



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**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

AUTORES: Edgar David Mosquera Jaramillo

Willye Israel López Parra

TUTOR: Hugo Patricio Carrión Latorre

Quito – Ecuador

2022

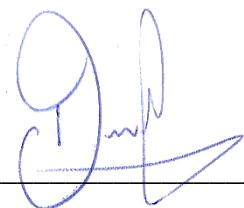
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Edgar David Mosquera Jaramillo con documento de identificación N° 1722588328 y Willye Israel López Parra con documento de identificación N° 1751563667; 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, 04 de agosto del 2022

Atentamente,



Edgar David Mosquera Jaramillo

1722588328



Willye Israel López Parra

1751563667


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

Nosotros, Edgar David Mosquera Jaramillo con documento de identificación N° 1722588328 y Willye Israel López Parra con documento de identificación N° 1751563667; 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 Módulo «Autodesk Subassembly Composer», en la Creación de Secciones Transversales con Muros, Utilizadas en el Diseño Vial Empleando el Software Civil 3D”, 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, 04 de agosto del 2022

Atentamente,



Edgar David Mosquera Jaramillo

1722588328



Willye Israel López Parra

1751563667

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 MÓDULO “AUTODESK SUBASSEMBLY COMPOSER”, EN LA CREACIÓN DE SECCIONES TRANSVERSALES CON MUROS, UTILIZADAS EN EL DISEÑO VIAL EMPLEANDO EL SOFTWARE CIVIL 3D, realizado por Edgar David Mosquera Jaramillo con documento de identificación N° 1722588328 y Willye Israel López Parra con documento de identificación N° 1751563667, 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, 04 de agosto del 2022

Atentamente,



Ing. Hugo Patricio Carrión Latorre, MSc

0603015728

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación tiene como dedicatoria en primer lugar a Dios, a mi familia y amigos, a cada persona que me mostró su inmenso cariño y apoyo incondicional, por brindarme su compañía en cada paso que se fue forjando para alcanzar esta meta, es el resultado del amor y paciencia de personas que lograron construir en mi vida el concepto de perseverancia, dedico mi tesis a ustedes que forman parte sustancial en mi vida.

Edgar David Mosquera Jaramillo

El presente trabajo de titulación está dedicado primero a Dios, la Virgen y el Patrón Santiago por haberme concedido fuerzas y fortaleza para alcanzar tan anhelada meta. A mis padres Marcia y Flavio, quienes con su esfuerzo y amor me han ayudado a cumplir una de muchas metas más, gracias por ser el pilar de mi vida y por inculcar siempre el ejemplo de dedicación y esfuerzo. A mis hermanos Yvonne y Darío, quienes siempre estuvieron ahí para lo que necesitara durante todo este proceso. Finalmente quiero dedicar esta tesis a toda mi familia, resaltado a mis abuelos Oswaldo y Georgina que gracias a por su apoyo incondicional, cariño y confianza se llevó a cabo este proyecto. Muchas gracias por todo, saben que son muy importantes para mí y les aseguro que este logro no será el último.

Willye Israel López Parra

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi entera gratitud a Dios y su gracia de darme la vida y la bendición de tener la posibilidad de alcanzar metas y objetivos académicos rodeado de familia, seres queridos y personas que me motivan día a día a convertirme en mejor persona. Mi agradecimiento especial a mis queridos padres Edgar y Lucía por su inmenso sacrificio en todo este camino, porque nunca faltaron sus palabras de aliento y corrección que en todo tiempo su respaldo representa un pilar en mi vida. Quiero dar las gracias a Mónica y José Luis por guiarme y ser una fuente de inspiración espiritual, a Ruth por creer en mí y ayudarme a alcanzar este logro. A mi tutor de tesis el ing. Hugo Carrión quien con paciencia y sabiduría direccionó todo el trabajo de titulación, así mismo a cada profesor que contribuyó con enseñanza y aprendizaje en mi carrera universitaria. Quiero agradecer también a mi compañero de Proyecto Willye por su aporte inmenso en el trabajo de titulación.

Edgar David Mosquera Jaramillo

Quiero expresar mi gratitud a Dios, la Virgen y el Patrón Santiago quienes con sus bendiciones llenan mi vida y agradecer infinitamente por regalarme las personas maravillosas que conforman mi familia, personas trabajadoras, honestas y, sobre todo humildes. Mi profundo agradecimiento a todos los docentes y autoridades de la Universidad Politécnica Salesiana de Ingeniería Civil. Agradezco a mi tutor Ing. Hugo Carrión, que como docente con su cátedra nos llevó por buen camino al momento de elaborar esta tesis y como amigo me enseñó de ética para que día a día sea un buen profesional. Finalmente quiero expresar mis agradecimientos al Ministerio de Obras Públicas y a mi compañero de Proyecto David, que hicieron posible el desarrollo de este proyecto.

Willye Israel López Parra

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES Y GENERALIDADES	1
1. PROBLEMA DE ESTUDIO.....	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. IMPORTANCIA Y ALCANCE	1
1.3. DELIMITACIÓN.....	2
2. JUSTIFICACIÓN.....	2
3. OBJETIVOS.....	3
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO	5
2.3. DISEÑO VIAL.....	5
2.3.1. Generalidades.....	5
2.3.2. Alineamiento Horizontal.....	6
2.3.3. Alineamiento Vertical.....	6
2.3.4. Clasificación de vías	6
2.4. SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS	6
2.4.1. Ancho de la Sección Transversal Típica.....	7
2.4.2. Espaldones	7
2.4.3. Taludes.....	9
2.5.1. Definición	10
2.5.2. Tipología de Muros.....	11
2.5.2.1. Muros a gravedad	11
2.5.2.2. Muros en Voladizo o Ménsula.....	12
CAPÍTULO III.....	14
METODOLOGÍA	14
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	14
3.2. MÉTODO.....	14
3.3. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	15
3.4. PROCESO TÉCNICO DE INGENIERÍA CIVIL	16

CAPÍTULO IV	17
PARTE 1: INTRODUCCIÓN AL MÓDULO SUBASSEMBLY COMPOSER	17
1.1. INDUCCIÓN DE LA INTERFAZ DEL MÓDULO SUBASSEMBLY COMPOSER.	17
1.2. PARÁMETROS INICIALES DE DISEÑO GEOMÉTRICO	22
1.3. PRINCIPALES COMANDOS A UTILIZAR	23
1.3.1. Geometry.....	23
1.3.1.1. Point.....	23
1.3.1.2. Link.....	24
1.3.1.3. Shape	24
1.3.2. Advanced Geometry	24
1.3.2.1. Intersection Point.....	24
1.3.2.2. Curve	24
1.3.2.3. Surface Link	24
1.3.2.4. Daylight Rounding	24
1.3.2.5. Get Mark Point	24
1.3.2.6. Fillet Arc.....	24
1.3.2.7. Offset Geometry	25
1.3.2.8. Loop Geometry.....	25
1.3.3. Auxiliary	25
1.3.3.1. Auxiliary Point	25
1.3.3.2. Auxiliary Link	25
1.3.3.3. Auxiliary Surface Link	26
1.3.3.4. Auxiliary Intersection	26
1.3.3.5. Auxiliary Mark Point.....	26
1.3.4. Workflow	26
1.3.4.1. Flowchart.....	26
1.3.4.2. Sequence.....	27
1.3.4.3. Decesion	27
1.3.4.4. Switch	27
1.3.5. Miscellaneous	27
1.3.5.1. Set Output Parameter.....	27
1.3.5.2. Define Variable.....	28

1.3.5.3.	Set Variable Value.....	28
1.3.5.4.	Set Mark point	28
1.3.5.5.	Report Message	28
1.4.	METODOLOGÍA GENERAL DE MODELACIÓN SECCIONAL.....	28
PARTE 2: DIAGNÓSTICO DE LA TIPOLOGÍA DE MUROS EN EL MEDIO LOCAL		29
2.1.	ANTECEDENTES E INFORMACIÓN DE LA SECCIÓN DE DISEÑO.	29
2.1.1.	Proyecto: Mitad del mundo – Calacalí, Mejoramiento y Ampliación	30
2.1.2.	Proyecto: Intercambiador el Chaupi.....	35
2.1.3.	Proyecto: Vía de Acceso al Nuevo Aeropuerto de Quito NAIQ	38
2.1.4.	Proyecto: Intercambiador Guayllabamba Norte (Km 18+200).....	41
2.2.	EVALUACIÓN DE LAS SOLICITACIONES REQUERIDAS.....	44
2.3.	DESIGNACIÓN DEL TIPO DE MURO A DISEÑAR	45
PARTE 3: DISEÑO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL EN EL MÓDULO		46
3.1.	DIMENSIONAMIENTO DEL MURO A DISEÑAR.....	46
3.1.1.	Definición de solicitudes (Datos iniciales).....	46
3.1.2.	Predimensionamiento.....	47
3.1.3.	Cálculo del peso propio	48
3.1.4.	Verificación de Estabilidad.....	49
3.1.4.1.	Factor de seguridad al Deslizamiento.....	49
3.1.4.2.	Factor de seguridad al Volcamiento	50
3.2.	ESPECIFICACIÓN DE PARÁMETROS DEL SUB-ENSAMBLAJE.	60
3.2.1.	Sección típica de vía adoptada.....	61
3.3.	CREACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL ANALIZADA.	65
3.3.1.	Definición de puntos iniciales.....	66
3.3.2.	Asignación de propiedades geométricas de líneas y formas.....	69
3.3.2.1.	Dibujo de la sección transversal utilizando [Tool Box]	69
3.3.3.	Conformación de elementos de la sección transversal a partir de líneas.....	76
3.3.4.	Configuración de formas de la sección transversal.....	84
3.4.	EXPORTACIÓN ARCHIVO .PKT A CIVIL 3D.	96
PARTE 4: INTEGRACIÓN DE UNA SECCIÓN A UN CORREDOR VIAL		102
4.1.	IMPORTACIÓN DE SUB-ENSAMBLAJE AL SOFTWARE CIVIL 3D.	102
4.2.	IMPLEMENTACIÓN DE SUB-ENSAMBLAJE A UN CORREDOR VIAL.	111

4.2.1. Configuración del tramo de intervención seccional en el corredor vial.....	112
4.2.2. Configuración de las secciones en corte y relleno del corredor vial.....	124
4.2.3 Inserción de taludes y calzada en el sub-ensamblaje.....	134
4.3. VERIFICACIÓN DE PROPIEDADES DE UBICACIÓN DEL SUB-ENSAMBLAJE CON EL CORREDOR.....	151
PARTE 5: COMPROBACIÓN DE SECCIONES Y VOLÚMENES	153
5.1. CÁLCULO DE VOLÚMENES.....	153
5.2. VISTA DE SECCIONES.....	158
5.3. REPORTES DE VOLÚMENES.....	159
CONCLUSIONES.....	164
RECOMENDACIONES	165
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	166
REFERENCIAS.....	167
ANEXOS.....	170

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	8
Tabla 2	9
Tabla 3	45
Tabla 4	62
Tabla 5	62
Tabla 6	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	10
Figura 2	11
Figura 3	13
Figura 4	15
Figura 5	17
Figura 6	18
Figura 7	19
Figura 8	20
Figura 9	21
Figura 10	22
Figura 11	23
Figura 12	24
Figura 13	25
Figura 14	26
Figura 15	27
Figura 16	28
Figura 17	30
Figura 18	33
Figura 19	34
Figura 20	34
Figura 21	35
Figura 22	37
Figura 23	37
Figura 24	38
Figura 25	39
Figura 26	40
Figura 27	41
Figura 28	42
Figura 29	43
Figura 30	47
Figura 31	48
Figura 32	50

Figura 33	60
Figura 34	61
Figura 35	64
Figura 36	66
Figura 37	68
Figura 38	69
Figura 39	70
Figura 40	71
Figura 41	72
Figura 42	73
Figura 43	74
Figura 44	75
Figura 45	76
Figura 46	77
Figura 47	78
Figura 48	79
Figura 49	80
Figura 50	81
Figura 51	82
Figura 52	83
Figura 53	85
Figura 54	86
Figura 55	87
Figura 56	88
Figura 57	90
Figura 58	92
Figura 59	93
Figura 60	94
Figura 61	95
Figura 62	96
Figura 63	97
Figura 64	98

Figura 65	99
Figura 66	100
Figura 67	100
Figura 68	101
Figura 69	102
Figura 70	103
Figura 71	104
Figura 72	105
Figura 73	106
Figura 74	107
Figura 75	109
Figura 76	110
Figura 77	111
Figura 78	112
Figura 79	113
Figura 80	113
Figura 81	114
Figura 82	114
Figura 83	115
Figura 84	116
Figura 85	117
Figura 86	118
Figura 87	119
Figura 88	120
Figura 89	121
Figura 90	122
Figura 91	123
Figura 92	124
Figura 93	125
Figura 94	126
Figura 95	127
Figura 96	128

Figura 97	129
Figura 98	130
Figura 99	131
Figura 100	132
Figura 101	133
Figura 102	134
Figura 103	134
Figura 104	135
Figura 105	136
Figura 106	137
Figura 107	138
Figura 108	138
Figura 109	139
Figura 110	140
Figura 111	141
Figura 112	142
Figura 113	143
Figura 114	144
Figura 115	145
Figura 116	146
Figura 117	147
Figura 118	147
Figura 119	148
Figura 120	149
Figura 121	149
Figura 122	150
Figura 123	151
Figura 124	152
Figura 125	153
Figura 126	154
Figura 127	154
Figura 128	155

Figura 129	156
Figura 130	157
Figura 131	158
Figura 132	158
Figura 133	159
Figura 134	159
Figura 135	160
Figura 136	161
Figura 137	162
Figura 138	163

RESUMEN

La comunidad académica de la carrera de ingeniería civil, al desarrollar proyectos viales se encuentra con limitados materiales de apoyo que brinden solución a la elaboración de diseño de secciones transversales con muros que al día de hoy se evidencia su ejecución en gran cantidad de proyectos reales y que hasta la fecha no se ha logrado documentar un trabajo formal en español que contemple los lineamientos de uso y definición, este hecho confirma que se desaprovecha el Módulo Subassembly por desconocimiento. Una guía de diseño provee al estudiante de una herramienta accesible y útil con información que potencia sus habilidades de diseño y modelación con parámetros lógicos, haciendo que practique desde su actividad estudiantil su concepción de diseño.

La presente guía de manejo para la aplicación del módulo “Autodesk® Subassembly Composer”, se desarrolla mediante la formulación de pasos esquemáticos con gráficas y sus correspondientes descripciones para que el usuario logre la creación de secciones transversales en muros, además de la correcta exportación e implantación a un proyecto vial real. Dicha metodología incluye infografía útil para describir cada paso.

Se usaron dos interfaces de diseño, el Civil 3D y el módulo Subassembly Composer de manera complementaria la una con la otra, demostrando su armonía funcional en un alineamiento hasta la concepción de la sección esperada.

Consecuente con la correspondiente inducción a la interfaz, considerando definiciones y comandos básicos para diseñar haciendo accesible su interpretación, da como resultado la elaboración de la guía de una sección transversal con muro y su efectiva implantación en un proyecto vial real concluyendo que a nivel de ejecución, se postula como una alternativa ágil y didáctica para conseguir sub-ensamblajes fáciles de interpretar, además son fáciles de editar desde la fase de dimensionamiento hasta la fase de rediseño para su uso en proyectos que consten con diferentes características o solicitudes.

Palabras clave: Creador de subensamblajes, civil 3D, diseño muros, sección transversal, corredor vial, guía de diseño.

ABSTRACT

The academic community of the civil engineering career, when they are developing road projects, finds itself with limited support materials that provide a solution to the design of cross sections with walls that to this day is evidenced in a large number of real projects and that to date has not been able to document a formal work in Spanish that contemplates the guidelines of use and definition, this fact confirms that the Subassembly Module is wasted due to lack of knowledge. A design guide provides the student with an accessible and useful tool with information that enhances his design and modeling skills with logical parameters, making him practice his design conception from his student activity.

This user's guide for the application of the "Autodesk® Subassembly Composer" module is developed through the formulation of schematic steps with graphics and their corresponding descriptions for the user to achieve the creation of cross sections in walls, as well as the correct export and implementation to a real road project. This methodology includes useful infographics to describe each step.

Two design interfaces were used, Civil 3D and the Subassembly Composer module, were used in a complementary way to each other, demonstrating their functional harmony in an alignment up to the conception of the expected section.

Consequent to the corresponding induction to the interface, considering definitions and basic commands to design making its interpretation accessible, results in the elaboration of the guide of a cross section with wall and its effective implementation in a real road project, concluding that at the execution level, it is an agile and didactic alternative to obtain subassemblies easy to interpret, besides being easy to edit from the dimensioning phase to the redesign phase for its use in projects with different characteristics or solicitations.

Keywords: Subassembly composer, civil 3D, wall design, cross section, road corridor, design guide.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1. PROBLEMA DE ESTUDIO

1.1. ANTECEDENTES

En el medio nacional se carece de guías para el diseño de secciones transversales con muros, por lo que el diseñador opta por manejar en su diseño las secciones predeterminadas en el software Civil 3D, las cuales no se acoplan a la topografía montañosa que posee el Ecuador. Esto genera, que se realicen diseños viales orientados a subensamblajes tradicionales que limitan el desarrollo de alternativas, por lo que no se ajustan de mejor manera a sus proyectos.

Los estudiantes al desconocer el uso de este módulo eligen acoplar sus proyectos viales a las secciones transversales predeterminadas en lugar de dibujarlas y personalizarlas, cometiendo así una incongruencia a nivel de diseño.

¿Cuál sería la mejor metodología para adoptarla y que describa de mejor manera el uso del módulo “Autodesk Subassembly Composer”?

¿Por qué se desaprovecha la utilidad del módulo “Autodesk Subassembly Composer” en el diseño vial?

1.2. IMPORTANCIA Y ALCANCE

El uso del software Civil 3D, se comienza desarrollando específicamente desde quinto semestre de la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad Politécnica Salesiana, por lo tanto, el 100% de estudiantes realizan diseños viales a modo de aprendizaje, pero se desaprovecha este

módulo que es de gran utilidad para solucionar proyectos que incluyen la utilización de muros, ya que son escenarios más reales y que en un futuro se presentarán en el ámbito laboral.

Al contar con una guía, el estudiante tendrá una herramienta de aprendizaje que brinda la posibilidad de entender cómo se diseña una sección transversal, para que las características del trazado sean en función de las condiciones reales que exponga el proyecto. Al personalizar las secciones se logra mejorar el planteamiento del modelo en base a las condiciones reales del terreno.

1.3. DELIMITACIÓN

Este proyecto está enfocado en brindar un recurso puntual y eficiente, para el uso del módulo “Autodesk Subassembly Composer”, dirigido a la comunidad universitaria y/o profesional de la carrera de Ingeniería Civil, para la elaboración de diseños viales que incluyan muros.

2. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto propone soluciones prácticas para editar subensamblajes en muros, enfocados al diseño vial, debido que en el medio nacional no existen tales guías del uso de este módulo y que, además en la malla curricular de Ingeniería Civil no se llega a aplicar este tema, por lo tanto es importante que a nivel académico se incluya el uso de esta opción para que el estudiante cuente con herramientas que le permitan ejecutar proyectos apegados a la realidad topográfica que presenta nuestro país, de modo que una de las ventajas que brinda este instrumento es, que proporciona una interfaz para diseñar diferentes tipos de muros de contención complejos, sin necesidad de programación.

A través de este trabajo, el alumnado y/o proyectistas podrán llevar a cabo el diseño de subensamblajes con mayor coherencia al relieve topográfico que se presentan en los proyectos de nuestro país.

Este proyecto es factible porque se cuenta con los conocimientos teóricos y prácticos que han adquirido a lo largo de la carrera de Ingeniería Civil. Además, se dispone del programa y las respectivas licencias, que en este caso son estudiantiles. Un punto para destacar es que la Universidad Politécnica Salesiana dispone de laboratorios computacionales que tienen instalado el software, AutoCAD Civil 3D, aclarando que el módulo “Autodesk Subassembly Composer” forma parte del software. En definitiva, esto facilitará a los estudiantes el uso de esta implementación.

A futuro se puede publicar esta guía como un texto de estudio con la editorial de la Universidad Politécnica Salesiana, con el fin de proporcionar un recurso bibliográfico para estudiantes y profesionales de Ingeniería Civil.

3. OBJETIVOS

El resultado de este proyecto está direccionado a todos los estudiantes que cursa la carrera de Ingeniería Civil y que requieren orientación al momento de profesionalizar sus trabajos de diseño vial. Esta guía facilitará y agilizará el diseño vial al personalizar las secciones propuestas con subensamblajes.

3.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una guía de manejo para la aplicación del módulo “Autodesk® Subassembly Composer”, mediante el desarrollo de una metodología en la creación de secciones transversales en muros, con el fin de proporcionar una herramienta académica, profesional y de utilidad en el diseño vial.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar las partes que componen el módulo “Autodesk® Subassembly Composer” mediante el uso de sus funciones, para lograr comprender su correcta aplicación de manera clara y didáctica.

Evaluar el alcance que posee el módulo “Autodesk® Subassembly Composer”, mediante el análisis de sus características y apartados, para una aplicación eficiente y productiva en el diseño vial.

Desarrollar una metodología ágil y práctica sobre el uso del módulo “Autodesk® Subassembly Composer”, utilizando infografía para que el usuario de la guía logre la creación de secciones viales en muros.

Detallar el diseño de los muros, a través del proceso lógico de los elementos: puntos, líneas y formas que constituyen un subensamblaje de una obra de sección transversal, que involucre muros en un entorno de figuras y pasos, para el posterior diseño vial.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. SOFTWARE AUTOCAD CIVIL 3D

Es un programa informático de la marca Autodesk®, enfocado al diseño y análisis de proyectos de obras civiles, que facilita la evaluación de modelos reales o hipotéticos que el diseñador requiere para brindar soluciones óptimas a nivel de ingeniería.

Su alcance va desde la creación de datos topográficos, modelación de obra lineal y funciones de análisis geoespacial que son indispensables para estudios de planificación.

2.2. MÓDULO SUBASSEMBLY COMPOSER

Es una aplicación del software AutoCAD Civil 3D, que proporciona a los usuarios una interfaz fácil de usar, para diseñar subensamblajes sin necesidad de conocimientos de programación avanzada (Autodesk, 2021). Así los desarrolladores pueden dibujar secciones complejas, dependiendo de los detalles que demande el proyecto vial.

2.3. DISEÑO VIAL

2.3.1. Generalidades

El diseño geométrico es la parte más significativa en una implementación de una carretera, ya que por este medio se establece su configuración geométrica, con el propósito de que la vía sea práctica, segura, productiva y sobre todo confortable. La funcionalidad se determinará por el tipo de vía a proyectar y sus especificaciones, así como por la magnitud y propiedades del tránsito. El diseño vial está conformado por el conjunto de dos alineamientos: alineamiento horizontal y alineamiento vertical, cuya información se expondrá en las siguientes líneas.

2.3.2. Alineamiento Horizontal

Cárdenas Grisales (2013) plantea que el diseño geométrico horizontal, es la proyección sobre un plano horizontal del eje real de la vía. Dicho alineamiento está compuesto por tramos rectos llamados “tangentes”, conectados entre sí por diferentes tipos de curvas: circulares simples, circulares compuestas y espirales de transición.

2.3.3. Alineamiento Vertical

De acuerdo con Cárdenas Grisales (2013):

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 sub-rasante. (p. 307)

Es importante la obtención de rasantes de gran longitud, con una adaptación óptima de curvas verticales y curvas horizontales que están sujetas a condiciones de tránsito y del terreno, esto con el fin de generar un proyecto más económico.

2.3.4. Clasificación de vías

Las carreteras se clasifican dependiendo del propósito:

- Según su funcionalidad: Primarias, secundarias y terciarias.
- Según el tipo de terreno: Llano, Ondulado y Montañoso.
- Según su localización geográfica: Urbana y Rural.

2.4. SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS

Uno de los puntos a destacar es que, las secciones transversales consisten en la representación de los elementos de una vía, como se menciona en la norma MTOP (2003):

La sección transversal típica para adoptarse para una carretera depende casi exclusivamente del volumen de tráfico y del terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera. En la selección de las secciones transversales deben tomarse en cuenta los beneficios a los usuarios, así como los costos de mantenimiento. Al determinar los varios elementos de la sección transversal, es imperativo el aspecto de seguridad para los usuarios de la carretera que se diseña. (p. 226)

2.4.1. Ancho de la Sección Transversal Típica

MTOP (2003) describe que, el ancho de la sección transversal típica está conformado por el ancho de:

- a.** Pavimento.
- b.** Espaldones.
- c.** Taludes interiores.
- d.** Cunetas.

2.4.2. Espaldones

Los espaldones en una vía son importantes tanto estructuralmente, como para el tránsito que circula por esta, por lo cual MTOP (2003) detalla que las principales funciones de los espaldones son las siguientes:

- 1.** Provisión de espacio para el estacionamiento temporal de vehículos fuera de la superficie de rodadura fija, a fin de evitar accidentes.
- 2.** Provisión de una sensación de amplitud para el conductor, contribuyendo a una mayor facilidad de operación, libre de tensión nerviosa.

3. Mejoramiento de la distancia de visibilidad en curvas horizontales.
4. Mejoramiento de la capacidad de la carretera, facilitando una velocidad uniforme.
5. Soporte lateral del pavimento
6. Provisión de espacio para la colocación de señales de tráfico y guardacaminos, sin provocar interferencia alguna.

En base a las consideraciones anteriormente expuestas, el ancho de los espaldones depende del tipo de terreno y de la clase de la vía. Esto se ilustra a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 1

Valores de diseño para el ancho de espaldones (Metros).

Clase de Carretera	Ancho de Espaldones (m)					
	Recomendable			Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)
R-I o R-II > 8000 TPDA	3,0*	3,0*	2,5*	3,0*	3,0*	2,0*
I 3000 a 8000 TPDA	2,5*	2,5*	2,0*	2,5**	2,0**	1,5**
II 1000 a 3000 TPDA	2,5*	2,5*	1,5*	2,5	2,0	1,5
III 300 a 1000 TPDA	2,0**	1,5**	1,0*	1,5	1,0	0,5
IV 100 a 300 TPDA	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
V Menos de 100 TPDA	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura (no se considera el espaldón como tal)					
	L = Terreno Llano	O = Terreno Ondulado	M = Terreno Montañoso			

* La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior.

Los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfáltico

** Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente.

Nota. La simbología TPDA mostrada en la tabla significa, Tránsito Promedio Diario Anual.

Elaborado por: Los autores con información tomada de (MTOP, 2003).

2.4.3. Taludes

Como se describe en las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras del MTOP (2003), “Los taludes en corte y en relleno son muy importantes en la seguridad y buena apariencia de una carretera, además de influir en su costo de mantenimiento” (p.235).

Es decir, el diseño depende de las particularidades de la vía, como las condiciones del suelo y características de la carretera. Por consiguiente, es necesario que los taludes se diseñen con la menor pendiente posible, ya que esto será un factor importante económicamente. A continuación, se presenta la Tabla 2 en la cual detalla los valores de diseño recomendados según la norma MTOP (2003).

Tabla 2

Valores de diseño recomendables de los taludes en terrenos planos.

Clase de Carretera	TALUD	
	CORTE	RELLENO
R-I o R-II > 8000 TPDA	3:1 * **	4:1
I 3000 a 8000 TPDA	3:1	4:1
II 1000 a 3000 TPDA	2:1	3:1
III 300 a 1000 TPDA	2:1	2:1
IV 100 a 300 TPDA	1,8-1:1	1,5-2:1
V Menos de 100 TPDA	1,8-1:1	1,5-2:1
	C = Corte	R = Relleno

* Horizontal
** Vertical

Nota. En terrenos planos, donde la excavación y el relleno constituyen relativamente un costo menor del costo de construcción. Elaborado por: Los autores con información tomada de (MTOP, 2003).

2.5. MUROS

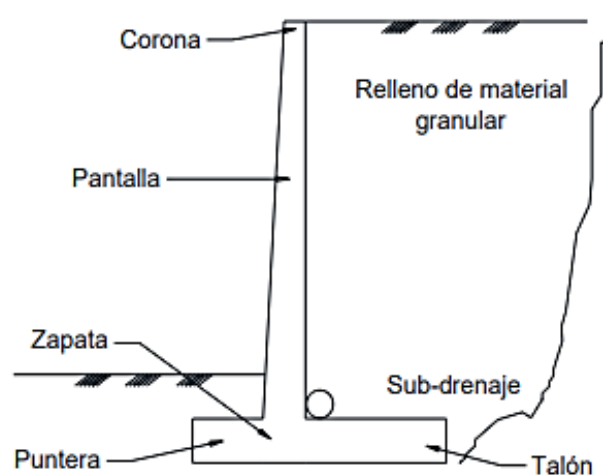
2.5.1. Definición

Podemos empezar definiendo a muro como una estructura que gracias a su peso y dimensiones puede generar estabilidad sobre una porción de terreno, su principal función es resistir los esfuerzos horizontales que provocan fallas en suelos naturales o artificiales. Calavera (1989) define que los esfuerzos horizontales son acciones conocidas como empujes ocasionados por masas.

Entre las principales razones del uso de los muros podemos destacar las que menciona Ayabaca y Salazar (2018). “Esta estructura se hace necesaria cuando los parámetros internos de corte (ángulo de fricción y cohesión) del suelo no son suficientes para evitar que grandes masas de suelo se desprendan” (p. 9).

Figura 1

Muro en voladizo.



Nota. La gráfica representa la designación de los elementos que componen un muro. Fuente: Torres (2008).

2.5.2. Tipología de Muros

Los muros de contención que con mayor frecuencia son empleados son:

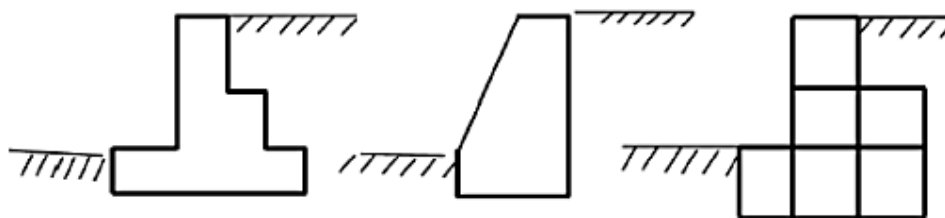
2.5.2.1. Muros a gravedad

Estos son estructuras que buscan soportar las cargas del terreno o cargas vehiculares, es la primera solución que aparece para resolver el deslizamiento de taludes gracias a sus características volumétricas, tal y como menciona Torres (2008)“Son muros con gran masa que resisten el empuje mediante su propio peso y con el peso del suelo que se apoya en ellos, suelen ser económicos para alturas moderadas, menores de 5 m, son muros con dimensiones generosas, que no requiere de refuerzo” (p.5). En este sentido los materiales para llevar a cabo su construcción son hormigón ciclópeo, piedra mampostería o gaviones, esta información se ilustra en la Figura 7.

Para evitar que el costo del muro sea elevado, es recomendable hacer que la base del muro sea la más reducida en lo posible, pero sin dejar de lado la estabilidad al volcamiento y la estabilidad al deslizamiento.

Figura 2

Secciones típicas de conformación de un muro a gravedad.



Nota. La gráfica muestra tres tipos de disposiciones seccionales. Fuente: Torres (2008).

2.5.2.2. *Muros en Voladizo o Ménsula*

“Son los de empleo más corriente y aunque su campo de aplicación depende lógicamente de los costes relativos de excavación, hormigón, acero, encofrados y relleno, puede en primera aproximación pensarse que constituyen la solución económica hasta alturas de 10 o 12 m”. (Calavera,1989, pp. 13-14)

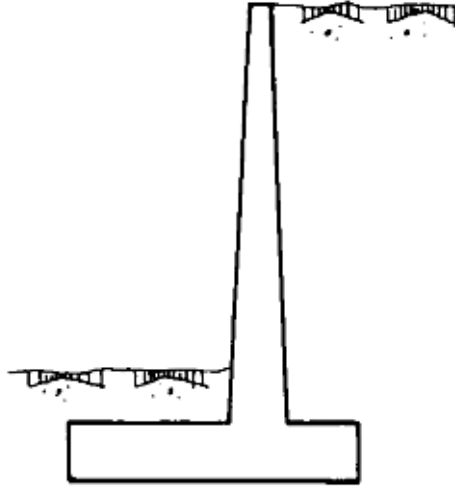
Consecuentemente este tipo de muros son más económicos, aunque no dejan de cumplir los factores de seguridad, de acuerdo con lo que sostiene Torres (2008), “Este tipo de muros resiste al empuje de tierras por medio de la acción en voladizo de una pantalla vertical empotrada en una losa horizontal (zapata), ambos adecuadamente reforzados para resistir los momentos y fuerzas cortantes a que están sujetos” (p. 5).

En cuanto a las dimensiones de este muro en particular están en función de su altura. Según Torres (2008):

La pantalla de concreto en estos muros es por lo general relativamente delgada, su espesor oscila alrededor de (1/10) de la altura del muro, y depende de las fuerzas cortantes y momentos flectores originados por el empuje de tierra. El espesor de la corona debe ser lo suficientemente grande para permitir la colocación del concreto fresco, generalmente se emplean valores que oscilan entre 20 y 30 cm. (p. 6)

Figura 3

Sección típica de muro en voladizo.



Nota. La gráfica muestra a modo de ejemplo la ubicación del suelo natural. Fuente: (Calavera, 1989).

Al tener secciones más esbeltas en comparación a los muros a gravedad, su estabilidad se logra al incorporar el suelo de relleno a su sistema, como plantea Fratelli (1993):

Su perfil es por lo general de forma de L o T invertida y su estabilidad en gran parte del peso de la tierra apoyado sobre su pie. Cuando la altura de los muros Cantilever supera los 7 u 9 metros, es preferible diseñarlos con contrafuertes. (pp.476-477).

Esto puede ser un indicativo para elegir y tomar en cuenta los costos de material que pueden ser llevados a cabo en la construcción de un muro.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para este proyecto se empleará una investigación descriptiva, puesto que, se detallarán las características y funciones de los apartados del módulo “Autodesk Subassembly Composer”, en un entorno de figuras y pasos, para el posterior diseño vial. Según Borja Suárez (2012), “Una de las características principales de la investigación descriptiva es la capacidad para seleccionar las características fundamentales del objeto de estudio y su descripción detallada de las partes, categorías o clases de dicho objeto” (p. 13). Por tal razón, se toma este tipo de investigación como la más idónea para el desarrollo del proyecto.

3.2. MÉTODO

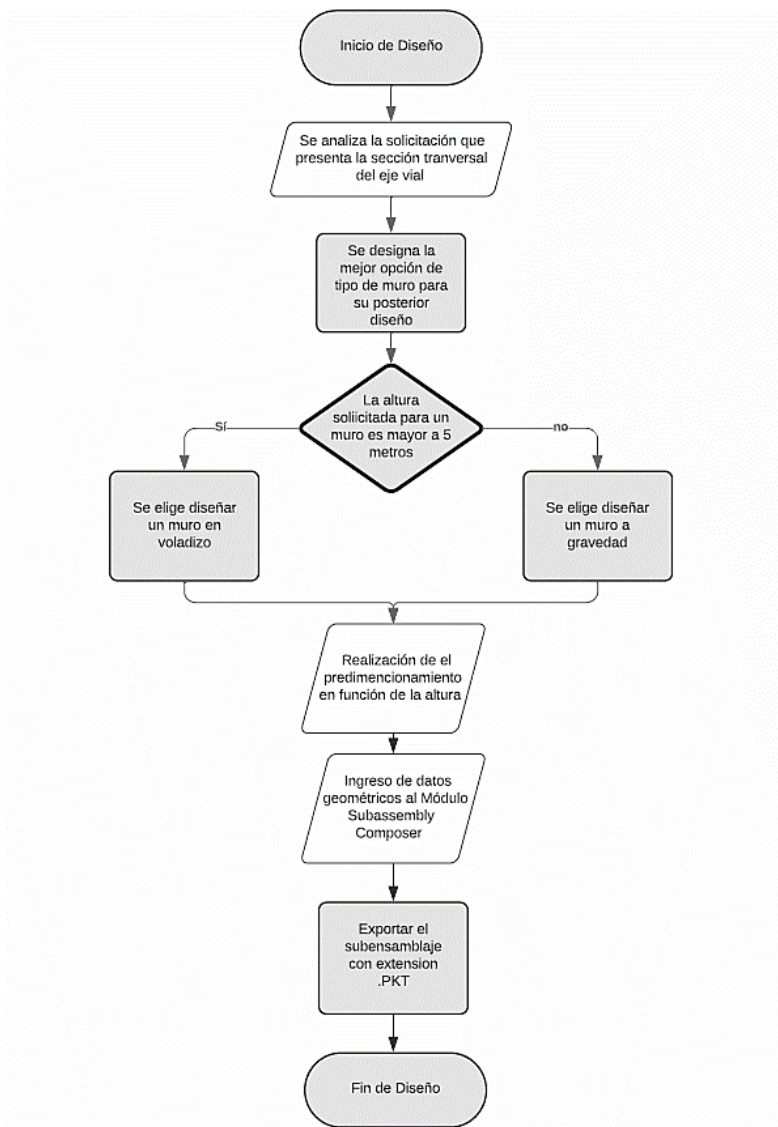
El método que se va a utilizar es el analítico ya que, se va a descomponer el objeto de estudio, separándolo en partes con el propósito de describir su procesos de funcionamiento, para el diseño de secciones transversales en el diseño vial. Tal como postula Pascuas Rengifo (2014), el método analítico “es un método de investigación, que consiste en descomponer el todo en sus partes, con el único fin de observar la naturaleza y los efectos del fenómeno” (p. 21). Haciendo de esta forma, viable la separación por partes y su correspondiente estudio.

3.3. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

El proyecto se llevará a cabo mediante la técnica de fichaje, es decir, se empleará un diagrama de flujo y la descripción narrativa con imágenes puesto que, el manejo de estas técnicas permitirá desarrollar de mejor manera una guía de diseño a través de procesos.

Figura 4

Diagrama de flujo para el diseño de una sección transversal.



Nota. El diagrama representa el proceso de diseño a realizar durante el proyecto. Elaborado por: Los autores.

3.4. PROCESO TÉCNICO DE INGENIERÍA CIVIL

Se iniciará la guía con la introducción de la interfaz del módulo, con su correspondiente descripción a cada espacio de trabajo.

Para la descripción de cada paso se registrará de manera gráfica las funciones y características de cada apartado principal que se necesita, para el diseño del subensamblaje.

Se definirá cuales son los conceptos básicos para la correcta modelación, a través de la descripción narrativa con imágenes. Desde la conceptualización de lo que es puntos, líneas y formas hasta la correcta interpretación del diagrama de flujo que se presenta en la ventana del módulo.

Para llevar a cabo el inicio del diseño, se va a evaluar dos ejemplos: una con solicitud seccional mayor a 5 metros y otra con solicitud seccional menor a 5 metros, esto con el fin de designar la tipología del muro adecuado.

En función de la altura se propone las demás dimensiones de cada caso de muro, para así complementar el predimensionamiento total de la estructura.

Una vez obtenidos los datos geométricos del muro se procede a ingresarlos en el módulo “Autodesk Subassembly Composer” dando lugar, así a la construcción del subensamblaje.

Posteriormente se exporta el archivo del módulo al software Civil 3D, que posee una extensión .PKT para la implementación del subensamblaje al corredor vial.

Al implementar el muro en el corredor vial se procede a computar los materiales, es decir calcular volúmenes de corte y relleno. Una vez definidos todos estos parámetros, se puede crear las vistas de secciones transversales.

Por último, se crea los reportes de Volúmenes dando por finalizado todos los procedimientos que tendrá la guía.

CAPÍTULO IV

PARTE 1: INTRODUCCIÓN AL MÓDULO SUBASSEMBLY COMPOSER

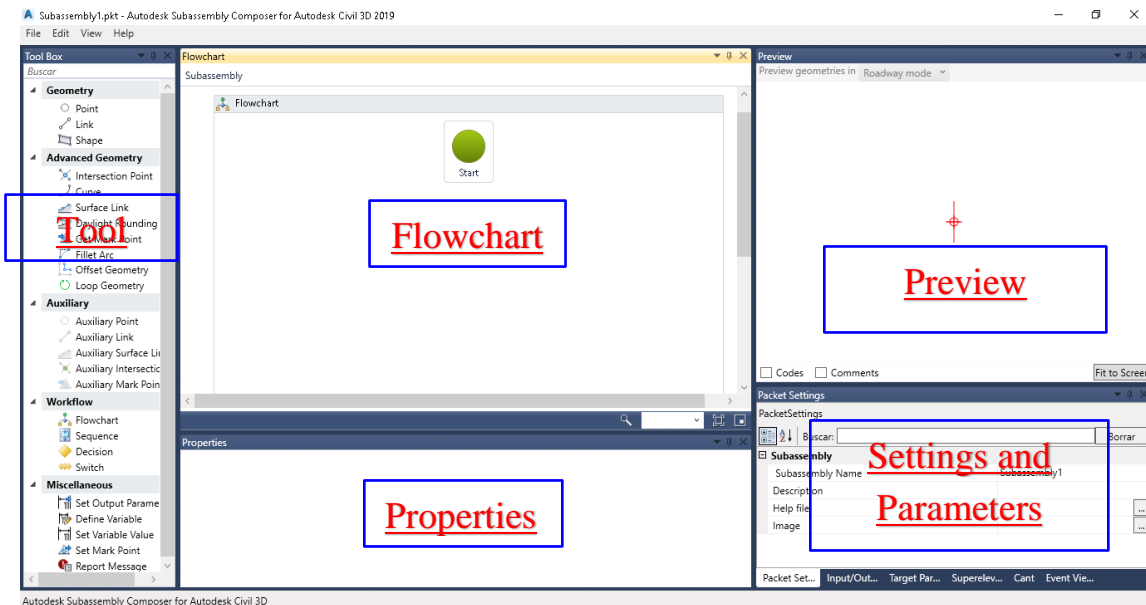
1.1. INDUCCIÓN DE LA INTERFAZ DEL MÓDULO SUBASSEMBLY COMPOSER.

Este módulo al entrar en ejecución nos muestra 5 ventanas independientes las cuales son:

- **Tool Box** (Caja de Herramientas)
- **Preview** (Vista Previa)
- **Flowchart** (Diagrama de Flujo)
- **Settings and Parameters** (Ajustes y Parámetros)
- **Properties** (Propiedades)

Figura 5

Interfaz del módulo Autodesk Subassembly Composer.

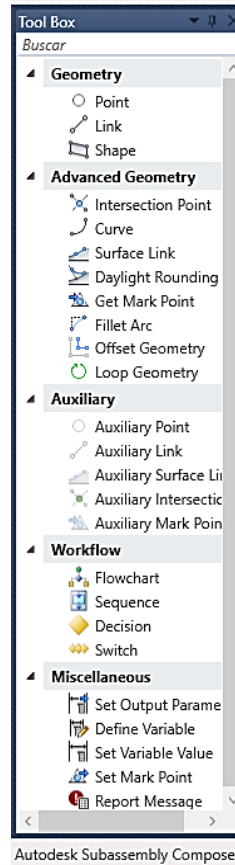


Nota. La figura muestra las diferentes ventanas del Subassembly Composer. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

- **Tool Box** (Caja de Herramientas)

Figura 6

Ventana Tool Box.



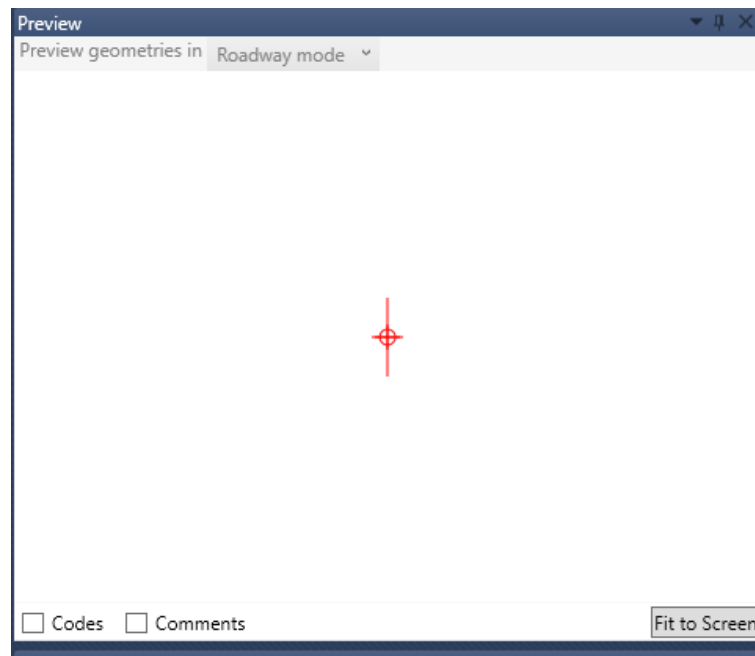
Nota. La figura muestra la ventana del Tool Box y sus diferentes herramientas. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

En esta ventana se encuentran localizados los elementos que sirven para conformar el subensamblaje, estos elementos darán origen a la sección del muro.

- **Preview** (Vista Previa)

Figura 7

Ventana “Preview”.



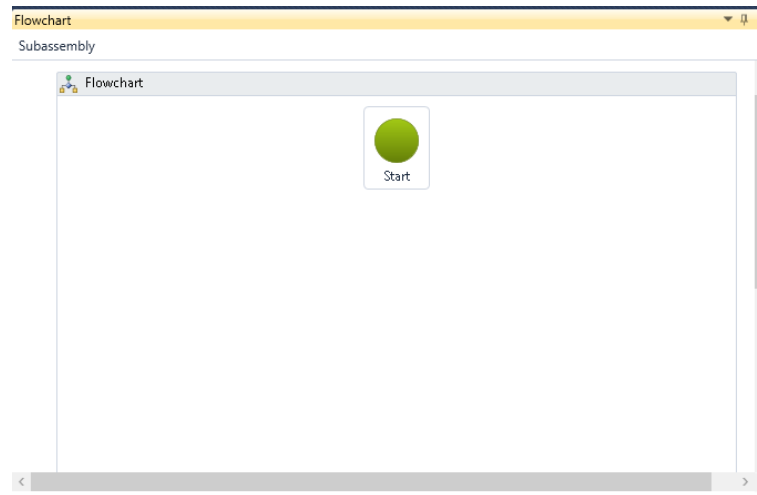
Nota. La figura muestra la ventana del Preview y se denota el eje donde se va a dibujar la sección transversal. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

Esta ventana permite al usuario observar el trabajo actual de su geometría y su sección, se dispone de dos tipos de vistas previas; usando la superficie de destino o los parámetros de entrada.

- **Flowchart** (Diagrama de Flujo)

Figura 8

Ventana Flowchart.



Nota. La figura muestra la ventana Flowchart donde construirá el diagrama de Flujo.

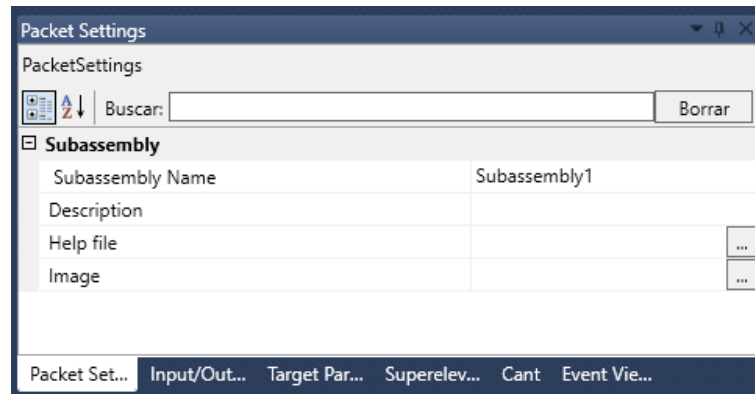
Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

Este panel se usa para desarrollar la lógica de construcción de los elementos del subensamblaje, nos permite verificar si existe un error de coherencia o consecución en el proceso de modelación del muro.

- *Settings and Parameters* (Ajustes y Parámetros)

Figura 9

Ventana Settings and Parameters.



Nota. La figura muestra la ventana “Packet Setings” donde se puede ingresar un nombre, descripción e imagen de la sección transversal. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

En esta ventana el Módulo nos permite acceder a las configuraciones de cada objeto y el comportamiento que desempeñara cada elemento en el modelo, otorga al usuario la capacidad de manipular y nombrar geoméricamente cada objeto.

- **Properties** (Propiedades)

Figura 10

Ventana Properties.



Nota. En esta ventana se podrá modificar los parámetros que previamente se crearan y se podrá agregar códigos para correrle en el CIVIL 3D. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

Para esta ventana es importante definir la entrada de cada elemento geométrico que se ocupará en la sección.

1.2. PARÁMETROS INICIALES DE DISEÑO GEOMÉTRICO.

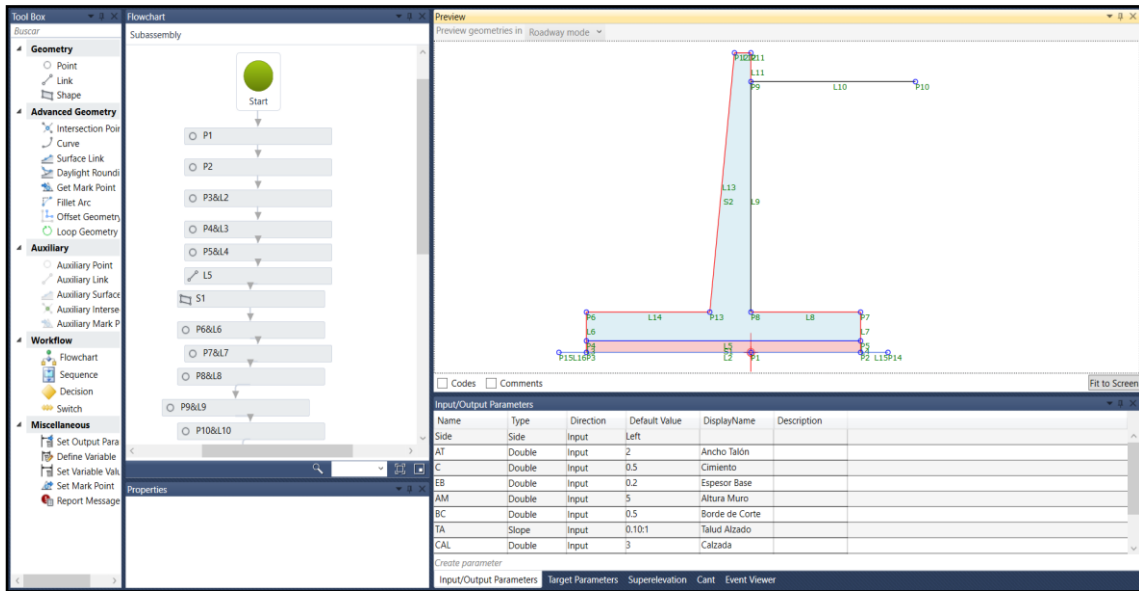
Es necesario establecer las causas y los parámetros que se deben considerar al momento de diseñar una sección transversal. Se pretende usar muros de contención en los nuevos proyectos viales ya que, se ha visto altamente demandado principalmente por la topografía que nuestro medio local posee, es decir, se emplea en terrenos montañosos donde el pie de relleno es excesivo.

En el ámbito vial los muros de contención tienen como objetivo resistir grandes volúmenes de terreno natural, por ende, deben ser capaces de estabilizar las sollicitaciones del suelo y los empujes laterales que se produzcan, entonces todo esto depende del diseñador y de los parámetros que el proyecto ocupe. Es por esto que se debe diseñar de acuerdo a su altura: si el proyecto posee

una altura menor a 5 metros, se opta por implementar un muro a gravedad, pero si el proyecto solicita una altura mayor de 5 metros, se optara por diseñar el muro en voladizo.

Figura 11

Esquema inicial del arranque del programa.



Nota. La figura muestra el diseño de un muro de contención tipo voladizo, como ejemplo de muestra. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

1.3. PRINCIPALES COMANDOS A UTILIZAR

En el panel “**Tool Box**” que se visualiza en la parte izquierda de la interfaz del programa, se encuentran distintos comandos de diseño. Para utilizar dichas funciones de este panel, se debe arrastrar al apartado “**Flowchart**” donde vamos a construir el diseño de este.

Se clasifica en cinco secciones diferentes:

1.3.1. Geometry

Herramienta básica de geometría.

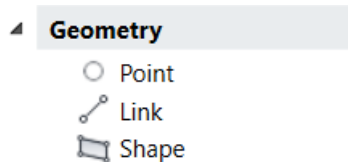
1.3.1.1. Point: Puntos que van a servir como nodos para la unión entre líneas.

1.3.1.2. *Link*: Se usa enlaces para conectar dos puntos secuenciales o no secuenciales con una línea recta.

1.3.1.3. *Shape*: Se utiliza formas para crear un área en la sección transversal, el cual se puede definir material utilizado en esta área.

Figura 12

Herramientas “Geometry”.



Nota. La figura muestra la sección de herramientas básicas de diseño. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

1.3.2. *Advanced Geometry*

Herramientas avanzadas de geometría.

1.3.2.1. *Intersection Point*: Mayormente utilizado para localizar el vértice de dos elementos básicos de geometría.

1.3.2.2. *Curve*: Intersección de dos o más puntos para formar una curva.

1.3.2.3. *Surface Link*: Enlace que se adecúa a la forma o desfases de la superficie.

1.3.2.4. *Daylight Rounding*: Es un vínculo en forma de arco que se une mediante una línea y una superficie de objetivo.

1.3.2.5. *Get Mark Point*: Añade una marca o punto en el subensamblaje o cerca de él, esto quiere decir que dicho punto tendrá una posición relativa en función de otro punto.

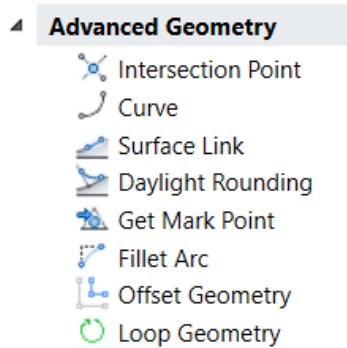
1.3.2.6. *Fillet Arc*: Añade un arco, ya sea por longitud o por radio en la intersección de dos líneas.

1.3.2.7. Offset Geometry: Realiza una divergencia abierta o cerrada de líneas y polígonos compuestos de enlaces rectos, pero menos para elementos geométricos curvos.

1.3.2.8. Loop Geometry: Repite determinados links hasta alcanzar la superficie o hasta terminar el número de veces especificado.

Figura 13

Herramientas de geometría avanzada.



Nota. La figura muestra la sección de herramientas avanzadas de diseño. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

1.3.3. Auxiliary

Herramienta para crear puntos, líneas e intersecciones auxiliares que no se estiman en la geometría del diseño inicial.

1.3.3.1. Auxiliary Point: Punto que se utiliza para crear otros elementos geométricos. Este tipo de punto tiene las mismas propiedades geométricas que un punto estándar.

1.3.3.2. Auxiliary Link: Conecta dos puntos consecutivos o discontinuos con una línea recta. Los vínculos secundarios no forman parte de la geometría del subensamblaje; sin embargo, se puede crear otra geometría a partir de ella.

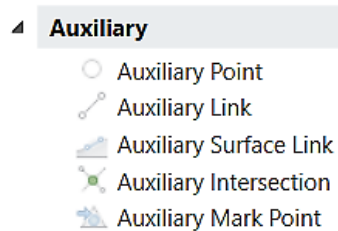
1.3.3.3. *Auxiliary Surface Link:* Agrega un vínculo en la superficie de destino entre los desplazamientos especificados. Los vínculos de superficie auxiliares no forman parte de la geometría del subensamblaje; sin embargo, se puede crear otra geometría a partir de ella.

1.3.3.4. *Auxiliary Intersection:* Localiza los vértices implícitos o explícitos de dos elementos geométricos. Las intersecciones auxiliares no forman parte de la geometría del ensamblaje; sin embargo, se puede crear otra geometría a partir de ella.

1.3.3.5. *Auxiliary Mark Point:* Añade un punto de marca auxiliar en el subensamblaje o cerca del mismo.

Figura 14

Herramientas Auxiliares.



Nota. La figura muestra la sección de herramientas auxiliares de diseño. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

1.3.4. *Workflow*

Herramienta utilizada para organizar elementos de geometría y ramificaciones en el diagrama de flujo e incluir decisiones al flujo.

1.3.4.1. *Flowchart:* Organiza las herramientas geométricas y los acopia en un diagrama de flujo.

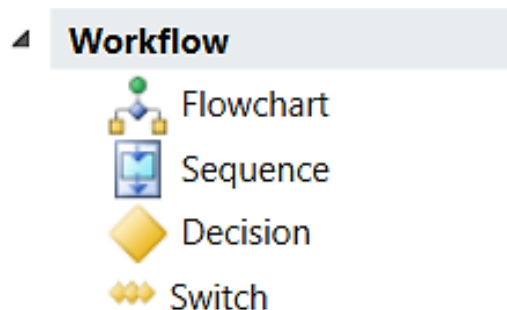
1.3.4.2. Sequence: Permite organizar elementos geométricos relacionados en subconjuntos de diagramas de flujo.

1.3.4.3. Decesion: Con esta herramienta, podemos definir dos opciones de geometría, cuya aplicación depende de las condiciones especificadas. Las decisiones pueden usar condiciones de verdadero/falso, sí/no, cortar/rellenar.

1.3.4.4. Switch: Es Una serie de puntos alrededor del punto de origen. En la pestaña parámetros de entrada/salida, el parámetro Forma determina la geometría que se dibuja, en el cual se puede ingresar cualquier cadena produciendo una de las siguientes formas: cuadrado, triángulo y círculo.

Figura 15

Herramientas Workflow.



Nota. La figura muestra la sección de herramientas para dar origen al diagrama de flujo en el diseño de la sección transversal. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

1.3.5. Miscellaneous

Herramienta utilizada definir variables e informar errores en “event viewer” que posee Autodesk Subassembly Composer.

1.3.5.1. Set Output Parameter: Convierte un valor al que otro subensamblaje puede hacer referencia en un parámetro de entrada.

1.3.5.2. Define Variable: Nos permite definir un valor o cálculo de un parámetro, luego la variable puede ser utilizada en cálculos posteriores.

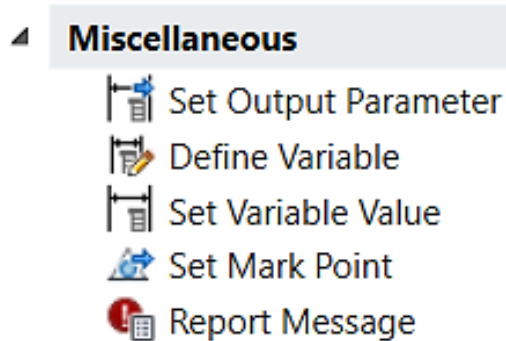
1.3.5.3. Set Variable Value: Establece un valor de variable previamente definido.

1.3.5.4. Set Mark point: Especifica puntos a los que se puede hacer referencia o vincular otros componentes.

1.3.5.5. Report Message: En diferentes casos, se genera un mensaje de error en Autodesk Civil 3D “Event Viewer”. Este tipo de errores son: de información, de advertencia y Errores de modelación.

Figura 16

Herramientas Miscellaneous.



Nota. La figura muestra la sección de herramientas para dar origen al diagrama de flujo en el diseño de la sección transversal. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

1.4. METODOLOGÍA GENERAL DE MODELACIÓN SECCIONAL.

Es imprescindible contar con un sistema de referencia para llevar a cabo procesos de modelación o de diseño, por tal razón se propone una serie de pasos lógicos que orienten al usuario del módulo Subassembly Composer a sacar un mejor provecho de esta herramienta.

Empezamos con la instauración del Proyecto usando la barra de Menú para la creación del subensamblaje, posteriormente se especifica los parámetros del subensamblaje en el panel de Ajustes y Parámetros.

Secuencialmente damos paso a la adición de los elementos geométricos arrastrándolos y soltándolos de la Tool Box al Flowchart.

Cuando tengamos a disposición los elementos que se va a emplear, es necesario otorgarles propiedades y dimensiones a cada uno en el Panel de Propiedades. En este punto se conforma la sección típica del muro con las dimensiones establecidas previamente.

Una vez generada esta sección y hecho su correspondiente verificación y comprobación de geometría, este archivo está apto para llegar a ser exportado e incorporado en el proyecto Civil 3D, este subensamblaje debe ser definido en el proyecto para que su ubicación sea la correcta.

PARTE 2: DIAGNÓSTICO DE LA TIPOLOGÍA DE MUROS EN EL MEDIO LOCAL

2.1. ANTECEDENTES E INFORMACIÓN DE LA SECCIÓN DE DISEÑO.

A nivel nacional se han empleado diversas clases de muros, respondiendo a diferentes tipos de solicitudes y condiciones que presentan los crecientes proyectos viales del país, entre los más usados se postulan los muros a gravedad, muros en voladizo y Terramesh, por responder de mejor manera como elementos estructurales de retención de tierras.

Para designar el tipo de muro se prioriza la altura que el mismo debe cumplir para implementarlo en la sección vial, si debe salvar una altura menor a 5 metros, se opta por implementar un muro a gravedad, porque tal y como menciona Ortega (2017) “Los muros de gravedad son de forma trapezoidal pudiendo variar la parte posterior del elemento por ahorro de material” (p. 74).

Y si el muro debe superar esta altura de 5 metros, se optará por diseñar el muro en voladizo, que se comporta como losas en volado empotradas sobre una base.

Para esta guía se ha recopilado información del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, sobre proyectos previos y sus correspondientes estudios que involucran muros de contención. En dichos informes se logró evidenciar datos pertenecientes a la región sierra del Ecuador, donde constatamos el uso frecuente de muros en voladizo dado a las solicitudes y condiciones que se presenta en el terreno montañoso como se detalla en los siguientes proyectos:

2.1.1. Proyecto: Mitad del mundo – Calacalí, Mejoramiento y Ampliación

Ubicación: El proyecto se halla ubicado en las Provincias de Pichincha y Esmeraldas, en la parte nor-occidental del territorio continental ecuatoriano, atravesando de Este a Oeste la cordillera occidental de los Andes y sus estribaciones, hasta llegar a la región litoral.

Figura 17

Ubicación del proyecto Mitad del mundo – Calacalí, Mejoramiento y Ampliación.



Nota. La gráfica representa la vista satelital donde se encuentra ubicado el proyecto. Fuente: MTOP (2022).

- INICIO: Redondel de la Av. Mitad del Mundo (Vía a Calacalí)
- FIN: Empate con la vía Sto. Domingo-Esmeraldas (Sector la Independencia)

En el modelo Geológico – Geotécnico, a lo largo de este proyecto vial, se han determinado tres Unidades Geológico – geotécnicas, conformadas por suelos: Cangahuas: limos arenosos (ML) y arenas limosas (SM); Suelos residuales (SR) sobre roca, conformados por Limos plásticos (MH); Suelos residuales (SR) de la Formación San Tadeo, conformados por Limos plásticos (MH) y limos de baja plasticidad (ML).

Capacidad de carga

Considerando de forma conservadora, que a nivel de la cimentación de los rellenos se encontrarán suelos residuales y saprolíticos, de tipo limos arcillosos (MH), provenientes de la formación San Tadeo, se estima pertinente, calcular $Q_{adm.}$, mediante la teoría de Terzaghi, dando valores entre 27 a 32 t/m² de esfuerzo admisible.

Para la estabilización de rellenos este proyecto tiene proyectado el uso de muros como:

Muros mecánicamente estabilizados en Puente la Unión

El proyecto ha previsto la ejecución de “Expediente Técnico del Estudio de Geotécnico para La Cimentación del Puente sobre La Unión”. Se presenta los respectivos muros de ala de hormigón armado diseñados por la consultoría estructural; sin embargo, el diseño resulta muy costoso por la altura que tienen y el tipo de cimentación, por lo que se plantea el diseño de muros mecánicamente estabilizados.

Muro mecánicamente estabilizado MSE

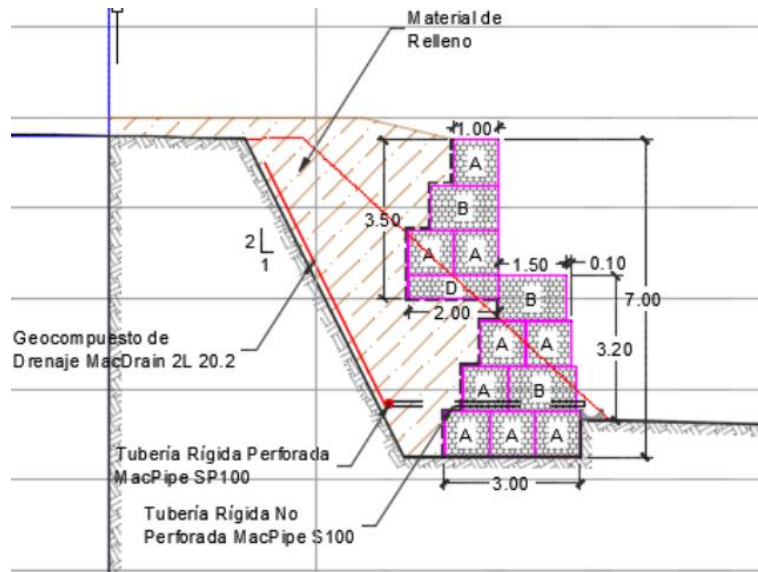
Una estructura de suelo reforzado consiste en la introducción de elementos resistentes a la tracción convenientemente orientados dentro de una masa de suelo compactado, que aumentan la resistencia del suelo y disminuyen las deformaciones del macizo. En este sistema, conocido como Suelo Reforzado, el comportamiento global del macizo es mejorado debido a la transferencia de los esfuerzos a tracción hacia los elementos resistentes (refuerzos).

El sistema de suelo reforzado en terramesh system está formado por los elementos terramesh, el cual gracias a su paramento frontal de gavión y al refuerzo continuo de malla hexagonal a triple torsión forman el elemento principal de refuerzo del sistema, geotextil, sistema de drenaje y el relleno compactado.

Terramesh System: Elemento de refuerzo el cual está formado por un paramento frontal de gavión y un refuerzo continuo de malla hexagonal a triple torsión que forma una sola unidad con el paramento frontal.

Figura 18

Terramesh System.



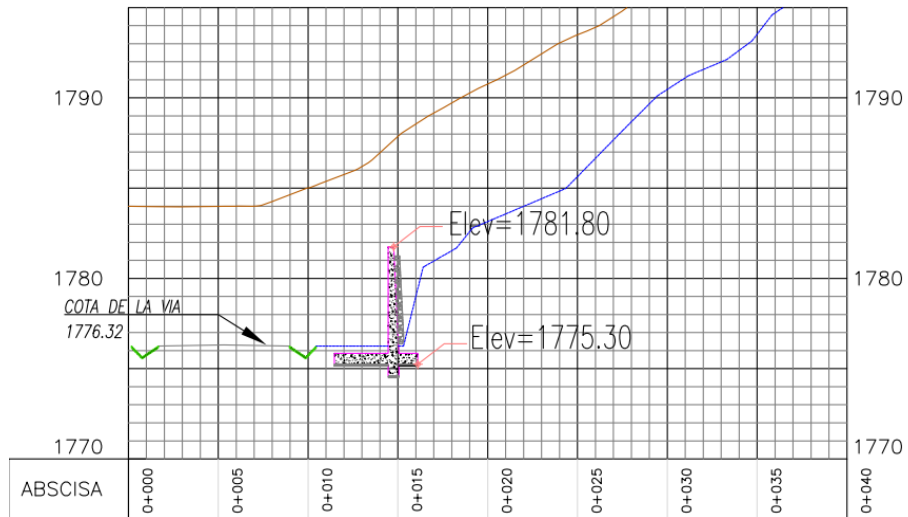
Nota. La figura muestra el relleno y drenaje implantado en un talud, y estabilizado con sistema terramesh. Fuente: MTOP (2022).

Muro Tipo del km 33+650 y 35+120

En el km 33+650 y 35+120 es necesario la construcción de un muro de contención de 60 y 42 metros de longitud para la protección de posibles desprendimientos del talud de excavación. El material utilizado en el diseño es: hormigón armado ($f'c=280$ Kilg/cm²) y acero de refuerzo con un límite de fluencia $f_y=4200$ kg/cm². Se considera una capacidad portante admisible del suelo de $\sigma_{ad.}=3.00$ kg/cm² a ser verificado en obra previo a la construcción.

Figura 19

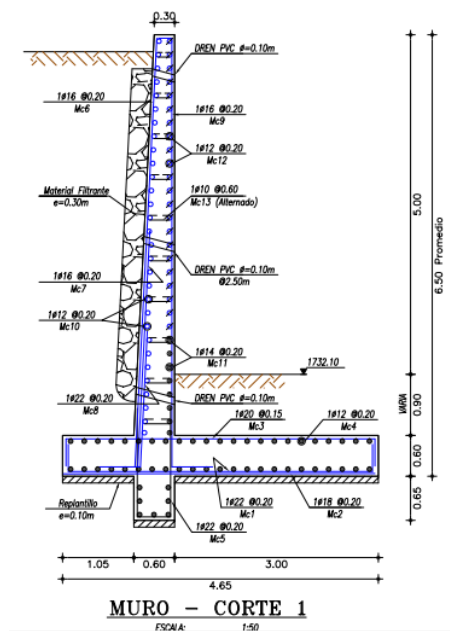
Perfil de corte Muro Tipo del km 33+648.72



Nota. La figura muestra la sección transversal de un muro de contención tipo voladizo. Fuente: MTOP (2022).

Figura 20

Corte del Muro Tipo del km 33+650



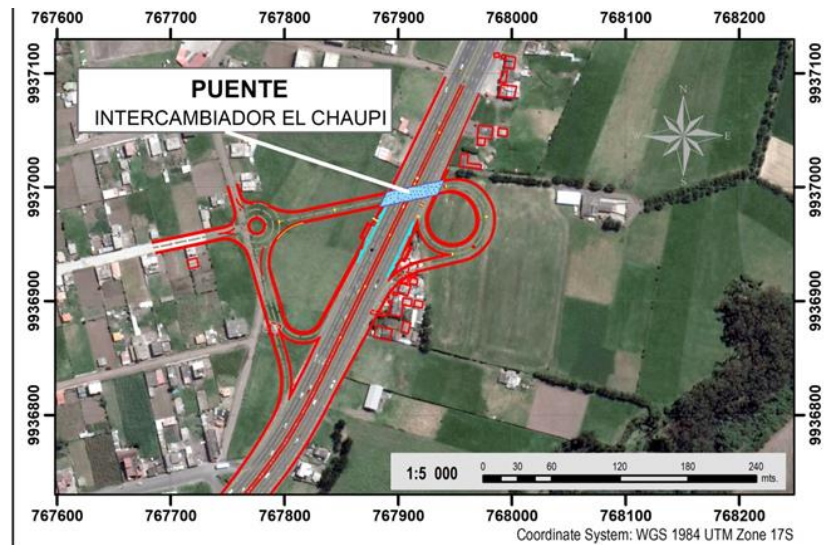
Nota. La figura muestra el corte y armado del muro de contención. Fuente: MTOP (2022).

2.1.2. Proyecto: Intercambiador el Chaupi

Ubicación: El sitio donde se proyecta el puente del Paso Superior que forma parte del futuro Intercambiador El Chaupi, se encuentra ubicado en el Km. 27+010 de la vía Panamericana Sur, a la altura del puente Jambelí, en la parroquia Machachi del cantón Mejía, provincia de Pichincha.

Figura 21

Ubicación del Proyecto Intercambiador el Chaupi.



Nota. La figura muestra una vista satelital de la ubicación del proyecto. Fuente: MTOP (2022).

Descripción del entorno:

El Puente del Paso Superior que configura el diseño geométrico del Intercambiador El Chaupi, se emplaza transversalmente a la Vía Panamericana Sur en el Km. 27+010, proporcionando un ingreso controlado a la población del sector; desarrollándose a un nivel superior de 6 m. aproximadamente, por lo que se requiere la conformación de rellenos o terraplenes para el acceso a la estructura, con alturas de hasta 8 m.

Hasta las cotas de desplante establecidas y bajo esos niveles, se tienen suelos mixtos de naturaleza predominantemente granular, tipo arenas finas limosas y limos arenosos de baja compresibilidad.

Capacidad de carga:

La capacidad de carga del terreno se evaluó mediante el método de diseño por factores de carga y resistencia LRFD, tomando como referencia las Especificaciones de Diseño AASHTO LRFD 2014, dando como resultado valores de Q_{adm} de 28 t/m².

El presente proyecto solicita estabilizar el suelo en las zonas de sus dos estribos, al tratarse de un puente, se propone utilizar muros Terramesh.

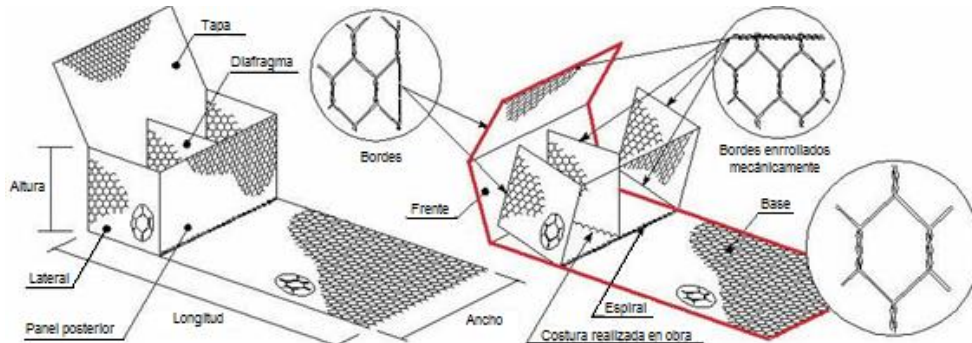
Muros Terramesh

En función de los factores condicionantes del relleno para conformar el terraplén de acceso en el lado del apoyo izquierdo del puente, el planteamiento de una estructura de contención tradicional no se ajusta a los requisitos que el proyecto demanda, desde el punto de vista técnico y económico.

El planteamiento de una estructura de contención en suelo reforzado para la conformación del terraplén de acceso es la solución que más se ajusta a los requerimientos del proyecto (topográficos, geotécnicos, ambientales, uso simple y rápido en los procedimientos de construcción).

Figura 22

Bloques de malla para contener el relleno.

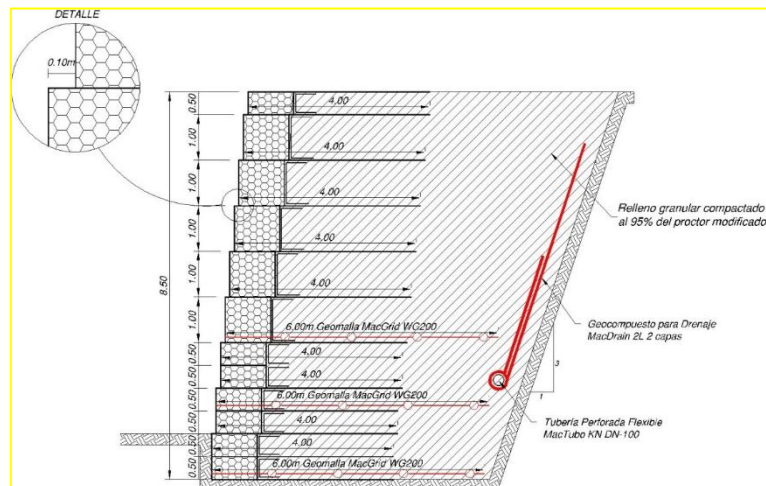


Nota. La figura muestra los moldes que conforman los muros Terramesh. Fuente: MTOP (2022).

Considerando que se trata del diseño de una estructura de contención flexible como lo es el muro en tierra reforzada, se aceptan valores mínimos de 2.50 en el factor de seguridad para los análisis de capacidad portante.

Figura 23

Configuración de los bloques y del refuerzo estructural adicional.



Nota. Sistema Terramesh implantado en un talud. Fuente: MTOP (2022).

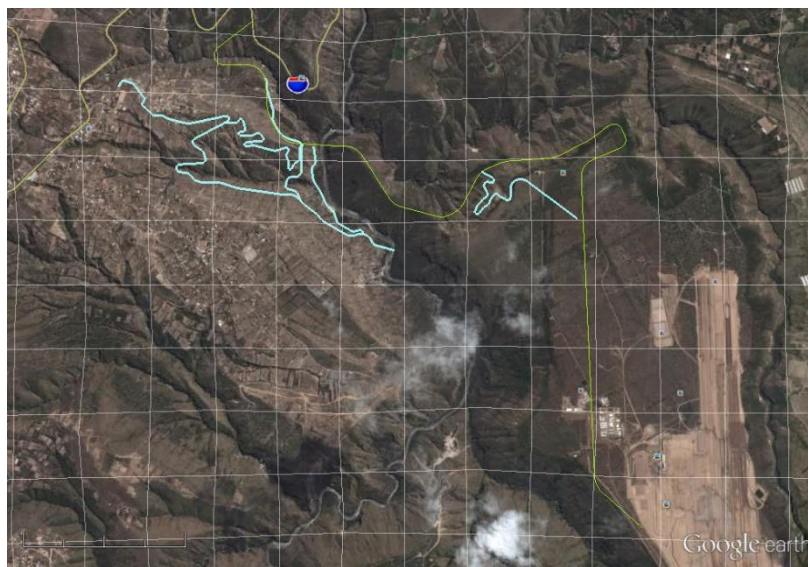
Se presenta los respectivos muros de ala de hormigón armado; sin embargo, el diseño resulta muy costoso por la altura que tienen y debido que no se debe cubrir longitudes extensas, sino solo el acceso en un extremo del puente, por lo que se plantea el diseño de muros mecánicamente estabilizados.

2.1.3. Proyecto: Vía de Acceso al Nuevo Aeropuerto de Quito NAIQ

Ubicación: Los caminos de servicio se encuentra localizados estratégicamente para dar acceso a los diferentes frentes de obra del proyecto vía de acceso al NAIQ este proyecto se encuentra en límite de la parroquia Aeropuerto y el sector de Calderón.

Figura 24

Ubicación del proyecto vía de acceso al nuevo Aeropuerto de Quito NAIQ.



Nota. Captura de vista satelital mediante Google Earth. Fuente: MTOP (2022).

Descripción del entorno:

El proyecto es de aproximadamente 9 km de longitud, consta de varios intercambiadores de tráfico y de un puente de 320 m de longitud a construirse sobre el Río Guayllabamba, para la construcción del puente y demás obras es necesario la construcción y habilitación tanto de caminos

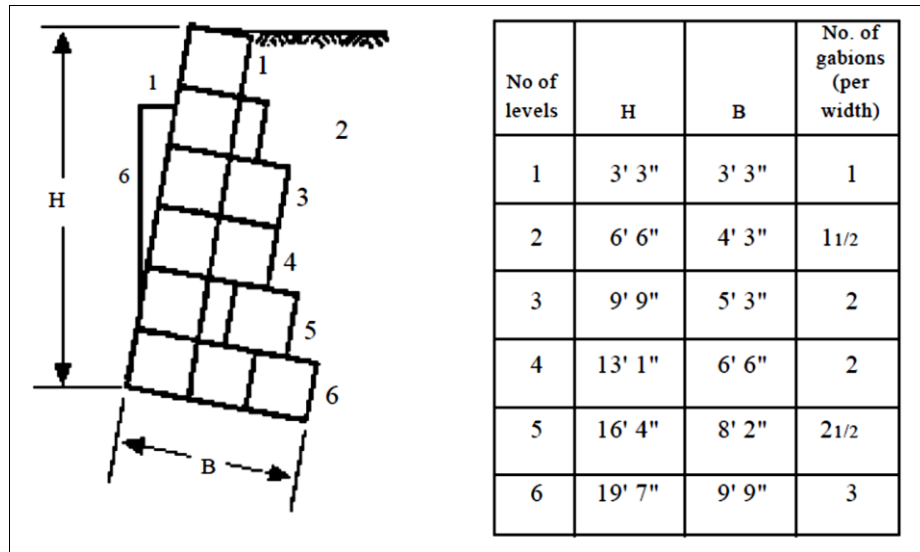
como un puente de servicio para posibilitar el acceso a diversos frentes de trabajo con el fin de que este proyecto de envergadura llegue a su término en el menor tiempo posible y que la obra se abra al tráfico cuando la infraestructura aeroportuaria haya iniciado su operación.

Muro de Gaviones:

El autor Gray & Leiser, 1982, para este tipo de camino recomienda la construcción de muros de gaviones del siguiente estilo. Para rellenos con superficie horizontal, es decir a borde de calzada, se recomienda construirlos con perfil inclinada 1H:6V

Figura 25

Muro de gaviones con inclinacion 1:6

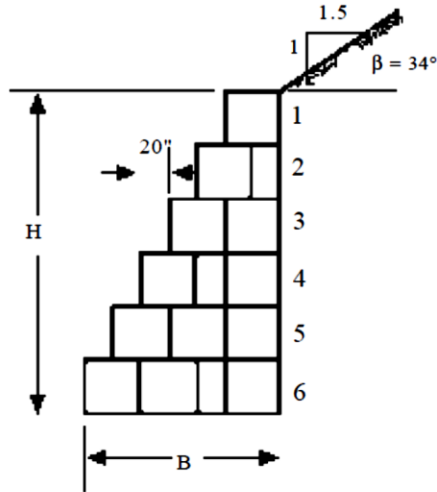


Nota. La tabla muestra el número de gaviones por ancho, en función de la altura, base y número de niveles. Fuente: MTOP (2022).

Para muros de pie ó a media ladera y para un relleno con inclinación de hasta 34° se recomienda la construcción de muros de gaviones con el siguiente estilo

Figura 26

Distribución típica de Gaviones.



No. of levels	H	B	No. of gabions (per width)
1	3' 3"	3' 3"	1
2	6' 6"	4' 11"	1 1/2
3	9' 9"	6' 6"	2
4	13' 1"	8' 2"	2 1/2
5	16' 4"	9' 9"	3
6	19' 7"	11' 5"	3 1/2

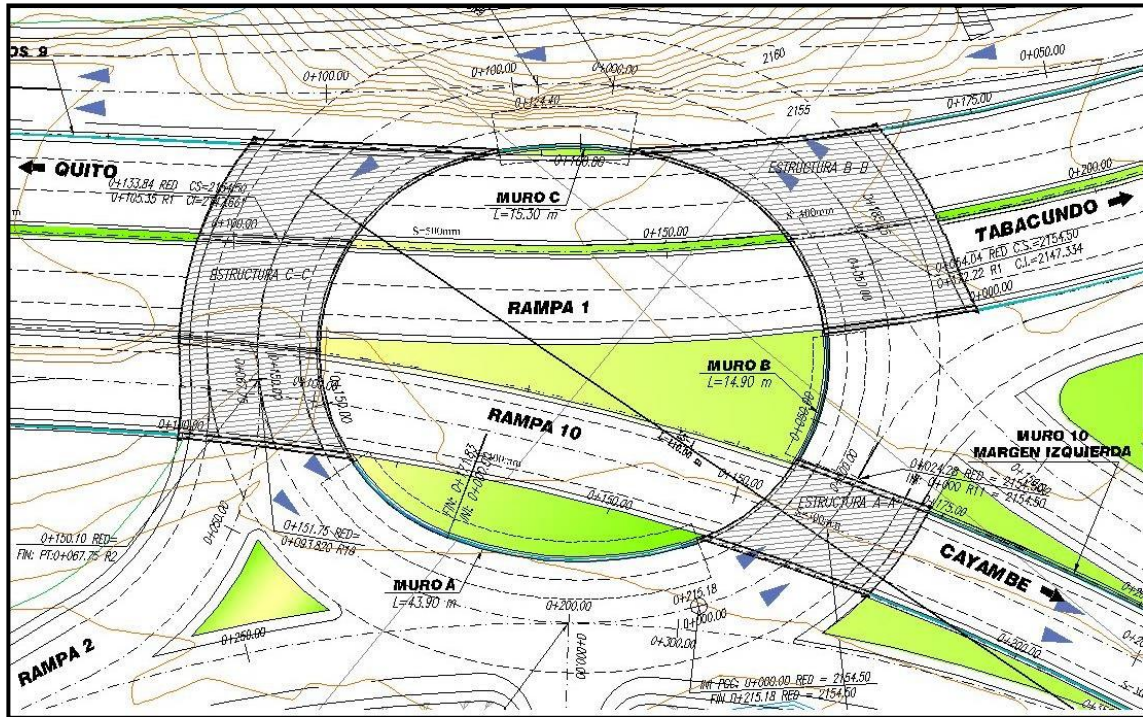
Nota. La tabla muestra el número de gaviones por ancho, en función de la altura, base y número de niveles. Fuente: MTOP (2022).

2.1.4. Proyecto: Intercambiador Guayllabamba Norte (Km 18+200)

Ubicación: El intercambiador de Guayllabamba se ubica en la provincia de Pichincha, en la vía Tabacundo en el kilómetro 18.

Figura 27

Ubicación de muros en el intercambiador.



Nota. La figura muestra la ubicación de los muros de contención y las rampas de acceso del intercambiador. Fuente: MTOP (2022).

Descripción del entorno:

Se prevé la construcción del redondel elevado, con el que es necesario llevar a cabo complementar con muros a lo largo de la vía con una altura de 8 a 10 metros para lograr estabilizar el desnivel del terreno.

Capacidad de carga:

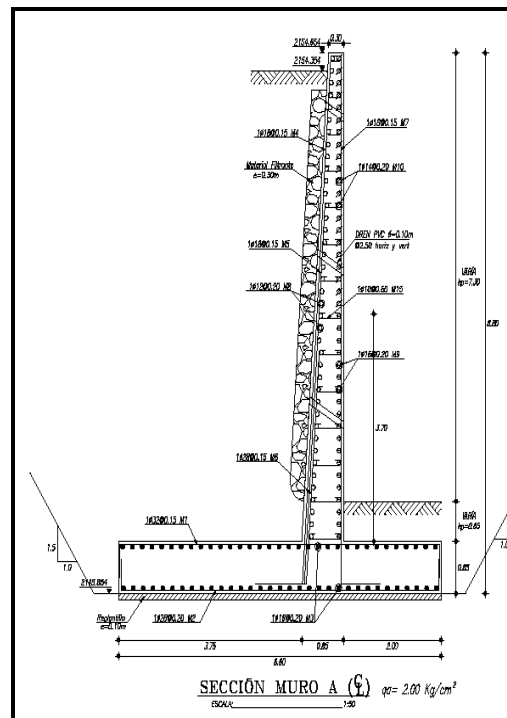
La capacidad de carga del terreno se evaluó mediante el método de diseño por factores de carga y resistencia LRFD de ensayos previos a la planificación de este proyecto, dando como dato la presión admisible del suelo Q_{adm} : 20 t/m².

En consideración de las solicitaciones físicas y mecánicas del proyecto es necesario incorporar muros de contención de hormigón armado en los muros laterales del paso de la vía Tabacundo.

Se realiza el chequeo de los factores de seguridad y se propone una sección para el Muro A y su correspondiente armado:

Figura 28

Sección de muro en voladizo.



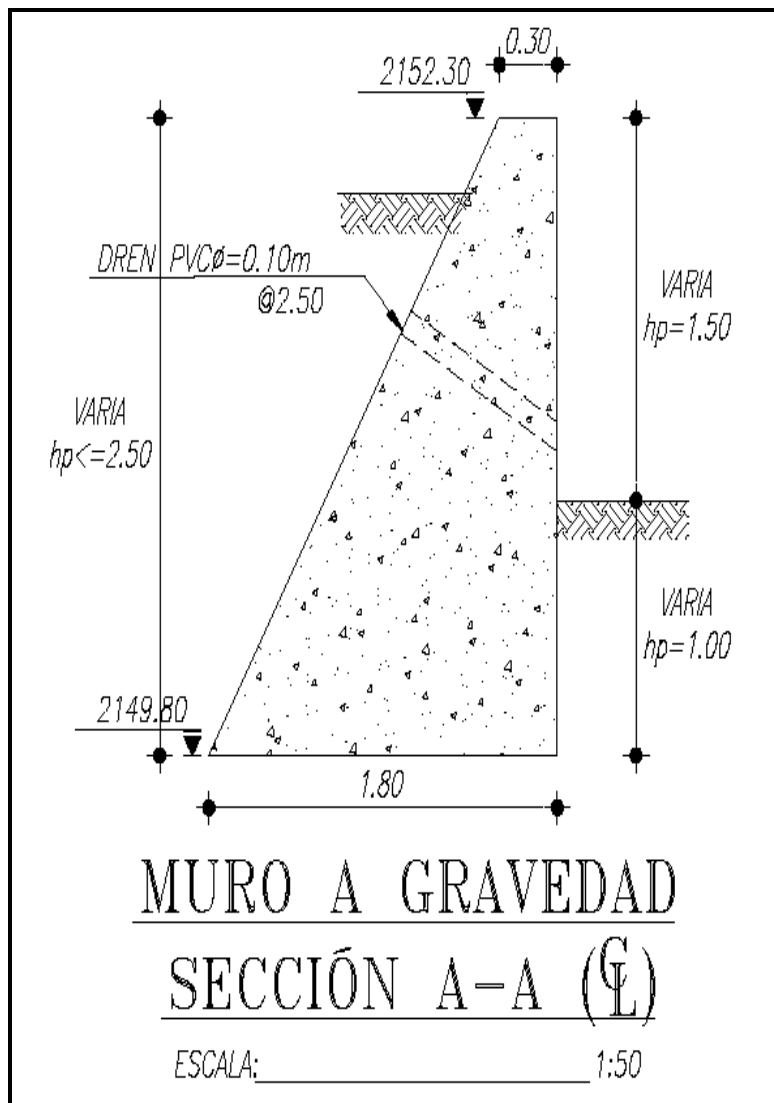
Nota. El muro en voladizo posee material filtrante y su respectivo armado. Fuente: MTOP (2022).

Para la estabilidad de la rampa 9 del Intercambiador se propone usar muros a gravedad

Estos muros con sección A-A constan de una altura menor a 2 metros y en su cimiento la capacidad de carga del suelo asciende a 21 t/m².

Figura 29

Sección de muro a gravedad.



Nota. El muro es menor a 5 metros por lo tanto coincide con los parámetros que implementamos inicialmente. Fuente: MTOP (2022).

El proyecto consta de muros de hormigón armado y muros a gravedad debido a la variedad de alturas que debe salvar en los diferentes niveles, dando como prioridad el uso de muros en voladizo por las condiciones óptimas de terreno.

Dada la similitud en los muros empleados para solventar las solicitaciones de estos proyectos se puede concluir que el uso de muros en voladizo es la tipología más solvente a nivel técnico para resolver condiciones de mayor magnitud.

Por esta razón se ha escogido diseñar el muro en voladizo para incorporarlo en el corredor, para ejemplificar el proceso de dimensionamiento y modelación en un proyecto real acorde a la topografía nacional, las características de suelo y materiales a usar.

2.2. EVALUACIÓN DE LAS SOLICITACIONES REQUERIDAS.

Antes de entrar a la fase de definición en el Módulo, es importante definir cuáles son las condiciones de esfuerzo que estará sujeto el muro que se diseñará y delimitar su uso en función de su tipología.

Generalmente se llega a obtener solicitaciones de 2 tipos, las provocadas por el suelo del terreno natural incluyendo el empuje del agua, y las provocadas por cargas vehiculares. Estas dos deben ser consideradas para el diseño del muro.

Estas características nos permiten definir y configurar la sección del muro para que esta satisfaga los requerimientos de factores de seguridad al deslizamiento y volcamiento.

Las solicitaciones deben ser consideradas desde un inicio, previo a la etapa de diseño y tener la certeza que estas se mantendrán constantes durante la vida útil del muro a colocar, caso

contrario el estudio y diseño no podrán satisfacer las nuevas cargas a las cuales no fueron diseñados provocando comportamientos inusuales y peligrosos en la estructura llevándola en el peor de los casos al colapso.

Considerando las condiciones iniciales de diseño tenemos lo siguiente:

Tabla 3

Condiciones iniciales de diseño.

<i>Condiciones iniciales asumidas</i>	<i>Dato</i>	<i>Unidad</i>
Capacidad admisible del suelo (q_a)	25	T/m ²
Peso específico del suelo (γ_s)	1.9	T/m ³
Coefficiente de Poisson (μ)	0.7	-
Resistencia a la compresión del hormigón ($f'c$)	240	Kg/cm ²
Peso específico hormigón armado	2.4	T/m ³
Angulo de fricción (φ)	35	°
Carga de Tráfico (cst)	1.9	T/m ²

Nota. Se ha estimado una carga de tráfico de 1.9 T/m² debido a que la sección a diseñar va a tener no solo solicitaciones del muro de contención, sino también de la estructura vial.

Elaborado por: Los Autores.

2.3. DESIGNACIÓN DEL TIPO DE MURO A DISEÑAR

Para la presente guía, se tomará como principal directriz la altura que debe satisfacer el muro en el talud, este dato nos indicará de cual tipología debemos tomar para empezar el modelado, si es de tipo Muro a Gravedad o si es de tipo Muro en Voladizo.

Recordando la metodología llevamos a comparar la altura con los 5 metros recomendados para definir su tipo, si es menor disponemos el prediseño a configurar uno a Gravedad y si es mayor disponemos el prediseño a un muro en Voladizo.

Al momento de definir la sección tipo, estamos también definiendo dimensiones típicas de su sección, ya que todas están en función de la altura, haciendo así que el prediseño sea un proceso consecutivo, y lo más importante es que es un proceso iterativo para hallar la mejor sección posible.

Es importante conservar esta recomendación dado por diseñadores y bibliografía que ha desarrollado un método de prediseño coherente y realista, pero no dejan de ser recomendaciones y no reglas de diseño.

PARTE 3: DISEÑO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL EN EL MÓDULO

3.1. DIMENSIONAMIENTO DEL MURO A DISEÑAR

Una vez seleccionada la tipología del muro procedemos a hacer el diseño respectivo, el cual se compone de 4 procesos que son: Definición de las solicitaciones, Dimensionamiento, Cálculo del peso propio del muro y Verificaciones de estabilidad.

3.1.1. Definición de solicitaciones (Datos iniciales)

Para dar inicio al dimensionamiento debemos contar con información preliminar, esta información debe ser obtenida del estudio geotécnico y del diseño vial para determinar los requerimientos del suelo previamente seleccionado.

γ_s : *Peso específico del suelo*

q_a : *Capacidad de carga admisible del suelo*

μ : *Coefficiente de Poisson*

φ : *Ángulo de fricción*

E_a : *Empuje activo*

K_a : *Coefficiente de empuje activo*

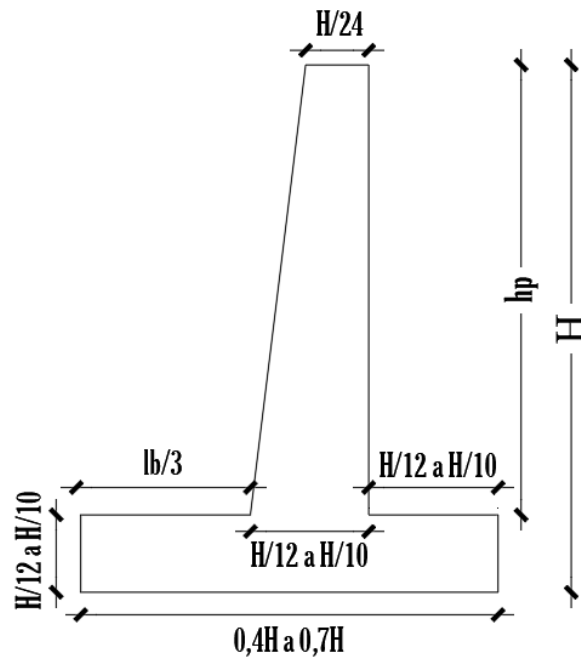
K_p : *Coefficiente de empuje pasivo*

3.1.2. Predimensionamiento

Se tomó como referencia un muro tipo voladizo que previamente se analizó entonces, la estabilidad va a depender de las dimensiones y del peso propio del muro. Para el predimensionamiento del muro se ha tomado del libro “*Diseño de Estructuras de Concreto Armado – Tomo II*” de Ortega J., en el cual se utiliza los siguientes coeficientes:

Figura 30

Sección de muro a gravedad.



Nota. El muro es menor a 5 metros por lo tanto coincide con los parámetros que implementamos inicialmente. Elaborado por: Los autores.

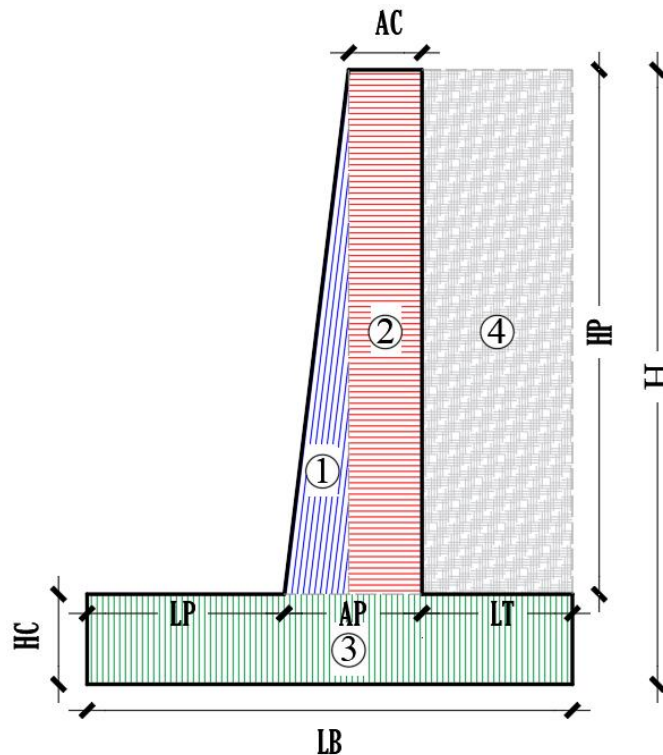
3.1.3. Cálculo del peso propio

Una vez establecidas las dimensiones del muro, se procede a realizar un despiece geométrico para dividir la sección transversal del muro en figuras estándar para facilitar el cálculo de su área, como se muestra en la gráfica se establece un total de 4 figuras, la figura número 4 describe el área del cuerpo de suelo natural que actuará como peso estabilizador para el muro.

Ya definidas las áreas A1, A2, A3 y A4, se toma como referencia un ancho unitario de franja para determinar el volumen de cada figura haciendo que calculemos el volumen V1, V2, V3 y V4 de cada figura, esto nos permitirá multiplicar cada volumen por su correspondiente densidad de material y así obtendremos el peso propio de cada figura que despiezamos W1, W2, W3 y W4.

Figura 31

Seccionamiento de muro a gravedad.



Nota. El muro está dividido por áreas para el cálculo del peso propio de todo el muro.

Elaborado por: Los autores.

3.1.4. Verificación de Estabilidad

Al ser este un proceso de dimensionamiento preliminar se debe constatar el estado de estabilidad que brinda la sección que se está proponiendo, esta estabilidad debe cumplir tanto al deslizamiento como al volcamiento, para llevar a cabo estas dos verificaciones se deberá tomar en cuenta: el peso propio del muro, el coeficiente μ , el empuje activo, el momento Volcante y el momento Estabilizador.

3.1.4.1. Factor de seguridad al Deslizamiento

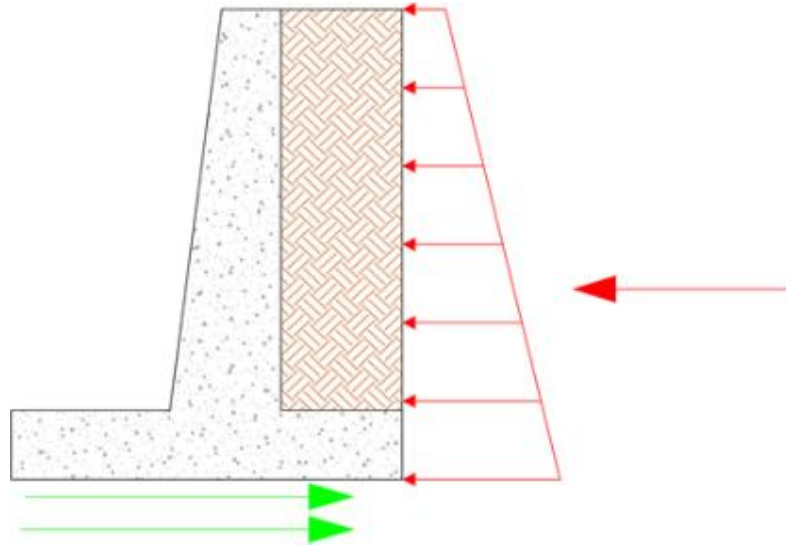
Este factor (*FSd*) nos permite identificar si las proporciones del peso del muro son suficientes para generar la fricción necesaria, y que este no se deslice por el efecto del empuje del terreno natural.

Se lo debe calcular con la sumatoria de los pesos W_{total} , obtenidos de W_1 , W_2 , W_3 y W_4 , que multiplica al coeficiente μ y todo dividido para el empuje activo

$$FSd = \frac{\mu * W_{total}}{Ea}$$

Figura 32

Actuación de empujes en el muro.



Nota. El muro tiene empujes volcaneos y empujes estabilizadores. Elaborado por: Los autores.

El valor de este resultado debe ser mayor a 1.5 para que su revisión sea considerable como aceptable.

3.1.4.2. Factor de seguridad al Volcamiento

Este factor (FS_v) busca cuantificar el grado de seguridad que brinda las proporciones del muro a un posible volcamiento generado por el empuje del terreno natural.

Se debe determinar qué es lo que ocasiona un momento volcante y un momento estabilizador. Se identifica como momento estabilizante a los generados por las figuras que se realizó el despiece y al rectángulo del relleno. Por otra parte, el momento volcante es aquel que se produce a causa de la fuerza del empuje activo del relleno del suelo natural.

Para llevar a cabo el cálculo de los momentos mencionados, se debe multiplicar el peso de cada cuerpo o figura por su correspondiente distancia del punto A al centroide de cada figura.

$$Mn = Wn * Xn$$

Cuando se obtiene cada uno de los momentos se procede a realizar la relación de momentos estabilizadores con los momentos volcantes.

$$FSv = \frac{Mtotal}{Mv}$$

En donde:

Mtotal: Es la sumatoria de los momentos estabilizadores.

Mv: Es el momento ocasionado por el Empuje activo *Ea*.

El valor de este resultado debe ser mayor a 2 para que su revisión sea considerable como aceptable.

Si llega a ser el caso de no cumplir con estos factores se debe proceder a una reevaluación de dimensiones y una nueva propuesta geométrica para adecuar el diseño a estos parámetros, haciendo que este cálculo sea un proceso iterativo y de ajuste.

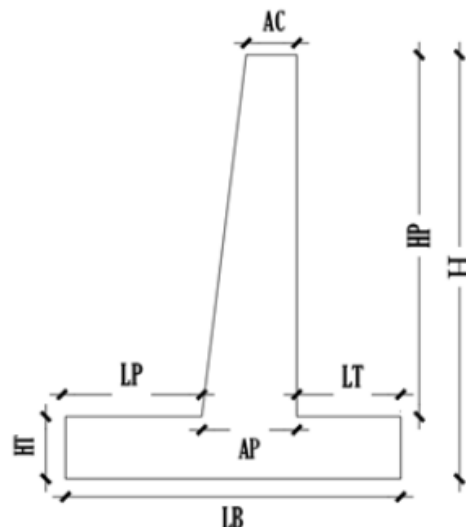
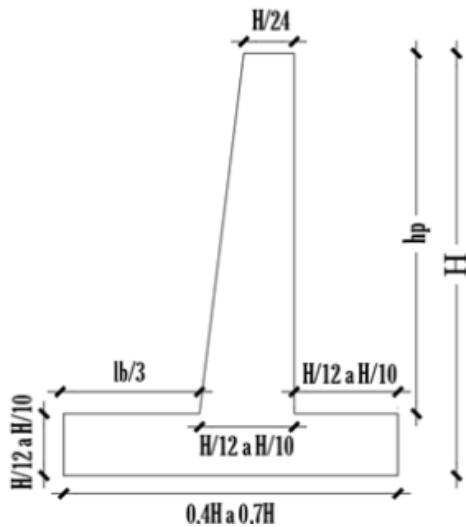
A continuación, se detalla el proceso de cálculo dimensional de la sección transversal del muro a diseñar, bajo las solicitaciones anteriormente especificadas:

PRE-DIMENSIONAMIENTO DE MURO EN VOLADIZO

DATOS Y SOLICITACIONES:

Muro:	$H := 6.05 \text{ m}$		
Suelo:	$q_a := 25 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$	$\gamma_{\text{relleno}} := 1.9 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$	$\mu := 0.7 \quad \phi := 35^\circ$
Materiales:	$f_c := 240 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	$\gamma_{HA} := 2.4 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$
Carga de tráfico:	$cst := 1.9 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$	$h_s := \frac{cst}{\gamma_{\text{relleno}}} = 1 \text{ m}$	

DIMENSIONES DE LA SECCION TRANSVERSAL:



Dimensiones recomendadas:

· Ancho Corona

$$AC := \frac{H}{24} = 0.252 \text{ m}$$

· Base

De $0.4 \cdot H = 2.42 \text{ m}$ Hasta $0.7 \cdot H = 4.235 \text{ m}$

$$LB := \frac{(0.4 \cdot H + 0.7 \cdot H)}{2} = 3.328 \text{ m} \quad 52$$

Dimensiones asumidas:

$$AC := 0.35 \text{ m}$$

$$LB := \text{Ceil}(LB, 0.05 \text{ m}) = ?$$

· Altura cimienta De $\frac{H}{12} = 0.504 \text{ m}$ Hasta $\frac{H}{10} = 0.605 \text{ m}$

$$HC := \frac{\left(\frac{H}{12} + \frac{H}{10}\right)}{2} = 0.555 \text{ m}$$

$$HC := 0.55 \text{ m}$$

$$b := HC = 0.55 \text{ m}$$

· Longitud del pie

$$LP := \frac{LB}{3} = 1.117 \text{ m}$$

$$LP := \text{Ceil}(LP, 0.05 \text{ m}) = ?$$

· Longitud de Talón

$$LT := LB - LP - b = 1.65 \text{ m}$$

$$LT = 1.65 \text{ m}$$

· Altura pantalla

$$HP := H - HC = 5.5 \text{ m}$$

$$HP = 5.5 \text{ m}$$

· Ancho pantalla

De $\frac{H}{12} = 0.504 \text{ m}$ Hasta $\frac{H}{10} = 0.605 \text{ m}$

$$AP := \frac{\left(\frac{H}{12} + \frac{H}{10}\right)}{2} = 0.555 \text{ m}$$

$$AP := 0.6 \text{ m}$$

$$AP := HC = 0.55 \text{ m}$$

· Espesor de la base

$$EB := 0.10 \text{ m}$$

$$EB := 0.10 \text{ m}$$

CÁLCULO DE PRESIONES DE SUELO:

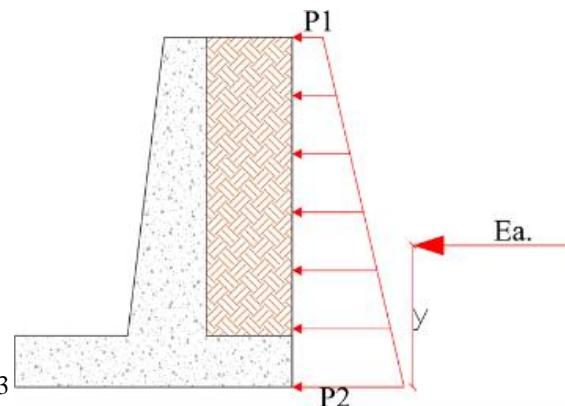
Coefficiente de empuje activo:

$$ka := \frac{1 - \sin(\phi)}{1 + \sin(\phi)} = 0.271$$

Cálculo de presiones:

$$P1 := \gamma_{relleno} \cdot h_s \cdot ka = 0.515 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$P2 := \gamma_{relleno} \cdot (h_s + H) \cdot ka = 3.63 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$



Empuje activo:

$$E_a := \left(\frac{P1 + P2}{2} \right) \cdot (H) = 12.538 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

$$y := \left(\frac{P2 + 2 \cdot P1}{P2 + P1} \right) \cdot \frac{H}{3} = 2.267 \text{ m}$$

Momento Volcante:

$$M_v := E_a \cdot y \cdot m = 28.426 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

DESPIECE EN FIGURAS DE LA SECCION TRANSVERSAL:

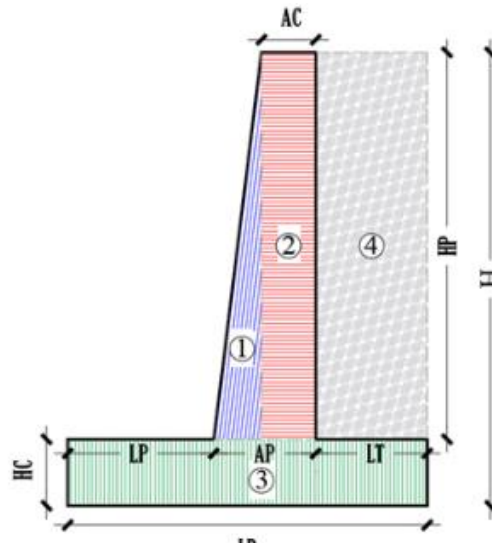


FIGURA 1:

· Área (A1):

$$A1 := \frac{(AP - AC) \cdot HP}{2} = 0.55 \text{ m}^2$$

· Centroide:

$$x_1 := \frac{2 (AP - AC)}{3} + LP = 1.283 \text{ m}$$

· Volumen (V1):

$$V1 := A1 \cdot 1 \text{ m} = 0.55 \text{ m}^3$$

· Peso (W1):

$$W1 := V1 \cdot \gamma_{HA} = 1.32 \text{ tonnef}$$

· Momento (M1):

$$Mest1 := W1 \cdot x_1 = 1.694 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

FIGURA 2:

· Área (A2):

· Centroide:

$$A2 := AC \cdot HP = 1.925 \text{ m}^2$$

· Volumen (V2):

$$V2 := A2 \cdot 1 \text{ m} = 1.925 \text{ m}^3$$

· Momento (M2):

$$Mest2 := W2 \cdot x_2 = 7.046 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$x_2 := LP + AP - \frac{AC}{2} = 1.525 \text{ m}$$

· Peso (W2):

$$W2 := V2 \cdot \gamma_{HA} = 4.62 \text{ tonnef}$$

FIGURA 3:

· Área (A3):

$$A3 := HC \cdot LB = 1.843 \text{ m}^2$$

· Volumen (V3):

$$V3 := A3 \cdot 1 \text{ m} = 1.843 \text{ m}^3$$

· Momento (M3):

$$Mest3 := W3 \cdot x_3 = 7.407 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

· Centroide:

$$x_3 := \frac{LB}{2} = 1.675 \text{ m}$$

· Peso (W3):

$$W3 := V3 \cdot \gamma_{HA} = 4.422 \text{ tonnef}$$

FIGURA 4:

· Área (A4):

$$A4 := HP \cdot LT = 9.075 \text{ m}^2$$

· Volumen (V4):

$$V4 := A4 \cdot 1 \text{ m} = 9.075 \text{ m}^3$$

· Momento (M4):

$$Mest4 := W4 \cdot x_4 = 43.537 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

· Centroid

$$x_4 := LB - \frac{LT}{2} = 2.525 \text{ m}$$

· Peso (W4):

$$W4 := V4 \cdot \gamma_{relleno} = 17.243 \text{ tonnef}$$

Peso Total (Wtotal):

$$Wtotal := (W1 + W2 + W3 + W4) \frac{1}{m}$$

$$Wtotal = 27.605 \frac{\text{tonnef}}{m}$$

Momento Estabilizador (M_{total}):

$$M_{total} := M_{est1} + M_{est2} + M_{est3} + M_{est4}$$

$$M_{total} = 59.684 \text{ m} \cdot \text{tonnef}$$

VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD:

Factor de Seguridad al Volcamiento (FS_v):

$$FS_v := \frac{M_{total}}{M_v} = 2.1$$

$$R1 := \text{if } FS_v \geq 2 \begin{cases} \text{“Resiste volcamiento”} \\ \text{else} \\ \text{“Falla por volcamiento, revisar”} \end{cases}$$

Volcamiento: $FS_v = 2.1$ $R1 = \text{“Resiste volcamiento”}$

Factor de Seguridad al deslizamiento (FS_d):

$$FS_d := \frac{\mu \cdot W_{total}}{E_a} = 1.541$$

$$R2 := \text{if } FS_d \geq 1.5 \begin{cases} \text{“Resiste deslizamiento”} \\ \text{else} \\ \text{“Falla por deslizamiento, revisar”} \end{cases}$$

Deslizamiento: $FS_d = 1.54$ $R2 = \text{“Resiste deslizamiento”}$

Chequeo del suelo:

· Posición resultante:

$$x_A := \frac{M_{total} - M_v}{W_{total} \cdot m} = 1.132 \text{ m}$$

· Excentricidad:

$$e := \frac{LB}{2} - x_A = 0.543 \text{ m}$$

· Presiones del

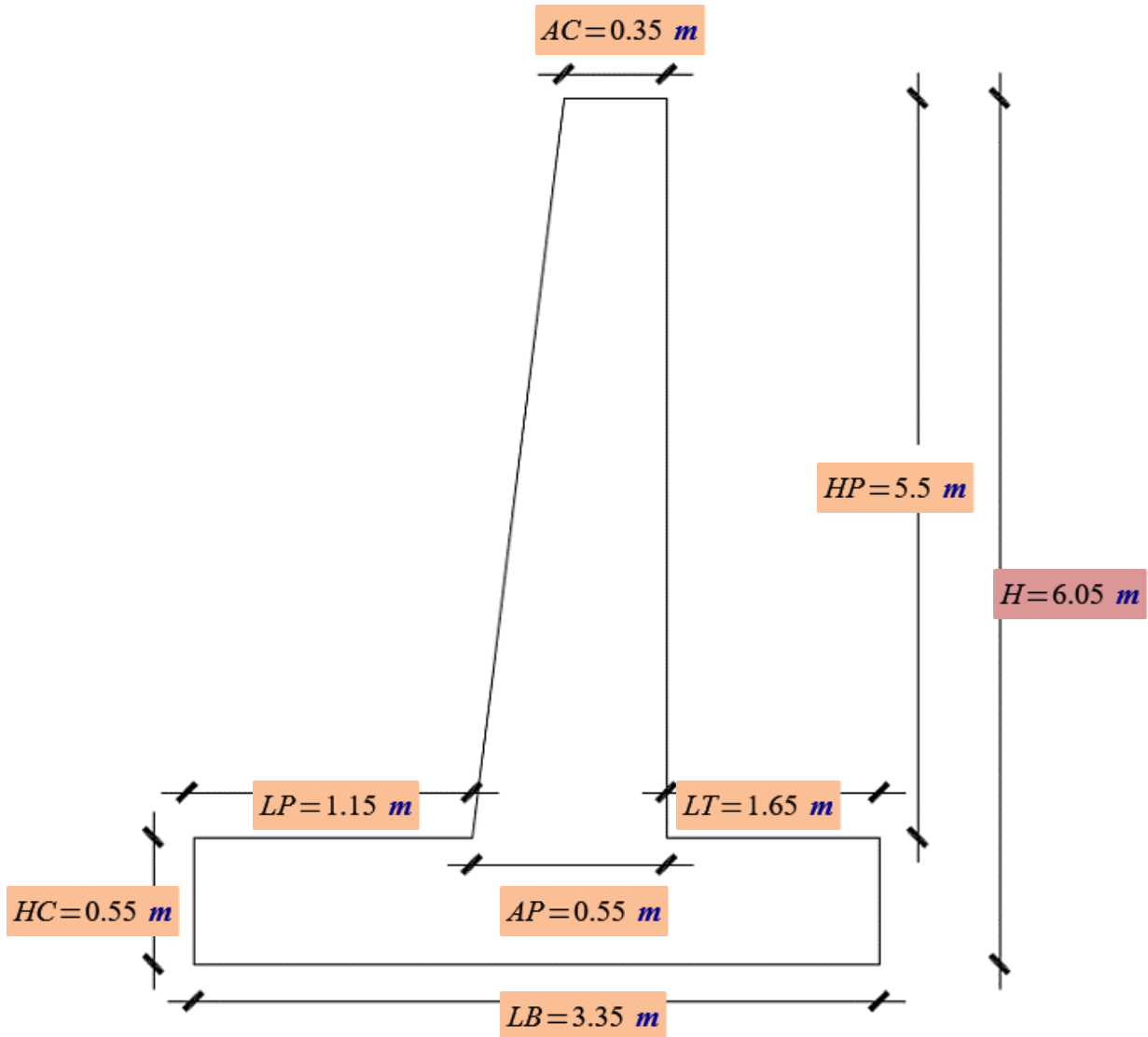
$$q_1 := \frac{W_{total}}{LB} \cdot \left(\frac{1}{6} - \frac{6 \cdot e}{LB} \right) = 0.231 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$q_2 := \frac{W_{total}}{LB} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{LB}\right) = 16.249 \frac{\text{tonnef}}{m^2}$$

$R3 := \text{if}(q_1 < q_a, \text{"Ok"}, \text{"Revisar"}) = \text{"Ok"}$

$\text{Revisión4} := \text{if}(q_2 < q_a, \text{"Ok"}, \text{"Revisar"}) = \text{"Ok"}$

RESUMEN DE RESULTADOS:



Areas:

$$A1 = 0.55 \text{ m}^2$$

$$A2 = 1.925 \text{ m}^2$$

$$A3 = 1.843 \text{ m}^2$$

$$A4 = 9.075 \text{ m}^2$$

Volúmenes:

$$V1 = 0.55 \text{ m}^3$$

$$V2 = 1.925 \text{ m}^3$$

$$V3 = 1.843 \text{ m}^3$$

$$V4 = 9.075 \text{ m}^3$$

Pesos:

$$W1 = 1.32 \text{ tonnef}$$

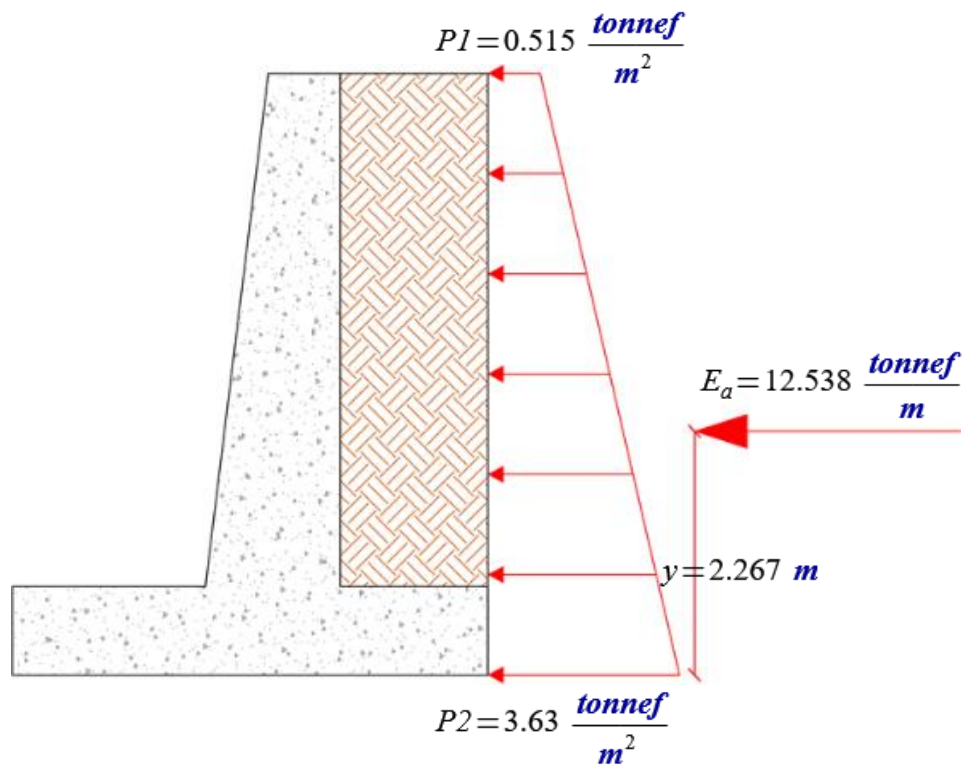
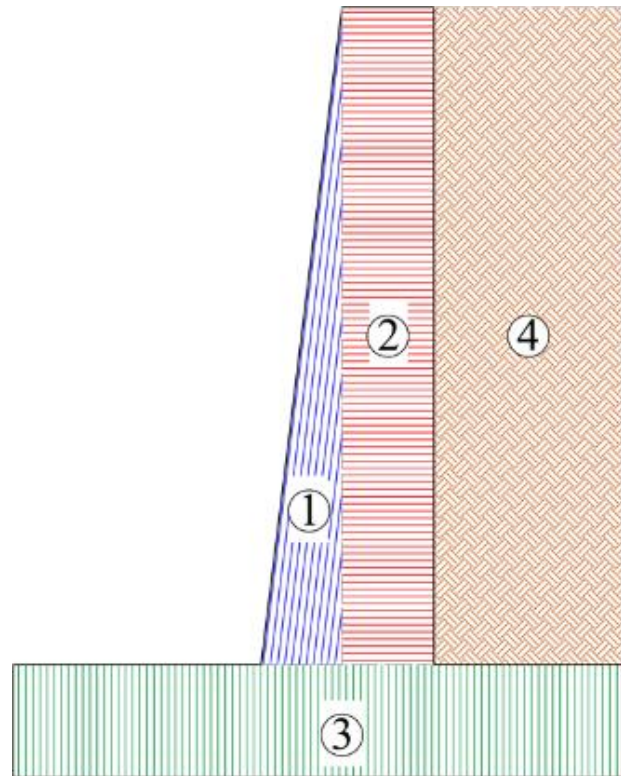
$$W2 = 4.62 \text{ tonnef}$$

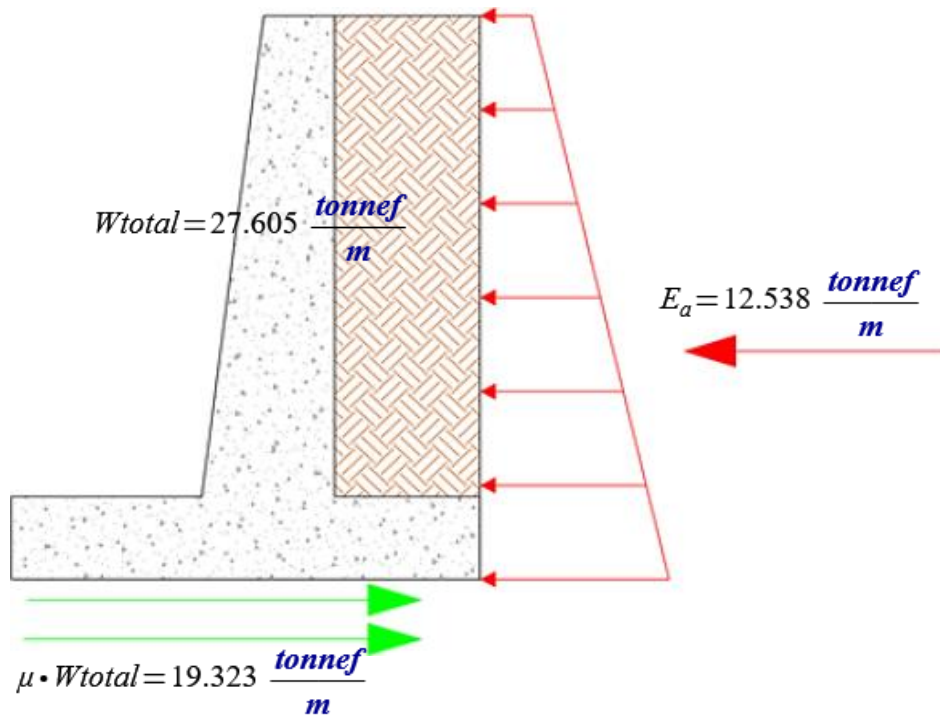
$$W3 = 4.422 \text{ tonnef}$$

$$W4 = 17.243 \text{ tonnef}$$

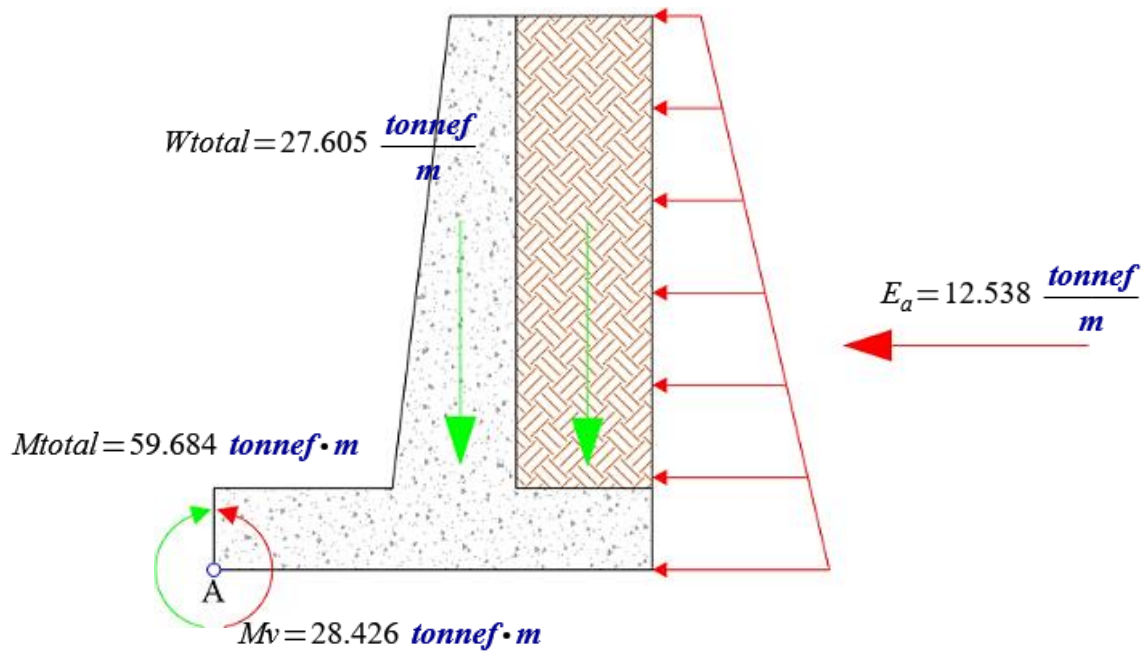
Peso Total de la sección:

$$W_{total} = 27.605 \frac{\text{tonnef}}{m}$$





$FSd = 1.54$ $R2 = \text{“Resiste deslizamiento”}$



$FSv = 2.1$

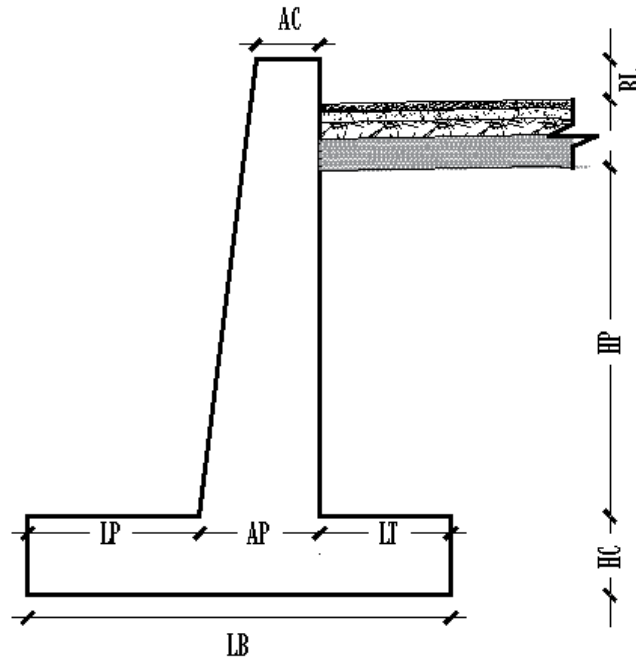
$R1 = \text{“Resiste volcamiento”}$

3.2. ESPECIFICACIÓN DE PARÁMETROS DEL SUB-ENSAMBLAJE.

Para el diseño de la sección transversal del muro en el Módulo Autodesk Subassembly Composer se usarán las siguientes abreviaturas:

Figura 33

Esquema de abreviaturas del muro de contención.



Nota. El grafico muestra las abreviaturas que se usarán en el módulo Autodesk Subassembly

Composer. Elaborado por: Los autores, a través de Autocad (2022).

Donde:

AC: Ancho Corona (m).

AP: Ancho Pantalla (m).

BL: Borde Libre (m).

C: Cimiento (m).

H: Altura del Muro (m).

HB: Altura Base (m).

HC: Altura Cimiento (m).

HP: Altura Pantalla (m).

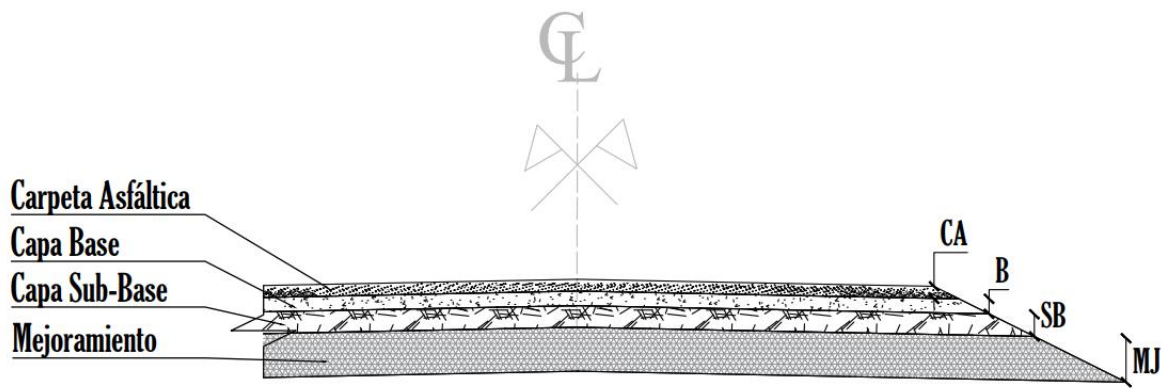
LB: Longitud Base (m).

LP: Longitud Pie (m).
LT: Longitud Talón (m).

Así mismo se usarán las siguientes abreviaturas para la estructura de la vía:

Figura 34

Esquema de abreviaturas de la estructura de la vía.



Nota. El grafico muestra las abreviaturas que se usarán en el módulo Autodesk Subassembly Composer. Elaborado por: Los autores, a través de Autocad (2022).

Donde:

CA: Carpeta Asfáltica (m).
B: Base (m).
SB: Sub – Base (m).
MJ: Mejoramiento (m).

3.2.1. Sección típica de vía adoptada

Conforme con la Norma vigente del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, se ha considerado adoptar una sección típica de vía de dos carriles; categoría clase IV y terreno montañoso, topografía perteneciente a la provincia del Chimborazo.

Los parámetros se tomaron de acuerdo con la tabla de “*Valores de Diseño Recomendados para Carreteras de Dos Carriles y Caminos Vecinales de Construcción*” del Ministerio de Obras Públicas, lo cual resume las dimensiones denotadas en la siguiente tabla:

Tabla 4

Elementos de sección adoptada

<i>Sección Típica Adoptada</i>	
Ancho de calzada (m)	6.0
Número de carriles (u)	2.0
Ancho de carril (m)	3.0
Cuneta para corte (m)	0.9
Cuneta para relleno (m)	0.9
Pendiente Transversal (%)	2.5
Pendiente Transversal Espaldón (%)	2.5
Ancho espaldón (m)	0.6
Ancho total de calzada (m)	9.0

Nota. Los datos expuestos son tomados de la norma, por ende, son valores mínimos. Elaborado por: Los autores, con información tomada de MTOP (2003).

Una vez hecho el diseño del pavimento, se obtiene los espesores de cada capa que constituye la estructura de la vía. Para este caso, se usarán valores típicos de espesores de capa de una estructura de pavimento flexible, que se denota en la tabla 5:

Tabla 5

Espesores de estructura de vía adoptados.

<i>Capa</i>	<i>Espesor (m)</i>
Carpeta asfáltica	0.10
Base	0.20
Sub – Base	0.30
Subrasante	0.70

Nota. Espesores típicos. Elaborado por: Los autores.

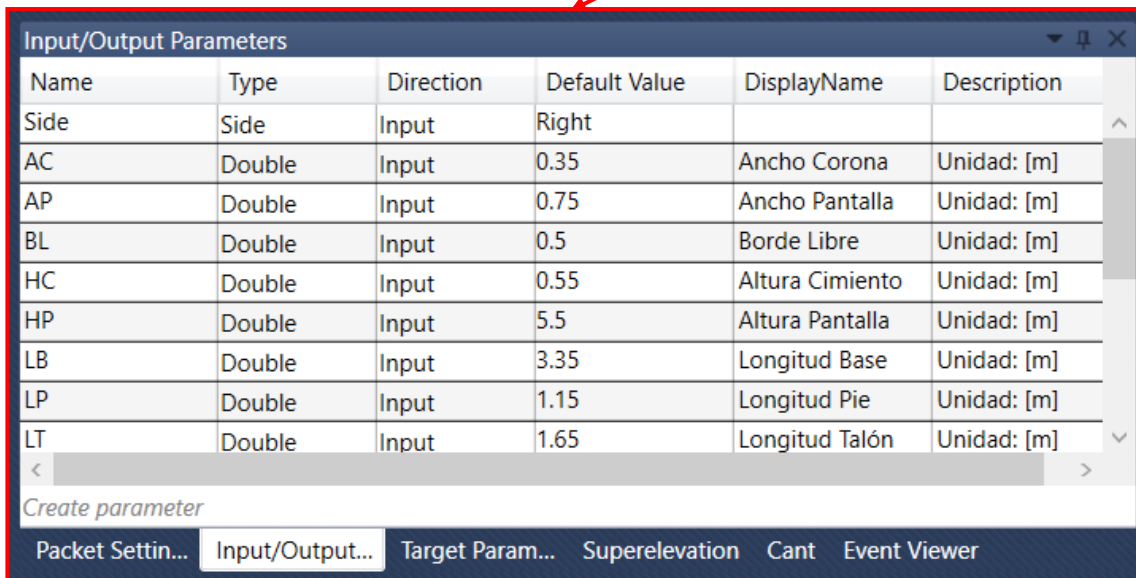
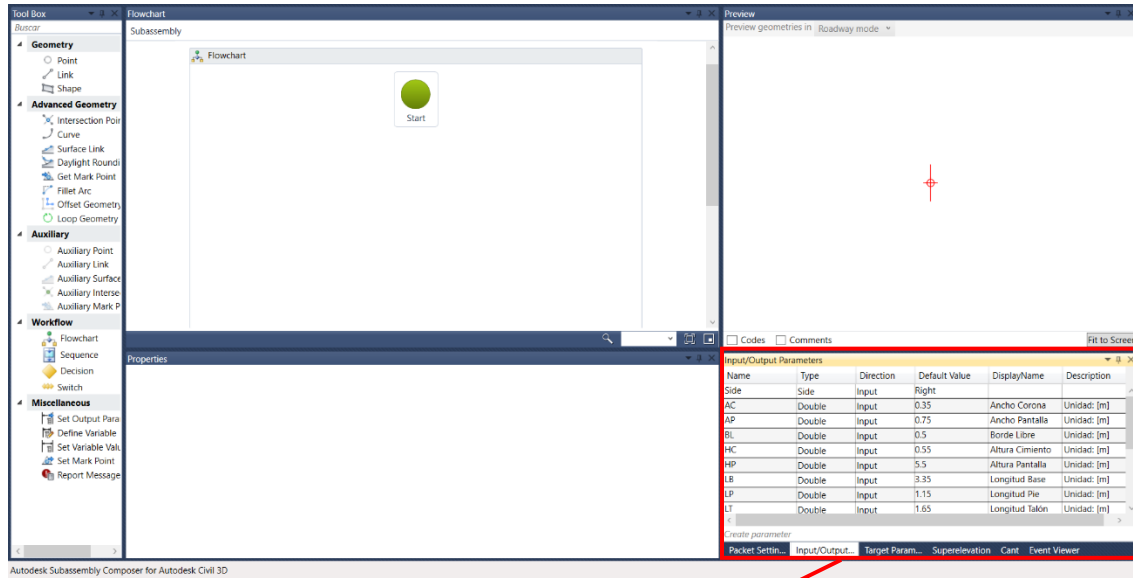
Con todas las consideraciones anteriormente definidas, se procede a ingresar los parámetros que posee la sección transversal. Para esto se debe especificar: Nombre (abreviaturas), tipo, dirección, valor por defecto y descripción. El parámetro *Side* viene por defecto, indica la posición de la sección a diseñar.

Estos parámetros se dividen en:

- **Name:** Ingresar un nombre definido por el usuario para el parámetro. El nombre no puede comenzar con un número y no puede contener espacios ni caracteres especiales. Este nombre se puede indicar en lugar de un valor en las propiedades de la geometría del punto. De esta forma, el usuario puede aceptar el valor predeterminado o indicar un valor específico.
- **Type:** Se especifica el tipo de parámetro: Integer, Double, String, Grade, Slope, Yes/No y Side; los siguientes tipos de parámetros son de peralte: Superelevation, Superelevation Axis of Rotation, Slope Direction y Potential Pivot.
- **Direction:** Especifica si el parámetro es de entrada o de salida.
- **Default Value:** Especifica el valor del parámetro predeterminado al colocar sus dimensiones en ensamblajes. El usuario puede cambiar los valores predeterminados en la paleta “Properties” de AutoCAD, el cuadro de diálogo Parámetros de ensamblaje o el cuadro de diálogo Propiedades de ensamblaje.
- **Description:** Se coloca una descripción que va relacionado con el nombre del parámetro y no puede comenzar con un número. Especifica las descripciones de los parámetros que aparecen en la información sobre herramientas de la paleta Propiedades de Autodesk Civil 3D.

Figura 35

Creación de parámetros en ventana de parámetros del Subassembly Composer.



Nota. La segunda figura representa un acercamiento de la primera. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

3.3. CREACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL ANALIZADA.

Para dar inicio al dibujo de la sección transversal del muro, hay que previamente enumerar los puntos iniciales del modelo ya calculado, es conveniente incorporar esta numeración para ser coherentes con lo que el Módulo tiene predeterminado.

Se definen puntos arrastrándolos del “**Tool Box**” y soltándolos en el panel del “**Flowchart**”, cada punto recibirá un nombre por default comenzando con P1. Y para definir sus propiedades se debe revisar la ventana de “**Properties**” que se va actualizando conforme se vayan añadiendo los objetos.

A cada punto que se va añadiendo se le creara automáticamente un enlace con el anterior, es en este paso donde se puede dar las características geométricas como distancia o pendiente, como se ha realizado en el cálculo de la sección transversal.

Es importante ir constatando el avance del dibujo y que los puntos tengan los enlaces y el orden que se definió en el diseño de la sección transversal, este proceso se lo puede ir verificando en la ventana de “**Preview**”.

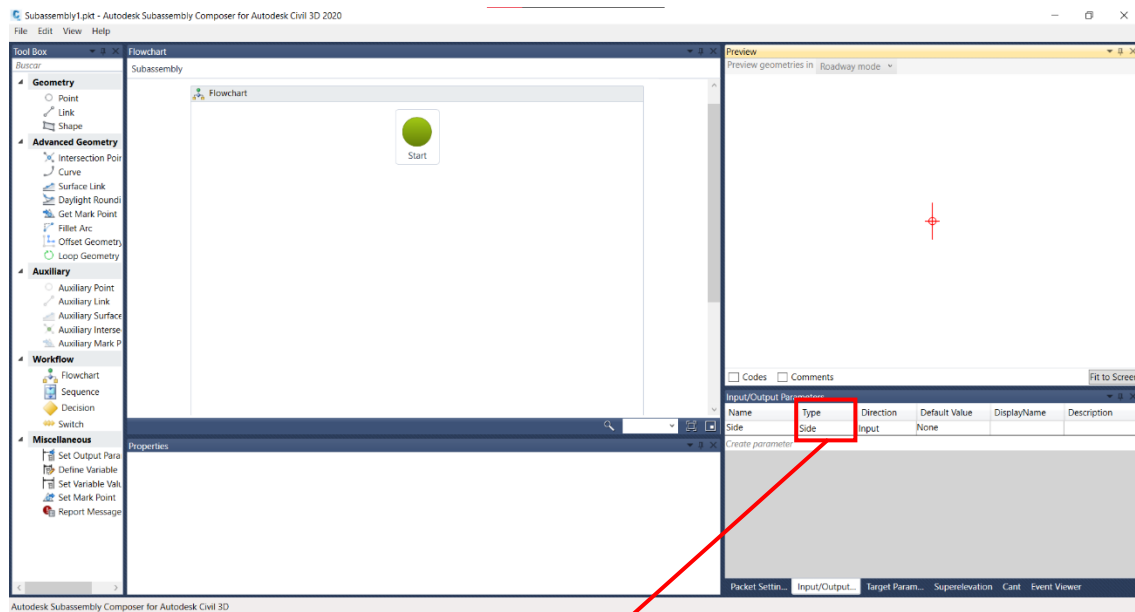
Así mismo para crear una forma, hay que tomar una del “**Tool Box**”, hay que arrastrarla y soltarla bajo el último punto que se creó, esta forma el Módulo la identificara con el nombre de S1, como se hizo con los puntos de igual manera se puede llegar a dar propiedades a esta nueva forma como por ejemplo sus lados o sus aristas en la ventana de “**Properties**”, hasta este paso tanto los puntos, vínculos y las formas son lineales y ya están definidos geoméricamente en el Módulo conformando nuestra sección transversal.

3.3.1. Definición de puntos iniciales

Una vez conocida la interfaz del módulo y sus funciones, damos inicio al diseño de la sección transversal. En este caso trabajaremos con la versión “Autodesk Subassembly Composer for Autodesk Civil 3D 2020” en inglés.

Figura 36

Inicio de diseño.



- Integer
- Double
- String
- Grade
- Slope
- Yes\No
- Side
- Superelevation
- Superelevation Axis of Rotation
- Slope Direction
- Potential Pivot

Nota. La segunda figura representa la pestaña desplegada del tipo de parámetro “Type”.

Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

Para cada variable debemos definir un parámetro de entrada. La primera línea en la pestaña de “**Input/Output Parameters**” siempre será rellenada por el usuario con “**Side**”. Si se desea desactivar este parámetro, hay que establecer el valor por defecto como “**None**”. En este caso dibujaremos el muro como si estuviera en el lado izquierdo.

Las cuatro primeras columnas “**Name, Type, Direction y Default Value**” necesariamente deben rellenarse, ya que son los parámetros necesarios para llevar a cabo el diseño. Las dos últimas columnas “**Display Name y Description**” son opcionales. De hecho, hay un total de once Tipos de Parámetros de Entrada/Salida provistos en el módulo.

Para añadir un parámetro hacemos clic en “**Create parameter**” que se encuentra en la parte inferior derecha del módulo, por otro lado, si por error aumentamos demasiados parámetros, solo se debe seleccionar y pulsar la tecla suprimir del teclado. Asimismo, definimos todos los parámetros que vamos a usar con las abreviaciones que definimos anteriormente para el dibujo de la sección transversal seleccionada.

Figura 37

Lista de parámetros creador en Subassembly Composer.

Parámetros de Muro

Input/Output Parameters					
Name	Type	Direction	Default Value	DisplayName	Description
Side	Side	Input	Right		
AC	Double	Input	0.35	Ancho Corona	Unidad: [m]
AP	Double	Input	0.75	Ancho Pantalla	Unidad: [m]
BL	Double	Input	0.5	Borde Libre	Unidad: [m]
HC	Double	Input	0.55	Altura Cimiento	Unidad: [m]
HP	Double	Input	5.5	Altura Pantalla	Unidad: [m]
LB	Double	Input	3.35	Longitud Base	Unidad: [m]
LP	Double	Input	1.15	Longitud Pie	Unidad: [m]
LT	Double	Input	1.65	Longitud Talón	Unidad: [m]
B	Double	Input	0.2	VIA: Base	Unidad: [m]
CA	Double	Input	0.1	VIA: Carpeta Asfáltica	Unidad: [m]
SB	Double	Input	0.3	VIA: Sub-base	Unidad: [m]
MJ	Double	Input	0.7	VIA: Mejoramiento	Unidad: [m]
AV	Double	Input	3	Ancho Carril	Unidad: [m]
BomVia	Grade	Input	2.50%	Pendiente Transversal Via	Unidad: [%]
BomEsp	Grade	Input	4.00%	Pendiente Transversal Espaldón	Unidad: [%]

Create parameter

Packet Settin... Input/Output... Target Param... Superelevation Cant Event Viewer

Parámetros de Vía

Nota. Todos los parámetros son de entrada (Input) y de tipo doble (Double), sin embargo, los parámetros designados para las pendientes transversales de la vía son de tipo grado de inclinación (Grade). Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

3.3.2. Asignación de propiedades geométricas de líneas y formas.

3.3.2.1. Dibujo de la sección transversal utilizando [Tool Box]

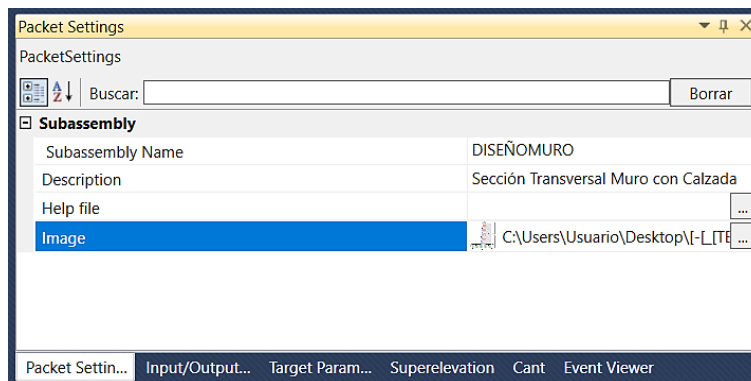
Al dar inicio en el archivo del Módulo Subassembly, debemos definir el nombre del subensamblaje que modelaremos, este nombre aparecerá en la Paleta de Herramientas “**Tool Paletts**” del Civil 3D, para poderlo identificar de mejor manera. Para nuestro caso el nombre que pondremos en la opción “**Subassembly Name**” será: DISEÑOMURO, este nombre debe ir sin espacios para mejor comprensión a la interfaz de trabajo.

En cuanto a la opción de descripción “**Description**” se colocará una breve descripción de lo que se trata el subensamblaje y lo que contiene. Para nuestro caso se insertará: Sección Transversal Muro con Calzada. Aquí no hay restricción del uso del espacio entre palabras.

Y por último en la opción “**Imagen**” se tiene la ventaja de importar una imagen para identificarla de mejor manera al momento de seleccionarla de los subensamblaje que vienen predeterminados en el programa Civil 3D.

Figura 38

Propiedades de diseño.



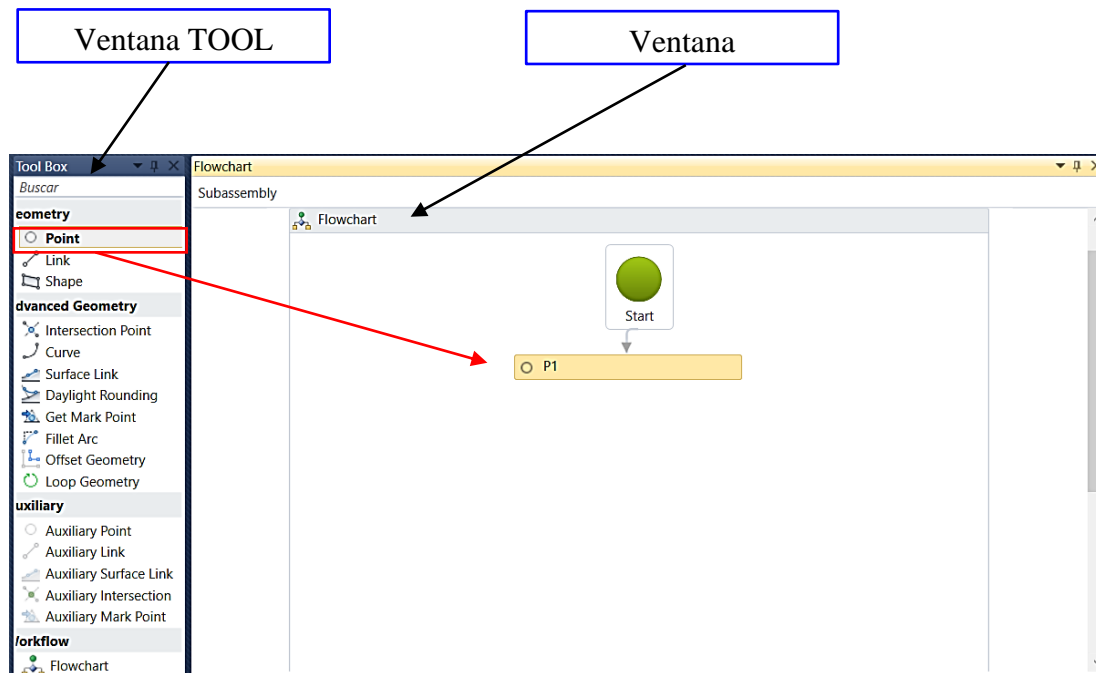
Nota. La imagen ingresada debe estar en la misma carpeta del diseño (.PKT). Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

En la ventana “**Preview**” se visualiza el eje central, el cual ubicaremos en la parte superior de la mitad de la calzada de la vía. Entonces lo que primero se va a hacer es crear un punto *P1*, que servirá de origen de nuestro diseño.

Siendo así, seleccionamos del “**Tool Box**” un punto y lo arrastramos hasta el “**Flowchart**”.

Figura 39

Creación de punto “Point”.



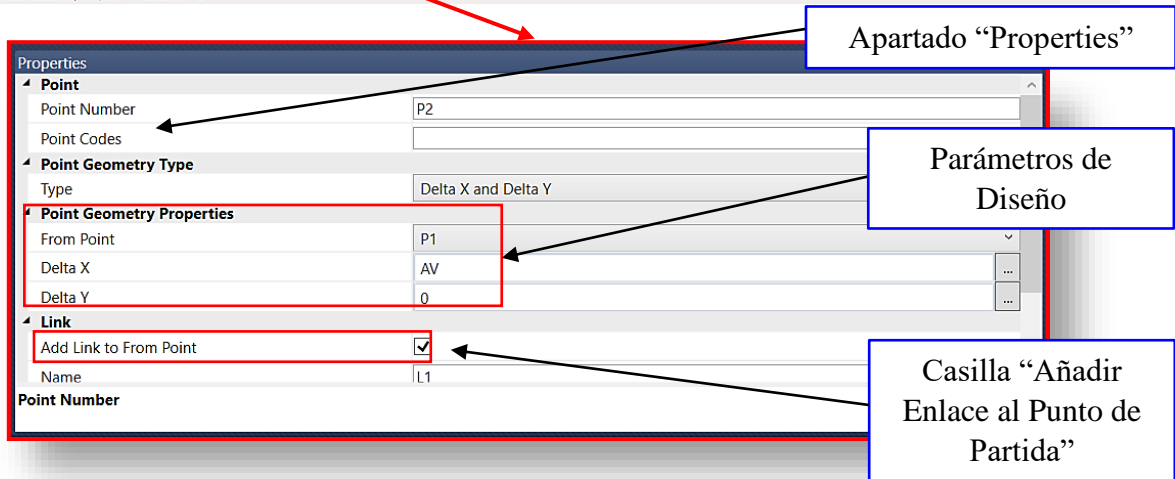
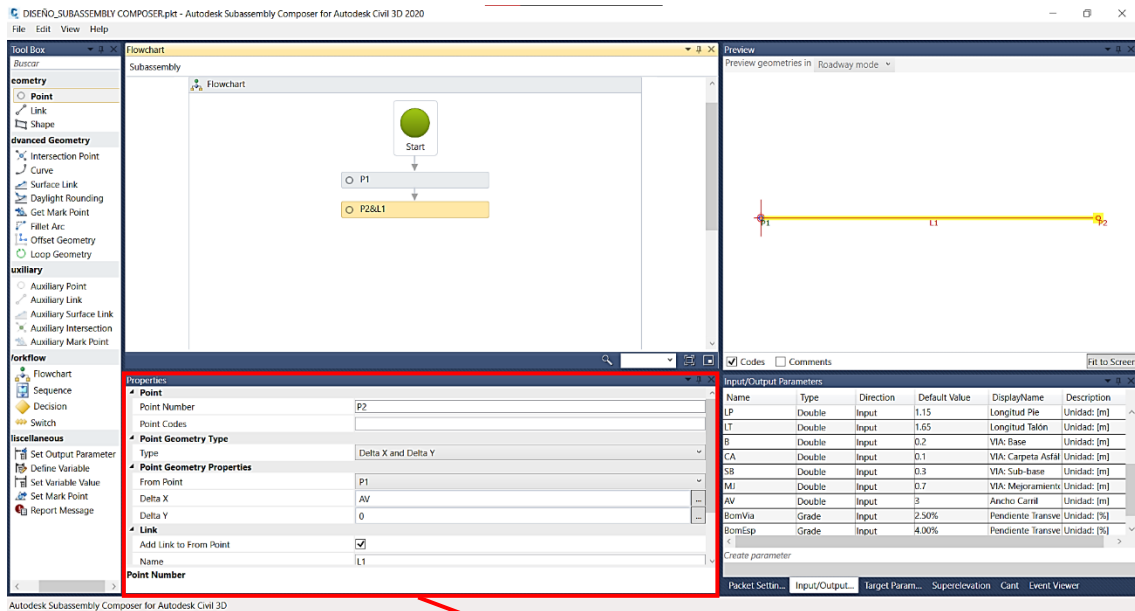
Nota. Para ingresar alguna herramienta al “Flowchart” se debe arrastrar. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

Continuando el diseño que contiene líneas y formas, arrastramos otro punto que se denominará como *P2*, con la diferencia que en el apartado de “**Properties**” vamos a seleccionar la casilla situada en la subdivisión “**link**”, para añadir una línea que una el punto de origen (o anterior) con el punto recién creado; también denominada en el “**Flowchart**” como “**Point&Link**”. Ahora, ya vamos a ingresar los parámetros que definimos anteriormente, para esto nos dirigimos a la subdivisión “**Point Geometry Properties**” y vamos a elegir el punto de inicio, en este caso el

punto P1. En “Delta X” o “Delta Y” vamos a ingresar el parámetro correspondiente, por consiguiente, iniciamos insertando la dimensión perteneciente al ancho de carril de la vía, designada con la abreviatura AV.

Figura 40

Herramienta “Point&Link”.



Nota. La función “Point&Link” se activa cuando damos Check en la casilla “Add Link to From Point”. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

Seguido, asignamos la pendiente transversal (bombeo) en el “Delta Y” para dar forma a la estructura de la vía.

Figura 41

Ingreso de parámetros de bombeo.

The figure consists of two screenshots from a software application. The top screenshot shows the 'Input/Output Parameters' table, and the bottom screenshot shows the 'Properties' panel for a 'Point'.

Input/Output Parameters Table:

Name	Type	Direction	Default Value	DisplayName	Description
LT	Double	Input	1.65	Longitud Talón	Unidad: [m]
B	Double	Input	0.2	VIA: Base	Unidad: [m]
CA	Double	Input	0.1	VIA: Carpeta Asfáltica	Unidad: [m]
SB	Double	Input	0.3	VIA: Sub-base	Unidad: [m]
MJ	Double	Input	0.7	VIA: Mejoramiento	Unidad: [m]
AV	Double	Input	3	Ancho Carril	Unidad: [m]
BomVía	Grade	Input	2.50%	Pendiente Transversal	Unidad: [%]
AE	Double	Input	0.6	Ancho Espaldón	Unidad: [m]
BomEsp	Grade	Input	4.00%	Pendiente Transversal	Unidad: [%]

Properties Panel (Point):

- Point Number: P3
- Point Codes: [Empty]
- Point Geometry Type: Delta X and Delta Y
- Point Geometry Properties:
 - From Point: P1
 - Delta X: -AV
 - Delta Y: -BomVía
- Link:
 - Add Link to From Point:
 - Name: L2
 - Codes: [Empty]
 - ApplyAOR:

Apartado

Pendiente Transversal de espaldón y Vía

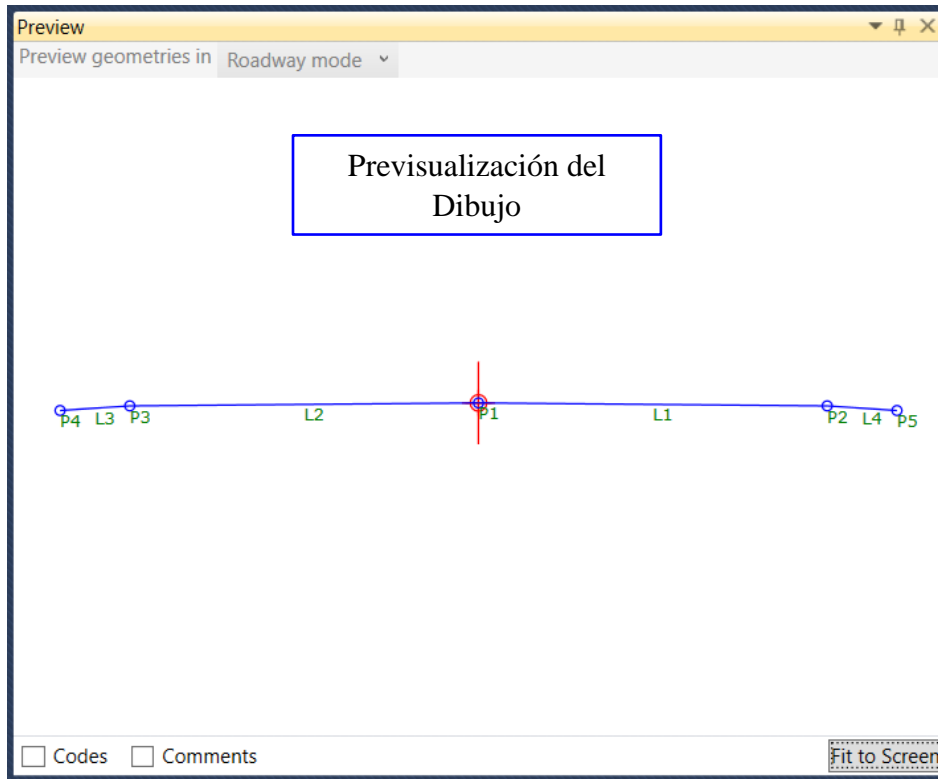
Parámetro Pendiente Transversal de la Vía

El signo define la Dirección del Parámetro

Nota. La primera imagen es consecuente con la segunda. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

Figura 42

Previsualización del dibujo.

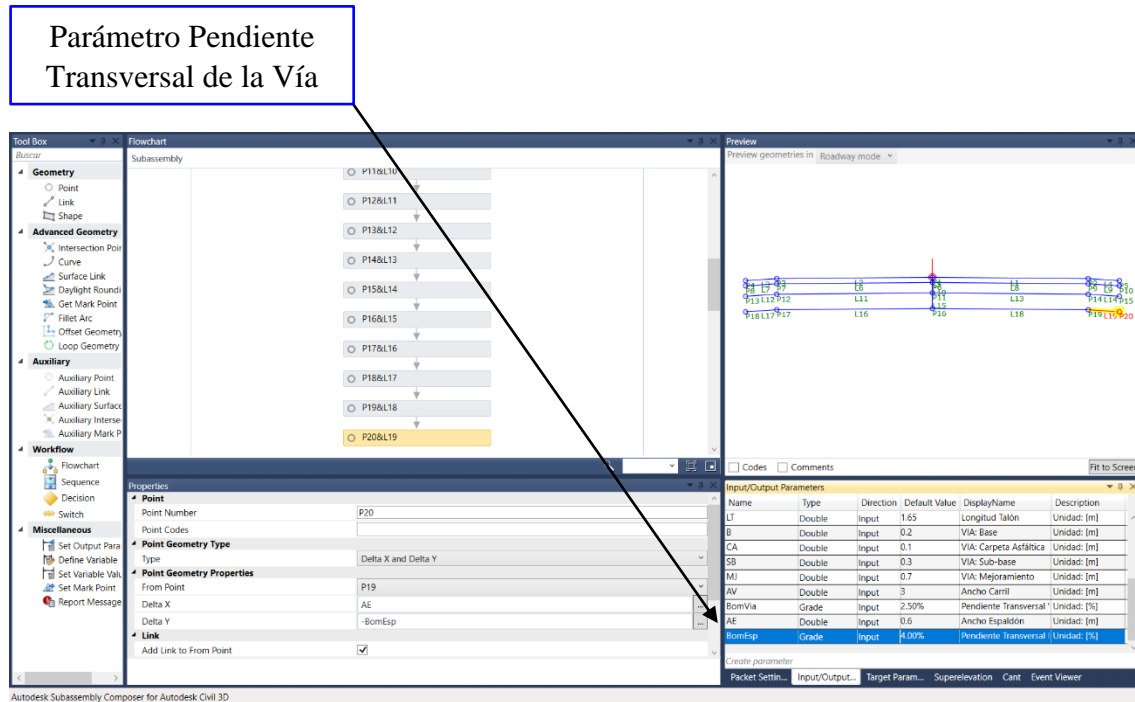


Nota. En esta ventana se puede seleccionar el punto o línea que queremos reconfigurar o revisar sus propiedades. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

Así seguimos creando puntos y líneas para formar la estructura de la vía. Cabe recalcar que la sección transversal de la vía se la va a diseñar con espesores de capa típicos de un pavimento flexible, con dimensiones y gradientes transversales tomadas de la Norma vigente del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Figura 43

Dibujó de la estructura que compone la vía.

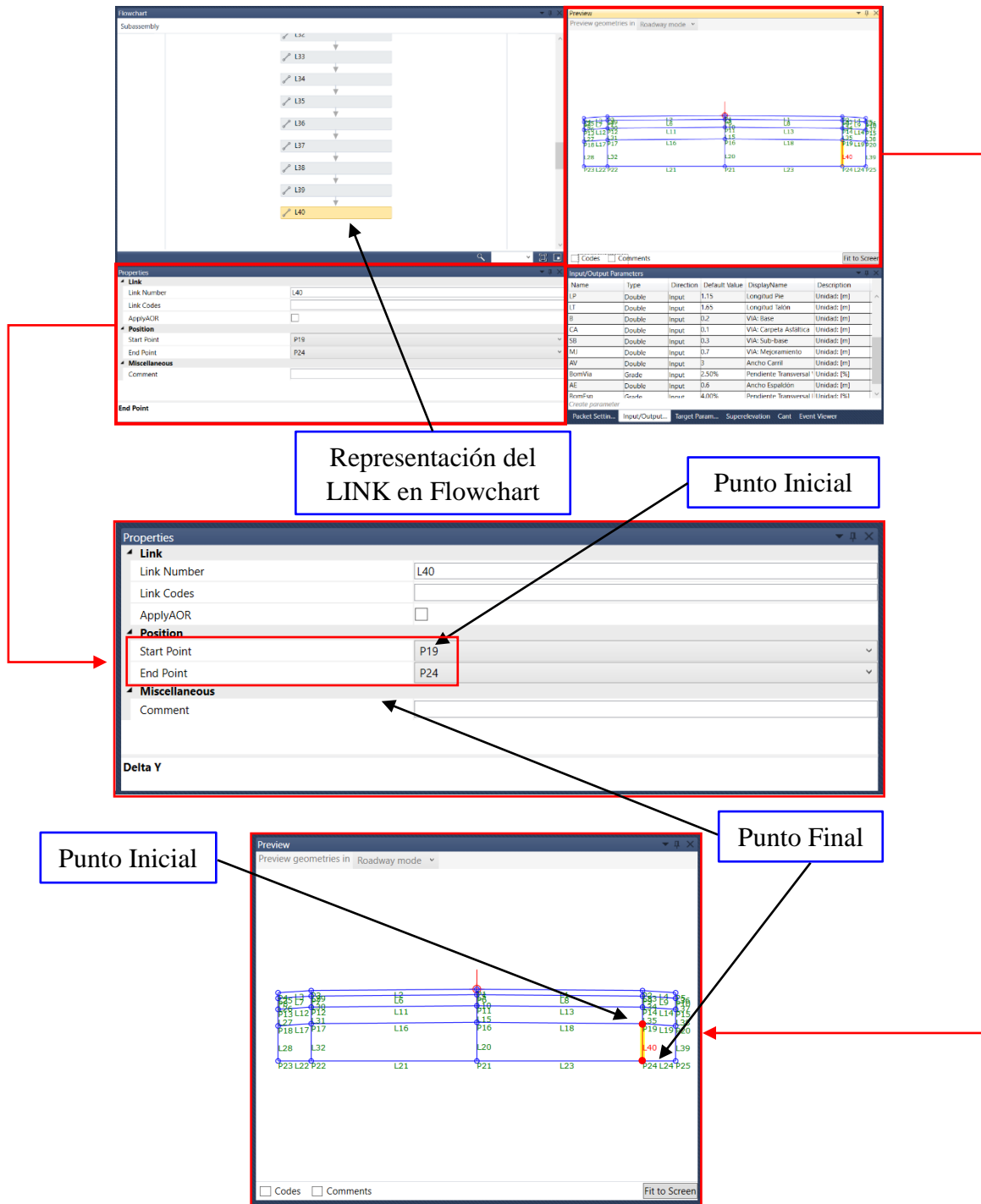


Nota. Se visualiza las capas de la vía modeladas con los bombeos correspondientes. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

Quando se tenga que unir dos puntos mediante una línea debemos usar la función “**Link**”, asimismo arrastramos del “**Tool Box**” al “**Flowchart**” y nos dirigimos a la subdivisión “**Position**” para seleccionar el punto de inicio y el punto final de acuerdo a nuestro requerimiento.

Figura 44

Unión de puntos para conformación de la estructura vial.



Nota. Las 3 imágenes tienen el mismo objetivo de información, muestra la unión entre puntos.

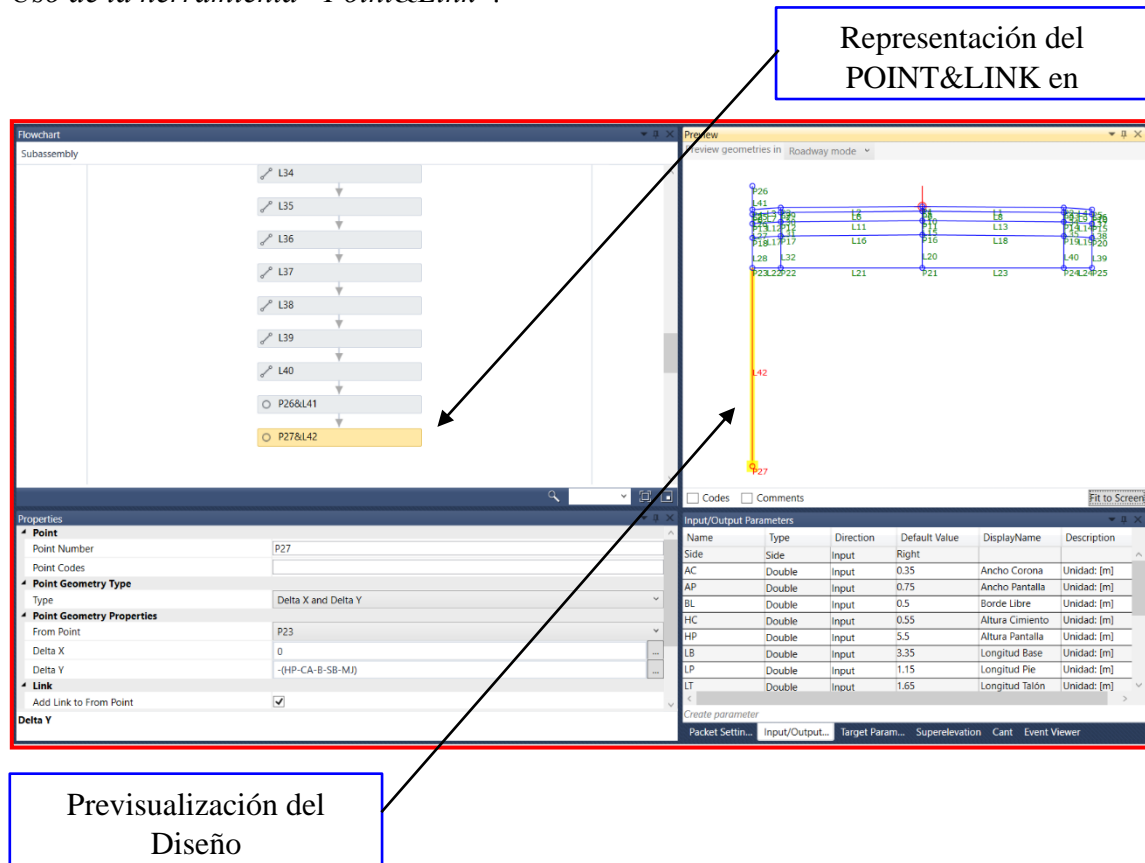
Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

3.3.3. Conformación de elementos de la sección transversal a partir de líneas.

Una vez conformada la estructura de la vía, procedemos a dibujar el muro con los parámetros y el dimensionamiento que previamente que realizó. Siendo así, empezamos por la pantalla posterior y el borde libre.

Figura 45

Uso de la herramienta “Point&Link”.

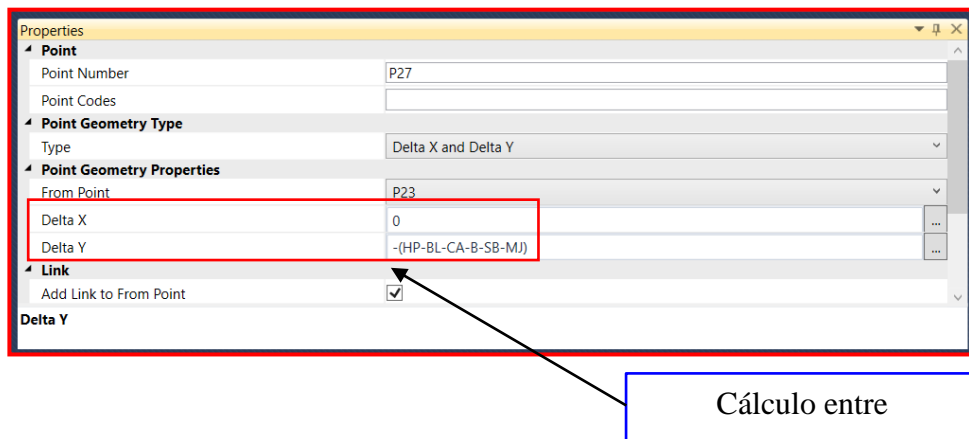


Nota. La figura muestra la ventana “**Properties**” donde se hizo la operación para encontrar la altura del muro, descontando los parámetros de la estructura de la vía. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

Previamente al dimensionamiento que se realizó de la sección transversal se calculó que la altura de pantalla corresponde a 5.5 metros, a su vez hemos insertado en el Autodesk Subassembly Composer un parámetro con la abreviatura HP (altura pantalla) para poder emplear esta dimensión sin afectar el parámetro, se tiene la opción de hacer operaciones básicas de la matemática en el “DELTA X o DELTA Y”. Así se calculó la altura entre el talón del muro y la capa de mejoramiento de la estructura vial: $-(HP - BL - CA - B - SB - MJ) = -(5.5 \text{ m} - 0.5 \text{ m} - 0.1 \text{ m} - 0.2 \text{ m} - 0.3 \text{ m} - 0.7 \text{ m}) = 3.7 \text{ m}$

Figura 46

Operación entre parámetros en ventana “Properties”.



Nota. El signo define la dirección de la línea que se esta dibujando, (+) Derecha y (-) Izquierda.

Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

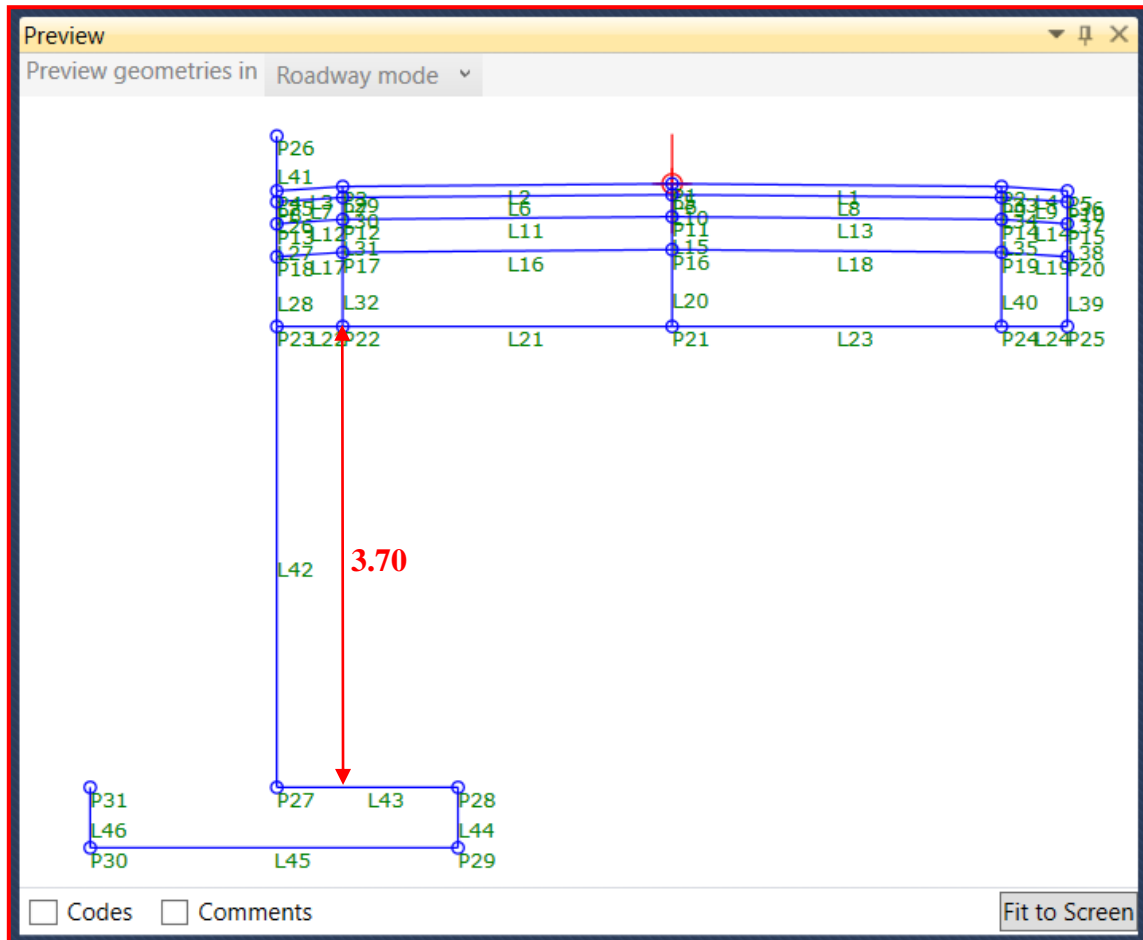
Posteriormente usaremos la herramienta de puntos enlazados con líneas “POINT&LINK”,



para ir construyendo el muro de contención.

Figura 47

Altura de pantalla.



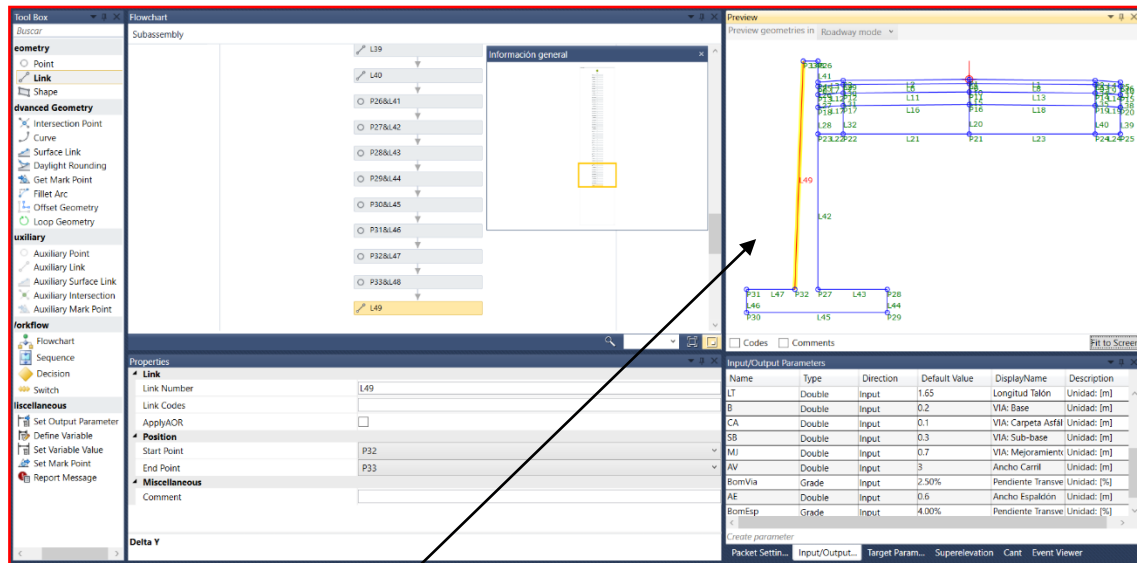
Nota. El orden de dibujo no afecta el diseño, sin embargo, es muy importante que las formas geométricas que se forman deben estar cerradas. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

Para el paramento del muro solo se va a unir con un “LINK” entre el punto final del pie y el punto inicial de la corona del muro. Esto porque se hizo el dimensionamiento en el cual se calculó la longitud de pie y de talón, entonces se obtuvo varias dimensiones que no fue necesario suponer una pendiente de la pantalla frontal del muro. Cabe recalcar que esta aplicación en

Autodesk Subassembly Composer es netamente teórica, es decir con datos iniciales propuestos a partir de la información que el MTOP nos facilitó.

Figura 48

Unión de puntos.



Enlace entre dos puntos

Nota. El orden de dibujo no afecta el diseño, sin embargo, es muy importante que las formas geométricas que se forman deben estar cerradas. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

Una vez casi terminada la sección transversal, procedemos a dibujar la cuneta de la vía. De igual manera se adoptará una sección típica triangular, entonces las dimensiones se denotan en la siguiente tabla:

Tabla 6

Dimensiones de cuneta adoptada.

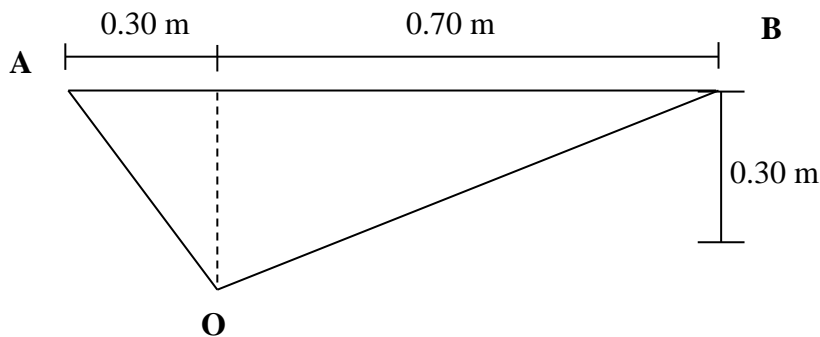
<i>Descripción</i>	<i>Dimensión (m)</i>
Ancho Talud Exterior Cuneta	0.30
Ancho Talud Interior Cuneta	0.70
Profundidad	0.30

Nota. Las dimensiones adoptadas son netamente teóricas, ya que no se ha hecho un estudio hidrológico ni diseño de cunetas. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

En la siguiente figura se corrobora las dimensiones antes mencionadas:

Figura 49

Sección típica de cuneta.

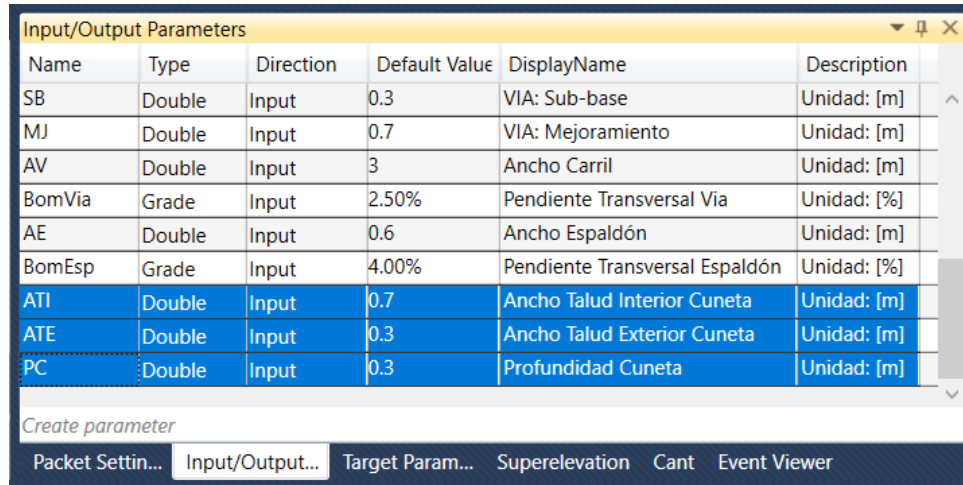


Nota. La cuneta es una estructura fundamental para la modelación en Civil 3D y cálculo de volúmenes. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

Para la creación de la cuneta vamos a crear dos nuevos parámetros con las siguientes abreviaturas: ATI (Ancho Talud Interior de la cuneta), ATE (Ancho Talud Exterior de la cuneta) y PC (Profundidad Cuneta).

Figura 50

Creación de parámetros pertenecientes a la cuneta.



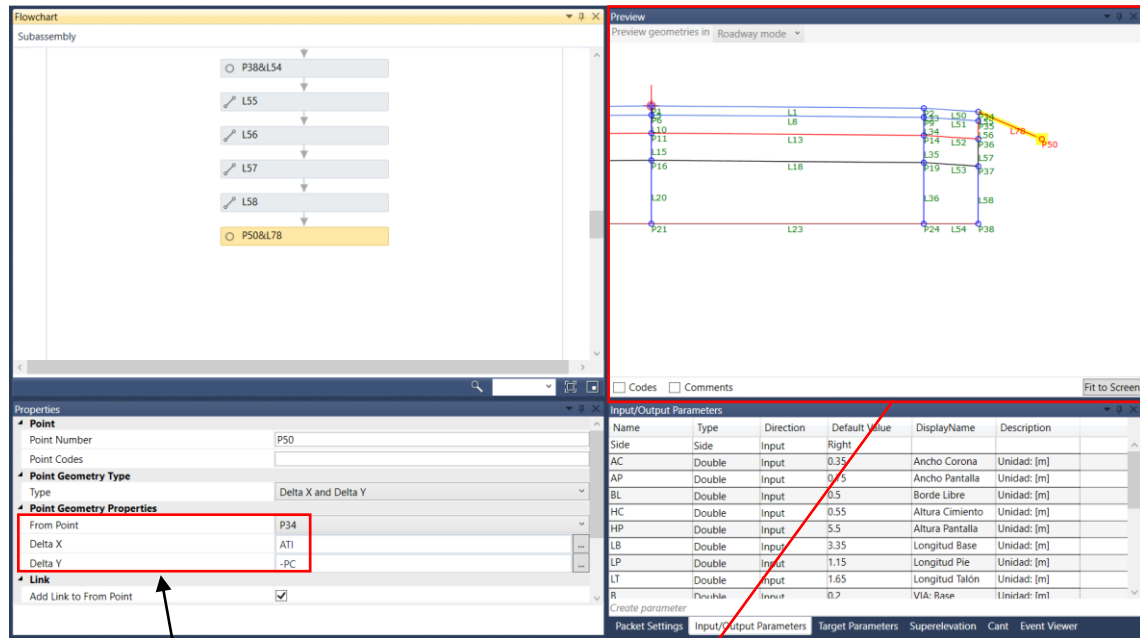
Name	Type	Direction	Default Value	DisplayName	Description
SB	Double	Input	0.3	VIA: Sub-base	Unidad: [m]
MJ	Double	Input	0.7	VIA: Mejoramiento	Unidad: [m]
AV	Double	Input	3	Ancho Carril	Unidad: [m]
BomVia	Grade	Input	2.50%	Pendiente Transversal Via	Unidad: [%]
AE	Double	Input	0.6	Ancho Espaldón	Unidad: [m]
BomEsp	Grade	Input	4.00%	Pendiente Transversal Espaldón	Unidad: [%]
ATI	Double	Input	0.7	Ancho Talud Interior Cuneta	Unidad: [m]
ATE	Double	Input	0.3	Ancho Talud Exterior Cuneta	Unidad: [m]
PC	Double	Input	0.3	Profundidad Cuneta	Unidad: [m]

Nota. Los parámetros ingresados, se pueden modificar según se requiera. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

Para implementar esta estructura de drenaje en nuestro diseño, primero debemos crear un “POINT&LINK AUXILIAR”, punto y línea que servirán para representar el talud interior de la cuneta.

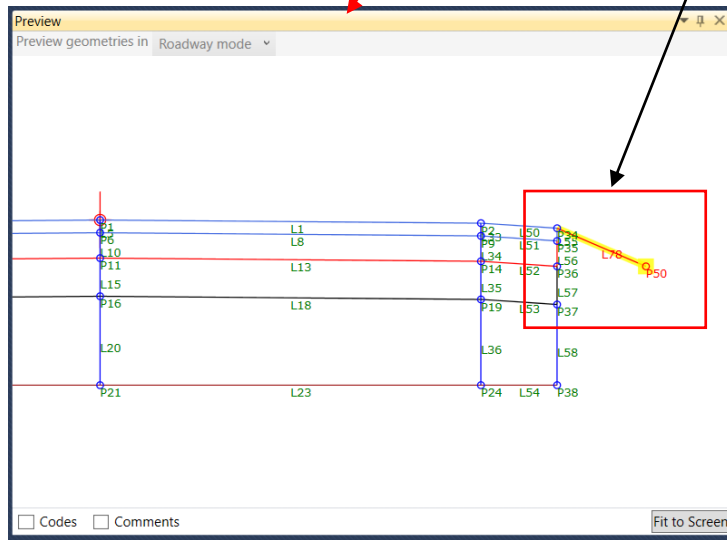
Figura 51

Creación de estructura de drenaje.



Empleo de parámetros de diseño para la cuneta

POINT&LINK



Nota. El objetivo principal del diseño es el muro y la calzada, por lo que se hace una cuneta triangular simple. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

Por último, terminamos de construir la pendiente exterior faltante de la cuneta con POINT&LINK y el anclaje de talud, el cual se creará otro parámetro con la denominación ANCT (Anclaje Talud).

Figura 52

Construcción del anclaje de Talud.

Name	Type	Direction	Default Value	DisplayName	Description
MJ	Double	Input	0.7	VIA: Mejoramiento	Unidad: [m]
AV	Double	Input	3	Ancho Carril	Unidad: [m]
BomVia	Grade	Input	2.50%	Pendiente Transversal Via	Unidad: [%]
AE	Double	Input	0.6	Ancho Espaldón	Unidad: [m]
BomEsp	Grade	Input	4.00%	Pendiente Transversal Espaldón	Unidad: [%]
ATI	Double	Input	0.7	Ancho Talud Interior Cuneta	Unidad: [m]
ANCT	Double	Input	0.7	Anclaje Talud	Unidad: [m]
ATE	Double	Input	0.3	Ancho Talud Exterior Cuneta	Unidad: [m]
PC	Double	Input	0.3	Profundidad Cuneta	Unidad: [m]

Nota. Se construye este anclaje para que se pueda modelar el talud en civil 3D con los ensamblajes predeterminados. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

A partir de este momento solo faltaría agregar las formas “**Shapes**” y códigos, para después exportar del Autodesk Subassembly Composer al Civil 3D.

3.3.4. Configuración de formas de la sección transversal.

Los “**Shapes**” son conjunto cerrado de enlaces que conforman parte de la sección transversal creadas por un subensamblaje. El uso principal del “**Shape**” es para definir materiales diferentes y la extracción de áreas para la tabulación de volúmenes de material. Los códigos deben reflejar cómo desea identificar los materiales en los informes de explicación.



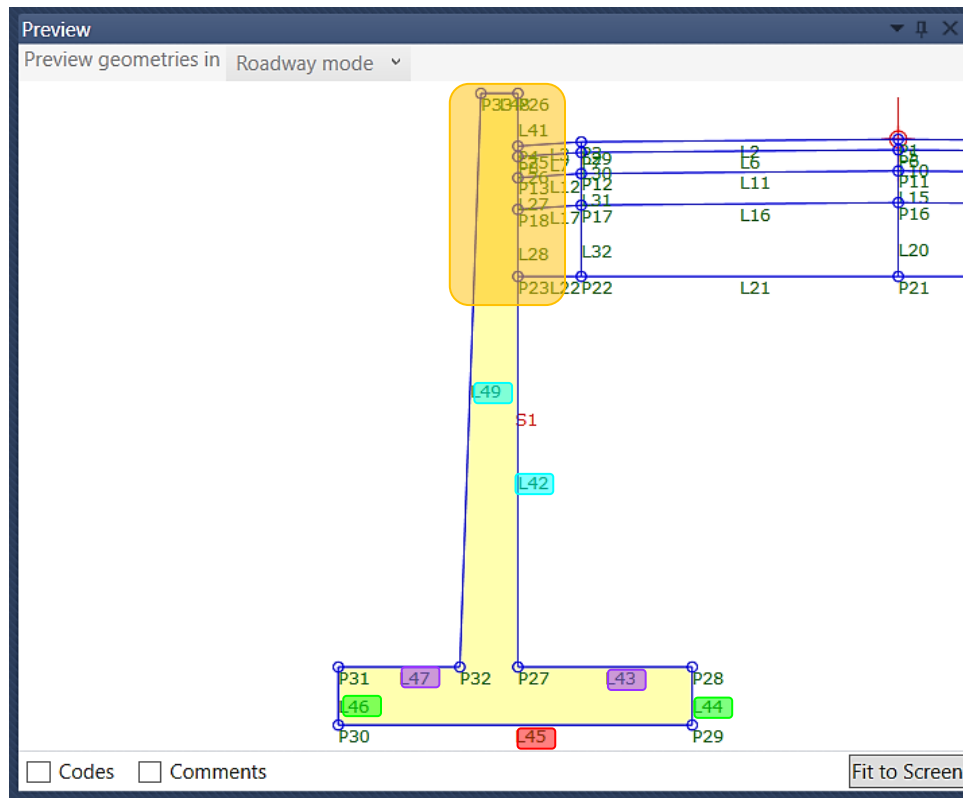
Siguiendo, vamos a crear un “**Shape**” arrastrando de la ventana “**Tool Box**” al “**Flowchart**”, como que fuera un “**Point**” o un “**Link**” y tiene que ir conectado a los demás procesos de diseño. Para configurar el “**Shape**” del muro, existen dos alternativas: la primera y más cómoda es hacer clic en el icono verde de selección  a la derecha del apartado “**Component**” en la ventana “**Properties**” y hacer clic en la forma que se encuentra en la ventana “**Preview**”. La segunda alternativa es de manera manual, es decir, hay que dedicar tiempo en ver el nombre de cada enlace de la forma y añadirlos de forma consecutiva haciendo clic en añadir enlace que, en este caso sería todo el contorno de “**Links**” del muro de  contención. En tal caso se hará de manera manual a modo de ejemplo.

Figura 54

Visualización del “Shape” asignado correctamente en el muro.

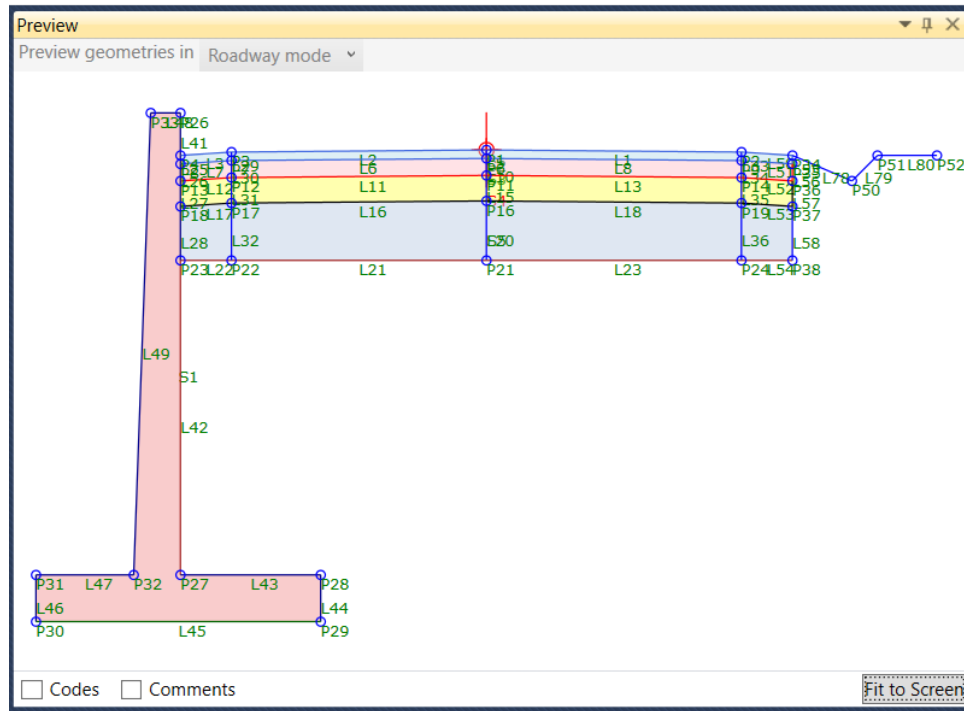


Nota. Los colores denotan las líneas que se ingresó en la ventana “Properties” y es consecuente con la Figura 53. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

Hacemos lo mismo para las capas de la estructura vial, con la diferencia de que las capas de la sección transversal de la vía deben contener varias formas. Por ejemplo, en el espesor de la carpeta asfáltica se tiene que agrupar todas las formas para conformar una sola, es decir, tenemos que unificar las siguientes formas: el espesor del espaldón izquierdo, espesor del carril izquierdo, espesor del carril derecho y el espesor del espaldón derecho. En la Figura 53 y Figura 54 se denota lo anteriormente explicado.

Figura 55

“Shapes” asignados a todas las estructuras que conforma la sección transversal.

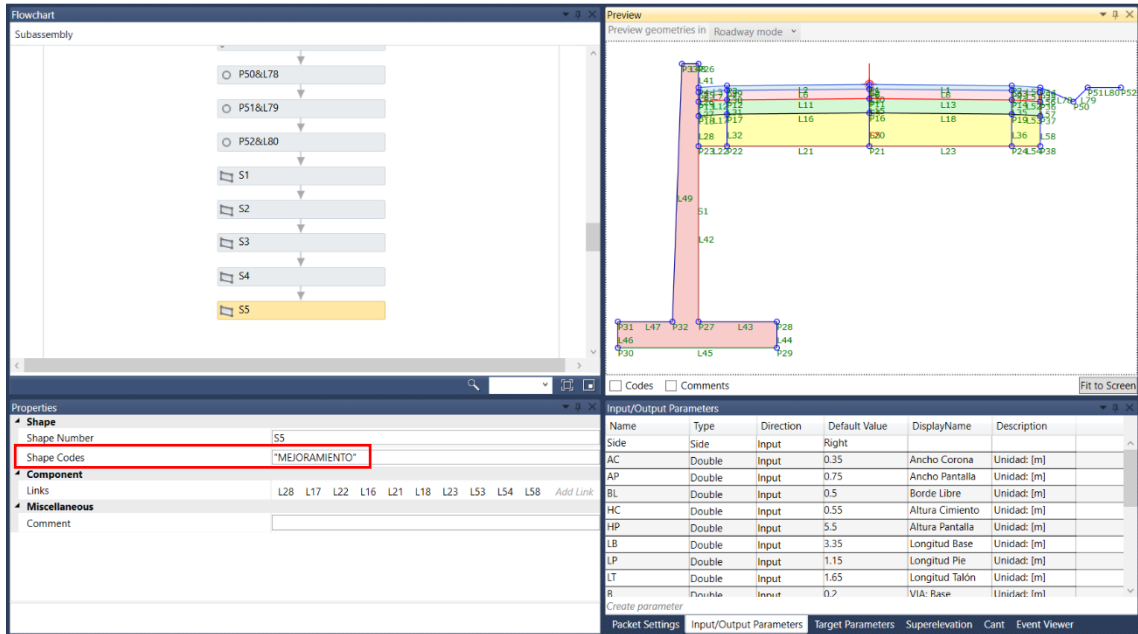


Nota. Las capas base, subbase y mejoramiento solo comprenden espesores de espaldones y espesores de carril. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

Finalmente se creó todos los **“Shapes”** en el muro y en las cuatro capas de la estructura vial con el mismo procedimiento que se detalló anteriormente. Con esto, procedemos a agregar los códigos de diseño y posteriormente ser exportado a Civil 3D.

Figura 56

Asignación de códigos en los “Shapes”.



Nota. Los códigos de los “Shapes” sirven para calcular material en el Civil 3D. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

De igual importancia, adicionamos los códigos de diseño que va a definir la visualización y el cálculo de material que utilizan en los subensamblajes de modelado, puesto en un corredor de AutoCAD Civil 3D.

El subensamblaje consta de los componentes enumerados a continuación:

- **Point:** Código de elemento asignado al punto final del vínculo del componente. Los puntos que poseen el mismo código y se encuentran en la misma región de la sección transversal, se enlazan automáticamente con líneas longitudinales.

- **Link:** Códigos usados para el análisis de volumen de material y explicación, es decir, calcula volúmenes mediante tablas que definen en términos de códigos asignados.
- **Shape:** Está definido por vínculos y define un área cerrada que representa el material utilizado en el modelado. El uso principal de los códigos de forma (Shape) es definir patrones de relleno para diferentes materiales y extraer áreas para tabulaciones de volumen de materiales. El código debe reflejar cómo desea identificar el material en el informe de movimiento de tierras.

Entonces, en primer lugar, establecemos los códigos pertenecientes a las formas “**Shapes**”, para esto se debe seleccionar la forma “Shape” y en el apartado “Shape Codes” se debe agregar el código con cualquier nombre o denominación que deseemos. En este caso se denominó con el nombre constructivo de cada forma, es decir, para el muro se usó el código “MURO” y para la estructura vial se usó “ASFALTO”, “BASE”, “SUBBASE” y “MEJORAMIENTO”. Cabe recalcar que el programa Subassembly Composer reconoce los códigos, solo si están dentro de comillas e imprimirá en la ventana “**Preview**” entre corchetes.

Figura 57

Asignación de códigos.

Marcar la casilla "Codes" para visualizar los códigos

Código de Forma "Shape"

Visualización de los códigos

The image shows a software interface for assigning codes to shapes. It consists of three main panels:

- Flowchart:** A vertical list of shapes (S1 to S5) with S1 highlighted in yellow.
- Properties:** A panel for the selected shape (S1) showing its 'Shape Codes' as 'MURO'.
- Preview:** A 2D cross-section diagram of a road with various layers and components. A callout box 'B1[MURO]' points to a vertical wall section.

Additional panels include 'Packet Settings' and 'Subassembly' information. A red box highlights the 'Codes' checkbox in the bottom right of the preview window, which is checked. A red arrow points from this checkbox to the 'Visualización de los códigos' label. A black arrow points from the 'Shape Codes' field in the Properties panel to the 'Código de Forma "Shape"' label. A blue box surrounds the 'Código de Forma "Shape"' label.

Nota. Al asignar códigos en los "shapes", las secciones cambian de color. Elaborado por: Los autores.

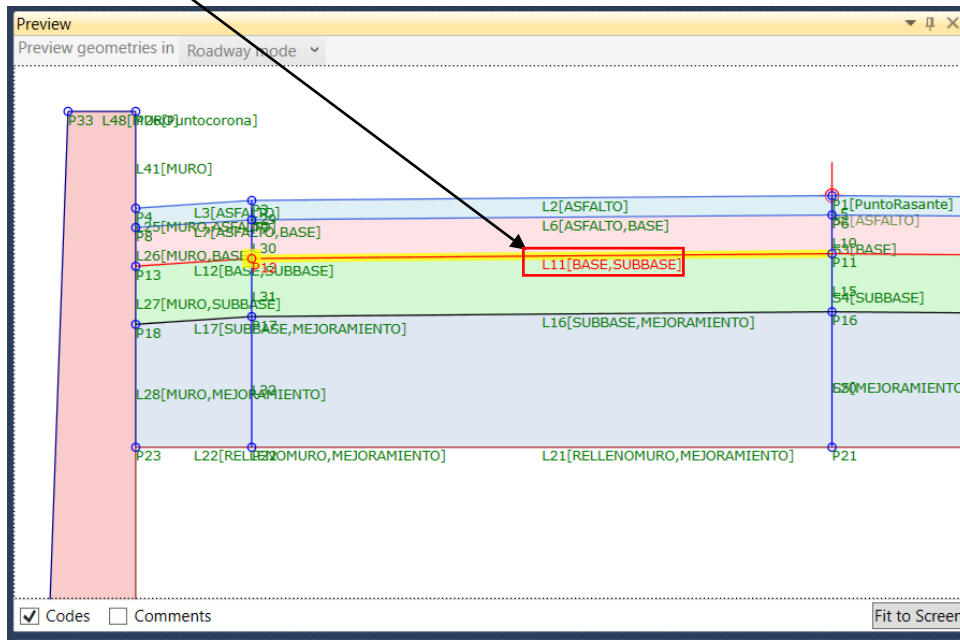
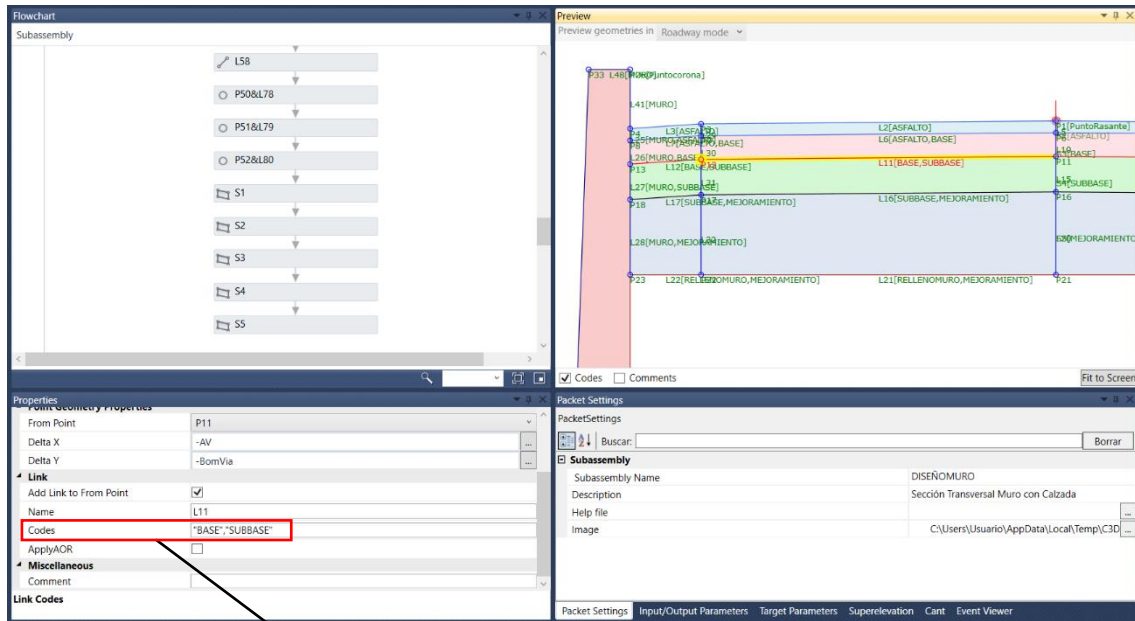
Seguido asignamos los códigos en los enlaces “**Link**” al igual que los códigos de las formas “**Shape**”, con la diferencia de que se los va asignar por todo el contorno de la sección, en otras palabras, al muro se agregó el código “MURO” en todas las líneas que esta sección comprende.

Lo mismo se hace para las secciones de la estructura vial, se agregó para todos los contornos de las capas de la carretera. Cabe enfatizar, que en las uniones de cada forma (sección) se ha incrementado otro código para definir uno con otro, por ejemplo, en la Figura 58 se denota la unión entre la capa base y subbase, entonces se tiene dos códigos separados por una coma, uno para la capa base denominada “BASE” y otro para la capa subbase asignado como “SUBBASE”.

Y así para todas las uniones que se tenga; adicionalmente se tiene códigos de corte y relleno, estos están ubicados en los enlaces donde se tiene contacto con el suelo natural y el relleno respectivamente, como la base de la capa de mejoramiento y la base del muro.

Figura 58

Códigos de líneas.

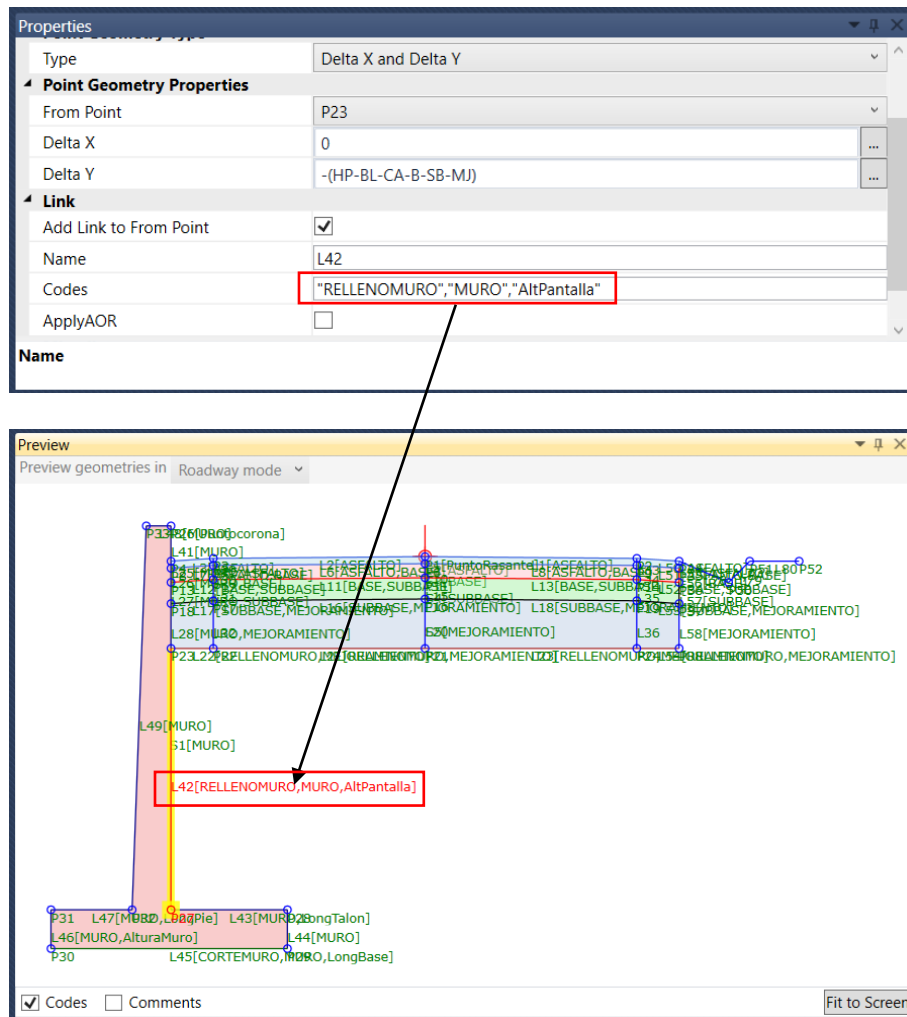


Nota. Los códigos escritos en mayúscula son para intereses constructivos, como volúmenes y cuantificación de materiales. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

Por último, asignamos los códigos de información, o mejor dicho se agregará códigos descritos en minúscula, ya que si se escribe así estos van a imprimir información necesaria en el Civil 3D, al momento de sacar las secciones transversales finales con el corredor vial. Para esto, se ha decidido que indique cota de corona del muro, la altura de pantalla, altura del cimiento, longitud de pie, longitud de talón, longitud de base y la cota de la rasante de la vía.

Figura 59

Asignación de varios códigos en una línea "Link".

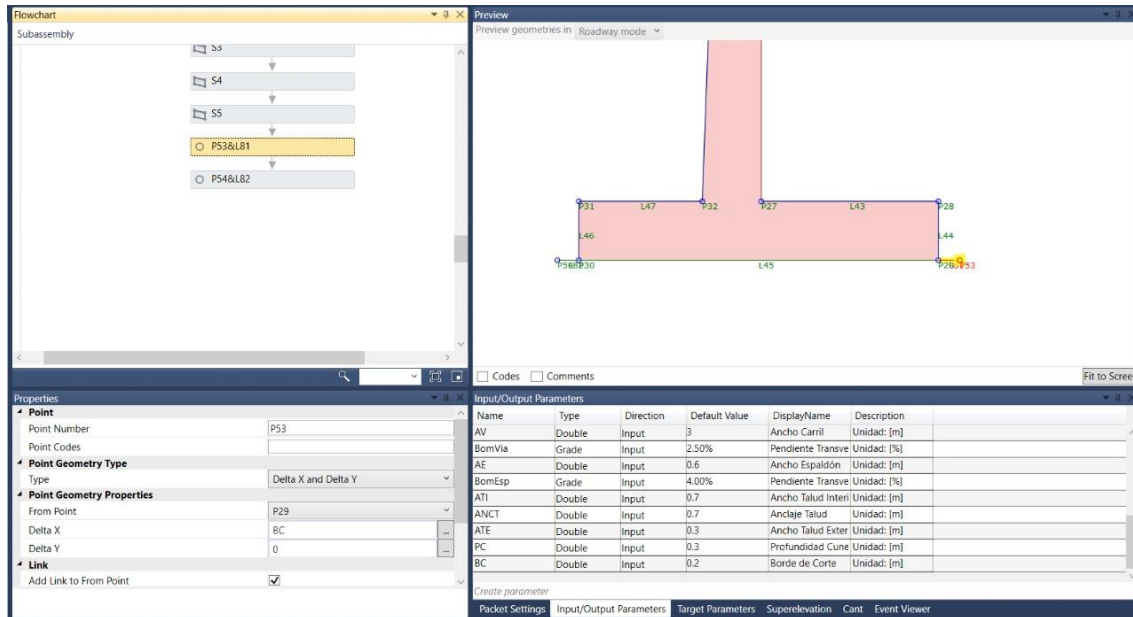


Nota. Los códigos van separados por una coma. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

Para ubicar los taludes de corte y relleno en el Civil 3D es necesario la creación de un elemento llamado Borde de Corte en la base del muro, quedando así finalizada todos los parámetros de la sección transversal.

Figura 60

Dibujo de bordes de corte.



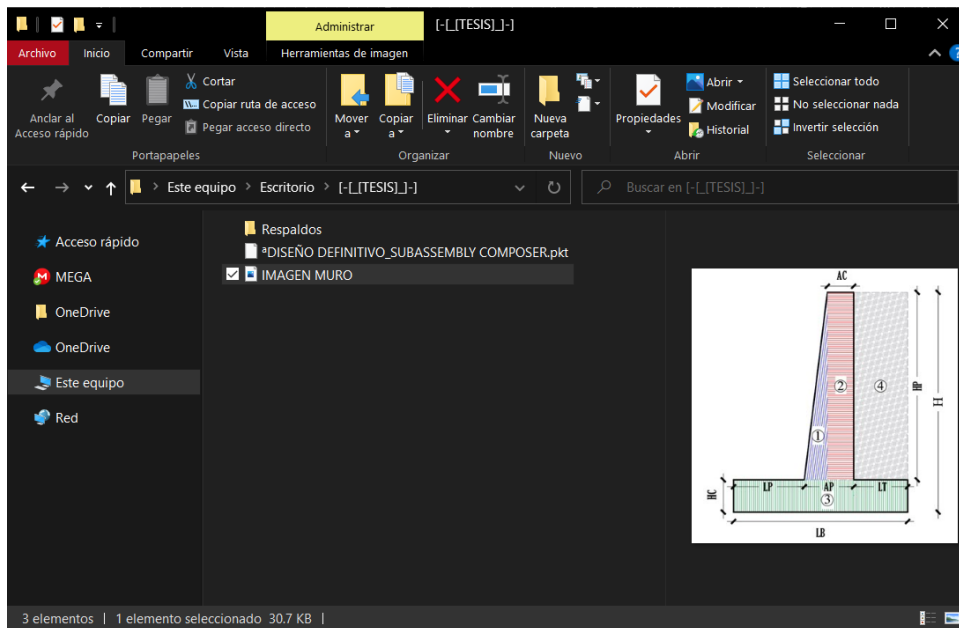
Nota. Los bordes de corte van a ser fundamentales al momento de crear las vistas de sección para que corte o rellene el terreno natural. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Subassembly Composer (2022).

3.4. EXPORTACIÓN ARCHIVO .PKT A CIVIL 3D.

Inmediatamente después de terminar el modelado, vamos a exportar a Civil 3D. Para esto, es obvio que el diseño ya haya sido guardado, pero de no ser así lo hacemos con cualquier nombre y debe estar en la misma carpeta de la imagen que ingresamos en el “**Packet Settings**”.

Figura 62

Diseño guardado.

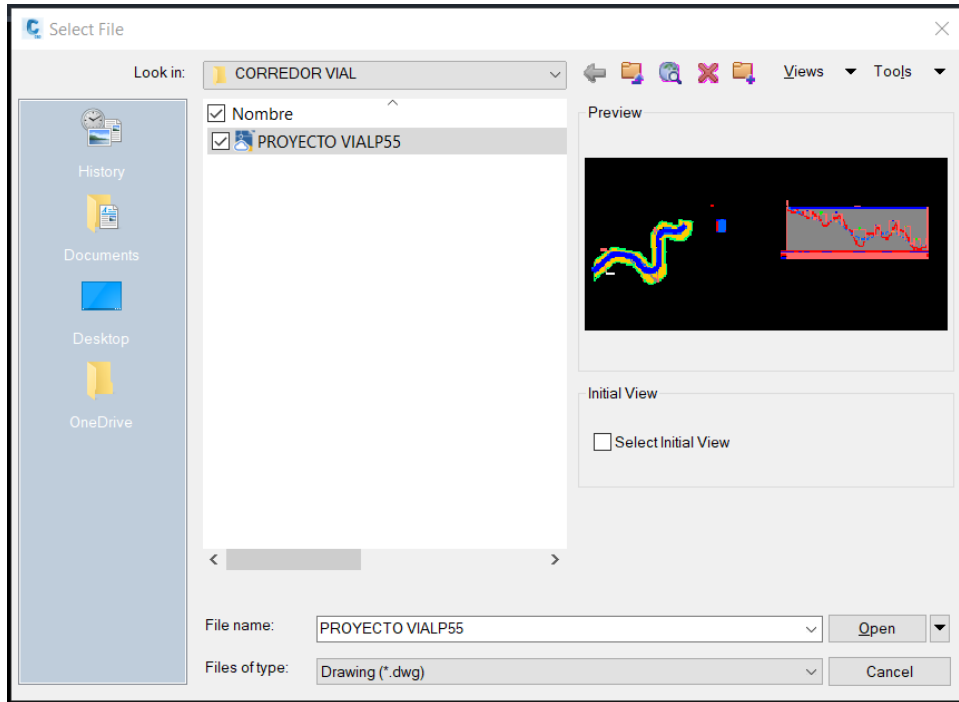


Nota. Explorador de archivos de Windows. Elaborado por: Los Autores, a través de Windows 10 Pro (2022).

Seguido ejecutamos el AutoCAD Civil 3D y abrimos el archivo del corredor con el nombre de “PROYECTO VIALP55”, en el cual ya existe un diseño vial listo para la implementación del subensamblaje.

Figura 63

Abrir archivo donde se va a implantar el Subensamblaje.

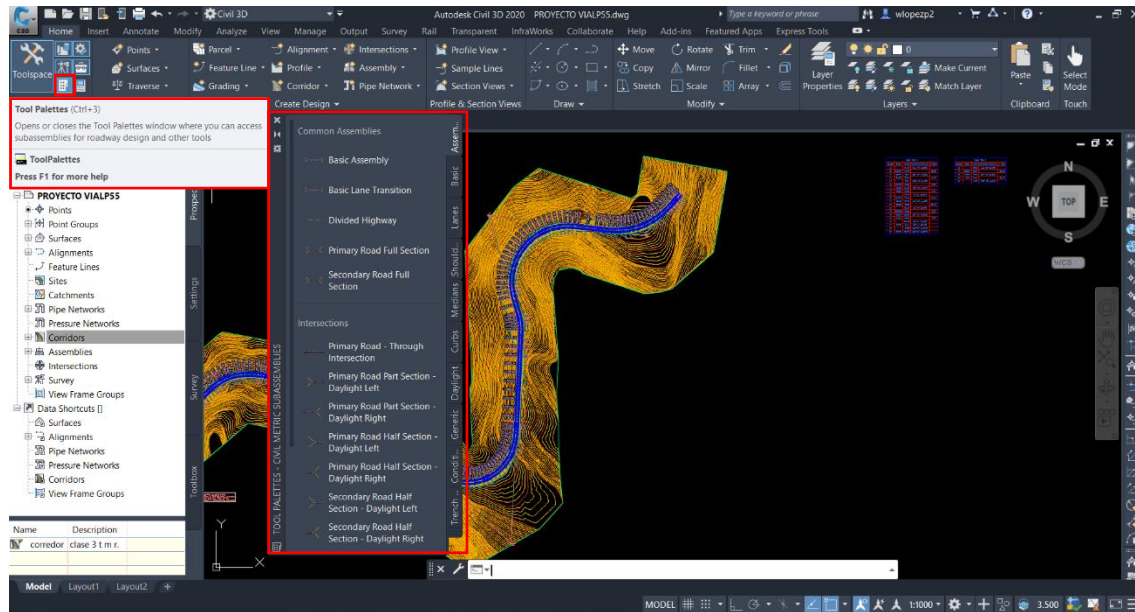


Nota. Abrir el archivo del corredor donde vamos a importar el diseño del Subassembly Composer en el civil 3D. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Ya con el archivo abierto en el Autodesk Civil 3D, nos dirigimos a la pestaña “**Home**” y seleccionamos la opción “**Tool Palettes**”, donde se va a desplegar la lista de ensamblajes predeterminados del Civil 3D.

Figura 64

Verificación de paletas en Civil 3D.



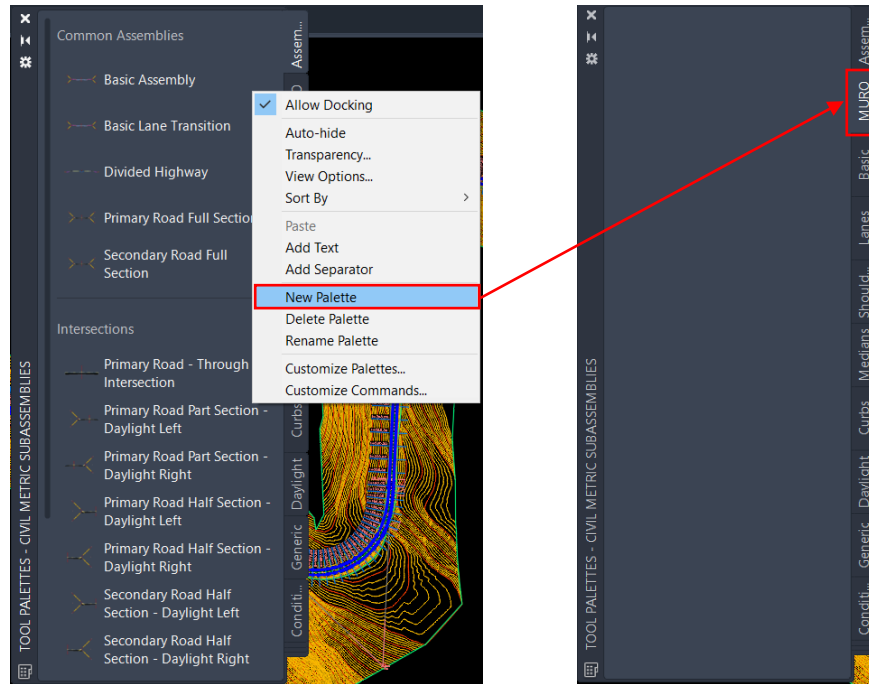
Nota. Un acceso rápido a las “Tool Palettes” es presionando CTRL + 3 en nuestro teclado.

Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Entonces procedemos a crear una nueva pestaña en la sección de las paletas, para diferenciar los ensamblajes predeterminados del Civil 3D con el que acabamos de diseñar, en este caso vamos a nombrar la pestaña como “MURO”.

Figura 65

Crear una nueva paleta.

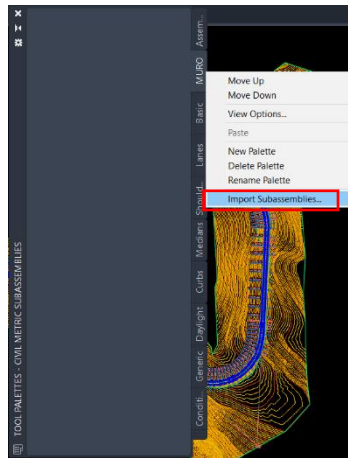


Nota. Para añadir una nueva paleta se debe hacer clic derecho. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Con esta pestaña creada ya podemos importar el archivo .PKT (Diseño de la sección transversal en Autodesk Subassembly Composer) al Civil 3D, para lo cual debemos hacer clic derecho en la pestaña creada y seleccionar la opción **“Import Subassemblies”**.

Figura 66

Importar Subassembly.



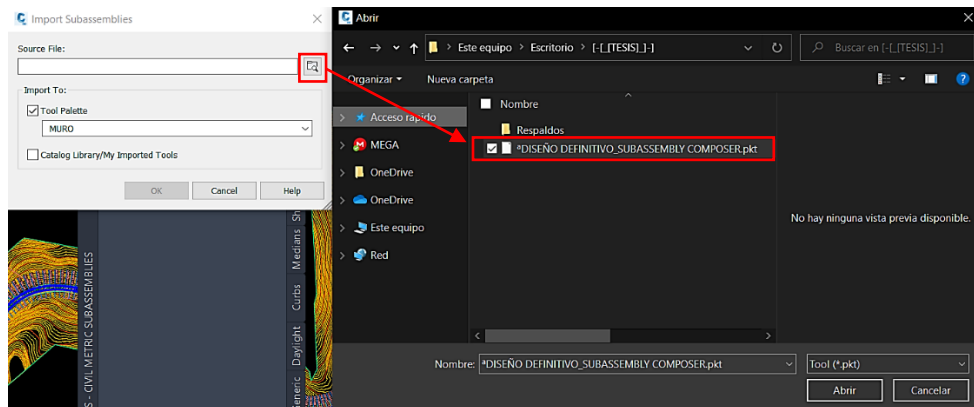
Nota. Al hacer clic en esa opción, despliega una ventana para escoger el subensamblaje.

Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Seleccionamos el icono de “**Source file**” y buscamos el archivo .PKT que anteriormente guardamos, para abrirlo.

Figura 67

Selección del archivo .PKT.

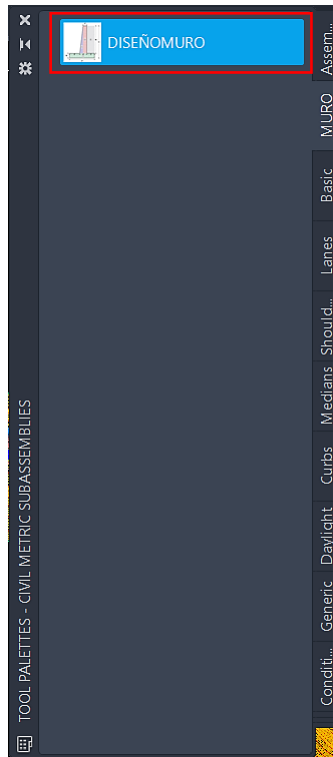


Nota. Dar clic en Abrir y el subensamblaje se va a ver en las “Tool Palettes” con la nueva pestaña que creamos. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Finalmente damos clic en “OK” y el subensamblaje se va a importar sin ningún problema al Civil 3D. Podemos visualizar que el subensamblaje que ingresamos se importó correctamente con la imagen que añadimos desde el módulo Autodesk Subassembly Composer.

Figura 68

Subensamblaje importado.



Nota. Cuando se importa el subensamblaje, se va a visualizar la imagen por el mismo hecho que la imagen y el diseño están en la misma ubicación. Caso contrario, para que aparezca la imagen se debe hacer clic derecho en la imagen y seleccionar “Añadir imagen” manualmente.

Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

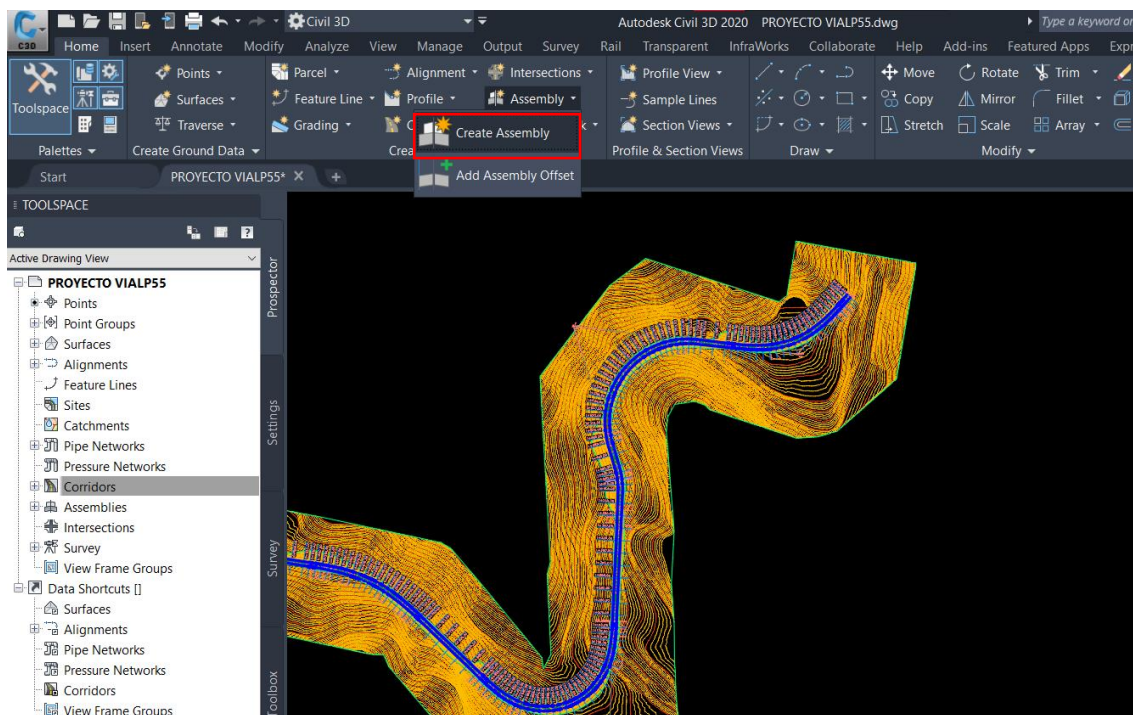
PARTE 4: INTEGRACIÓN DE UNA SECCIÓN A UN CORREDOR VIAL

4.1. IMPORTACIÓN DE SUB-ENSAMBLAJE AL SOFTWARE CIVIL 3D.

En la pestaña “**Home**” de la barra de opciones, seleccionamos la opción “**Assembly**”, luego dar clic en “**Create Assembly**”, y agregamos algún nombre de preferencia, en este caso vamos a poner “**DISEÑO MURO CON CALZADA**”; dejamos el “**Assembly Style**” y el “**Code set Style**” por defecto y después seleccionamos en “**OK**”.

Figura 69

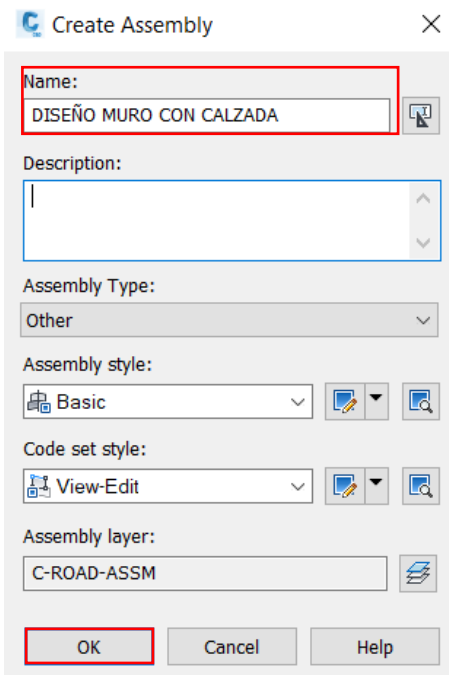
Interfaz principal de Civil 3D.



Nota. La figura muestra la ubicación del ícono para la creación de ensamblaje. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Figura 70

Ventana de Menú para la creación de ensamble.

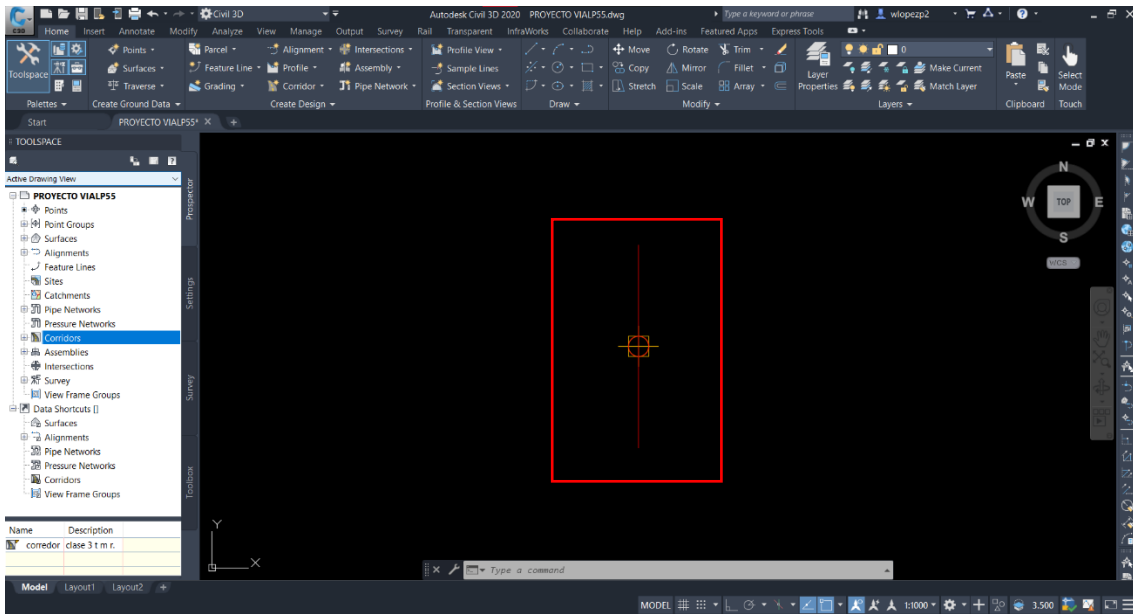


Nota. La figura señala los espacios que se debe editar en la ventana de creación. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Seguido, damos clic izquierdo para colocar el eje del ensamblaje y posteriormente implementar la sección transversal diseñada.

Figura 71

Inserción del subensamblaje.



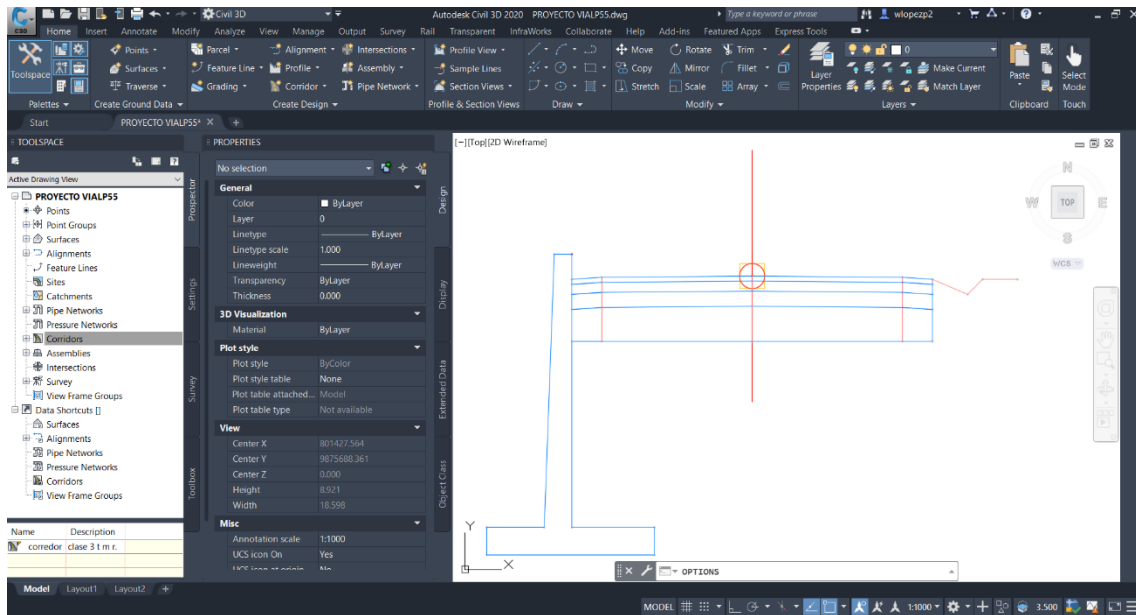
Nota. La figura señala como se genera una figura al momento de insertar el subensamblaje.

Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

A continuación, nos vamos otra vez a la opción “**Tool Palettes**” y seleccionamos el subensamblaje “**DISEÑO MURO**” que importamos. Después damos clic en el eje y automáticamente la sección transversal se va a ensamblar.

Figura 72

Despliegue de la sección transversal.



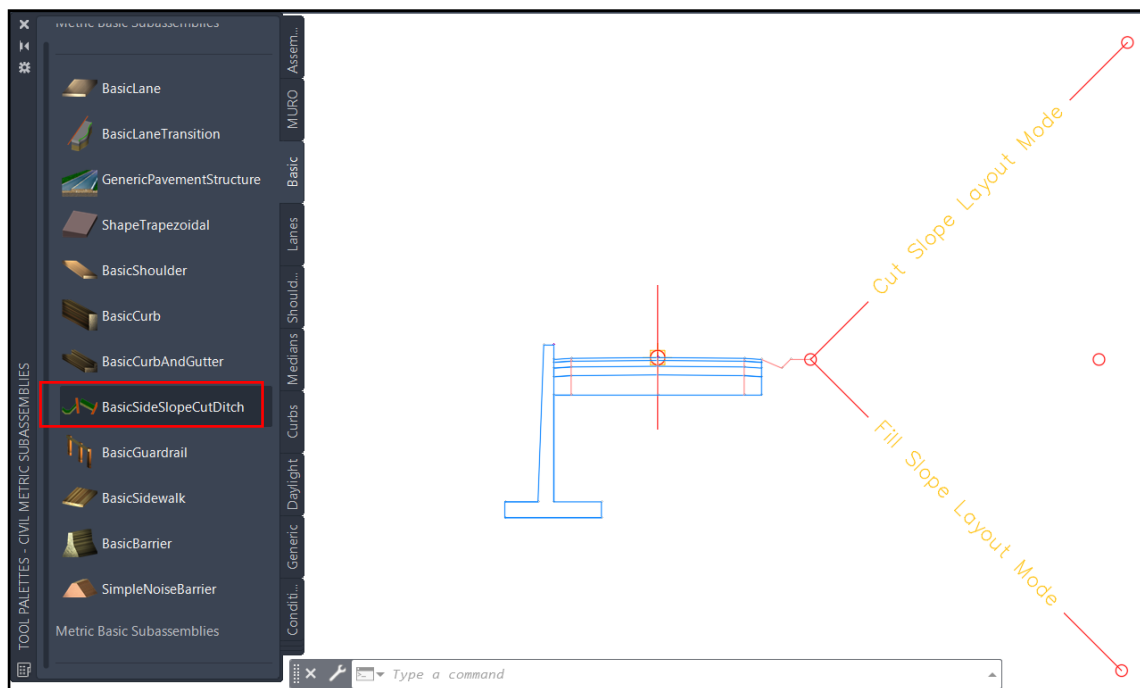
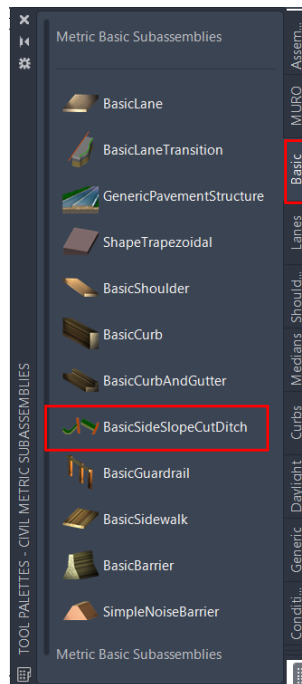
Nota. La figura muestra la generación del subensamblaje. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Al momento de ensamblar la sección transversal, se despliega una ventana de propiedades. Esto para modificar las dimensiones sin necesidad de hacerlo en el módulo Subassembly Composer o más bien para cambiar de lado el subensamblaje.

Ahora solo faltaría ensamblar el talud para ya ingresar al corredor vial. Para ello, nuevamente nos vamos al icono del “**Tool Palettes**” y nos dirigimos a la pestaña “**Basic**” y elegimos el ensamblaje “**BasicSideSlopeCutDitch**”, ya que se va a considerar talud tipo básico natural y después hacemos clic izquierdo en el extremo del contra talud.

Figura 73

Menú para ensamblar talud en el subensamblaje.

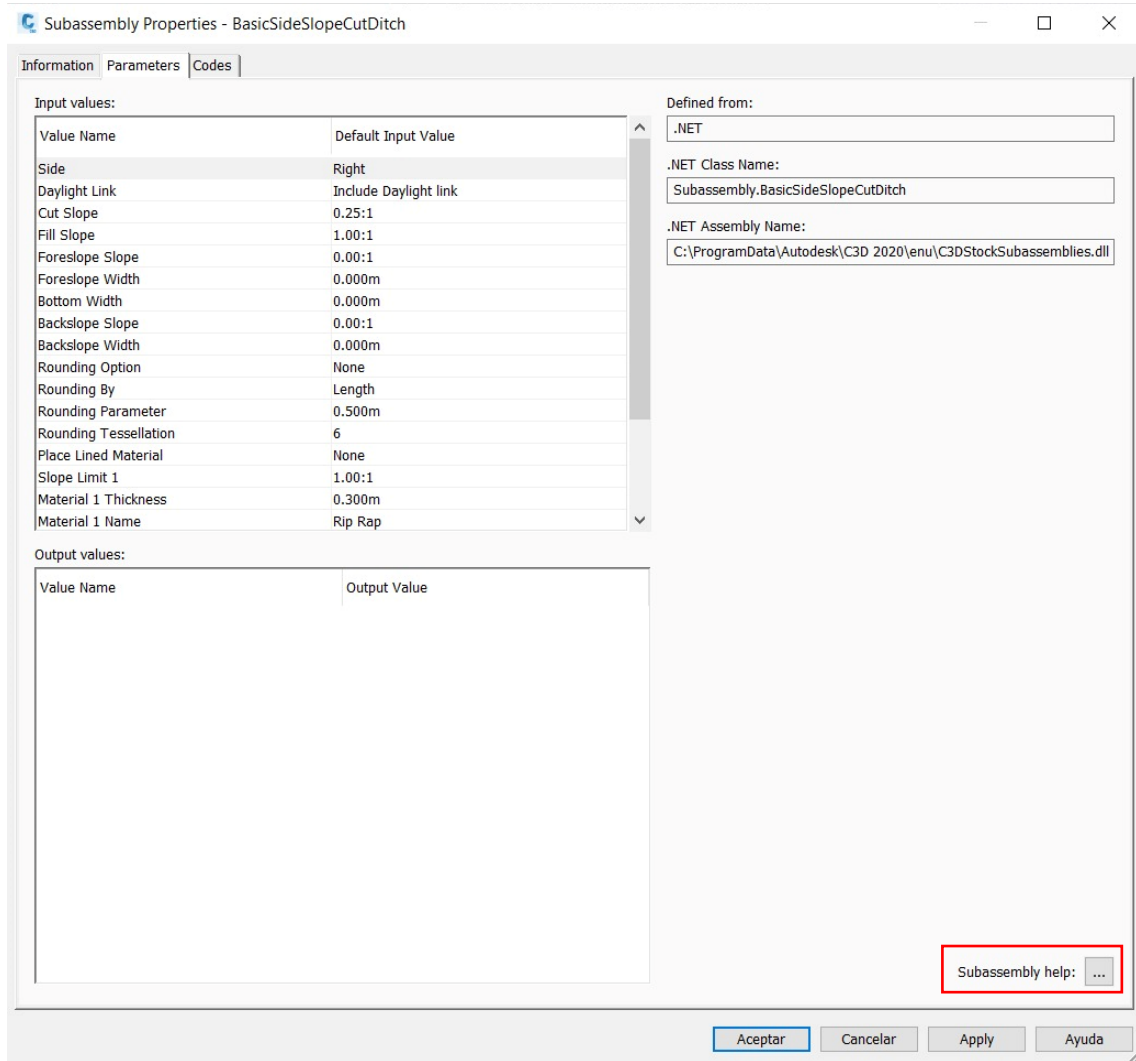


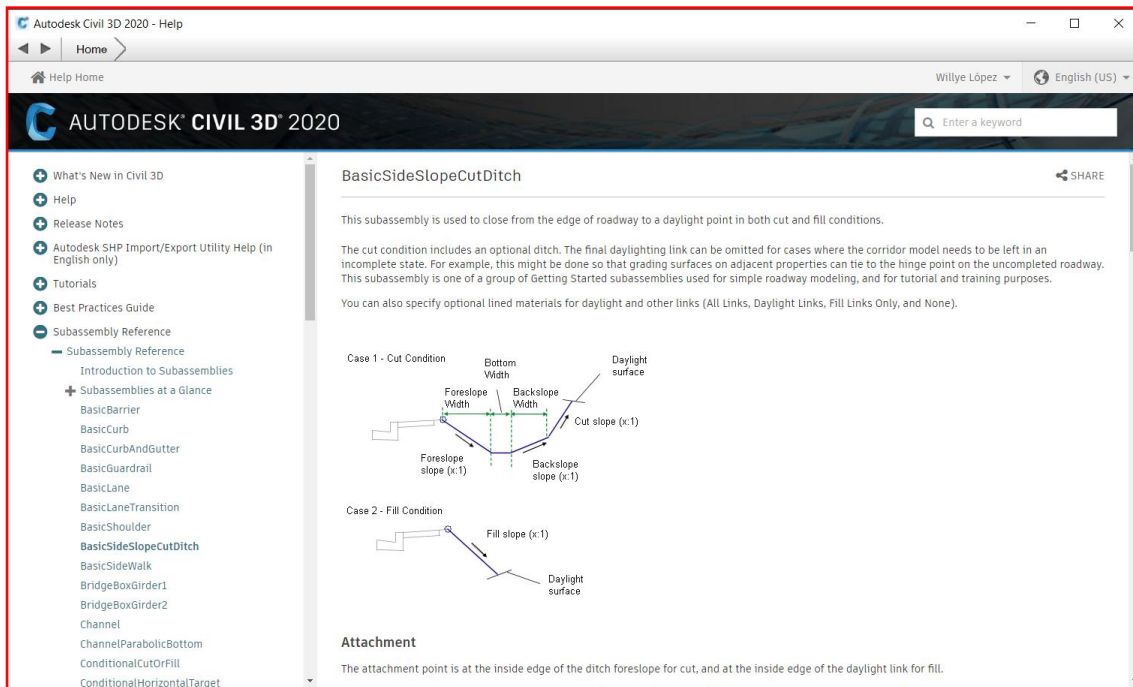
Nota. La figura muestra los pasos para implantar taludes. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Procedemos a configurar el talud, haciendo clic derecho en el ensamblaje del talud y seleccionar la opción “**Subassembly Properties**”. Entonces vamos a trabajar con las siguientes dimensiones:

Figura 74

Ventana de propiedades de subensamblaje





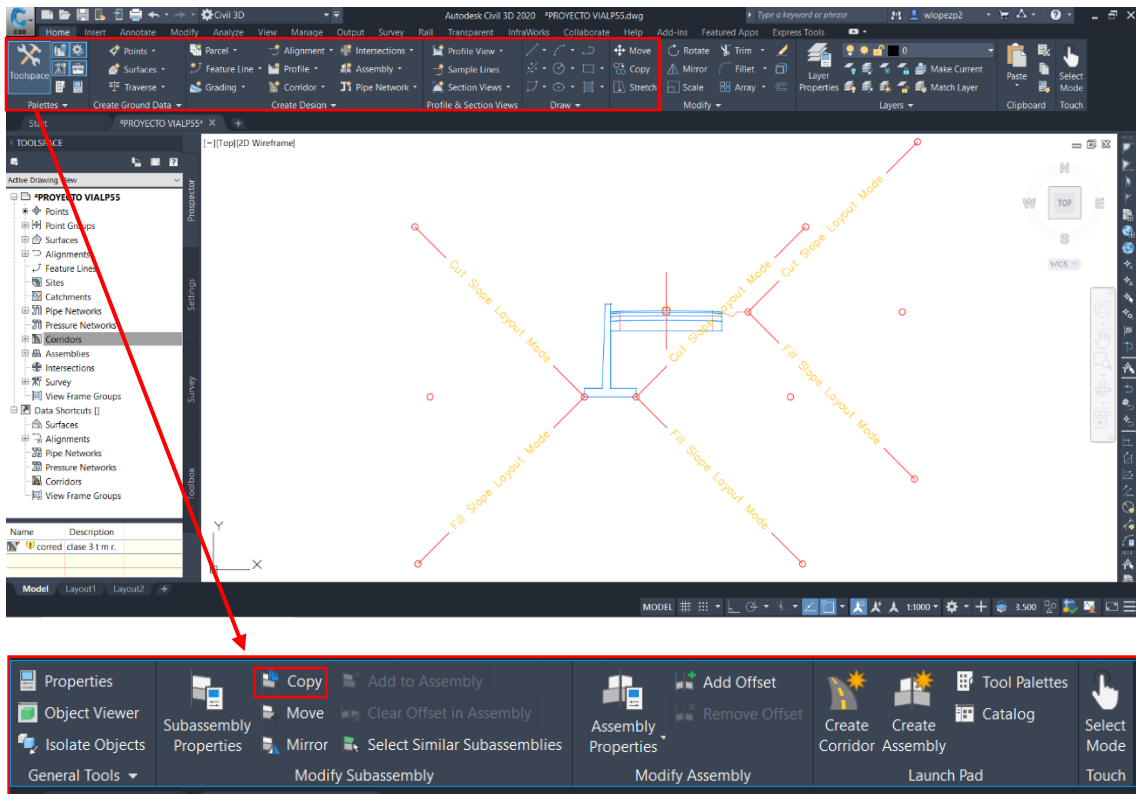
Nota. En caso de tener dudas sobre los parámetros del subensamblaje, Autodesk Civil 3D nos facilita la opción **“Subassembly help”** para resolver dudas y/o como modo de aprendizaje. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

En caso de tener dudas sobre los parámetros del subensamblaje, Autodesk Civil 3D nos facilita la opción **“Subassembly help”** para resolver dudas y/o como modo de aprendizaje.

Una vez configurado el subensamblaje del talud, procedemos a hacer clic en el mismo y en el apartado “**Modify subassembly**” de la barra de tareas; entonces vamos a seleccionar el icono “**Copy**”, para copiar el subensamblaje y sus propiedades a los demás extremos donde haya relleno y cortes de la sección transversal.

Figura 75

Pasos para copiar el subensamblaje de talud.

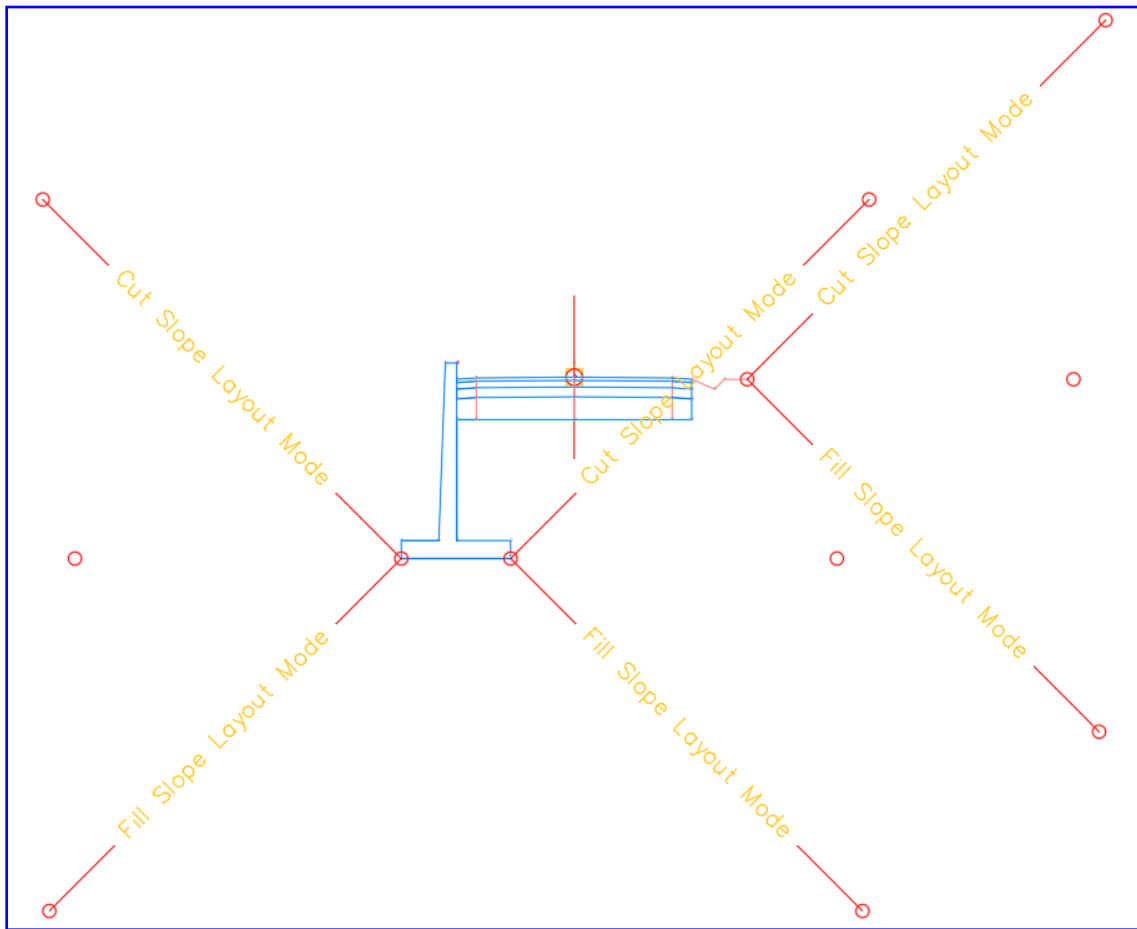


Nota. La figura muestra los íconos que se deben considerar para copiar características en el talud. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

A partir de este momento, el subensamblaje está listo para ser implantado en el corredor vial. La sección transversal finalmente queda así.

Figura 76

Representación del subensamblaje con taludes.



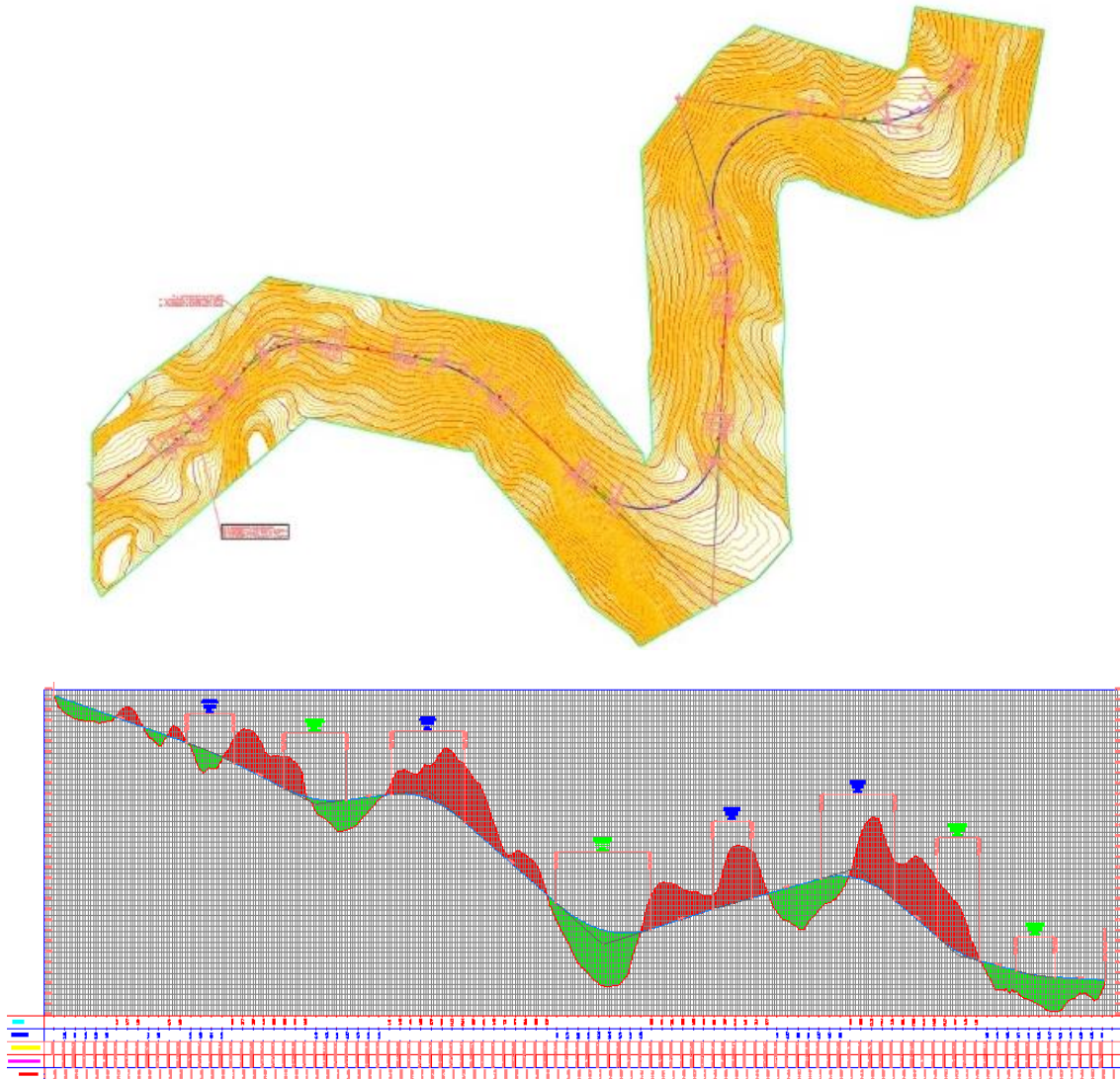
Nota. La figura muestra los íconos que se deben considerar para copiar características en el talud. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

4.2. IMPLEMENTACIÓN DE SUB-ENSAMBLAJE A UN CORREDOR VIAL.

Previamente se tiene un alineamiento sin corredor de la superficie de Terreno natural del proyecto y su correspondiente rasante y subrasante:

Figura 77

Gráfica del alineamiento y diseño vertical del proyecto.



Nota. La figura describe el diseño vertical y el alineamiento con el que se partirá el diseño e implantación de la sección transversal. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Se ha planteado colocar un muro que comprende en lugares de relleno, tales tramos comprenden de la abscisa 0+460 a la 0+680.

4.2.1. Configuración del tramo de intervención seccional en el corredor vial.

Creación del corredor para implementar el muro:

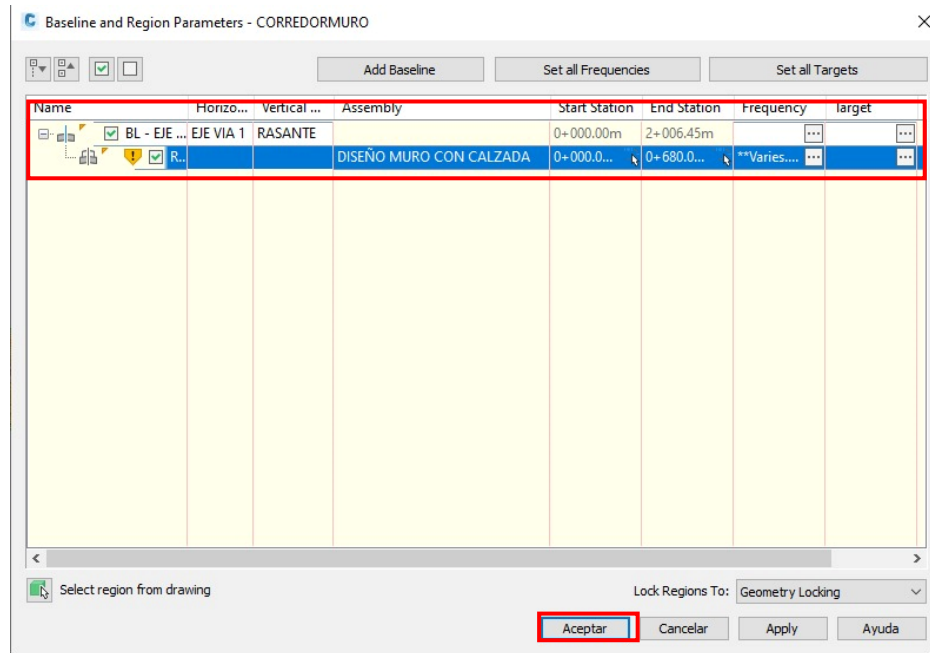
Para la implementación del muro en el tramo escogido, es necesario la creación de un nuevo corredor que abarque solo la distancia en que se impondrá el sub-ensamblaje.

Para este nuevo corredor se contará con las siguientes cotas y las siguientes características:

- Inicio: 0+460m
- Fin: 0+680m

Figura 78

Descripción de los parámetros del corredor generado.



Nota. La figura muestra la ventana de los parámetros del corredor creado. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Para la creación del SAMPLE LINE, se realizará un clic derecho:

Figura 79

Ubicación del cursor para ejecutar comando.

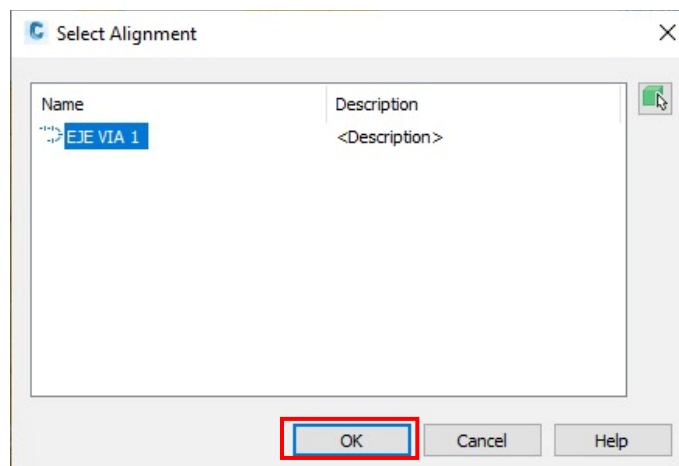


Nota. La figura describe que fuera de la superficie se debe dar el clic indicado. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

A continuación, se selecciona el alineamiento del proyecto y se presiona OK

Figura 80

Ventana de selección de alineamiento.

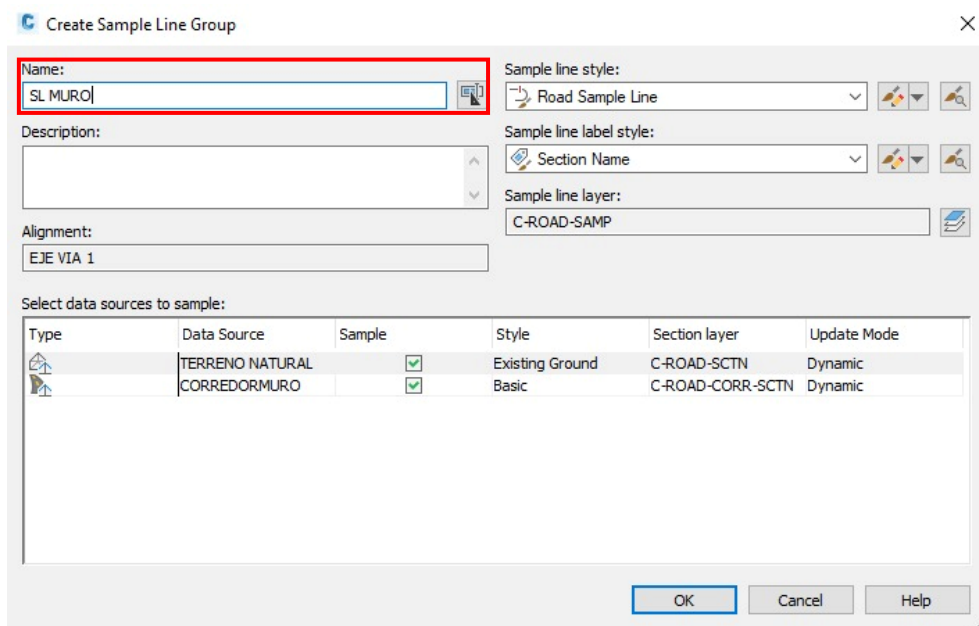


Nota. La figura muestra que en esta ventana solo debe existir un alineamiento. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Después se procede a colocar el nombre en nuestro caso será SL MURO, y presionamos OK

Figura 81

Ventana de creación de líneas de muestra.



Nota. La figura muestra en donde se debe colocar el nombre de las líneas de muestreo. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Se desplegará una nueva ventana y escogeremos la opción BY RANGE STATION:

Figura 82

Ventana de herramientas.



Nota. La figura muestra cual opción se debe escoger. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Se abrirá una nueva ventana de Propiedades en la que definiremos cada 5 y cada 10 metros el rango de las estaciones y se presiona en OK.

Figura 83

Ventana de parámetros para la creación de líneas de muestra.

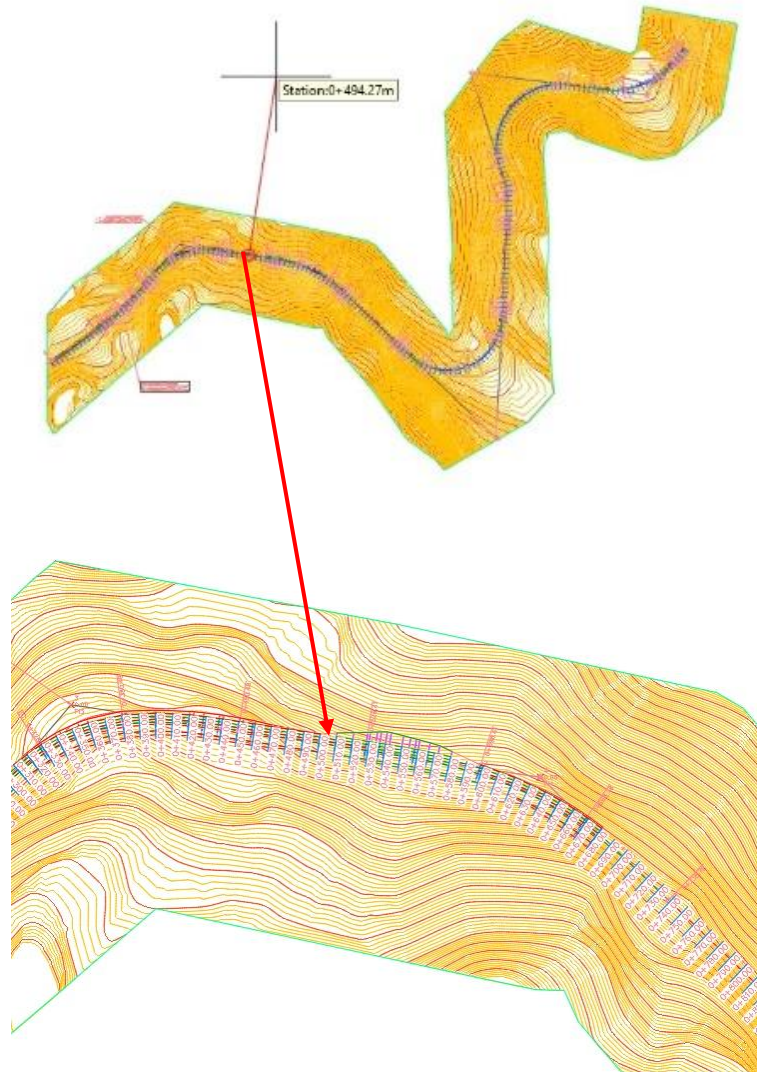
Property	Value
General	
Alignment	EJE VIA 1
Station Range	
From alignment start	True
Start Station	0+000.00m
To alignment end	True
End Station	2+006.45m
Left Swath Width	
Snap to an alignment	False
Alignment	EJE VIA 1
Width	5.000m
Right Swath Width	
Snap to an alignment	False
Alignment	EJE VIA 1
Width	10.000m
Sampling Increments	
Use Sampling Increments	True
Increment Relative To	Absolute Station
Increment Along Tangents	10.000m
Increment Along Curves	10.000m
Increment Along Spirals	10.000m
Additional Sample Controls	
At Range Start	True
At Range End	True
At Horizontal Geometry Points	False
At Superelevation Critical Stations	False

Nota. La figura despliega y señala las casillas que se deben editar para la creación de las líneas de muestra. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Consecutivamente daremos un ENTER y así se generarán las líneas de muestreo o SAMPLE LINES en nuestro alineamiento, generando así la siguiente vista:

Figura 84

Vista del proyecto con su eje vial acotado



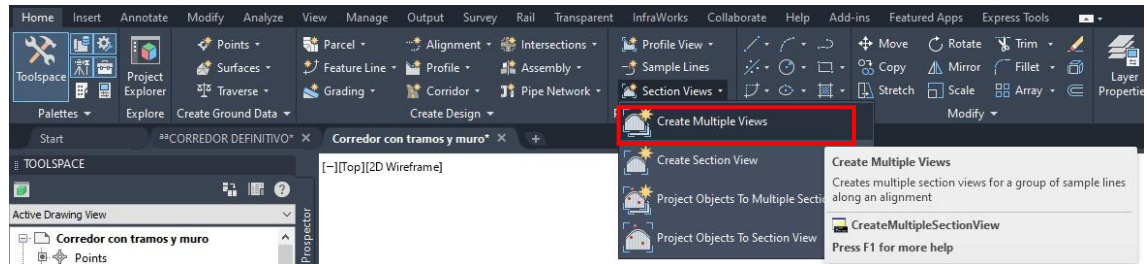
Nota. La figura detalla el resultado de la edición seleccionada previamente para las líneas de muestra.

Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Ahora para la creación de las vistas de sección o SECTIONS VIEWS, nos dirigiremos a la pestaña HOME, y elegiremos el icono de SECTIONS VIEWS y se escoge la opción de CREATE MULTIPLE VIEWS.

Figura 85

Ubicación del ícono de Vistas de sección.

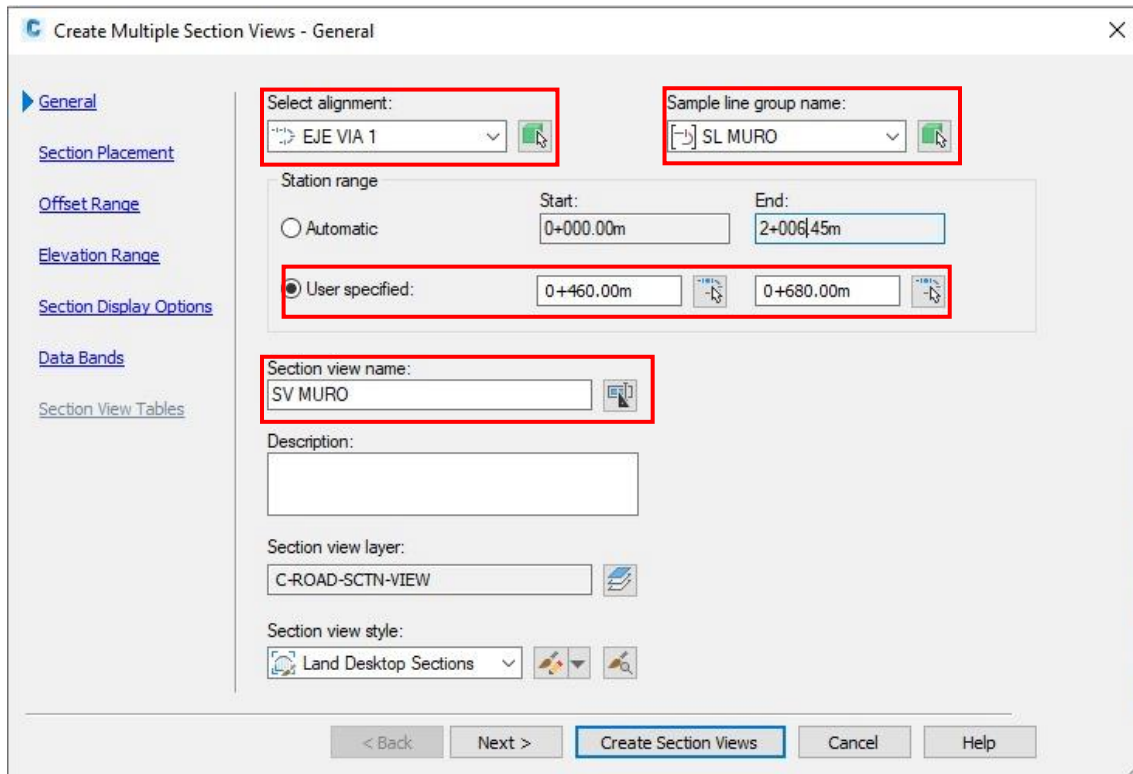


Nota. La figura muestra el menú de vistas de sección. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Se desplegará una nueva ventana en donde es necesario colocar las cotas que definen al tramo del muro con las siguientes configuraciones, se escoge el alineamiento y las líneas de muestra que generamos previamente, y se da clic en NEXT.

Figura 86

Ventana general de vistas de sección.

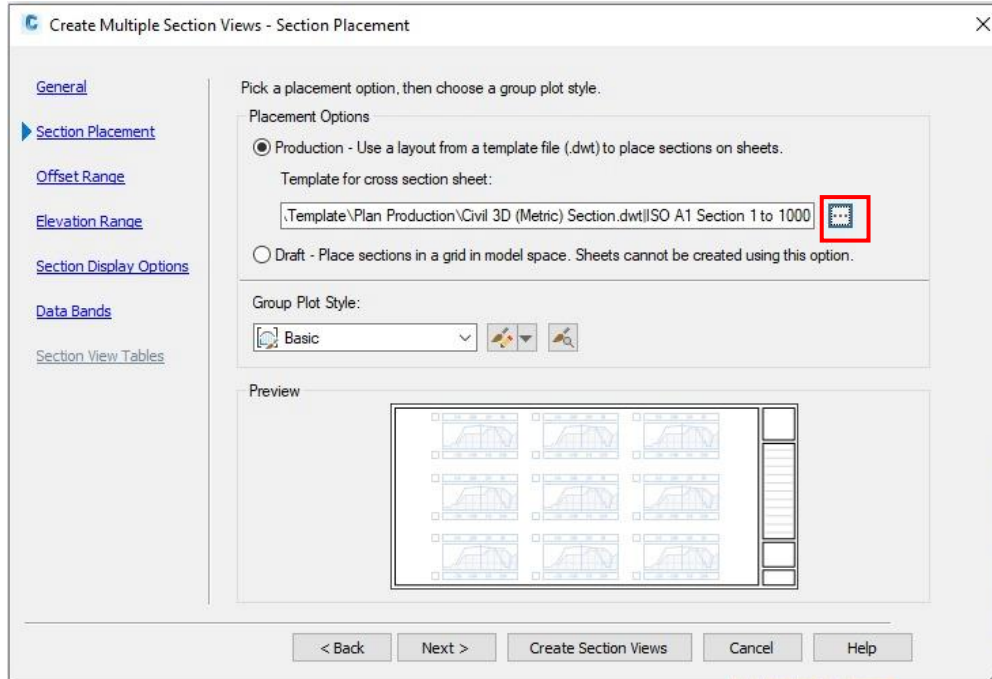


Nota. La figura muestra la configuración requerida. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

En la misma ventana se despliega el siguiente Menú.

Figura 87

Ventana de colocación de vistas de sección.

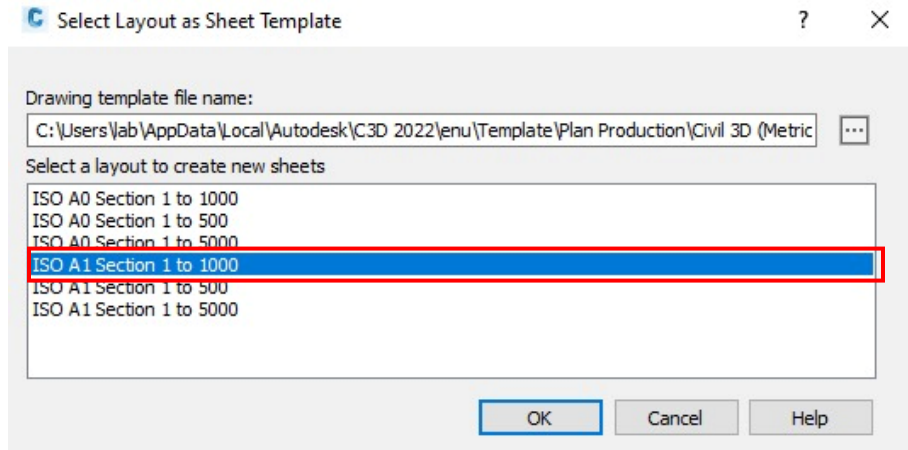


Nota. La figura muestra la configuración requerida. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

En donde se dará clic en el icono de 3 puntos para escoger la opción y damos en OK:

Figura 88

Lista de selección de tipos de sección.

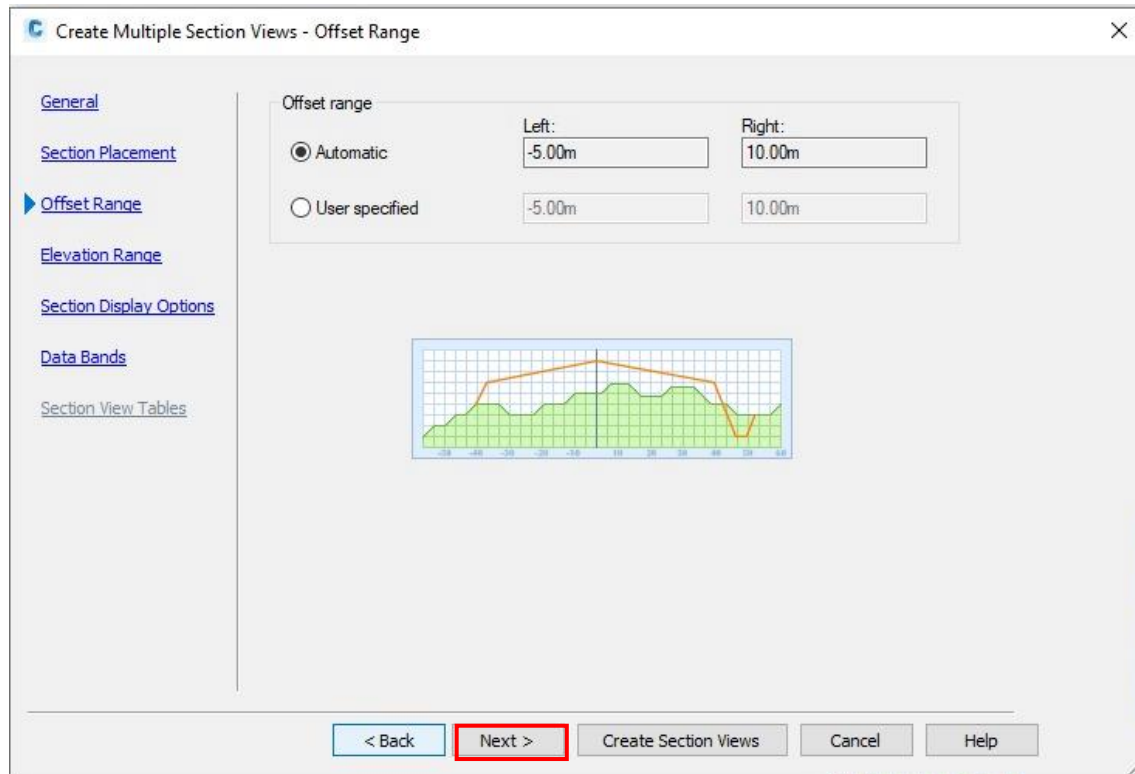


Nota. La figura muestra la opción adoptada para el proyecto. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Se desplegará la misma ventana en la que daremos clic en la opción NEXT de todas las siguientes ventanas:

Figura 89

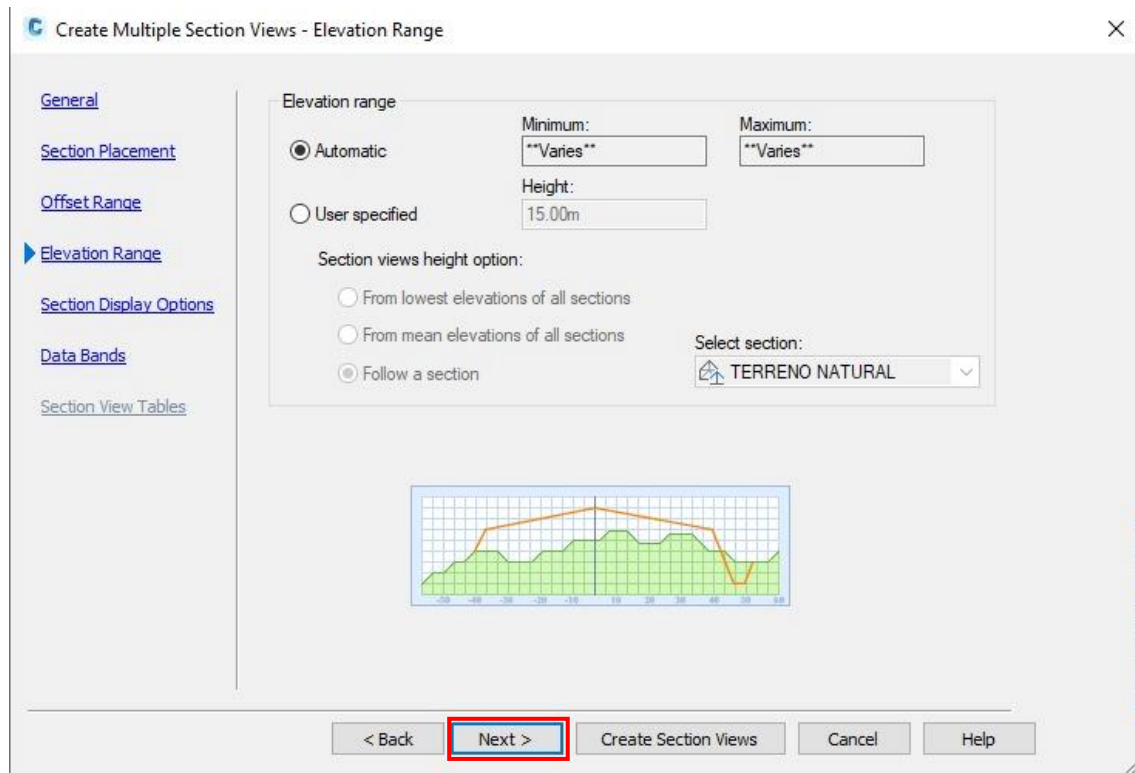
Ventana de rango de compensación.



Nota. La figura muestra la configuración automática. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Figura 90

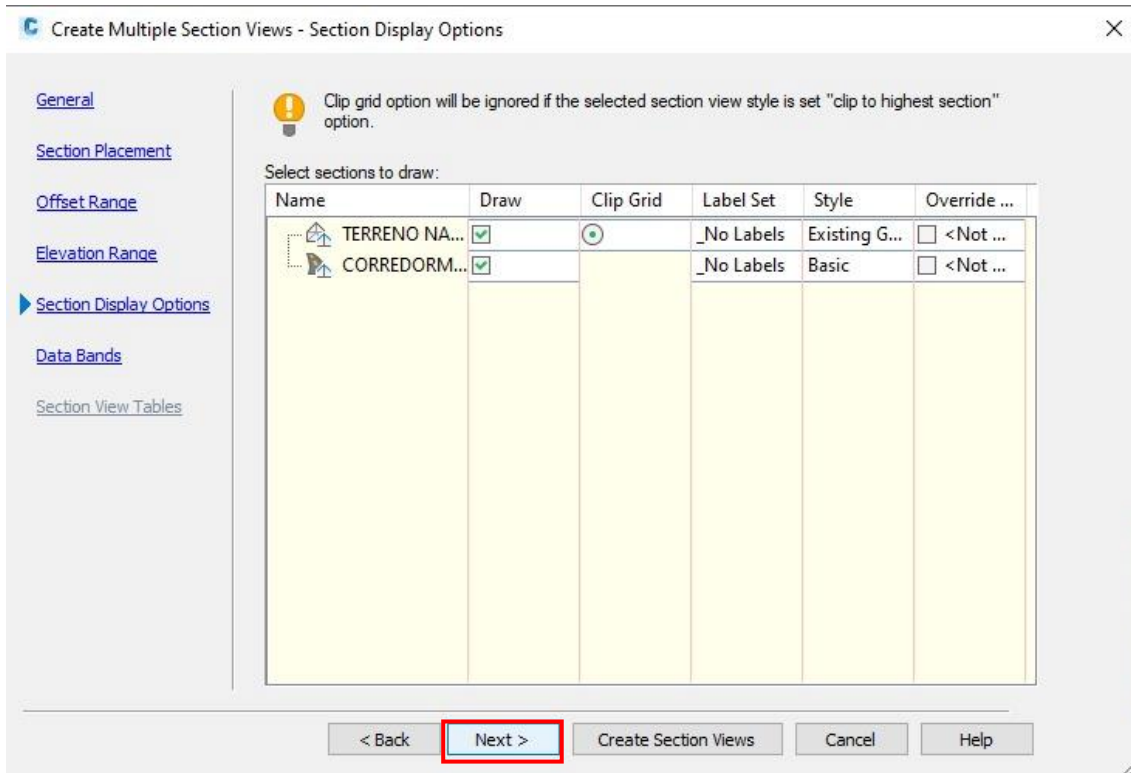
Ventana de rango de elevación.



Nota. La figura muestra la configuración que se adoptará. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Figura 91

Ventana de opciones de visualización de la sección.



Nota. La figura muestra la configuración que se adoptará. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

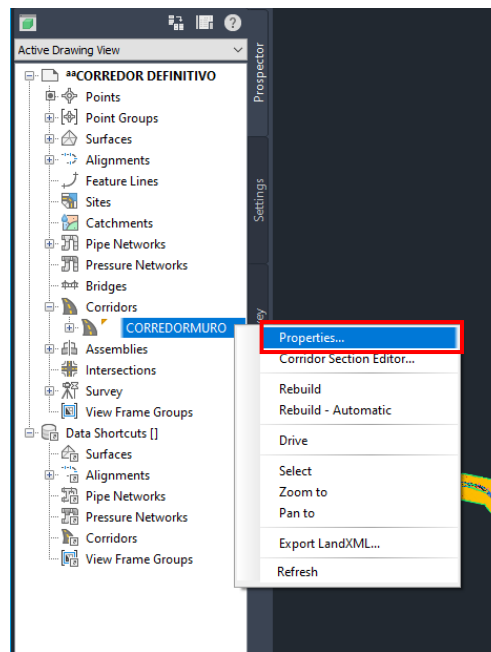
Para finalizar este paso de edición se dará clic en la opción “**Create Section Views**” y se generarán las vistas de sección las cuales se visualizarán en el espacio de trabajo.

4.2.2. Configuración de las secciones en corte y relleno del corredor vial.

Para iniciar la configuración de las secciones con cortes y rellenos nos dirigiremos al “**Prospector**” y daremos clic derecho sobre el nombre del corredor que estamos trabajando y seleccionaremos la opción “**Properties**”.

Figura 92

Ubicación de la opción de propiedades del corredor.

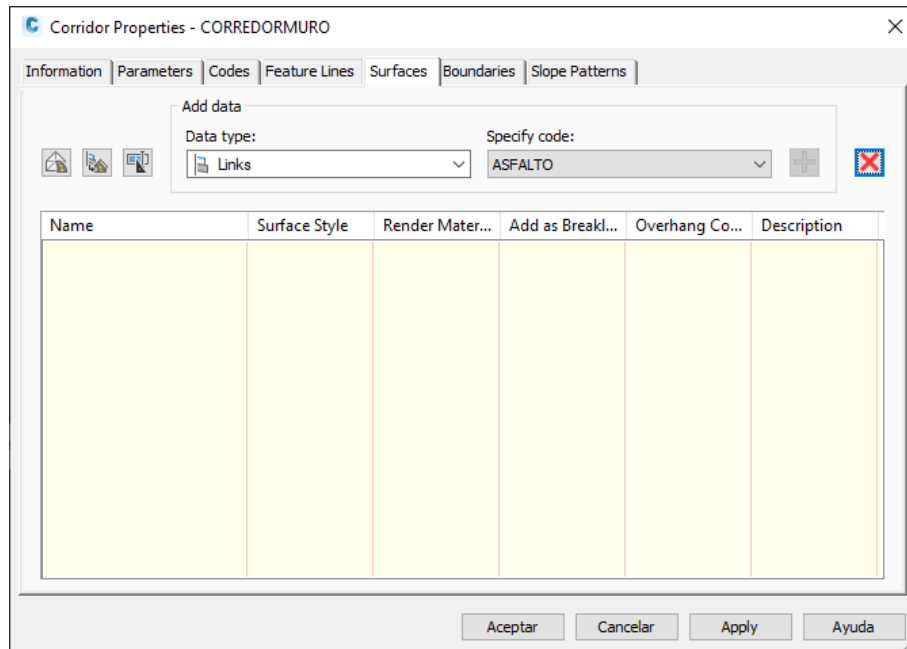


Nota. La figura muestra que se desplegar la lista de la opción “Corridors”. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Y se desplegará la ventana en donde se necesita especificar las superficies de corte y relleno con respecto al terreno natural, a la superficie del muro y a la rasante del proyecto.

Figura 93

Ventana de propiedades del corredor.

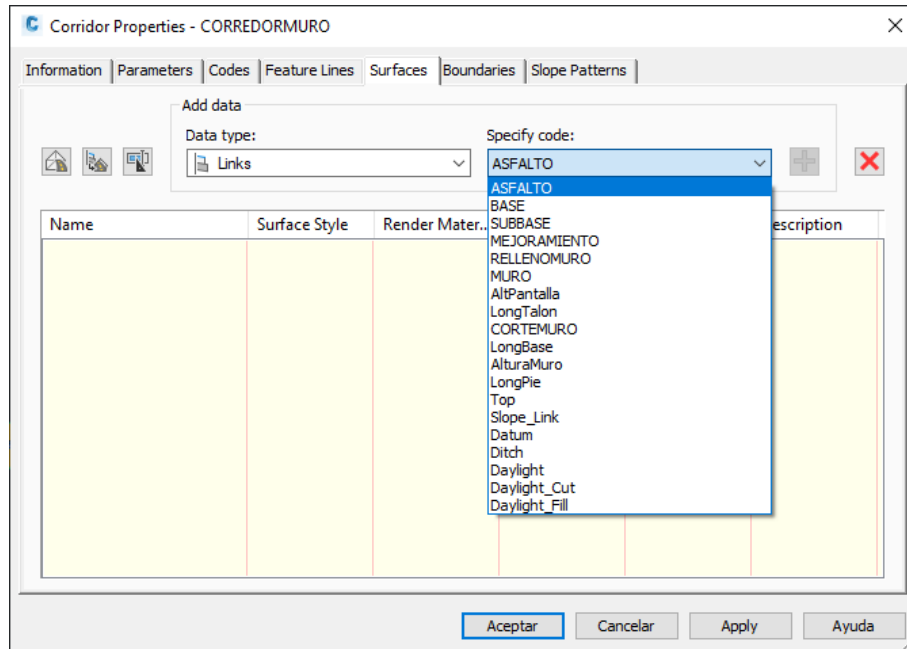


Nota. La figura muestra la configuración preliminar que se tiene en la pestaña Surface. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

En la pestaña SURFACE, se creará las siguientes superficies de corte y relleno, para la verificación de que se importaron los códigos generados en el programa Subassembly Composer, se debe constatar que en la lista de SPECIFY CODE deben estar en lista de los códigos generados:

Figura 94

Ventana de propiedades del corredor en la pestaña de superficies.

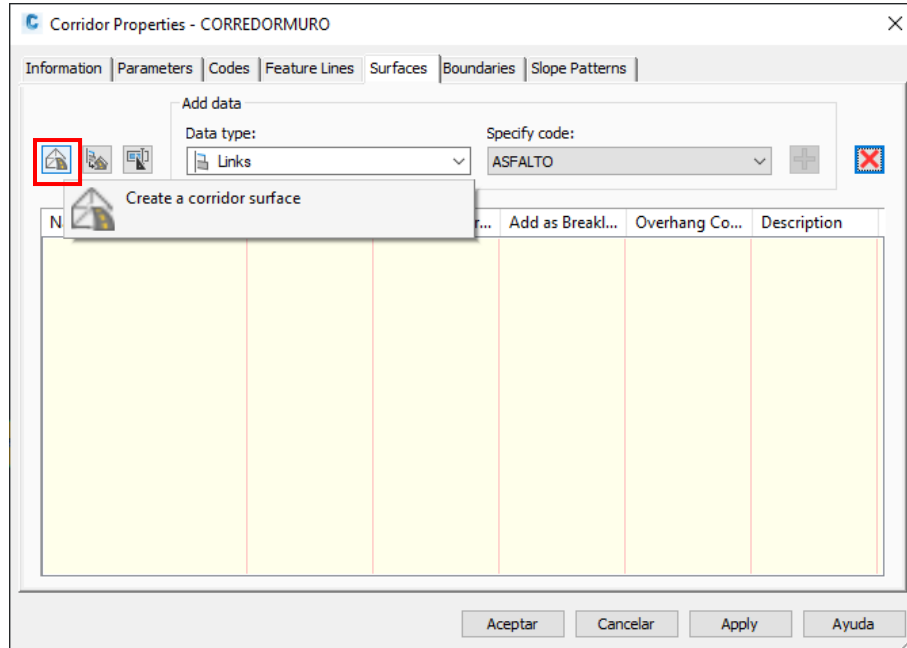


Nota. La figura muestra que se han cargado con éxito los códigos generados en el Módulo. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

En primer lugar, seleccionamos y damos clic en el icono CREATE A CORRIDOR SURFACE:

Figura 95

Ventana de propiedades del corredor en la pestaña de superficies.

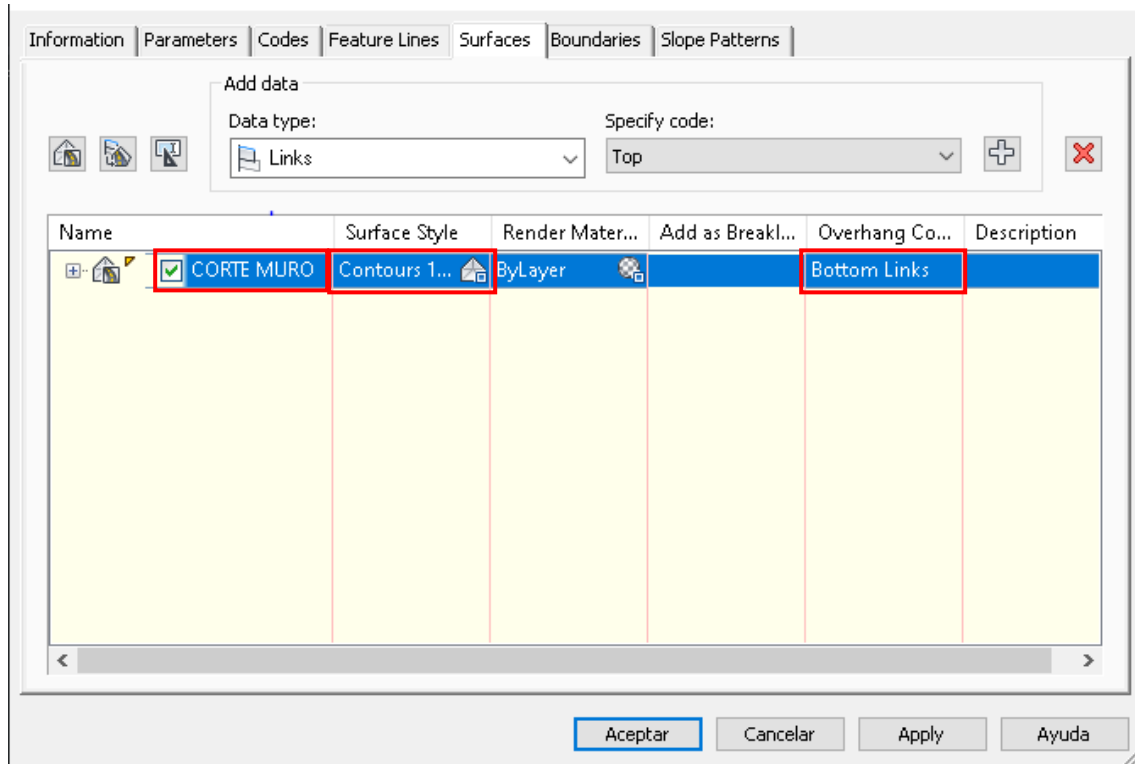


Nota. La figura muestra la ubicación del ícono de creación de superficie. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Se crea la superficie del Corredor que generamos previamente, a continuación, se debe crear las superficies de: CORTE MURO, RELLENO CORTE, ESTRUCTURA MURO y ESTRUCTURA VIA.

Figura 96

Ventana de propiedades del corredor con superficie creada.

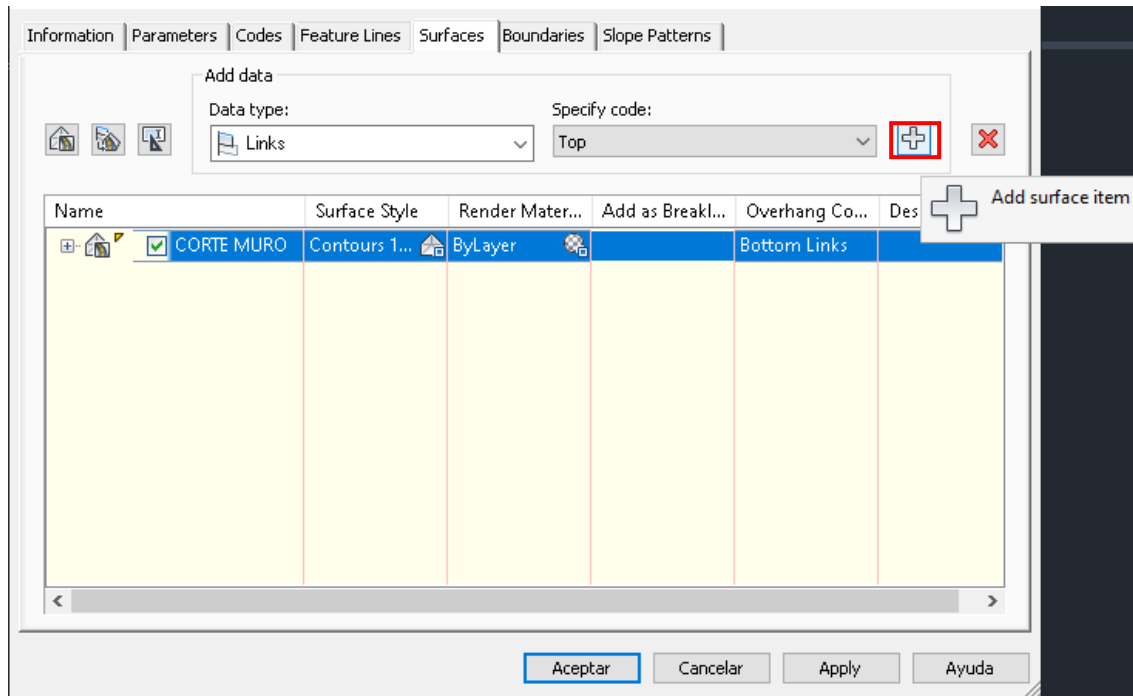


Nota. La figura muestra la configuración que debe tener la superficie creada. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

En cada una de estas superficies se debe incorporar los códigos pertenecientes a links diseñados en el Módulo Subassembly Composer con ayuda del ícono ADD SURFACE ITEM:

Figura 97

Ubicación del ícono de adición de ítems de superficie.

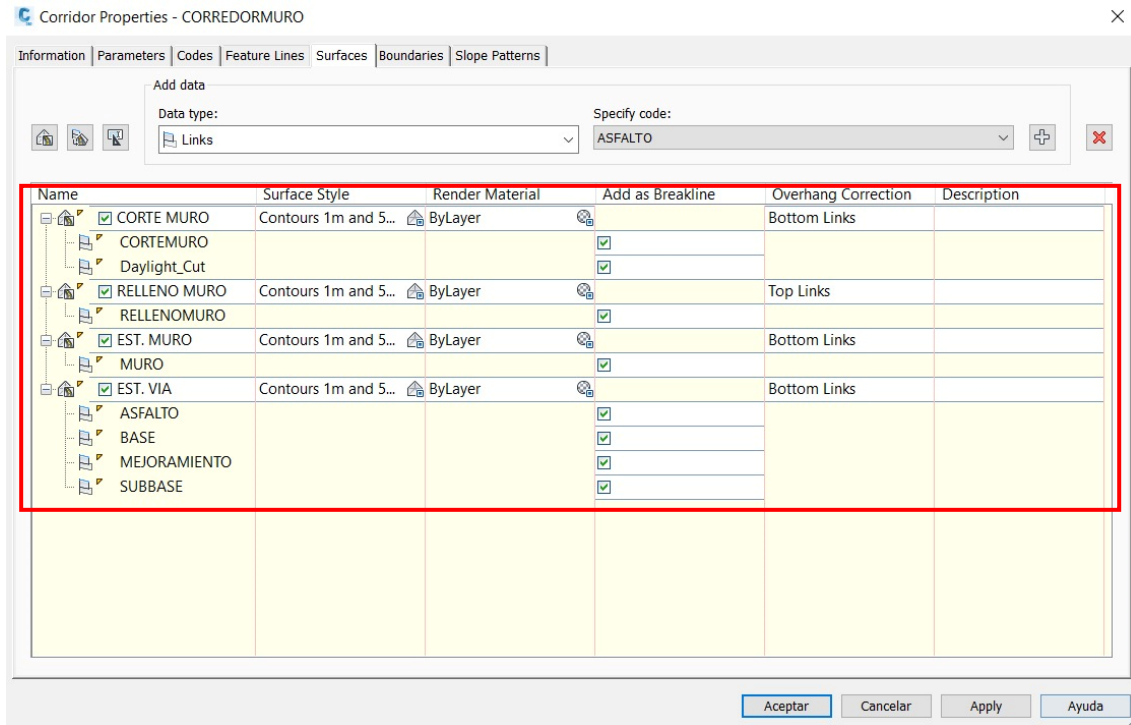


Nota. La figura muestra que debe estar seleccionada la superficie para añadir ítems. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Para cada superficie se debe agregar su correspondiente código sea de corte o sea de relleno, con ayuda del ícono ADD se añade cada código, para tener una configuración final como la siguiente:

Figura 98

Configuración de superficies e ítems.



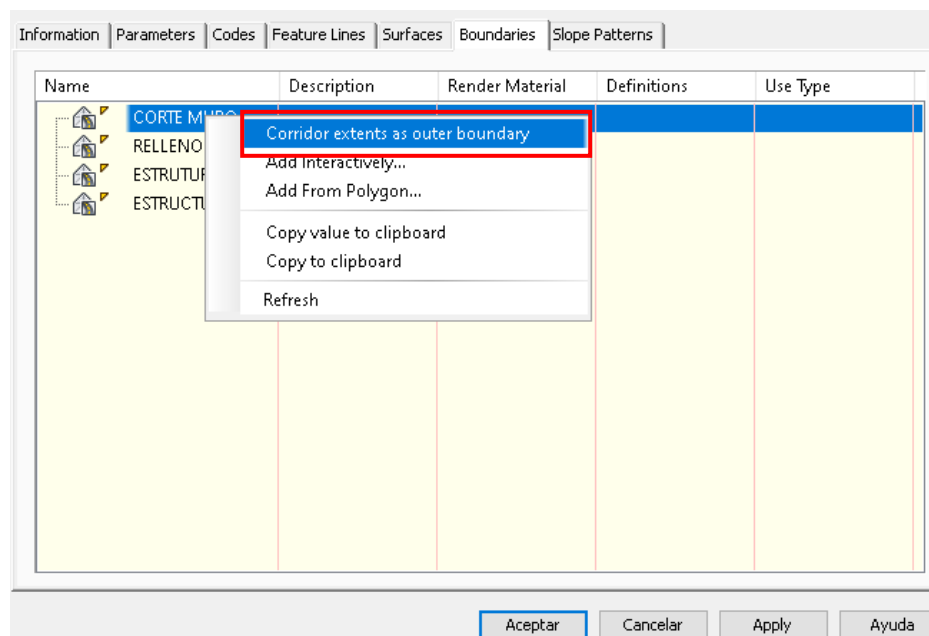
Nota. La figura muestra que cada superficie debe especificar si es de corte o relleno para una mejor interpretación de la interfaz. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Es importante destacar que en la columna de “**Overhang Correction**”, se debe especificar la opción, sea Bottom links para corte y Top links para relleno.

Continuamos a la siguiente pestaña llamada “**Boudaries**”, en esta pestaña daremos lugar a los contornos y sus límites. En esta pestaña encontraremos las superficies creadas, pero realizando clic derecho sobre la superficie CORTE MURO, seleccionaremos la opción “**Corridor extends as outer boundary**”.

Figura 99

Lista de opciones de contornos.

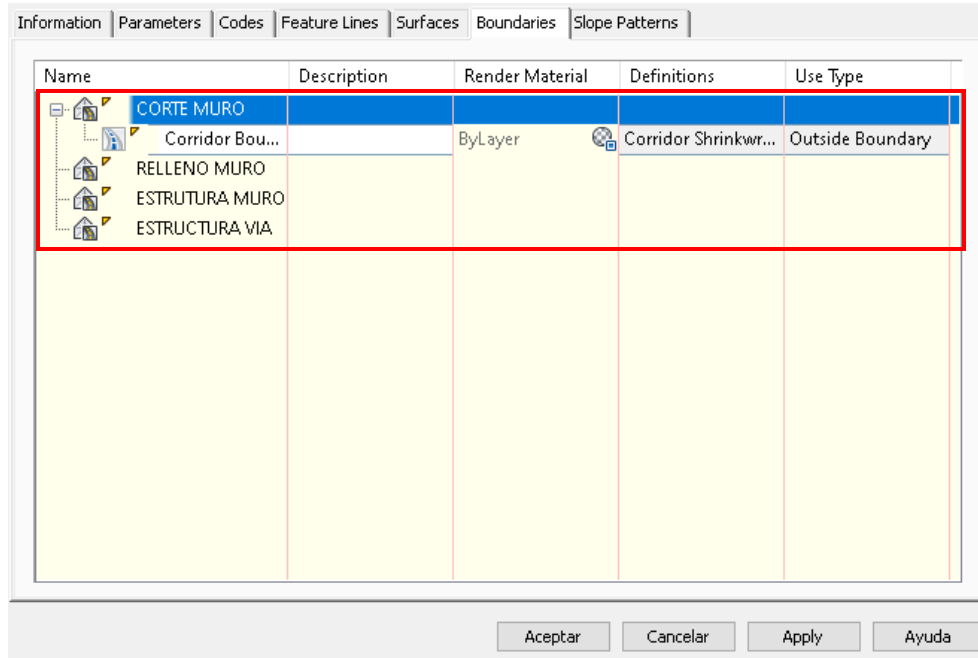


Nota. La figura muestra que la primera superficie debe tener el primer contorno. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Generando una extensión y la pestaña BOUNDARIES quedaría configurada de esta forma:

Figura 100

Pestaña de contornos y su correspondiente configuración.

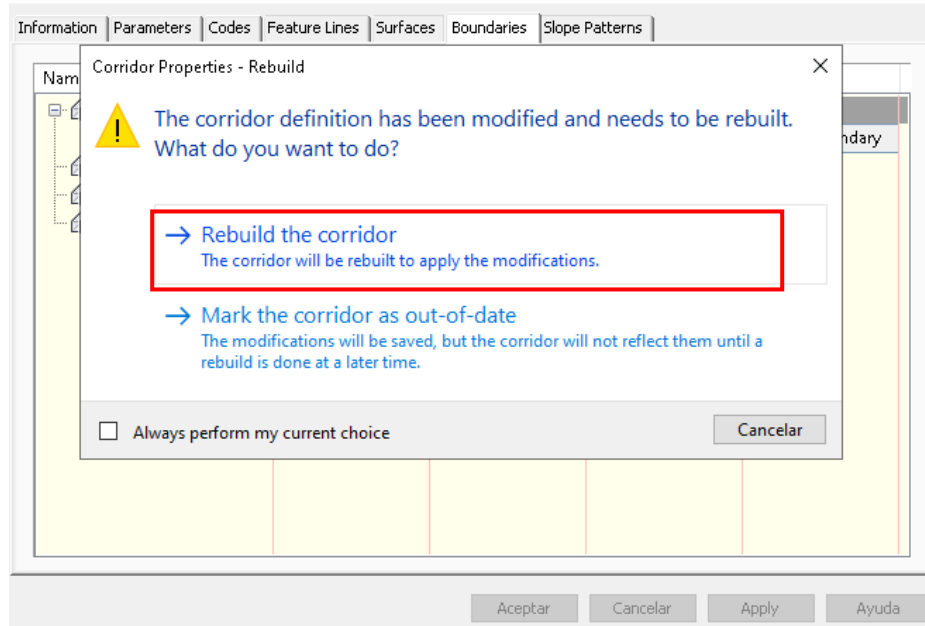


Nota. La figura detalla las superficies en la pestaña “Boundaries”. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Damos clic en la opción APPLY y nos aparecerá un aviso de reconstrucción de corredor en la que seleccionaremos la primera opción, una vez reconstruido el corredor le daremos clic en la opción ACEPTAR.

Figura 101

Ventana de aviso para reconstrucción del corredor.



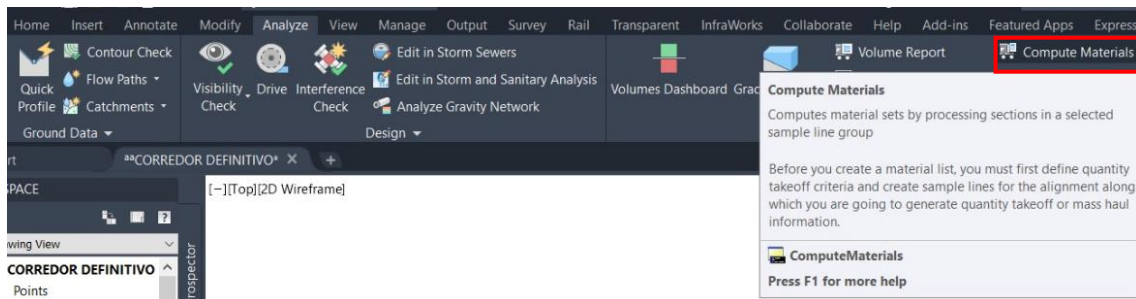
Nota. La figura muestra que cada vez que se configure opciones del corredor, la interfaz solicitará permiso para ejecutar una reconstrucción. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

4.2.3 Inserción de taludes y calzada en el sub-ensamblaje.

Para la inserción de los taludes calzada y los materiales del sub-ensamblaje debemos ejecutar la opción de cálculo de material en la pestaña “**Analyze**” se hará clic en el ícono Compute “**Materials**”.

Figura 102

Ubicación del ícono de cómputo de materiales.

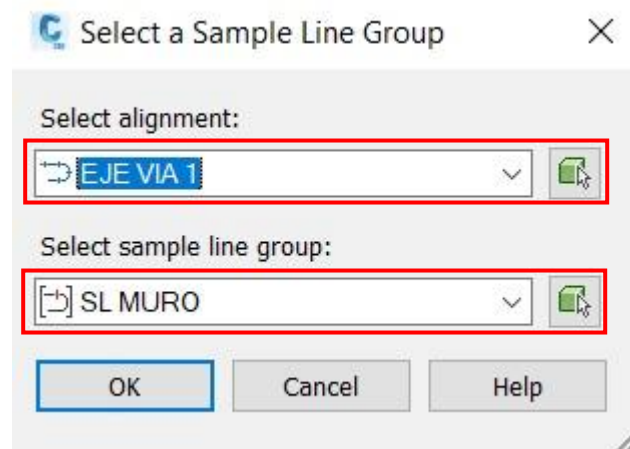


Nota. La figura muestra que el ícono se ubica en la pestaña “Analyze”. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

A continuación, aparecerá una ventana en donde nos solicitará escoger el alineamiento y la línea de muestra, en donde seleccionaremos la siguiente configuración.

Figura 103

Ventana de selección de líneas de muestra.



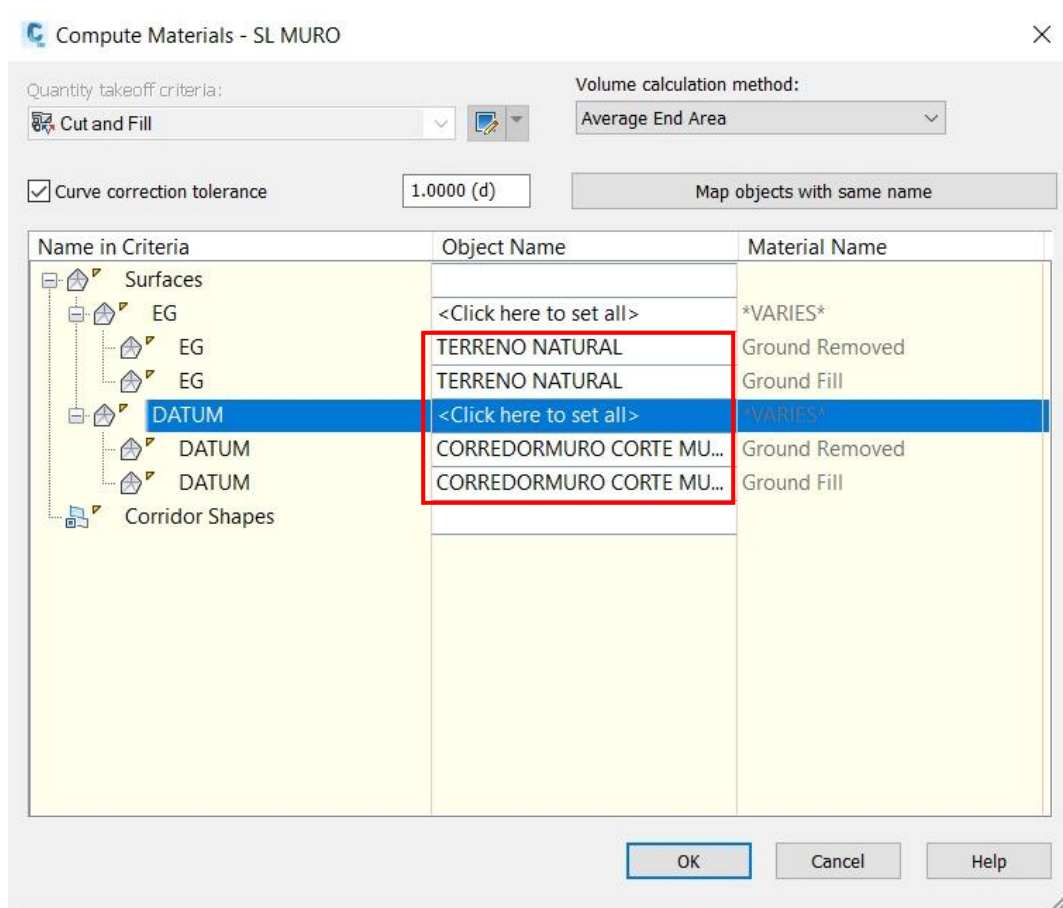
Nota. La figura muestra las opciones asignadas para continuar con la selección de líneas de muestra.

Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Se abrirá la ventana de Lista de Computo de Materiales en donde realizaremos la siguiente configuración, colocando TERRENO NATURAL como EG y CORREDORMURO como DATUM y damos clic en OK.

Figura 104

Ventana de Cómputo de materiales.

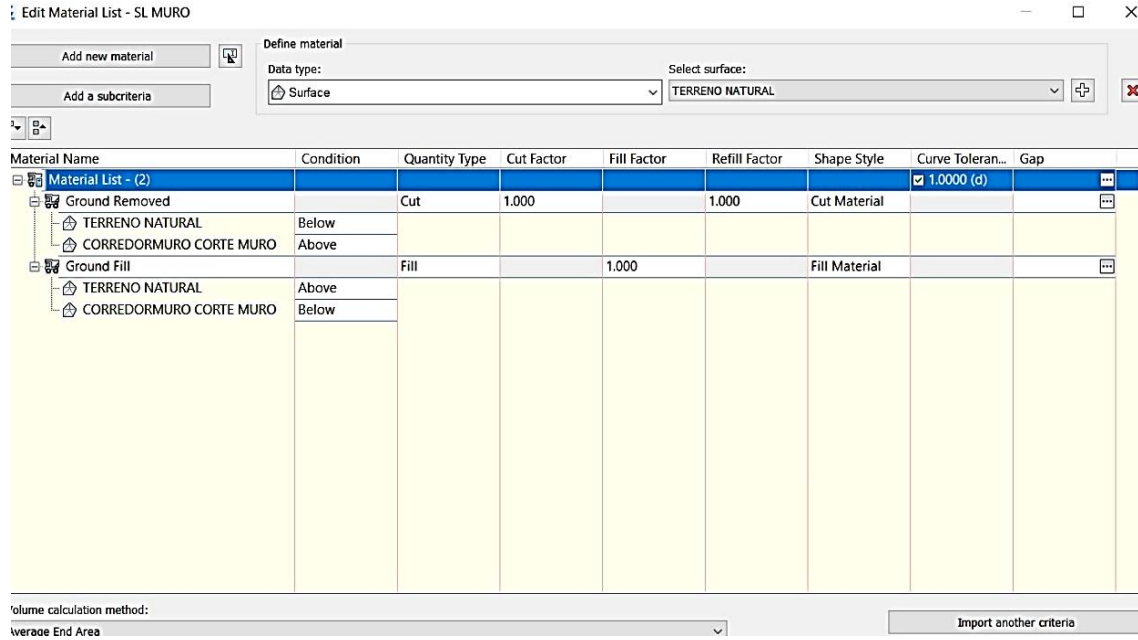


Nota. La figura muestra los nombres que se deben seleccionar. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Seguido de esto daremos clic nuevamente en ícono COMPUTE MATERIAL, daremos clic en OK, y a continuación se desplegará una ventana de edición de materiales predeterminada de la siguiente forma:

Figura 105

Ventana de lista de edición de materiales.

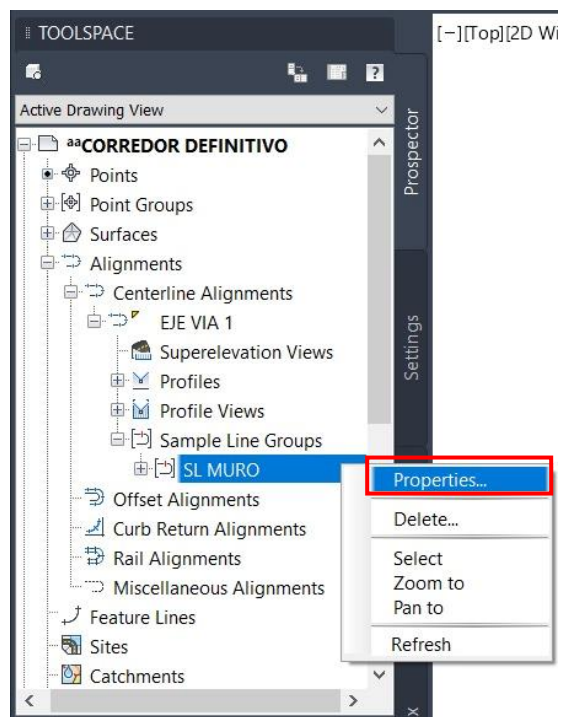


Nota. La figura muestra la configuración predeterminada de edición de materiales. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Nos dirigiremos al Prospector y desplegaremos la lista de “Alignments”, seguido de eso desplegaremos la lista de “Centerline alignments”, haremos lo mismo con la opción de nuestro alineamiento que es EJE VIA 1, busquemos la opción “Sample line groups” y se desplegará la línea de muestreo que creamos previamente con el nombre de SL MURO, daremos clic derecho sobre el nombre y seleccionaremos la opción “Properties”.

Figura 106

Ubicación de la opción propiedades de las líneas de muestra creadas.

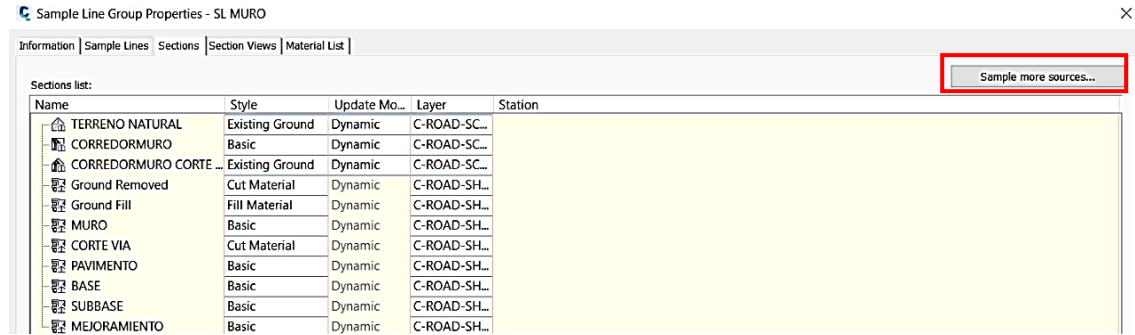


Nota. La figura muestra todas las listas que se debe desplegar para llegar con el grupo de líneas de muestra que creamos anteriormente. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Se abrirá una ventana de propiedades en la que daremos clic en el ícono “**Sample more sources**”.

Figura 107

Ventana de Propiedades de líneas de muestra.

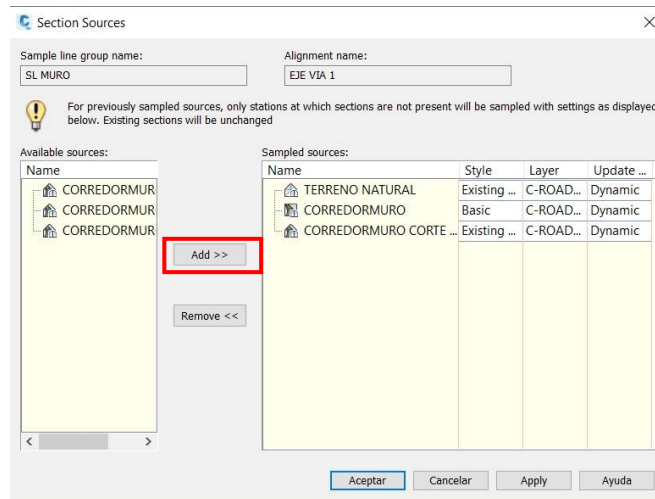


Nota. La figura muestra que la ventana debe estar en la pestaña de secciones. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Aquí tendremos una ventana en la que será necesario agregar las opciones disponibles dando clic en el ícono ADD y daremos clic en OK.

Figura 108

Ventana de fuentes de sección.

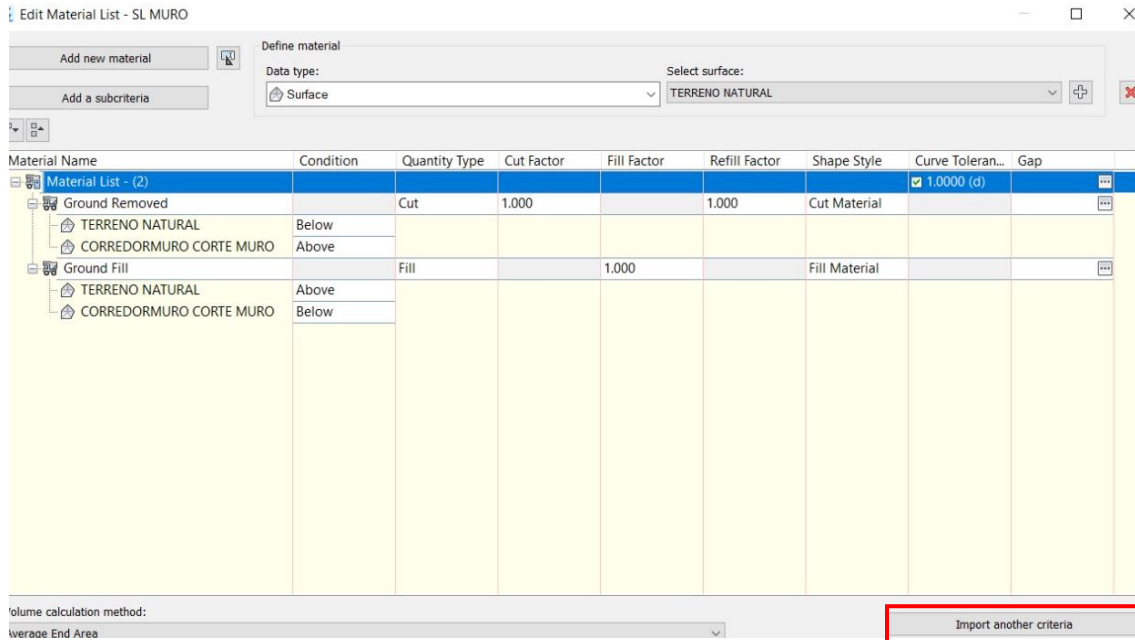


Nota. La figura muestra la ubicación del ícono de adición. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Volvemos a la ventana de edición de Materiales en donde será necesario importar criterios de configuración de materiales previamente creados, para ello nos dirigiremos al ícono “**Import another criteria**”.

Figura 109

Ventana de edición de materiales.

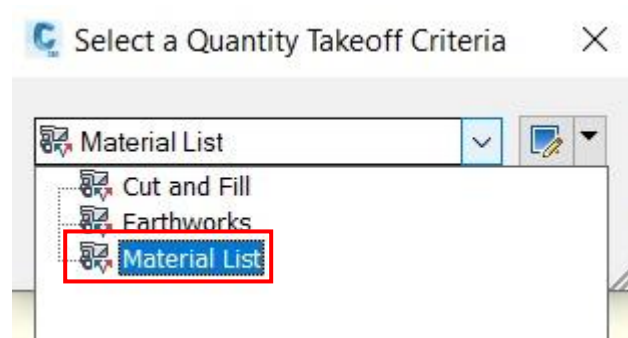


Nota. La figura muestra la ubicación del ícono de importación. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

En donde nos abrirá una ventana para definir el tipo de cuantificación, en este caso escogeremos la opción MATERIAL LIST, y daremos clic en OK.

Figura 110

Ventana de selección de criterio de cantidad.

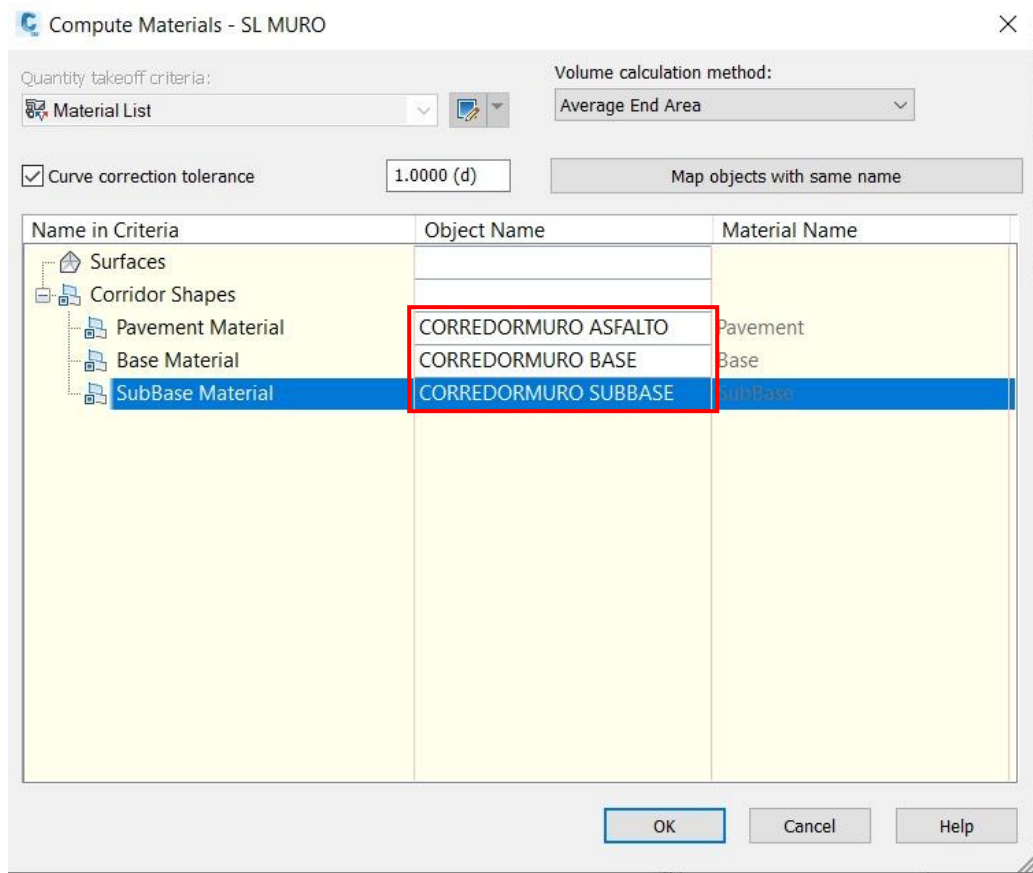


Nota. La figura muestra la lista de opciones de criterio. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Seguido aparecerá una ventana de Cómputo de Materiales en la que debemos seleccionar el nombre del objeto correspondiente de cada material como se detalla a continuación.

Figura 111

Ventana de cómputo de materiales.

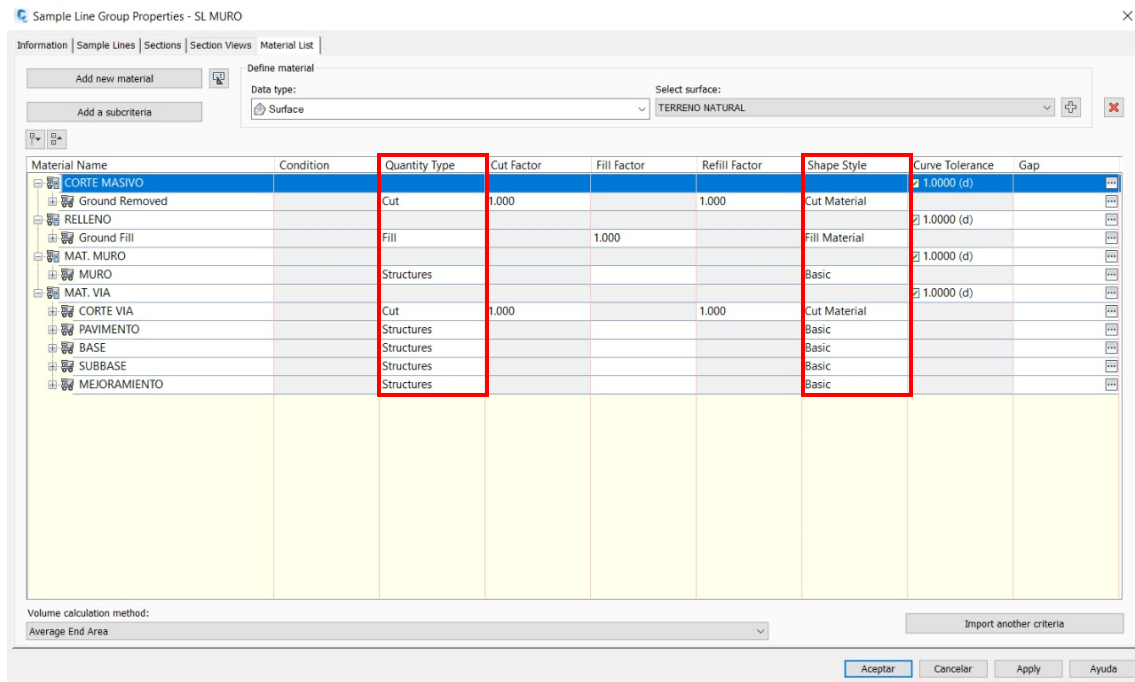


Nota. La figura muestra la asignación de materiales a cada capa de vía. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Daremos clic en OK y se habrá guardado, haremos el mismo proceso para todos los materiales que hemos configurado, y se abrirá la ventana de Propiedades de las líneas de muestreo con todos los materiales como se muestra a continuación, es importante definir en cada uno de estas estructuras cual pertenece a CUT, FILL ó STRUCTURE.

Figura 112

Ventana de propiedades de grupo de líneas de muestra.

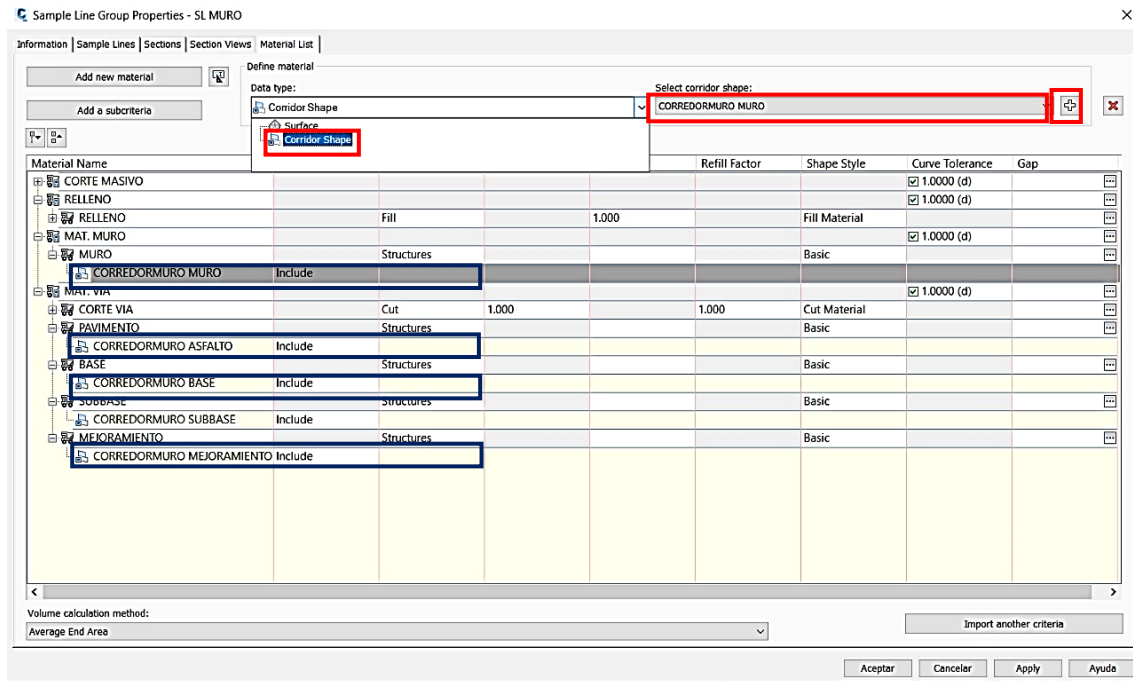


Nota. La figura muestra la asignación de materiales a cada capa de vía. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Una vez establecidas las estructuras, se añade la opción de “Corridor shape” en cada uno de los materiales que componen la estructura de muro y sección vial seleccionando el “Shape” del corredor y con el ícono ADD.

Figura 113

Ventana de propiedades en la pestaña de lista de materiales.

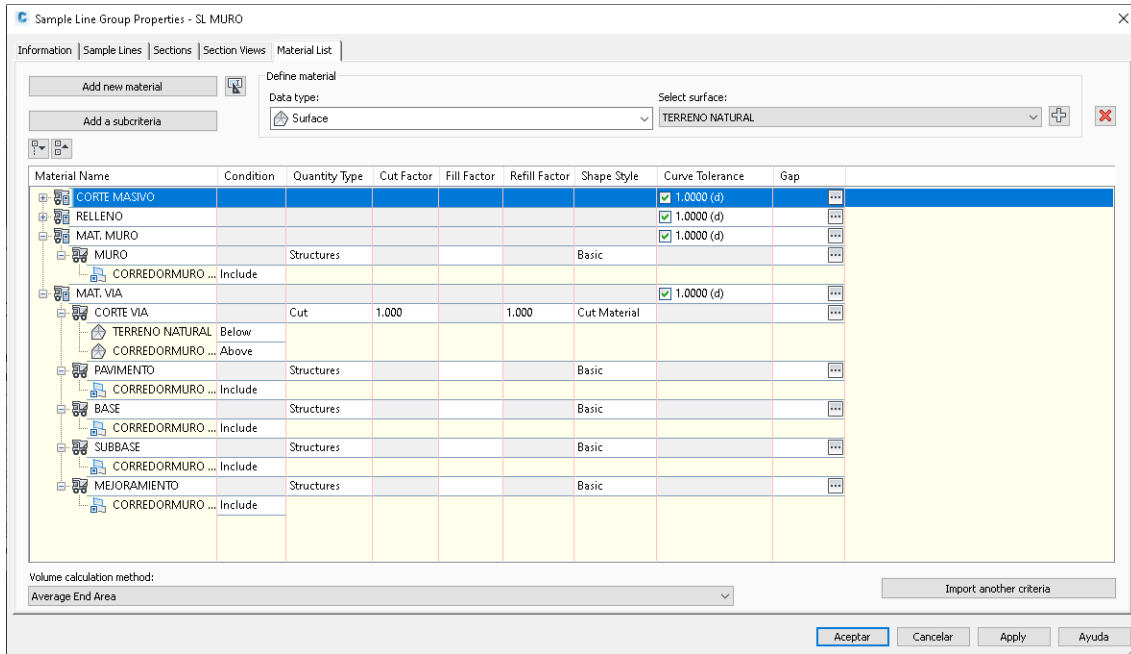


Nota. La figura muestra que cada estructura lleva su código de forma. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Esta es la lista de los materiales totales que se usaron para la creación de toda la sección y sus superficies:

Figura 114

Ventana de propiedades de grupo de líneas de muestra final.



Nota. La figura muestra la forma correcta de la lista de materiales y sus propiedades de superficie.

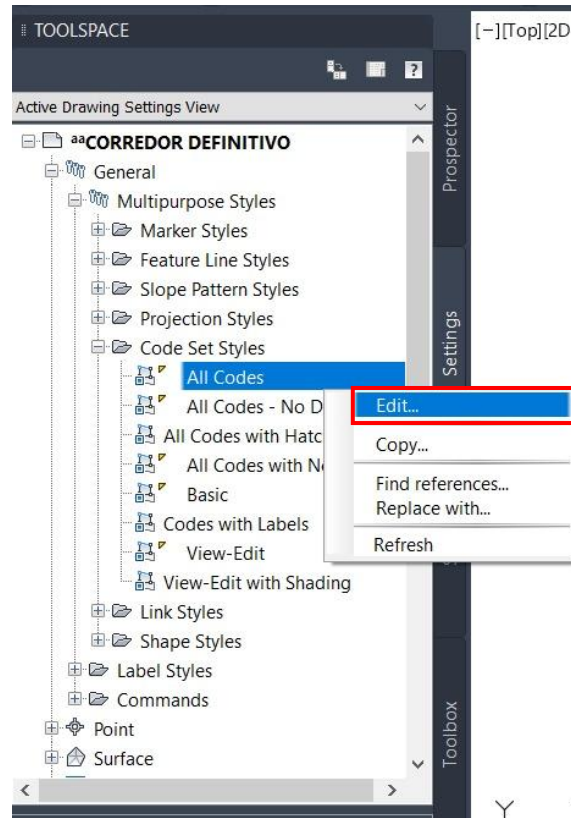
Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Para que gráficamente sea más fácil la identificación de cada capa y su respectivo material en la vista transversal de la sección, se puede dar un valor a cada uno de ellos y su cota. Para esto es necesario editar los códigos de estilo.

El cambio de códigos se lo realiza desde “Settings”, se despliega la lista de General, así mismo se despliega la lista de “Multipurpose styles” y lo mismo se hace con la lista de “Code set styles”, aquí ubicaremos la opción “All codes” y le daremos clic derecho sobre este y elegiremos “Edit”:

Figura 115

Ubicación de la opción edición de códigos.

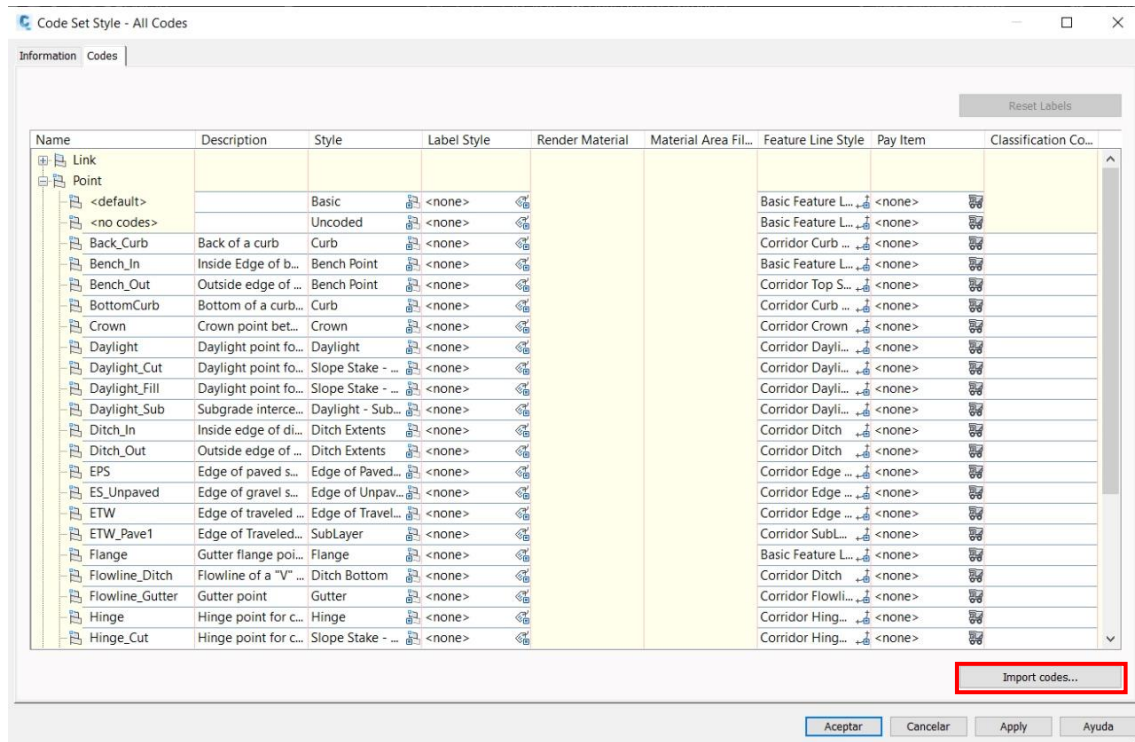


Nota. La figura las listas desplegadas que se debe tener para ubicar la opción “All codes”. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

En seguida se abre la ventana de todos los códigos, pero aquí no aparecen los códigos que hemos creado por lo que es necesario importarlos, para ello daremos clic en la opción “**Import codes**”.

Figura 116

Ventana de lista de estilos de cada código.



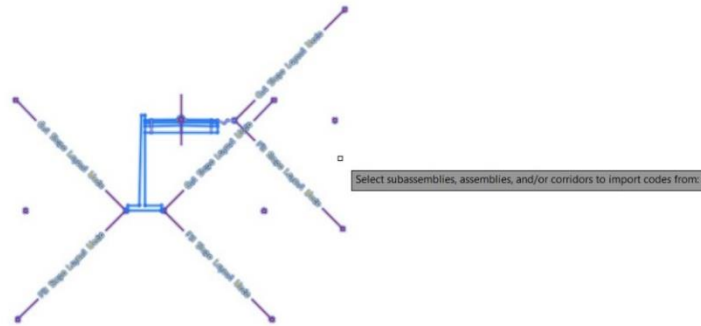
Nota. La figura muestra las listas desplegadas que se debe tener para ubicar la opción “All codes”.

Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Y procedemos a seleccionar el sub-ensamblaje con clic derecho:

Figura 117

Selección del sub-ensamblaje.



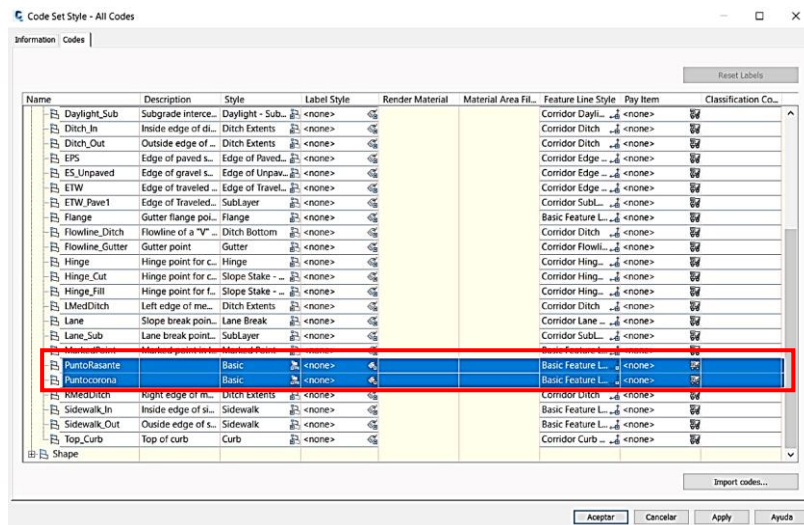
Nota. La figura muestra que se debe pintar de azul la sección para una correcta selección.

Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Y se importará estos códigos y se añadirán a la lista de todos como se refleja en la ventana de Estilos de Códigos:

Figura 118

Selección del sub-ensamblaje.



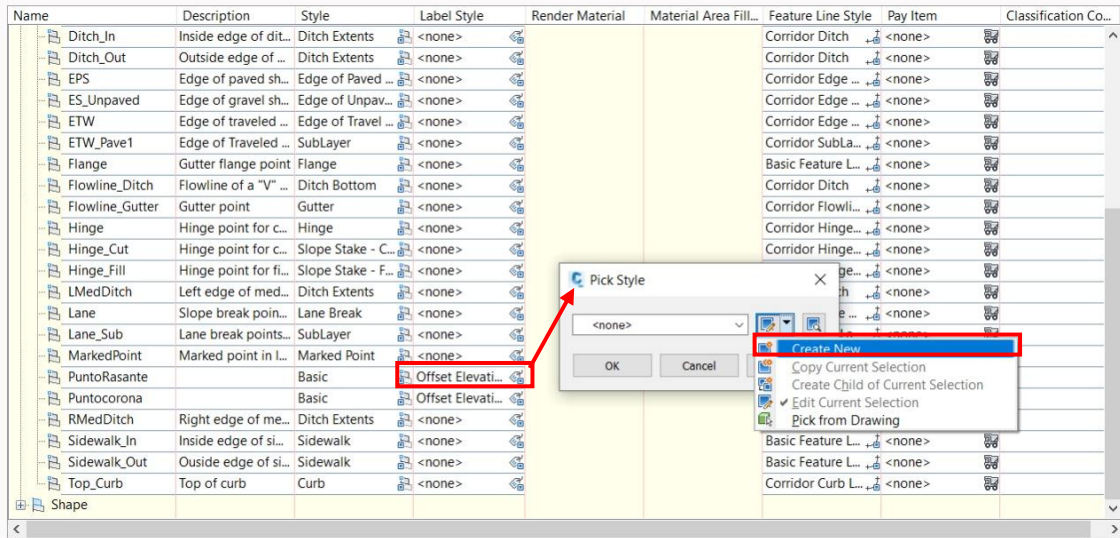
Nota. La figura muestra que se debe pintar de azul la sección para una correcta selección.

Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

En este punto nos dirigimos los códigos recientemente importados y nos dirigiremos a la etiqueta de Offset “**elevation**”, aquí se desplegará una ventana en la que seleccionaremos a opción “**Create new**”:

Figura 119

Selección de etiqueta para edición.

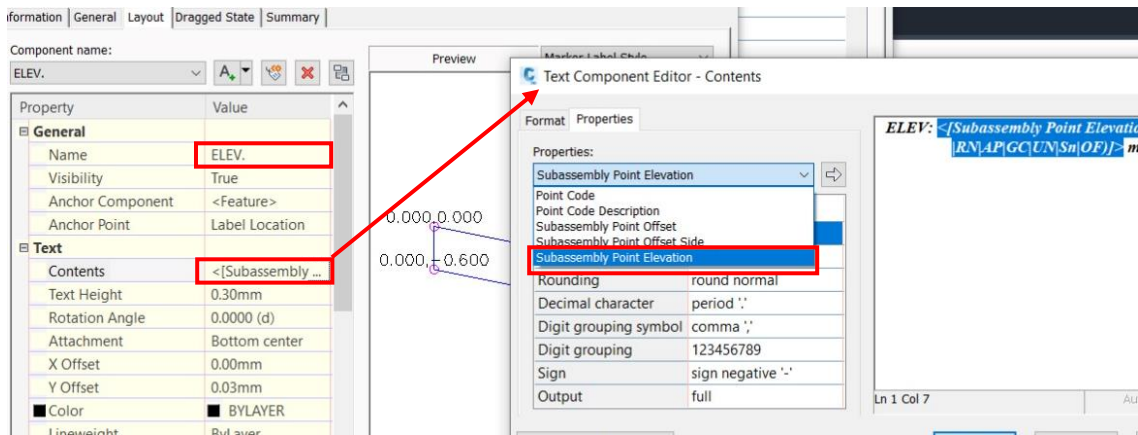


Nota. La figura muestra que se debe dar clic derecho sobre la figura de etiqueta para desplegar la ventana. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Nos aparecerá una nueva ventana en la que en la pestaña de “**Layout**” nos ubicaremos en la casilla de “**Contents**” y en la celda de su lado derecho daremos clic y aparecerán 3 puntos y volveremos a dar clic para que nos aparezca la ventana de Edición de componentes de texto, aquí ejecutaremos la siguiente configuración:

Figura 120

Pestaña de Layout.



Nota. La figura muestra las casillas donde se debe aplicar ajustes. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Cuando escogemos la opción de Subassembly “**Point elevation**” debemos dar clic en la flecha, de esta forma se agregará este estilo y esta presentación a las etiquetas, daremos clic en OK y APPLY. De esta forma se crearán las etiquetas y ya aparecerán en la ventana de códigos:

Figura 121

Etiquetas editadas en la ventana de lista de estilos de cada código.

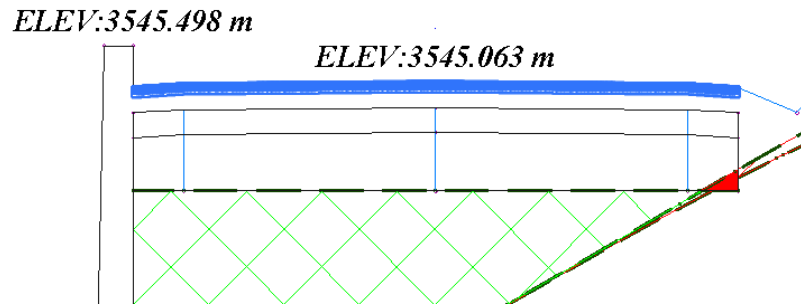
Etiqueta	Estilo	Nombre	Presentación
PuntoRasante	Basic	Etiqueta ELEV	Basic Feature L...
Puntocorona	Basic	Etiqueta ELEV	Basic Feature L...

Nota. La figura muestra dos códigos de etiquetas que servirán para ubicar puntos de elevación. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Las etiquetas colocadas en la sección se mostrarían de la siguiente forma:

Figura 122

Etiquetas ubicadas en una vista de sección.



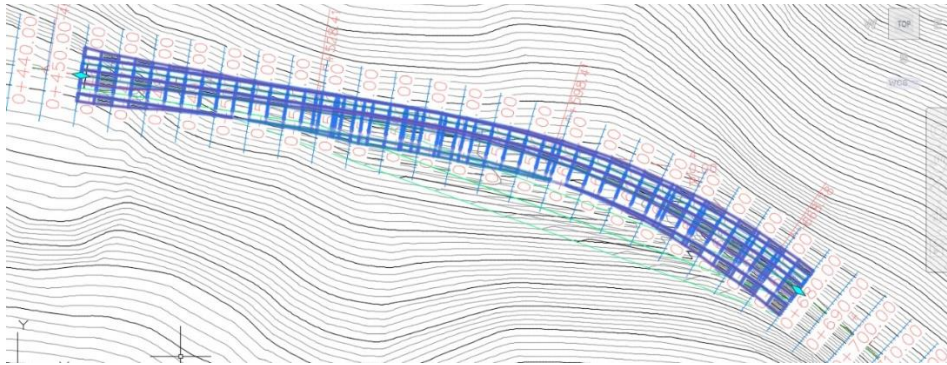
Nota. La figura muestra dos etiquetas de elevación para comprobar el acople correcto del subensamblaje y el nivel de rasante. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

4.3. VERIFICACIÓN DE PROPIEDADES DE UBICACIÓN DEL SUB-ENSAMBLAJE CON EL CORREDOR.

La implantación del corredor en el tramo solicitado se puede comprobar por la ubicación de las abscisas de comienzo y fin, en este caso son 0+460 y 0+680.

Figura 123

Vista en el terreno natural del corredor creado.

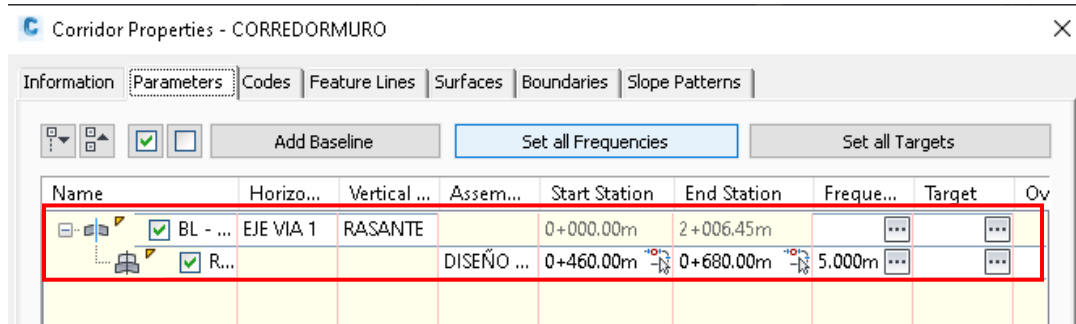


Nota. La figura muestra dos etiquetas de elevación para comprobar el acople correcto del sub-ensamblaje y el nivel de rasante. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

La ubicación del muro coincide con la de nuestro corredor por lo que se comprueba que su ubicación es correcta en el proyecto vial como se muestra a continuación:

Figura 124

Vista en el terreno natural del corredor creado.



Nota. La figura muestra las propiedades del corredor. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

PARTE 5: COMPROBACIÓN DE SECCIONES Y VOLÚMENES

5.1. CÁLCULO DE VOLÚMENES.

Para que la tabla de volúmenes de cada sección se pueda visualizar con el cálculo de cada material es necesario copiar cada material de las superficies al material predeterminado del corredor que se crea cuando se computa los materiales:

Figura 125

Ventana de propiedades de grupo de líneas de muestra.

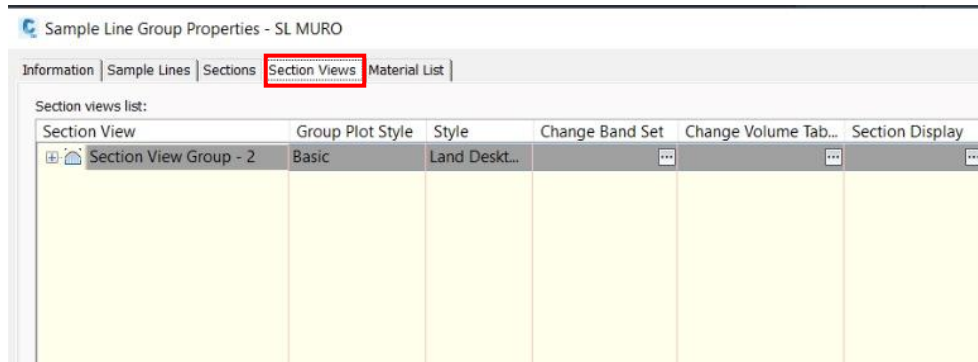
Material Name	Condition	Quantity Type	Cut Factor	Fill Factor	Refill Factor	Shape Style	Curve Tolerance	Gap
CORTE MASIVO							<input checked="" type="checkbox"/> 1.0000 (d)	
CORTE		Cut	1.000		1.000	Cut Material		
RELENO		Fill		1.000		Fill Material		
MURO		Structures				Basic		
CORTE VIA		Cut	1.000		1.000	Cut Material		
PAVIMENTO		Structures				Basic		
BASE		Structures				Basic		
SUBBASE		Structures				Basic		
MEJORAMIENTO		Structures				Basic		
RELENO		Fill		1.000		Fill Material	<input checked="" type="checkbox"/> 1.0000 (d)	
MAT. MURO		Structures				Basic	<input checked="" type="checkbox"/> 1.0000 (d)	
MURO		Structures				Basic		
MAT. VIA		Structures				Basic	<input checked="" type="checkbox"/> 1.0000 (d)	
CORTE VIA		Cut	1.000		1.000	Cut Material		
PAVIMENTO		Structures				Basic		
BASE		Structures				Basic		
SUBBASE		Structures				Basic		
MEJORAMIENTO		Structures				Basic		

Nota. La figura muestra las características de la lista de materiales. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

A continuación, damos clic en APPLY y nos dirigiremos a la pestaña “**Sections views**”:

Figura 126

Ventana de propiedades de grupo de líneas de muestra en la pestaña de vista de secciones.

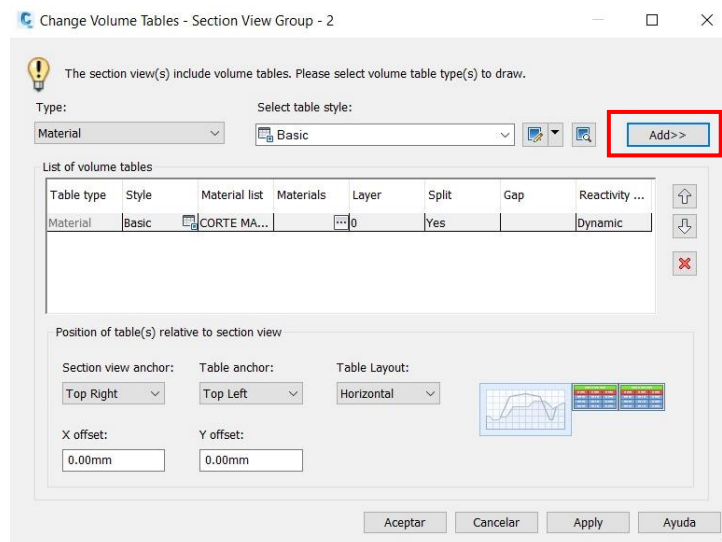


Nota. La figura muestra la configuración predeterminada de la pestaña. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Aquí haremos clic en la columna “**Change volume table**” y se desplegará la una ventana de edición, en donde con ayuda del ícono ADD:

Figura 127

Ventana de tabla de cambios de volúmenes.

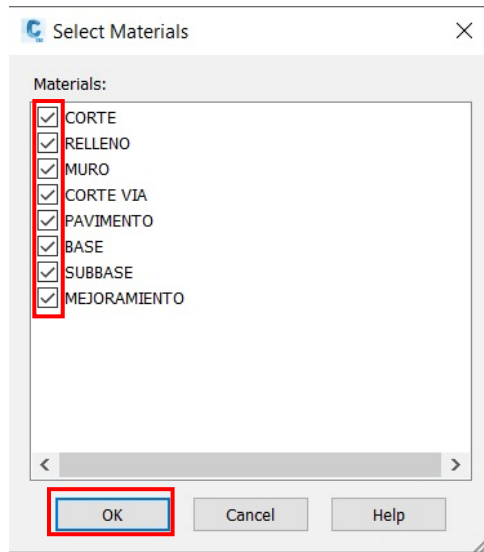


Nota. La figura muestra la ubicación del ícono de adición. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Aparecerá una ventana de lista de materiales, en la cual debemos poner el “**check**” en todo ellos para agregarlos y damos clic en OK:

Figura 128

Ventana de selección de materiales.

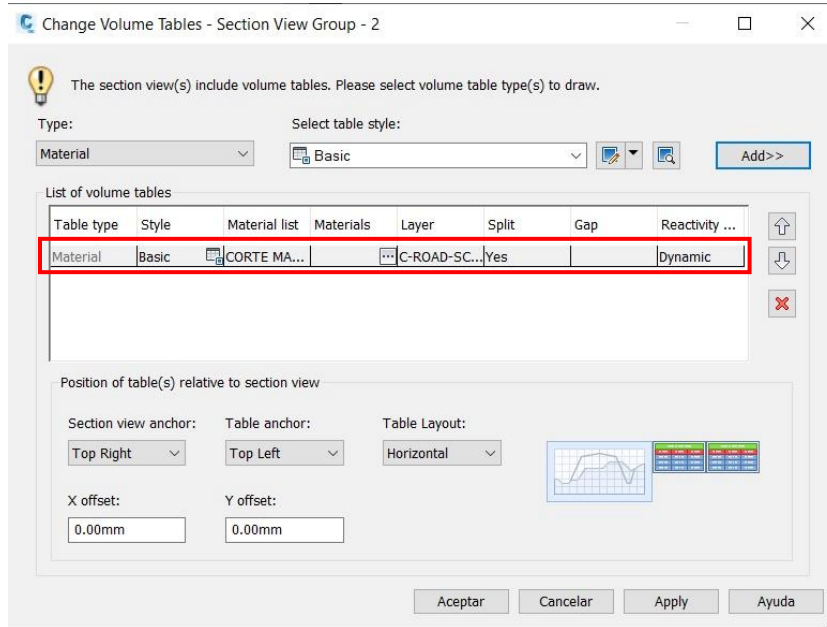


Nota. La figura muestra la ubicación del ícono de adición. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Haciendo que la ventana de edición quede con la siguiente configuración:

Figura 129

Ventana de tabla de cambios de volúmenes configurada.



Nota. La figura muestra que los materiales han sido cargados. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

El resultado de esta modificación se verá reflejado en la tabla de resultados de cada sección como, por ejemplo:

Figura 130

Vista de sección con informe de materiales.



Nota. La figura muestra el detalle de corte, relleno y volúmenes de materiales. Elaborado por:

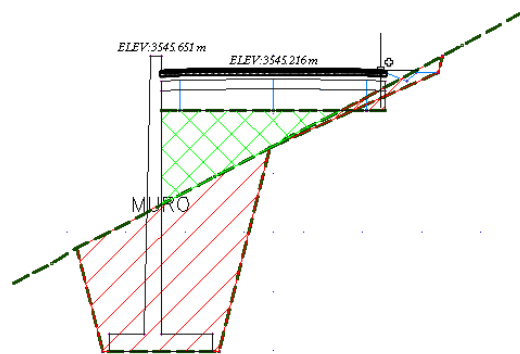
Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

5.2. VISTA DE SECCIONES.

Los resultados finales de todas las configuraciones se ven reflejados en las vistas de sección, algunos ejemplos representativos de la sección transversal en los que se puede constatar la correcta ubicación y acople en el proyecto vial desde “**Section view**”:

Figura 131

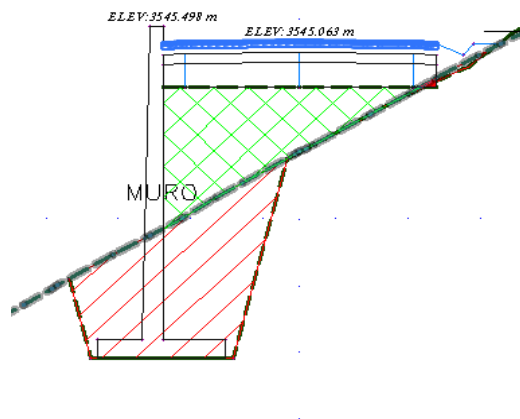
Vista de sección de la abscisa 0+500.



Nota. La figura muestra el detalle sección. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Figura 132

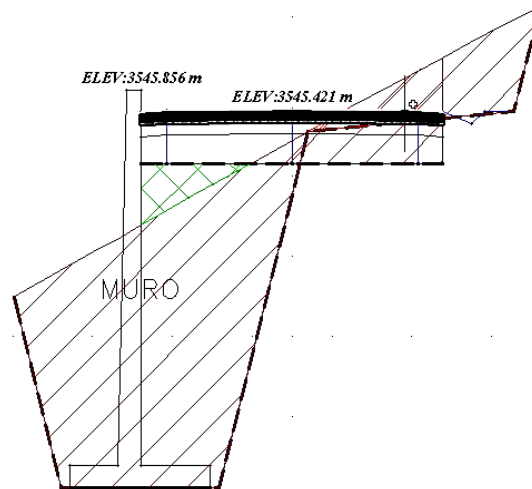
Vista de sección de la abscisa 0+510.



Nota. La figura muestra el detalle sección. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Figura 133

Vista de sección de la abscisa 0+490.



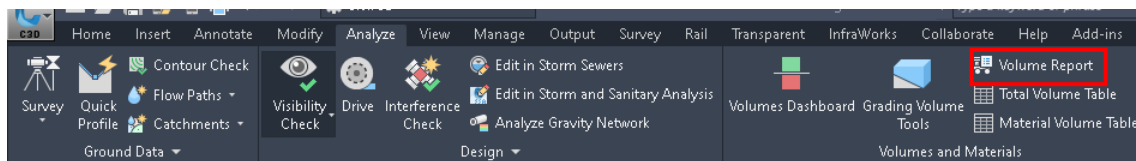
Nota. La figura muestra el detalle sección. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

5.3. REPORTES DE VOLÚMENES.

Para la elaboración de reportes de volúmenes, no ubicaremos en la pestaña *Analyze*, y ubicaremos el ícono “**Volume report**”:

Figura 134

Ubicación del ícono de reporte de volúmenes.

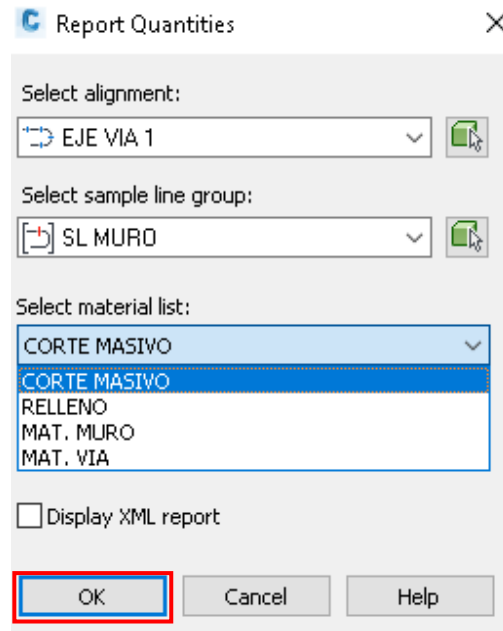


Nota. La figura muestra la pestaña en donde se ubica el ícono de volumen. Elaborado por: Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Y se desplegará una ventana para escoger el tipo de material que se desea cuantificar:

Figura 135

Ventana de reportes de cantidades.



Nota. La figura muestra la selección que debe tener cada generar el reporte. Elaborado por:

Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Se debe escoger uno por uno el material y se da clic en OK, esta acción nos redireccionará al navegador Explorer donde debemos permitir la ejecución y en una pestaña del navegador nos mostrará los datos requeridos:

Figura 136

Reporte de Corte Masivo.

Volume Report

Project: C:\Users\HP\AppData\Local\Temp**CORREDOR
DEFINITIVO_1_4677_9c22574a.svs
Alignment: EJE VÍA 1
Sample Line Group: SL MURO

Station	Cut Area (Sq.m.)	Cut Volume (Cu.m.)	Reusable Volume (Cu.m.)	Fill Area (Sq.m.)	Fill Volume (Cu.m.)	Cum. Cut Vol. (Cu.m.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.m.)	Cum. Fill Vol. (Cu.m.)	Cum. Net Vol. (Cu.m.)
0+460.000	170.30	851.52	851.52	0.00	0.00	851.52	851.52	0.00	851.52
0+470.000	135.67	1529.85	1529.85	0.00	0.00	2381.37	2381.37	0.00	2381.37
0+480.000	73.07	1043.66	1043.66	0.40	2.02	3425.03	3425.03	2.02	3423.01
0+490.000	46.15	596.07	596.07	1.93	11.66	4021.10	4021.10	13.68	4007.42
0+500.000	25.55	358.49	358.49	8.70	53.16	4379.59	4379.59	66.84	4312.75
0+510.000	18.45	220.00	220.00	13.52	111.13	4599.59	4599.59	177.97	4421.62
0+520.000	15.52	169.87	169.87	17.63	155.77	4769.46	4769.46	333.74	4435.73
0+530.000	10.98	132.53	132.53	23.52	205.76	4902.00	4902.00	539.50	4362.49
0+540.000	6.22	86.00	86.00	34.59	290.57	4988.00	4988.00	830.07	4157.93
0+550.000	5.36	57.91	57.91	37.83	362.13	5045.91	5045.91	1192.20	3853.71
0+560.000	6.85	61.09	61.09	35.82	368.26	5107.00	5107.00	1560.47	3546.54
0+570.000	10.81	88.51	88.51	32.85	343.23	5195.52	5195.52	1903.70	3291.82
0+580.000	18.73	147.28	147.28	27.91	303.73	5342.80	5342.80	2207.43	3135.37
0+590.000	32.59	254.34	254.34	18.10	230.21	5597.13	5597.13	2437.63	3159.50
0+600.000	49.43	404.15	404.15	10.57	143.86	6001.29	6001.29	2581.49	3419.80
0+610.000	71.86	596.02	596.02	4.50	75.85	6597.31	6597.31	2657.34	3939.96
0+620.000	96.82	828.36	828.36	1.62	30.90	7425.66	7425.66	2688.24	4737.42
0+630.000	116.57	1047.18	1047.18	0.83	12.44	8472.85	8472.85	2700.68	5772.17
0+640.000	159.85	1357.70	1357.70	0.00	4.23	9830.55	9830.55	2704.91	7125.64

Nota. La figura muestra las cantidades de material en las abscisas señaladas. Elaborado por:

Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Figura 137

Reporte de Relleno.

Volume Report

Project: C:\Users\HP\AppData\Local\Temp**CORREDOR
DEFINITIVO_1_4677_9c22574a.svs
Alignment: EJE VIA 1
Sample Line Group: SL MURO

Station	Cut Area (Sq.m.)	Cut Volume (Cu.m.)	Reusable Volume (Cu.m.)	Fill Area (Sq.m.)	Fill Volume (Cu.m.)	Cum. Cut Vol. (Cu.m.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.m.)	Cum. Fill Vol. (Cu.m.)	Cum. Net Vol. (Cu.m.)
0+470.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+480.000	0.00	0.00	0.00	0.40	2.02	0.00	0.00	2.02	-2.02
0+490.000	0.00	0.00	0.00	1.93	11.66	0.00	0.00	13.68	-13.68
0+500.000	0.00	0.00	0.00	8.70	53.16	0.00	0.00	66.84	-66.84
0+510.000	0.00	0.00	0.00	13.52	111.13	0.00	0.00	177.97	-177.97
0+520.000	0.00	0.00	0.00	17.63	155.77	0.00	0.00	333.74	-333.74
0+530.000	0.00	0.00	0.00	23.52	205.76	0.00	0.00	539.50	-539.50
0+540.000	0.00	0.00	0.00	34.59	290.57	0.00	0.00	830.07	-830.07
0+550.000	0.00	0.00	0.00	37.83	362.13	0.00	0.00	1192.20	-1192.20
0+560.000	0.00	0.00	0.00	35.82	368.26	0.00	0.00	1560.47	-1560.47
0+570.000	0.00	0.00	0.00	32.85	343.23	0.00	0.00	1903.70	-1903.70
0+580.000	0.00	0.00	0.00	27.91	303.73	0.00	0.00	2207.43	-2207.43
0+590.000	0.00	0.00	0.00	18.10	230.21	0.00	0.00	2437.63	-2437.63
0+600.000	0.00	0.00	0.00	10.57	143.86	0.00	0.00	2581.49	-2581.49
0+610.000	0.00	0.00	0.00	4.50	75.85	0.00	0.00	2657.34	-2657.34
0+620.000	0.00	0.00	0.00	1.62	30.90	0.00	0.00	2688.24	-2688.24
0+630.000	0.00	0.00	0.00	0.83	12.44	0.00	0.00	2700.68	-2700.68
0+640.000	0.00	0.00	0.00	0.00	4.23	0.00	0.00	2704.91	-2704.91
0+650.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2704.91	-2704.91

Nota. La figura muestra las cantidades de material en las abscisas señaladas. Elaborado por:

Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

Figura 138

Reporte de Material de la sección de la vía.

Volume Report

Project: C:\Users\HP\AppData\Local\Temp**CORREDOR
DEFINITIVO_1_4677_9c22574a.svS
Alignment: EJE VIA 1
Sample Line Group: SL MURO

Station	Cut Area (Sq.m.)	Cut Volume (Cu.m.)	Reusable Volume (Cu.m.)	Fill Area (Sq.m.)	Fill Volume (Cu.m.)	Cum. Cut Vol. (Cu.m.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.m.)	Cum. Fill Vol. (Cu.m.)	Cum. Net Vol. (Cu.m.)
0+460.000	52.45	262.25	262.25	0.00	0.00	262.25	262.25	0.00	262.25
0+470.000	43.41	479.28	479.28	0.00	0.00	741.54	741.54	0.00	741.54
0+480.000	15.92	296.61	296.61	0.00	0.00	1038.14	1038.14	0.00	1038.14
0+490.000	5.80	108.58	108.58	0.00	0.00	1146.73	1146.73	0.00	1146.73
0+500.000	0.53	31.64	31.64	0.00	0.00	1178.37	1178.37	0.00	1178.37
0+510.000	0.06	2.92	2.92	0.00	0.00	1181.29	1181.29	0.00	1181.29
0+520.000	0.00	0.28	0.28	0.00	0.00	1181.57	1181.57	0.00	1181.57
0+530.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1181.57	1181.57	0.00	1181.57
0+540.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1181.57	1181.57	0.00	1181.57
0+550.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1181.57	1181.57	0.00	1181.57
0+560.000	0.48	2.41	2.41	0.00	0.00	1183.98	1183.98	0.00	1183.98
0+570.000	2.53	14.72	14.72	0.00	0.00	1198.70	1198.70	0.00	1198.70
0+580.000	6.62	44.39	44.39	0.00	0.00	1243.09	1243.09	0.00	1243.09
0+590.000	14.42	101.31	101.31	0.00	0.00	1344.40	1344.40	0.00	1344.40
0+600.000	25.88	192.83	192.83	0.00	0.00	1537.24	1537.24	0.00	1537.24
0+610.000	39.43	312.46	312.46	0.00	0.00	1849.70	1849.70	0.00	1849.70
0+620.000	56.00	458.11	458.11	0.00	0.00	2307.81	2307.81	0.00	2307.81
0+630.000	69.82	605.78	605.78	0.00	0.00	2913.60	2913.60	0.00	2913.60
0+640.000	90.80	777.02	777.02	0.00	0.00	3690.62	3690.62	0.00	3690.62

Nota. La figura muestra las cantidades de material en las abscisas señaladas. Elaborado por:

Los Autores, a través de Autodesk Civil 3D (2022).

CONCLUSIONES

En definitiva, se ha logrado elaborar la primera guía de secciones transversales con muros adaptada al español, diseñada directamente del Autodesk Subassembly Composer, brindando una solución a la ejecución de proyectos viales que requieran muros.

Al dar un chequeo de funcionalidad de la interfaz del Módulo Subassembly Composer se logró identificar las herramientas más comunes para la generación del diseño para secciones transversales.

La evaluación de la interfaz Módulo Subassembly Composer, da como resultado un manejo más práctico y lógico en cuanto a la creación de secciones transversales, en este caso, se puede llegar a definir dimensionalmente todos los elementos que comprende el muro y su sección vial.

La formulación de una guía para la creación de sub-ensamblajes oferta una alternativa a nivel académico para brindar mayor soporte a los proyectos y controlar de manera más didáctica los parámetros de dimensionamiento

Se desarrolló la guía en la que detalla en forma lógica la creación de una sección transversal con muro en sub-ensamblaje, con su correspondiente importación a un proyecto vial y su correcta ejecución.

Dadas las condiciones topográficas del terreno natural y la rasante, en ciertas abscisas se necesitaba proyectar un muro de mayor altura.

La sección creada puede ser re-usada en otro proyecto de similares o diferentes condiciones y solicitaciones, dado que el ajuste dimensional es de fácil ejecución.

Las características topográficas del presente proyecto vial siendo representativas de terrenos montañosos, no fueron limitantes para lograr la implantación de la sección transversal.

RECOMENDACIONES

Es importante tomar en consideración la altura máxima del tramo en el que se proyecta implantar un muro, ya que será una sección constante a lo largo de la longitud.

Tomar como alternativa la generación de las cunetas en el mismo Módulo Subassembly Composer, ya que será más ágil la implantación de la sección a comparación de las opciones predeterminadas del programa Civil 3D, se tendrían más parámetros por definir y más superficies que generar.

Generar un corredor solo para el tramo a intervenir, así el corredor tendrá características específicas del muro en todas sus cotas.

Prever el conflicto de áreas de cortes y rellenos para el muro, para identificar donde va el corte y donde va el relleno de la sección del muro.

Si el caso amerita, se puede editar el parámetro de la altura del muro desde el programa CIVIL 3D, para llevar a cabo un ajuste directo en caso de necesitarlo.

Se puede extender la elaboración de secciones para diferentes lados del eje vial dependiendo de las solicitudes de la topografía.

Se recomienda trabajar en Autodesk CIVIL 3D en inglés, para una mejor comprensión de los procesos de diseño que se detallan en la presente guía.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Hormigón ciclópeo: Es la mezcla de hormigón tradicional con grava, arena y agua que incluye a rocas grandes con el fin de dar mayor volumen a las estructuras, este material es empleado con mayor regularidad para elementos de cimentación.

Cantiléver: Cualquier viga, travesaño u otro miembro estructural que se proyecta más allá de su miembro sustentante. También llamado voladizo.

Muro Ménsula: Muro de sostenimiento construido de hormigón armado, resistente al vuelco y al deslizamiento gracias a la zapata en voladizo sobre la que se apoya.

Angulo de fricción: Representa el parámetro más importante en la evaluación de la resistencia al corte, lo cual permite evaluar sus capacidades portantes última y admisible.

Cohesión: es la cualidad por la cual las partículas del terreno se mantienen unidas en virtud de fuerzas internas, que dependen, entre otras cosas, del número de puntos de contacto que cada partícula tiene con sus vecinas

MTOP: Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador.

Espaldón: Área o superficie adyacente a ambos lados de la vía, cuya finalidad es dar soporte lateral al pavimento, servir para el tránsito de peatones y proporcionar espacio para las emergencias del tránsito y para el estacionamiento eventual de vehículos.

REFERENCIAS

Autodesk (2021, 17 de mayo). Autodesk Knowledge Network - ¿Qué es Autodesk Subassembly Composer para Autodesk Civil 3D?. [Foro].

<https://knowledge.autodesk.com/es/support/civil-3d/troubleshooting/caas/CloudHelp/cloudhelp/2022/ESP/Installation-Civil3D/files/GUID-AD361708-0191-48E9-B71B-3E428A5578B7-htm.html>

Ayabaca Tigse, B. I. & Salazar Ojeda, L. D. (2018). *Análisis Comparativo Técnico - Económico entre Muro de Contención de Hormigón Armado y Muro de Contención de Suelo Mecánicamente Estabilizado con el sistema TERRAMESH® para el Proyecto de Urbanización Toscana*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana, UPS] Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana.

<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15070>

Borja Suárez, M. (2012). *Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros*. Chiclayo.

https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil

Calavera, J. (1989). *Muros de Contención y Muros de Sótano*.

https://www.academia.edu/7859277/Muros_de_Contencion_Y_Muros_de_Sotano_CALA_VERA_1989

Cárdenas Grisales, J. (2013). *Diseño Geométrico de Carreteras*. Ecoe ediciones.

https://www.academia.edu/41350934/Dise%C3%B1o_Goem%C3%A9trico_de_Carreteras_James_C%C3%A1rdenas_Grisales

FDOT. (2018). *FDOT Civil 3D Subassembly Composer Course Guide*. Florida: TALLAHASSEE.

https://fdotwww.blob.core.windows.net/sitefinity/docs/default-source/cadd/cadd/downloads/documentation/fdotc3dsubassemblycomposer/files/fdotc3dsubassemblycomposer.pdf?sfvrsn=718bc716_0

Fratelli, M. G. (1993). *Suelos, Fundaciones y Muros*. ASTROM.

<https://www.udocz.com/apuntes/21643/suelos-fundaciones-y-muros-maria-graciela-fratelli-1>

MTOP. (2003). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*.

<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedise%C3%B1o-de-carretera-2003-ecuador.pdf>

Olaya, R. A. (2012). *Tutorial AutoCAD Civil 3D 2012 Básico v.1.0*. Robalexo Soluciones en

Topografía, GPS y SIG. <https://robalexo.files.wordpress.com/2013/04/tutorial-autocad-civil-3d-2012-bc3a1sico-v.pdf>

Ortega García , J. E. (2017) *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. Editorial MACRO.

<https://www.udocz.com/apuntes/47471/disen-de-estructuras-de-concreto-armado-tomo-ii-ing-juan-emilio-ortega-garcia>

Panchana, A. (2016). Autodesk Knowledge Network - Editor de ensamblajes. [Foro].

<https://forums.autodesk.com/t5/civil-3d-espanol/editor-de-ensamblajes/m-p/6571978#M7910>

Pascuas Rengifo, Y. (2014). *Compilado Metodología de la Investigación*. 21.

<http://www.udla.edu.co/documentos/docs/Programas%20Academicos/Tecnologia%20en%20Informatica%20y%20sistemas/Compilados/Compilado%20Metodologia%20de%20a%20Investigacion.pdf>

Peck, R., Hanson, W. y Thornburn, T. (1953). *Ingeniería de Cimentaciones*. Limusa-Noriega

Editores. <https://www.udocz.com/apuntes/19233/ingenieria-de-cimentaciones--peck-hanson-thornburn--pdf>

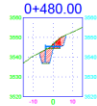
Tacué, J. A. (2017). *Diseño vial AutoCAD Civil 3D*. Universidad del Cauca – Facultad de

Ingeniería Civil. <https://www.udocz.com/apuntes/55237/disen-vial-autocad-civil-3d-2>

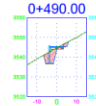
Torres Belandria, R. Á. (2008). *Análisis y Diseño de Muros de Contención de Concreto Armado*.

Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes. <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/rafaeltorres/publicaciones/Texto%201/Muros%20de%20Contenci%F3n-2008-RT.pdf>

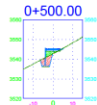
ANEXOS



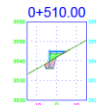
Material(s) at Station 0+480.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE	57.15	747.06	1208.36
RELLENO	0.40	2.02	2.02
MURO	5.86	58.63	87.95
CORTE VIA	15.92	296.61	513.64
PAVIMENTO	0.72	7.20	10.80
BASE	1.44	14.40	21.60
SUBBASE	2.16	21.60	32.40
MEJORAMIENTO	4.91	49.11	73.67



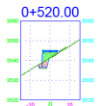
Material(s) at Station 0+490.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE	40.35	487.49	1695.85
RELLENO	1.93	11.66	13.68
MURO	5.86	58.63	146.58
CORTE VIA	5.80	108.58	622.22
PAVIMENTO	0.72	7.20	18.00
BASE	1.44	14.40	36.00
SUBBASE	2.16	21.60	54.00
MEJORAMIENTO	4.91	49.11	122.78



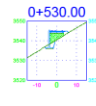
Material(s) at Station 0+500.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE	25.02	326.85	2022.69
RELLENO	8.70	53.16	66.84
MURO	5.86	58.63	205.21
CORTE VIA	0.53	31.64	653.86
PAVIMENTO	0.72	7.20	25.20
BASE	1.44	14.40	50.40
SUBBASE	2.16	21.60	75.60
MEJORAMIENTO	4.91	49.11	171.89



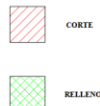
Material(s) at Station 0+510.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE	18.39	217.08	2239.78
RELLENO	13.52	111.13	177.97
MURO	5.86	58.63	263.85
CORTE VIA	0.06	2.92	656.78
PAVIMENTO	0.72	7.20	32.40
BASE	1.44	14.40	64.80
SUBBASE	2.16	21.60	97.20
MEJORAMIENTO	4.91	49.11	221.00



Material(s) at Station 0+520.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE	15.52	169.59	2409.36
RELLENO	17.63	155.77	333.74
MURO	5.86	58.63	322.48
CORTE VIA	0.00	0.28	657.06
PAVIMENTO	0.72	7.20	39.60
BASE	1.44	14.40	79.20
SUBBASE	2.16	21.60	118.80
MEJORAMIENTO	4.91	49.11	270.11



Material(s) at Station 0+530.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE	0.00	77.62	2486.98
RELLENO	23.52	205.76	539.50
MURO	5.86	58.63	381.11
CORTE VIA	0.00	0.00	657.06
PAVIMENTO	0.72	7.20	46.80
BASE	1.44	14.40	93.60
SUBBASE	2.16	21.60	140.40
MEJORAMIENTO	4.91	49.11	319.22



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA			
INGENIERÍA CIVIL			
VISTA DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES CON MURO DEL CORREDOR DEL PROYECTO			
SUB-ENSAMBLAJES		Elaborado por:	Ing. Tuter
Escala:		Est. David Mesquera	
ABCISA FINAL: 0+480		Est. Willy Lopez	
ABCISA FINAL: 0+490		Ing. Hugo Carrón	Lámina 1/2



Material(s) at Station 0+540.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE	6.22	31.09	2518.07
RELLENO	34.59	290.57	830.07
MURO	5.86	58.63	439.74
CORTE VIA	0.00	0.00	657.06
PAVIMENTO	0.72	7.20	54.00
BASE	1.44	14.40	108.00
SUBBASE	2.16	21.60	182.00
MEJORAMIENTO	4.91	49.11	368.33



Material(s) at Station 0+550.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE	0.00	31.09	2549.15
RELLENO	37.83	362.13	1192.20
MURO	5.86	58.63	498.38
CORTE VIA	0.00	0.00	657.06
PAVIMENTO	0.72	7.20	61.20
BASE	1.44	14.40	122.40
SUBBASE	2.16	21.60	183.60
MEJORAMIENTO	4.91	49.11	417.44



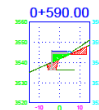
Material(s) at Station 0+560.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE	0.00	0.00	2549.15
RELLENO	35.82	368.26	1560.47
MURO	5.86	58.63	557.01
CORTE VIA	0.48	2.41	659.47
PAVIMENTO	0.72	7.20	68.40
BASE	1.44	14.40	136.80
SUBBASE	2.16	21.60	205.20
MEJORAMIENTO	4.91	49.11	466.55



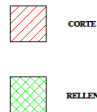
Material(s) at Station 0+570.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE	0.00	0.00	2549.15
RELLENO	32.85	343.23	1903.70
MURO	5.86	59.13	816.14
CORTE VIA	2.53	14.72	874.19
PAVIMENTO	0.72	7.20	75.60
BASE	1.44	14.40	151.20
SUBBASE	2.16	21.60	226.80
MEJORAMIENTO	4.91	49.11	515.66



Material(s) at Station 0+580.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE	0.00	0.00	2549.15
RELLENO	27.91	303.73	2207.43
MURO	5.86	59.27	675.41
CORTE VIA	6.62	44.39	718.58
PAVIMENTO	0.72	7.20	82.80
BASE	1.44	14.40	165.60
SUBBASE	2.16	21.60	248.40
MEJORAMIENTO	4.91	49.11	564.77



Material(s) at Station 0+590.00			
Material Name	Area	Volume	Cumulative Volume
CORTE	18.16	91.82	2640.97
RELLENO	18.10	230.21	2437.63
MURO	5.86	59.41	734.82
CORTE VIA	14.42	101.31	819.90
PAVIMENTO	0.72	7.20	90.00
BASE	1.44	14.40	180.00
SUBBASE	2.16	21.60	270.00
MEJORAMIENTO	4.91	49.11	613.88



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA			
INGENIERIA CIVIL			
VISTA DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES CON MURO DEL CORREDOR DEL PROYECTO			
SUB-ENSAMBLAJES		Elaborado por:	
		Ing. Tutor	
		Est. David Mosquera	
		Est. Willy Lopez	
Escala: 1:1000			
ABSCISA INICIAL: 0+460			
ABSCISA FINAL: 0+680			
		Ing. Hugo Carrión	
		Lamina 2/2	