontal en los tramos establecidos por curvas (circulares, espirales) y tangentes horizontales adheridos a un diseño adecuado.

4.5.2. Alineamiento Vertical.

El alineamiento vertical se entiende como la proyección vista en perfil vertical.

El diseño geométrico vertical de una carretera, o alineamiento en perfil, es la proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido a este paralelismo, dicha proyección mostrará la longitud real del eje de la vía. A este eje también se le denomina rasante o subrasante. (Cardenas, 2013, p. 307).

A su vez este alineamiento cumple con parámetros de diseño como son curvas (cóncavas y convexas), tangentes verticales, pendientes, longitud mínima de las tangentes verticales con velocidades de diseño específicas, entre otros; mismos que consolidan el correcto diseño vertical.

4.5.3. Alineamiento Transversal.

El alineamiento transversal nos muestra la vía en un corte, lo cual permite conocer los dimensionamientos de las capas de la estructura vial diseñada.

El diseño geométrico transversal de una carretera consiste en la definición de la ubicación y dimensiones de los elementos que forman la carretera, y su relación con el terreno natural, en cada punto de ella sobre una sección normal al alineamiento horizontal. De esta manera, se podrá fijar la rasante y el ancho de la faja que ocupará la futura carretera, y así estimar las áreas y volúmenes de tierra a mover (Cardenas, 2013, p. 405).

De esta forma el diseño transversal nos permite conocer los dimensionamientos de corte, relleno y de la vía en general; requeridos para una ejecución acertada como se estableció en el trazado preliminar.

4.6. Modelación Vial.

La modelación de un proyecto hace referencia al trabajo mediante software para el desarrollo de modelos en dos y tres dimensiones. Uno de los programas más utilizados en la actualidad para el diseño vial es el software “Civil 3D”, creada por Autodesk, la cual es una compañía de software encargada de generar programas de modelación en diferentes disciplinas de la ingeniería. Según Autodesk (2021) el programa Civil 3D “se puede utilizar para crear modelos tridimensionales de obra lineal configurables y flexibles, tales como carreteras, autovías y ferrocarriles.”. El autor establece que podemos hacer creaciones, gestiones, cambios y ediciones reiterativas dependiendo la necesidad del usuario respecto al

proyecto vial en el que se emplee el software antes mencionado. Adicionalmente este programa posee vinculación con los demás softwares pertenecientes a la casa de Autodesk.

4.7. Infracworks.

El software “Infracworks” es el programa que se empleará esencialmente en este trabajo de titulación con índole de diseño vial. Este programa permite diseñar y consecutivamente renderizar el modelo efectuado. Según Autodesk (2022) este medio de modelación permite:

“Agrupar volúmenes de datos para generar modelos contextuales con una gran cantidad de información.

Agilizar los procesos con herramientas de diseño conceptual que incorporan principios de ingeniería.

Usar imágenes atractivas para evaluar los diseños y comunicar claramente la finalidad a los participantes”

De esta forma, se presenta el desempeño conceptual basado en los principios de Ingeniería, mismo que son emitidos a través de un entorno virtual en tres dimensiones con varios detalles visuales para presentar proyectos de manera preliminar una idealización del diseño de los usuarios al campo ingenieril.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Investigación.

El presente proyecto de titulación posee diversas fases, mismas que se estudiarán a través de distintos tipos de investigación detallados a continuación:

3.1.1. Investigación Exploratoria.

Este tipo de investigación es para etapas preliminares con la finalidad de conocer lo que conllevará la realización del proyecto. Según Hernández et al. (1997): “Los estudios exploratorios se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes” (pág. 70). De esta forma al conocer la poca existencia de información sobre el software “Infraworks” en el Ecuador, se realizará una indagación exploratoria para obtener mayor cantidad de información del tema. (Hernandez y otros, 2014)

3.1.2. Investigación Descriptiva.

La investigación descriptiva será el principal tipo de indagación que se empleará en este trabajo, debido a que, al ser una Guía Práctica se busca detallar al software respecto a sus características, funciones y herramientas que nos brinda el mismo. “La investigación descriptiva es una forma de estudio para saber quién, dónde, cuándo, cómo y porqué del sujeto de estudio (...) explica perfectamente a una organización, objetos, conceptos y cuentas” (Namakforoosh, 2007, p. 91). Por lo tanto, este tipo de investigación considera el programa de estudio y sus respectivos componentes, para describir sus propiedades, atributos o cualidades que presente el programa “Infraworks” con una mayor profundidad.

3.1.3. Investigación Bibliográfica o Documental.

La investigación bibliográfica o documental nos permitirá estudiar el software “Infraworks” con mayor profundidad, respecto a sus funciones. “La investigación documental es un tipo de estudio (...) que utiliza documentos oficiales y personales como fuente de información. Dichos documentos pueden ser de varios tipos: impresos, electrónicos o gráficos.” (Ceballos et al., 2017, p. 13). Por lo tanto, a través de la información recolectada de fuentes fidedignas se evaluará el programa.

3.2. Método.

El método a aplicar en este trabajo de titulación será el método analítico - sintético. Este método “Estudia los hechos a partir de la descomposición del objeto de estudio en cada una de sus partes para estudiarlas en forma individual (análisis), y luego integra dichas partes para estudiarlas de manera holística e integral.” (Morán & Alvarado, 2010, p. 12). De esta forma se podrá describir con mayor detalle las funciones y partes del software “Infraworks” a través de la realización de la Guía Práctica. (Maya, 2014)

3.3. Técnicas de Recolección de Información.

Las técnicas de recolección de información hacen referencia al conjunto de procesos que guían al investigador para adentrarse en conocimientos. En el presente proyecto se emplearán distintas técnicas para recolectar la información. La principal técnica aplicada será el análisis documental de otras investigaciones referentes al tema tratado en nuestro trabajo. Otra técnica para obtener información será el fichaje de fuentes como tesis, libros, artículos académicos, leyes, normativas, entre otros. Con la finalidad de obtener la información necesaria y plasmarla a través de la creación de la Guía Práctica para la modelación en el

software “Infraworks” (Del Castillo & Mena, 2022, págs. 12, 13), (Mosquera & López, 2022, pág. 15).

3.4. Proceso Técnico de Ingeniería Civil.

3.4.1. Investigación del Software “Infraworks” en la Aplicación de Diseño Vial.

Conocer e interactuar con las herramientas, la agilidad, capacidad de diseño y análisis óptimo del programa, cumpliendo especificaciones técnicas para describir un desarrollo adecuado y esquematizado de la guía práctica a desarrollar. A su vez describir sus componentes esenciales para el desarrollo de un proyecto vial de carácter dinámico y práctico.

3.4.1.1. Descripción de Comandos.

Investigar y plasmar los comandos empelados durante el desarrollo de un proyecto vial, mismo que tienen la finalidad de agilizar el proceso para obtener un diseño preliminar adecuado. Definiendo atajos, de tal manera, que el usuario aparte de conocer las funciones de cada icono sea raudo al momento de ingresar funciones en el diseño.

3.4.1.2. Definición del Interfaz del usuario.

Se definirá cada propiedad con la función que aplique cada espacio del interfaz de manera apropiada y explicita, de tal forma que el usuario infiera de manera rápida y sencilla. Entiendo el Software al momento de aplicarlo. De tal manera que el usuario pueda conocer la barra de herramientas a través del glosario de iconos en el diseño vial, el espacio del proyector y los paneles anclados que se presentan en la venta por efecto del programa.

Inicialmente, conoceremos la barra de herramientas a través de una breve descripción de la misma. Encontraremos varios íconos que se emplearán en el proceso de diseño vial. Para esto se explicará de manera explícita la barra de herramientas del software “Infraworks”.

Como parte inicial y fundamental esquematizaremos las áreas de base y función que componen la barra de herramientas del programa para el diseño vial:

La barra de inicio se explicará de forma breve su finalidad para proceder a iniciar un diseño vial de forma adecuada.

Las herramientas de planificación proporcionan al usuario diferentes opciones de trabajo a través de las cuales se desarrollará en proyecto.

Las herramientas de diseño constituyen explícitamente el diseño que se ejecutará, para lo cual se describirán sus componentes empleados en un diseño vial.

Las herramientas de análisis se definirán de forma técnica para su correcta aplicación por parte del usuario.

Las herramientas de presentación, permitirá conocer al usuario las diferentes formas de visualización del proyecto en el software.

Las herramientas de acciones comunes, brindarán un acceso rápido en el diseño para el beneficiario.

Las herramientas de vista, trabajos en la nube y cuentas, se describirán con la finalidad de mejorar el manejo en el programa.

La barra de propuestas de diseño permite la navegación de los usufructuarios de la guía para interactuar entre las distintas propuestas del proyecto.

La personalización de vistas, se describirá en el manual para brindar una guía de las distintas funciones que tiene la barra descrita.

Por consiguiente, se describirá el espacio del proyecto, por este medio se presenta el diseño vial emitido por el beneficiario, a este espacio también se lo conoce como espacio del modelo. En esta área se define con detalle cada parte del renderizado. Determinando un análisis técnico y práctico de manera preliminar el proyecto a ejecutar.

Por último, se detallarán los paneles anclados, mismos que proporcionan la facilidad para acceder a la importación de información u otras herramientas a través de paneles o paletas que se encuentran en la interfaz. Estos paneles se podrán ocultar de la visualización en el área de trabajo, y en caso de requerirlo se los activa nuevamente.

3.4.2. Exportación de Datos de Civil 3D a Infracore.

A través de las herramientas del software “infracore” y empleando la compatibilidad con el programa Civil 3D, exportamos la topografía del proyecto vial. Cabe recalcar que la topografía que se empleará en este trabajo de titulación no es de propiedad de los autores. De tal manera que, la topografía que será empleada en el software es de autoría de la empresa “AEROMAPA”, encargada de realizar levantamientos topográficos, en el proyecto de estudio de factibilidad para el tramo de la vía Salcedo-Tena emitida en noviembre del 2002.

En el trabajo de titulación se realizará un ejemplo para el desarrollo de la guía práctica, mismo que se diseñará con el objetivo de crear una vía Clase 3 como parte de los parámetros para el diseño del proyecto vial.

La interoperatividad entre ambos softwares, permite la interacción mutua entre los datos de un programa a otro, ya que, fueron lanzados por la misma casa de producción “Autodesk”. Debido a este motivo el traspaso de información es más eficiente a través de

archivos con extensiones compatibles en ambos softwares como son: XML, LandXML, IMX y AutoCAD Civil 3D DWG.

3.4.3. Diseño Geométrico del Proyecto Vial a Través del Software “Infraworks”.

3.4.3.1. Determinación y Configuración de Parámetros del Diseño Vial según Normativa.

Haciendo uso de la norma del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO-2003) procedemos a determinar los parámetros de diseño. Posteriormente a generar el modelo de renderizado en un entorno de tres dimensiones (virtual).

3.4.3.2. Creación de Alineamientos para el Desarrollo del Proyecto Vial.

El diseño de los alineamientos es la base fundamental para el desarrollo de un proyecto vial. Este diseño está constituido por el diseño horizontal el cual presenta una vista en planta de la vía, diseño vertical el cual muestra una vista en perfil del proyecto vial y a su vez un diseño transversal que muestra una perspectiva.

3.4.4. Presentación Conceptual del Modelo Renderizado.

Observamos el diseño en un entorno virtual de tres dimensiones, posteriormente analizamos los puntos de diseño con un detalle extenso tanto técnico como panorámico. Adicionalmente muestra al usuario diferentes matices, opciones y planos que emite el software, capacitando al usufructuario preliminarmente y a su vez optar por el modelo adecuado.

3.4.4.1. Observación del Modelo en 3D.

Se visualizará el diseño terminado respectivamente en cada plano que el programa otorgue. El mismo conceptualiza el modelo de diferentes ángulos y detalles prolijos, permitiendo obtener una opción más idealizada a la realidad del proyecto vial.

3.4.5. Análisis de Resultados.

Interpretación de datos obtenidos tras la modelación en el programa, a partir de los resultados de la tarea de optimización, analizando la geometría de la vía, su diseño horizontal, vertical y trasversal. Finalmente, tras la modelación, se otorgan juicios de valor a partir de los diversos resultados y rendimiento del programa.

3.4.6. Concepción de la Guía Práctica.

La composición y descripción de las herramientas en la guía práctica generalmente se establece a partir de un diseño vial ejecutado por los autores en el programa establecido anteriormente.

3.4.6.1. Contenido de la Guía Práctica.

Se expondrá los diferentes tipos de herramientas dentro de la interfaz del software como: La barra de herramientas, el espacio del proyector y los paneles anclados, mismos que se utilizarán durante el diseño vial.

Ejemplificación a través de un Proyecto Vial.

Progresivamente se ejecute el proyecto vial por medio del software, se expondrá la guía de manera plausible con carácter netamente vial, a través definiciones y un ejemplo

didáctico. Capacitando al lector de las herramientas necesarias para ejecutar un proyecto vial en el programa “Infraworks”.

3.4.7. Determinación de Ventajas y Desventajas del Software “Infraworks”.

Analizaremos los puntos más importantes y débiles del programa, mismos que se plasmarán como parte del reporte de resultados. Siendo parte esencial para la elección de los usuarios al momento de elegir un software de apoyo en el diseño vial; tomando en cuenta la tolerancia al cumplir la normativa vigente en el Ecuador MTOP (2003).

CAPÍTULO IV

INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE “INFRAWORKS”

4.1. Descripción de Comandos.

Los comandos hacen referencia a un conjunto de teclas que permite un acceso rápido a una determinada función del programa. Por medio de la página oficial de Autodesk, se muestra los comandos empleados en el software Infracworks y se describen a continuación:

4.1.1. Comandos de Navegación.

Tabla 3

Comandos de Navegación del Software Autodesk “Infracworks”

COMANDO	ACCIÓN / DESCRIPCIÓN
F4 / Ctrl F4	Trasladar la pantalla de visualización a posición inicial de la pantalla en el modelo.
+ (en fila numérica o teclado numérico)	Zoom (Amplificar).
- (en fila numérica o teclado numérico)	Zoom (Estrechar).
Doble clic en el elemento	Zoom (Aumentar tamaño de elementos elegidos).
Q o 1 de teclado numérico	Ascender la pantalla de visualización.
E o 0 de teclado numérico	Descender la pantalla de visualización.
A	Desplazar hacia la izquierda.
D	Desplazar hacia la derecha.
S	Girar / Orbitar hacia arriba.
W	Girar / Orbitar hacia abajo.
Flecha hacia arriba	Desplazar hacia delante.
Flecha hacia abajo	Desplazar hacia atrás.
Flecha izquierda	Girar / Orbitar hacia la izquierda.
Flecha derecha	Girar / Orbitar hacia la derecha.

Nota. Comandos que muestran formas alternativas para agilizar la navegación en el software “Infracworks”. Fuente: Autodesk (2022).

4.1.2. Comandos de Gestión de Archivos.

Tabla 4

Comandos de Gestión de Archivos del Programa Autodesk “Infraworks”

COMANDO	ACCIÓN / DESCRIPCIÓN
Ctrl + N	Nuevo modelo.
Ctrl + O	Abrir diseño existente.
F7	Exportar a FBX (archivo de modelo 3D).
F8	Exportar IMX.
Alt + F4	Salir del software.
Ctrl + R	Añadir carretera compuesta.
Ctrl + G	Añadir mobiliario urbano.
Ctrl + Q	Añadir carretera.
Ctrl + J	Añadir cobertura.
Ctrl + K	Añadir edificio.
Ctrl + Shift+ F	Añadir grupo de árboles.
Ctrl + Shift + T	Añadir fila de árboles.

Nota. Comandos que muestran formas alternativas para agilizar la gestión de archivos en el programa “Infraworks”. Fuente: Autodesk (2022).

4.1.3. Comandos de Edición.

Tabla 5

Comandos de Edición del Software Autodesk “Infraworks”

COMANDO	ACCIÓN / DESCRIPCIÓN
Suprimir (Supr)	Eliminar elementos seleccionados.
Ctrl + A	Seleccionar todo el contenido de un modelo abierto.
Ctrl + C	Copiar la selección en el teclado.
Ctrl + D	Copiar la selección sin añadirla al portapapeles.
Ctrl + X	Cortar los elementos seleccionados y añadirlos al portapapeles.
Ctrl + V	Pegar el contenido del portapapeles en la ubicación del cursor.
Arrastrar (Mouse)	Mover el modelo desde su punto actual.
Ctrl + Shift + V	Pegar el contenido del portapapeles en su ubicación original.
Ctrl + Y	Restablecer el último cambio deshecho.
Ctrl + Z	Invertir la modificación más reciente.
Escape (Esc)	Anular acción a ejecutar.

Nota. Comandos que muestran formas alternativas para agilizar la edición de archivos en el software “Infraworks”. Fuente: Autodesk (2022).

4.1.4. Comandos de Medida.

Tabla 6

Comandos de Medida del Programa Autodesk “Infraworks”

COMANDO	ACCIÓN / DESCRIPCIÓN
Barra espaciadora, Enter (debe tener una herramienta de medida dibujada en la aplicación)	Activar o desactivar la información de medición.
Retroceso / Backspace (debe tener una herramienta de medida dibujada en la aplicación)	Eliminar información de medición incorporada recientemente.
Esc (debe tener una herramienta de medida dibujada en la aplicación)	Eliminar información de medición incorporada recientemente.
Ctrl + M	Medir la distancia entre puntos.

Nota. Comandos que muestran formas alternativas para agilizar la medición en los modelos creados en el programa “Infraworks”. Fuente: Autodesk (2022).

4.1.5. Comandos para Mostrar.

Tabla 7

Comandos para Mostrar en el Software Autodesk “Infraworks”

COMANDO	ACCIÓN / DESCRIPCIÓN
F11	Activar o desactivar la visualización de pantalla completa.
F5	Regenerar el modelo.
F6	Reanudar la generación del modelo.

Nota. Comandos que muestran formas alternativas para agilizar la edición de archivos en el software “Infraworks”. Fuente: Autodesk (2022).

4.1.6. Comandos de Interfaz de Usuario.

Tabla 8

Comandos de Interfaz de Usuario del Programa Autodesk “Infraworks”

COMANDO	ACCIÓN / DESCRIPCIÓN
Alt + 1	Activar o desactivar el panel Origen de datos (Data Sources).
Alt + 2	Activar o desactivar la paleta Propiedades (Properties).
Alt + 3	Activar o desactivar el Explorador de modelos (Model Explorer).
Alt + 4	Activar o desactivar el panel Propuestas (Proposals).
Alt + 5	Activar o desactivar la paleta Temas de elementos (Feature Themes).
Alt + 6	Activar o desactivar la Paleta de estilos (Style Palette).
Alt + 7	Activar o desactivar el panel Reglas de estilos (Style Rules).
Alt + 9	Activar o desactivar el panel Temas de terreno (Terrain Themes).
Ctrl + 1	Activar o desactivar la Tabla de datos (Data Table).
Ctrl + 2	Activar o desactivar la ventana de scripts (Scripting).
Ctrl + 3	Activar o desactivar la ventana de registro (Log View).
Ctrl + 5	Activar o desactivar el panel Capas de superficie (Drag to Reorder).
Ctrl + 6	Activar o desactivar el Creador de guiones gráficos (Storyboard).
Ctrl + 7	Activar o desactivar los parámetros de sol y cielo (Sun & Sky).
Ctrl + 9	Activar o desactivar las opciones de la aplicación (Application Options).
Ctrl + 0	Activar o desactivar la visualización del perfil ().

(Nota: anteriormente, P, V)

Nota. Comandos que muestran formas alternativas para agilizar el uso de la interfaz en el programa “Infraworks”. Fuente: Autodesk (2022).

4.1.7. Comandos de Guion Gráfico / Fotografía Instantánea.

Tabla 9

Comandos de Guion Gráfico del Software Autodesk “Infraworks”

COMANDO	ACCIÓN / DESCRIPCIÓN
Barra espaciadora	Pausar o reanudar la reproducción de un video.
+ y -	Zoom (Ampliar y Reducir la vista del modelo).
0 (fila numérica o teclado numérico)	Aplicar zoom a las extensiones del guion gráfico.
Ctrl + Shift + L	Foto instantánea del modelo.

Nota. Comandos que muestran formas alternativas para agilizar el control de visualización del modelo en el software “Infraworks”. Fuente: Autodesk (2022).

4.1.8. Comandos de Ayuda.

Tabla 10

Comando de Ayuda del Programa Autodesk “Infraworks”

COMANDO	ACCIÓN / DESCRIPCIÓN
F1	Mostrar la ayuda en línea del programa.
Ctrl + F	Búsqueda de comandos.

Nota. Comando que muestran formas alternativas para acceder a la ayuda del programa “Infraworks”. Fuente: Autodesk (2022).

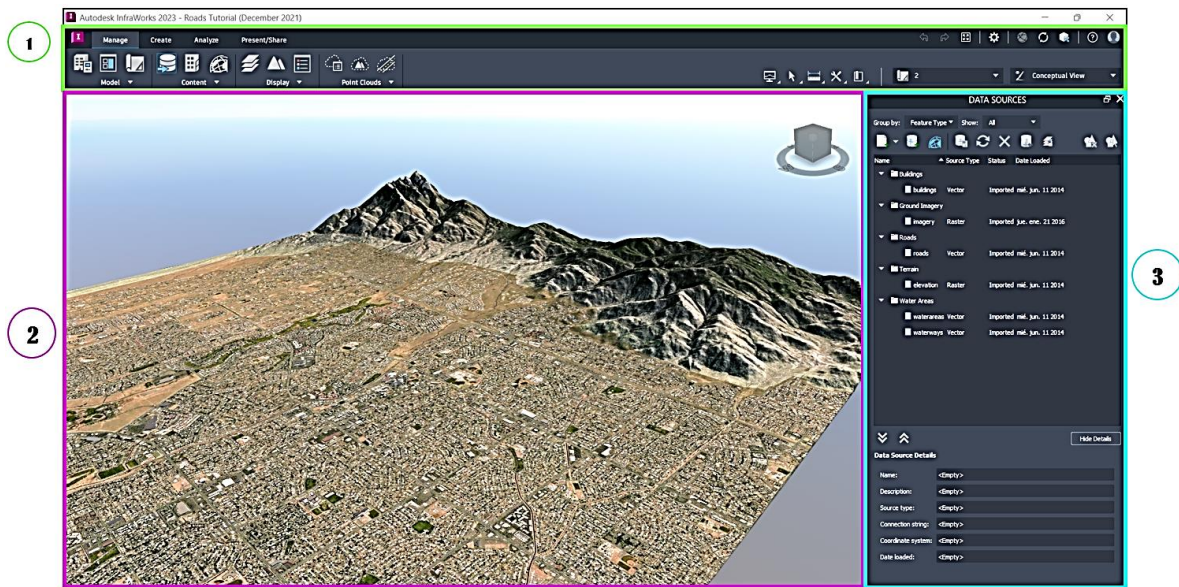
4.2. Interfaz de Usuario.

La Interfaz de Usuario es el conjunto de elementos que permiten la interacción y comunicación entre el usuario y el software. En el programa “Infraworks”, encontramos la interfaz de usuario con diferentes partes elementales, subdividida en 3 partes, estas son:

- 1 Barra de Herramientas
- 2 Espacio del Proyector
- 3 Paneles Anclados

Figura 10

Interfaz de Usuario



Nota. Se secciona y describe las partes del Interfaz de Usuario. Elaborado por: Los autores a través del software Autodesk “Infraworks” (2023) con el proyecto Roads Tutorial (December 2021) cargado en el programa (2021).

4.2.1. Barra de Herramientas.

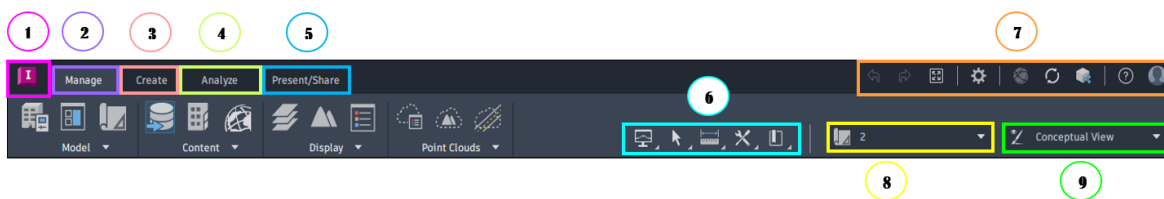
La Barra de Herramientas se encuentra ubicada en la parte superior que se visualiza en la pantalla del programa. Este espacio, presenta un conglomerado de herramientas e iconos que permiten: diseñar, analizar, planificar y presentar de forma adecuada, los diferentes proyectos que se estén ejecutando en el software. En la parte derecha de la barra de herramientas adicionales su funcionalidad es la medición, rendimiento, parámetros, vista, marcadores, opción de colaboración, aplicación y finalmente administración de cuentas. Adicionalmente en la parte izquierda encontramos los paneles que permiten: administrar, crear, analizar y presentar / compartir.

Posteriormente, se describe las partes de la Barra de Herramientas, con las secciones respectivas:

- 1 Start Infraworks
- 2 Manage
- 3 Create
- 4 Analyze
- 5 Present / Share
- 6 Herramientas de Acciones Comunes
- 7 Herramientas de Vista
- 8 Propuestas de Diseño
- 9 Conceptual View

Figura 11

Barra de Herramientas



Nota. Se presenta las partes e iconos respectivos de la Barra de Herramientas Elaborado por: Los autores a través del software Autodesk “Infraworks” (2023).

La barra de herramientas es la base principal para el control del programa, y en esta se presentan diversos paneles que muestran las distintas funciones, mismas que son descritas a continuación:

4.2.1.1. Barra de Herramientas del Software “Infraworks” en el Diseño Vial.

4.2.1.1.1. Inicio de Infraworks.

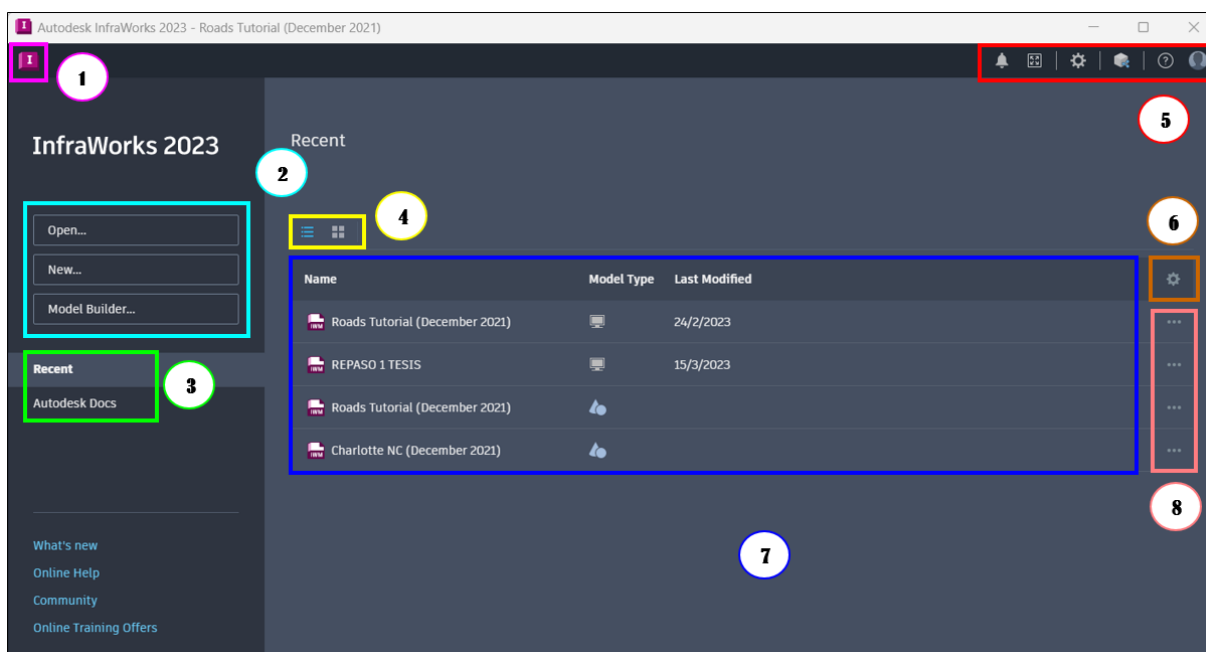
La herramienta Inicio es la primera pantalla de presentación del programa, donde se despliegan varias funciones, mismas que nos permiten interactuar y gestionar el modelo a ejecutar. Estos paneles básicamente son administrativos y generalmente son el punto de partida para el desarrollo de un modelo en el software “Infraworks”.

A continuación, se describe cada sección del Panel de Inicio de Infraworks:

- 1** Volver a Modelo Activo
- 2** Creador de Modelo Manual o Generador de Modelos
- 3** Modelos existentes en el Programa Infraworks o Autodesk Docs
- 4** Lista o Vista de Modelos
- 5** Administrador de perfil de Autodesk account, compartidor de vistas y mostrador de notificaciones
- 6** Opciones de edición de columnas en tabla de archivos
- 7** Tabla de archivos
- 8** Administrador del modelo

Figura 12

Panel de Inicio de Infraworks












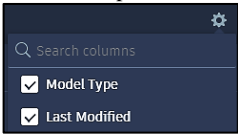

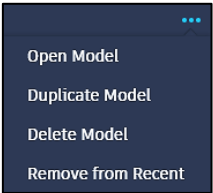
Nota. Se presenta las secciones y herramientas del Panel de Inicio de Infraworks.

Elaborado por: Los autores a través del software Autodesk “Infraworks” (2023).

Tabla 11

Funciones Inicio de Infraworks

Nº	FUNCIÓN	ÍCONO	DESCRIPCIÓN
1	Home		Abrir modelo reciente.
	Open		Abrir modelo existente en el ordenador. Crear modelos en la nube (previo crear Autodesk Docs.). Crear modelos nuevos:
2	New		<ul style="list-style-type: none"> • <u>Configuración:</u> Nombre del proyecto, descripción, colaborar (Autodesk Docs.), trabajo local (ubicación del archivo), sistema de coordenadas. • <u>Extensión del modelo:</u> Definir extensión del modelo, cargar extensión desde archivo. • <u>Configuración Avanzada:</u> Esquema de base de datos, mostrar coordenadas. • <u>Normas de Diseño:</u> Normativa vial, dirección de conducción. • <u>Contenido:</u> Kits de país.

	Model Builder		Crear un modelo en base a los datos de coordenadas cargados en el sistema, a través de su selección en el mapa (área inferior a 200 km ²).
3	Recent		Se muestran los últimos archivos utilizados.
	Autodesk Docs.		Se muestran documentos de interacción múltiple previamente creados en la nube.
4	Models List		Muestra los modelos reciente en lista.
	Models Gallery		Muestra los modelos recientes en galería.
5	Profile Manager		<ul style="list-style-type: none"> • Opciones de gestión de la cuenta Autodesk 360. • Explorar opciones de compra. • Administrar Licencia. • Configuración de privacidad (cuenta). • Cerrar Sesión.
	Help		<ul style="list-style-type: none"> • Ayuda en línea. • Introducción. • Métodos abreviados. • Grupo de discusión. • Comunidad (Autodesk). • Ofertas de formación. • Registro de mensajes.
6	Shared Views		Permite compartir la visualización de un archivo a través de la nube.
	Applications Parameters and Options		Muestra las características del programa, como por ejemplo el idioma, generación del modelo, navegación, gráficos3D, etc.
	Full Screen		Expandir o reducir pantalla.
	Show Notices		Notificaciones.
6	File Table Column Edit Options		<p>Permite eliminar columnas de información de los archivos presentes, como son: tipo de modelo y modificado por última vez.</p> 
7	File Table		Presenta los archivos trabajados en el software “Infraworks”, con su respectiva información.
8	Open Model		Abrir archivo seleccionado.
	Delete Model		Eliminar archivo seleccionado del ordenador.
8	Remove from Recent		Eliminar archivo seleccionado de modelos recientes.

Nota. Se describen las funciones mostradas en la Figura 12. Elaborado por: Los autores a través del software Autodesk “Infraworks” (2023).

4.2.1.1.2. *Herramientas de Planificación.*

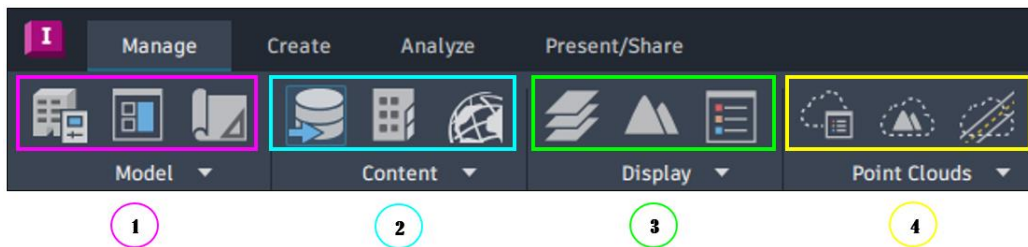
EL panel administrar brinda herramientas que permiten gestionar el archivo en uso, a través de funciones referentes a las características del contenido del proyecto. De tal manera esta pestaña despliega cuatro subsecciones: Modelo, contenido, mostrar y nubes de puntos; mismas que permiten desarrollar en distintas áreas el entorno del diseño.

Posteriormente, se secciona y especifica el Panel de Herramientas de Planificación / Administración.

- 1 Model
- 2 Content
- 3 Display
- 4 Points Clouds

Figura 13





















Panel de Herramientas de Planificación / Administración



Nota. Se exhibe el Panel de Herramientas de Planificación / Administración con su respectivo contenido. Elaborado por: Los autores a través del software Autodesk “Infraworks” (2023).

Como se muestra en la figura 13, se detallan las principales funciones del panel Administrar:

Tabla 12
Funciones Panel Planificar / Administrar

N°	FUNCIÓN		ÍCONO	DESCRIPCIÓN
	SECCIÓN	SUBSECCIÓN		
1	Model	Model Properties		Maneja la configuración del proyecto para sistemas de coordenadas, kits de país, normas de diseño, extensiones y terreno.
		Model Explorer		Maneja elementos de visibilidad, visualización, nivel de detalle y posibilidad de selección de elementos del proyecto.
		Proposals		Gestión de propuestas e información relevante, incluyendo el modelo original.
2	Content	Data Sources		Importa, configura y muestra orígenes de bases de datos o archivos.
		Style Palette		Administra catálogos y aplica estilos.
		Drainage Parts Editor		Accede al editor de piezas de infraestructura para personalizar y publicar catálogos de ensamblaje de piezas de drenaje.
		Autodesk Connector para ArcGIS		Añade y administra los orígenes de datos de ArcGIS en el proyecto.
3	Display	Surface Layer		Gestiona el orden y visibilidad de datos de superficie y subsuperficie.
		Terrain Themes		Colores de terreno en función de la pendiente, elevación y aspecto.
		Feature Themes		Colorea los elementos del modelo en función de los atributos.
		Style Rules		Aplica estilos a los elementos en función de las reglas.
		Component Mapping		Colocar categoría y material a carreteras compuestas de obra lineal en función de reglas.
		Sun and Sky		Administra parámetros de cobertura de nubes, fecha / hora y tiempo.
		Show Clipping Planes		Activar o Desactivar la visualización de planos delimitadores de la geometría del modelo.
4	Point Clouds	Point Cloud Themes		Colorear las nubes de puntos en función de los atributos de puntos.
		Point Cloud Terrain		Procesar datos de la nube de puntos y generar terreno.
		Linear Feature Extraction		Permite extraer elementos lineales de la nube de puntos para el diseño de carreteras como las líneas de carril y de bordillo.
		Vertical Feature Extraction		Extracción de elementos verticales de la nube de puntos (árboles, farolas y señales).
		Image Lookup		Importar, localizar y mostrar imágenes de referencia de la extracción de elementos de la nube de puntos.
		Export Point Cloud		Exportar datos de la nube de puntos extraídos.

Nota. Se describen las funciones mostradas en la Figura 13. Elaborado por: Los autores a través de Autodesk (2021), Autodesk “Infraworks” (2023).

4.2.1.1.3. *Herramientas de Diseño.*

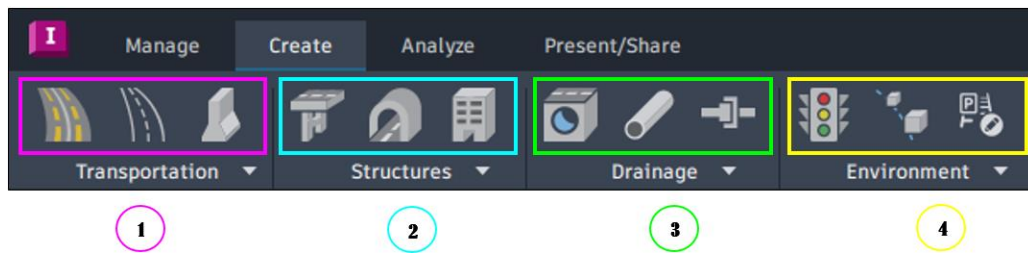
El panel “Crear” muestra las herramientas de diseño que presenta el programa, mismas que se pueden emplear para desarrollar la modelación y creación del proyecto. Esta barra abarca el desarrollo de vías, la generación de estructuras como túneles, puentes, edición, entre otros; la realización de drenajes y la adecuación del entorno

Se presenta a continuación el Panel de Diseño de Herramientas de Diseño / Creación:

- 1 Transportation
- 2 Structures
- 3 Drainage
- 4 Environment

Figura 14

Panel de Herramientas de Diseño / Creación



Nota. Presenta el Panel de Herramientas de Diseño / Creación y el contenido.













Elaborado por: Los autores a través del software Autodesk “InfraWorks” (2023).

Como se muestra en la figura 14, se detallan las principales funciones del panel de herramientas de diseño / creación:

Tabla 13

Funciones Panel de Herramientas de Diseño / Creación

N°	FUNCIÓN		ÍCONO	DESCRIPCIÓN
	SECCIÓN	SUBSECCIÓN		
1	Transportation	Component Road		Adjunta ensamblajes de carretera.
		Planning Road		Agrega carreteras o vías de planificación.
		Barrier		Coloca barreras en una capa de superficie.
		Railway		Añade ferrocarriles.
		Right of Way		Adjunta servidumbres de paso.
2	Structures	Bridge		Agrega puentes paramétricos a carreteras compuestas.
		Tunnel		Añade túneles paramétricos a carreteras compuestas.
		Building		Agrega edificios.
		Generic Object		Adjunta objetos paramétricos, como equipos de construcción, señales y muros de contención.
3	Drainage	Culvert		Agrega O.D.T. (Obra de Drenaje Transversal).
		Pipeline		Coloca tuberías.
		Pipeline Connector		Añade conectores para tuberías.
		Drainage Network		Adjunta estructuras de redes de drenaje.
4	Environment	City Furniture		Coloca objetos de modelo 3D, como personas, señales, vehículos y bocas de incendio (hidrantes).
		Linear Decoration		Agregar decoraciones lineales, como barreras, postes de luz, entre otros.
		Points of Interest		Permite añadir puntos de interés en el diseño del usuario.
		Project Site		Añade sitios en el proyecto.

Parking Area		Agrega zonas de aparcamiento en la modelación.
Parking Layout		Genera diversas distribuciones en zonas de parqueo.
Parking Row		Coloca hileras de aparcamiento.
Coverage		Añade áreas de cobertura o agujeros en el terreno. Permite realizar modificaciones en la superficie del terreno de la modelación.
Grading Area		Agrega áreas que emplea estilos de explanación para dar forma al terreno.
River		Añade ríos de forma lineal
Water Area		Adjunta áreas de agua, para generar elementos no lineales.
Row of Trees		Agrega una fila de árboles
Stand of Trees		Añade un grupo de árboles
Parcel		Agrega parcelas
Easement		Añade usufructos
Suitability Maps		Genera mapas de idoneidad identificados por colores para señalar áreas con bajo impacto

Nota. Se describen las funciones mostradas en la Figura 14. Elaborado por: Los autores a través de Autodesk (2021), Autodesk “Infraworks” (2023).

4.2.1.1.4. Herramientas de Análisis.

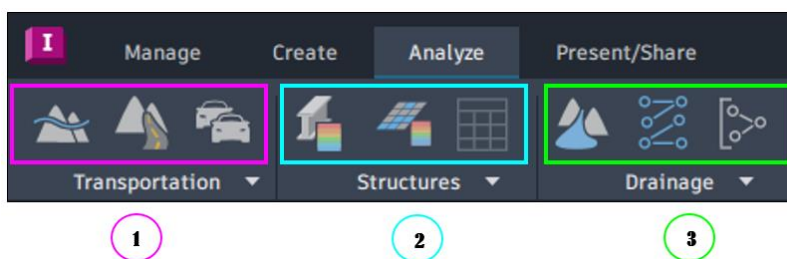
Las herramientas de análisis que muestra el software “Infraworks” se enfocan en la optimización del modelo creado. Adicionalmente también realiza análisis y comprobaciones de diseño con el objetivo de desarrollar correctamente el proyecto generado por el usuario.

Consiguientemente, se expone el Panel de Herramientas de Análisis y las secciones que abarca a continuación:

- 1 Transportation
- 2 Structures
- 3 Drenaje

Figura 15

Panel de Herramientas de Análisis



Nota. Se presenta el Panel de Herramientas de Análisis y el contenido específico.

Elaborado por: Los autores a través del software Autodesk “Infracore” (2023).

Como se muestra en la figura 15, se detallan las principales funciones del panel de herramientas de análisis:

Tabla 14

Funciones Panel de Herramientas de Análisis

N°	FUNCIÓN		ÍCONO	DESCRIPCIÓN
	SECCIÓN	SUBSECCIÓN		
1	Transportation	Profile Optimization		Optimiza el perfil vertical de una carretera compuesta.
		Corridor Optimization		Optimiza la alineación horizontal de una carretera compuesta.
		Traffic Simulation		Simula el flujo de tráfico en intersecciones y carreteras compuestas.
		Sight Distance		Evalúa la visibilidad en carreteras compuestas e intersecciones.

		Job Monitor		Administra el estado de la tarea de optimización y presenta resultados de tareas finalizadas.
		Mobility Simulation		Simula la movilidad urbana.
2	Structures	Line Girder Analysis		Realiza comprobación de análisis y diseño de las jácenas o vigas maestras de un puente.
		Refined Analysis		Genera un modelo analítico híbrido, un elemento finito o un emparrillado para evaluar con más detalle.
		Quantities		Muestra cálculos de material (acero, hormigón) de las estructuras como puentes o túneles.
3	Drainage	Watershed		Establece las cuencas de captación y caudales que fluyen hacia un punto o afluente seleccionado y cruzan la cuenca de captación de la carretera.
		Highlight Drainage		Resalta la red de drenaje seleccionada
		Size Drainage Network		Analiza la red de drenaje elegida y ajusta diámetros de tuberías, taludes, elevaciones y tamaño de estructuras subterráneas.
		Inspect Performance		Inspecciona el rendimiento hidráulico en un tramo de la red de tuberías.
		Rainfall Content		Asigna y administra datos de precipitación específicos del modelo con la finalidad de obtener un diseño de drenaje específico y preciso.

Nota. Se describen las funciones mostradas en la Figura 15. Fuente: Autodesk (2021), Autodesk “Infraworks” (2023).

4.2.1.1.5. Herramientas de Presentación.

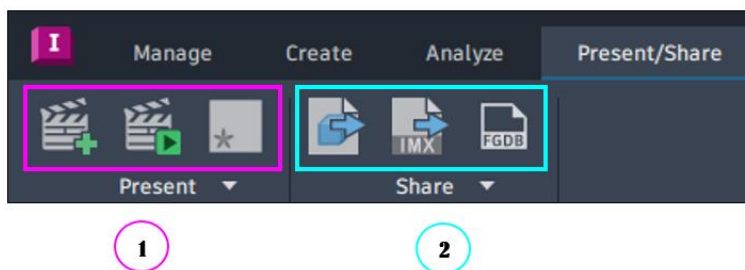
El panel de “Presentación / Compartir” muestra herramientas para la elaboración de guiones gráficos o videos que permitirán al diseñador mostrar el proyecto de mejor manera. A su vez también presenta funciones para exportar la información generada en el programa hacia otros softwares con los cuales es compatible.

A continuación, se expone el Panel de Herramientas de Presentación / Compartir y su contenido:

- 1 Present
- 2 Share

Figura 16

Panel de Herramientas de Presentación / Compartir








Nota. Se muestra el Panel de Herramientas de Presentación / Compartir. Elaborado por: Los autores a través del software Autodesk “Infraworks” (2023).

Como se muestra en la figura 16, se detallan las principales funciones del panel de herramientas de presentar / compartir:

Tabla 15

Funciones de las Herramientas de Presentación

N°	FUNCIÓN		ÍCONO	DESCRIPCIÓN
	SECCIÓN	SUBSECCIÓN		
1	Present	Storyboard Creator		Generar vistas dinámicas o videos que se pueden visualizar en el programa o exportar.
		Storyboard Player		Reproducir los videos elaborados del modelo.
		Watermarks		Añade marcas de agua a la modelación.
		Create Snapshots		Permite guardar una imagen renderizada del modelo, en la resolución que el usuario requiera.
		Launch Screencast		Ejecuta la aplicación Screencast que permite compartir sus conocimientos.

		Oculus Rift		Permite conectarse a gafas de realidad virtual Oculus Rift compatibles.
		Export 3D Model		Exporta el modelo completo o un área determinada por el usuario en formato de modelo 3D.
2	Share	Export IMX		Exporta el modelo completo o un área establecida por el usuario en formato IMX.
		Export FGDB		Exporta el modelo a formato FGDB.
		Publish to ArcGIS		Permite publicar el modelo en ArcGIS.

Nota. Se describen las funciones mostradas en la Figura 16. Elaborado por: Los autores a través de Autodesk (2021), Autodesk “Infraworks” (2023).

4.2.1.1.6. *Herramientas de Acciones Comunes.*

La barra de acciones comunes muestra herramientas de acceso rápido. Estas funciones son empleadas por el usuario durante diferentes etapas de la modelación, con la finalidad de facilitar el desarrollo del proyecto.

Posteriormente, se exhibe el Panel de Acciones Comunes y el contenido respectivo:

- 1** See
- 2** Select
- 3** Measure
- 4** Utilities
- 5** View Bookmarks

Figura 17

Panel de Herramientas de Acciones Comunes



Nota. Se muestra el Panel de Herramientas de Acciones Comunes. Elaborado por: Los autores a través del software Autodesk “Infraworks” (2023).

Como se muestra en la figura 17, se detallan las principales funciones del panel de herramientas de acciones comunes:

Tabla 16

Funciones de las Herramientas de Acciones Comunes

Nº	ÍCONO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1		View / Display	Permite visualizar el modelo de perfil para carreteras compuestas.
2		Select	Elegir elementos, realizar zoom a la sección realizada, selección en diferentes formas (rectángulo, polígono, radio), selección por filtros o de objetos visibles.
3		Measure	Medir distancia y pendiente en 2D, distancia entre dos puntos, recorridos y hacia un objeto desde la vista actual del modelo.
4		Utilities	Permite acceder a herramientas de utilidades para el proyecto, como duplicar, limpiar modelo, definir miniatura de inicio, propiedades, entre otras.
5		View Bookmarks	Permite ver, añadir y actualizar las miniaturas de los marcadores en el modelo.

Nota. Se describen las funciones mostradas en la Figura 17. Elaborado por: Los autores a través de Autodesk “Infraworks” (2023), Autodesk (2023).

4.2.1.1.7. *Herramientas de Vista, Trabajos en la Nube y Cuentas.*

El panel de herramientas de vista, trabajos en la nube y cuentas, muestra diferentes funciones de trabajo para el usuario, incluyendo una sección referente a la cuenta del usuario. Adicionalmente se menciona que esta barra comparte funciones con el panel descrito en el ítem 5 de “Inicio de Infracworks” en la tabla 11.

A continuación, se muestra el Panel de Herramientas de Vista, Trabajos en la Nube y Cuentas con las secciones que contiene y su especificación:

- 1 Back, Redo, Full Screen
- 2 Options
- 3 Autodesk Docs, Synchronize, Shared Views
- 4 Infracworks help, user

Figura 18










Panel de Herramientas de Vista, Trabajos en la Nube y Cuentas



Nota. Se exhibe Funciones del Panel Planificar / Administrar y las secciones que contiene. Elaborado por: Los autores a través del software Autodesk “Infracworks” (2023).

Como se muestra en la figura 18, se detallan las principales funciones del panel de herramientas de vista, trabajos en la nube y cuentas:

Tabla 17*Funciones Panel Planificar / Administrar*

N°	ÍCONO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1		Undo	Deshacer la acción previamente ejecutada.
		Redo	Rehacer la acción que previamente de retrocedió.
2		Full Screen	Presentar el modelo en pantalla completa y volver a vista anterior.
		Application Options	Acceder a parámetros y opciones del software
3		Autodesk Docs	Permite trabajar en equipo dentro de un modelo en la nube
		Sync	Sincroniza actualizaciones del programa
		Shared Views	Accede al panel de vistas compartidas o Autodesk Viewer.
4		Infraworks Help	Muestra opciones de ayuda del programa.
		User (Autodesk Account)	Presenta las opciones de cuenta del usuario.

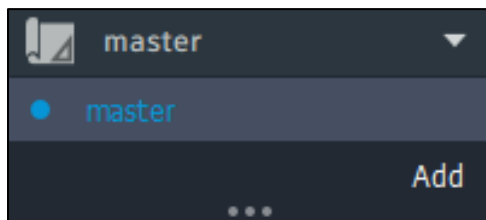
Nota. Se describen las funciones mostradas en la Figura 18. Elaborado por: Los autores a través de Autodesk “Infraworks” (2023), Autodesk (2023).

4.2.1.1.8. Propuestas de Diseño.

Las propuestas de diseño permiten al usuario realizar diferentes opciones de diseño para un área específica o el proyecto completo. De tal manera, brinda la posibilidad de crear varias alternativas al momento de diseñar un modelo, sin afectar la propuesta principal. Cabe recalcar que los cambios efectuados en las alternativas se deberán fusionar de forma manual a la propuesta principal.

Figura 19

Panel de Cambio de Propuestas de Diseño





Nota. Se presenta el panel completo de herramientas de propuestas de diseño del programa. Elaborado por: Los autores a través del software Autodesk “InRoads” (2023).

Como se muestra en la figura 19, se detallan las principales funciones del panel de cambio de propuestas de diseño:

Tabla 18

Funciones Panel de Cambio de Propuestas de Diseño

ÍCONO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	Add	Permite añadir nuevas alternativas a partir de la propuesta activa.
	Expand / Collapse	Expandir o contraer panel de propuestas.

Nota. Se describen las funciones mostradas en la Figura 19. Elaborado por: Los autores a través de Autodesk (2023), Autodesk “InRoads” (2023).

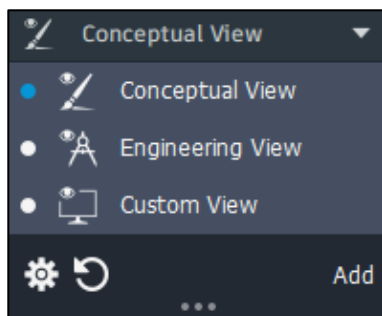
4.2.1.1.9. Personalización de Vistas.

La personalización de vistas, brinda al usuario la posibilidad de trabajar en diferentes perspectivas. Existen tres tipos de vista recomendadas por el programa, mismas que son:

Conceptual view, Engineering view y Custom view. Adicionalmente, permite añadir vistas personalizadas dependiendo de las necesidades o requerimientos que presente el diseñador.

Figura 20

Panel de Cambio de Vistas

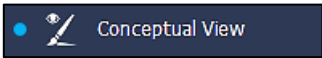
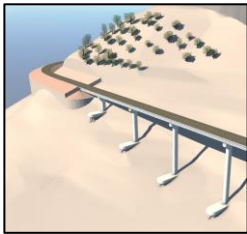
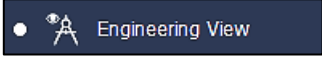


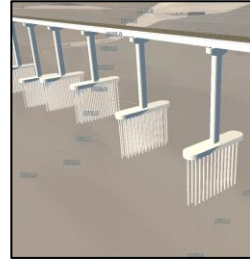
Nota. Se presenta diferentes cambios de vista del programa. Elaborado por: Los autores a través del software Autodesk “Infraworks” (2023).






Como se muestra en la figura 20, se detallan las principales funciones del panel de cambio de vistas:

Tabla 19

Funciones Panel de Cambio de Vistas

ÍCONO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	Conceptual View	Muestra una vista en 3D, que simula la realidad en el entorno del modelo. 
	Engineering View	Muestra en la vista las estructuras y superficies creadas. Se muestra el aspecto técnico de los elementos estructurales.



 Custom View	Custom View	Es la vista creada por default en el programa para ser modificada según los requerimientos del usuario.
	Configure	Permite configurar los parámetros de la vista activa
	Reset	Permite resetear a los valores pre-establecidos en los parámetros de las vistas activas
	Add	Permite añadir nuevas vistas con los requerimientos del usuario.
	Expand / Collapse	Expandir o contraer panel de vistas.

Nota. Se describen las funciones mostradas en la Figura 20. Elaborado por: Los autores a través de Autodesk (2023), Autodesk “Infraworks” (2023).

4.2.2. Espacio del Proyector.

El espacio del proyecto o espacio del modelo, es el área de trabajo del modelo, mismo que se emplea para realizar y visualizar el desarrollo del proyecto. Según Autodesk (2023) “las acciones que se realizan en el espacio del modelo se suelen denominar acciones en el lienzo”. De tal forma que toda acción realizada en el software, se proyectará en el espacio del modelo. Adicionalmente este espacio posee un View Cube, mismo que brinda la capacidad de modificar las vistas del usuario.

A continuación, se muestra el Espacio del Proyector y sus secciones específicas:

- 1 Espacio del Modelo o Proyector
- 2 Coordenadas del Modelo
- 3 View Cube

Figura 21

Espacio del Proyector



Nota. Se muestra Espacio del Proyector y sus secciones. Elaborado por: Los autores a través del software Autodesk “Infraworks” (2023) con el proyecto Roads Tutorial (December 2021) cargado en el programa (2021).

4.2.3. Paneles Anclados.

Existen varios paneles, paletas y herramientas cargadas en el software Infraworks, cabe mencionar que están anclados o desanclados; están ubicados en la parte derecha de la ventana del aplicativo, en cual se hilvana a continuación:

4.2.3.1. Panel Origen de Datos.

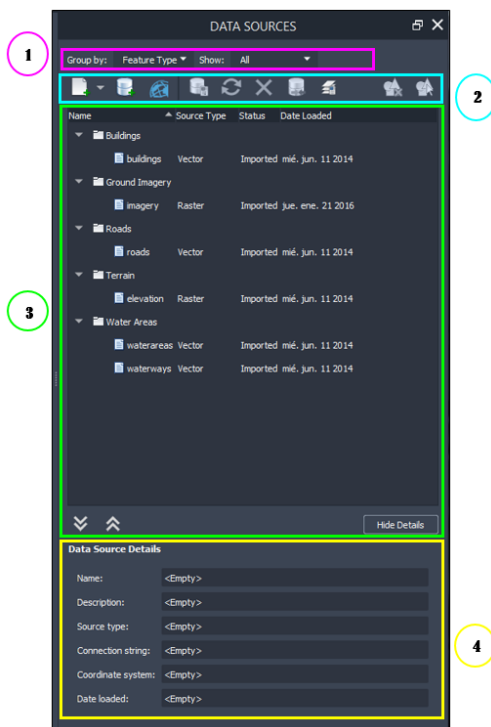
Esta función remite en el inicio de cualquier modelo a realizar. Básicamente origina datos, el punto de partida, sean estos con otros softwares compatibles en la interacción de información. Ex post, con datos receptados proceder al modelamiento y especificaciones establecidas por el usuario, como: Nombre, descripción, tipo de origen, cadena de conexión, sistema de coordenadas y fecha de carga.

Posteriormente, se describe y se secciona el Panel de Origen de Datos a continuación:

- 1 Display dropdown menus
- 2 Data Source Tools
- 3 Data Source List
- 4 Details

Figura 22

Panel de Origen de Datos



Nota. Se expone el Panel de Origen de Datos y sus partes seccionadas que contiene.

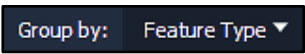
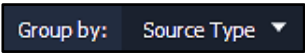
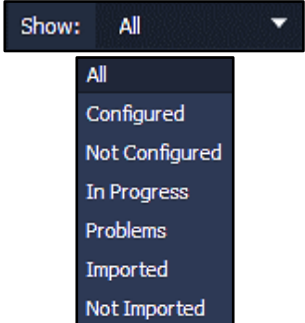
Elaborado por: Los autores a través del software Autodesk “Infraworks” (2023) con el proyecto Roads Tutorial (December 2021) cargado en el programa (2021).

Como se muestra en la figura 21, se detallan las principales funciones del panel de origen de datos:

4.2.3.1.1. Menús Desplegables de Visualización.

Tabla 20

Menús Desplegables de Visualización






MENÚ DESPLEGABLE	DESCRIPCIÓN
	Agremia los elementos por tipo de funcionalidad o de origen, cabe recalcar, por defecto del software los bancos de datos están organizados por el tipo de elemento.
	Agremia y filtra los elementos por el origen o procedencia de cada dato establecido.
	Permite visualizar los datos de cada tipo según lo solicite el usuario.






Nota. Se describen las funciones mostradas en el ítem 1 de la Figura 21. Elaborado por: Los autores a través de Autodesk (2023), Autodesk “Infraworks” (2023).

4.2.3.1.2. Herramientas de Origen de Datos.

Tabla 21

Herramientas de Origen de Datos

ÍCONO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	Add File Data Source	Importa datos de los orígenes de datos archivo.
	Add Database Data Source	Importa datos de orígenes de bases de datos.
	Add ArGIS Data Source	Añade datos ArcGIS hacia un modelo de Infraworks desde una cuenta ArcGIS Online o Enterprise.
	Configure Data Source	Configura el origen de datos, anteriormente importados.
	Refresh Data Source	Actualiza el banco de datos elegidos a partir de los datos originales. En caso de tener cambios no

		requeridos, esta función puede regresar a los datos originales.
	Remove Data Source	Elimina el origen de datos elegidos del modelo.
	Manage Paths of File Data Sources	Actualiza la ubicación de los orígenes de datos en el modelo si sufrió cambios de nombre o se movió.
	Manage the Order and Visibility of Surface Data	Los elementos que se ajustan al terreno se consideran “capas de superficie”, también puede controlar la visibilidad de las capas .
	Delete Data Source Features	Suprime todos los elementos de la base de datos elegidos, pero mantiene su dirección.
	Select Data Source Features	Selecciona todos los elementos en el origen de datos elegidos.



Nota. Se describen las funciones mostradas en el ítem 2 de la Figura 21. Elaborado por: Los autores a través de Autodesk (2023), Autodesk “InfraWorks” (2023).

4.2.3.1.3. *Lista de Orígenes de Datos.*

Permite visualizar la lista para ordenarlos de forma ascendente y descendente, haciendo click en el encabezado, dependiendo el requerimiento del usuario. Presionando click derecho en cualquier origen de datos para observar las opciones correspondientes; el cual, puede cambiar el nombre de origen de datos por medio de menú contextual.

Tabla 22

Herramientas de Lista de Orígenes de Datos

ÍCONO	DESCRIPCIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> Expand all.
	<ul style="list-style-type: none"> Collapse all.

Nota. Se describen las funciones mostradas en el ítem 3 de la Figura 21. Elaborado por: Los autores a través de Autodesk (2023), Autodesk “InfraWorks” (2023).

4.2.3.1.4. *Detalles.*

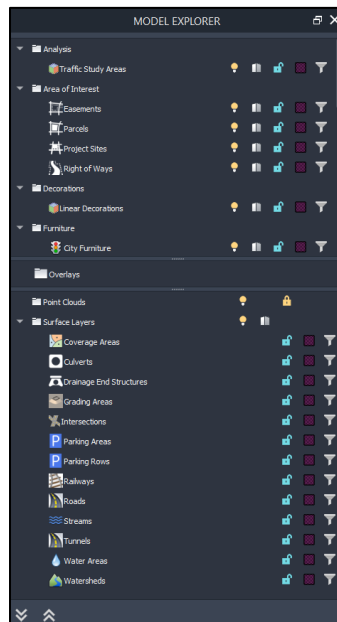
Mostrar u ocultar los detalles del origen de datos que el usuario ha seleccionado. Esta sección incorpora el sistema de coordenadas y serie de conexión para el origen de datos. Cabe decir, que no puede sufrir modificaciones esta información; en caso que el usuario necesite hacer cambios debe usar “Configurar origen de datos”.

4.2.3.2. **Panel Explorador del Modelo.**

Permite el control de la visibilidad y disponibilidad de selección de elementos.

Figura 23

Explorador del modelo



Nota. Se presenta el panel explorador del modelo. Elaborado por: Los autores a través del software Autodesk “Infraworks” (2023) con el proyecto Roads Tutorial (December 2021) cargado en el programa (2021).

4.2.3.2.1. Iconos de Panel Explorador del Modelo.

Tabla 23

Iconos de Panel Explorador del Modelo

ÍCONO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	Layer Visible	Permite la visualización u oculta orígenes de datos en el modelo. Bombilla de color blanco oculta, bombilla de color amarillo muestra. Los elementos como: terreno, agua, carreteras, etc. Se adecuan directamente en el terreno. El control, tanto para mostrar u ocultar, controla su visualización como grupo. En caso se necesite ejecutar de manera individual, hacer click derecho en la entrada de capas de modelo de las superficies y hacer click en Gestionar capas de superficie.
	Adaptive LOD	Accede a ajustar la medida de detalle que se puede ver de varias distancias. Si define el nivel de detalle general en una cantidad alta, se visualizará con mayor cantidad los detalles a una distancia mayor; al alejarse el nivel de detalle disminuye y los elementos más lejanos tienen una cantidad de detalle más bajo. Para cambiar la configuración de nivel de detalle adaptivo, se utiliza el nivel de detalle adaptivo/máximo, de tal manera se utilizará el nivel máximo de detalle disponible. Si el icono está sombreado, significa que tiene el nivel de detalle máximo, y si está en blanco, significa que tiene el nivel de detalle mínimo.
	Feature Class Unlocked / Locked for Selection	Cambia los datos, del origen de datos en seleccionables / no seleccionables. Si el icono está de color amarillo y presenta el candado cerrado, significa que el origen de datos no se puede escoger. En caso que el origen de datos esté bloqueado, no se puede emplear. Seleccionar elementos de origen de datos, en el Panel Origen de datos.
	Activate / Clear Highlighting	Resalta los elementos de este origen de datos. Si el icono está de color amarillo, significa que están seleccionados, si está atenuado el icono, significa que no están seleccionados.
	Create Subset	Instaura un subconjunto de elementos por medio de una expresión. Para realizar un conjunto de elementos filtrados iguales con los parámetros que especifique un nuevo subconjunto, utilice “Crear nuevo subconjunto”. Click con el botón derecho en el subconjunto para observar las operaciones que se puede realizar en él.

Nota. Se describen las funciones mostradas en la Figura 23. Elaborado por: Los autores a través de Autodesk (2023), Autodesk “Infraworks” (2023).

4.2.3.3. Panel de Propuestas.

El panel de propuestas permite observar la información sobre todas las propuestas, incorporado el modelo original.

Para ingresar al panel Propuestas, se procede con los siguientes pasos:

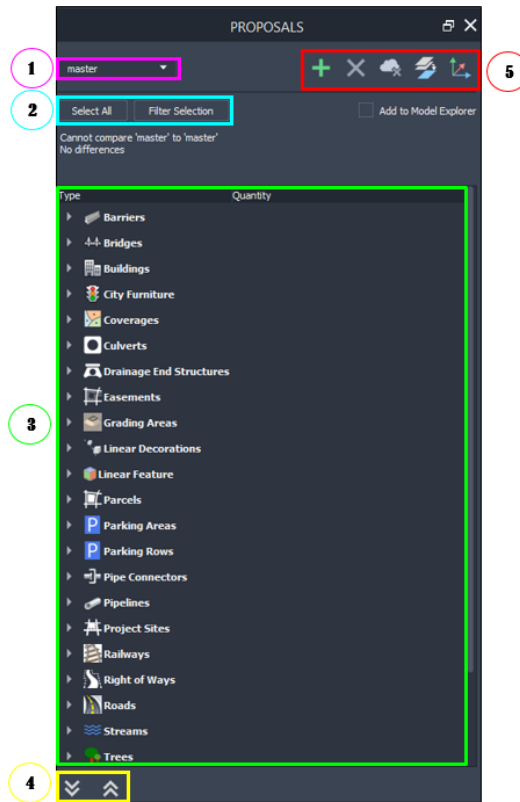
- 1.** Click en Administrador.
- 2.** Click en el modelo que se esté ejecutando.
- 3.** Posteriormente, click en propuestas.

A continuación, se presenta el Panel de Propuestas y sus secciones del contenido:

- 1** Lista de Propuestas
- 2** Botones de Selección
- 3** Lista de Elementos
- 4** Lista de Origen de Elementos
- 5** Barra de Panel de Propuesta

Figura 24

Panel de Propuestas



Nota. Se presenta el Panel de Propuestas con sus respectivas secciones y nombres específicos. Elaborado por: Los autores a través del software Autodesk “Infraworks” (2023) con el proyecto Roads Tutorial (December 2021) cargado en el programa (2021).

Como se muestra en la figura 24, se detallan las principales funciones del panel de propuestas:

4.2.3.3.1. Lista de Propuestas.


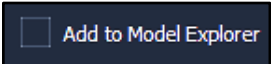
El usuario deberá elegir la propuesta en la que quiere trabajar. En la lista consta el modelo original y todas las propuestas realizadas en el modelo.

4.2.3.3.2. *Botones de selección.*

Destaca los elementos del modelo, y en caso de optar, se puede añadir al Explorador del modelo.

Tabla 24

Botones de Selección

NOMBRE / ÍCONO	DESCRIPCIÓN
	Para escoger todos los elementos que se incorporaron a la propuesta reciente, ya sea (bocetos / importación), procedemos a hacer click en Seleccionar todo. Si fuse el caso, de disponer de un conjunto de selección actual que contiene los elementos propuestos y principales, procedemos a realizar click en Filtrar selección para observar solo los miembros del conjunto de selección que se han incorporado a la propuesta.
	Por defecto del software, los elementos propuestos se exhiben en el panel Propuestas, de tal manera que no están el explorador del modelo. Si los elementos propuestos se desean añadir al Explorador del modelo, resaltamos y seleccionamos “Añadir al Explorador del modelo”. Los elementos añadidos no se pueden eliminar del Explorador del modelo, si fuese el caso de eliminar, también se suprime del modelo actual.

Nota. Se describen las funciones mostradas en la Figura 23. Elaborado por: Los autores a través de Autodesk (2023), Autodesk “Infraworks” (2023).

4.2.3.3.3. *Lista de elementos.*

Los elementos nuevos que se han creado, en la parte inferior, presentan en la lista información básica (cantidad de elementos añadidos y eliminados y su área o longitud). Para observar más información sobre estructuras como: carreteras, edificaciones o ferrocarriles. Se procede a expandir la entrada de detalles; haciendo click en su valor ID (debajo de detalles).






4.2.3.3.4. *Lista de Origen de Elementos.*

Para visualizar el origen de datos, utilizamos las flechas (Expandir todo o contraer todo). Al contraer la lista, se puede observar únicamente los títulos de los tipos de elementos. Para expandir los tipos de elementos individuales, realizamos click en el botón derecho ubicado en cualquier origen de datos para ver las opciones correspondientes.

4.2.3.3.5. *Barra de Panel de Propuesta.*

Tabla 25

Barra de Panel de Propuesta

ÍCONO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	Add New Proposal Based on Current Proposal	Añade una propuesta a la principal. Dicha propuesta nueva se basa en la anterior. Al principio contiene los mismo elementos que la propuesta que estaba activa anteriormente
	Delete Proposal from Local Model	Suprime la propuesta actual desde el modelo local. De manera automática también elimina los elementos creados en dicha propuesta o modelo. En caso que tenga copia del modelo en la nube, esta opción no elimina el modelo realizado.
	Delete Proposal from Cloud Model	Suprime la propuesta presente en el modelo de la nube; la propuesta sigue disponible en el modelo local
	Merge Proposals	Unifica dos propuestas combinando sus cambios. Esta herramienta resalta, los elementos que están en problemas, de color rojo. Para suprimir los inconvenientes se procede a seleccionar los elementos, posteriormente colocamos suprimir.
	Toggle 2D/3D Sketch Display	Cambia la visualización, ya sea en dos o tres dimensiones, dependiendo el requerimiento del usuario.

Nota. Se describen las funciones mostradas en el ítem 5 de la Figura 24. Elaborado por: Los autores a través de Autodesk (2023), Autodesk “Infraworks” (2023).

4.2.3.4. Panel Reglas de Estilo.

El panel Reglas de Estilo, permite definir las expresiones que determine la apariencia de los elementos, se ejecuta dicha función de la siguiente manera:

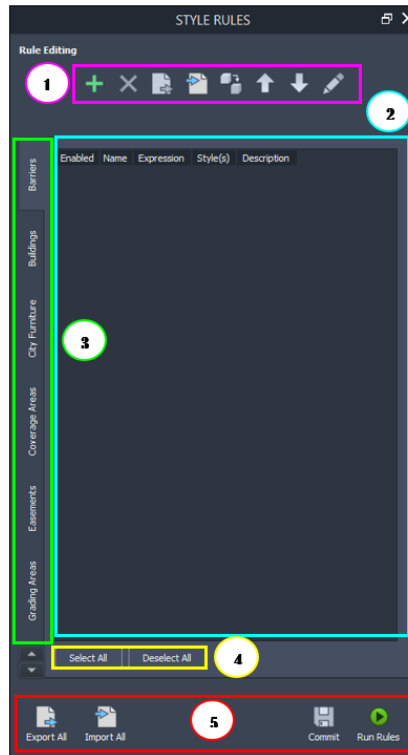
1. Hacer click en Administrar
2. Se despliega la opción mostrar, y damos click
3. Finalmente, colocamos en Reglas de estilo

Se presenta las Reglas de Estilo, el contenido y secciones a continuación:

- 1 Rule Editing Tools
- 2 Style Rules
- 3 Category Tabs
- 4 Select All / Global Rules Tools All
- 5 Global Rules Tools

Figura 25

Reglas de Estilo








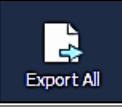





Nota. Se exhibe Reglas de Estilo y su respectivo contenido. Elaborado por: Los autores a través del software Autodesk “Infraworks” (2023).

Los elementos del panel de reglas de estilo, definimos cada uno con su respectivo icono, nombre y descripción, a continuación:

Tabla 26

Panel de Reglas de Estilo

HERRAMIENTAS DE EDICIÓN DE REGLAS		
ÍCONO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	Add a New Empty Rule of the Current Rule Type	Crea una regla vacía de la categoría actual o presente. Procedemos, haciendo doble click en la regla para observar el editor de reglas, el cual define la regla requerida.
	Delete the Currently Selected Rule	Suprime la regla seleccionada desde el panel Reglas de estilos.
	Save all Selected Rules Into a JSON File	Guarda todas las reglas en un archivo XML, el cual se especifique. Todas las reglas que se añaden a la categoría presente del panel Reglas de Estilo.
	Load Rules from JSON Files for the Current Rule Type	Importa estilos de reglas, desde un archivo XML.
	Create a Copy of the Currently Selected Rule	Duplica la regla de estilo actual. Crea una nueva regla estilo que sea igual a la que está copiando. La copia generada está ubicada en la sección de vista preliminar.
	Move the Selected Rule(s) one Position Up / Down	Traslada la regla escogida una posición superior o inferior.
	Edit Properties of the Currently Selected Rule	Edita o define una regla, abriendo el cuadro de dialogo “Editor de Reglas”.
STYLE RULES: La fila de lista representa una regla, Cada una se aplica en el orden en que aparecen en la lista		
CATEGORY SHEETS: Las fichas contienen catálogos de reglas de estilos de cada clase de elementos. Ya que, las reglas de estilos usan expresiones y cada una de estas, contienen propiedades específicas.		
SELECT ALL / DESELECT ALL: Selecciona o anula las reglas escogidas de cualquier operación.		
HERRAMIENTAS DE REGLAS GLOBALES		
	Export all	Guarda todas las reglas establecidas de todos los tipos de reglas en un archivo XML, el cual se requiera.
	Import all	Carga reglas de todos los tipos de reglas, en archivo XML.
	Commit	Guarda reglas que han sido modificadas de cualquier tipo de regla en la base de datos
	Run Rules	Guarda las reglas modificadas e inicia una regeneración del modelo.

Nota. Se describen las funciones mostradas en la Figura 24. Elaborado por: Los autores a través de Autodesk (2023), Autodesk “Infraworks” (2023).

CAPÍTULO V

MODELACIÓN EN EL SOFTWARE “INFRAWORKS”

5.1. Determinación de Parámetros para la Modelación Vial.

El tramo de vía a modelar “Salcedo - Tena”, se toma como referencia para una finalidad práctica de ejemplificar el manejo del programa, a través de la guía práctica. De tal manera, se establecen los siguientes parámetros de diseño de la vía, mismos que fueron empleados al momento de diseñar el tramo de vía en el programa “Civil 3D” (Diseño realizado por el Ingeniero Hugo Carrión) y se verificarán en el software “Infraworks”:

Figura 26

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									
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	35	25 ⁽³⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽³⁾		
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 ⁽³⁾	
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	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	34	110
Peralte	MAXIMO = 10%												10% (Para V >= 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)																	
Coefficiente "K" para: ⁽⁴⁾																														
Curvas verticales cóncavas (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 ⁽⁵⁾ 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 ⁽⁶⁾ 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 ⁽⁷⁾ 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 (C.V. Tipo 5 y 5E)				4.0													
Gradiente transversal para espaldones (%)	2.0 ⁽⁹⁾ - 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	SERÁ LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VÍA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																													
Carga de diseño	0.50 m mínimo a cada lado																													
Ancho de la calzada (m)	Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																													
Ancho de Aceras (m) ⁽¹⁰⁾	Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																													
Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																													
	LL = TERRENO PLANO 0 = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																													

1) 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.

2) Longitud de las curvas verticales: $L = KA$, en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algebraica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales: $L_{min} = 0,60 V$, en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.

3) 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, 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.

4) Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. a 6 m. de altura, previo análisis y justificación.

5) 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 guarda caminos.

6) Cuando el espaldón está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.

7) En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, usense dos aceras completas de 1,20 m de ancho.

8) 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 $V_0 = 20$ Km/h y $R = 15$ m siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

NOTA: Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearán cuando el TPDA es cerca al límite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas Absolutas para una determinada clase, cuando se considere necesario el mejorar una carretera existente siguiendo generalmente el trazado actual.

Nota. Normas de cumplimiento en correlación con el TPDA y tipos de terreno.

Fuente: MTOP (2003).

En base a la norma “MTO (2003)”, para una vía nueva con un TPDA de 800 y terreno montañoso, le corresponden los siguientes parámetros:

TPDA: 800

Clase vía: Tipo III.

Terreno: Montañoso.

Vía Nueva: Recomendable.

Velocidad de Diseño (kph): 60.00 km/h.

Radio Mínimo de Curvas horizontales (m): 110.00 m.

Distancia de Visibilidad para Parada (m): 70.00 m.

Distancia de Visibilidad para Rebasamiento (m): 415.00 m.

Peralte: Máximo 10%

Coefficiente k para:

- **Curvas Verticales Convexas (m):** 12.00 m.
- **Curvas Verticales Cóncavas (m):** 13.00 m.

Gradiente Longitudinal Máxima (%): 7%.

Gradiente Longitudinal Mínima (%): 0.5%.

Ancho de Pavimento (m): 6.70 m.

Ancho de Espaldones (m): 1.00 m.

Gradiente Transversal para Pavimento (%): 2%.

Gradiente Transversal para Espaldones (%): 3%.

5.2. Descarga e Instalación del Software “Infraworks”.

La Universidad Politécnica Salesiana, posee un convenio con la casa Autodesk, mismo que permite descargar y acceder al programa “Infraworks”, a través de la licencia educativa. A continuación, se exponen los pasos a seguir para la activación de la licencia, descarga e instalación del software “Infraworks”:

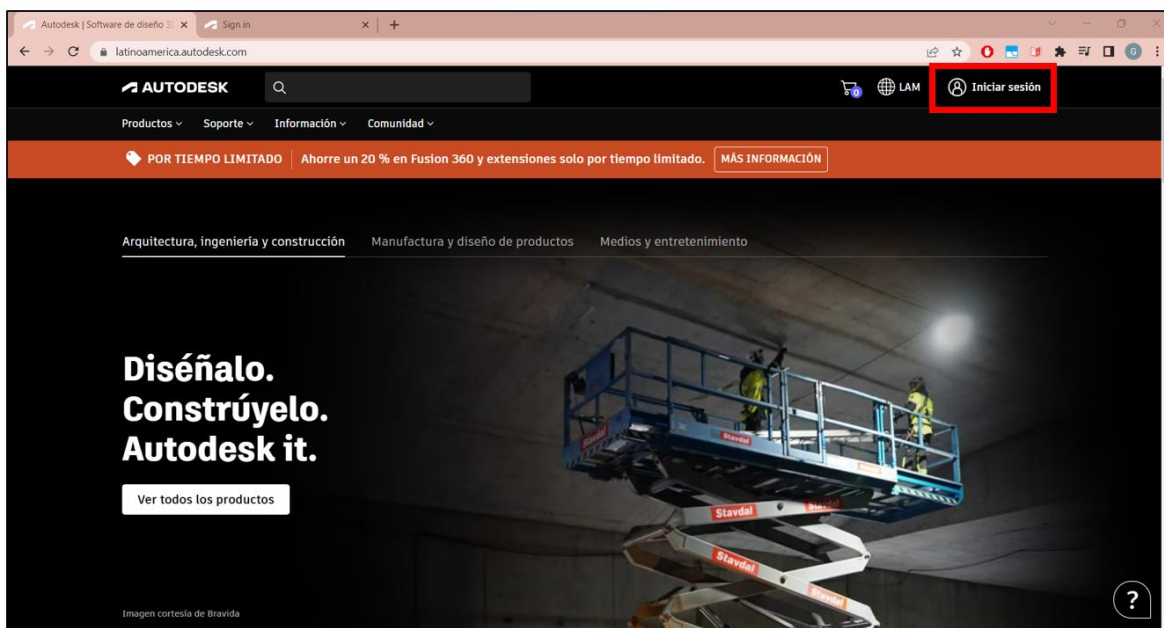
Paso 1. Crear una cuenta “Autodesk”.

Nota: En el caso de nuestro proyecto, se empleará la licencia educativa, por este motivo se debe registrar con la cuenta de la institución educativa. Por tanto, se emplea el correo institucional de la “Universidad Politécnica Salesiana”.

Paso 2. Ingresar a la página de “Autodesk” e iniciar sesión.

Figura 27

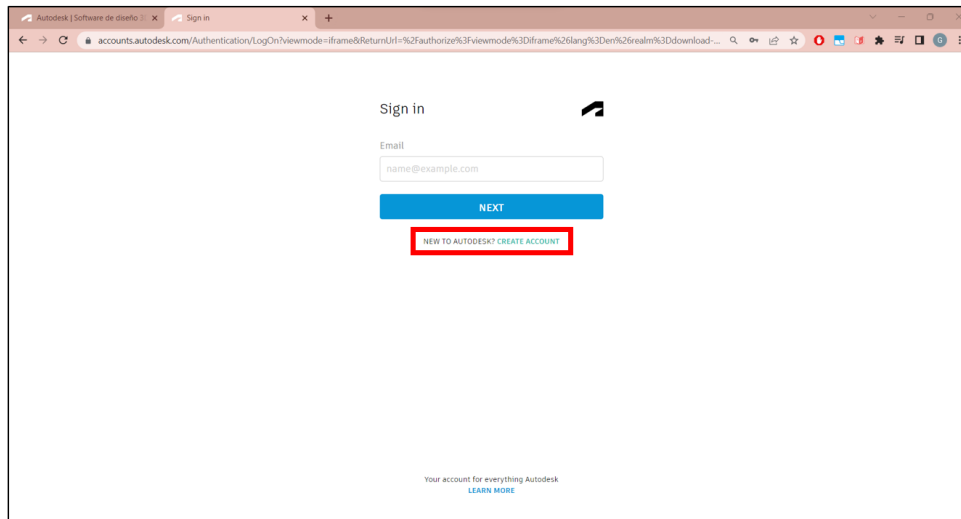
Página Inicial de Autodesk



Paso 3. Dirigirse a “Create Account” (crear cuenta), para generar una cuenta con el correo institucional.

Figura 28

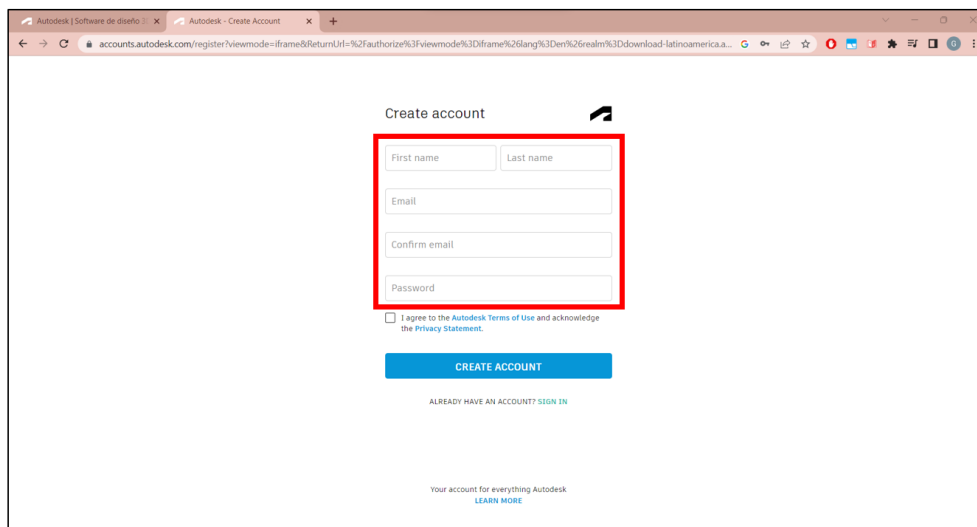
Página de Inicio de Sesión



Paso 4. Se procede a llenar la plantilla con los respectivos datos y contraseña que prefiera colocar.

Figura 29

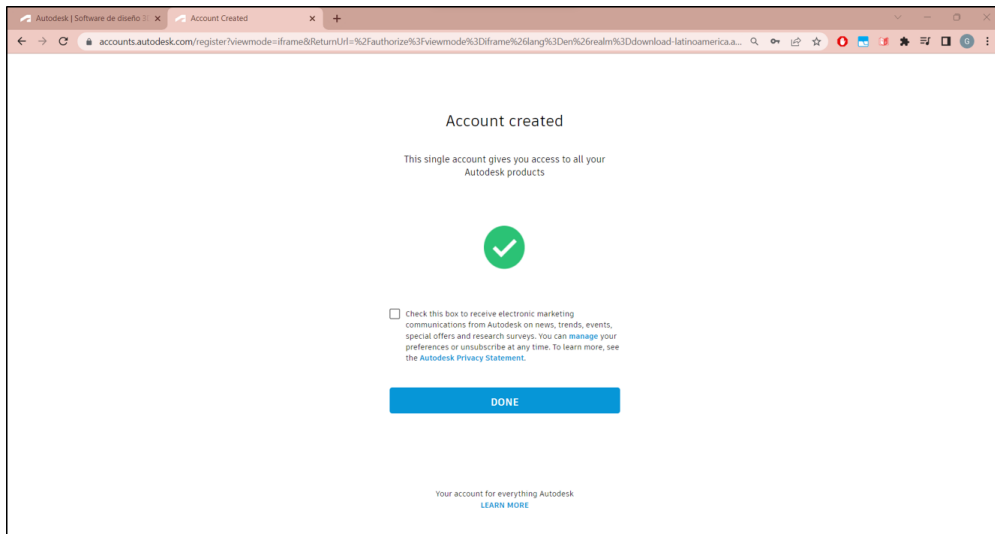
Página de Creación de Cuentas



Paso 5. Tras colocar los datos, se debe verificar en el correo electrónico el mensaje de confirmación de creación de cuenta “Autodesk”.

Figura 30

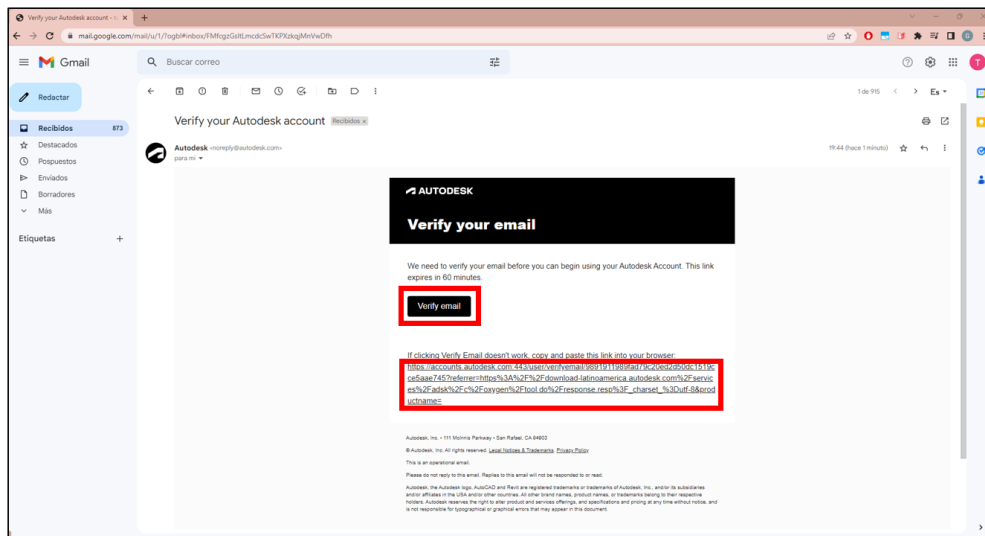
Página de Creación de Cuentas



Paso 6. En el correo electrónico se procede a dar click en la pestaña de verificación o a su vez copiar el link y verificar la cuenta en el enlace que se despliega.

Figura 31

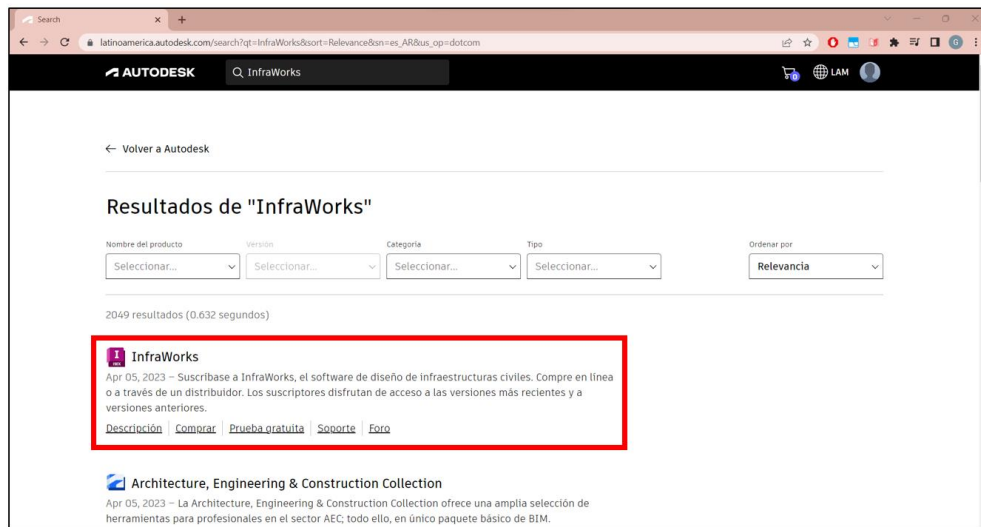
Página de Verificación de E-mail



Paso 7. Una vez creada la cuenta, se ingresa normalmente en la misma y en el buscador se coloca “Infraworks”, para buscar el software requerido.

Figura 32

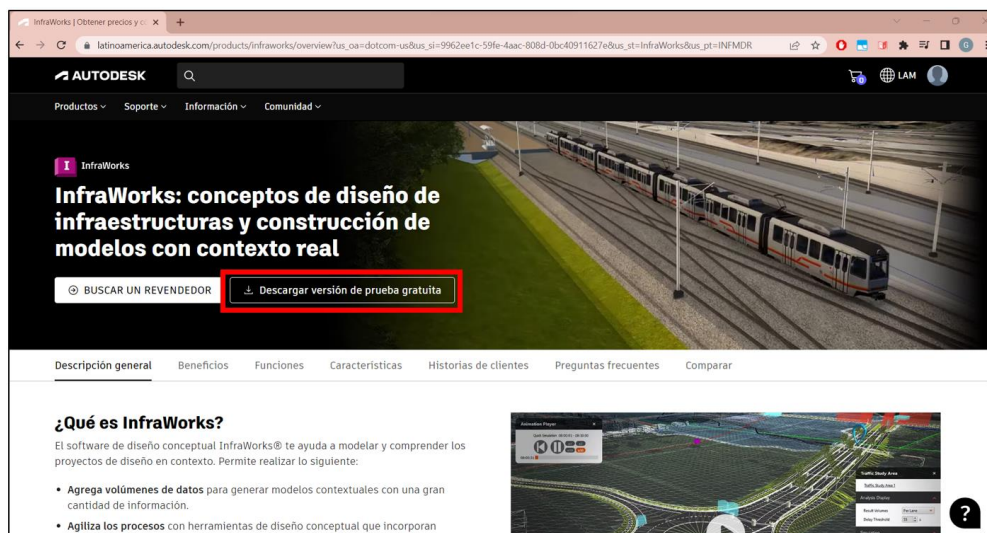
Página de Búsqueda de Productos



Paso 8. Seleccionar la primera opción y optar por la opción “Descargar versión de prueba gratuita”.

Figura 33

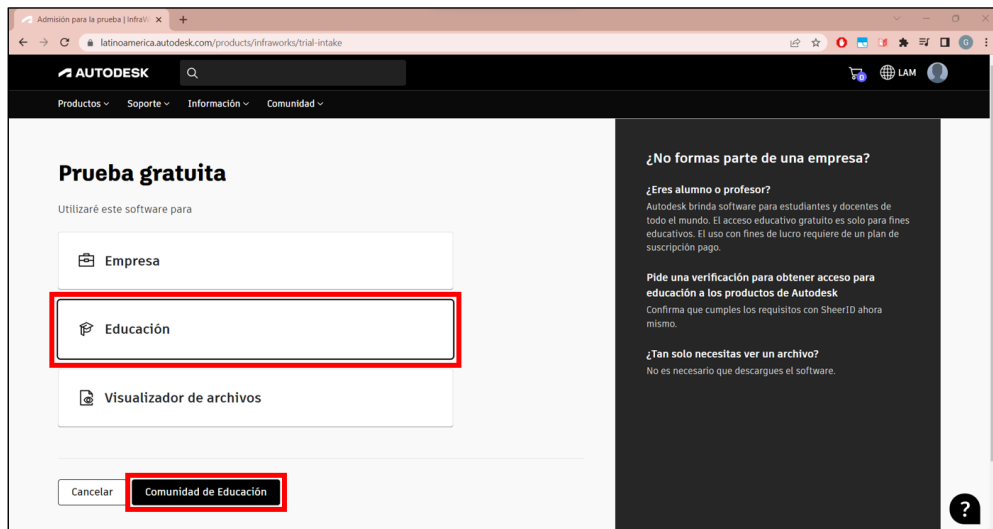
Página de Infraworks (Producto)



Paso 9. La prueba gratuita nos da 3 opciones para el uso del software, en la cual escoge “Educación”, y daremos click en “Comunidad de educación”.

Figura 34

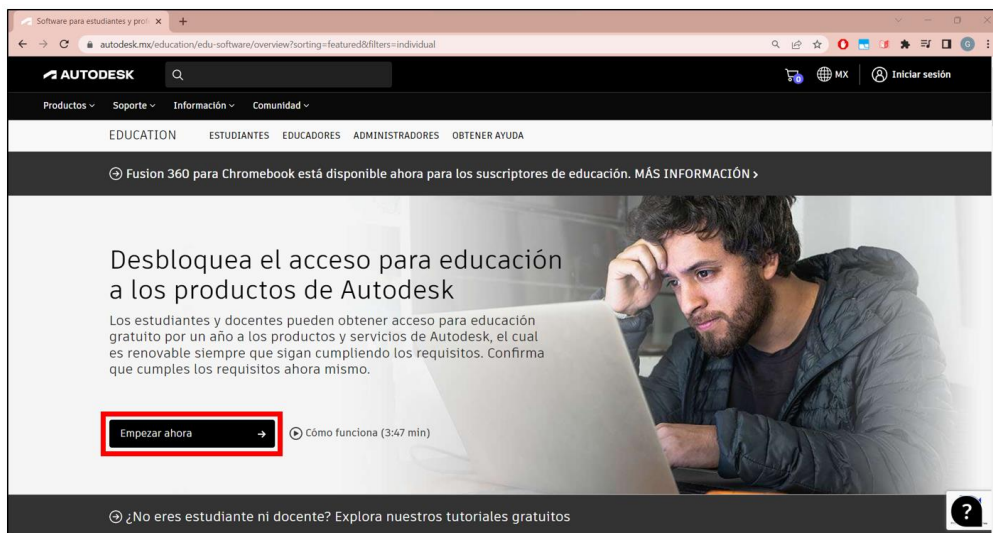
Página de Elección para Tipo de Prueba Gratuita



Paso 10. La página de “Autodesk”, solicitará desbloquear el acceso para educación en los productos. Seleccionar la opción “Empezar ahora”.

Figura 35

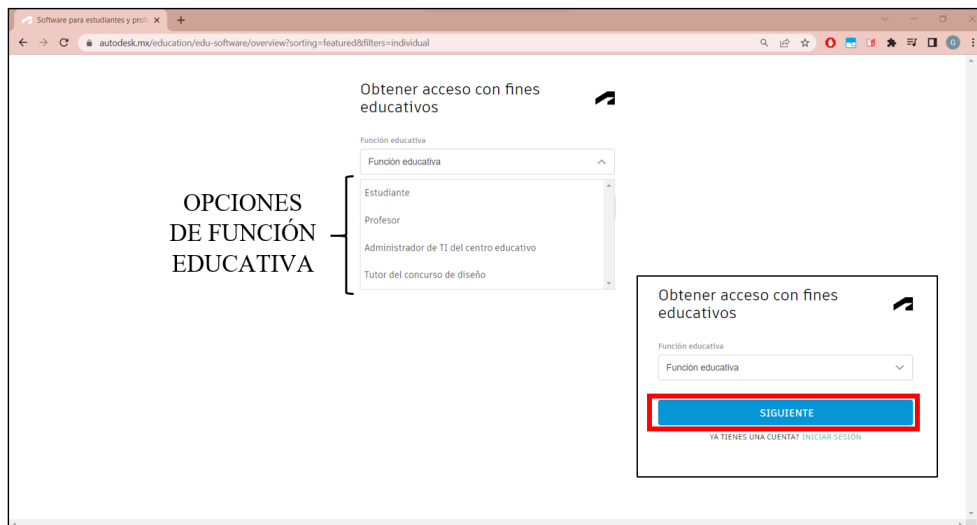
Página de Desbloqueo para el Acceso con Fines Educativos en Productos Autodesk



Paso 11. Seleccionar la función educativa según corresponda, en este caso se seleccionará “Estudiante”, posteriormente dar click en “siguiente”.

Figura 36

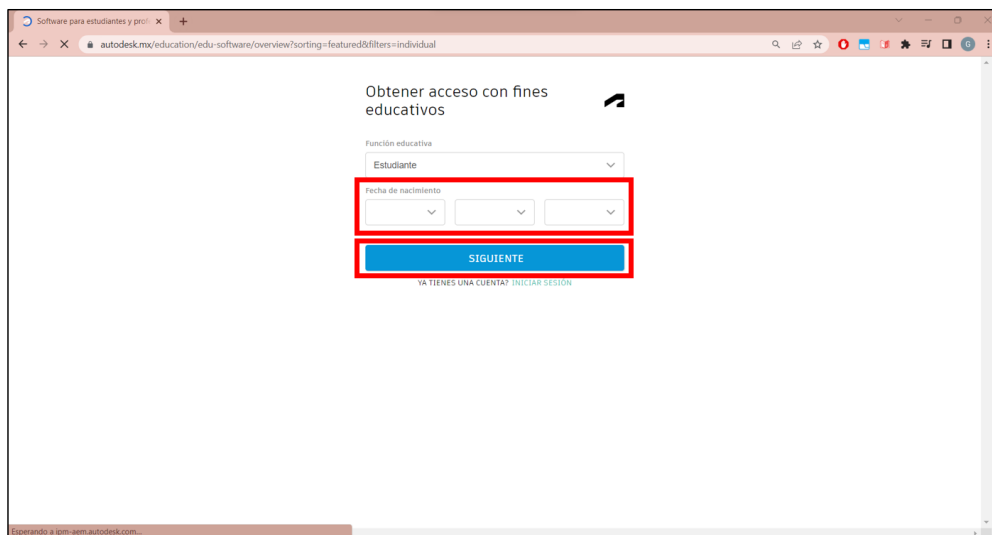
Página de Información para Obtener Acceso con Fines Educativos



Paso 12. A continuación, se coloca la fecha de nacimiento para complementar la información.

Figura 37

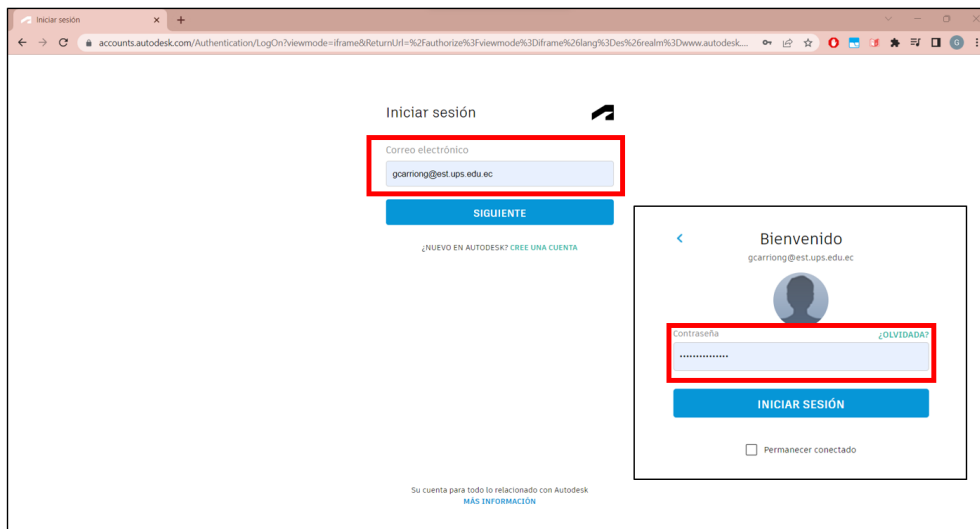
Página de Información Adicional para Obtener Acceso con Fines Educativos



Paso 13. Luego, solicita crear una cuenta. A priori haber obtenido la cuenta, se procede a iniciar sesión.

Figura 38

Página de Inicio de Sesión



Paso 14. Posteriormente, la página solicita “Obtener acceso con fines educativos”, por ende, se seleccionara esta opción.

Figura 39

Página de Obtención de Acceso



Paso 15. A continuación, completar la información requerida y confirmar. Aquí el software enviará un email al correo agregado, donde se comprobará la institución educativa y se tendrá en cuenta la fecha de inscripción en la misma y de graduación para determinar el tiempo de validez de la licencia solicitada.

Figura 40

Página de Información Restante para la Obtención de Acceso

Software para estudiantes y profesores

autodesk.mx/education/edu-software/overview?sorting=featured&filters=individual

AUTODESK

Comprueba que la información a continuación sea correcta y, luego, haz clic en Confirmar.

Debes completar correctamente todos los campos para confirmar si reúnes los requisitos para conseguir acceso para educación a los productos de Autodesk, directos por adelantado o proporcionar herramientas de Autodesk para uso educativo legítimo en todo el mundo.

Correo electrónico

«Dirección de correo electrónico incorrecta?» Actualizar elección

Nombre: Apellido:

País o región de la institución educativa: Tipo de institución:

Country, Territory, or Region

Nombre de la institución educativa:

Fecha de nacimiento: Enero 01 2000

Incluye las fechas de inscripción y de graduación. Esta información no afecta a tu identidad para acceder a los productos de Autodesk con fines educativos.

Fecha de inscripción: Fecha de graduación:

CONFIRMAR Cancelar

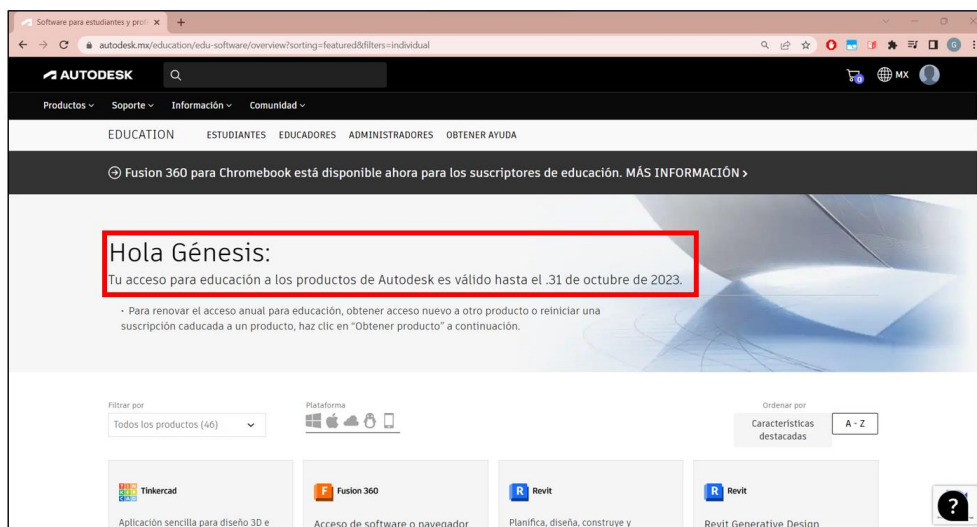
Servicios de identidad con tecnología de SheerID Preguntas frecuentes de SheerID

Términos y condiciones del acceso con fines educativos

Paso 16. Posteriormente, la página confirmará el uso de la licencia educativa para el uso de softwares autorizados de la casa “Autodesk”. Adicionalmente, menciona la vigencia de la licencia, para ocupar los programas requeridos.

Figura 41

Página de Confirmación de Acceso y Vigencia de Licencia Educativa



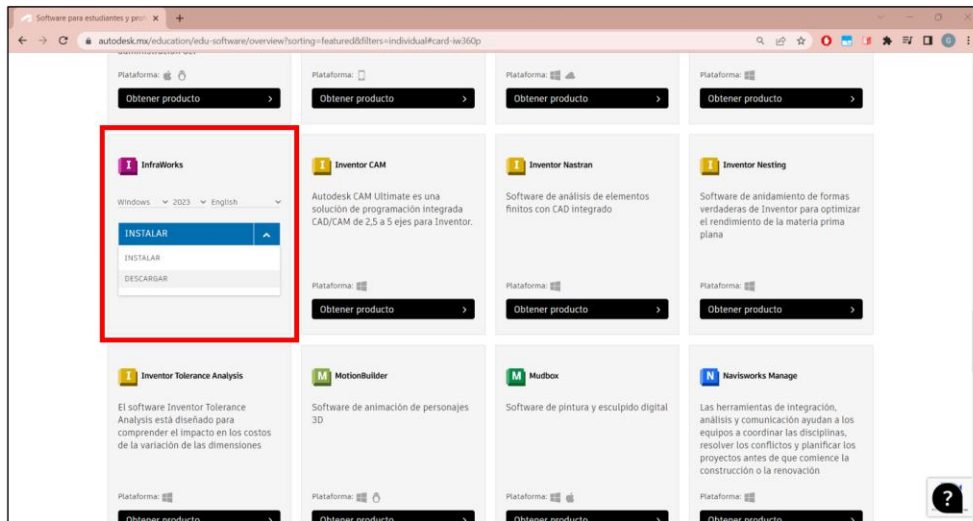
Paso 17. Buscar en la lista de productos el programa que solicite descargar, en este caso será el software “Infraworks”. Dar click en obtener producto, para lo cual se desplegarán las siguientes opciones:

- Windows: Dejar como predeterminado
- Versión: 2023
- Idioma: Ingles
- Instalar: esta opción se puede obtener el producto desde un instalador de la

web o descargar el instalador. La primera opción demora alrededor de unos 5-8 minutos, mientras que la segunda opción tarda alrededor de 1-2 horas dependiendo de la velocidad del servicio de red y ordenador.

Figura 42

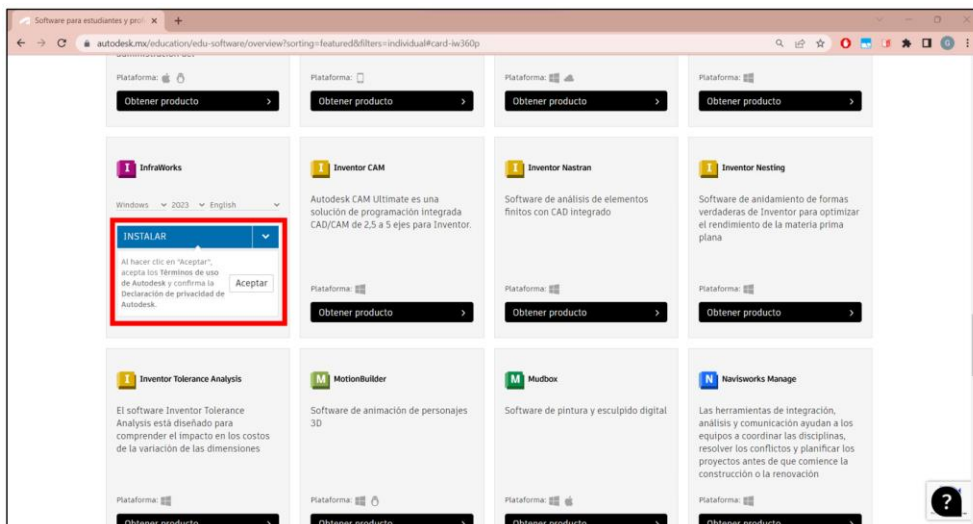
Página de Productos de Instalación



Nota: Se recomienda optar la opción 2023 que se está empleando en este proyecto, en idioma inglés, e instalar directamente desde la red, con la finalidad de ahorrar tiempo. Al instalar desde la red se deberán aceptar los términos que el software solicite para la instalación por este medio.

Figura 43

Página de Instalación de Producto "Infraworks"

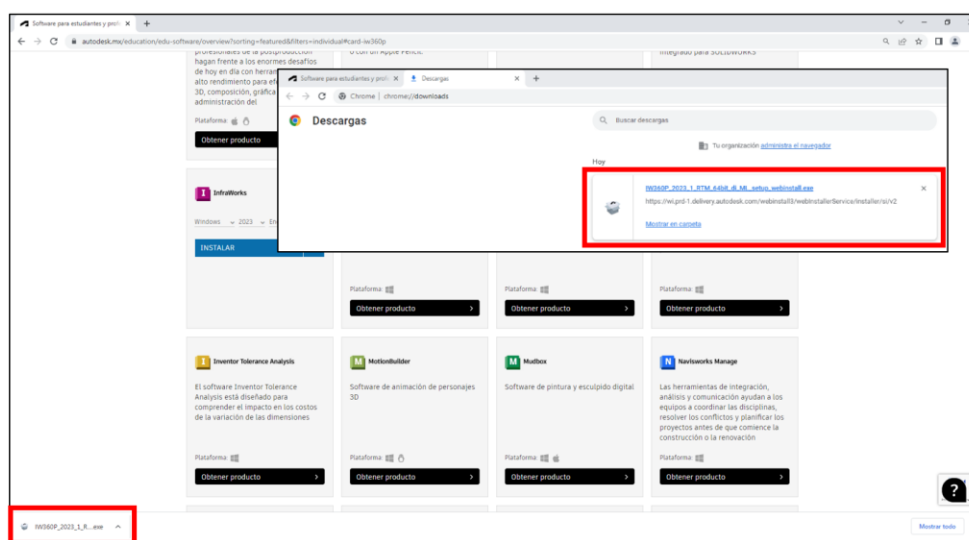


Paso 18. Al dar click en la opción aceptar, se descarga el servidor para instalar mediante la red, este software.

Nota: En caso de no encontrar el archivo descargado en la parte inferior de la pantalla, se hallará en las descargas del buscador (chrome, mozilla, edge, etc.) o directamente en la carpeta “Downloads / Descargas” del equipo, allí se encontrará el instalador “.exe”.

Figura 44

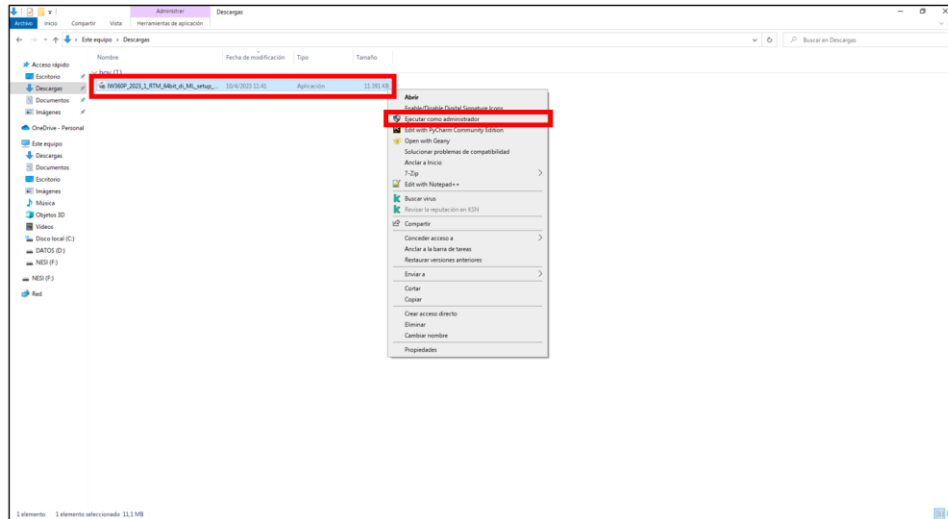
Descarga de Producto “Infraworks”



Paso 19. Una vez concluida la descarga, dirigirse a la carpeta “Downloads / Descargas” del equipo, se procede a dar click derecho en el archivo y “ejecutar como administrador”. Adicionalmente, se procede a aceptar que el programa efectuó cambios en el dispositivo si el ordenador lo solicita.

Figura 45

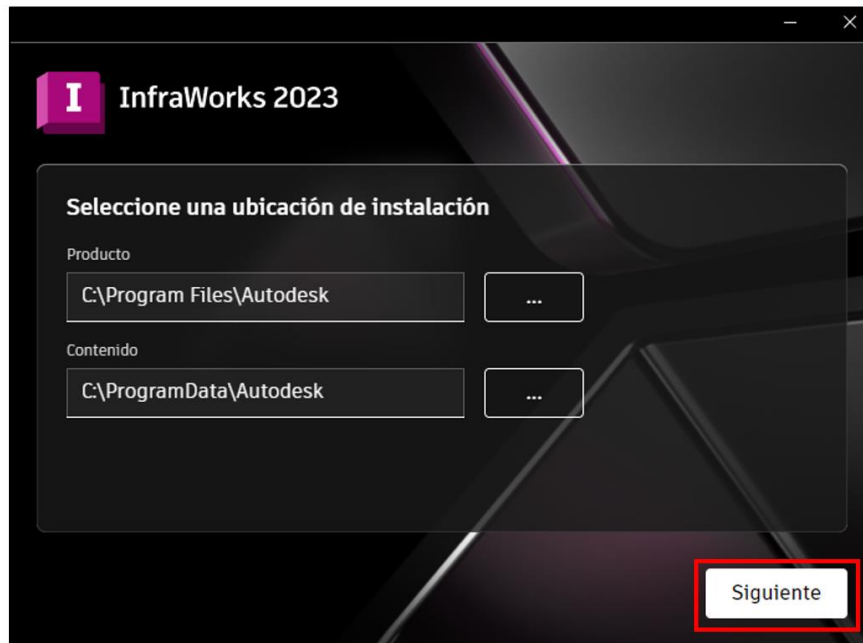
Descargas de Producto “Infraworks” para Instalación



Paso 20. Tras la culminación de este proceso, se presenta el instalador del programa “Infraworks” en el ordenador. Optar como predeterminado la ubicación del archivo del programa y dar click en “Siguiente”.

Figura 46

Ubicación de Instalación



Paso 21. Posteriormente, seleccionar e instalar todos los archivos que muestra por default el programa (resolución media y baja) y proceder a efectuar la instalación (dar click en “instalar”).

Figura 47

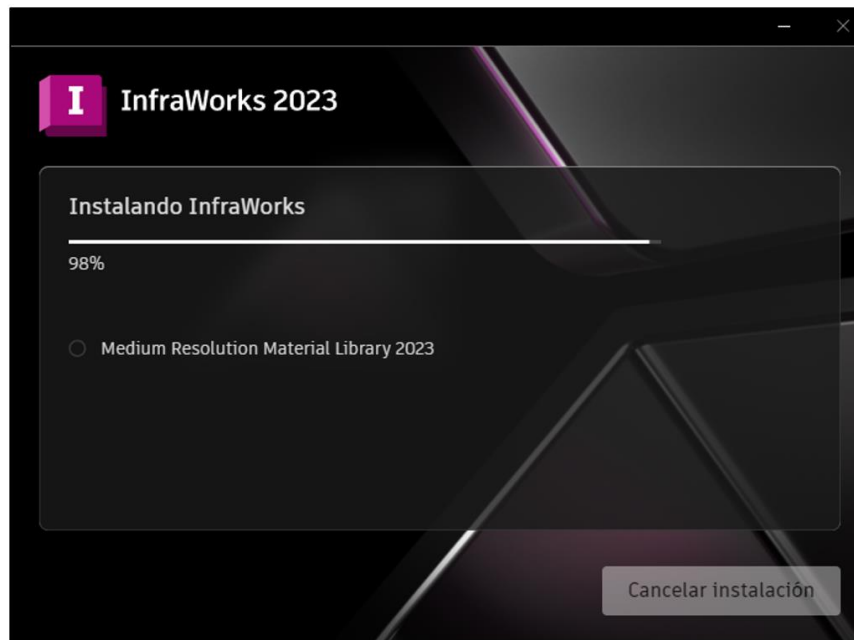
Componentes Adicionales de Instalación



Nota: La descarga del programa dura alrededor de 20 minutos dependiendo de la capacidad del procesador del ordenador y la velocidad de internet.

Figura 48

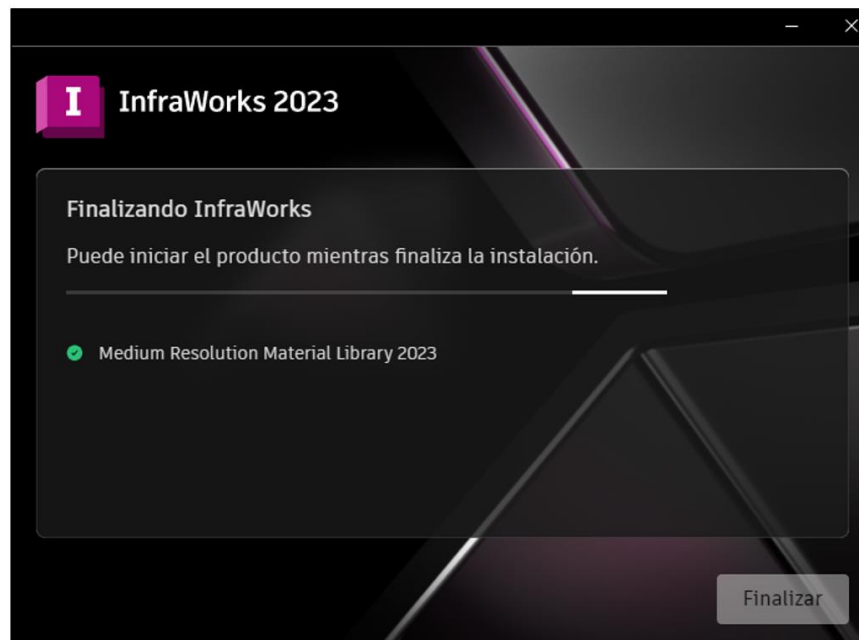
Instalación del Software “Infraworks”



Paso 22. Para culminar, dar click en finalizar.

Figura 49

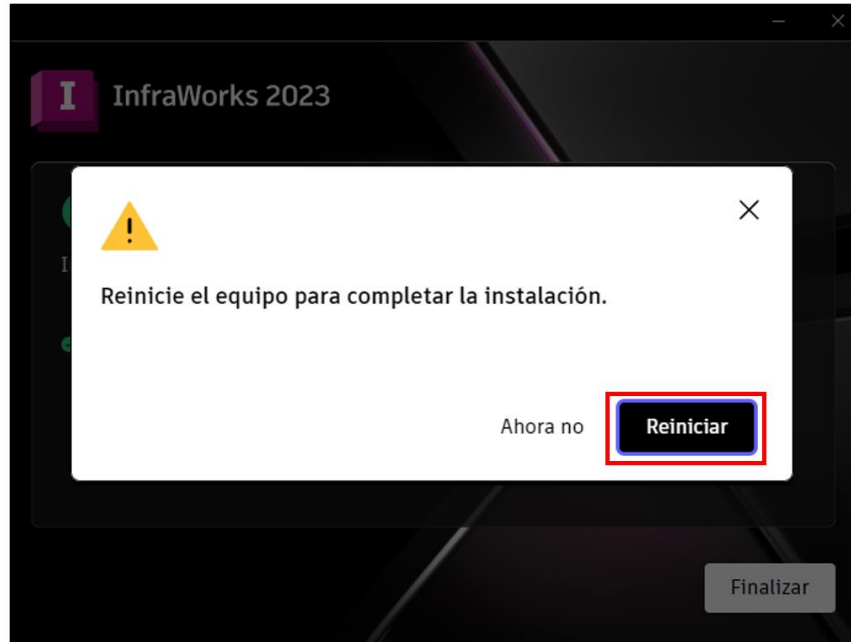
Instalación del Programa “Infraworks”



Nota: El ordenador solicitará reiniciar el equipo para completar la instalación.

Figura 50

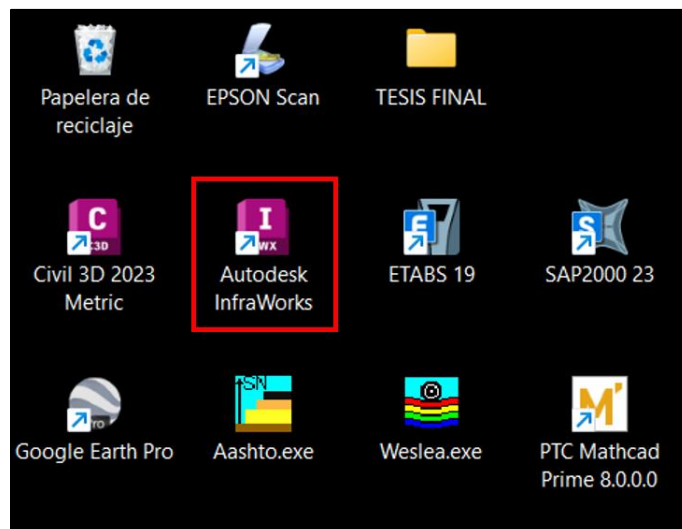
Reinicio de Equipo para Finalizar Instalación del Software “Infraworks”



Paso 23. El software creará automáticamente un acceso directo en el escritorio para acceder. El programa permite abrir archivos “.sqlite” o crear nuevas modelaciones.

Figura 51

Programa “Infraworks”



5.3. Vinculación de Softwares del “Civil 3D” Al “Infraworks”.

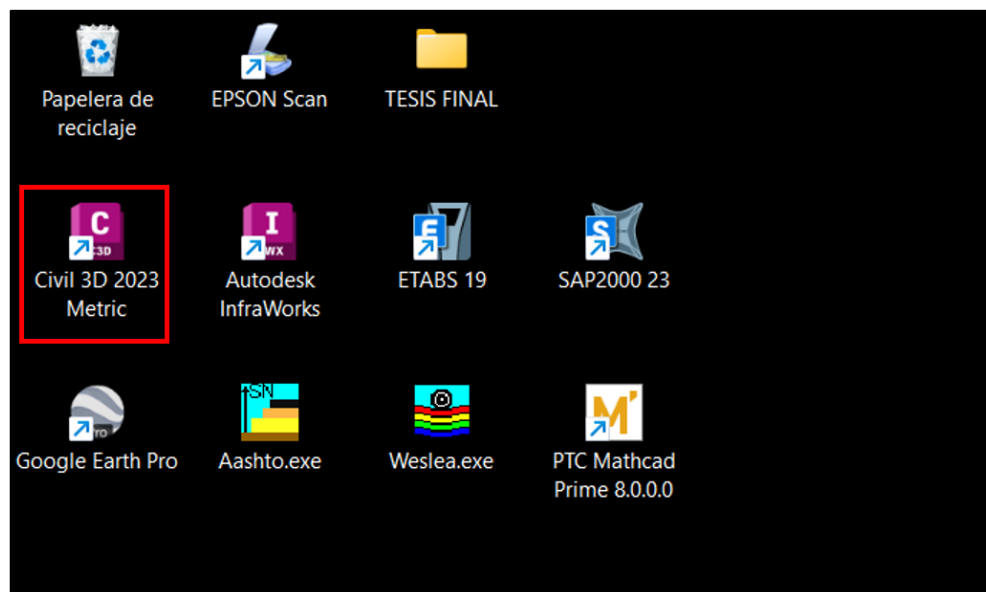
Al tener la misma casa de origen “Autodesk”, existe interoperatividad entre ambos programas. Por esta razón la compatibilidad para trabajos en conjunto, incrementa la facilidad de desarrollar diseños. A continuación, se presentan los pasos para trasladar los datos de un diseño en el programa “Civil 3D” hacia el software “Infraworks”:

Tras realizar el diseño en “Civil 3D” empleando las normas vigentes, se debe exportar el modelo en un formato adecuado (IMX), para trasladar al “Infraworks” los datos del diseño.

Paso 1. Abrir el programa “Civil 3D”.

Figura 52

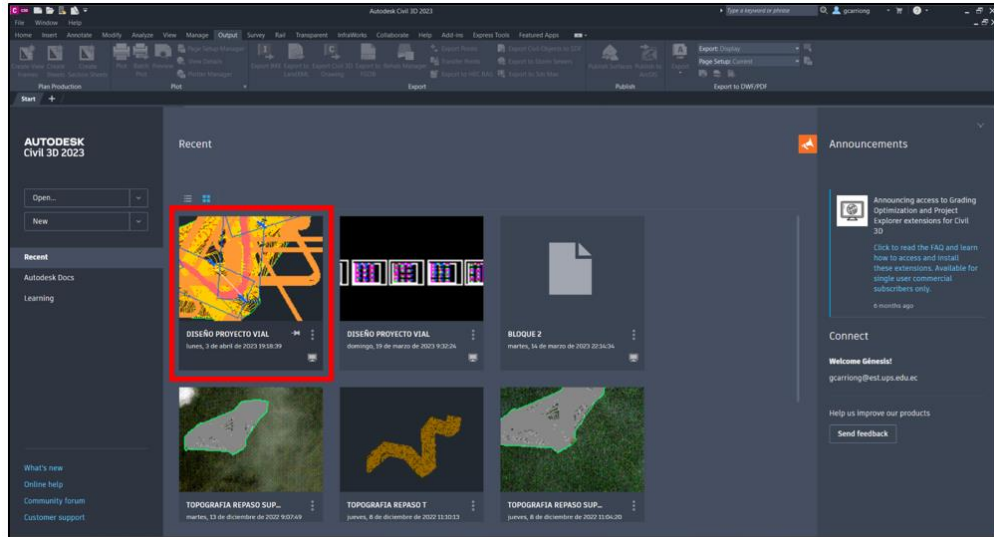
Programa “Civil 3D”



Paso 2. Abrir el modelo previamente diseñado en “Civil 3D”.

Figura 53

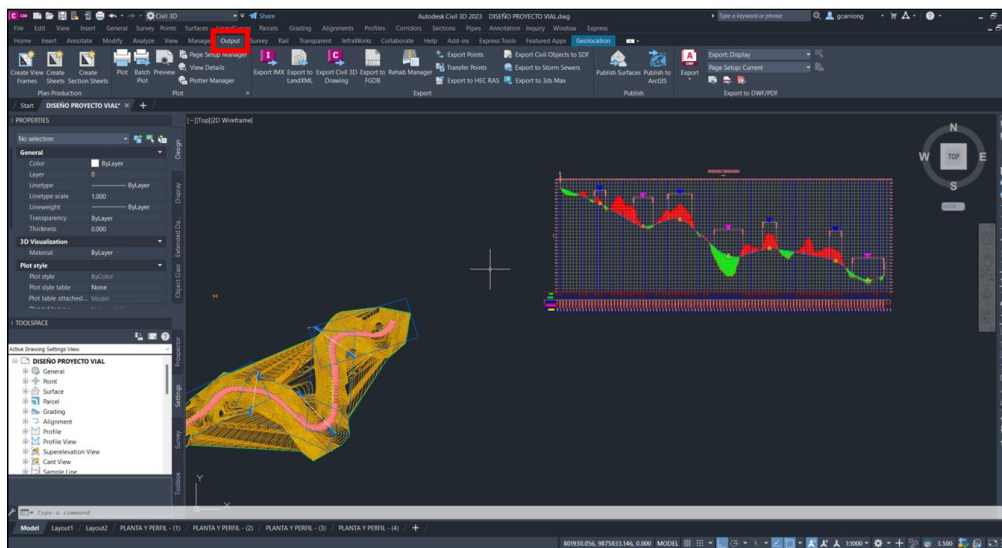
Inicio de “Civil 3D”



Paso 3. En la barra de herramientas, dirigirse a la pestaña “Out Put” del software.

Figura 54

Diseño de Tramo de Vía Salcedo – Tena en “Civil 3D”

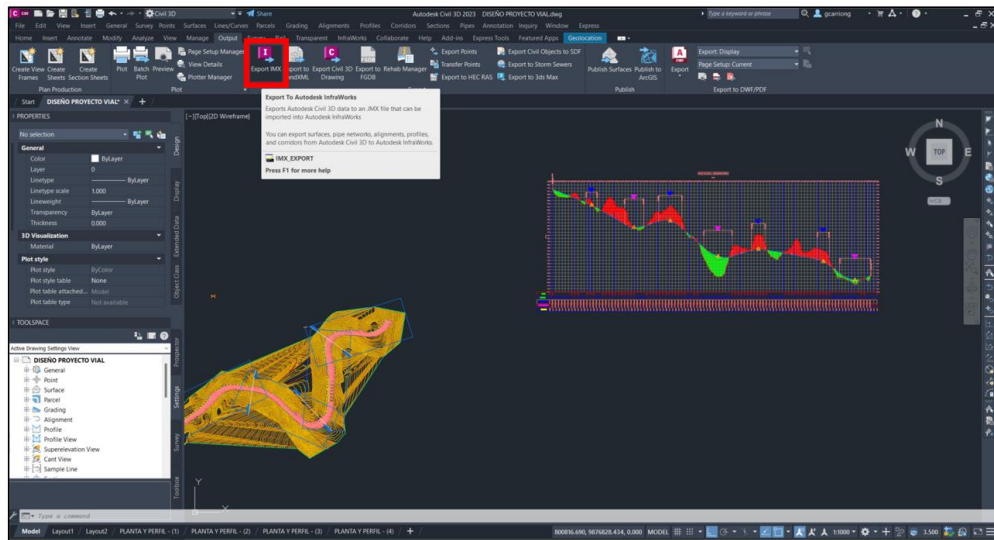


Paso 4. Dar click en Export IMX.

Figura 55

Exportación de Diseño de Tramo de Vía Salcedo – Tena en “Civil 3D” en Formato

IMX

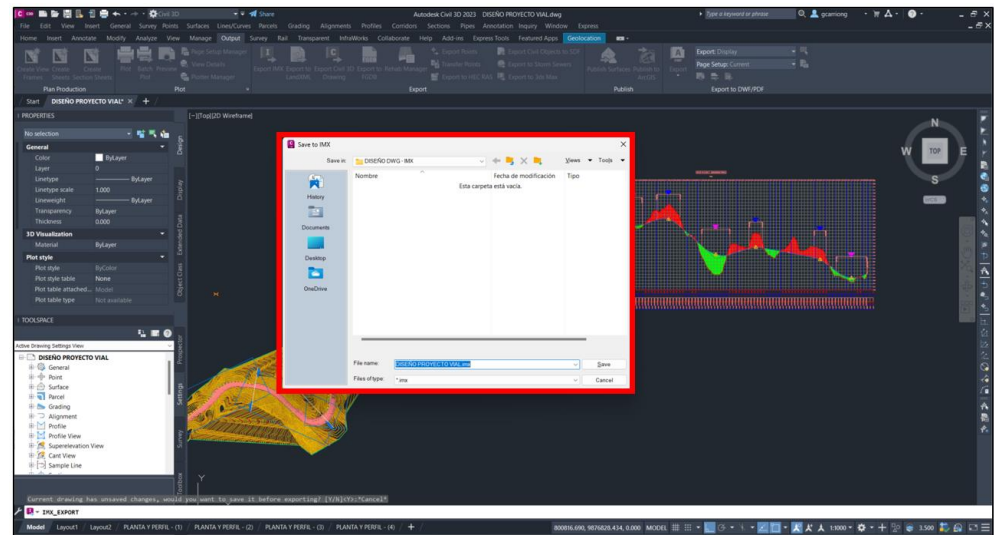


Paso 5. Guardar en una carpeta del ordenador, dar click en “Save”.

Figura 56

Ubicación en Formato IMX del Diseño de Tramo de Vía Salcedo – Tena en “Civil

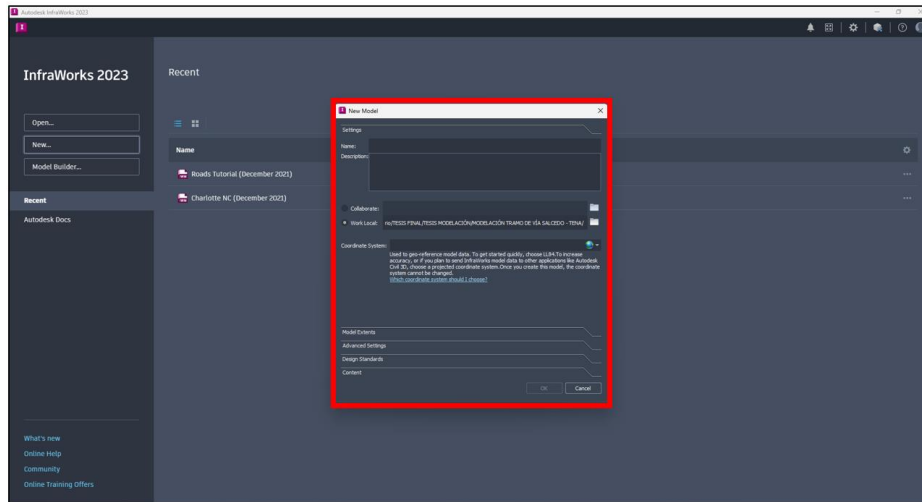
3D”



Paso 6. Abrir el programa Infracworks y dar click en “New”, para generar un nuevo modelo.

Figura 57

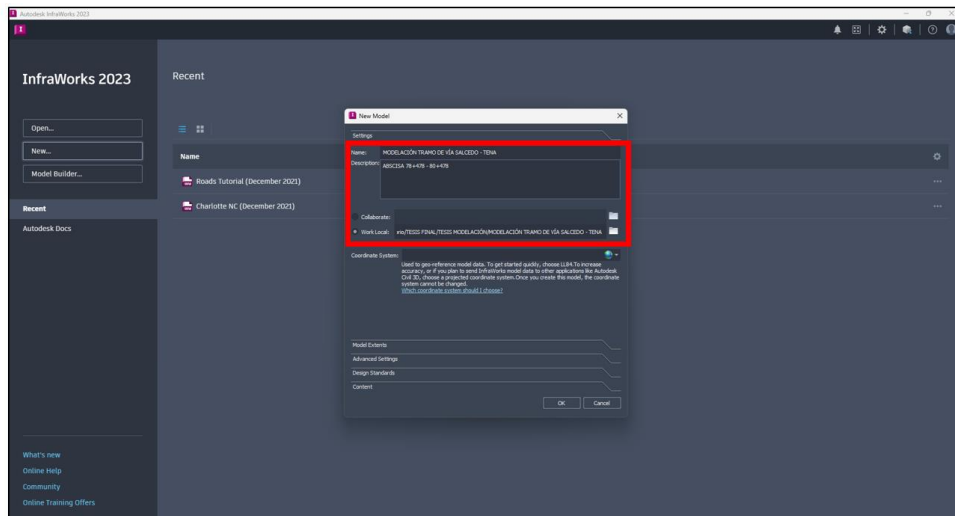
Creación de Nuevo Modelo en Programa “Infracworks”



Paso 7. Colocar los datos del modelo como son: nombre, descripción y el lugar para guardar el archivo.

Figura 58

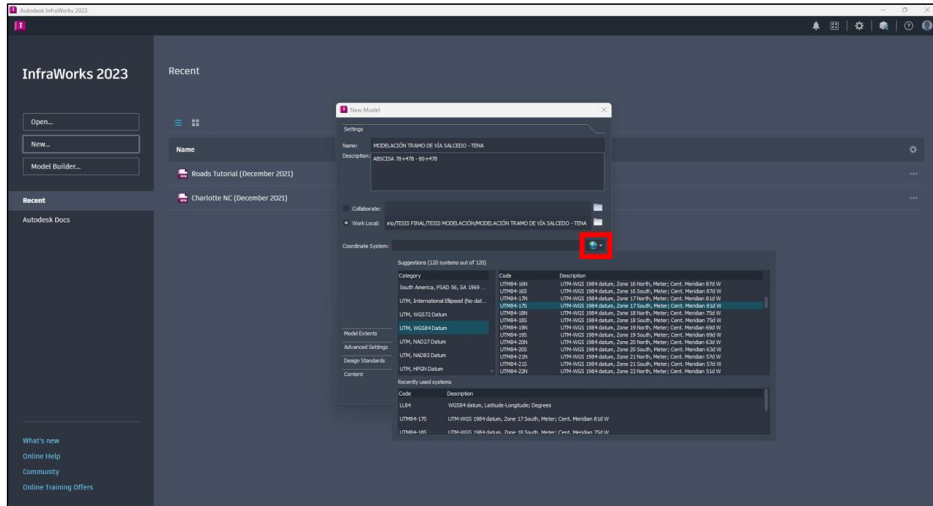
Información Requerida para la Creación de Nuevo Modelo en Programa “Infracworks”



Paso 8. Dar click en el icono de “mundo” (geolocalización de la superficie en la que se trabaja). Seleccionar en el mismo sistema de coordenadas que se trabajó en el “Civil 3D”.

Figura 59

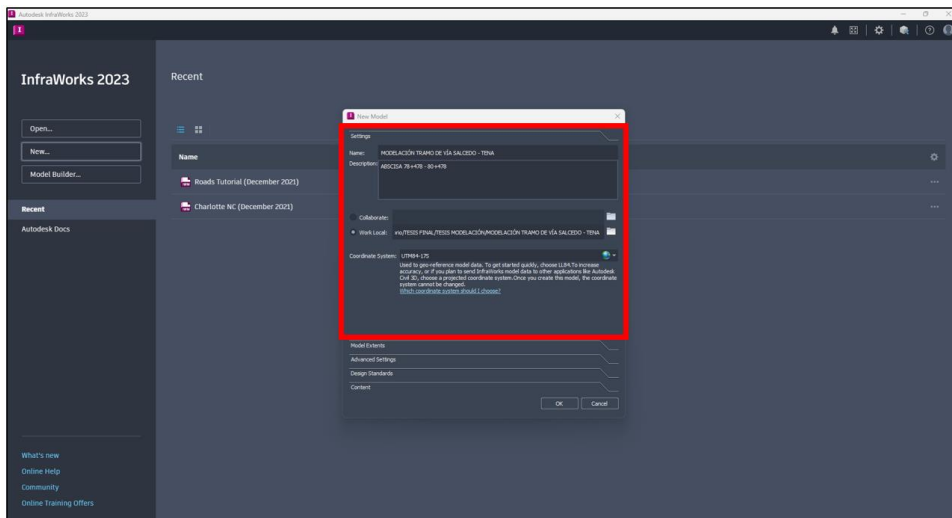
Determinación de Geolocalización de Nuevo Modelo en Programa “Infraworks”



Nota: La pestaña “Setting” queda conformada con los datos del archivo, lugar de guardado y sistema de coordenadas.

Figura 60

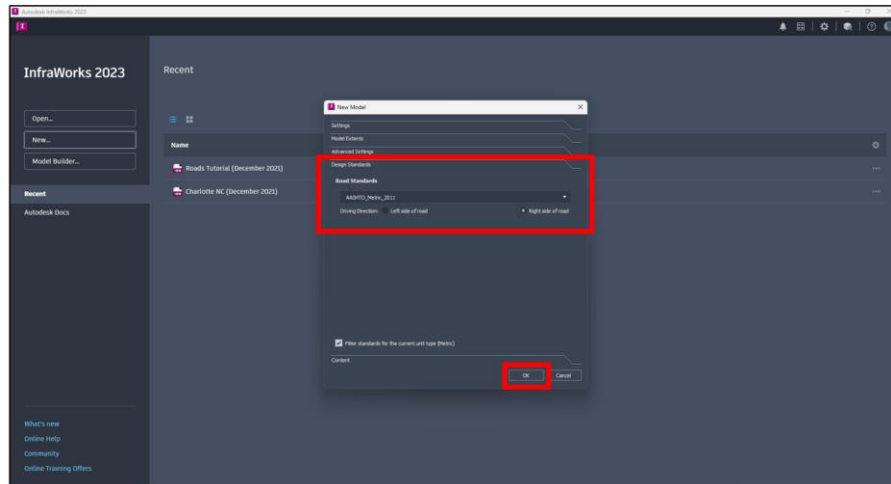
Información Completa del Nuevo Modelo en Programa “Infraworks”



Paso 9. Posteriormente, trasladarse a la pestaña “Design Standards”. En este panel se debe elegir la normativa a usar (ASSHTO 2011) y la dirección del carril de conducción (right side of the road / lado derecho de la carretera); dar click en “ok”

Figura 61

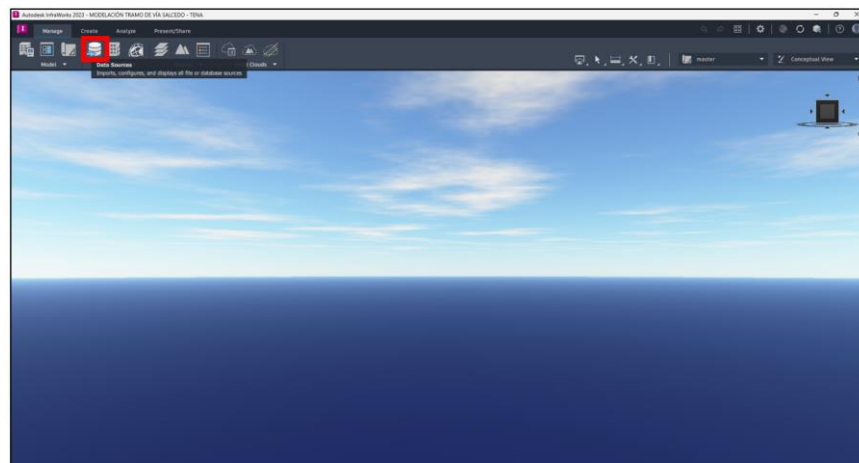
Información Completa de “Design Standards”



Paso 10. Una vez creado el nuevo modelo se debe agregar los datos en formato IMX, anteriormente extraídos del diseño. Dirigirse a la pestaña “Manage” y dar click en la opción “Data Sources”.

Figura 62

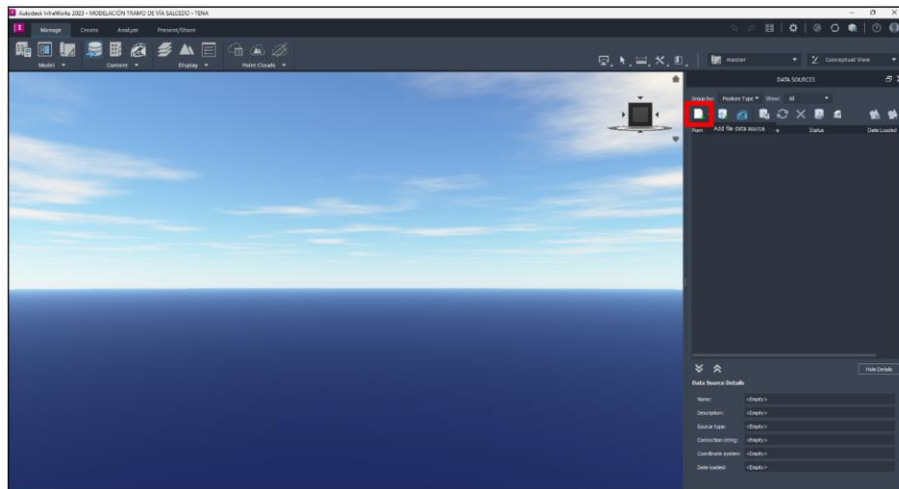
Ícono “Data Sources”



Paso 11. En el panel anclado seleccionar el ícono “Item Add File Data Source” y dar click en la flecha lateral para desplegar la lista de opciones.

Figura 63

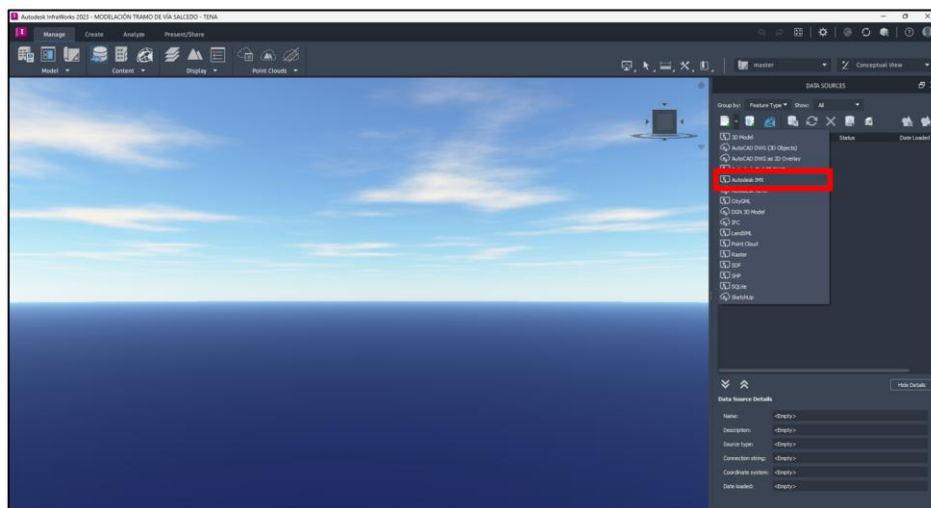
Panel “Data Sources”



Paso 12. Al desplegar este icono se mostrarán todos los formatos que admite el software Infraworks. Posteriormente seleccionar el formato “IMX”, a priori elegido para la información obtenida del diseño en “Civil 3D”.

Figura 64

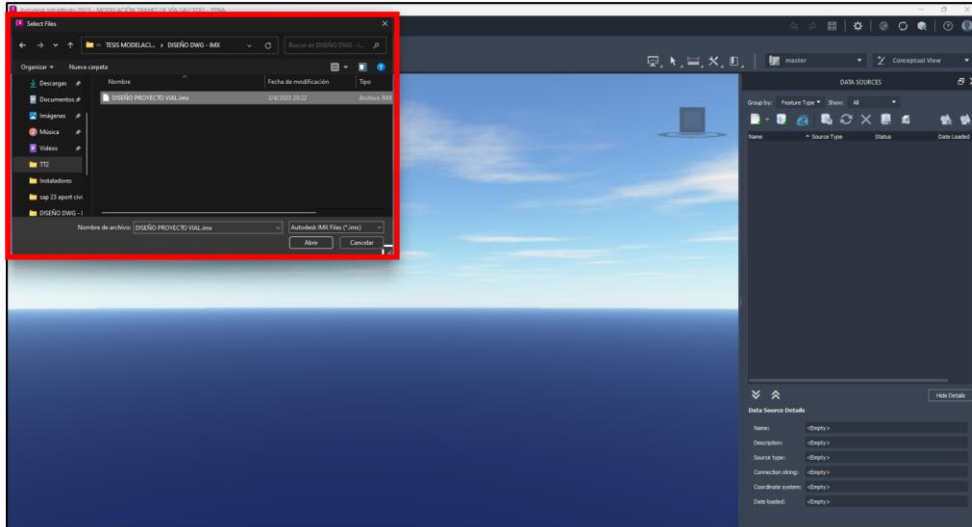
Selección de Formato para Traspaso de Datos



Paso 13. Abrir el archivo “IMX”, anteriormente guardado.

Figura 65

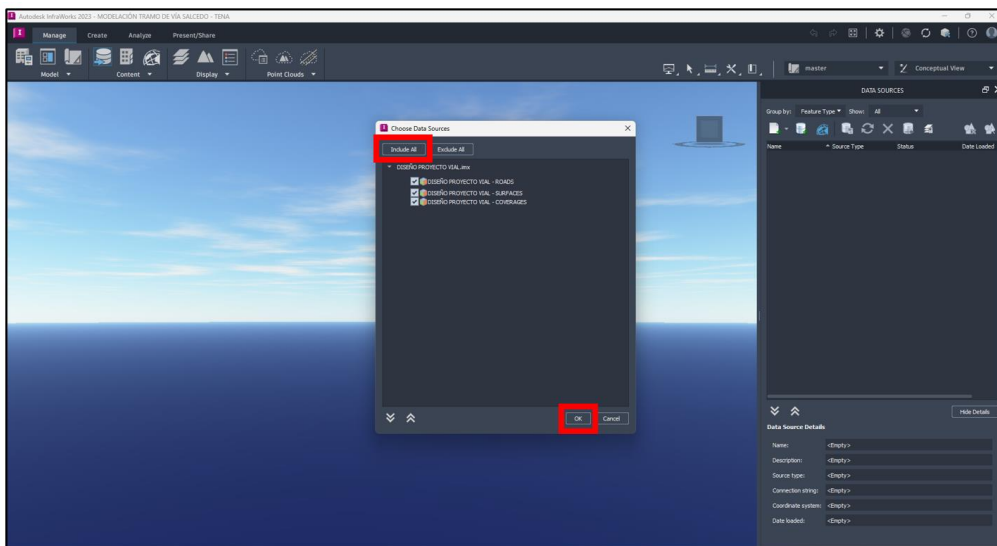
Información IMX a Traspasar al Modelo



Paso 14. Ex post abrir el archivo, se despliega la pestaña para elegir los recursos que desee utilizar del diseño. Dar click en “Include All” y posteriormente en “Ok”.

Figura 66

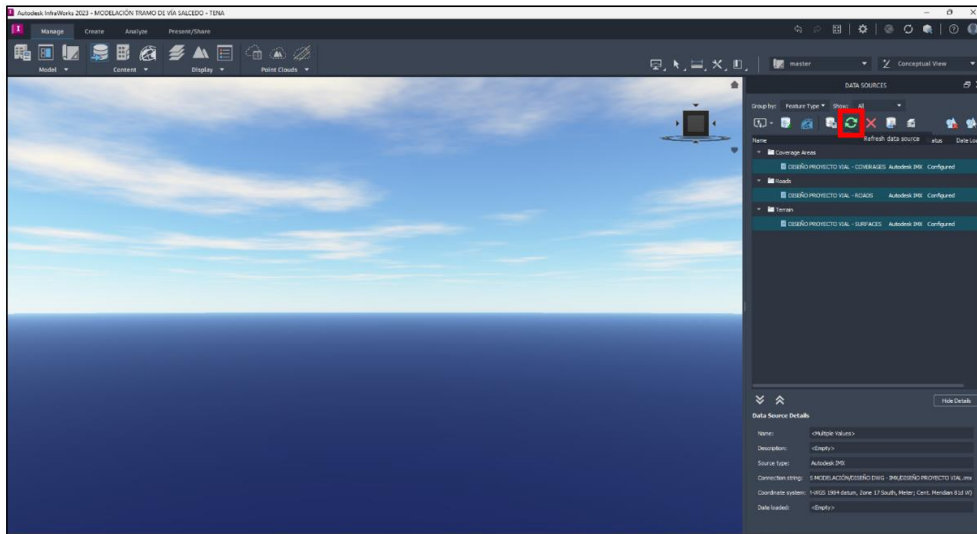
Recursos de Traspaso de Datos



Paso 15. Posteriormente trasladar los datos, y seleccionar el icono “Refresh Data Source”, para permitir que el programa añada los datos anteriormente colocados.

Figura 67

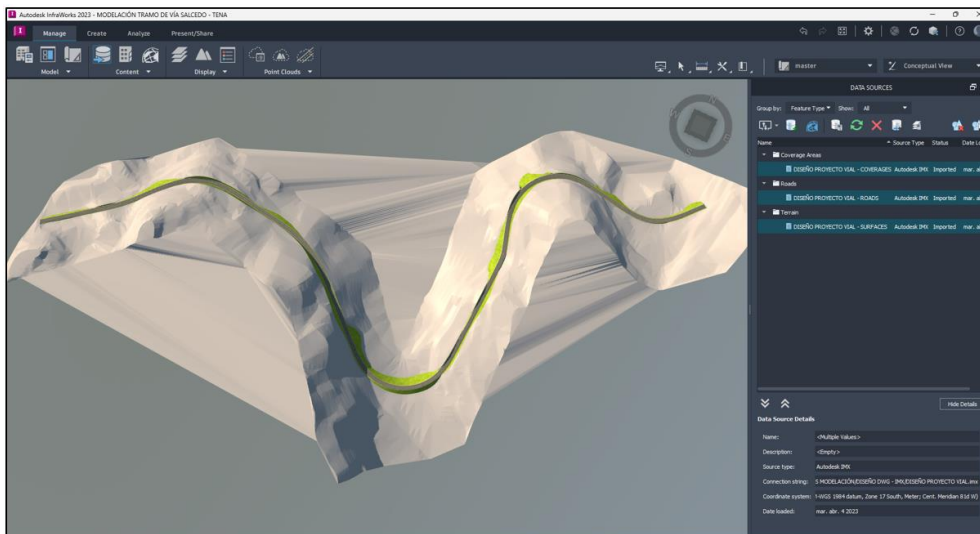
Información Transmitida al Modelo



Paso 16. Seguidamente, se visualiza la superficie y la gráfica de una vía compuesta, generada en base al diseño anteriormente realizado por el usuario en el programa “Civil 3D”.

Figura 68

Superficie Renderizado en el Modelo



5.4. Ubicación de Estructuras en el Modelo.

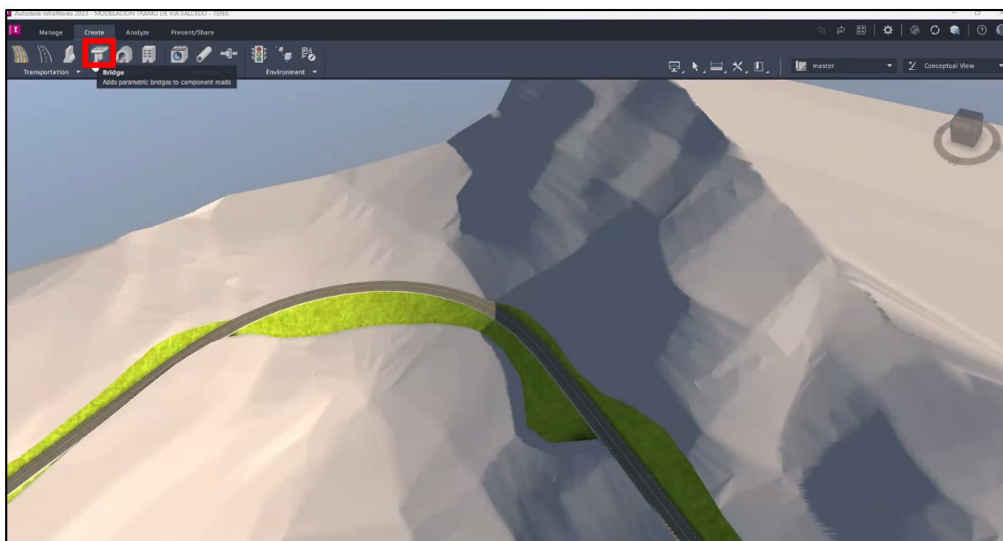
El software “Infraworks”, permite al usuario optimizar el modelo. Es decir que, permite agregar estructuras (puentes, alcantarillas, etc) necesarias para complementar la modelación, de tal forma, el diseño atribuya una idea más cercana a la realidad en cuanto al proyecto final. A continuación, se presentan los pasos para agregar un puente, drenaje y barreras en la modelación:

5.4.1. Ubicación de Puente.

Paso 1. En el modelo, dirigirse a la pestaña “Create”, en la sección “Structure” y seleccionar la opción “Bridge” (Puente).

Figura 69

Ícono “Bridge”



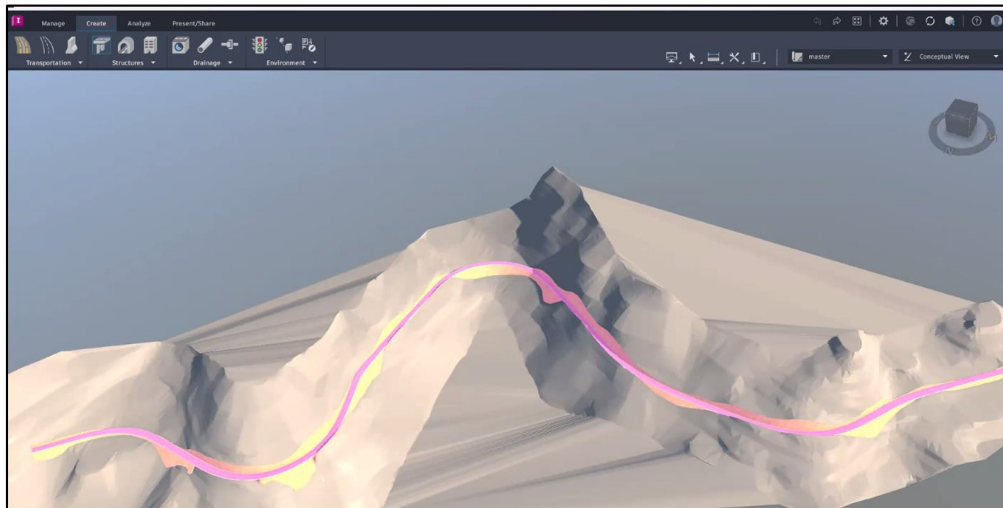
Nota: Tras generar el diseño, se procede a realizar los cambios necesarios en la modelación para un renderizado adecuado. En el caso del presente proyecto, se debe colocar un puente en las abscisas (0+935 y 1+120), con la finalidad de evitar rellenos excesivos en

la construcción y una demostración práctica de las diferentes herramientas que otorga el software.

Paso 2. Seleccionar la vía en la cual desee colocar el puente.

Figura 70

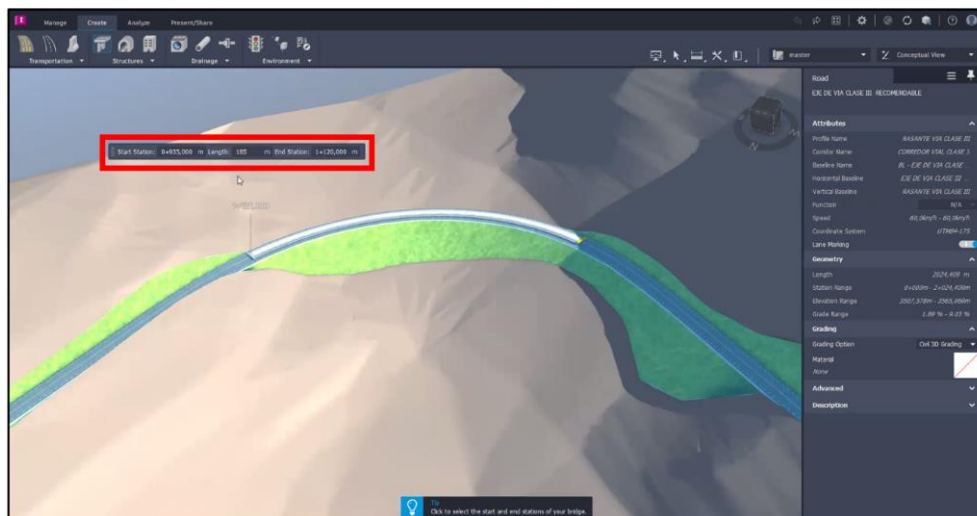
Vía Seleccionada



Paso 3. Ex post seleccionar la vía, se desplegará un cuadro de opciones que nos permite indicar las abscisas de “inicio”, “final” y “longitud” del puente.

Figura 71

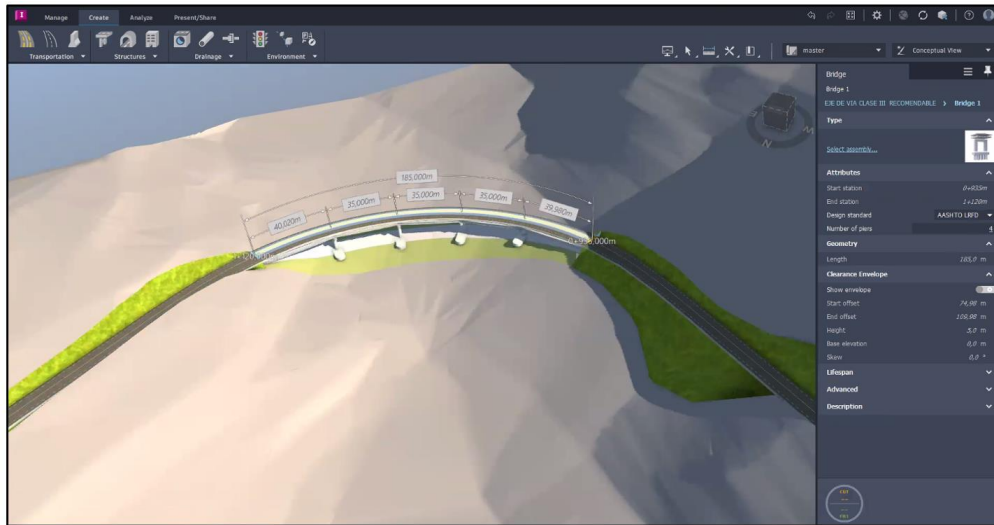
Abscisas de Puente



Paso 4. Posteriormente para crear la estructura (Puente), dar “Enter / Intro” sin mover el mouse para generar la estructura deseada.

Figura 72

Puente Renderizado

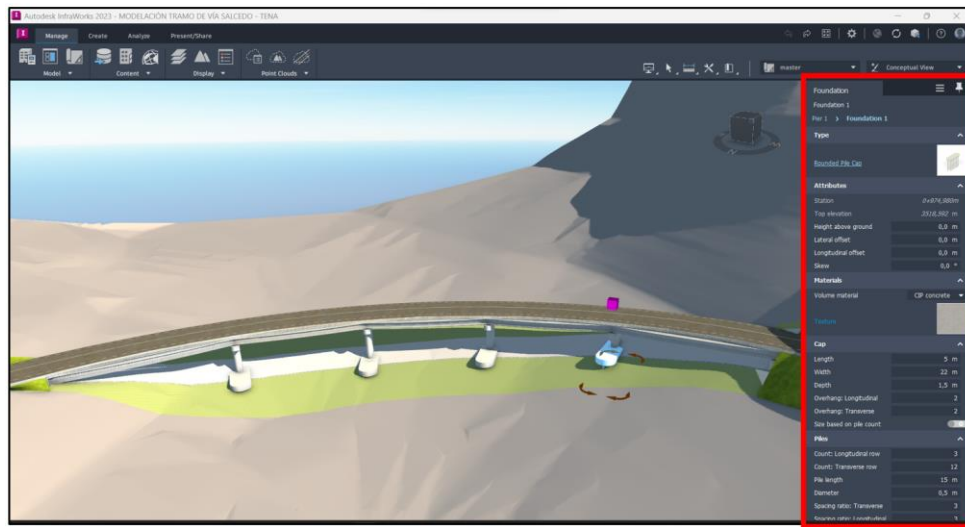


Nota. En caso de necesitar ajustar el puente con características específicas, se podrán modificar en el panel “Bridge” desplegado al lado derecho de la interfaz de usuario.

Paso 5. Para mejorar el aspecto del puente, seleccionar una de las cimentaciones y se desplegará el panel “Foundation”

Figura 73

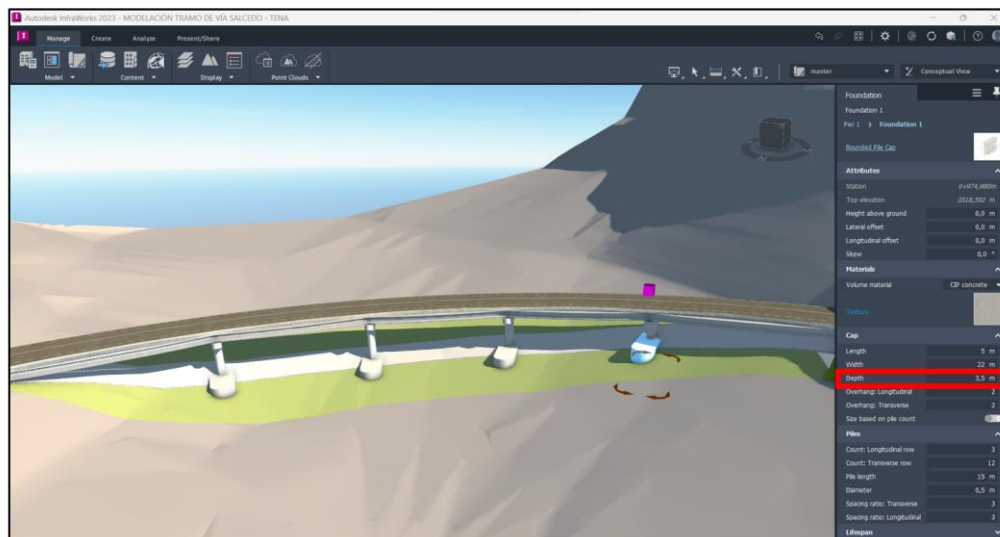
Cimentación de Puente



Paso 6. En la pestaña “Cap” cambiar la opción “Depth”, referente al nivel de la cimentación, requerido por el usuario.

Figura 74

Cimentación de Puente y Panel “Foundation”

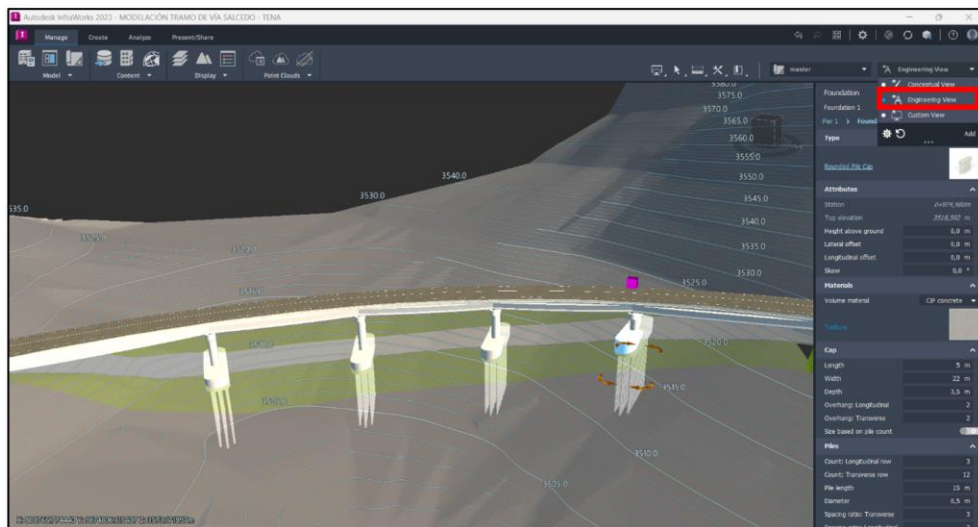


Nota: Este procedimiento debe realizarse para cada cimentación del puente.

Paso 7. Para visualizar la cimentación de mejor manera, dirigirse al cambio de vistas y seleccionar “Engineering View”, con cambio automático.

Figura 75

Modificación de Panel “Foundation”

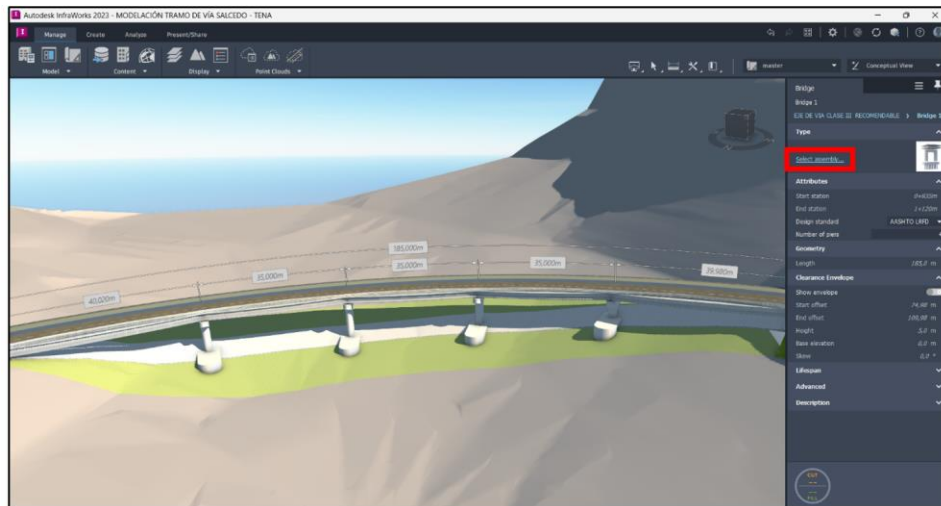


Nota: Para ejemplificar el uso del panel “Bridge” respecto a las plantillas tipo, en el presente proyecto se cambiará el modelo de puente.

Paso 8. Retornar a la vista “Conceptual View” y seleccionar el puente para desplegar el panel “Bridge”, dirigirse a la pestaña “Type” y seleccionar “Select Assembly”

Figura 76

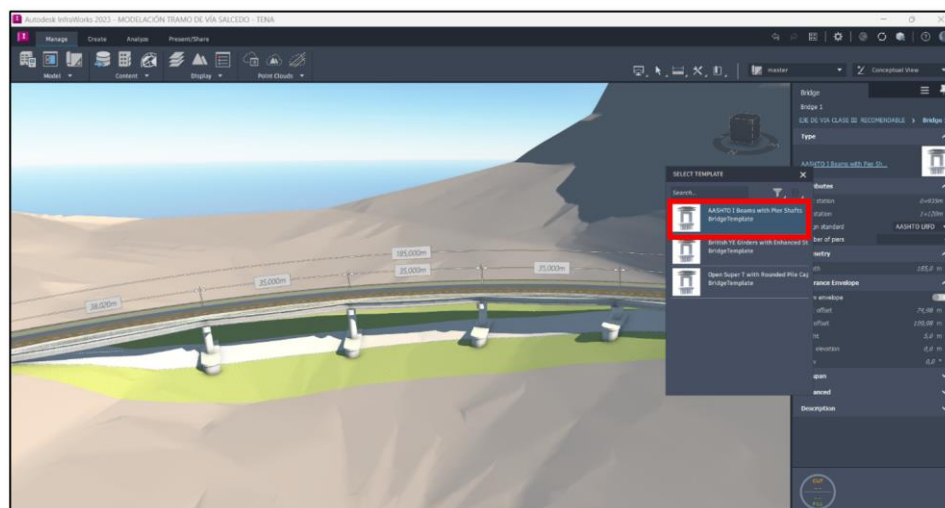
Panel “Bridge”



Paso 9. Elegir la plantilla tipo a emplear (En el proyecto se ha seleccionado “AASHTO 1 Beams with Pier Shafts Bridge Template”) y automáticamente el puente cambiará su aspecto.

Figura 77

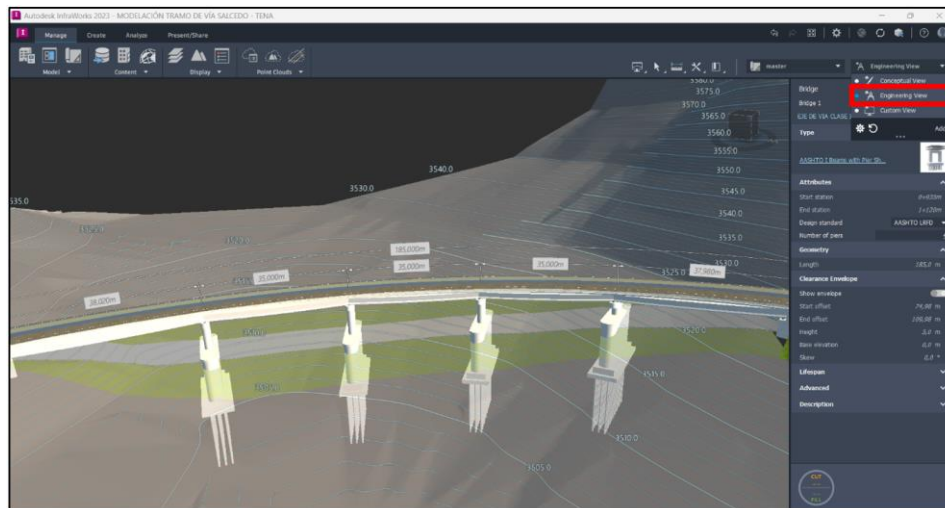
Plantillas Tipo



Paso 10. Este tipo de puente por default crea una cimentación profunda. Dirigirse a la pestaña de cambios de vista y seleccionar “Engineering View”

Figura 78

Panel “Bridge”



Paso 11. Seleccionar una cimentación y en la pestaña “Pier Shaft” cambiar la opción “Height”, para ajustar el nivel de cimentación.

Figura 79

Modificación de Panel “Bridge”



Nota: Este procedimiento debe realizarse para cada cimentación del puente.

5.4.2. *Ubicación de Barreras.*

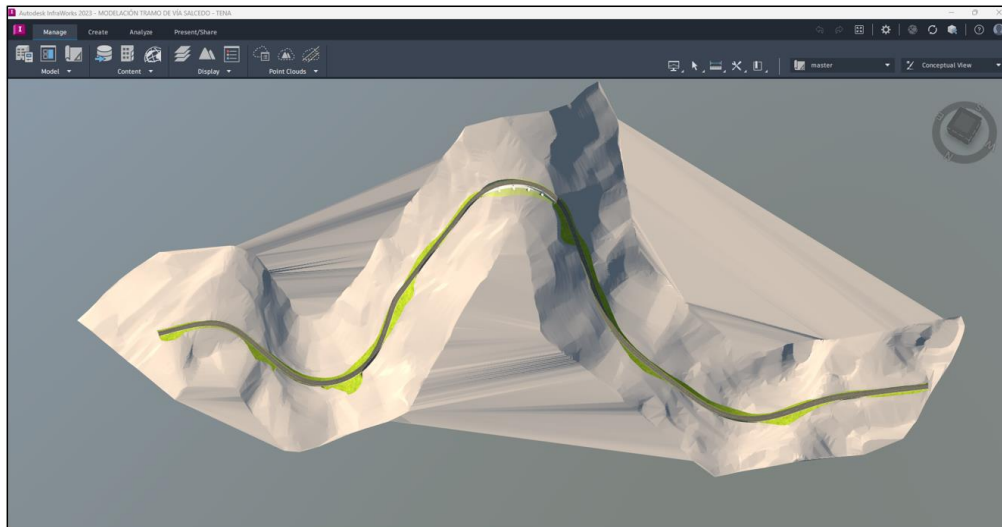
5.4.2.1. **Barreras Tipo 1**

Las “Barreras Tipo 1”, son creadas a partir de la pestaña “Create” en la sección “Transportation”, opción “Barrier”. Se traza con el cursor la dirección y espacio donde se va generar dichas barreras, verificando que se encuentren dentro de la superficie. A continuación, se muestran los pasos del procedimiento a seguir:

Paso 1. Definir los lugares específicos donde colocar las barreras.

Figura 80

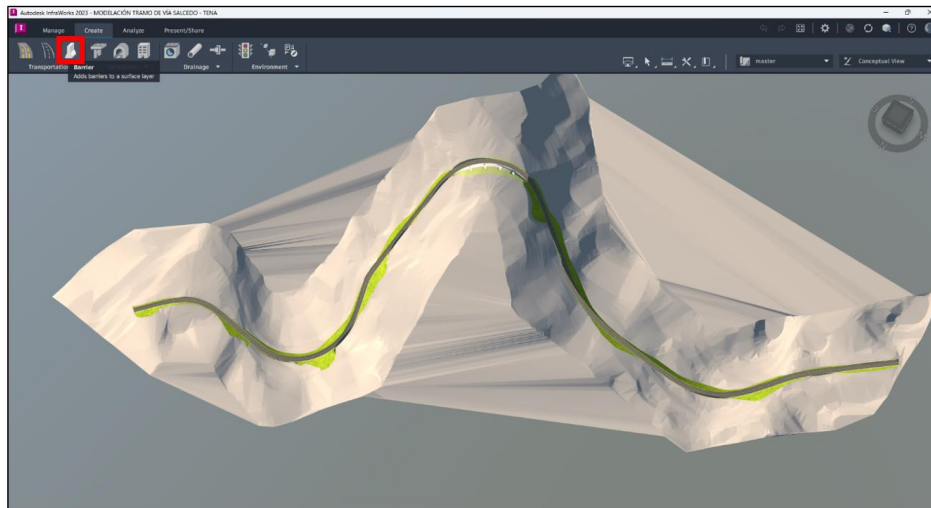
Modelo Completo



Paso 2. Dirigirse a la pestaña “Create” y en la sección “Drainaje” y elegir la opción “Transportation”, elegir la opción “Barrier”.

Figura 81

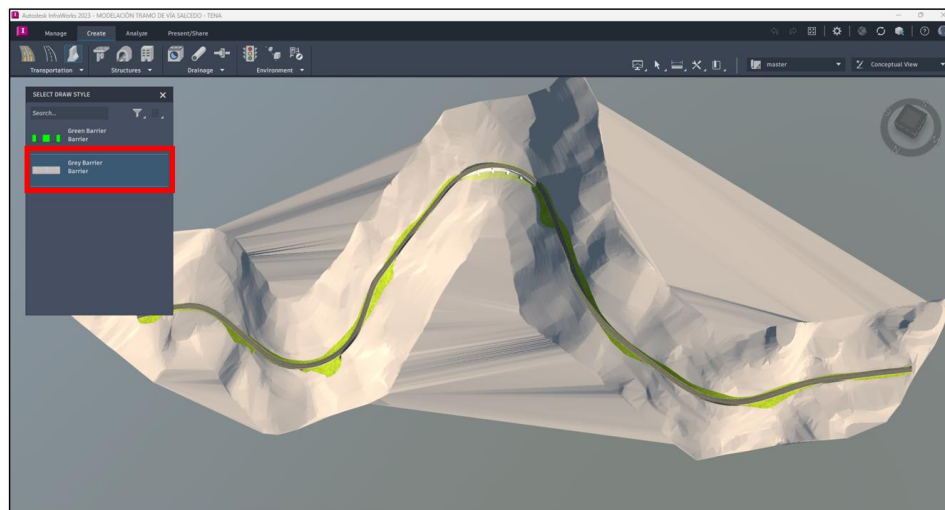
Ícono “Barrier”



Paso 3. En el panel desplegado “Select Draw Style”, seleccionar el tipo de barrera a usar en el modelado (existe la opción de cambiar el tipo de barrera empleado), seleccionar “Grey Barrier”.

Figura 82

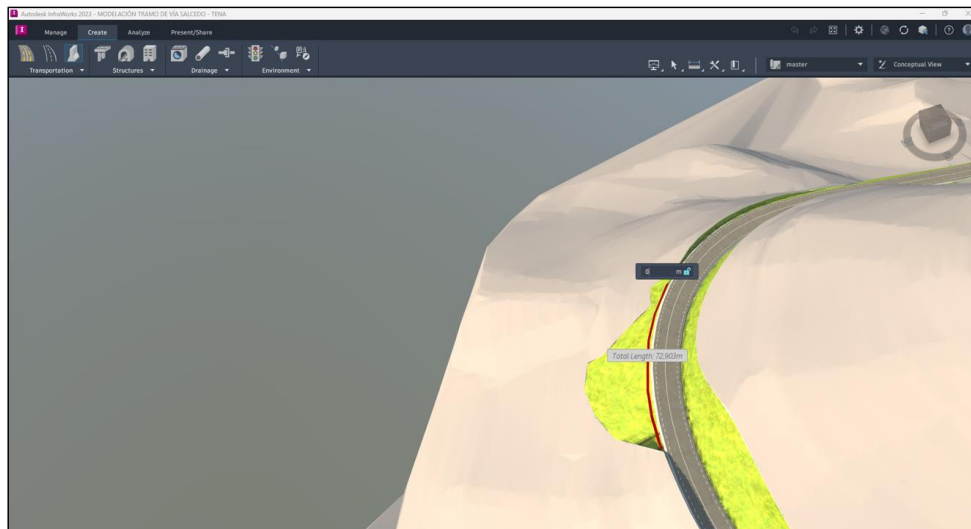
Selección de Tipo de Barrera



Paso 4. Acercar el modelado hasta hallar las secciones determinadas para añadir las barreras y semejante a una poli línea dibujar las secciones.

Figura 83

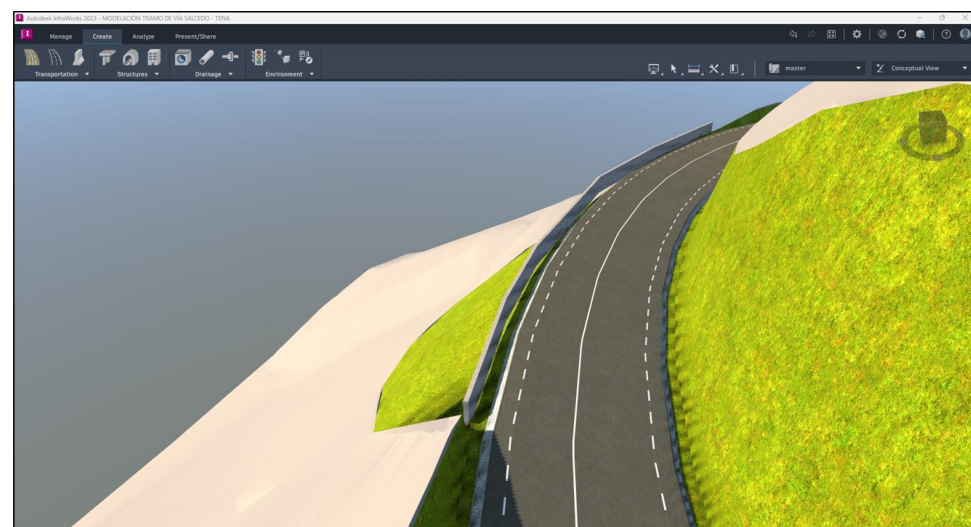
Gráfica de Barrera



Paso 5. Para generar la barrera se debe colocar doble "Enter" y automáticamente se creará la barrera en la ubicación establecida.

Figura 84

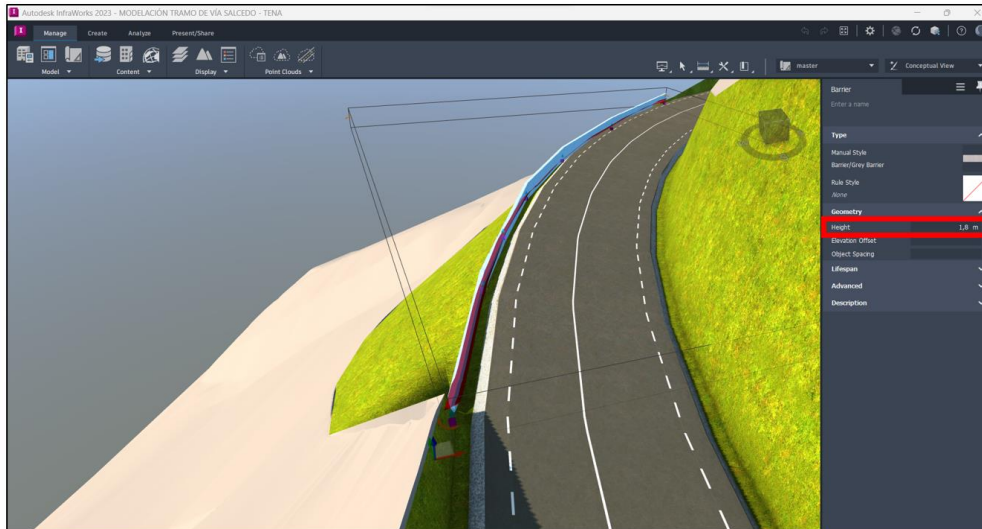
Barrera Modelada



Paso 6. Para modificar la altura de la barrera, seleccionar la barrera para desplegar el panel “Barrier” y modificar en la pestaña “Geometry”, la opción “Height”, según lo requerido por el usuario

Figura 85

Modificación de Barrera, Panel “Barrier”



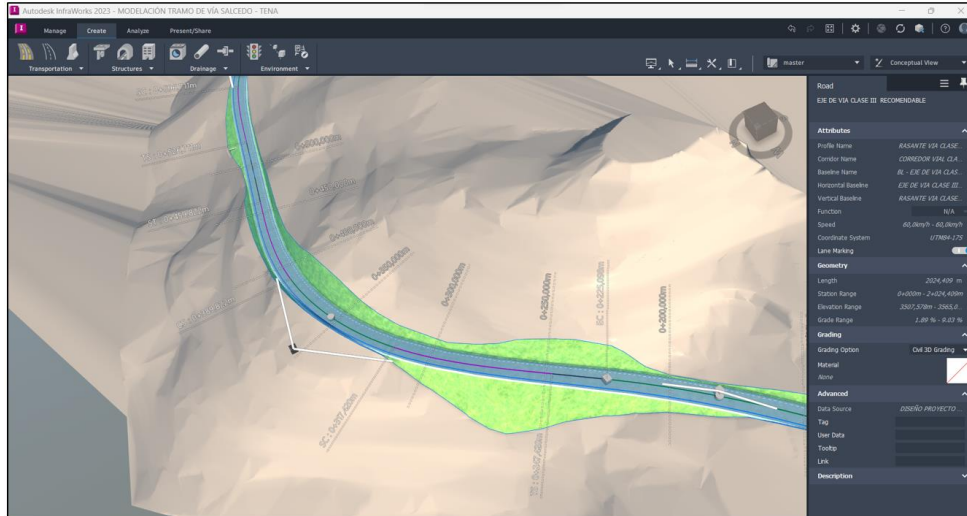
5.4.2.2. Barreras Tipo 2

Las “Barreras Tipo 2”, se generan a partir de la vía modelada y son más sencillas de colocar para el usuario. Esta modalidad para ubicar las barreras se emplea tanto en vías como en puentes. A continuación, se muestran los pasos del procedimiento a seguir:

Paso 1. Seleccionar la vía existente.

Figura 86

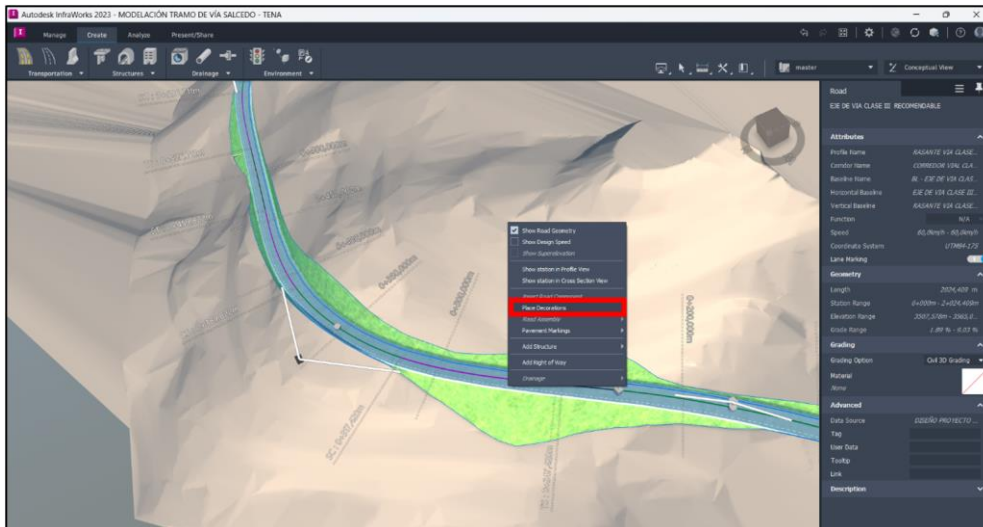
Selección de Vía



Paso 2. Dar click derecho y elegir la opción “Place Decoration” para desplegar el panel.

Figura 87

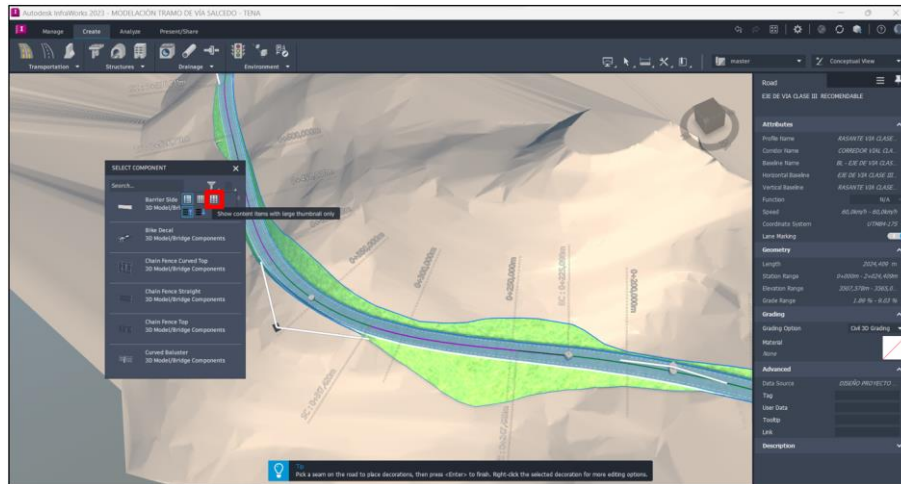
Pestaña de Opciones



Paso 3. En el panel “Select Component”, dirigirse a la opción de visualización de componentes y seleccionar “Show Content Items with Large Thumbnail Only”. Esta opción permite al usuario visualizar de mejor manera los componentes que se desea agregar a la vía

Figura 88

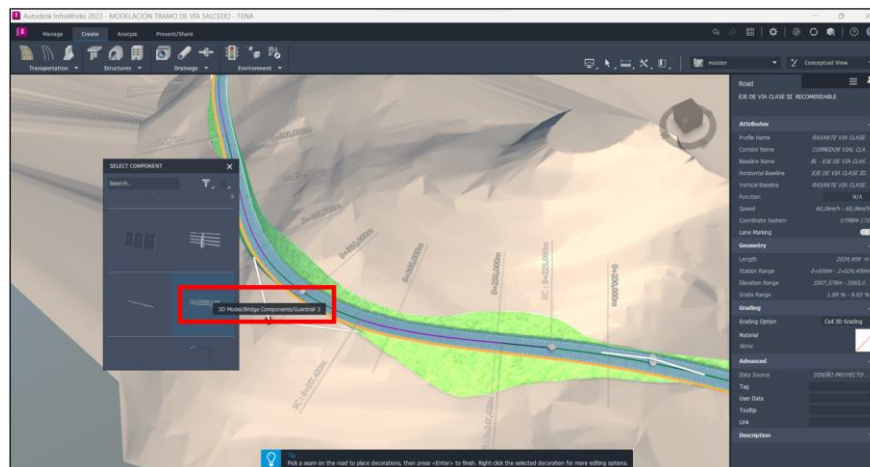
Pestaña de Componentes



Paso 4. En el panel, elegir el tipo de barrera que se ajuste a los requerimientos del usuario. En el presente proyecto seleccionaremos la barrera “3D Model / Bridge Components / Guardrail 3”.

Figura 89

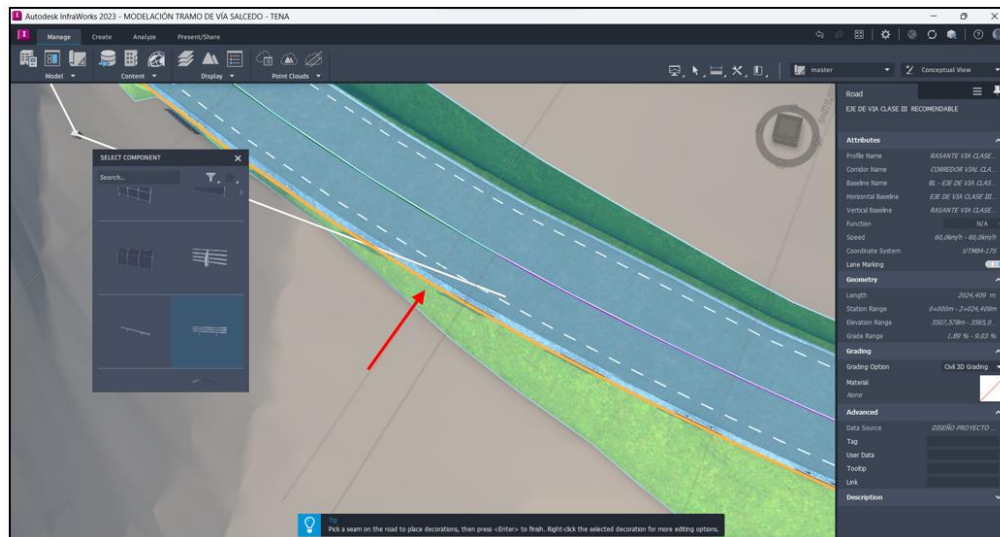
Componente de Barrera



Paso 5. Posteriormente, acercarse a la vía y seleccionar el lugar donde necesite colocar las barreras con la línea de autoayuda “amarilla” que genera el software.

Figura 90

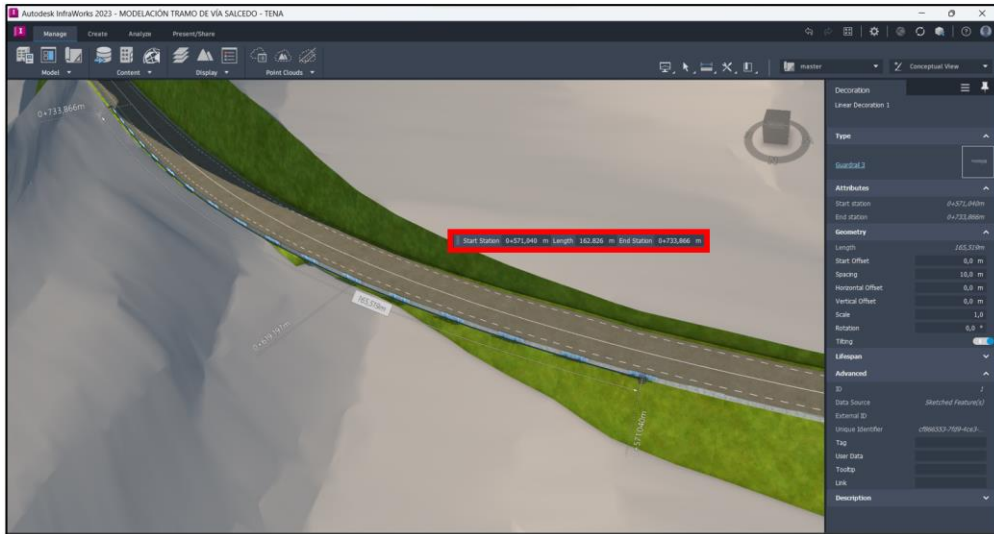
Ubicación de Barrera



Paso 6. Dar doble click en “Esc (Escape)”, para salir de la creación de barreras. Seguido, seleccionar la barrera creada para determinar el punto de “inicio” (0+571.040), “fin” (0+733.866) y longitud de la misma, en la pestaña generada. Estos puntos se pueden determinar de manera concreta, ya que el software genera una modalidad, tal que, al mover el cursor sobre la vía se puede visualizar la abscisa correspondiente. Para completar este proceso, dar click en “Enter”.

Figura 91

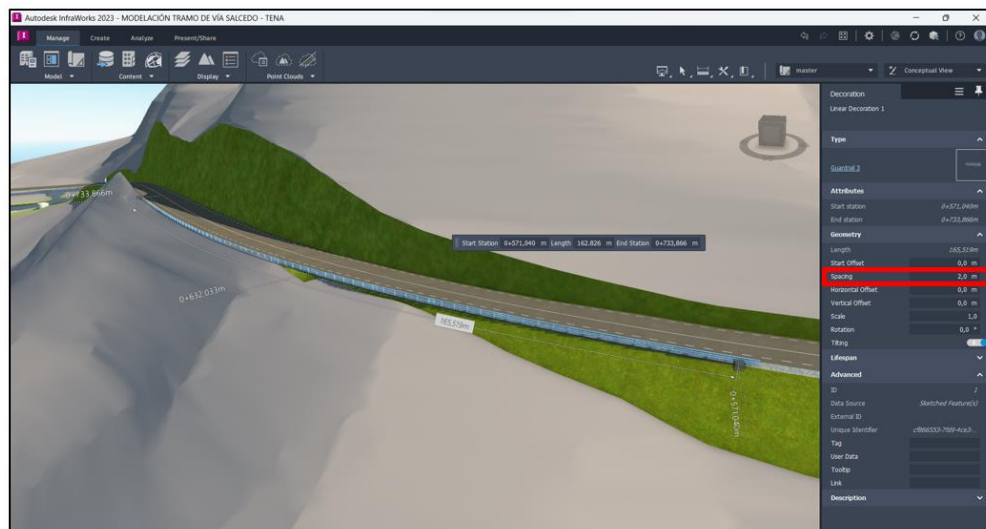
Generación de Barrera Modelada



Paso 7. Debido a que las barreras por default se generan separadas, dirigirse al panel “Decoration”, en la sección “Geometry” y modificar la opción “Spacing”, de forma que el usuario prefiera.

Figura 92

Modificación de Parámetros de Barrera

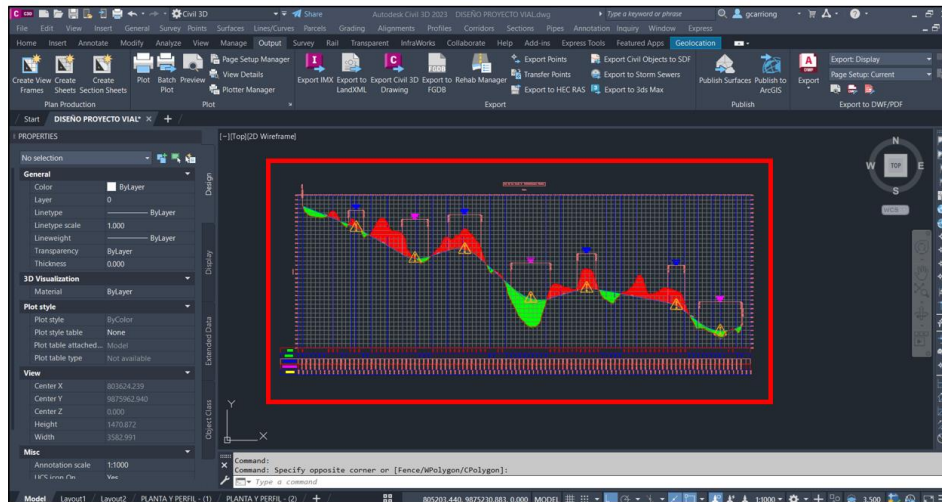


5.4.3. Ubicación de Drenaje.

Paso 1. En el diseño ejecutado en el software Civil 3D, dirigirse hacia perfil longitudinal para hallar los puntos de descarga de agua pluvial.

Figura 93

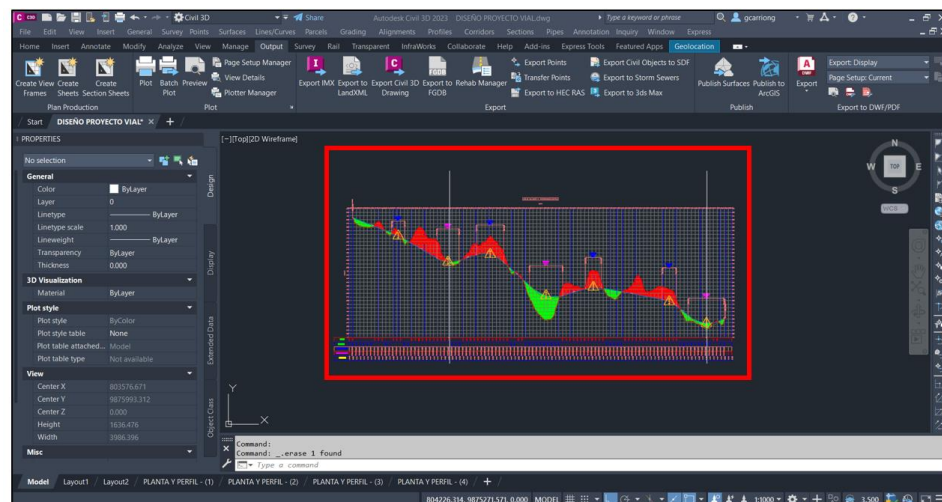
Perfil Longitudinal “Civil 3D”



Nota: En el presente proyecto se ha determinado colocar 2 alcantarillas en las abscisas 0+526.711 y 1+924.402.

Figura 94

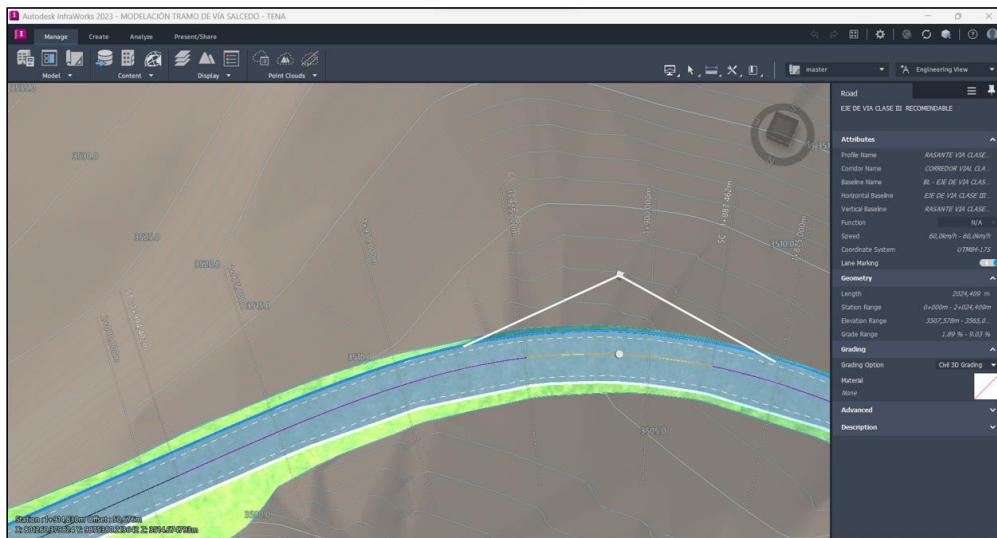
Perfil Longitudinal “Civil 3D” y Ubicación de Alcantarillas



Paso 2. Dirigirse hacia el software "Infraworks" en el modelo realizado y dar click sobre vía. Cabe mencionar que para observar las abscisas es necesario acercarse hacia la vía para una amplia visualización, a su vez se recomienda activar "Engineering View".

Figura 95

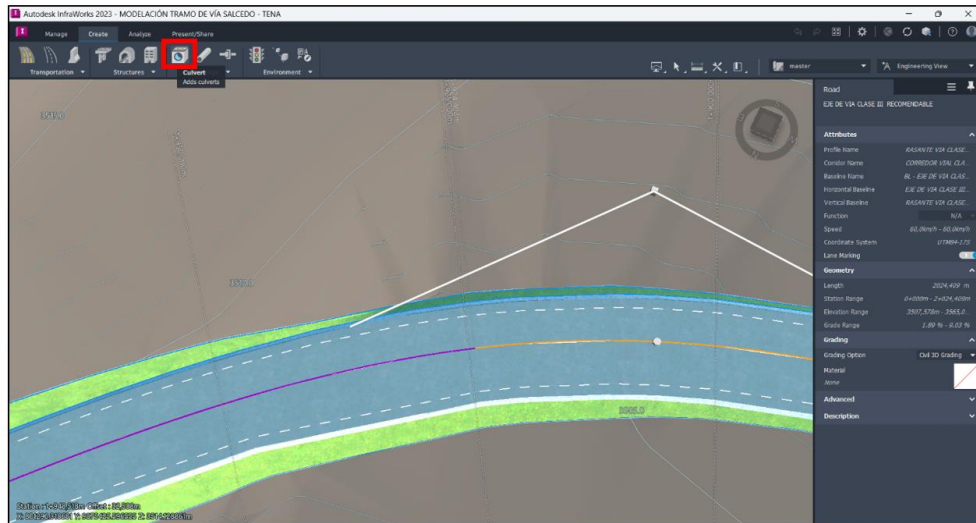
Determinación de Abscisas para Ubicación de Alcantarillas



Paso 3. Posteriormente, acercarse a la zona donde el usuario necesite colocar la alcantarilla y en la barra de herramientas abrir la pestaña "Create" en la sección "Drainaje", posteriori, seleccionar el elemento "Culvert".

Figura 96

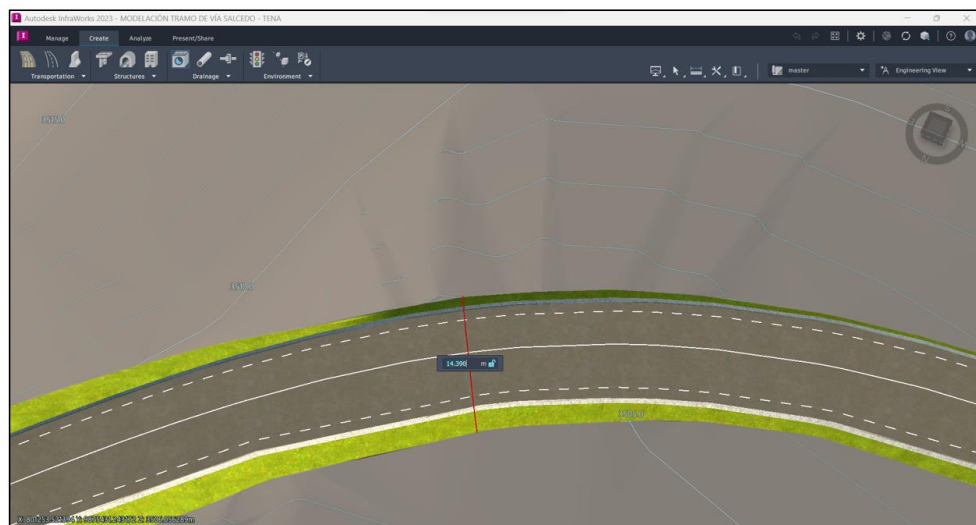
Ícono "Culvert"



Paso 4. Ex post seleccionar el elemento "Culvert", desaparecerá el abscisado, pero a su vez ya tendrá una referencia visual por donde estará ubicada la alcantarilla.

Figura 97

Eje de Alcantarilla

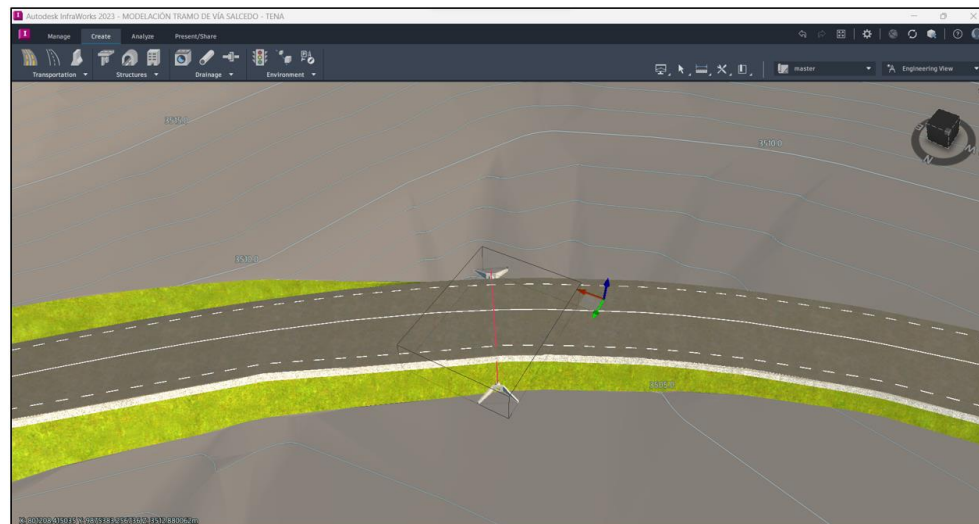


Paso 5. Para graficar la alcantarilla únicamente se deberá colocar el punto de inicio y final, dibujado con el cursor.

Nota: Al estar activa la visualización "Engineering View" se observa el trazado por donde está ubicada la alcantarilla, en caso de no necesitar, activar la visualización "Conceptual View"

Figura 98

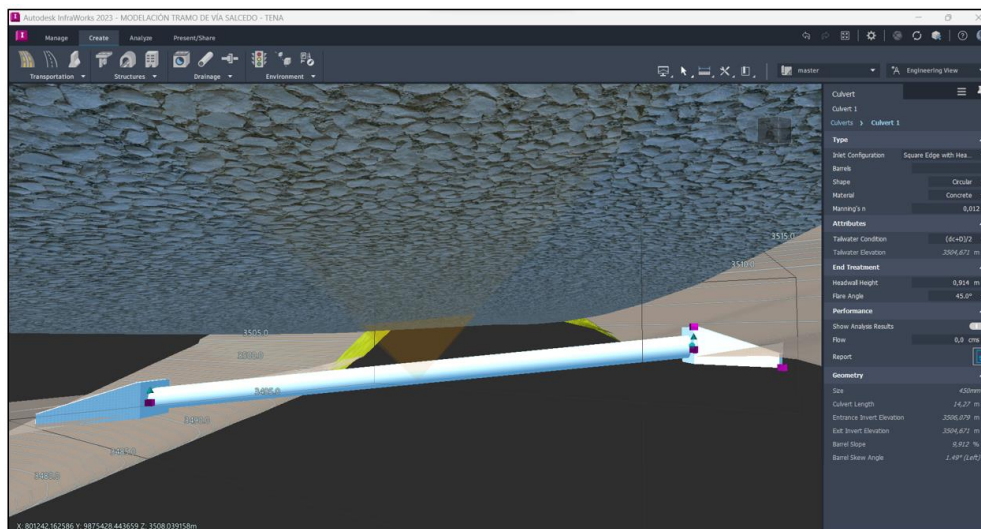
"Engineering View" del Modelo



Paso 6. A continuación, dirigirse hacia la alcantarilla generada, de tal manera que se observe toda su longitud; para modificar elevaciones y pendientes.

Figura 99

Vista Lateral de Alcantarilla

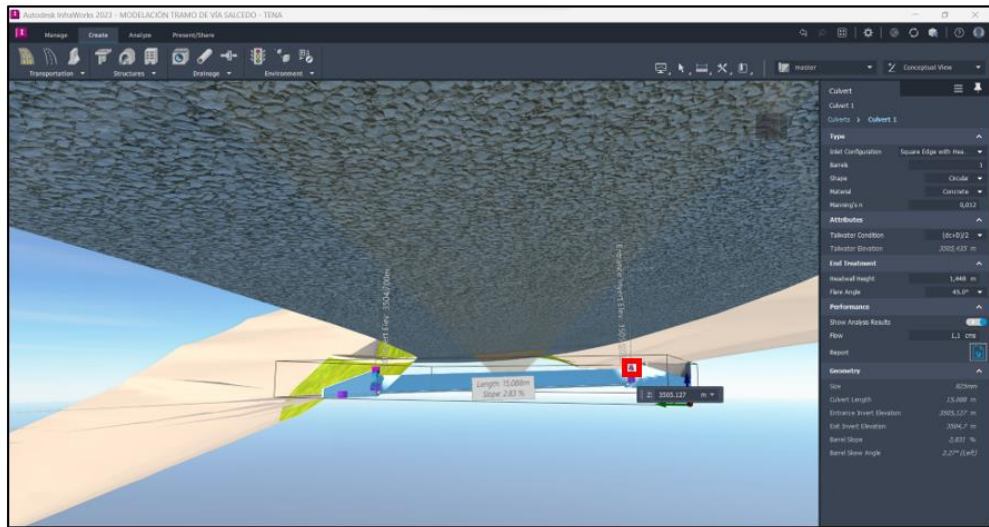


Paso 7. Para modificar la elevación y por ende la pendiente, se debe seleccionar el elemento y a través de los ejes de movimiento (triangulares) se podrá Modificar el valor "Z", correspondiente a la elevación de la alcantarilla, respecto al eje de la tubería.

Nota: El valor de "Z" se deberá calcular a partir de la cota del proyecto obtenido en el diseño en el programa "Civil 3D"; la cota de entrada deberá ser mayor a la cota de salida, con la finalidad de tener una pendiente mayor a 0.5%

Figura 100

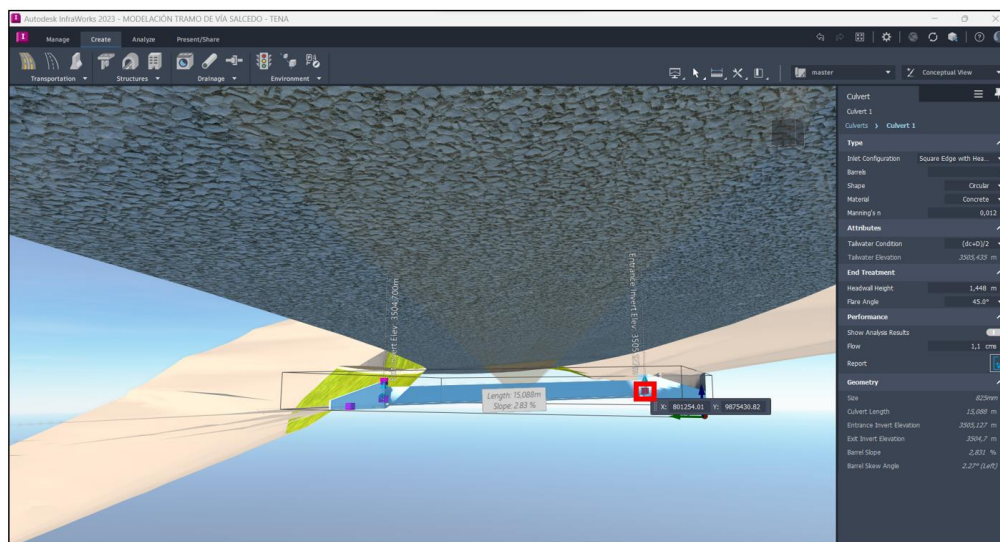
Cambio de Cotas de Alcantarilla



Paso 8. Para verificar la pendiente se deberá señalar la alcantarilla y dar click en el eje de movimiento (cuadrado), perteneciente a la tubería

Figura 101

Visualización de Características de Alcantarilla

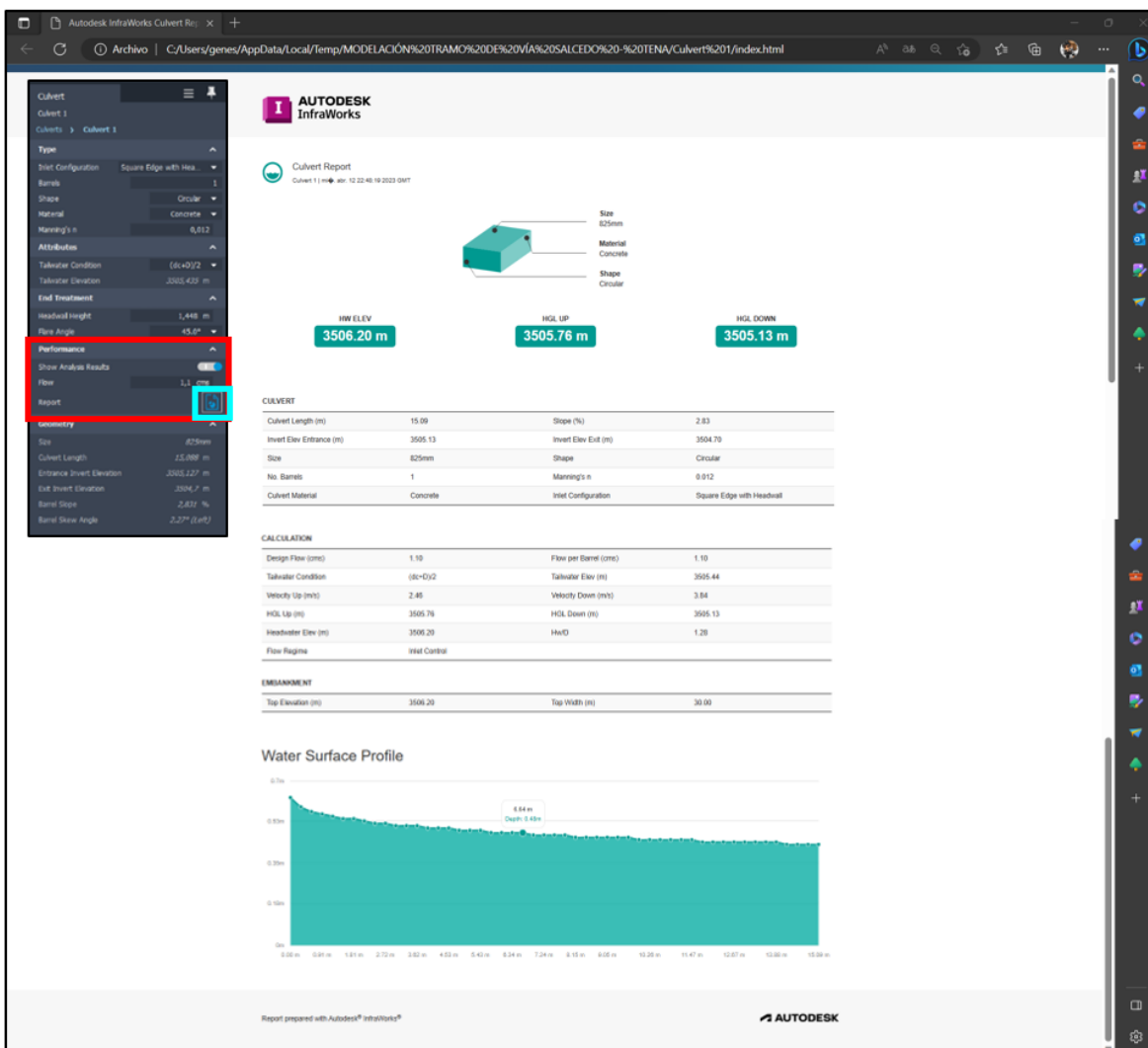


Paso 9. Finalmente, en la parte derecha del interfaz del usuario se despliega un panel llamada "Culvert", mismo que indica el tipo de alcantarilla, atributos o condiciones que

posee, y permite realizar un análisis de resultados, al igual que emitir un reporte. Con la finalidad de obtener un diámetro de alcantarilla de "800 mm" (valor mínimo de alcantarilla en carreteras), colocaremos un flujo (Flow) de agua de 1.1 cms (Cumulative monthly storage /almacenamiento mensual acumulado). Automáticamente el programa genera un reporte escrito, que se puede observar en un archivo ".html" (página de internet), también se visualizara en la pantalla el flujo de agua determinado para la generación del reporte.

Figura 102

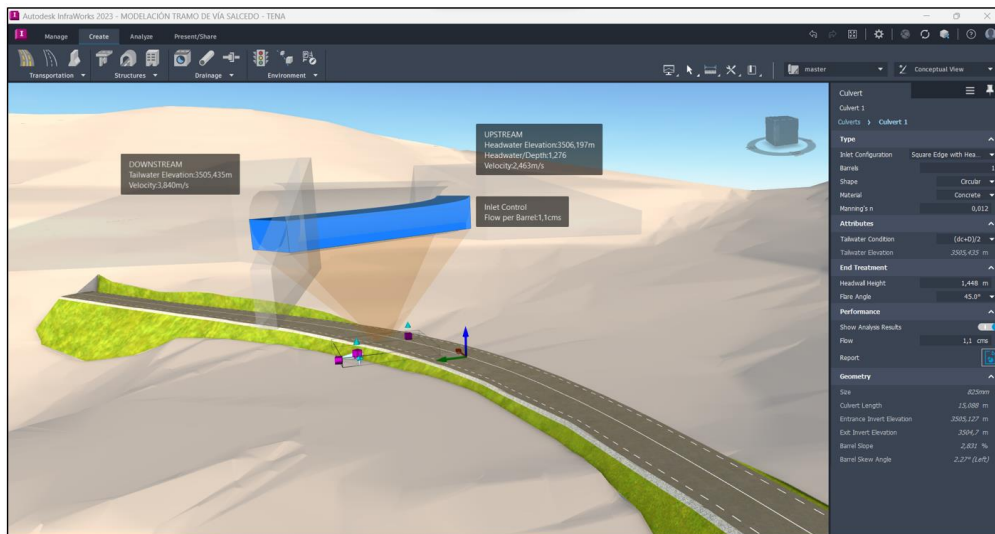
Reporte de Alcantarilla



Nota: Para visualizar el flujo de agua en el modelo, debemos alejarnos de la alcantarilla modelada.

Figura 103

Análisis y Características de Alcantarilla



5.5. Diseño Geométrico a Través del Software “Infraworks”.

El modelado de los diferentes alineamientos (horizontal, vertical y transversal), se desarrolla en base a los datos importados desde el programa “Civil 3D”, mismos que a través de las herramientas que presenta el software “Infraworks” se podrán comprobar y visualizar en el modelo. Se debe tener en cuenta que el programa “Infraworks” está dedicado para la modelación vial y presentación de proyectos.

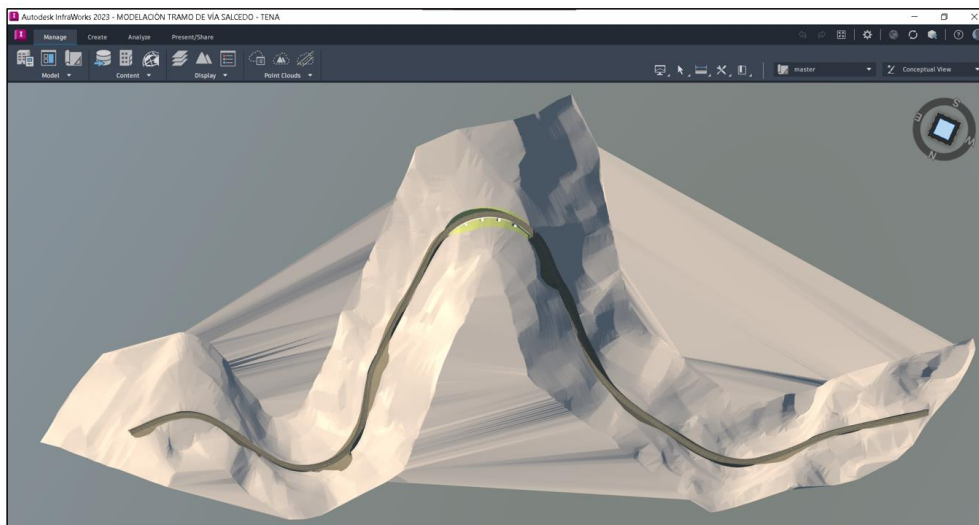
5.5.1. Alineamiento Horizontal.

Paso 1. Una vez creada la modelación en base al diseño elaborado en “Civil 3D”, y posterior a las modificaciones de la vía respecto a la colocación de estructuras en sitios

estratégicos anteriormente especificados, se podrá visualizar la vía desde la parte superior hacia el plano directamente del modelo.

Figura 104

Verificación de Alineamiento Horizontal

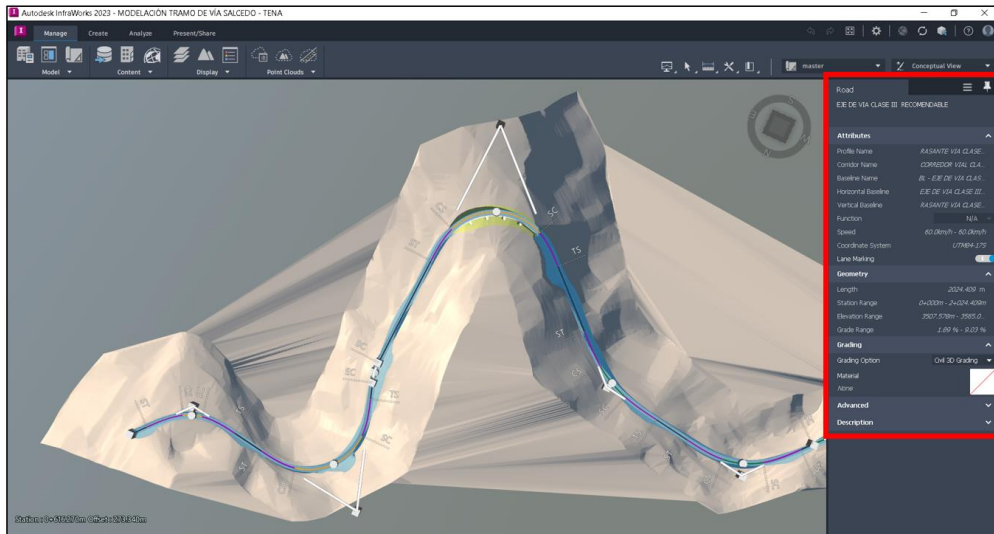


5.5.1.1. Verificación de Parámetros Previamente Determinados en el Programa “Infraworks”.

Paso 1. Para verificar que el modelado, presente los parámetros descritos en la MTOP 2003, se debe seleccionar la vía y posteriormente se visualizará en la parte derecha de la interfaz de usuario un panel que muestra las características propias de la vía como velocidad a la que fue diseñada, sistema de coordenadas, longitud total de la carretera, rangos de elevación, etc.

Figura 105

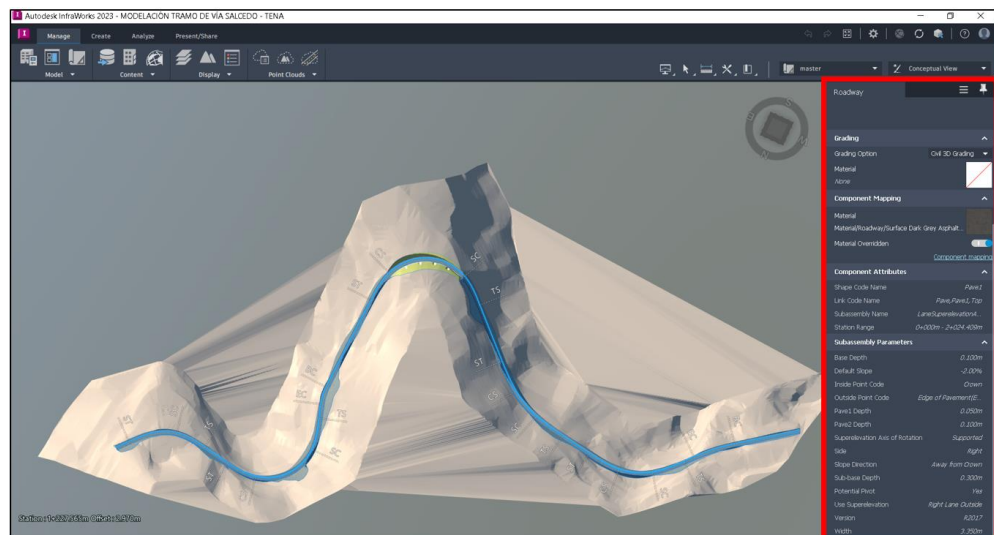
Verificación de Parámetros de Alineamiento Horizontal



Paso 2. Posteriormente al seleccionar un lado de la carretera “Doble click”, se podrá visualizar en el mismo panel las propiedades específicas del carril seleccionado.

Figura 106

Parámetros de Alineamiento Horizontal

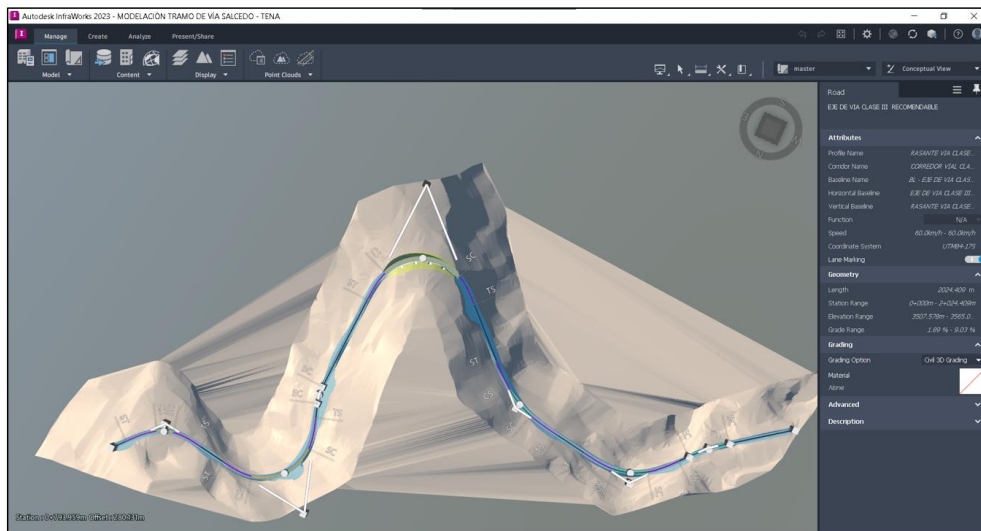


5.5.2. Alineamiento Vertical.

Paso 1. Dar click en la vía para seleccionarla.

Figura 107

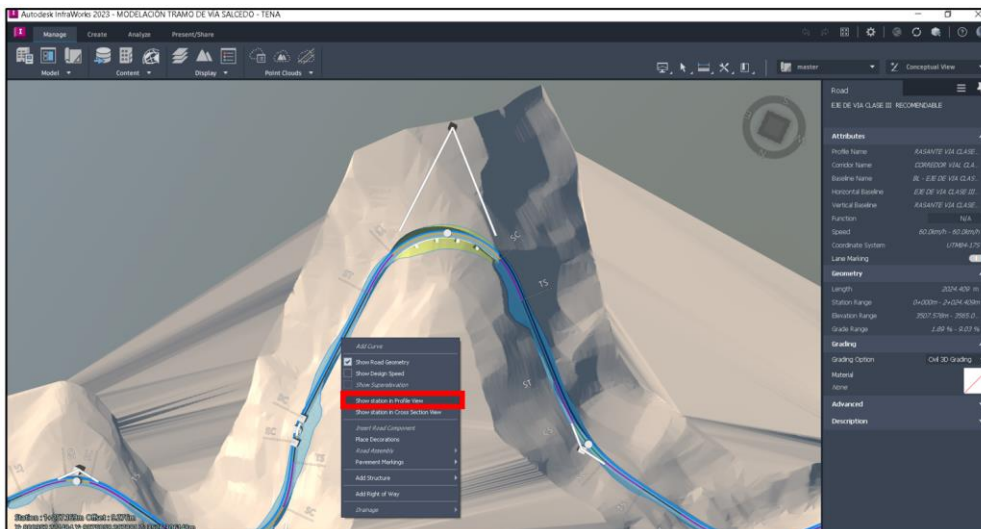
Selección de Vía



Paso 2. Posteriormente, dar click derecho sobre la vía seleccionada para desplegar un panel de opciones y elegir “Show Station in Profile View”.

Figura 108

Pestaña de Opciones

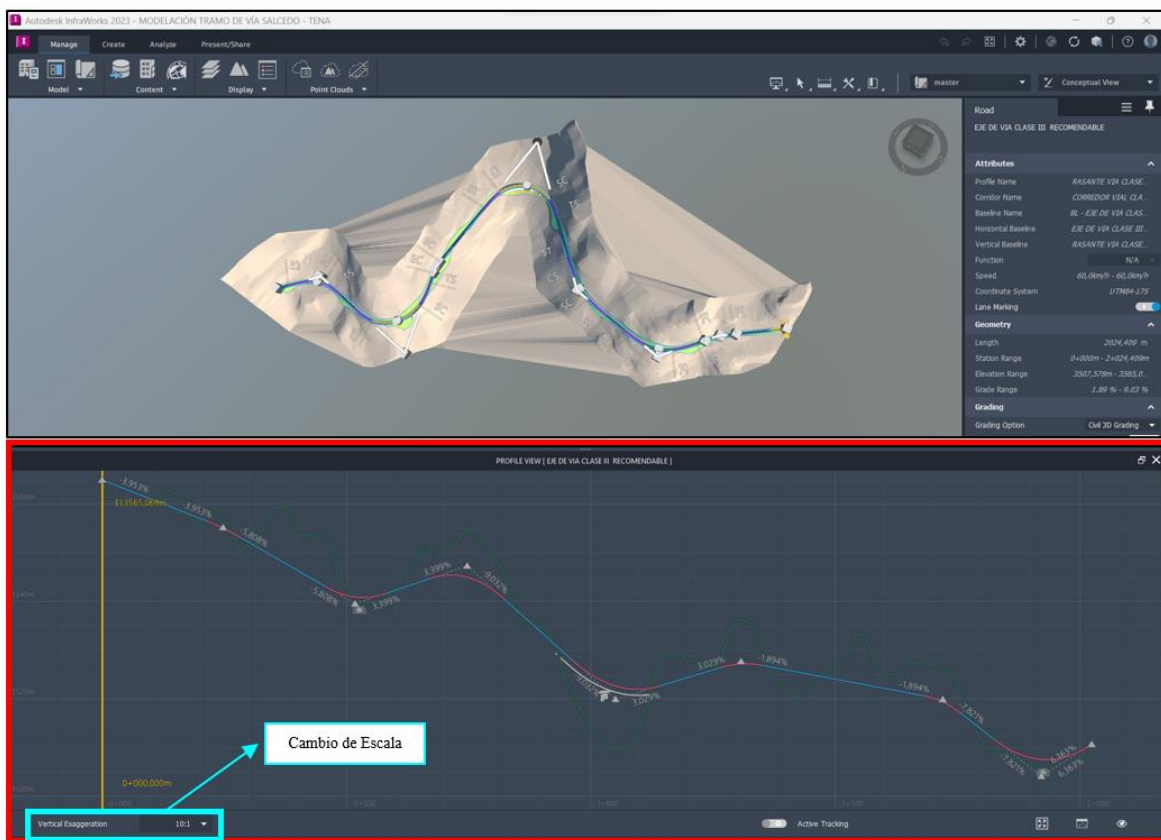


Paso 5. En las opciones permite agregar en el “Profile View” la visualización del perfil del terreno (Existing Ground), drenajes (drainage), uniones (junction), estructuras (structures) y capas de superficie (Surface layers).

Nota: El perfil longitudinal permite al usuario la opción de cambiar a una escala de presentación vial requerida por el usufructuario (1:10), con la finalidad de visualizar el perfil de manera diáfana.

Figura 111

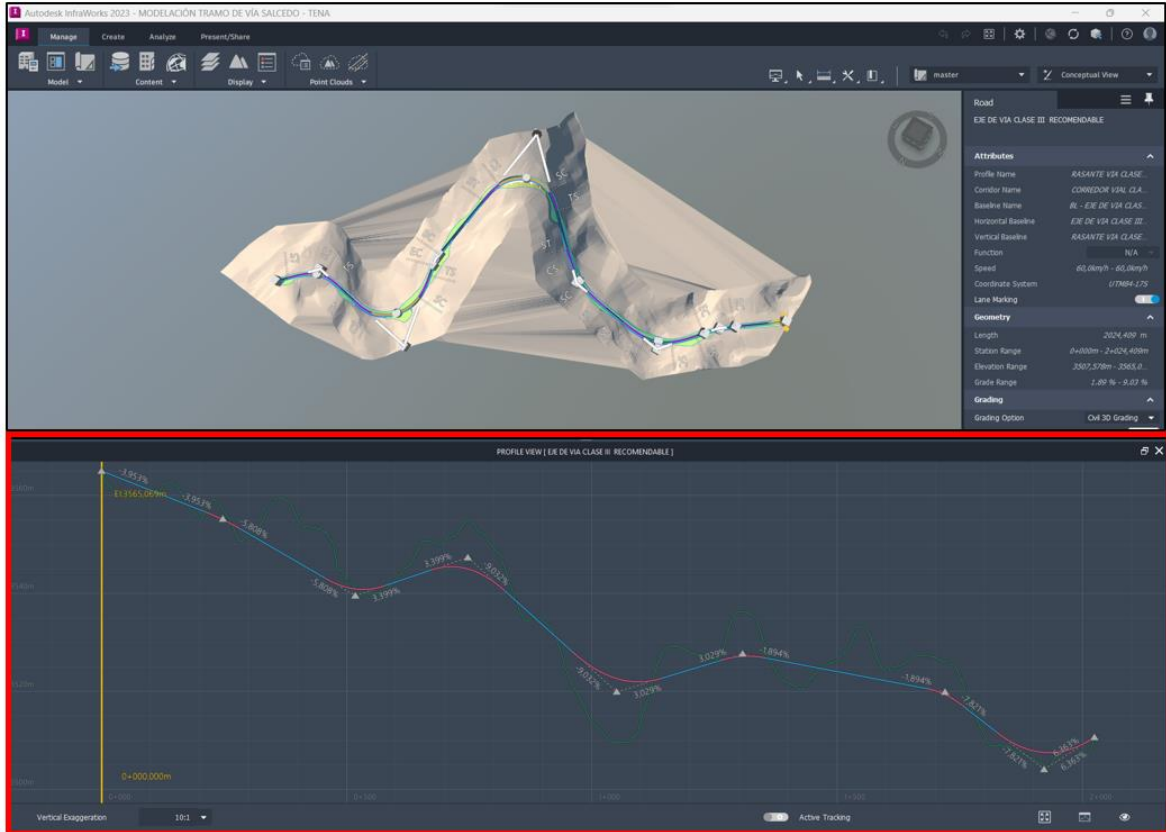
Activación de Visualización de Opciones de Perfil Longitudinal y Cambio de Escala



Nota: Se recomienda al usuario, no saturar el perfil longitudinal para poder visualizar de mejor manera los atributos que se presentan en el mismo.

Figura 112

Perfil Longitudinal y Terreno Original

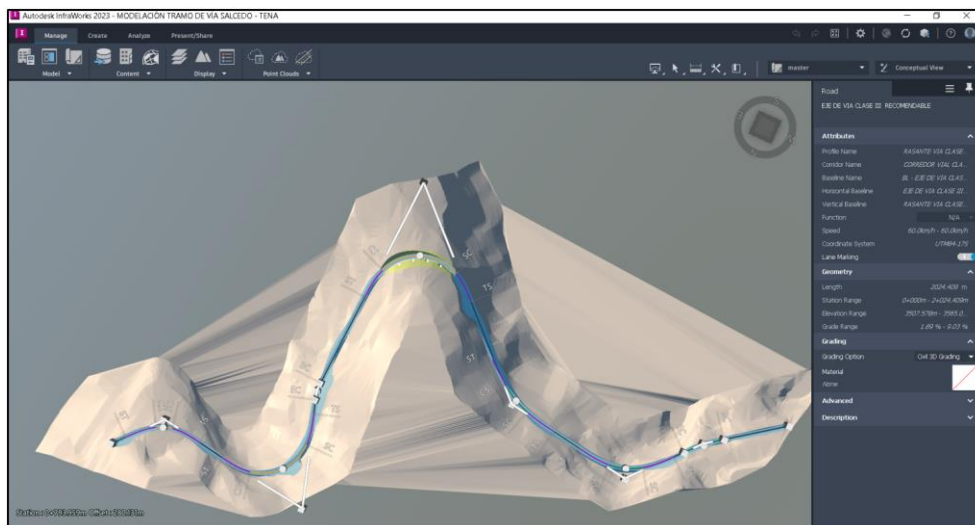


5.5.3. Alineamiento Transversal.

Paso 1. Dar click en la vía para seleccionarla.

Figura 113

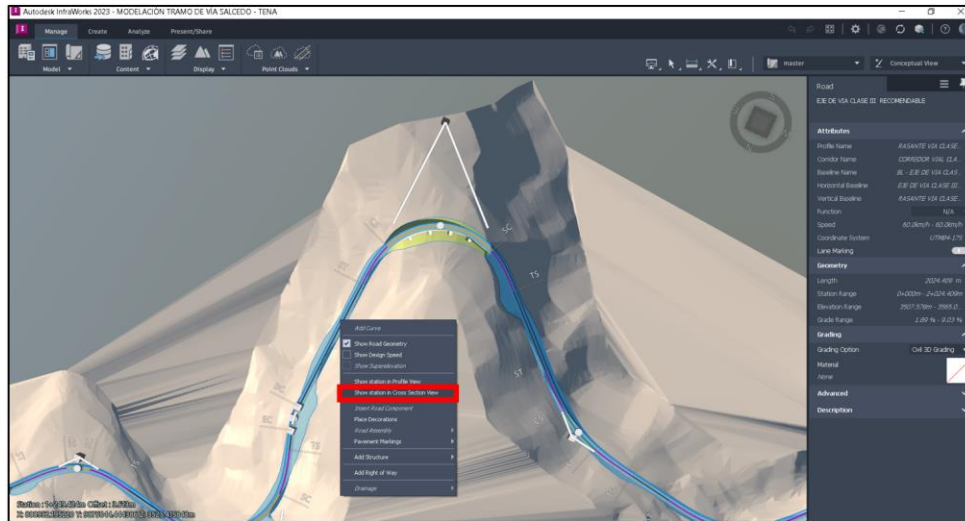
Selección de Vía



Paso 2. Posteriormente, dar click derecho sobre la vía seleccionada para desplegar un panel de opciones y elegir “Show Station in Cross Section View”.

Figura 114

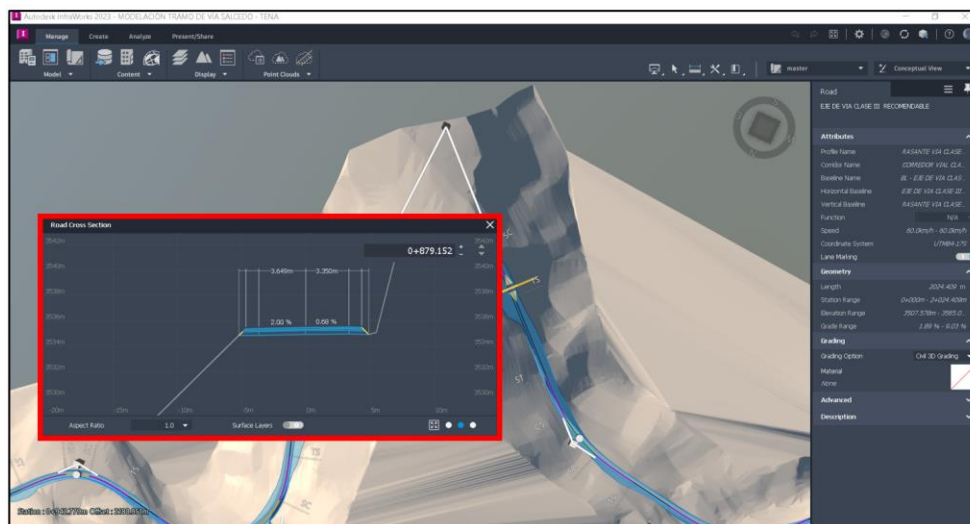
Opciones de Vía



Paso 3. Se despliega una ventana en la pantalla del interfaz de usuario, con el nombre “Road Cross Section”, y allí se podrá visualizar el perfil transversal.

Figura 115

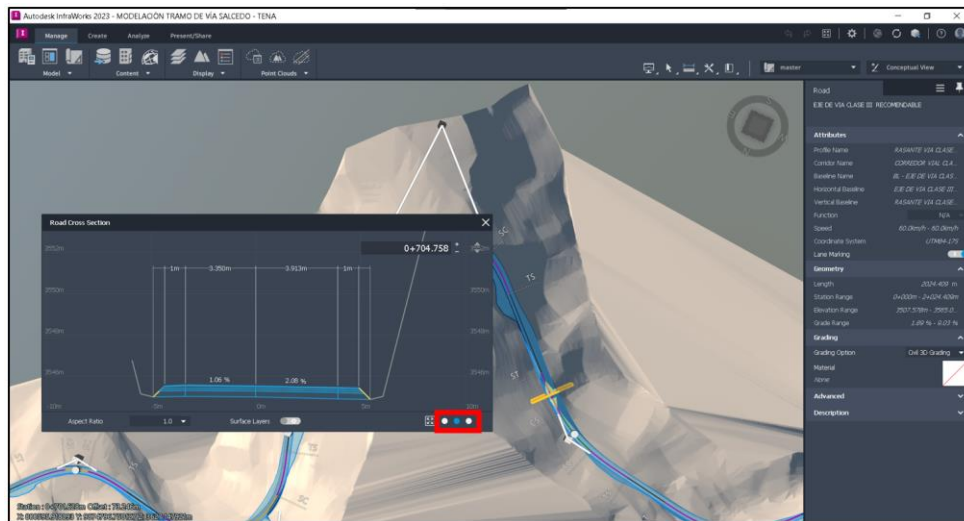
Perfil Transversal



Paso 4. En la parte inferior derecha de la pantalla “Road Cross Section”, existen 3 opciones para la visualización de diferentes aspectos del perfil transversal:

Figura 116

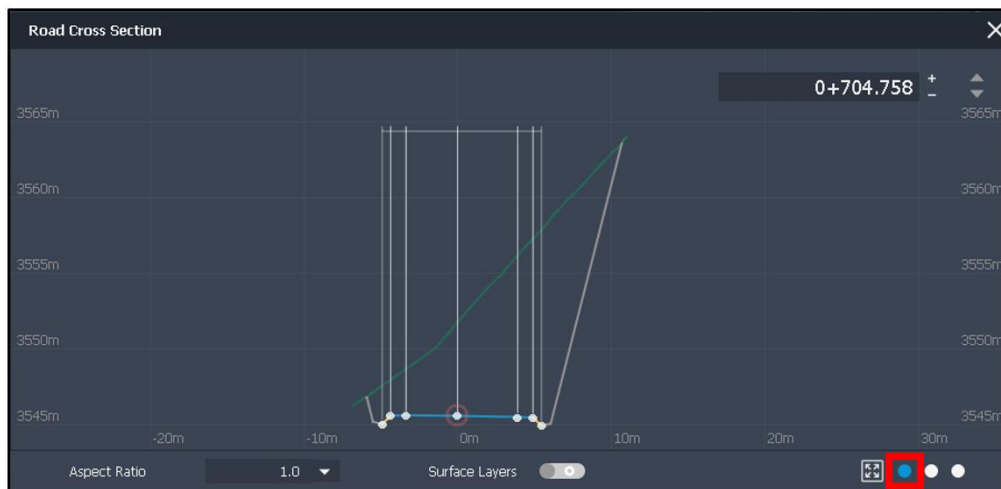
Perfil Transversal por Default



1. “Superelevation View”: Permite visualizar el terreno natural y el perfil transversal de la vía.

Figura 117

Perfil Transversal “Superelevation View”



2. “Road Assembly View”: Permite visualizar la sección transversal con las respectivas longitudes (vía, espaldones, sobrecanchos), pendientes, peraltes y taludes.

Figura 118

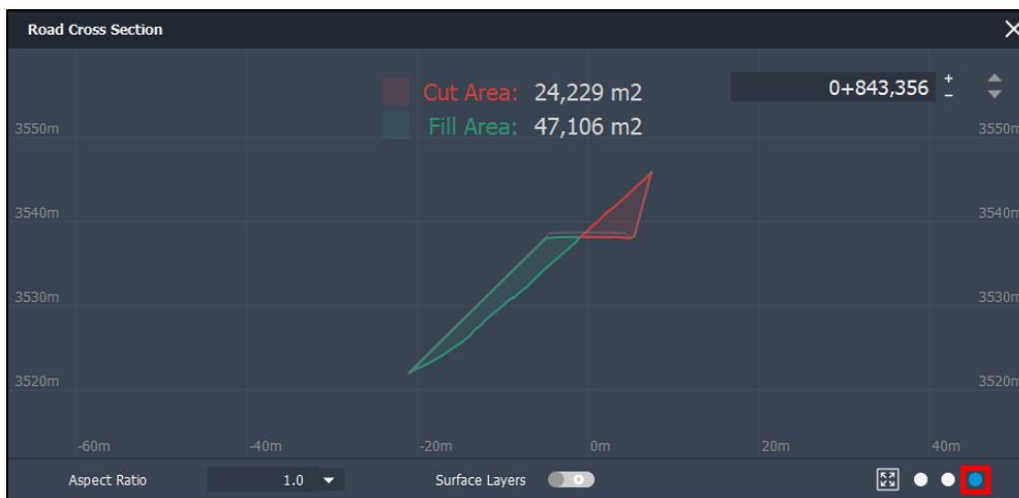
Perfil Transversal “Road Assembly View”



3. “Cut - Fill Areas”: Permite ver el área de corte y relleno.

Figura 119

Perfil Transversal “Cut - Fill Areas”



Nota: Empleando el mouse, se podrá desplazar la sección de corte (franja amarilla) por toda la vía para visualizar la sección transversal en el punto requerido por el usuario.

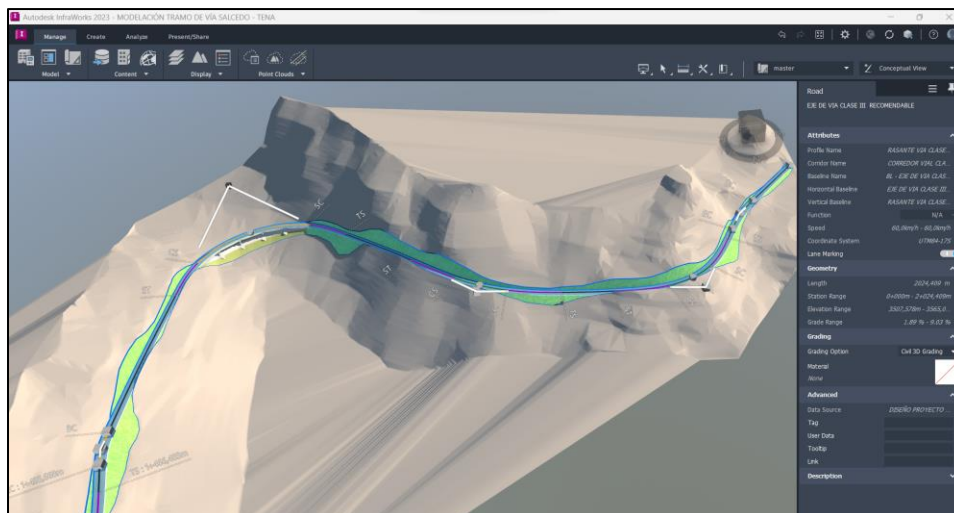
5.6. Señalización en “Infraworks”

Como parte del proyecto “Guía Práctica para la Modelación en el Software Infraworks”, se procede a generar señalización en el tramo de vía Salcedo – Tena. A continuación, se presentan el procedimiento:

Paso 1. Seleccionar la vía existente.

Figura 120

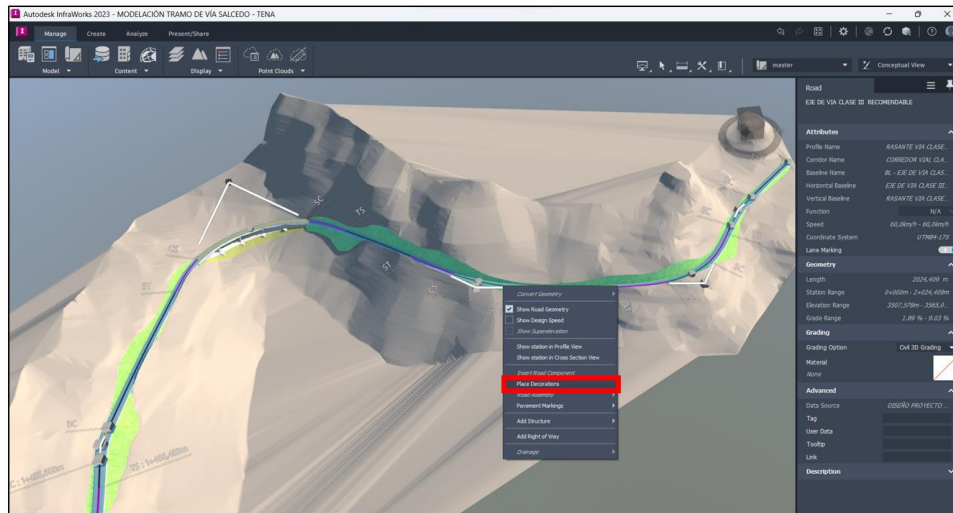
Selección de Vía



Paso 2. Dar click derecho y elegir la opción “Place Decoration” para desplegar el panel.

Figura 121

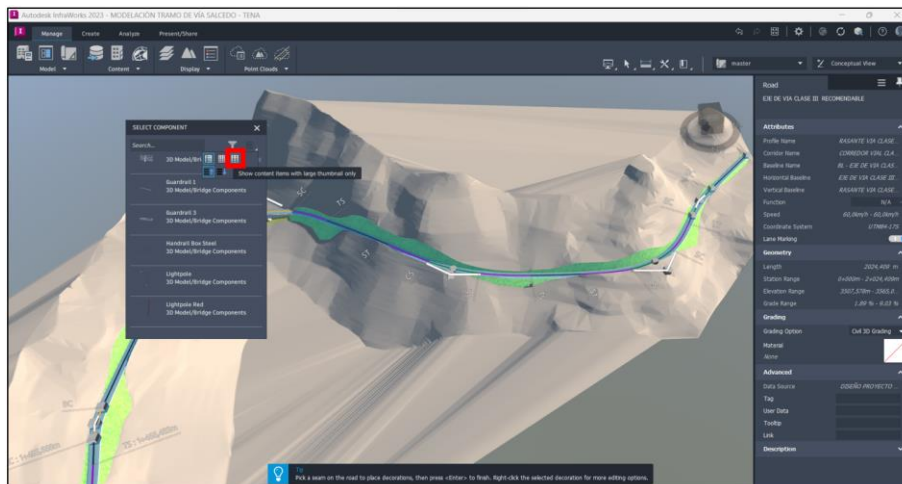
Pestaña de Opciones



Paso 3. En el panel “Select Component”, dirigirse a la opción de visualización de componentes y seleccionar “Show Content Items with Large Thumbnail Only”. Esta opción permite al usuario visualizar de mejor manera los componentes que se desea agregar a la vía

Figura 122

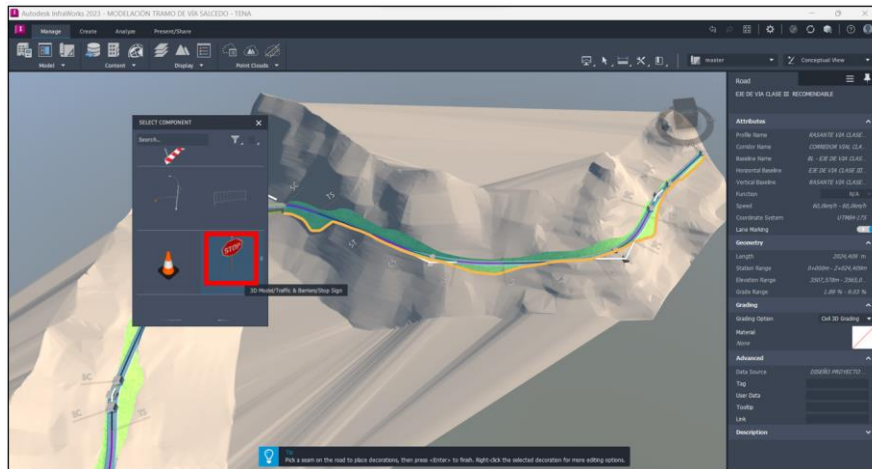
Pestaña de Componentes



Paso 4. En el panel, elegir el tipo de barrera que se ajuste a los requerimientos del usuario. En el presente proyecto seleccionaremos la barrera “3D Model / Traffic & Barriers / Stop sign”.

Figura 123

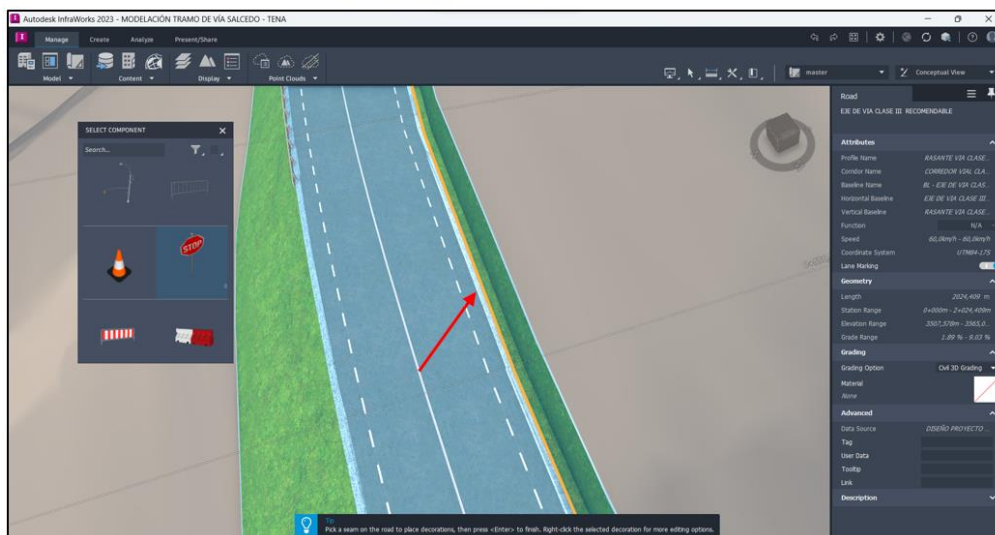
Componente de Señalización



Paso 5. Posteriormente, acercarse a la vía y seleccionar el lugar donde necesite colocar la señalización con la línea de autoayuda “amarilla” que genera el software.

Figura 124

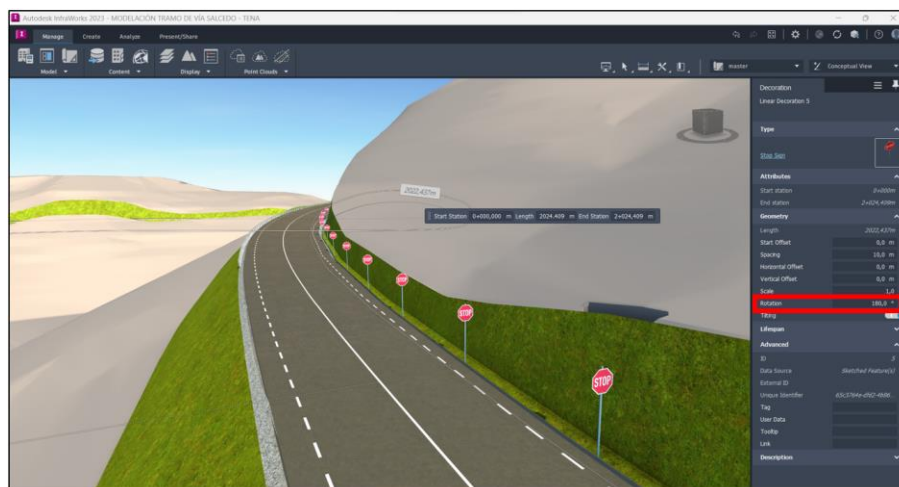
Ubicación de Señalización “Stop”



Paso 6. Dar doble click en “Esc (Escape)”, para salir de la generación de señales. Seguido, seleccionar la señal creada para determinar el grado de rotación dirigirse al panel “Decoration”, pestaña “Geometry”, opción “Rotation” (En caso de que la señal se modele en sentido contrario).

Figura 125

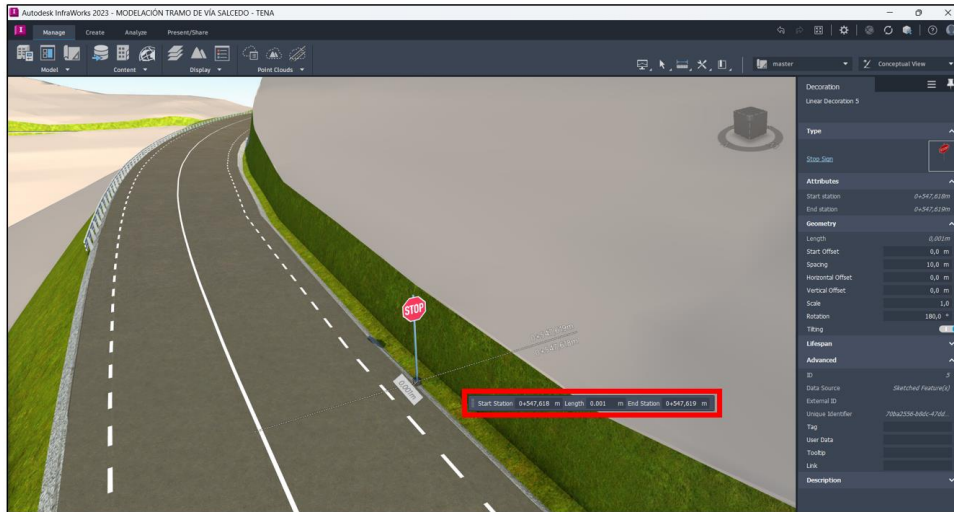
Generación de Señalización



Paso 7. Debido a que este tipo de componentes se producen en serie a lo largo de toda la vía, seleccionar la señalización y determinar el punto de “inicio” (0+547.618) y “fin” (0+547.619) en el lugar donde el usuario necesite colocar la señal. Estos puntos se pueden determinar de manera concreta, ya que el software genera una modalidad, tal que, al mover el cursor sobre la vía se puede visualizar la abscisa correspondiente. Para completar este proceso, dar click en “Enter”. De esta forma se colocará la señal solo en el lugar deseado por el usuario.

Figura 126

Ubicación de la Señalización



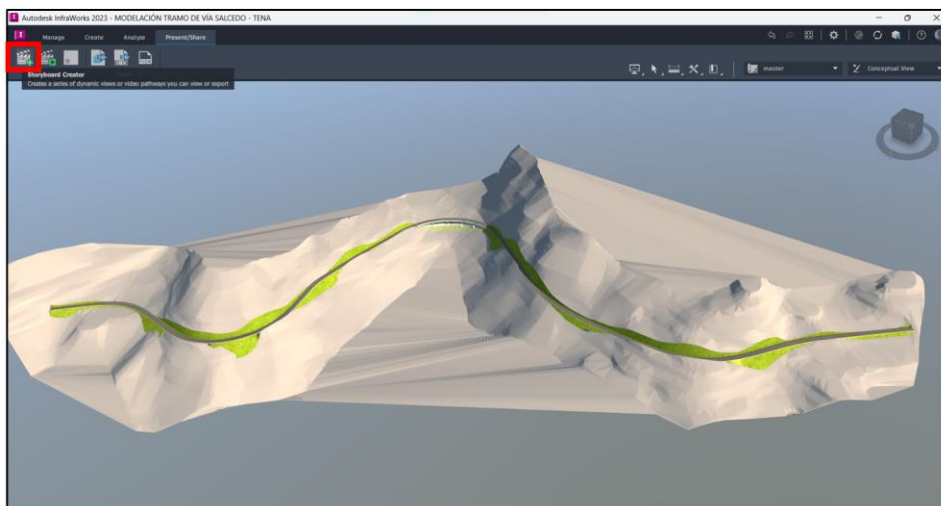
5.7. Generación de Video.

Los “Videos” o “Storyboards”, dotan al usuario de una herramienta que permite presentar el trabajo de forma más dinámica. A continuación, se detallan los pasos a seguir:

Paso 1. Dirigirse a la pestaña “Present / Share” y en la sección “Present” elegir la opción “Storyboard Creator”.

Figura 127

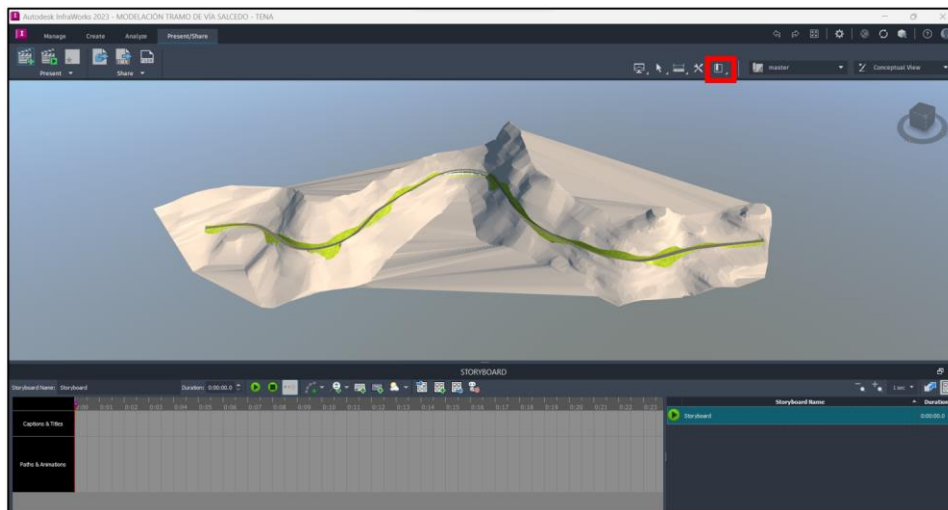
Visualization de Vía



Paso 2. Ex post seleccionar “Storyboard Creator”, se generará un panel en la parte inferior de la interfaz de usuario. Este panel permitirá generar el video a través de las vistas del modelo en el espacio de visualización y a su vez generando “Bookmarks” para realizar el proceso de manera rápida. Para crear “Bookmarks”, dirigirse a la pestaña “View Bookmarks” y desplegar el panel de la misma.

Figura 128

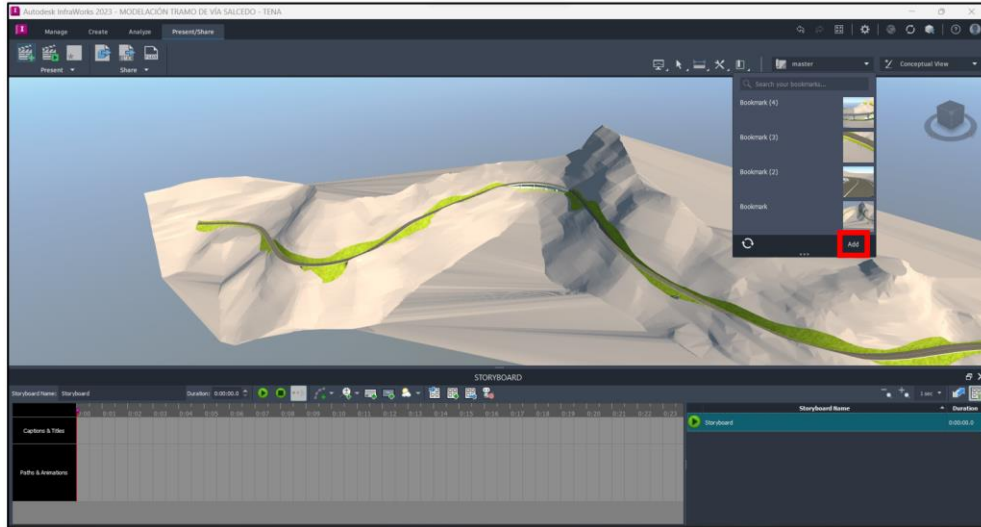
Generación de “Storyboard”



Paso 3. Posteriormente, colocar el modelo en una posición que se requiera visualizar (estas posiciones ayudarán al usuario en la elaboración del “Storyboard”) y dar click en “Add” y automáticamente la vista se generará.

Figura 129

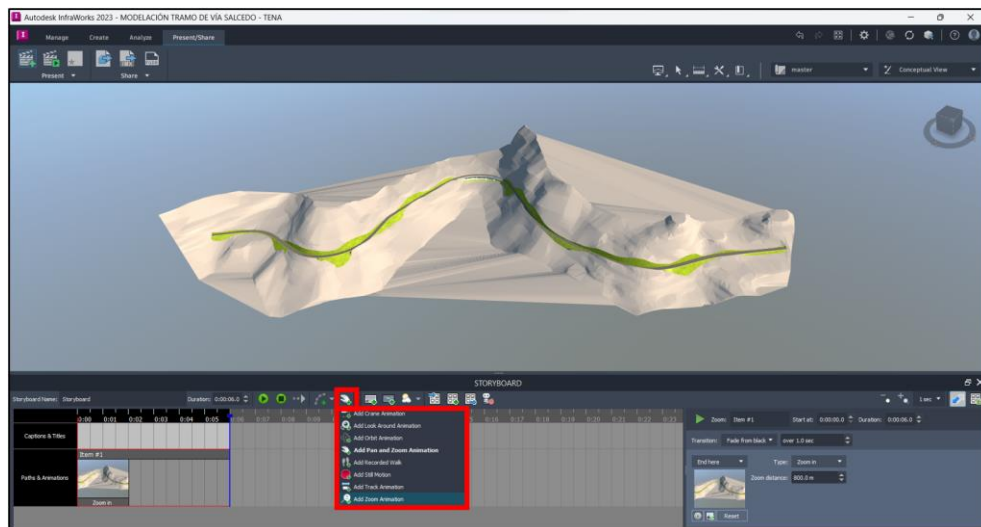
Generación de “Bookmark”



Paso 4. Ex post crear todos los “Bookmaks” necesarios, seleccionar uno de estos y dirigirse al panel “Storyboard”. Dar click en “Add New Zoom Animation” y desplegar la lista de opciones. Seleccionar uno de los modelos y automáticamente se generará, con la vista y tipo de animación seleccionada, una parte del “Storyboard”.

Figura 130

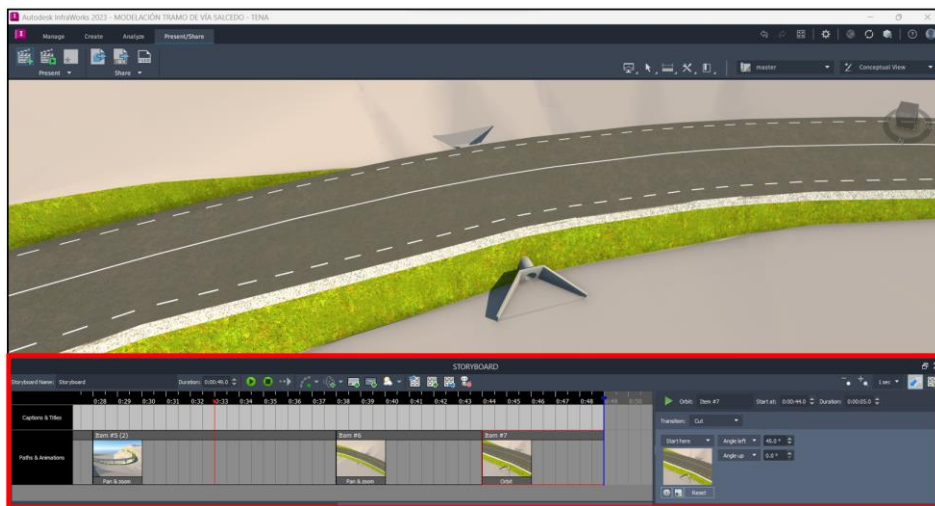
Generación de “Zoom Animation”



Nota: Se debe repetir el proceso hasta completar el video de forma que el usuario pueda presentar su proyecto.

Figura 131

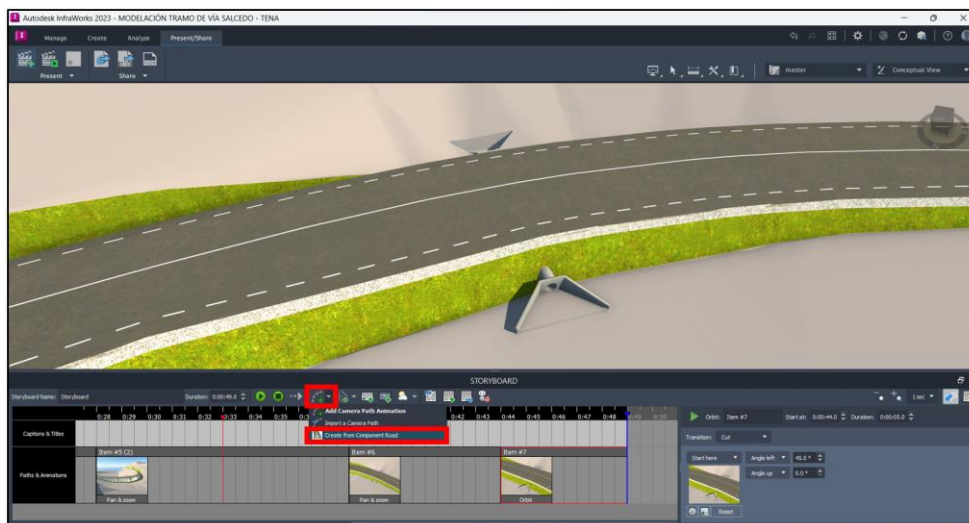
Generación de “Zoom Animation”



Paso 5. A su vez se, la creación del “Storyboard”, permite agregar un recorrido por toda la vía. Dirigirse a la opción “Add New Camera Path Animation”, desplegar el panel de opciones y seleccionar “Create from Component Road”.

Figura 132

Generación de “Camera Path Animation”



Paso 6. Posteriormente, seleccionar la vía y el software desplegará una pestaña para determinar los parámetros para circular en la carretera. Ex post, dar click en “Create” para generar el recorrido en el video

Figura 133

Creación de “Camera Path Animation”



Paso 7. Adicionalmente, el “Storyboard” permite agregar títulos en los espacios que el usuario requiera. Dirigirse en el panel “Storyboard” y seleccionar la opción “Add New Title”; en la parte derecha de este panel se mostrarán las modificaciones como tipo de letra, tamaño, texto para colocar, transparencia, etc.

Figura 134

Generación de Títulos



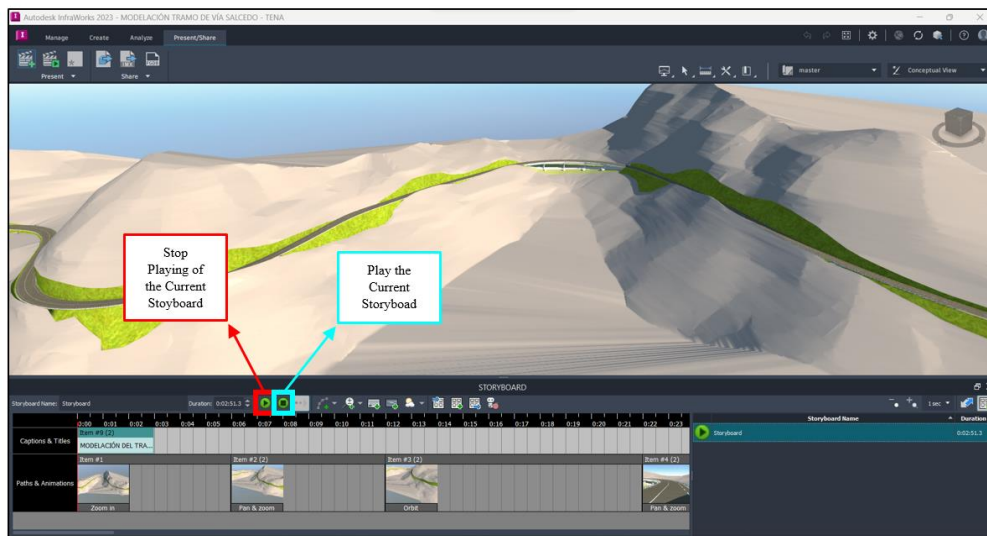
Nota: En la parte derecha del panel “Storyboard” aparecerán las modificaciones que cada tipo de zoom, presentación, vista o recorrido pueda presentar.

Paso 8. Posteriormente, para revisar la presentación creada por el usuario existen dos métodos:

1. **Panel “Storyboard”:** Dar click en el ícono “Stop Playing of the Current Storyboard” y seguido seleccionar la opción “Play the Current Storyboard”.

Figura 135

Reproducción de Video

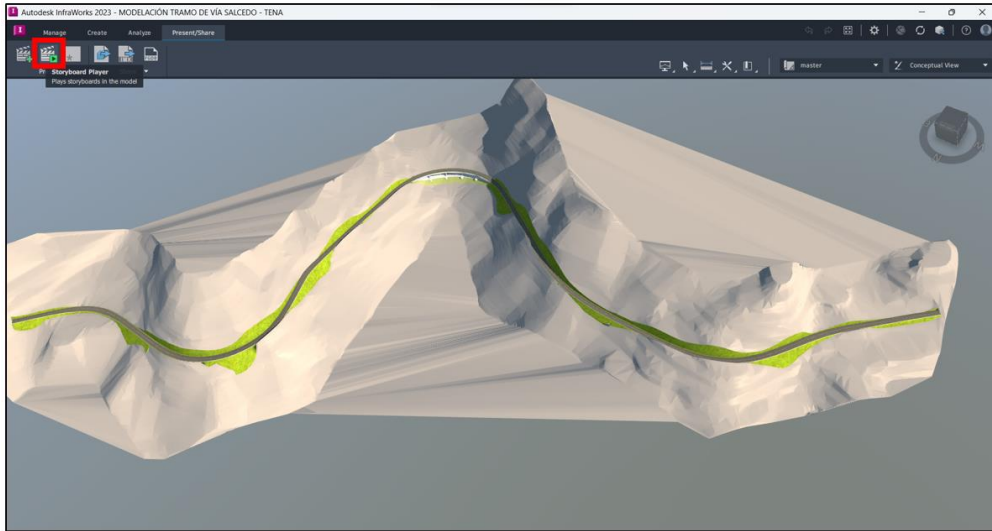


2. **Barra de Herramientas:**

- Dirigirse a la pestaña “Present / Share” y seleccionar la opción “Storyboard Player” para desplegar la pestaña “Storyboard Player”.

Figura 136

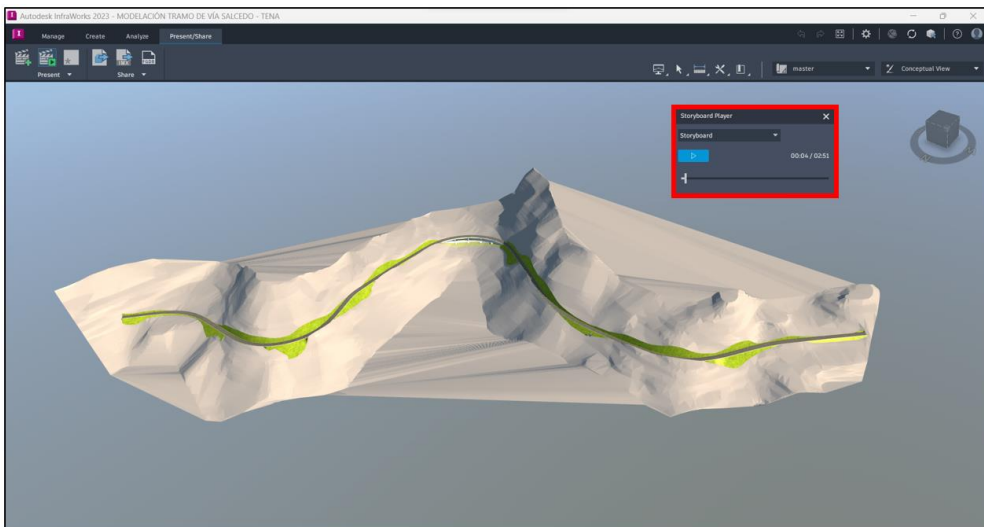
Ícono Reproductor de Video



- La pestaña “Storyboard Player” permite seleccionar el “Video / Storyboard” creado por el usuario, reproducirlo en todo el espacio del proyector y adelantar o retroceder en el mismo.

Figura 137

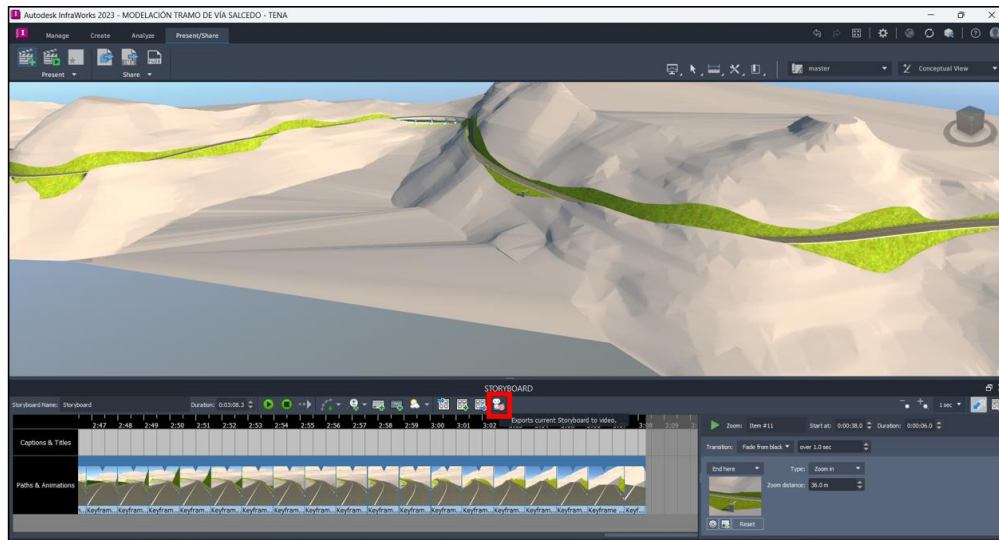
Reproductor de Video



Paso 8. Para exportar el video en formato “.avi” con la finalidad de reproducirlo en cualquier ordenador con este tipo de lector, dirigirse al panel “Storyboard” y seleccionar el ícono “Export Current Storyboard to Video”

Figura 138

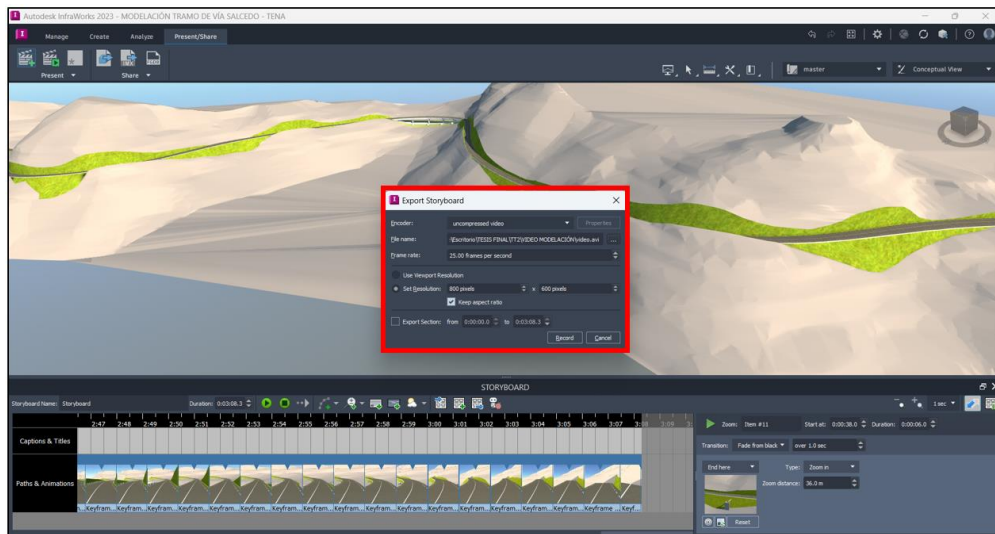
Exportar Storyboard a Video



Paso 8. Seguido, se genera la pestaña “Export Storyboard”, en donde se puede colocar la ubicación del archivo, resolución (píxeles), número de frames por segundo y la sección de video a exportar. Posteriormente, seleccionar la opción “Record” de la pestaña, para que el video se genere.

Figura 139

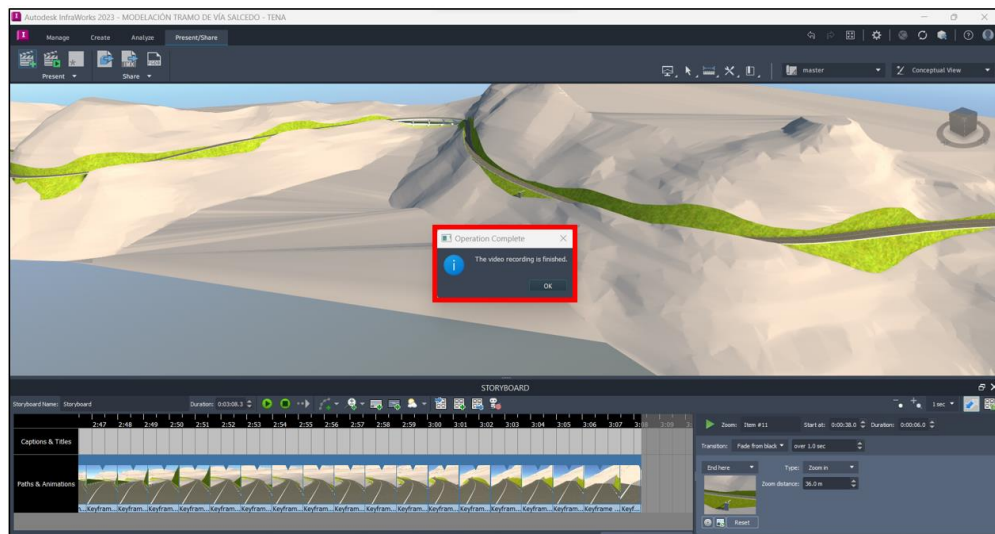
Propiedades de Video a Exportar



Paso 9. Una vez generado el video, el software emitirá este aviso, dar click en “Ok”.

Figura 140

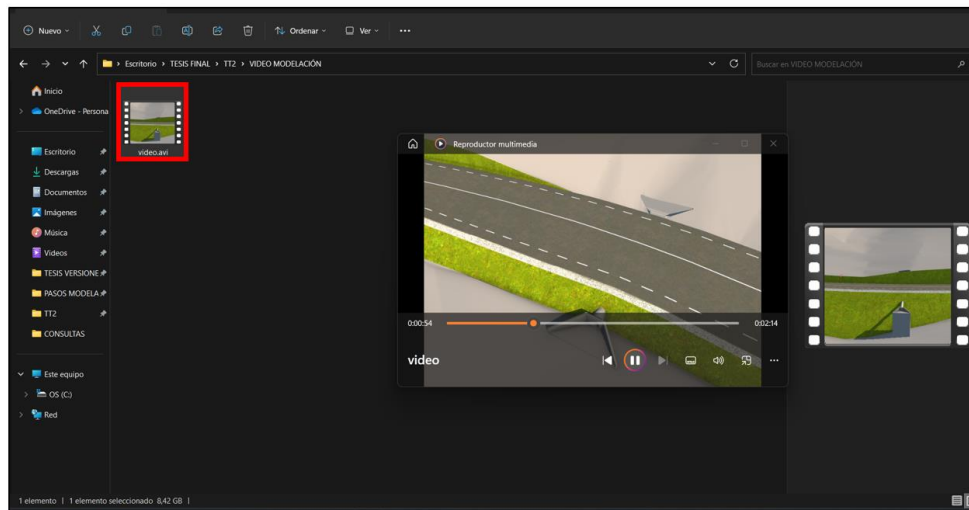
Confirmación de Exportación



Paso 10. Posteriormente, dirigirse al archivo generado y comprobar su funcionamiento.

Figura 141

Video de la Modelación



CAPÍTULO VI

REPORTES DE RESULTADOS

6.1. Interoperabilidad Infracworks – Civil 3D.

La interoperabilidad, hace referencia a la capacidad de transmitir e intercambiar datos o información entre softwares. Esta propiedad permite tener mayor fluidez al momento de elaborar un proyecto, ya que, se puede mejorar el diseño, modelación y renderizado, debido a la interacción de programas, mismos que se originan de la casa Autodesk.

El traspaso de información entre softwares, se desarrolla a través de diversos formatos, estos son los que brinda mayor facilidad en la transición de datos. Se debe tener en cuenta que el formato empleado debe ser idéntico tanto en el programa de origen de la información como en el programa de recepción, de forma que, al transmitir los archivos, estos conserven las propiedades desarrolladas al crear el diseño.

En el presente proyecto se ha empleado el formato IMX para la transmisión de la información del diseño realizado en Civil 3D, mismo que ha sido elaborado por el Ingeniero Hugo Carrión. Este formato presenta de forma clara la interconexión existente entre los programas de la misma casa de origen, ya que, transmite el diseño realizado completamente en Civil 3D como un archivo IMX, el cual se reconoce de mejor forma en el programa Infracworks, generando de esta manera la modelación basada en el diseño que sigue la normativa vigente.

6.2. Ventajas Del Software En El Desarrollo Vial.

El programa Infracore brinda muchas posibilidades al usuario. De esta manera se pueden describir las facilidades que aporta el uso del software al momento de modelar:

- La casa de Autodesk, brinda la posibilidad a docentes y estudiantes de acceder a un tipo de licencia llamada “Autodesk Education”, mismo que permite al usuario que la posibilidad de descargar y usar los programas con una finalidad de aprendizaje. Como especifica Autodesk (2023):

El software y los servicios a los que se accede a través del plan educativo solo se pueden utilizar con fines directamente relacionados con el aprendizaje, la formación y la investigación. Las licencias educativas no pueden utilizarse para fines comerciales, profesionales ni otros fines lucrativos.

Esto indica que se debe tener en cuenta las restricciones de uso que presenta el programa, de acuerdo a la licencia que estemos empleando para la aplicación del software.

- El software Infracore, permite al usuario llevar un diseño vial, hacia un estilo conceptual más realista. Esto permite al diseñador poder presentar de mejor forma un proyecto.

- El programa, permite al modelador desarrollar diferentes tipos de estructuras en el área vial. De esta forma, como se muestra en el modelo de ejemplificación, se pueden agregar puentes, para remplazar los espacios que requieren rellenos excesivos, llevando el proyecto a una vista más realista.

- Al tener interoperabilidad con otros programas de la casa Autodesk, permite al diseñador la posibilidad de aprovechar las capacidades y análisis que otros programas le pueden adicionar a nuestro modelo para poder obtener un proyecto completo. De la misma

manera, se pueden realizar propuestas de anteproyectos previos a la realización del proyecto final.

- El programa, a pesar que, en circunstancias fortuitas, se cierre (errores del software) o colapse (en caso de falla del procesador o apagado inoportuno del ordenador), se auto guardan todas las modificaciones ejecutadas en el proyecto hasta el momento de manera automática.

6.3. Desventajas Del Software En El Desarrollo Vial.

Los softwares, poseen incertidumbre en algunos aspectos, mismos, que en el caso de Infracworks se apoya en los programas de la misma casa para solventarlos. De esta forma a continuación presentamos las desventajas que hemos apreciado durante el uso del programa:

- El software al momento de instalar requiere una capacidad grafica amplia, debido a que este programa se centra en conceptualizar en un modelo realista, de lo que se desee diseñar.

- El software emite en ocasiones un mensaje de error “Autodesk Infracworks has Stopped Working”, mismo que por efecto cierra el programa de manera instantánea. Esto se puede generar por errores en la versión o saturación del programa.

- En el programa “Infracworks”, no se puede realizar modificaciones, referente a fallas o accidentes que presente en el “Civil 3D”, de tal manera que, una vez importado el archivo, este no podrá ser modificar fallas generadas en el diseño geométrico.

- Para destacar las gráficas y un renderizado óptimo, se necesita un ordenador con una tarjeta gráfica idónea, debido a los detalles que emite para su apreciación realista en el modelo.

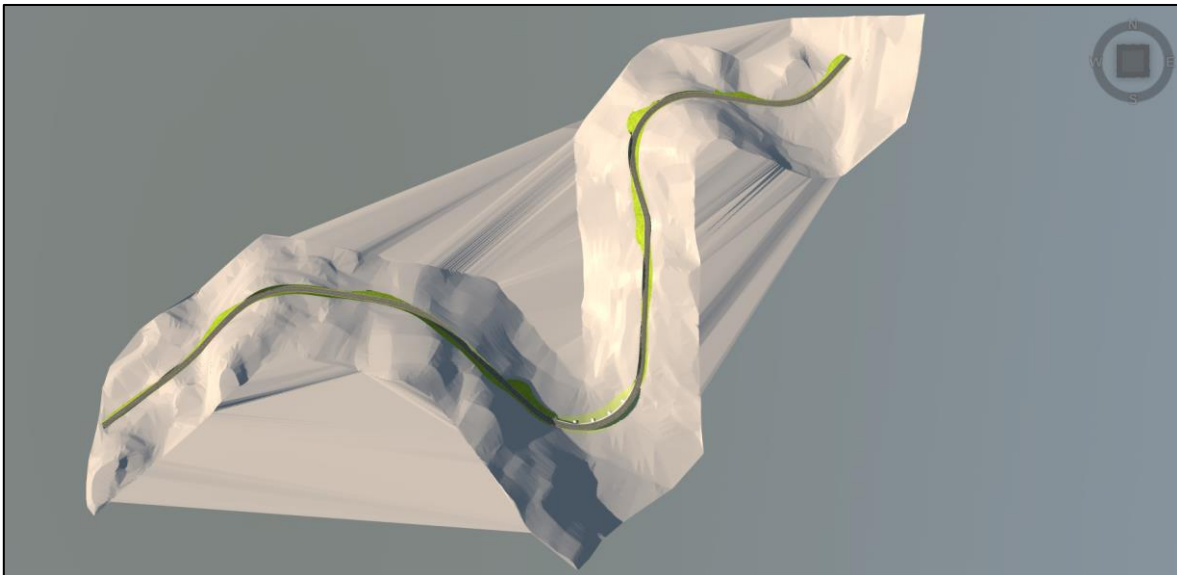
- El software “Infraworks” no permite generar ciertos modelos de estructuras hidráulicas (Disipadores de energía). Debido a que, en ciertas ocasiones la alcantarilla queda a un nivel más alto que la cota superficial del terreno.

6.4. Renderizado Y Gráficas.

El renderizado y gráficas que emite el software “Infraworks”, hilvana todos los aspectos tridimensionales y virtuales para propalar al usuario una idea o noción del proyecto que ha generado, dado por acentuado la presentación tanto cualitativa y renderizado para un acabamiento óptimo. Cabe recalcar, que la dependencia de las gráficas esta eslabonado con el ordenador, de tal manera, dependerá de la capacidad de la tarjeta gráfica que constituya el computador para apreciar un modelo más apropiado.

Figura 142

Modelación

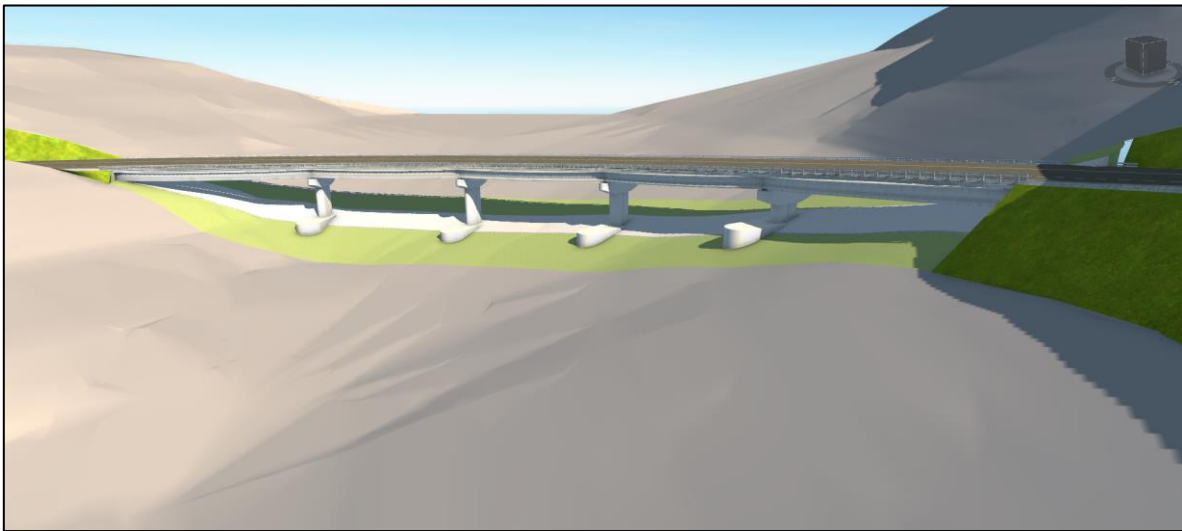


Nota. Vista en Planta de la Modelación (Tramo de Vía Salcedo - Tena). Elaborado por: los autores a través del software Autodesk (2023)

Los detalles son prolijos y explícitos, de tal forma, que tanto las estructuras civiles y decoración que produce el software “Infraworks” específica idoneidad con la realidad, por ende, se visualiza un proyecto con noción más clara y adecuada por sus efectos visuales realistas.

Figura 143

Modelación Puente



Nota. Vista 3D de la Modelación (Tramo de Vía Salcedo - Tena). Elaborado por: los autores a través del software Autodesk (2023)

CONCLUSIONES

El programa “Infraworks” es de gran utilidad en el área de la construcción. Debido a que en el mismo se presenta proyectos renderizado, de tal manera que se visualice la obra de forma concreta y realista. Esta herramienta proporciona un plus para los usuarios, ya que subsana, a través de la modelación, las inquietudes de personas que desconocen de la obra, de modo que el usuario puede mostrar explícitamente a todo público la idea del proyecto realizado.

El software “Infraworks”, como se ha podido conocer a través del presente proyecto de titulación, es un programa que muestra facilidad de uso, principalmente al momento de agregar estructuras (puentes, alcantarillas, señalización, entre otros), de forma que la modelación se acerque a la realidad.

Un modelo en el programa “Infraworks” se establece de manera legible debido a la facilidad de uso. Como resultado de la versatilidad del software, que permite presentar diferentes ideas de un diseño, estableciendo diferentes parámetros yuxtapuestos a la realidad.

A través de la investigación realizada, se han podido presentar diversas ventajas y desventajas que muestra el software “Infraworks”. De esta manera podemos decir que, este programa brinda varias facilidades al usuario, pero tiene sus limitaciones, mismas que deberán ser solventadas con el apoyo de otros softwares. Cabe recalcar que es importante la interoperatividad entre estos programas para un diseño y renderizado óptimo.

La guía práctica, permitirá a los usuarios del software tener una referencia clara y detallada sobre la aplicación del software a través de los pasos y recomendaciones dadas en la ejemplificación desarrollada en el presente proyecto (Tramo de Vía Salcedo – Tena). De esta forma la guía práctica será una herramienta importante para los usuarios con la finalidad de optimizar la precisión de la modelación con eficiencia y calidad.

RECOMENDACIONES

Se recomienda, revisar fallas o accidentes que se generen en el proyecto realizado por medio del software “Civil 3D”, antes de que el diseño (archivo), sea importado al programa “Infraworks”; ya que, en el software “Infraworks” se modela a partir del diseño geométrico ejecutado en “Civil 3D”.

Se recomienda que, previo a la modelación, determinar la ubicación de las estructuras que se necesite generar en el modelo; estableciendo las abscisas de localización de estructuras. De esta forma el proceso de creación del diseño será más rápido y fluido al tener una idea clara de los parámetros del proyecto.

Se recomienda al usuario trabajar con la integración de softwares de la casa Autodesk, con la finalidad de mejorar la eficiencia y calidad de la modelación.

Se recomienda que el equipo a emplear para el uso del software “Infraworks” sea de alto rendimiento, es decir que posea una tarjeta gráfica de adecuada y vasta capacidad del procesador, con la finalidad que el modelo mantenga gráficas de calidad y sea asequible para el usuario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agudelo Ospina, J. J. (2002). *Diseño Geométrico de Vías – Ajustado al Manual Colombiano*.

[Trabajo de Grado para Optar al Título de Especialista en Vías y Transporte, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín]. Archivo digital.
<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/disec3b1o-geomc3a9trico-de-vc3adas-john-jairo-agudelo.pdf>

Autodesk. (2011). *Acerca del modelado de obra lineal*.

<https://knowledge.autodesk.com/es/support/civil-3d/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2021/ESP/Civil3D-UserGuide/files/GUID-F2246A0B-809E-4801-97A5-EFACFA05EE46-htm.html#:~:text=El%20modelado%20de%20obra%20lineal,como%20carreteras%2C%20autov%C3%ADas%20y%20ferrocarriles>

Autodesk. (2021). *La Barra de Herramientas*.

<https://knowledge.autodesk.com/es/support/infraworks/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/ESP/InfraWorks-UserHelp/files/GUID-248EB772-88DB-4915-BA3B-F5A94461E660-htm.html>

Autodesk. (2021). *Elementos de la Interfaz de Usuario*.

<https://knowledge.autodesk.com/es/support/infraworks/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/ESP/InfraWorks-UserHelp/files/GUID-390DEDE6-C26A-45F4-8B16-23CE3739F9ED-htm.html>

Autodesk. (2021). *Inicio de Infraworks*.

<https://knowledge.autodesk.com/es/support/infraworks/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/ESP/InfraWorks-UserHelp/files/GUID-01AABC51-386E-4E5B-A901-C317CBC050E3-htm.html>

Autodesk. (2021). *Referencia de las Herramientas de la Barra de Herramientas.*

<https://knowledge.autodesk.com/es/support/infraworks/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/ESP/InfraWorks-UserHelp/files/GUID-81B693C0-930C-44D2-B251-F7841C7D79B0-htm.html>

Autodesk. (2022). *Acerca de Autodesk (R) Docs.*

<https://knowledge.autodesk.com/es/support/docs/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/ESP/Docs/files/About-Autodesk-Docs-html.html#:~:text=Autodesk%C2%AE%20Docs%20es%20un,Autodesk%C2%AE%20Build>

Autodesk. (2022). *Infraworks: conceptos de diseño de infraestructura y construcción de modelos con contexto real.*

<https://www.autodesk.es/products/infraworks/overview?term=1YEAR&tab=subscription&plc=IW360P>

Autodesk. (2022). *Teclas de acceso rápido.*

<https://knowledge.autodesk.com/es/support/infraworks/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/ESP/IWGettingStarted/files/IWGettingStarted-KeyboardShortcuts-html-html.html>

Autodesk. (2023). *El Panel Reglas de Estilos.*

<https://help.autodesk.com/view/INFMDR/ESP/?guid=GUID-295892D4-AFCB-4217-A48F-992F87564B00>

Autodesk. (2023). *Gestión de Cuentas para Educación – Descripción General: Plan*

Educativo. <https://latinoamerica.autodesk.com/support/account/education/students-educators/overview>

Autodesk. (2023). *Panel de Origen de Datos.*

<https://help.autodesk.com/view/INFMDR/ESP/?guid=GUID-B0CE8D89-F17D-422F-8EF9-DA17838F3CE4>

Autodesk. (2023). *Panel Explorador del Modelo.*

<https://help.autodesk.com/view/INFMDR/ESP/?guid=GUID-C00A8133-5DF0-415E-BBA3-CCD98D8B5AA0>

Autodesk. (2023). *Panel Propuestas.*

<https://help.autodesk.com/view/INFMDR/ESP/?guid=GUID-077918A7-3C10-4194-B47C-EB854771AE62>

Betancourt Landeta, L.E. (2014). *Elaboración de un Manual que Sirva como Guía para Realizar la Señalización Vertical Vial en Cruces de Línea Férrea.* [Tesis Previo al Título de Magister en Ingeniería en Transporte, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Archivo digital – Repositorio de Tesis de Grado y Posgrado PUCE: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7910>

Bolaños Abad, J. S. (2015). *Diseño Definitivo de las Vías de Reposición para los Embalses Aguacatal y Lechugal 2 del Proyecto "Pacalori".* [Trabajo Previo a la Obtención de Ingeniero Civil, Universidad de Cuenca - Facultad de Ingeniería Civil]. Archivo digital. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/24320>

Cárdenas Grisales, J. (2013). *Diseño Geométrico de Carreteras* (2da. ed.). ECOE Ediciones. <https://www.libreriaingeniero.com/2018/03/disenio-geometrico-de-carreteras-james-cardenas-grisales.html>

Cevallos Veintimilla, A.F., Polo Luna, E. F., Salgado Chasipanta, D. J., Orbea Vergara, M. S. (2017). *Métodos y Técnicas de Investigación.* Ediciones Grupo Compás.

<http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/498/3/metodolog%C3%ADa.pdf>

Del Castillo Gallegos, P. D. & Mena Guerrero, B. W. (2022). *Manual para la Modelación en Civil 3D de Taludes de Corte en Secciones Transversales de Vías, con la Utilización del Módulo Autodesk Subassembly Composer*. [Trabajo de Titulación Previo a la Obtención del Título de Ingenieros Civiles, Universidad Politécnica Salesiana]. Archivo digital – Repositorio de Tesis de Grado UPS: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23071>

Geoportal Instituto Geográfico Militar [Geoportal IGM]. (2020). <https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/ortofoto-sector-san-rafael/>

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Ventura [GAD Parroquial Ventura]. (2013). *Vialidad y Transporte*. <https://ventura.gob.ec/index.php/ct-menu-item-11/ct-menu-item-25>

Gobierno del Encuentro - Gestión de Riesgos. (2022). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/lorem-ipsu3/>

Gobierno Regional de San Martín - Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2017). *Guía del Conductor (pp. 148)*. Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones San Martín. http://drtcsanmartin.gob.pe/documentos/manual_conductor/Cap10_Utilizac_dela_Via.pdf

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, M., Méndez Valencia, S., & Mendoza Torres, C. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta ed.). Mc Graw Hill Education. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (1997). *Metodología de la Investigación*. Panamericana Formas e Impresos S.A.
https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Methodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf
- Instituto Geográfico Militar [IGM]. (2014). *Carta topográfica (Santa Rosa del Oro) [Carta Topográfica] 1:50.000*. IGM.
- Keepcoding Tech School. (2022). *¿Qué es una Interfaz de Usuario?*
<https://keepcoding.io/blog/que-es-una-interfaz-de-usuario/>
- Maya, E. (2014). *Métodos y Técnicas de Investigación*. Universidad Autónoma de México - Facultad de Arquitectura.
https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Methodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf
- Ministerio de Transporte - INVIAS. (2013). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*.
<https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/985-manual-de-diseno-geometrico>
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas [MTO] (2012). *Informe Técnico Zamora – Gualaquiza Parte II - Estudio de Tráfico Vehicular: Cálculo del TPDA Actual y Futuro*.
https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/06-09-2011_informe_tecnico_zamora_gualaquiza_parteII.pdf
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas [MTO]. (2011). *Mapa de carreteras del Ecuador 2011*.
https://www.gifex.com/images/0X0/2011-11-10-14890/Mapa_de_carreteras_del_Ecuador.jpg

- Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2003). *Normas de Diseño Geométrico De Carreteras* (MTOPE 2003). MTOPE. https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas [MTOPE] - Subsecretaría de Infraestructura del Transporte. (2012). *Normas Ecuatoriana Vial - 2012 (NEVI - 12)*. <https://cauchosvikingo.com/normas-ecuatorianas-viales-2012-nevi-12/>
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas [MTOPE]. (2022). *Mapa Red Vial Estatal*. <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/10/ESTADO-DE-LA-RVE-SEP.pdf>
- Morán Delgado, G., & Alvarado Cervantes, D. G. (2010). *Métodos de Investigación*. Pearson Custom Publishing. http://190.116.26.93:2171/mdv-biblioteca-virtual/libro/documento/fu-RQyoPA7f8-NcHRiWEX9_METODOS_DE_INVESTIGACION.pdf
- Mosquera Jaramillo, E. D., & López Parra, W. I. (2022). *Guía Práctica para la Aplicación del Módulo "Autodesk Subassembly Composer", en la Creación de Secciones Transversales con Muros, Utilizadas en el Diseño Vial Empleando el Software Civil 3D*. [Trabajo de Titulación Previo a la Obtención del Título de Ingenieros Civiles, Universidad Politécnica Salesiana]. Archivo digital – Repositorio de Tesis de Grado UPS: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23082>
- Namakforoosh, M. (2007). *Metodología de la Investigación*. Limusa. <https://books.google.com.mx/books?id=ZEJ7-0hmvhwC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

Reglamento Ley Orgánica del Sistema Nacional de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre. (2018). Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Ministerio de Transporte y Obras Públicas - Decreto Ejecutivo 436 - Registro oficial Suplemento 278: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/10/LOTAIP_8_REGLAMENTO-LEY-ORGANICA-SISTEMA-INFRAESTRUCTURA-VIAL-DEL-TRANSPORTE.pdf

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Infraworks: Programa computacional de diseño conceptual para infraestructuras y construcciones, que en este proyecto se lo utilizara específicamente para el diseño vial, en un contexto de tres dimensiones (3D).

Carga Móvil: Carga que se desplaza en una longitud determinada.

Pilas: Estructura vertical de apoyo, que sirve para transmitir las cargas a la cimentación.

Norma Ecuatoriana Vial (2012): (NEVI – 12) es un documento de referencia técnica para el diseño vial y transporte del Ecuador, mismo que actualmente no está aprobado como normativa.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas - 001 - F 2002: (MOP - 001 - F 2002) Documento que contiene las especificaciones generales en vigencia, para el desarrollo y diseño de caminos y puentes.

Diseño Asistido por Computadora: (CAD) según sus siglas en inglés; es un software para desarrollar y modificar diseños en dos y tres dimensiones.

Transporte Promedio Diario Anual: (TPDA) documento con el que se determina la cantidad de tráfico vehicular en una vía según lo mencionado en el informe de MTOP (2012)

Afirmado: cobertura de terreno de carácter sólido, en la cual se puede circular

Departamentos: Conjunto de municipios.

Instituto Geográfico Militar: (IGM) Institución encargada de realizar estudios geográficos, topográficos, geológicos, entre otros, del país, adicionalmente posee un inventario de cartas topográficas, geográficas, geológicas, etc, requeridas por técnicos e ingenieros para ejecución de obras.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología: (INAMI) Institución encargada de realizar estudios meteorológicos en el país, además de ser fuente de dicha información para los técnicos que la requieran. “Es un Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias”**Fuente especificada no válida..**

Instituto Nacional de Vías: (INVIAS) Institución encargada de elaborar normativas para la generación de la red vial en Colombia.

Velocidad Sostenida en Rampa: Es referente a la máxima velocidad sostenida a la cual puede circular un vehículo pesado en una pendiente en sentido ascendente.

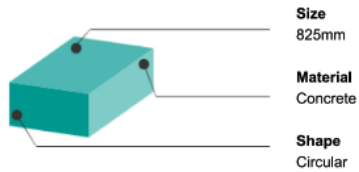
Autodesk: Es una casa de producción de programas de diseño en 2D y 3D para diferentes áreas como construcción, diseño, modelación, cálculo, industrias de manufactura, entre otros.

Civil 3D: Es un software que permite el diseño de vías, que admite funciones de diseño, dibujo y reporte.

ANEXOS

Reporte de Resultados

- Alcantarilla 1



HW ELEV
3539.50 m

HGL UP
3539.06 m

HGL DOWN
3538.40 m

CULVERT

Culvert Length (m)	16.84	Slope (%)	2.75
Invert Elev Entrance (m)	3538.43	Invert Elev Exit (m)	3537.97
Size	825mm	Shape	Circular
No. Barrels	1	Manning's n	0.012
Culvert Material	Concrete	Inlet Configuration	Square Edge with Headwall

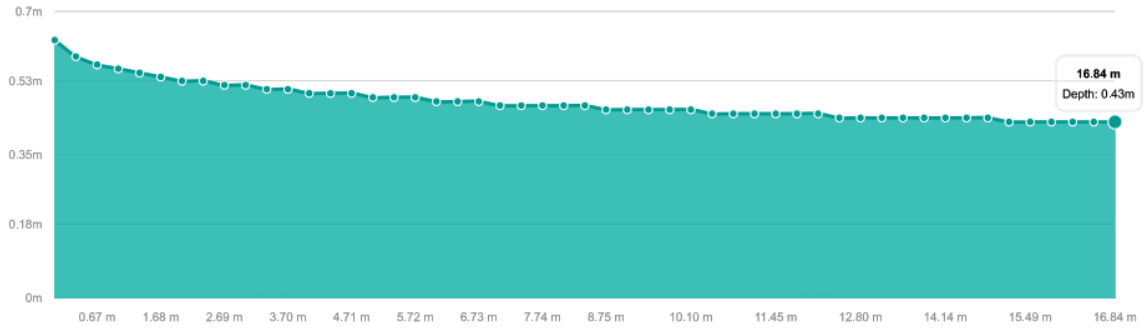
CALCULATION

Design Flow (cms)	1.10	Flow per Barrel (cms)	1.10
Tailwater Condition	(dc+D)/2	Tailwater Elev (m)	3538.70
Velocity Up (m/s)	2.46	Velocity Down (m/s)	3.87
HGL Up (m)	3539.06	HGL Down (m)	3538.40
Headwater Elev (m)	3539.50	Hw/D	1.28
Flow Regime	Inlet Control		

EMBANKMENT

Top Elevation (m)	3539.50	Top Width (m)	30.00
-------------------	---------	---------------	-------

Water Surface Profile



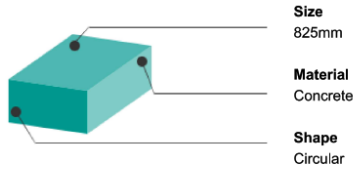
Report prepared with Autodesk® InfraWorks®



- **Alcantarilla 2**



 **Culvert Report**
Culvert 2 | vie. abr. 21 12:16:02 2023 GMT



HW ELEV
3506.20 m

HGL UP
3505.76 m

HGL DOWN
3505.13 m

CULVERT

Culvert Length (m)	15.09	Slope (%)	2.83
Invert Elev Entrance (m)	3505.13	Invert Elev Exit (m)	3504.70
Size	825mm	Shape	Circular
No. Barrels	1	Manning's n	0.012
Culvert Material	Concrete	Inlet Configuration	Square Edge with Headwall

CALCULATION

Design Flow (cms)	1.10	Flow per Barrel (cms)	1.10
Tailwater Condition	(dc+D)/2	Tailwater Elev (m)	3505.44
Velocity Up (m/s)	2.46	Velocity Down (m/s)	3.84
HGL Up (m)	3505.76	HGL Down (m)	3505.13
Headwater Elev (m)	3506.20	Hw/D	1.28
Flow Regime	Inlet Control		

EMBANKMENT

Top Elevation (m)	3506.20	Top Width (m)	30.00
-------------------	---------	---------------	-------

Water Surface Profile

