

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA GESTIÓN DE CALIDAD
UTILIZANDO LA METODOLOGÍA BIM EN 4D EN LA
CONSTRUCCIÓN SUBTERRANEA DEL PROYECTO FTTH
LOS OLIVOS 2022 - 2023”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título
profesional de:
Ingeniero Civil

Autor:

Delfin Enrique Aguilar Villalta

Asesor:

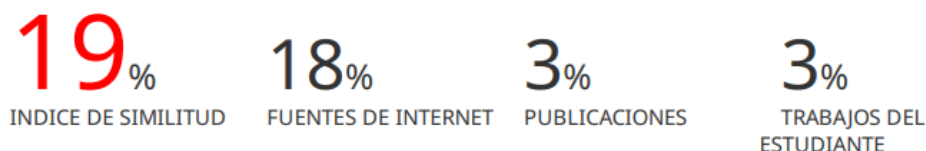
Mg. Julio Christian Quesada Llanto
<https://orcid.org/0000-0003-4366-4926>

Lima - Perú

INFORME DE SIMILITUD

Tesis-Delfin Aguilar

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	vsip.info Fuente de Internet	1%
3	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.puertos.es Fuente de Internet	1%
5	latinoamerica.autodesk.com Fuente de Internet	<1%
6	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1%
7	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1%
8	John Fredy Rojas Bujaico, Fredi Gutiérrez Martínez, Rafael Wilfredo Rojas Bujaico, Luis Enrique Pacheco Moscoso et al. "Calidad de servicio en el proceso de admisión. Un	<1%

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de suficiencia profesional a mis padres, quienes con su inmenso amor y cariño me impulsaron a cada día culminar mi carrera profesional y ser un hombre útil a la sociedad.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, dar gracias a Dios por la vida y salud que me brinda cada día.
De igual manera a la empresa donde labore, la misma que me facilitó la información
necesaria para la realización del presente trabajo.
También a mis maestros de la Universidad Privada del Norte quienes con sus enseñanzas
hicieron posible la formación de mi carrera profesional.

Tabla de contenidos

INFORME DE SIMILITUD	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN EJECUTIVO	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	18
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	30
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	97
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	129
REFERENCIAS.....	132
ANEXOS	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Principales proyectos ejecutados por la empresa.....	14
Tabla 2 Modelos de gestión de calidad.....	22
Tabla 3 Beneficios e impacto de la aplicación del BIM en proyectos	24
Tabla 4 Diferencias entre el BIM y el CAD	25
Tabla 5 Análisis FODA	36
Tabla 6 Objetivos estratégicos del FODA	37
Tabla 7 Planificación para la implementación.....	39
Tabla 8 Software utilizados en las distintas etapas del proyecto	49
Tabla 9 Codificación de modelos	50
Tabla 10 Set de propiedades	51
Tabla 11 Unidades.....	52
Tabla 12 Definición de LOD	56
Tabla 13 Metrados obtenidos con la implementación BIM.....	91
Tabla 14 Formatos de entregables del proyecto	97
Tabla 15 Análisis de Eficiencia de Recursos (ERA)	101
Tabla 16 Curva S sin BIM.....	121
Tabla 17 Componentes del Valor Ganado.....	122
Tabla 18 Variación de costo y cronograma	123
Tabla 19 Índice de Rendimiento del Costo y Cronograma.....	123
Tabla 20 Curva S con BIM.....	124
Tabla 21 Componentes del Valor Ganado.....	125
Tabla 22 Variación de costo y cronograma	126
Tabla 23 Índice de Rendimiento del Costo y Cronograma.....	126
Tabla 24 Medrado convencional sin BIM	127
Tabla 24 Medrado con la Implementación BIM.....	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de la empresa PICTELS	16
Figura 2 Etapas para implementar la metodología BIM.....	34
Figura 3 Ubicación del proyecto	47
Figura 4 Flujograma modelado condiciones existentes.....	48
Figura 5 Estructuras y organización de carpetas	50
Figura 6 Georreferenciación.....	57
Figura 7 Estilos.....	58
Figura 8 Paste to original coordinates	58
Figura 9 Referencia del proyecto	59
Figura 10 Geolocalización.....	59
Figura 11 Model Builder	60
Figura 12 Modelo Infracorros	60
Figura 13 Archivo IMX.....	61
Figura 14 Surface	61
Figura 15 Modelo Inicial.....	62
Figura 16 Vistas Perfil.....	63
Figura 17 Identificación y creación de la rasante	64
Figura 18 Medio ducto con carpeta asfáltica.....	65
Figura 19 Ducto completo con carpeta asfáltica.....	65
Figura 20 Import Subassemblies	66
Figura 21 Paleta de subassemblies	66
Figura 22 Assemblys con carpeta asfáltica.....	67
Figura 23 Assemblys sin carpeta asfáltica.....	67
Figura 24 Creación del Corridor.....	68
Figura 25 Definición del Corridor	68
Figura 26 Visualización del Corridor	69
Figura 27 Lista de Corridor	69

Figura 28 Sólidos del Corridor ZY.....	70
Figura 29 Archivos de los sólidos del Corridor.....	71
Figura 30 Planta y Perfil de la Caja de Registro.....	71
Figura 31 Nueva familia y unidades.....	72
Figura 32 Líneas de referencia	73
Figura 33 Creación de parámetros.....	73
Figura 34 Generación de solidos	74
Figura 35 Diseño con cámara XA	74
Figura 36 Parámetros asignados a nuestros modelos	75
Figura 37 Plantilla	76
Figura 38 Importación de referencias.....	76
Figura 39 Icono de importación de la familia.....	77
Figura 40 Ubicación de la estructura.....	77
Figura 41 Ubicación de elevación de caja.....	78
Figura 42 Exportación de archivos NWC.....	79
Figura 43 Inicio e importación de archivos de colaboración.....	79
Figura 44 Importación de archivos.....	80
Figura 45 Vistas del Navisworks.....	81
Figura 46 Importación de redes de tuberías.....	82
Figura 47 Importación de archivos y vistas de registros de cajas de tuberías	82
Figura 48 Cuaderno de trabajo de cuantificación	83
Figura 49 Item Catalog.....	84
Figura 50 Cuantificación.....	86
Figura 51 Grupo de medición.....	87
Figura 52 Timeliner.....	87
Figura 53 Export MS Project.....	89
Figura 54 Exportación de metrados.....	90
Figura 55 Elementos no enlazados	93

Figura 56 Elementos enlazados	93
Figura 57 Sectorización de los elementos utilizados	94
Figura 58 Vinculación del Sector 03 con el Sector 04	96
Figura 59 Recursos Planificados vs Empleados (mano de obra y equipos)	100
Figura 60 Recursos Planificados vs Empleados (materiales)	100
Figura 61 Recursos Planificados vs Empleados (materiales)	101
Figura 62 Análisis de interferencia 1	104
Figura 63 Análisis de interferencia 2	105
Figura 64 Análisis de Interferencia 3	106
Figura 65 Análisis de Interferencia 4	107
Figura 66 Solución a la interferencia 1	108
Figura 67 Solución a la interferencia 2	109
Figura 68 Solución a la interferencia 3	110
Figura 69 Solución a la interferencia 4	111
Figura 70 Clash Detective en Naviswork	112
Figura 71 Interferencias analizadas en el Navisworks	113
Figura 72 Informe de interferencias detectadas	113
Figura 73 Interferencia de un caso	114
Figura 74 Informe del Test de los conflictos resueltos	114
Figura 75 Cronograma FTTH Los Olivos_CL01 sin la implementación de la metodología BIM – 1	116
Figura 76 Cronograma FTTH Los Olivos_CL01 con la implementación de la metodología BIM – 1	119
Figura 77 Curva S sin BIM	121
Figura 78 Porcentaje de Componentes en el Valor Ganado	122
Figura 79 Curva S con BIM	124
Figura 80 Porcentaje de Componentes en el Valor Ganado	125

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo se enfoca en la implementación exitosa de la metodología BIM para gestionar la calidad en la construcción subterránea del proyecto FTTH Los Olivos 2022-2023. La aplicación de BIM ha demostrado ser altamente efectiva para mejorar la calidad y eficiencia en la implementación de la red de fibra óptica FTTH. Con la implementación de BIM, se ha logrado optimizar los procesos de control de calidad y mejorar la coordinación entre los diferentes actores involucrados en el proyecto. Los modelos digitales en 3D creados con BIM han facilitado la gestión de información en todas las etapas, permitiendo una comunicación fluida y una colaboración efectiva entre los equipos de trabajo.

Durante la implementación de la gestión de calidad con BIM, se establecieron estándares rigurosos y se definieron indicadores clave de rendimiento (KPI) para evaluar la calidad en cada etapa del proyecto. Esto ha permitido un monitoreo cercano de los avances y asegurar el cumplimiento de los estándares establecidos. El uso de software BIM especializado ha facilitado el análisis de interferencias, la detección de problemas y la realización de correcciones tempranas, evitando retrabajos y retrasos costosos. Los resultados obtenidos de la implementación de BIM en la construcción subterránea del proyecto FTTH Los Olivos han sido altamente satisfactorios. Se ha logrado una mayor eficiencia en la coordinación y ejecución de las actividades, reduciendo errores y retrabajos significativamente. La comunicación y colaboración entre los equipos de diseño, ingeniería y construcción ha mejorado notablemente, lo que ha contribuido a una toma de decisiones más efectiva y a un flujo de trabajo más eficiente.

Palabras clave: Gestión de calidad, BIM, FTTH, Software, Modelado.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, la forma en que trabajamos ha experimentado cambios significativos. Desde la Revolución Industrial en el siglo XIX, hemos presenciado tres revoluciones tecnológicas clave. En 1880, se inventaron los sistemas eléctricos, seguidos por la aparición de las computadoras en la década de 1950 y el procesamiento de datos durante la era de la globalización en 1980. Estos avances han transformado la competencia en el mercado actual, donde la capacidad de obtener y utilizar información de manera eficiente es vital para alcanzar objetivos comerciales. (Dávila, 2017)

En el campo de las telecomunicaciones, se ha basado en la tecnología de vanguardia que continúa mejorando en términos de eficiencia y calidad. Ha experimentado transformaciones desde sistemas analógicos hasta sistemas digitales, y ahora incluso utiliza señales ópticas que ofrecen velocidad, claridad y excelencia. (Dávila, 2017)

Esto ha generado que las telecomunicaciones tengan un crecimiento muy rápido, el mismo que va de la mano con la construcción de estructuras para poder ampliar las redes. Asimismo, la aplicación de nuevas tecnologías para realizar un eficiente seguimiento y control de estas es fundamental, debido a que la industria de la construcción enfrenta desafíos significativos en términos de productividad, y estos desafíos se reflejan en la falta de eficiencia en los procesos actuales. La evaluación de la productividad se limita principalmente a términos cualitativos, lo que dificulta su análisis cuantitativo y la identificación de áreas de mejora. Además, la presencia de controles regulatorios, el impacto del medioambiente, los efectos climáticos y otros factores externos afectan la productividad general en la construcción. Estas ineficiencias representan obstáculos importantes que deben

abordarse para lograr mejoras significativas en la eficiencia y la productividad en la industria de la construcción. (Frias, 2018)

Por tal motivo, el uso de nuevas técnicas y/o metodologías para mejorar el control y consecuentemente la eficiencia del proyecto, resultan muy importantes y necesarias. La metodología BIM (Building Information Modeling), es una técnica que trae consigo muchos beneficios, ha revolucionado la industria de la construcción al proporcionar una forma innovadora de diseñar, construir y gestionar proyectos. A diferencia de las herramientas de CAD tradicionales, BIM permite crear modelos digitales en 3D que contienen información detallada sobre el proyecto y su construcción. Estos modelos van más allá de la representación gráfica, ya que integran datos adicionales, como materiales, propiedades físicas, costos y cronogramas de construcción. Esto facilita una mayor precisión en el diseño, así como una mejor comunicación y colaboración entre los equipos. Además, BIM ayuda en la planificación y gestión de la construcción al identificar posibles conflictos y problemas logísticos de manera anticipada, minimizando errores, retrabajos y retrasos en el proyecto. La información actualizada y detallada en el modelo BIM permite una mayor eficiencia en la coordinación y seguimiento de los procesos de construcción, mejorando la toma de decisiones y la resolución de problemas en tiempo real. (Pérez Gómez Martínez et al., 2019)

1.1. Descripción de la empresa

PICTELS S.A.C. se estableció con el propósito de satisfacer las necesidades del mercado en la construcción de infraestructura de telecomunicaciones. Siendo expertos en brindar soluciones efectivas en obras civiles, tendido de cable y equipamiento en general para proyectos de expansión con redes de fibra óptica, garantizando el cumplimiento de los objetivos deseados en cada uno de los niveles de los proyectos asignados. Su enfoque

principal es brindar un servicio de calidad a todos sus clientes y participar activamente en todas las etapas del proyecto para ello cuentan con un equipo de profesionales altamente capacitado que aplican las mejores prácticas reconocidas en el campo de la ingeniería y construcción de proyectos de telecomunicaciones.

1.2. Servicios que brinda

Obra civil para telecomunicaciones

- Izado de postes de fibra de vidrio.
- Izado de postes de concreto armado centrifugado (CAC).
- Construcción de canalización subterránea en cualquier tipo de pavimento.
- Micro canalizado en cualquier tipo de pavimento.
- Construcción de cámaras subterráneas (XA, XB, entre otros)
- Instalación de cámaras subterráneas prefabricadas.
- Servicio de Cala en ductos obstruidos.
- Reposición de veredas y calzadas afectadas por infraestructura subterránea.

Ingeniería y construcción para el despliegue de fibra óptica PEXT y PINT

- Diseño e ingeniería de enlaces según requerimiento.
- Gestión y obtención de licencias de construcción.
- Tendido de fibra óptica aérea y subterránea.
- Instalación de cubiertas para empalme (mufas)
- Instalación de cabeceras terminales (ODF)
- Empalme, sangrado, quemado de magas de fibra óptica.
- Certificación con OTDR - IOLM y medición de potencia.

Ingeniería, construcción y mantenimiento de redes FTTH.

- Diseño, ingeniería y presupuesto óptico.
- Gestión y obtención de licencias de construcción.
- Instalación de cable de fibra óptica y equipamiento pasivo.
- Instalación de acometida desde CTO hasta domicilio.
- Montaje de roseta óptica.
- Instalación, configuración y medición de: ONT, Router y Decodificador TV.
- Servicio de mantenimiento de averías.

Diseño, implementación y mantenimiento de pozos a tierra

- Construcción de pozos a tierra horizontales o verticales con el ohmiaje deseado (menor a 15, 10, 5 o menos).
- Pozos de base de gel, base de cemento conductivo.
- Mantenimiento de pozos a tierra

1.3. Descripción de principales clientes y obras ejecutadas

A continuación, mostramos una tabla resumen de los proyectos en los que PICTELS ha participado:

Tabla 1

Principales proyectos ejecutados por la empresa

Cliente	Proyectos
BELTRAN CHORIZOLA Y BALAGUER S.A.C	- Incremento de capacidad, enlace de fibra óptica Huánuco to Pillcomarca (25km FO) – Cliente final ENTEL - Despliegue FTTH WIN - San Juan de Miraflores (60km de FO) – Cliente final WIN - Servicio de FTTH para el Mall Santa Anita (15km FO) – Cliente final ENTEL
GRUPO TRICONM S.A.C	-Servicios fijos: S413698-S413699_AUSTRAL GROUP (4 km FO) – Cliente final ENTEL -Servicios Fijos: S413700/701_AUSTRAL GROUP (4 Km FO) – Cliente final ENTEL -Servicios Fijos S415438 ORANGE ESPANA LIMA (4km FO) – Cliente final ENTEL
LICENCIAS PROYECTOS Y	- Proyecto de ATENCIÓN a CLIENTES con redes de ÚLTIMA MILLA – (20 km de FO) – cliente final ENTEL

SEGURIDAD Y SALUD SL	- FTTH Los Olivos (1500 m de canalizado subterráneo, 20 cámaras XA) – Cliente final Redes de fibra
TELRAD PERU S.A.	- Ingeniería y construcción del proyecto Densificación zona SUR 2023 (42 Puntos para antena) – Cliente final CLARO
UNIÓN ELÉCTRICA S.A.	- Diseño e ingeniería para el proyecto de FO del enlace “AYACUCHO to ANDAHUAYLAS” (100 km de FO) – Cliente final INTERNEXA

Fuente: Datos proporcionados por la empresa.

1.4. Misión, visión y valores de la empresa

Misión

Ser a ojos de nuestros clientes los mejores en el mercado, reconocidos por nuestra capacidad de gestión y seriedad en el cumplimiento de nuestros compromisos.

Visión

Contribuir al éxito de nuestros clientes, satisfaciendo sus necesidades en el desarrollo de sus proyectos con calidad, seguridad y dentro del plazo establecido.

Valores

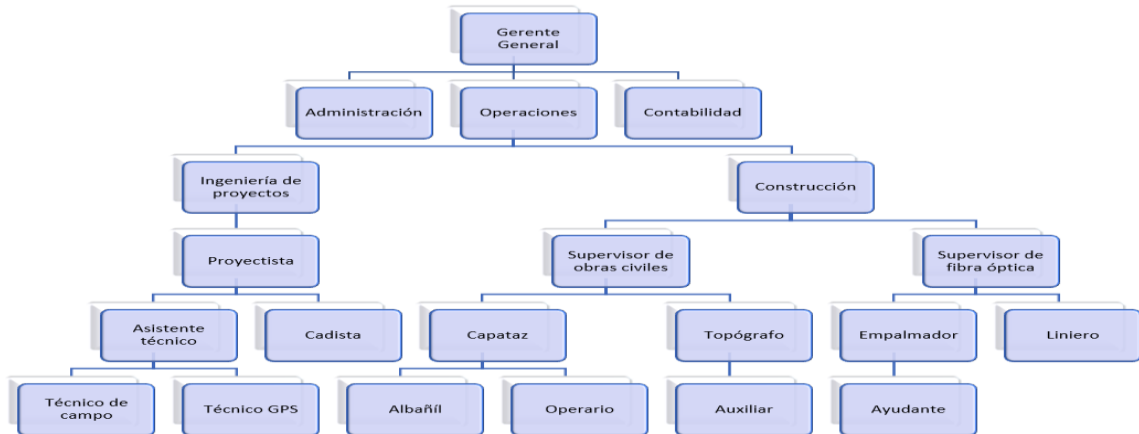
Los valores que se fomentan en la empresa son:

- Calidad de servicios
- Exigencia
- Cumplimiento
- Disciplina
- Deber
- Innovación.

1.5. Organigrama de la empresa y funciones que cumple.

Referente a la estructura organizacional de la empresa, tenemos a las diversas áreas que están organizadas de manera jerárquica (Ver Figura 1):

Figura 1
Organigrama de la empresa PICTELS



Nota: Datos proporcionados por la empresa.

La gerencia general

Es el representante legal de la empresa y encargada de liderar y coordinar las actividades políticas y estrategias de las diferentes áreas para lograr los objetivos propuestos

Administración

El área de administración se encarga de gestionar y coordinar las actividades administrativas y operativas de la organización. Esto incluye la gestión de recursos humanos, el control de costos y presupuestos, la supervisión de procesos internos, la administración de contratos y licitaciones, así como el cumplimiento de regulaciones y normativas. Su función es garantizar el funcionamiento eficiente de la empresa y proporcionar apoyo administrativo a todas las áreas de la organización.

Operaciones

El área de operaciones se encarga de supervisar y gestionar las actividades relacionadas con la ejecución de proyectos, incluyendo la planificación, programación y

coordinación de la cadena de suministro, con el objetivo de asegurar la eficiencia y cumplimiento de los plazos establecidos.

Contabilidad

El área de contabilidad se encarga de gestionar y supervisar los aspectos financieros y contables de la empresa. Esto incluye el registro de transacciones, el seguimiento de ingresos y gastos relacionados con la construcción de redes, y la elaboración de estados financieros. Su función es mantener un control preciso de los recursos económicos de la empresa y proporcionar información financiera relevante para la toma de decisiones.

1.6. Objetivos de la empresa

La empresa PICTELS tiene como principal objetivo:

- Implementar y actualizar los documentos de gestión de la empresa considerando la metodología BIM, en todos los procesos implicados en la ejecución del proyecto.
- Lograr el incremento de desarrollo en la región en donde se viene realizando el proyecto, a través de un aumento en la mejora del servicio de telecomunicaciones.
- Mejorar la satisfacción de los clientes brindándoles servicios y productos de calidad.
- Realizar cursos y/o talleres de habilidades blandas entre los trabajadores de la empresa que fomenten un buen clima laboral.
- Adecuar la infraestructura de cada área de la empresa con estándares de calidad y seguridad de las instalaciones.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2. Bases teóricas

2.1. Infraestructuras para Redes de Telecomunicaciones

El desarrollo integrado de infraestructuras para redes de telecomunicaciones consiste en la planificación, construcción y mantenimiento de sistemas de comunicaciones eficientes y escalables. Este enfoque busca crear una infraestructura física sólida y una red de comunicaciones robusta para satisfacer las crecientes demandas de conectividad en la sociedad actual. Implica la planificación estratégica, el diseño adaptativo, la construcción eficiente y la implementación de tecnologías emergentes, todo ello con el objetivo de mejorar la conectividad, impulsar el desarrollo económico, fomentar la inclusión digital y fortalecer los servicios públicos. (Hernandez Sandoval and Yovera Huamán, 2019). La implementación exitosa de la metodología BIM en el proyecto FTTH Los Olivos se vio beneficiada por el enfoque del desarrollo integrado de infraestructuras para redes de telecomunicaciones.

La planificación estratégica, el diseño adaptativo, la construcción eficiente y la implementación de tecnologías emergentes jugaron un papel fundamental en la mejora de la conectividad y el impulso del desarrollo económico. Gracias a este enfoque, logramos una infraestructura física sólida y una red de comunicaciones robusta para satisfacer las demandas crecientes de conectividad en la sociedad actual.

2.2. Fibra óptica

Se trata de un tipo de una red muy utilizada actualmente por toda clase de empresa de telecomunicaciones. Son delgados filamentos compuesto por un material transparente como vidrio o plástico, encargados de transportar los pulsos de luz donde se encuentran en

forma de paquetes los distintos datos a transmitir. La luz se mantiene completamente confinada, es por eso que para la utilización de este elemento tiene que tener un ángulo adecuado para la reflexión total según la Ley de Snell. (Ricardo, 2020)

Lo conocido por la tecnología en fibra óptica fue fundamental para la realización exitosa de la obra. La utilización de este medio de propagación en el proyecto FTTH Los Olivos permitió una transmisión eficiente y confiable de datos, garantizando una conectividad óptima para los usuarios. La fibra óptica demostró ser una solución efectiva para cumplir con las demandas de velocidad y capacidad de la red, brindando una infraestructura robusta y de alto rendimiento. Su implementación en la obra contribuyó significativamente al éxito del proyecto.

2.3. Planificación de obras de telecomunicaciones

La etapa de diseño y planificación de infraestructuras de telecomunicaciones implica considerar una serie de aspectos clave. Es necesario evaluar las necesidades de cobertura, identificando las áreas geográficas que requieren servicios de comunicación. Además, se deben analizar los patrones de uso de los usuarios para garantizar una distribución eficiente de la infraestructura. Otro aspecto crucial es la capacidad de la red, que implica estimar la cantidad de usuarios y el tráfico esperado para dimensionar adecuadamente los recursos necesarios. También, se deben definir la topología de la red, determinando la disposición y la interconexión de los nodos y los elementos de infraestructura. Por último, se deben seleccionar las tecnologías apropiadas que permitan una transmisión eficiente de los datos y cumplan con los requisitos de velocidad, confiabilidad y seguridad. Estas consideraciones

garantizan un diseño sólido y una planificación adecuada para la implementación exitosa de infraestructuras de telecomunicaciones. (Meza and Vega, 2021)

El diseño y la planificación estratégica de infraestructuras de telecomunicaciones fueron esenciales para el éxito del proyecto FTTH Los Olivos. Mediante el análisis de las necesidades de cobertura y los patrones de uso de los usuarios, se logró una distribución eficiente de la infraestructura. La estimación cuidadosa de la capacidad de la red y la definición de la topología garantizaron una conectividad óptima. La selección de tecnologías adecuadas aseguró una transmisión eficiente de datos. En resumen, el diseño y la planificación fueron fundamentales para una implementación exitosa.

2.4. Gestión de calidad en la construcción

Se refiere a los procesos y actividades orientados a garantizar que los proyectos cumplan con las expectativas y necesidades del cliente. Se basa en el establecimiento de estándares y especificaciones claras que deben ser cumplidas durante la ejecución del proyecto. La calidad se define no solo en términos de conformidad con las especificaciones, sino también en relación con los requerimientos de prestaciones y rendimiento del proyecto. (Solano, 2019)

En este contexto, la gestión de calidad busca lograr una ejecución eficiente y exitosa de los proyectos, asegurando que se cumplan los estándares de calidad establecidos. Esto implica la implementación de procesos de mejora continua, donde se identifican y corrigen posibles desviaciones o fallas en el cumplimiento de los requisitos establecidos. Además, la gestión de calidad se enfoca en lograr un acabado significativamente más atractivo que el de la competencia, brindando un valor agregado al cliente. (Solano, 2019)

La gestión de calidad en la construcción del proyecto FTTH Los Olivos fue clave para garantizar la satisfacción del cliente y lograr un alto nivel de acabado. Se establecieron estándares y especificaciones claras, lo que permitió asegurar la conformidad con los requisitos del proyecto. Además, se implementaron procesos de mejora continua para corregir cualquier desviación o falla en el cumplimiento de los requisitos. En resumen, la gestión de calidad contribuyó a una ejecución exitosa y a brindar un valor agregado al cliente.

2.5. Técnicas y/o modelos de gestión de calidad

Lograr una gestión de obras sin deficiencias es un objetivo crucial en la industria de la construcción. Para alcanzar este objetivo, se requiere una comprensión profunda de los factores críticos presentes en los procesos constructivos, así como la implementación de técnicas de planificación de obras y supervisión efectivas para el control de deficiencias y la mitigación de pérdidas económicas. (Delgado, 2022)

En este contexto, se destaca la importancia de las etapas de planificación y control como elementos fundamentales en la gestión de obras exitosas. La filosofía Lean Construction, conocida también como "construcción sin pérdidas", emerge como una metodología que puede desempeñar un papel clave en la solución de estos desafíos. Esta filosofía se enfoca en la eliminación de actividades que no agregan valor y la optimización de los procesos de construcción, buscando reducir las deficiencias y maximizar la eficiencia en las edificaciones. (Delgado, 2022)

Asimismo, se reconoce que las metodologías como BIM (Building Information Modeling), ISO (Organización Internacional de Normalización), Six Sigma y TQM (Gestión de Calidad Total) complementan y fortalecen los esfuerzos de la gestión de obras. La metodología BIM proporciona un trabajo colaborativo, basado en el uso de modelos digitales

que mejora la comunicación y la coordinación entre los diferentes actores del proyecto. Por otro lado, las normas ISO establecen estándares internacionales para la gestión de calidad, mientras que Six Sigma y TQM brindan enfoques sistemáticos para mejorar la calidad y reducir los defectos en los procesos de construcción. (Sampaio, 2022)

Se identificaron técnicas de planificación y supervisión efectivas, como la filosofía Lean Construction y el uso de metodologías como BIM, ISO, Six Sigma y TQM, para garantizar una gestión de obras sin deficiencias en el proyecto FTTH Los Olivos. Estas acciones contribuyeron a optimizar la calidad, eficiencia y reducir las posibilidades de deficiencias en la construcción.

Tabla 2

Modelos de gestión de calidad

Modelo de Gestión de Calidad	Beneficio
ISO 9001	Mejora de la satisfacción del cliente y procesos eficientes.
Six Sigma	Reducción de defectos y mejora de la calidad en los procesos.
Modelo EFQM	Mejora del desempeño global y enfoque en la excelencia.
Lean Manufacturing	Eliminación del desperdicio y mejora de la eficiencia.
TQM (Total Quality Management)	Participación activa de los miembros y mejora continua de la calidad.
BIM	Mejora de la coordinación y gestión de información en proyectos de construcción.

Nota: Se muestra los beneficios de los modelos de gestión de calidad.

2.6. Building Information Modeling (BIM)

Este enfoque se basa en el uso de herramientas digitales que sirve de colaboración en la documentación de manera conjunta todo el ciclo de vida de la construcción y las infraestructuras. Donde se busca crear un repositorio centralizado de datos valiosos para todos los participantes en el proceso de construcción. Esta metodología, que se ha asociado recientemente con la gestión de la construcción, promueve la utilización de softwares de la familia de la Ingeniería Civil. Estos programas facilitan la generación de documentación necesaria, el control presupuestario, la planificación con Microsoft Project y la simulación con Naviswork, permitiendo la preparación, navegación y visualización del proyecto de manera integrada. (Choclán et al., 2014)

Permitiendo que el diseño sea en una dimensión determinada desde las primeras etapas del proyecto, integrando información detallada que conforman el proyecto, como ubicaciones, costos, tiempos, especialidades y otra documentación relevante. Esta información se comparte y comunica a los diversos actores involucrados en las diferentes etapas del proyecto. BIM se basa en una base de datos digital donde se almacena la información de la edificación, lo que facilita la visualización simultánea de las actividades del proyecto y permite una comunicación fluida y oportuna entre los profesionales. El desarrollo del modelo del proceso de obra en BIM 5D se basa en conceptos que se integran en la estructura del proyecto. (Pérez Gómez Martínez et al., 2019)

La implementación de la metodología BIM en el proyecto FTTH Los Olivos permitió una mejor coordinación y comunicación entre los equipos de diseño, ingeniería y construcción, lo que contribuyó a evitar deficiencias y optimizar los procesos en la ejecución de la obra.

Tabla 3

Beneficios e impacto de la aplicación del BIM en proyectos

Beneficios de la Implementación BIM	Impacto
Mejora en la coordinación y colaboración entre equipos y disciplinas, evitando conflictos y retrabajos costosos.	Reducción de costos y tiempo en el proyecto.
Mayor precisión y calidad en el diseño y construcción, minimizando errores y optimizando los resultados.	Mejora en la satisfacción del cliente y la reputación de la empresa.
Facilita la detección temprana de problemas y la toma de decisiones basada en información actualizada y precisa.	Mejora en la eficiencia y la productividad de los equipos de trabajo.
Permite una mejor planificación y control del proyecto, optimizando el uso de recursos y minimizando los riesgos.	Aumento en la eficacia y la rentabilidad de los proyectos.
Facilita la comunicación clara y efectiva entre todos los involucrados, mejorando la comprensión y la transparencia.	Fortalecimiento del vínculo entre socios y proveedores.
Proporciona una base de datos digital centralizada y actualizada que agiliza el acceso a la información relevante.	Mejora en la gestión del conocimiento y la toma de decisiones informada.

Nota: El impacto que tiene el BIM en los proyectos es beneficioso.

2.7. Diferencias entre BIM y CAD

Estas dos metodologías han sido objeto de comparación y análisis, ya que, aunque comparten algunos aspectos en su forma de trabajo, presentan enfoques distintos. En primer lugar, el CAD reproduce el proceso de diseño de manera similar a la tradicional, utilizando herramientas digitales para generar dibujos en 2D que son independientes entre sí. Cada modificación realizada en el CAD debe ser efectuada de forma individual, sin una relación automática entre los diferentes elementos. Por otro lado, el BIM recrea el proceso real de

construcción al utilizar un enfoque tridimensional, donde cada elemento de la construcción está presente y se relaciona con los demás. Los cambios realizados en BIM se propagan automáticamente a través del modelo, lo que permite una mayor eficiencia en la gestión de cambios y reducción de errores. (Guardia and Maihuire, 2022)

En cuanto a la detección de errores, la metodología BIM destaca por su capacidad de identificar rápidamente cualquier inconsistencia o error en el modelo, debido a su enfoque automatizado y la integración de información en tiempo real. Por el contrario, en el CAD, los errores pueden pasar desapercibidos durante el proceso de diseño, lo que puede llevar a arrastrarlos a lo largo del proyecto y generar costos adicionales.

La identificación de diferencias entre CAD (diseño asistido por computadora) y BIM (modelado de información de construcción) es de suma importancia en la industria de la construcción. Mientras que CAD se centra principalmente en el diseño y la representación bidimensional, BIM proporciona un enfoque tridimensional y multidimensional que integra información detallada sobre el proyecto, como geometría, costos, programación y propiedades de los materiales. Al identificar estas diferencias, se puede comprender la ventaja y el potencial de BIM para mejorar la colaboración, la eficiencia y la toma de decisiones en todas las etapas del proyecto de construcción. (Guardia and Maihuire, 2022)

Tabla 4

Diferencias entre el BIM y el CAD

Características	BIM	CAD
Dimensión	3D y más (incluye datos de construcción y más)	Principalmente 2D (dibujos técnicos en plano)
Uso de datos	Basado en objetos y componentes	Basado en líneas y polígonos
Interoperabilidad	Permite la colaboración y coordinación	Limitada capacidad de colaboración

Información	Contiene datos completos de la construcción	Enfocado en la representación gráfica
Cambios y actualizaciones	Actualizaciones automáticas y en tiempo real	Cambios manuales y no sincronizados
Análisis y simulaciones	Permite análisis de rendimiento y simulaciones	Limitado o ausente análisis y simulaciones
Ciclo de vida del proyecto	Abarca desde el diseño hasta la operación	Se centra en la etapa de diseño y documentación
Coordinación espacial	Identifica y resuelve incompatibilidades	No enfocado en la coordinación espacial
Eficiencia y precisión	Mayor eficiencia y precisión en la construcción	Requiere mayor revisión y ajustes manuales
Visualización	Representación realista del proyecto	Representación bidimensional

Nota: Elaboración propia.

2.8. BIM en Perú

En el contexto peruano, se ha observado un aumento en la implementación de la metodología BIM, especialmente en proyectos de vivienda, tanto multifamiliares como unifamiliares, los cuales representan aproximadamente el 37% del total. En Lima Metropolitana y el Callao, las empresas constructoras del sector privado han optado por aprovechar los beneficios que ofrece BIM, y se destacan dos propiedades fundamentales: la compatibilización y la visualización. Estas propiedades permiten identificar y resolver conflictos entre diferentes disciplinas y visualizar de manera realista el resultado final del proyecto, lo que contribuye a una mayor eficiencia en la toma de decisiones y a la reducción de errores y retrabajos. (Guardia and Maihuire, 2022)

En el ámbito estatal, en el año 2019, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento emitió la resolución ministerial 242-2019, la cual estableció los lineamientos para el uso de BIM en los proyectos de infraestructura y construcción del sector público.

Esta medida gubernamental evidencia el reconocimiento de los beneficios y la importancia estratégica de la implementación de BIM en el país. Sin embargo, se reconoce que aún existe un camino por recorrer en términos de su plena adopción y utilización a nivel nacional, ya que el uso de BIM en el Perú se encuentra en una etapa de expansión en comparación con otros países. (Plan BIM Perú, 2021)

En este sentido, se vislumbra un amplio potencial de crecimiento y aplicación de BIM en diversos sectores de la industria de la construcción peruana. La adopción de esta metodología puede impulsar la colaboración entre los diferentes actores del proyecto, mejorar la eficiencia en la gestión de recursos, reducir los costos y aumentar la calidad de las construcciones. Asimismo, a medida que se promueva una mayor conciencia y capacitación sobre BIM, se espera una mayor aceptación y adopción en los proyectos de infraestructura y construcción a lo largo del país, lo que permitirá aprovechar al máximo los beneficios que ofrece esta innovadora metodología en el sector peruano. (Guardia and Maihuire, 2022)

El BIM es de gran importancia en Perú debido a su capacidad para mejorar la planificación, coordinación y calidad de los proyectos de construcción. También promueve la integración y colaboración entre los actores de la industria, lo que resulta en una mayor eficiencia y satisfacción del cliente.

2.9. Plan de Gestión

Un plan de gestión se refiere a la estrategia óptima para administrar una organización tanto en sus operaciones diarias como a largo plazo. Este plan abarca los enfoques tradicionales utilizados para llevar a cabo una variedad de tareas, que incluyen la gestión

financiera, la coordinación de las actividades diarias de la organización, el establecimiento de los métodos de trabajo de los miembros de la organización, así como el marco, la filosofía y la inteligencia que respaldan estas metodologías. (Delgado, 2022)

En otras palabras, un plan de gestión se centra en identificar y aplicar las prácticas y procesos más eficientes y efectivos para alcanzar los objetivos de la organización. Esto implica la asignación adecuada de recursos financieros, la organización y supervisión de las tareas y actividades diarias, la optimización de los flujos de trabajo y la promoción de una cultura organizacional sólida. (Delgado, 2022)

Para desarrollar un plan de gestión exitoso, es necesario considerar diversos aspectos, como la planificación estratégica, la asignación de roles y responsabilidades, el establecimiento de metas y objetivos claros, la implementación de sistemas de seguimiento y control, y la promoción de la mejora continua. Además, es esencial tener en cuenta las tendencias y mejores prácticas en la gestión empresarial, así como adaptarse a los cambios del entorno y mantener una mentalidad abierta hacia la innovación y la adaptación. (Delgado, 2022)

El plan de gestión asociado a tu obra es de vital importancia, ya que proporciona una estructura organizada y sistemática para la ejecución del proyecto. Ayuda a establecer metas claras, definir responsabilidades, identificar los recursos necesarios y establecer los pasos a seguir. Además, permite monitorear y controlar el avance del proyecto, asegurando el cumplimiento de los plazos, costos y estándares de calidad establecidos. En resumen, el plan de gestión es fundamental para lograr una ejecución exitosa y eficiente de tu obra. (Salinas and Prado, 2019)

2.10. Optimización de costos

La optimización de costos se define como el conjunto de análisis que busca mejorar los procesos correspondientes a los costos en una organización. En este contexto, la metodología BIM se presenta como una herramienta que ayuda a disminuir las variabilidades presentes en la construcción, tanto en la fase de diseño como en la fase de construcción, lo cual tiene un impacto directo en la optimización de los tiempos y los costos asociados a la ejecución de un proyecto. (Plebankiewicz et al., 2015)

La implementación de BIM permite corregir los costos al abordar posibles errores en la cuantificación de los elementos de construcción y al realizar un análisis más preciso de los precios unitarios utilizados en el presupuesto. Es común que estos precios unitarios no reflejen de manera adecuada las particularidades de cada proyecto, lo que puede resultar en desviaciones en los costos estimados. Además, la metodología BIM facilita la identificación y reducción de incompatibilidades e interferencias en un proyecto, aspectos que no son fácilmente identificables mediante enfoques tradicionales. (Guardia and Maihuire, 2022)

La optimización de costos asociada a tu obra es de gran importancia, ya que permite maximizar la eficiencia y rentabilidad del proyecto. Al buscar reducir los costos sin comprometer la calidad, se pueden obtener beneficios significativos, como el ahorro de recursos financieros, la maximización del retorno de inversión y la competitividad en el mercado. Además, la optimización de costos permite utilizar los recursos de manera más eficiente, identificar posibles áreas de mejora y tomar decisiones informadas para lograr un equilibrio adecuado entre los costos y los resultados obtenidos.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. Inicio de la experiencia profesional

Durante mi tiempo de trabajo en el proyecto "FTTH Los Olivos 2022-2023" como jefe de ingeniería de proyectos, en el área de operaciones, tuve la oportunidad de desempeñar una variedad de actividades que contribuyeron al éxito del proyecto. Durante esta experiencia, pude aplicar una variedad de conocimientos y habilidades, enfrentando desafíos y aprovechando oportunidades de mejora.

Una de mis responsabilidades clave fue realizar inspecciones y seguimiento de las actividades de construcción en el sitio. Realicé inspecciones exhaustivas en cada etapa del proyecto, verificando la calidad de los materiales utilizados, la correcta ejecución de las tareas y el cumplimiento de las normas y regulaciones aplicables. Esta labor me permitió identificar y corregir de manera oportuna cualquier desviación o defecto, garantizando la entrega de una infraestructura de calidad.

Además, participé en la coordinación de los diferentes equipos de trabajo involucrados en el proyecto. Colaboré estrechamente con el equipo de diseño para asegurar la correcta interpretación de los planos y especificaciones técnicas, facilitando así la ejecución precisa de las actividades constructivas. Asimismo, trabajé en estrecha colaboración con el equipo de gestión de proyectos, asegurando una comunicación fluida y efectiva entre todas las partes interesadas.

Otra tarea importante fue el análisis y seguimiento del presupuesto asignado al proyecto. Utilicé herramientas de control y gestión financiera para monitorear los costos en tiempo real, identificando posibles desviaciones y tomando medidas correctivas oportunas.

Además, colaboré en la búsqueda de alternativas y soluciones para optimizar los recursos y maximizar la eficiencia en la ejecución del proyecto.

En relación al cronograma, desempeñé un papel fundamental en el análisis y monitoreo del avance de las actividades. Realicé un seguimiento riguroso de los hitos y plazos establecidos, identificando posibles retrasos y proponiendo medidas para mitigarlos. Utilicé herramientas de programación y gestión de proyectos para asegurar la optimización del tiempo y la secuencia adecuada de las tareas.

A lo largo de mi experiencia, enfrenté retos significativos, pero también experimenté los beneficios de la metodología BIM en el desarrollo del proyecto. La capacidad de utilizar modelos tridimensionales y herramientas de visualización me permitió anticipar posibles conflictos y errores de diseño, optimizando así el proceso constructivo. Además, la integración de la metodología BIM en la gestión de la calidad, el presupuesto y el cronograma mejoró la eficiencia y la toma de decisiones en todas estas áreas.

3.2. Descripción del proyecto e involucrados

El proyecto ejecutado por PICTELS consistió en la implementación de una red de fibra óptica en modalidad "Proyecto Llave en Mano" para construir la infraestructura distribuida en clusters del proyecto FTTH (Fiber To The Home) en el distrito limeño de Los Olivos. PICTELS asumió el rol de subcontratista encargada de coordinar todas las actividades necesarias, desde el replanteo de la solución de ingeniería hasta la entrega final del proyecto. Se realizaron obras civiles, como la izado de postes propios y construcción subterránea de cámaras XA, así como la gestión logística de materiales y la obtención de los permisos y autorizaciones requeridos.

Durante la ejecución del proyecto, PICTELS aplicó la metodología BIM (Building Information Modeling) para optimizar el diseño y la planificación de la infraestructura de telecomunicaciones. Esto permitió una mejor coordinación y visualización de los elementos del proyecto, así como una mayor eficiencia en la ejecución de las tareas. La colaboración estrecha con el cliente, las autoridades municipales y el operador de telecomunicaciones fue fundamental para alcanzar los objetivos establecidos.

El compromiso y la experiencia técnica de PICTELS en la implementación de este proyecto resultaron en una solución de conectividad de alta calidad. Además, sentaron las bases para futuros proyectos de infraestructura de telecomunicaciones, destacando la importancia de la colaboración entre los diferentes actores involucrados. La implementación exitosa de la metodología BIM demostró los beneficios de su aplicación y reafirmó el papel de PICTELS como líder en la ejecución de obras de esta naturaleza.

3.3. Implementación de la metodología BIM en el proyecto

Se basó en un enfoque integral y detallado que abarcó diversas etapas y procesos clave. A través del modelado en 3D y 4D, así como la gestión de la información, se logró una mejora significativa en la ejecución de la construcción subterránea y la implementación de la red de fibra óptica FTTH.

En primer lugar, el modelado en 3D fue una herramienta fundamental en la visualización y representación precisa de todos los componentes de la infraestructura subterránea. Mediante el uso de software especializado, se crearon modelos digitales tridimensionales que abarcaban desde postes y cámaras hasta canalizaciones y demás elementos necesarios para el despliegue de la red. Estos modelos permitieron a los equipos

de diseño e ingeniería visualizar en detalle la ubicación y disposición de los elementos, lo que facilitó la detección temprana de posibles interferencias o conflictos en el diseño. De esta manera, se evitó retrabajos costosos y retrasos en la construcción, al tiempo que se optimizó la coordinación entre los diferentes actores involucrados.

Por otro lado, el modelado en 4D añadió un elemento temporal al modelo tridimensional, lo que permitió una mejor planificación y programación de las actividades de construcción. Mediante la integración del cronograma de ejecución en el modelo BIM, se pudo simular y visualizar la secuencia y duración de las tareas, lo que facilitó la toma de decisiones y el control del avance del proyecto. Los equipos de gestión y supervisión pudieron identificar posibles cuellos de botella, optimizar la secuencia de ejecución y garantizar que los recursos estuvieran disponibles en el momento adecuado. Esto condujo a una mayor eficiencia en la construcción subterránea, evitando retrasos y optimizando el uso de recursos, como la mano de obra y los materiales.

Además, la gestión de la información desempeñó un papel fundamental en el éxito de la implementación de BIM. Mediante el uso de una plataforma centralizada, se pudo compartir y actualizar información en tiempo real entre los diferentes equipos y actores involucrados en el proyecto. Esto incluyó datos de diseño, planificación, presupuesto y avance de obra, entre otros. La gestión eficiente de la información permitió una comunicación fluida y una colaboración efectiva entre los equipos, lo que contribuyó a una mejor toma de decisiones, una resolución más rápida de problemas y una mayor eficiencia en la ejecución de la obra.

La implementación exitosa de la metodología BIM en el proyecto de PICTELS se basó en una combinación de modelado en 3D y 4D, así como una sólida gestión de la

información. Estas prácticas permitieron una visualización precisa, una planificación efectiva y una coordinación óptima en la construcción subterránea. La utilización de herramientas y tecnologías BIM contribuyó a minimizar errores, reducir retrabajos, optimizar la utilización de recursos y garantizar la calidad en todas las fases del proyecto.

Figura 2

Etapas para implementar la metodología BIM



Nota. De “Propuesta de implementación BIM con LPDS para la gestión de proyectos de autoconstrucción de viviendas” realizado por Huertas & Torres (2011) hdl.handle.net/10757/622827

3.3.1. Diagnóstico

El BIM en el proyecto de infraestructuras de telecomunicaciones llevado a cabo por la empresa PICTELS ha resultado fundamental para mejorar la eficiencia y calidad de la obra. Al realizar un diagnóstico detallado de la situación actual, se ha podido identificar la necesidad de aplicar esta metodología con el objetivo de optimizar los procesos y maximizar los resultados.

En dicho diagnóstico, se han detectado fortalezas en la empresa, como su amplia experiencia en el sector de las telecomunicaciones. Sin embargo, también se han identificado debilidades, entre las cuales destaca la falta de capacitación específica en BIM por parte del equipo de trabajo. Esta debilidad se convierte en una oportunidad para implementar acciones de formación y desarrollo que permitan aprovechar al máximo las ventajas que ofrece la metodología BIM. Además, se han identificado oportunidades para mejorar la comunicación

y colaboración entre los distintos actores involucrados en el proyecto. La implementación de herramientas colaborativas y plataformas BIM puede contribuir a agilizar los flujos de trabajo y promover una mayor eficiencia en la ejecución de la obra. Asimismo, se han considerado las posibles amenazas que puedan surgir durante el desarrollo del proyecto, como cambios en los requerimientos del cliente o restricciones presupuestarias. Anticiparse a estas amenazas y tomar medidas proactivas es esencial para minimizar su impacto en la obra y garantizar su éxito.

En conclusión, el diagnóstico realizado ha evidenciado la importancia y la necesidad de aplicar la metodología BIM en el proyecto de infraestructuras de telecomunicaciones de PICTELS. Esta metodología brinda la oportunidad de potenciar las fortalezas de la empresa, superar las debilidades identificadas, aprovechar las oportunidades y mitigar las posibles amenazas. A través de la implementación de acciones específicas, PICTELS se compromete a optimizar la eficiencia del proyecto y consolidar su posición como referente en la implementación de BIM en el sector de las telecomunicaciones.

Tabla 5

Análisis FODA

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
- Experiencia sólida en el sector de la construcción, lo que les brinda conocimientos y experiencia relevantes.	- Aumento de la demanda de proyectos de construcción, lo que brinda la oportunidad de expandir su cartera de proyectos.	- Posible falta de conocimiento sobre la metodología BIM entre algunos clientes o partes interesadas.	- Competencia significativa en el mercado de la construcción.
- Especialización en proyectos de infraestructura, lo que les proporciona un enfoque y conocimientos específicos.	- Mayor conciencia sobre la importancia de la gestión de calidad en la construcción, lo que aumenta la demanda de soluciones.	- Limitaciones de recursos técnicos o financieros para implementar completamente la metodología BIM.	- Cambios en las regulaciones y políticas gubernamentales que pueden afectar los procesos y requisitos de los proyectos.
- Capacidad para aplicar la metodología BIM en sus proyectos, lo que mejora la eficiencia y la gestión del proyecto.	- Avance tecnológico y adopción creciente de la metodología BIM en la industria de la construcción.	- Necesidad de capacitar al personal en el uso efectivo de la metodología BIM.	- Riesgo de resistencia o falta de aceptación por parte de los miembros del equipo o clientes hacia la metodología BIM.
- Capacidad para implementar soluciones innovadoras en la gestión de calidad utilizando la metodología BIM.	- Participación en proyectos emblemáticos que les permitan destacarse y ganar reconocimiento en el mercado.	- Posibilidad de enfrentar desafíos en la adaptación de la metodología BIM a proyectos específicos o únicos.	- Riesgo de que los competidores también adopten rápidamente la metodología BIM y reduzcan la ventaja competitiva de PICTELS.
- Habilidades para establecer relaciones sólidas y colaborar eficazmente con los diversos actores del proyecto.	- Posibilidad de establecer alianzas estratégicas con otras empresas de la industria para compartir conocimientos y recursos.	- Dificultades en la coordinación y comunicación con múltiples partes interesadas en proyectos complejos.	- Posibilidad de conflicto con otras empresas o actores del proyecto en términos de colaboración y competencia.

Nota. Elaboración propia

Después de completar el análisis del diagnóstico FODA, se procedió a realizar el cruce de información entre los aspectos identificados tanto internos como externos. Se tuvo en cuenta las fortalezas y oportunidades (FO), las fortalezas y amenazas (FA), las debilidades y oportunidades (DO) y las debilidades y amenazas (DA). A partir de este análisis, se han establecido los siguientes objetivos estratégicos que servirán como metas para la implementación del sistema de gestión de calidad en la empresa.

Tabla 6

Objetivos estratégicos del FODA

Aspectos	Objetivos Estratégicos
FO	<ul style="list-style-type: none"> * Maximizar la eficiencia en la ejecución del proyecto mediante la implementación efectiva de la metodología BIM. * Aprovechar la demanda creciente de proyectos de construcción para expandir la cartera de proyectos utilizando la metodología BIM.
FA	<ul style="list-style-type: none"> * Fortalecer las capacidades internas de la empresa para hacer frente a la competencia en el mercado de la construcción. * Aprovechar las fortalezas de la empresa para mitigar las amenazas externas y mantener una posición sólida en el mercado.
DO	<ul style="list-style-type: none"> * Identificar oportunidades para la capacitación y desarrollo del personal en el uso efectivo de la metodología BIM. * Utilizar la experiencia en gestión de proyectos y la metodología BIM para aprovechar las oportunidades de mercado y expandir la cartera de proyectos.
DA	<ul style="list-style-type: none"> * Evaluar y abordar las debilidades internas que puedan obstaculizar la implementación efectiva de la metodología BIM. * Monitorear y adaptarse a los cambios en las regulaciones y políticas gubernamentales que puedan representar amenazas para el proyecto.

Nota. Elaboración propia.

3.3.2. Planificación

Durante la planificación del proyecto, se llevó a cabo la implementación de la metodología BIM como una herramienta estratégica para mejorar la eficiencia y la gestión en todas las etapas. Se enfocó en integrar el enfoque BIM en la planificación general, considerando los objetivos específicos del proyecto, los requisitos del cliente y las restricciones existentes.

En primer lugar, se definieron los objetivos del proyecto, abarcando desde la optimización de plazos y recursos hasta la mejora de la calidad de los entregables. Se identificaron las tareas y actividades necesarias tanto para la implementación de BIM como para la ejecución del proyecto en sí.

Se asignaron los recursos adecuados para la implementación de BIM, tanto en términos de personal como de tecnología. Se establecieron los roles y responsabilidades de los miembros del equipo involucrados en la implementación de la metodología, asegurando una asignación efectiva de tareas y una comunicación fluida entre los diferentes actores del proyecto.

Además, se desarrolló un cronograma detallado que integró la implementación de BIM en las diferentes etapas del proyecto, permitiendo una planificación precisa y una visualización clara de las interdependencias entre las tareas. Se establecieron hitos de control a lo largo del cronograma para evaluar el progreso del proyecto y la implementación de BIM, lo que facilitó la toma de decisiones y la identificación temprana de posibles desviaciones

Tabla 7

Planificación para la implementación

Aspectos	Meta	Actividades	Responsabilidades	Recursos	Seguimiento	Logro de metas
Contexto de la organización	Identificar los requisitos y expectativas de los clientes y partes interesadas relacionados con la gestión de calidad utilizando la metodología BIM.	* Realizar análisis de requisitos y expectativas de los clientes y partes interesadas. * Definir los indicadores de desempeño y criterios de éxito de la implementación.	*Gerente del proyecto *Equipo de gestión de calidad	* Información del proyecto. *Herramientas de análisis. * Documentación relevante	*Revisar y evaluar los requisitos y expectativas identificados. *Realizar seguimiento de los indicadores de desempeño establecidos.	Cumplimiento de los requisitos y expectativas de los clientes y partes interesadas.
Liderazgo	Fomentar el compromiso y apoyo de la alta dirección.	*Realizar sesiones de sensibilización y capacitación para la alta dirección sobre los beneficios de la metodología BIM. *Establecer comunicación regular con la alta dirección para mantenerlos informados sobre el progreso y los resultados.	*Gerente del proyecto *Equipo de gestión de calidad	*Presentaciones y materiales de capacitación *Informes de progreso y resultados	*Evaluar el compromiso y apoyo de la alta dirección. *Monitorear la comunicación y retroalimentación de la alta dirección.	Compromiso y apoyo de la alta dirección en la implementación de la metodología BIM.

Planificación	Desarrollar un plan detallado para la implementación de la metodología BIM en la construcción subterránea del proyecto FTTH Los Olivos.	<ul style="list-style-type: none"> *Establecer objetivos y metas específicas para la implementación. *Definir las actividades y tareas necesarias para cada fase del proyecto. *Asignar responsabilidades claras a los miembros del equipo. *Identificar y asegurar los recursos necesarios. 	<ul style="list-style-type: none"> *Gerente del proyecto *Equipo de gestión de calidad 	<ul style="list-style-type: none"> *Plantillas de planificación. *Herramientas de gestión de proyectos *Recursos financieros y humanos 	<ul style="list-style-type: none"> *Realizar seguimiento regular del progreso y cumplimiento del plan. *Asegurar la asignación adecuada de recursos. 	Plan de implementación detallado y cumplimiento de las etapas y tareas establecidas.
Apoyo	Brindar apoyo continuo y recursos necesarios para la implementación exitosa de la metodología BIM en el proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> *Establecer canales de comunicación efectivos para el equipo y partes interesadas. *Proporcionar capacitación y actualización constante sobre la metodología BIM. *Asignar y asignar adecuadamente los recursos financieros y humanos necesarios. 	<ul style="list-style-type: none"> *Gerente del proyecto *Equipo de gestión de calidad 	<ul style="list-style-type: none"> *Herramientas de comunicación y colaboración. *Programas de capacitación en BIM *Recursos financieros y humanos adicionales si es necesario 	<ul style="list-style-type: none"> *Evaluar la efectividad de la comunicación y colaboración. *Monitorear el nivel de competencia y conocimientos en BIM del equipo. *Supervisar el uso adecuado y asignación de recursos. 	Apoyo continuo y disponibilidad de recursos para la implementación exitosa de la metodología BIM.

Nota. Elaboración Propia.

3.3.3. *Diseño*

Definición del alcance:

- Identificar y delimitar claramente el alcance del proyecto de construcción subterránea FTTH Los Olivos, considerando aspectos específicos como la ubicación, los servicios a implementar y las fechas de inicio y finalización.
- Establecer los objetivos y requisitos del proyecto, incluyendo la utilización de la metodología BIM como una herramienta integral para la planificación, diseño, construcción y gestión del proyecto.

Planificación y diseño:

- Formar un equipo multidisciplinario que incluya expertos en BIM, arquitectos, ingenieros y otros profesionales relevantes.
- Desarrollar un plan de implementación de BIM que establezca los pasos y plazos para la aplicación de la metodología en cada etapa del proyecto.
- Realizar el modelado en 3D del proyecto, incluyendo la infraestructura subterránea, las redes de fibra óptica y los componentes relacionados.
- Utilizar herramientas y software BIM para la detección de conflictos, la coordinación y la optimización de los procesos de construcción subterránea.

Ejecución y gestión del proyecto:

- Establecer protocolos de colaboración y comunicación efectiva entre todos los actores del proyecto, incluyendo al cliente, los contratistas y los proveedores de servicios.
- Realizar seguimiento y control de la ejecución del proyecto utilizando las capacidades de BIM, como el análisis de costos, el control de calidad y el monitoreo del avance.

- Implementar prácticas de control de calidad y aseguramiento de la calidad en cada etapa del proyecto, utilizando la información y los datos generados por el modelo BIM.
- Documentar y archivar toda la información relevante generada durante el proyecto, como los modelos BIM, las especificaciones técnicas y los informes de control de calidad.

Este diseño propuesto para la aplicación de la metodología BIM en el proyecto FTTH Los Olivos 2022-2023 tiene como objetivo mejorar la eficiencia, la coordinación y la calidad de la construcción subterránea. La utilización de BIM como una herramienta integral permite una mejor visualización, detección de conflictos y toma de decisiones, lo que se traduce en un proyecto más eficiente y exitoso.

3.3.4. Implementación

Plan de Implementación de la Metodología BIM en el Proyecto FTTH Los Olivos 2022-2023.

Tras un exhaustivo análisis y evaluación, se ha llevado a cabo con éxito la implementación de la metodología BIM en las áreas clave del proyecto FTTH Los Olivos. Esta iniciativa ha permitido optimizar los procesos de construcción y mejorar la calidad de los resultados obtenidos. A continuación, se detallan las acciones y logros alcanzados en cada una de las áreas involucradas:

1. Evaluación y Preparación:

- Realizar un análisis detallado del proyecto FTTH Los Olivos para identificar las áreas que se beneficiarían de la implementación de la metodología BIM.

- Evaluar los recursos disponibles, tanto humanos como tecnológicos, y determinar las necesidades adicionales para llevar a cabo la implementación de manera exitosa.
- Establecer un equipo de trabajo dedicado a la implementación del BIM, designando responsabilidades y roles claros.

2. Capacitación y Concientización:

- Proporcionar capacitación en metodología BIM a todo el personal involucrado en el proyecto, incluyendo ingenieros, arquitectos y técnicos.
- Generar conciencia sobre los beneficios y la importancia del uso de la metodología BIM en la construcción, promoviendo una cultura de colaboración y trabajo en equipo.

3. Planificación y Modelado:

- Desarrollar un plan de implementación detallado que establezca los objetivos, las metas y los plazos para la aplicación de la metodología BIM en el proyecto.
- Realizar el modelado 3D de las diferentes etapas del proyecto, incluyendo la infraestructura subterránea y las instalaciones de fibra óptica.
- Coordinar con los proveedores de software BIM para garantizar la compatibilidad de los modelos y la integración de datos.

4. Implementación y Seguimiento:

- Aplicar la metodología BIM en la ejecución de las obras subterráneas, asegurando la coordinación y la comunicación efectiva entre los equipos de trabajo.

- Realizar seguimiento regular del progreso y la calidad de la implementación, identificando posibles desviaciones y tomando las medidas correctivas correspondientes.
- Establecer indicadores clave de desempeño para evaluar la eficacia de la implementación y realizar ajustes según sea necesario.

5. Evaluación y Mejora Continua:

- Evaluar los resultados obtenidos durante la implementación de la metodología BIM, identificando lecciones aprendidas y áreas de mejora.
- Realizar reuniones periódicas con el equipo de implementación para compartir experiencias y retroalimentación.
- Incorporar las mejoras identificadas en futuros proyectos, asegurando la continuidad del uso de la metodología BIM como práctica estándar en la empresa.

A través de este plan de implementación paso a paso, el proyecto FTTH Los Olivos ha logrado integrar exitosamente la metodología BIM en su proceso de construcción subterránea. Esto ha permitido mejorar la coordinación, la calidad y la eficiencia de las obras, así como optimizar el uso de los recursos disponibles. La empresa ha demostrado su capacidad para adoptar tecnologías innovadoras y aprovechar al máximo las ventajas de la metodología BIM, consolidándose como líder en el sector de la construcción.

3.3.5. Verificación y mejora

Se asume diversos métodos de verificación del cumplimiento del proyecto y la correcta aplicación de la metodología, así como estrategias para la mejora continua. A continuación, se detallan algunas posibilidades:

3.3.5.1. *Verificación*

Revisiones periódicas

Se realizan revisiones regulares del avance del proyecto para verificar el cumplimiento de los hitos establecidos. Durante estas revisiones, se evalúa la calidad de los entregables generados, como los planos y la documentación técnica, para asegurar que cumplan con los estándares y directrices del BIM.

Inspecciones de campo

Se llevan a cabo inspecciones regulares en el sitio de construcción para verificar la correcta ejecución de las actividades. Durante estas inspecciones, se verifica el uso adecuado de las herramientas y procesos del BIM, así como la calidad de la construcción de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas.

Auditorías internas

Se realizan auditorías internas periódicas para evaluar la adopción y aplicación efectiva de la metodología BIM en el proyecto. Estas auditorías revisan la documentación, los procesos y la capacitación del personal, identificando áreas de mejora y asegurando el cumplimiento de los estándares establecidos.

Pruebas y simulaciones

Se realizan pruebas y simulaciones para validar y verificar la precisión y la eficacia de los modelos y las soluciones propuestas utilizando la metodología BIM. Estas pruebas permiten detectar y corregir posibles errores o discrepancias antes de la ejecución real del proyecto.

3.3.5.2. *Mejora continua*

En cuanto a la mejora continua, la empresa ha implementado las siguientes acciones:

Retroalimentación del equipo

Se fomenta una cultura de retroalimentación y mejora continua entre el equipo de proyecto. Se promueve la participación activa de los miembros del equipo, quienes pueden aportar ideas y sugerencias para optimizar los procesos y la aplicación del BIM en el proyecto.

Evaluación de lecciones aprendidas

Se realiza una evaluación exhaustiva de las lecciones aprendidas al finalizar cada proyecto. Se identifican las áreas de mejora, los desafíos enfrentados y las prácticas exitosas, y se documentan para su futura referencia y aplicación en proyectos similares.

Actualización y capacitación

Se brinda capacitación continua al personal involucrado en la implementación del BIM. Se asegura que estén al tanto de las últimas tendencias, tecnologías y mejores prácticas en el campo del BIM, lo que les permite mejorar sus habilidades y conocimientos.

Participación en comunidades y eventos de la industria: La empresa se involucra activamente en comunidades y eventos relacionados con el BIM y la construcción. Esto proporciona oportunidades de networking, intercambio de conocimientos y aprendizaje de las experiencias de otros profesionales del sector, lo que contribuye a la mejora continua de la implementación del BIM en el proyecto.

3.4 Realización del Proyecto

Para poder realizar la obra se requiere de ciertos apoyos de ingeniería al momento de ejecutar las actividades, y esta necesidad crece al momento de realizar también distintos ensayos donde se establece claramente lo que se tiene realizar y mejorar.

3.4.1 Datos del Proyecto

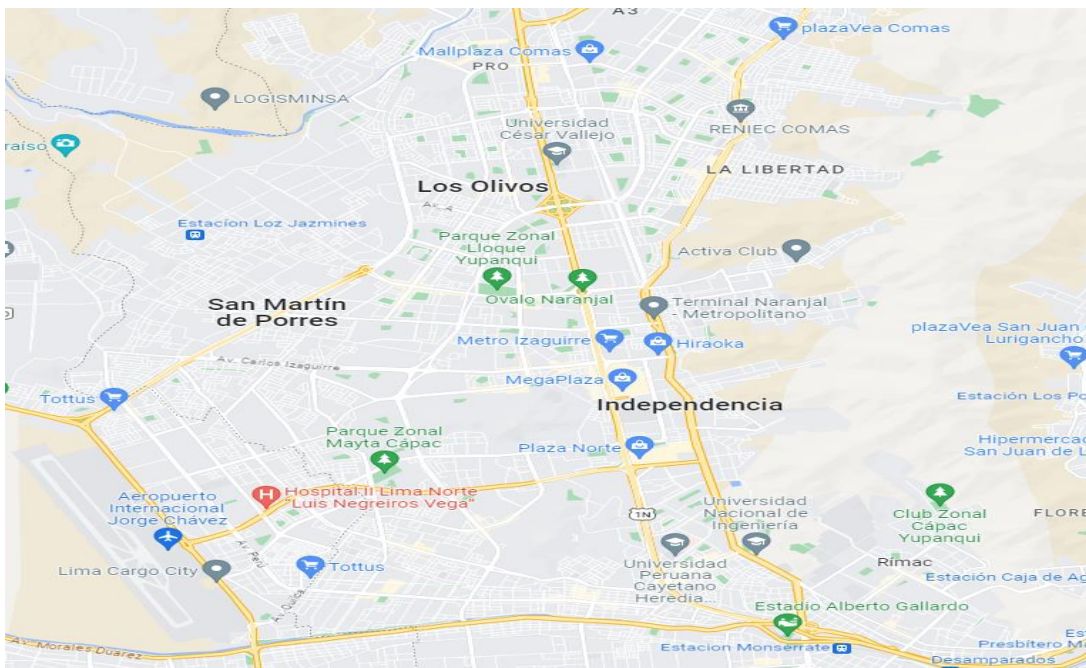
Nombre del Proyecto: “CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA DEL PROYECTO FTTH LOS OLIVOS”.

3.4.2 Ubicación

La ubicación referencial de la implementación subterránea del proyecto FTTH está en el departamento de Lima, exactamente en el distrito de Los Olivos, en la zona UTM84-18S. Así como lo demuestra la Figura 3.

Figura 3

Ubicación del proyecto



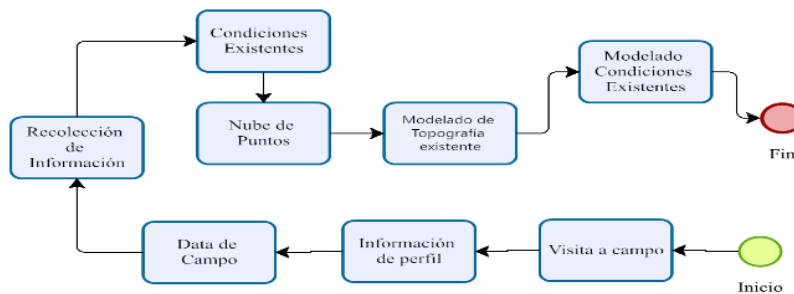
Fuente: Google Earth 2023

3.4.3 Modelado de condiciones existentes

Los recursos a utilizar en nuestro proyecto incluyen el uso de softwares de modelado BIM como Revit y Civil, junto con un software de nube de puntos llamado ReCap. Estas herramientas permitirán optimizar el proceso de diseño y construcción, facilitando la colaboración y la toma de decisiones informadas tal como se describe en la Figura 4.

Figura 4

Flujograma modelado condiciones existentes



Fuente: Elaboración propia

3.4.4 Softwares de modelado y coordinación con modelos tridimensionales

En el proyecto, se emplearon diversos softwares para su modelado, gestión y coordinación de modelos tridimensionales. Como primera opción se utilizó el CIVIL 3D para que el diseño y visualización 3D sean claros, así como para la documentación 2D de topografía que se resaltó en este primer software. Además, se empleó un diseño y visualización 3D de estructuras puntuales y en las mediciones de acuerdo al BIM 4D. Como segunda opción, programa se utilizó el AUTOCAD, que fue utilizado para obtener documentación 2D en todas las disciplinas siendo un programa fácil de utilizar como familia de la carrera. El siguiente programa es el NAVISWORKS donde utilizó para poder detectar interferencias de manera automatizada entre los modelos. Por otro lado, el RECAP PRO se encargó del procesamiento de nubes de puntos. Para las mediciones BIM 4D, se utilizaron softwares como EXCEL, REVIT

y CIVIL 3D, que permitieron que la extracción sea precisa en los metrados en las diferentes disciplinas. Finalmente, la planificación de la obra se llevó a cabo con Microsoft Project, facilitando la programación y el seguimiento efectivo. Esta combinación estratégica de softwares garantizó una gestión integral y coordinada de los activos, asegurando una ejecución exitosa y eficiente del proyecto en todas sus fases. Como se observa en la Tabla 8 que describe los softwares utilizados en las distintas etapas de nuestro proyecto.

Tabla 8

Software utilizados en las distintas etapas del proyecto

SOFTWARE	DISCIPLINA	USO
Software de modelado BIM, documentación y control de los modelos		
Civil 3D	Obra Civil	Diseño y visualización 3D Documentación 2D
Revit	Estructuras Puntuales	Diseño y visualización 3D Documentación 2D
AutoCAD	Todas	Obtención documentación 2D
NavisWork	Federación/Interferencia	Detección interferencias automatizadas
Software de MDT, obras civiles y nubes de puntos		
Civil 3D	Topografía Obra civil	Diseño y visualización 3D
ReCap Pro	Nube de puntos	Procesamiento de Nube de Puntos
Software de mediciones BIM 5D.		
Excel	Mediciones BIM 4D	Extracción de metrados
Revit	Mediciones BIM 4D	Extracción de metrados
Civil 3D	Mediciones BIM 4D	Extracción de metrados
Software de planificación		
Microsoft Project	Planificación	Programación de obra

Nota. Elaboración propia

3.4.5 Estructura y organización de carpetas

Para los entregables documentarios se describió mediante el EDC, donde se llevó un control de entregables a través de una estructura de carpetas. Estas carpetas contienen toda la información necesaria para generar el modelo federado como se describe en la Figura 5.

Figura 5

Estructuras y organización de carpetas

0.0 RECIBIDOS
1.0 TOPOGRAFIA
2.0 INFRAWORKS
3.0 CIVIL 3D
4.0 REVIT
5.0 NAVISWORKS
6.0 ENTREGABLES
7.0 NORMATIVA

Nota. Elaboración propia

3.4.6 Codificación de modelos

Para los modelos se pudieron nombrar de forma coherente y siguiendo los estándares del proyecto para garantizar que todos los miembros que tengan acceso a la información puedan identificar y localizar los modelos rápidamente. Todos los documentos tienen un código alfanumérico individual que identifica su origen, tipo y naturaleza. Este código alfanumérico se compone de grupos o campos de números separados por guiones, siendo cada grupo una referencia a un objeto de identificación (por ejemplo, el trabajo en particular en cuestión, el tipo de documento, etc.) tal como se describe en la Tabla 9.

Tabla 9

Codificación de modelos

CAMPO 1	CAMPO 2	CAMPO 3	CAMPO 4	CAMPO 5	CAMPO 6	CAMPO 7
Proyecto	Originador	Volumen	Nivel	Tipo	Disciplina	Numero de Archivo
xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Ejemplo						
FTTH-072023-000-001-DOC-BIM-REV00						

Nota. Elaboración propia

3.4.7 Parámetros de proyecto

Estos parámetros fueron creados mediante una lista existentes como se podría describir en la “Guía BIM” para infraestructura viales tal y como se describe en la Tabla 10.

Tabla 10

Set de propiedades

SET DE PROPIEDADES		
Identificación del parámetro	Tipo	Valor Posible
01_DSI_Identificación		
01_01_DSI_Proyecto	texto	Código de proyecto.
01_02_DSI_Localizador	texto	Código de localización.
01_03_DSI_Estado	texto	Existente, Proyecto Básico, Proyecto Constructivo.
01_04_DSI_Clasificación	texto	Código Clasificación de elemento.
01_05_DSI_Tipología	texto	Código de tipología de modelo según Guía BIM.
01_06_DSI_Disciplina	texto	Código de disciplina según Guía BIM.
01_07_DSI_Subdisciplina	texto	Código de subdisciplina según Guía BIM.
01_08_DSI_Material	texto	Código material del elemento
02_DSI_Cantidades		
02_01_DSI_Unidad	ud.	Valor.
02_02_DSI_Longitud	m	Valor.
02_03_DSI_Espesor	m	Valor.
02_04_DSI_Area	m ²	Valor.
02_05_DSI_Volumen	m ³	Valor.
03_DSI_Proyecto		
03_01_DSI_Fase Obra	texto	Código de la fase de obra.
03_02_DSI_Planos	url*	URL a la ubicación en el CDE de los planos.

03_03_DSI_PPTP	url*	URL a la ubicación en el CDE de los PPTP.
03_04_01_DSI_Ud Medición 01	texto	Código de la unidad de obra I.

Nota. Elaboración propia

3.4.8 Sistema de coordenadas de los modelos

El Sistema de Representación Plana para la información geográfica fue utilizada mediante el sistema de referencia de coordenadas WGS 84 y coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator), estando todo el proyecto englobado en el huso 18 S.

3.4.9 Unidades

Las unidades fueron vinculados a los archivos, determinando que las unidades se tengan definidas para evitar errores de vinculación, por eso se definió de acuerdo a la Tabla 11.

Tabla 11

Unidades

UNIDADES	FORMATO	UNIDADES	SÍMBOL O	REDONDEO
Longitud	1234,57	Metro	m	2 decimales
Área	1234,57 m ²	Metro cuadrado	m ²	2 decimales
Volumen	1234,57 m ³	Metro cúbico	m ³	2 decimales
Ángulo	12,35 °	Grados	°	2 decimales
Pendiente	12,35 %	Porcentaje	%	2 decimales
Densidad	1234,57 kg/m ³	Kilogramo/ Metro Cúbico	kg /m ³	2 decimales

Nota. Elaboración propia

3.4.10 Especificaciones para los modelados en softwares

- REVIT

Se establece un sistema de coordenadas local para cada modelo, para lo cual:

1. Origen de los modelos BIM y orientaciones coordenadas

Se establece un sistema de coordenadas local para cada modelo, para lo cual:

- Se mantiene como origen del proyecto (0,0,0) el centro del campo y se actualiza con los datos tomados sobre el terreno.
- Se establece un punto de replanteo, que permita convertir las coordenadas relativas del origen (0,0,0) a las coordenadas absolutas UTM

Adicionalmente, se define una red de puntos que permita ubicar cualquier documentación gráfica del proyecto en dicho sistema de manera eficaz. El listado específico se definirá en fases sucesivas.

2. Niveles ejes y alineaciones

Antes del comienzo de modelado se establece para cada modelo un conjunto de niveles principales, ejes y alineaciones en planta, generando un archivo de Niveles y Rejillas por cada uno, y que servirá de referencia para el arranque del modelado.

3. Familias

Para organizar los elementos dentro de los modelos, adicionalmente a las categorías de cada software, y en base a los estándares de nomenclatura, se propone que el nombre de los elementos deberá seguir los siguientes criterios genéricos:

- El contenido deberá ser en castellano y no deberá contener tildes.
- Se identificará mediante un acrónimo el agente que ha creado el contenido.
- Cada disciplina definirá y aplicará sus listados de categorías y subcategorías.

- **CIVIL 3D**

1. Creación de un nuevo modelo

Para iniciar un nuevo archivo de modelo, se partirá del archivo de plantilla que contiene las plantillas necesarias, ajustes, estilos básicos, sistema de coordenadas para el proyecto. La forma fácil de empezar con este archivo es copiando el archivo en la carpeta de trabajo donde se desarrollará el modelo, guardar como con el código adecuado.

2. Coordenadas

Las coordenadas se establecerán a través del espacio de herramientas, en la pestaña configuración, haga clic con el botón derecho del ratón en el nombre del proyecto y haga clic en Editar configuración de dibujo.

3. Unidades

Además, en la pestaña Configuración del entorno se especificarán las propiedades de cada unidad variable, precisión, redondeo, signo. Esto se establecerá como Sistema Internacional. Normalmente, estas propiedades se establecen en el Sistema Internacional por defecto.

4. Data Shortcuts

Un acceso directo de datos es simplemente un enlace a un objeto de Civil 3D entre dibujos mediante el uso de un archivo XML. Esto permite a los usuarios trabajar en otros

dibujos y compartir objetos de Civil3D. El DSC proporciona una ruta directa a la ubicación de un objeto fuente compartible. En una sola operación, puede crear DSC para múltiples objetos en un dibujo de origen. El acceso directo de datos se utiliza sólo para la creación de referencias de datos. Se seleccionará la carpeta de trabajo DS pertinente para el proyecto, según las instrucciones del BIM Manager.

- NAVISWORKS

1. Coordinación

Se consulta los conflictos en contexto con Navisworks Clash Detective. Revisa, inspecciona y notifica interferencias (conflictos) en un modelo 3D de proyecto con la integración de incidencias en Autodesk Construction Cloud, Revit.

2. Revisión de modelos

Se vincula los objetos animados del modelo a las planificaciones de construcción para obtener simulaciones del proyecto de alta calidad. Anima la finalización de tareas, la recepción y el agotamiento de existencias de materiales, y el acceso de vehículos al emplazamiento.

3. Funciones de captura de la realidad

Se trabaja mediante la integración mejorada de nubes de puntos para detectar conflictos y verificar la construcción. Utiliza Autodesk ReCap Pro con dispositivos de escaneado de imágenes y láser para realizar estudios topográficos e identificar objetos físicos y condiciones existentes en el emplazamiento de construcción.

3.4.11 Nivel de información necesaria de elementos de construcción

El nivel de modelado se definió mediante el nivel de detalle del elemento a modelar. Los niveles LOD en base al BIM se aclara que el nivel de definición no se puede entender haciendo referencia a un grado de desarrollo geométrico de un modelo si no a la definición necesaria para cumplir un uso BIM determinado. En este caso, y recalcando que el LOD no puede ser entendido de forma genérica para un modelo, las definiciones de niveles de definición usadas como partida para la realización son los siguientes:

Tabla 12

Definición de LOD

LOD 1	Se establece un modelado de acuerdo al entorno base, considerando la ubicación con coordenadas exactas.
<hr/>	
LOD 2	El modelo presentado en nuestro proyecto pudo contener un modelo geométrico adecuado de acuerdo con los distintos elementos BIM empleados, considerando siempre su forma o dimensión.
<hr/>	
LOD 3	Los elementos fueron representados mediante materiales con texturas, dándole énfasis a las simulaciones adecuadas.

Nota. Elaboración propia

Por lo que, demostramos que en este caso se pudo utilizar hasta el LOD 3 ya que no se muestran los elementos óptimos para poder llegar al LOD 4 o LOD 5 donde pueden representar elementos verificados, tal y como se muestra en la Tabla 12.

3.4.12 Modelado CIVIL 3D

Inicio del modelo

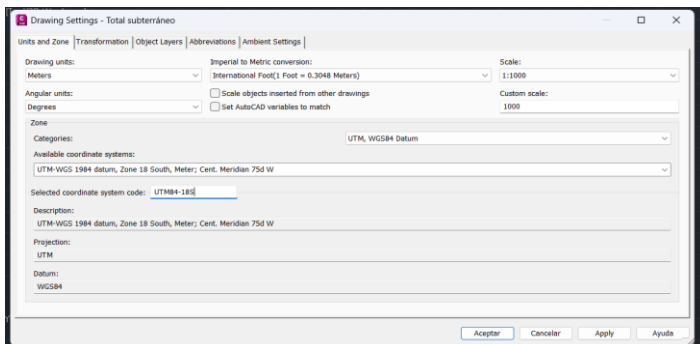
1) Creación de un nuevo modelo

Para iniciar un nuevo archivo de modelo, se iniciará desde el archivo de plantilla llamado PlantillaC3D_Interferencias.dwt. Este archivo contiene las plantillas necesarias, configuraciones, estilos básicos, sistema de coordenadas para el proyecto. La manera fácil de comenzar con este archivo es copiar el archivo en la carpeta de trabajo donde se desarrollará el modelo

2) Georreferenciación

Los pasos principales para el proyecto es establecer el sistema de coordenadas establecidos “UTM84-18S”. Esto permitirá la correcta interoperabilidad entre los diferentes softwares utilizados. En el Espacio Herramientas Toolspace, en la pestaña Setting, botón derecho sobre el nombre del proyecto y clic sobre Edit Drawing Settings:

Figura 6
Georreferenciación



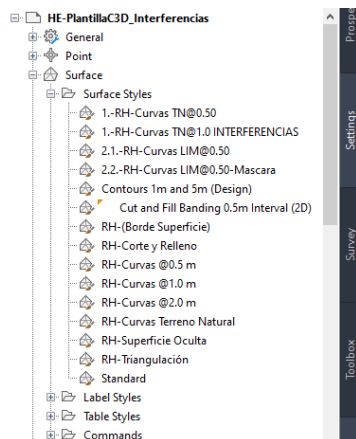
Nota. Nos aseguramos de que el sistema de coordenadas esté configurado como en las especificaciones BIM y que las unidades sean metros.

3) DWG/DWT Estilos

Aunque el nuevo modelo se ha iniciado desde la plantilla, siempre es una buena práctica comprobar si los estilos están configurados correctamente.

Figura 7

Estilos



Nota. Demuestra las configuraciones que se utilizó.

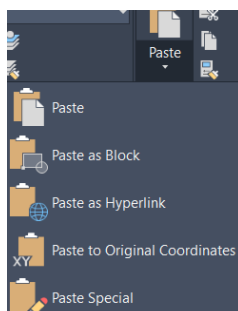
4) Pegado de la información

Abrimos la información a trabajar para después realizar una copia y pegar en nuestro archivo modelo, el comando utilizado es “paste to original coordinates” para ubicar nuestro proyecto en sus coordenadas correspondientes como lo demuestra en la Figura 8.

Figura

8

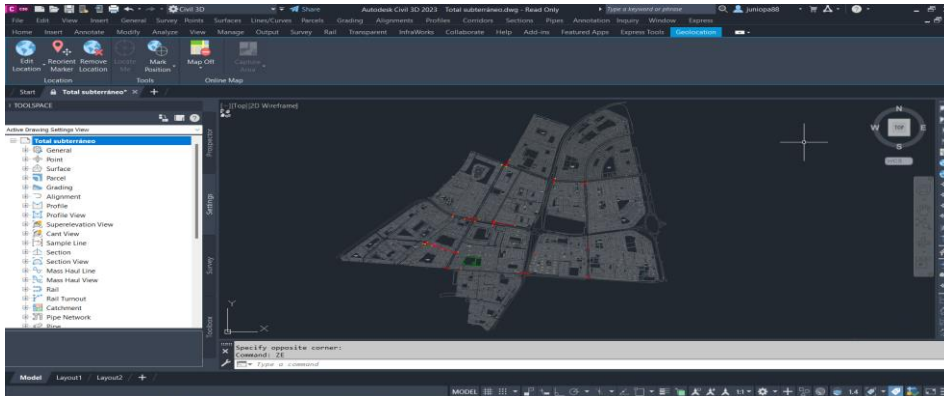
Paste to original coordinates



Nota. Elaboración propia

Como también podemos hacer referencia mediante el pegado original de nuestro proyecto en el Civil 3D (Ver Figura 9).

Figura 9
Referencia del proyecto

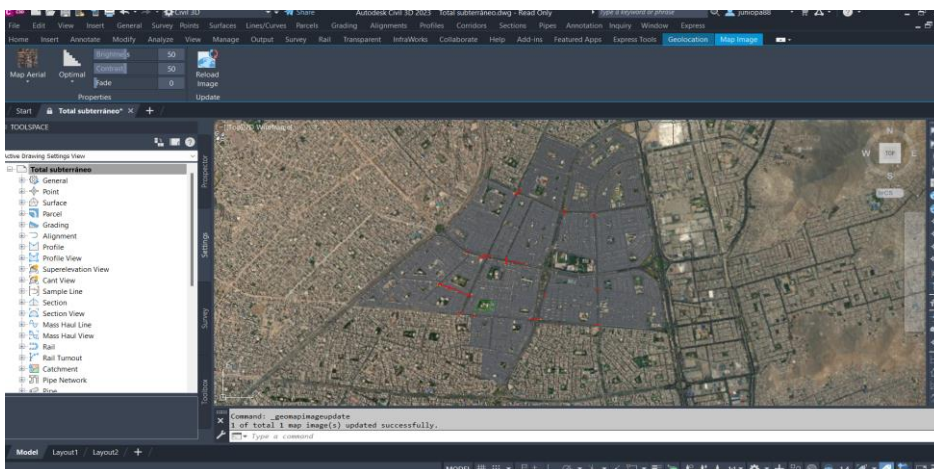


Nota. Elaboración propia

5) Geolocalización

Realizamos la activación de la geolocalización del civil para comprobar la ubicación de nuestro proyecto (Ver Figura 10).

Figura 10
Geolocalización



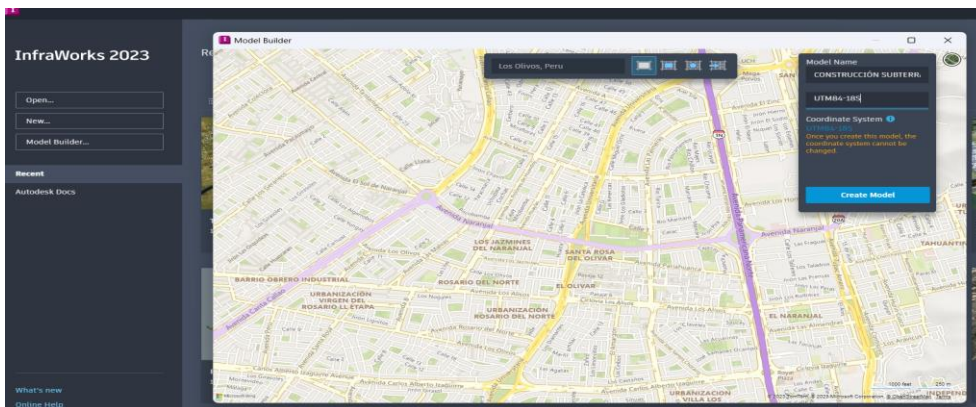
Nota. Elaboración propia

6) Generar superficie

Para poder generar la superficie se tiene que obtener la data de la superficie de nuestro proyecto utilizaremos el Infracworks, este software nos permitirá obtener esta información de manera más cercana a la realidad. Es por eso se inició el programa, generamos un model builder y georreferenciado según las coordenadas de nuestro proyecto, como en la Figura 11.

Figura 11

Model Builder

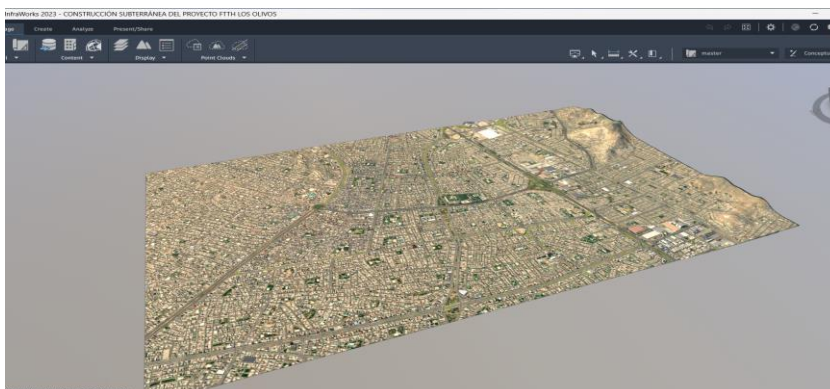


Nota. Elaboración propia

Este modelo en Infracworks referencia todo el mapa de nuestro proyecto, donde se puede ver que se utilizó las coordenadas correctas (Ver Figura 12).

Figura 12

Modelo Infracorks



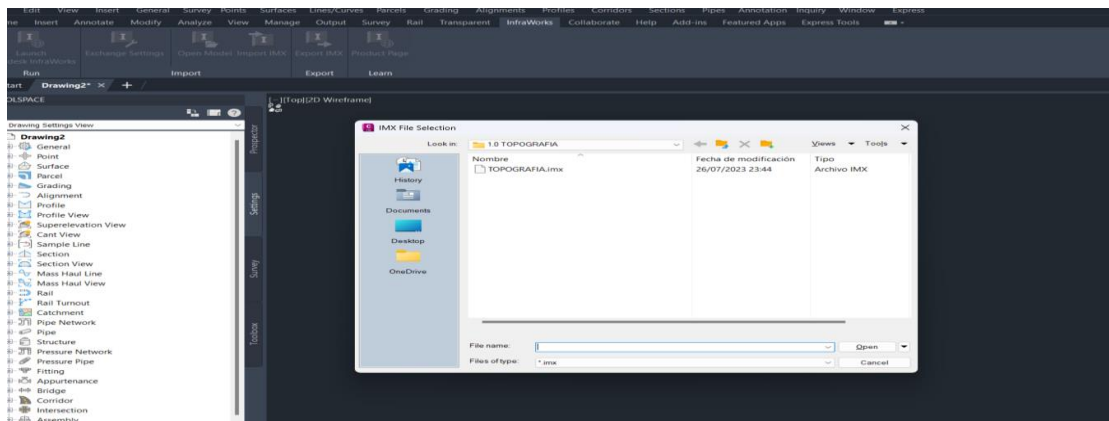
Nota. Elaboración propia

7) Importación de la topografía

En nuestro modelo civil importamos el archivo IMX exportado del Infraworks para generar la superficie de nuestro proyecto (Ver Figura 13).

Figura 13

Archivo IMX



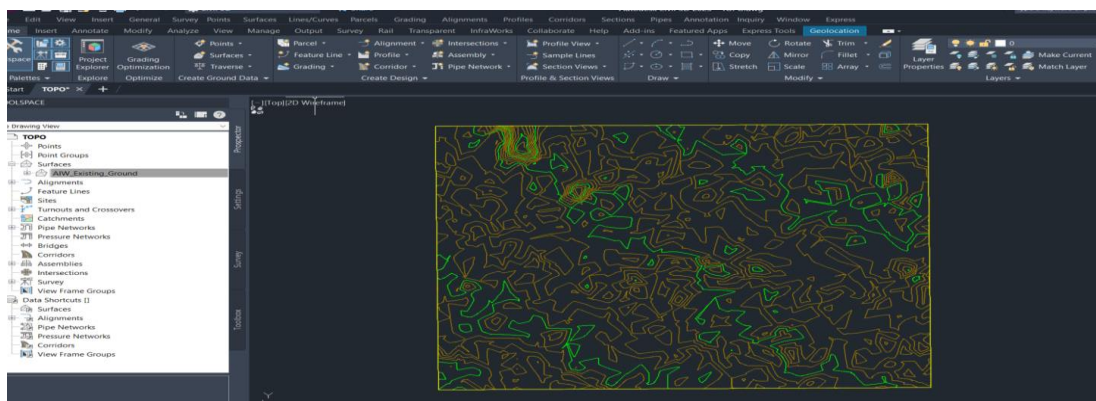
Nota. Elaboración propia

8) Surface Civil

Editamos el estilo de la superficie y reducimos la cantidad de puntos y triangulación de nuestra topografía, esto lo realizamos con el fin de evitar el archivo mms el cual genera que el modelo se vuelva muy lento y pesado, de acuerdo a la Figura 14.

Figura 14

Surface



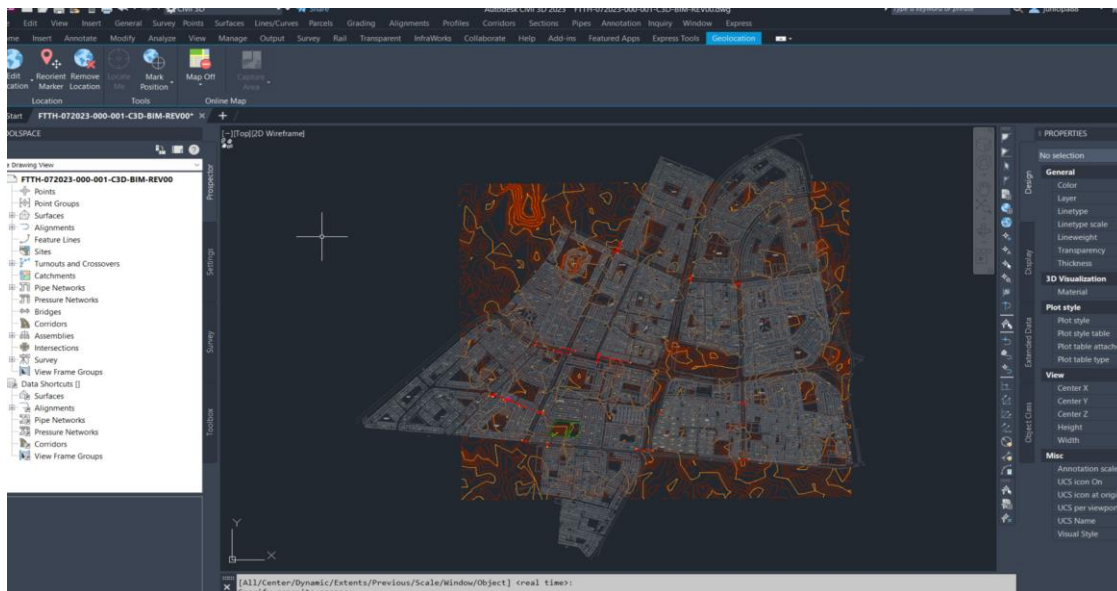
Nota. Elaboración propia

9) Modelo inicial

Después de obtener la superficie complementamos la información con el archivo del proyecto. El modelo inicial es el punto de partida para el modelado BIM del proyecto, es muy importante seguir los parámetros iniciales para que de esa manera lograr la interoperabilidad de diferentes softwares que utilizaremos a lo largo del proceso de modelado (Ver Figura 15).

Figura 15

Modelo Inicial



Nota. Elaboración propia

Por lo que es muy, muy importante adoptar una convención de nomenclatura coherente en todo el proyecto para todos los objetos de Civil 3D. A continuación, se describe los códigos utilizados para los elementos propios del Civil 3D.

Alineamiento Horizontal

HZ-ALIG-072023-FTTH-XXX

Vista de Perfil

VPRF-072023-FTTH-XXX

Perfil – Rasante

PROF-EXST-072023-FTTH-XXX

Ensamblaje

ASSM-072023-FTTH-XXX

072023: Código de Servicio del cliente.

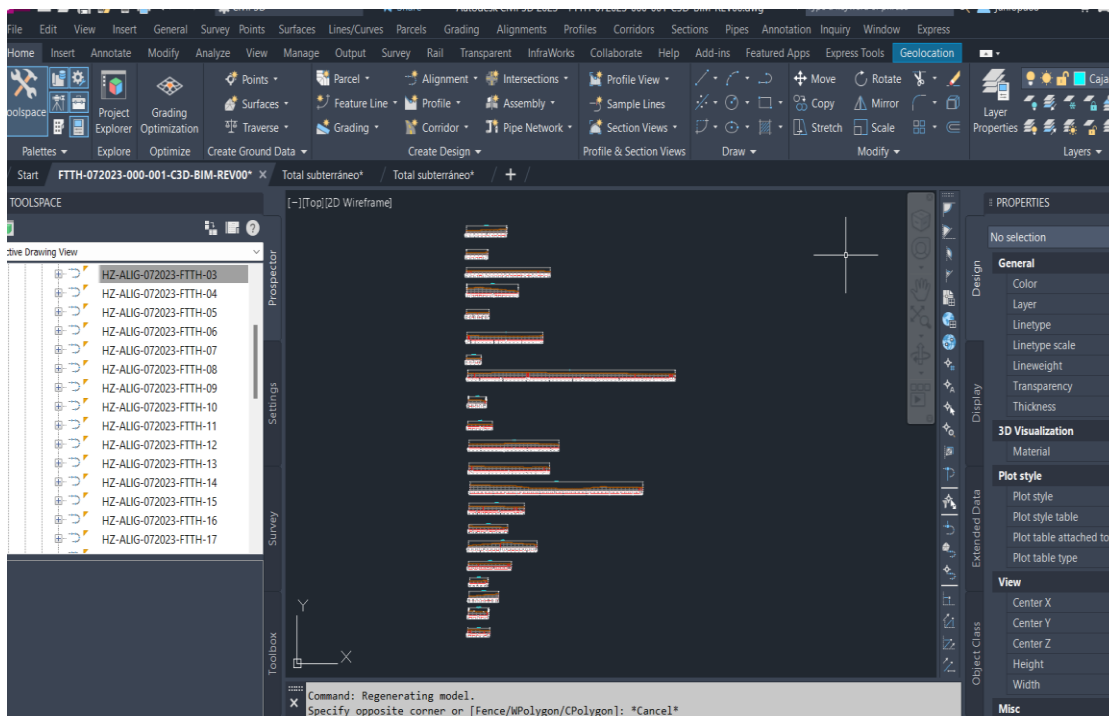
FTTH: Nombre del Proyecto.

XXX: Número de correlatividad.

Mediante la codificación establecida iniciamos con la creación de nuestros alineamientos de las diferentes redes y creación de vistas perfiles (Ver Figura 16).

Figura 16

Vistas Perfil

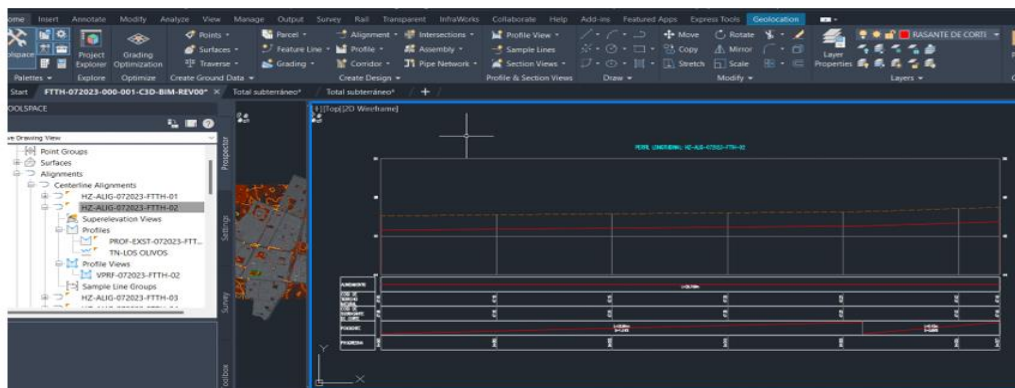
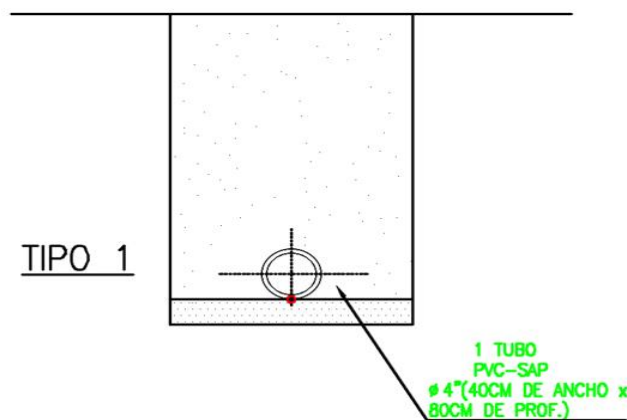


Nota. Elaboración propia

Como ya generamos los alineamientos de nuestras redes procedemos en crear las vistas de nuestros perfiles, estos se identificaron con la codificación establecida inicialmente. Ya establecidas las vistas de perfiles de las redes de las tuberías continuamos con la creación de las rasantes, estos trazos van de la mano con el diseño preestablecido.

Figura 17

Identificación y creación de la rasante



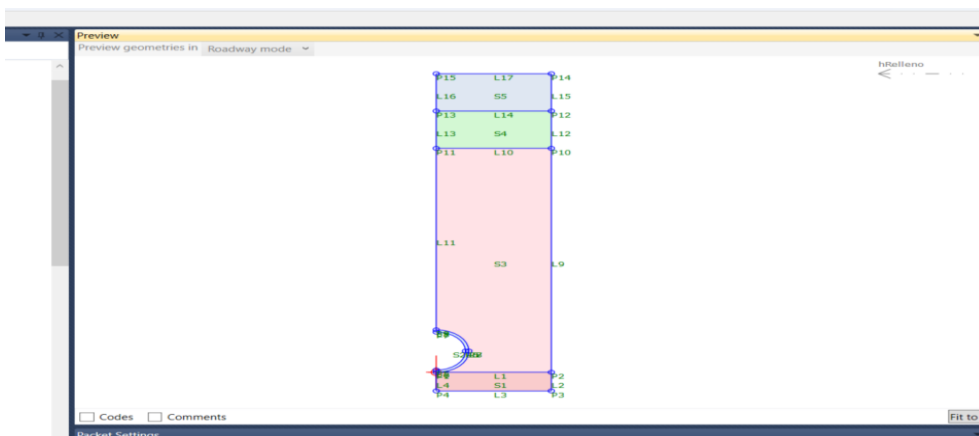
Nota. Elaboración propia

Ya establecidas las vistas de perfiles de las redes de las tuberías continuamos con la creación de las rasantes, estos trazos van de la mano con el diseño preestablecido. En la Figura 17, se muestra la identificación de la rasante este se ubicará en el punto rojo mostrado en la sección.

Por lo que, en la Figura 18 y Figura 19 podemos observar el subassembly composer, que es un programa propio del Civil 3D que permite realizar de manera muy intuitiva las secciones típicas de nuestras redes tanto para las tuberías con carpetas asfálticas, es aquí donde se evidencia el medio ducto y ducto completo realizado.

Figura 18

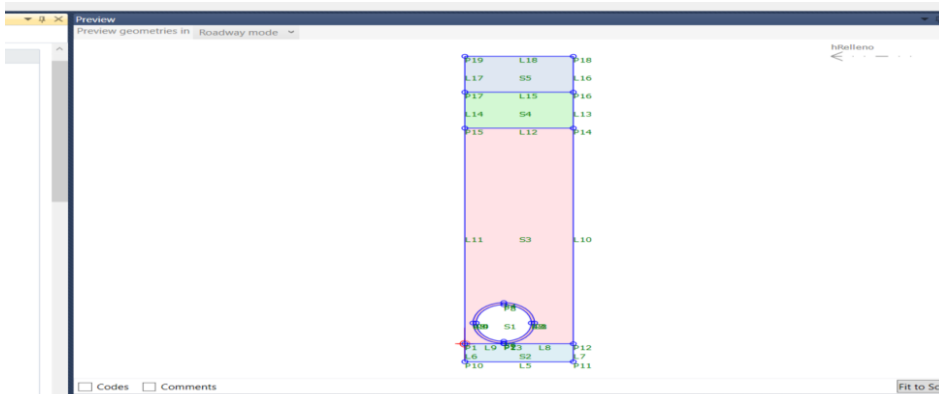
Medio ducto con carpeta asfáltica



Nota. Elaboración propia

Figura 19

Ducto completo con carpeta asfáltica

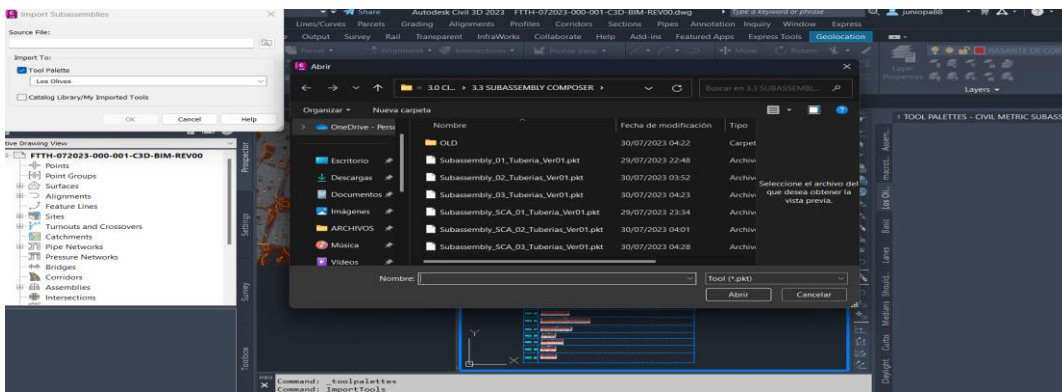


Nota. Elaboración propia

Luego, de generar nuestros ensamblajes, importamos en el civil 3D. Nos vamos a tool palettes y generamos una nueva paleta e importamos los subassemblies, tal y como lo describe la Figura 20.

Figura 20

Import Subassemblies

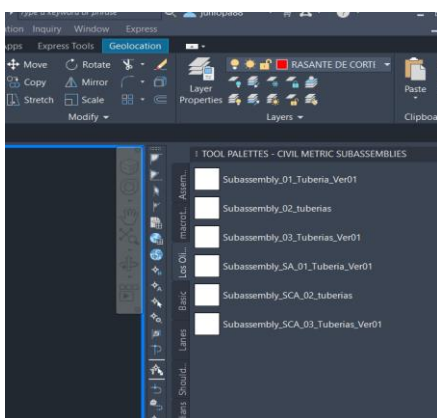


Nota. Elaboración propia

En la Figura 21, podemos observar los Tool Palettes, de acuerdo a nuestro diseño del proyecto, los distintos subassemblies realizados.

Figura 21

Paleta de subassemblies

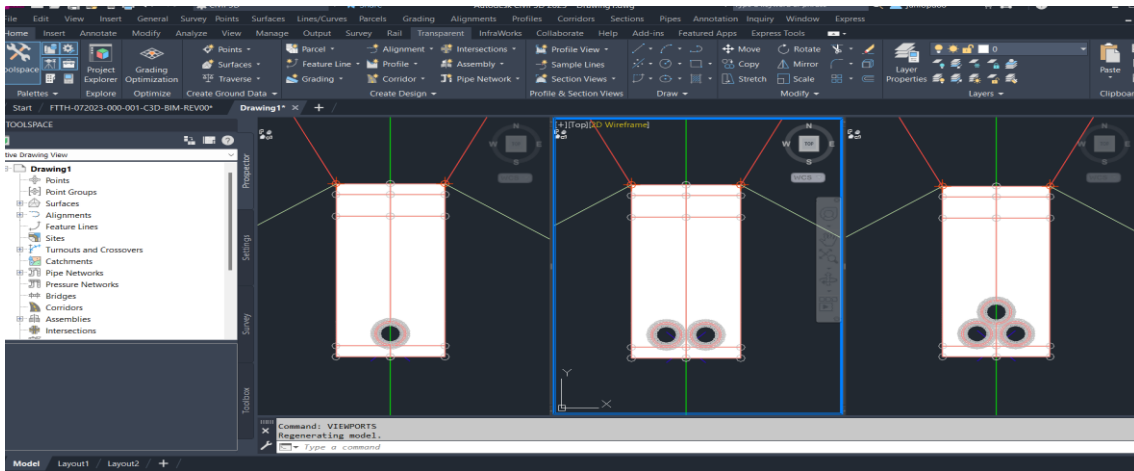


Nota. Elaboración propia

Luego de importar nuestros ensamblajes generamos nuestros assemblies, nos guiamos de la codificación planteada inicialmente, como se demuestra en la Figura 22 con assemblies de carpeta asfáltica y Figura 23 que no cuenta con carpeta asfáltica.

Figura 22

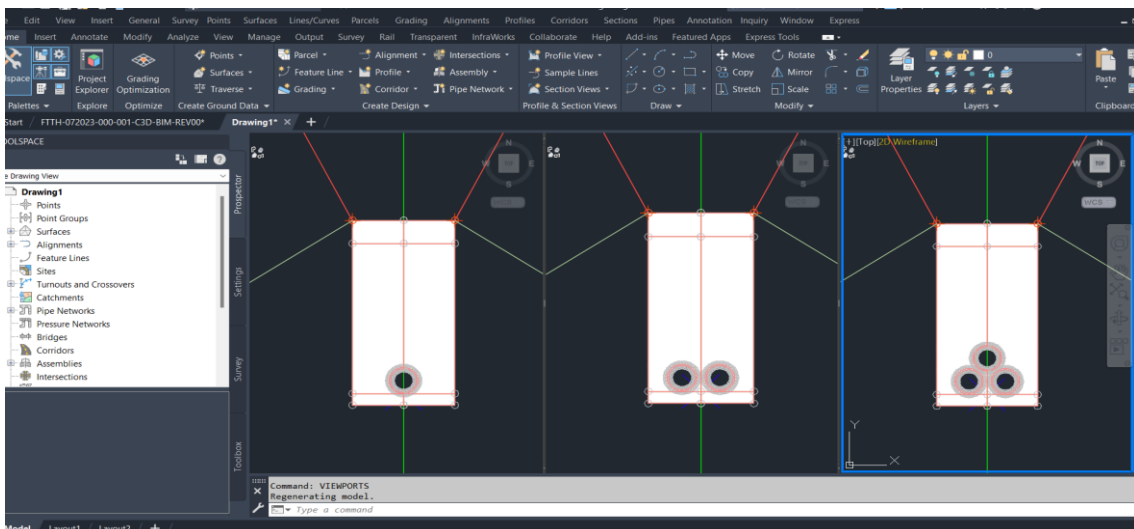
Assemblies con carpeta asfáltica



Nota. Elaboración propia

Figura 23

Assemblies sin carpeta asfáltica

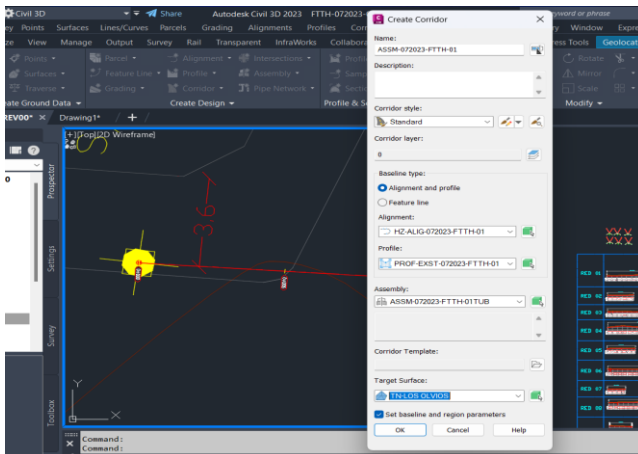


Nota. Elaboración propia

Luego de obtener ya establecidos los alineamientos, perfiles, rasantes y ensamblajes procedemos en generar nuestro corredor, esto estará definidos según la información indicada en los planos y con su respectiva codificación, como se observa en la Figura 24.

Figura 24

Creación del Corridor

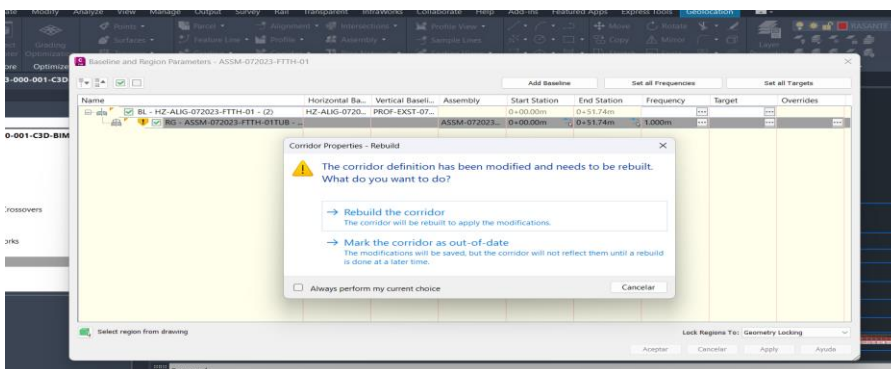


Nota. Elaboración propia

Esta definición del corredor será seleccionado en el mismo programa para poder lo que se modelo, tal y como lo demuestra en la Figura 25.

Figura 25

Definición del Corridor

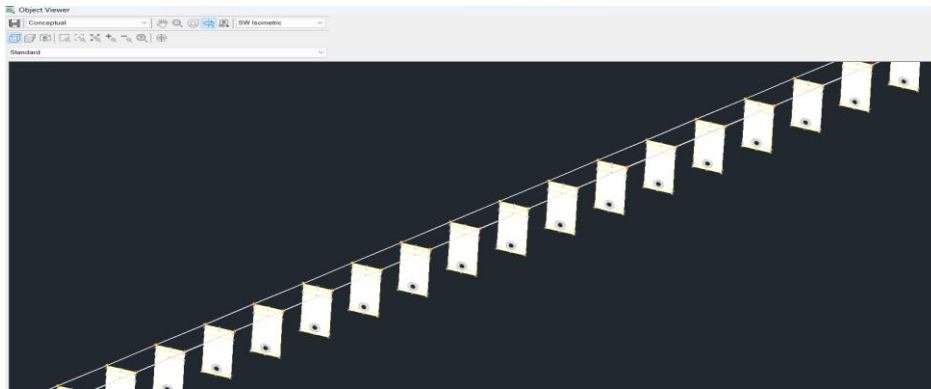


Nota. Elaboración propia

Es aquí, donde podemos visualizar todo el corredor y seleccionar las distintas partes de lo modelado (Ver Figura 26).

Figura 26

Visualización del Corridor

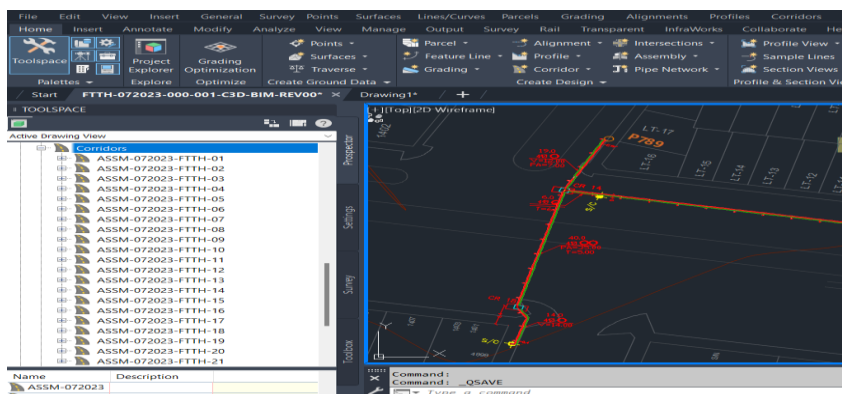


Nota. Elaboración propia

Como también se puede mostrar los distintos corredos de nuestro proyecto, seleccionándolos de acuerdo a lo queremos observar o analizar (Ver Figura 27).

Figura 27

Lista de Corridor



Nota. Elaboración propia

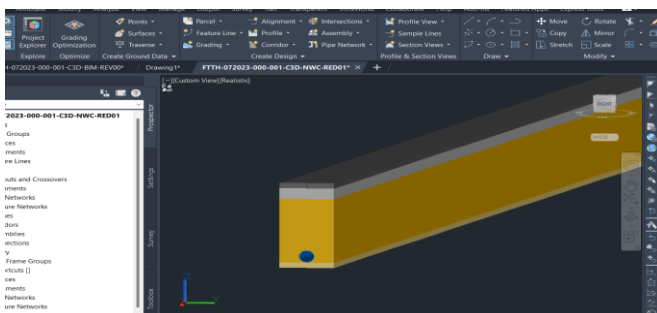
3.4.13 Figura XYZ [vista de perfiles]

Seguidamente se realiza el proceso de creación de rasantes y secciones típicas de redes de tuberías utilizando el software Civil 3D. Primero, se establecen las vistas de perfiles de las redes de tuberías y luego se procede con la creación de las rasantes, siguiendo el diseño preestablecido. El Subassembly Composer, una herramienta propia del Civil 3D, permite generar de forma intuitiva las secciones típicas de las redes, tanto con carpeta asfáltica como sin ella. Finalmente, se extraen los sólidos de los corredores, lo que permite generar el archivo de colaboración mediante Navisworks. Este programa facilita definir los metrados y el cronograma de obra para los diferentes elementos del proyecto, proporcionando una visión detallada y eficiente para la construcción del mismo. En conjunto, estos pasos aseguran una planificación y gestión óptima de la obra civil.

Terminado de generar los corredores extraemos los sólidos para generar el archivo de colaboración mediante el Navisworks, este programa nos ayudara a definir los metrados y el cronograma de obra de los diferentes elementos de nuestro proyecto a construir (Ver Figura 28).

Figura 28

Sólidos del Corridor ZY



Nota. Elaboración propia

Para ello, también se puede extraer los distintos archivos sólidos del corredor dentro de nuestra base de datos, como lo demuestra en la Figura 29.

Figura 29

Archivos de los sólidos del Corridor

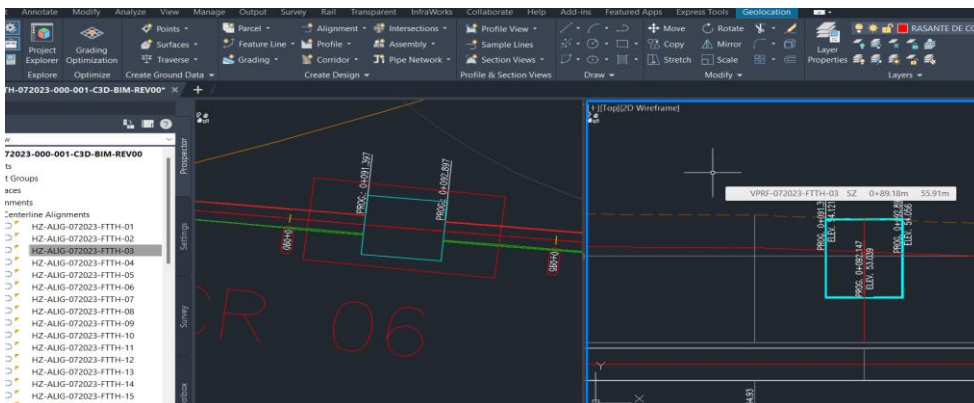
Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
FTTH-072023-000-001-CID-NWC-RED01.dwg	30/07/2023 19:57	Archivo DWG	2,407 KB
FTTH-072023-000-001-CID-NWC-RED02.dwg	30/07/2023 20:00	Archivo DWG	1,475 KB
FTTH-072023-000-001-CID-NWC-RED03.dwg	30/07/2023 21:39	Archivo DWG	9,541 KB
FTTH-072023-000-001-CID-NWC-RED04.dwg	30/07/2023 21:37	Archivo DWG	2,866 KB
FTTH-072023-000-001-CID-NWC-RED05.dwg	30/07/2023 21:30	Archivo DWG	2,073 KB
FTTH-072023-000-001-CID-NWC-RED06.dwg	30/07/2023 21:33	Archivo DWG	10,383 KB
FTTH-072023-000-001-CID-NWC-RED07.dwg	30/07/2023 21:40	Archivo DWG	1,336 KB
FTTH-072023-000-001-CID-NWC-RED08.dwg	30/07/2023 21:43	Archivo DWG	13,146 KB
FTTH-072023-000-001-CID-NWC-RED09.dwg	30/07/2023 21:45	Archivo DWG	1,651 KB
FTTH-072023-000-001-CID-NWC-RED10.dwg	30/07/2023 21:47	Archivo DWG	1,652 KB
FTTH-072023-000-001-CID-NWC-RED11.dwg	30/07/2023 21:52	Archivo DWG	11,518 KB
FTTH-072023-000-001-CID-NWC-RED12.dwg	30/07/2023 21:54	Archivo DWG	11,556 KB
FTTH-072023-000-001-CID-NWC-RED13.dwg	30/07/2023 21:57	Archivo DWG	14,570 KB
FTTH-072023-000-001-CID-NWC-RED14.dwg	30/07/2023 21:59	Archivo DWG	4,703 KB
FTTH-072023-000-001-CID-NWC-RED15.dwg	30/07/2023 22:02	Archivo DWG	2,480 KB
FTTH-072023-000-001-CID-NWC-RED16.dwg	30/07/2023 22:03	Archivo DWG	4,003 KB
FTTH-072023-000-001-CID-NWC-RED17.dwg	30/07/2023 22:05	Archivo DWG	4,117 KB
FTTH-072023-000-001-CID-NWC-RED18.dwg	30/07/2023 22:07	Archivo DWG	1,580 KB
FTTH-072023-000-001-CID-NWC-RED19.dwg	30/07/2023 22:08	Archivo DWG	1,850 KB
FTTH-072023-000-001-CID-NWC-RED20.dwg	30/07/2023 22:10	Archivo DWG	1,659 KB
FTTH-072023-000-001-CID-NWC-RED21.dwg	30/07/2023 22:12	Archivo DWG	2,125 KB

Nota. Elaboración propia

Luego de finalizar con la extracción de los sólidos de las redes de la tubería, continuamos con la ubicación de las cajas a nivel de perfil, esto con el fin de obtener un respaldo cuando iniciamos a georreferenciar nuestras estructuras en Revit tanto en coordenadas y elevación (Ver Figura 30).

Figura 30

Planta y Perfil de la Caja de Registro



Nota. Elaboración propia

3.4.14 Modelado Revit

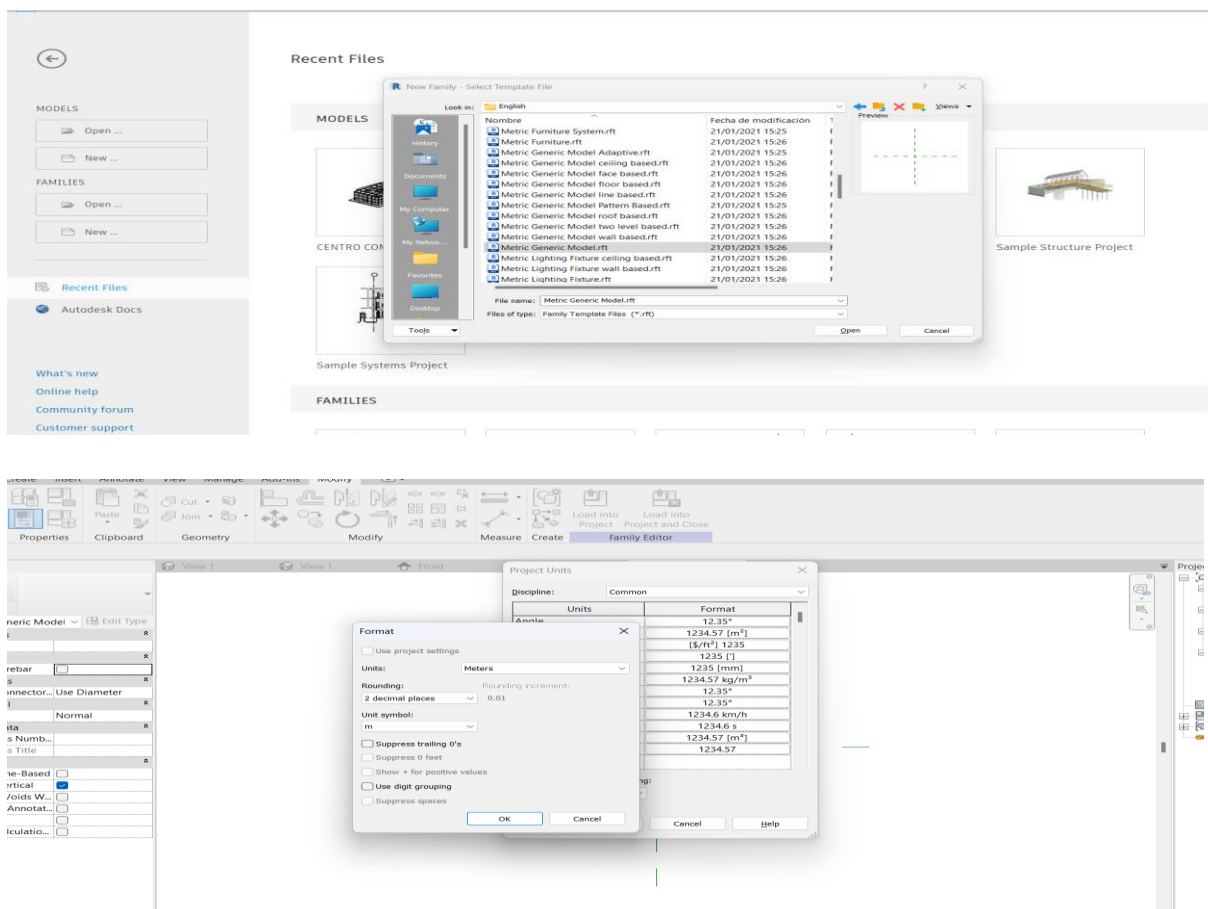
El programa nos ha permitido crear modelos unificados y multidisciplinarios para un mayor aprovechamiento.

1) Creación de una familia

Las familias en Revit son ampliamente utilizadas para crear modelos paramétricos de esa manera se optimiza mucho tiempo de retrabajo por futuros cambios que se puedan generar en las estructuras, ya que mediante parámetros asignados podemos modificar sin la necesidad de volverlas a modelar (Ver Figura 31).

Figura 31

Nueva familia y unidades



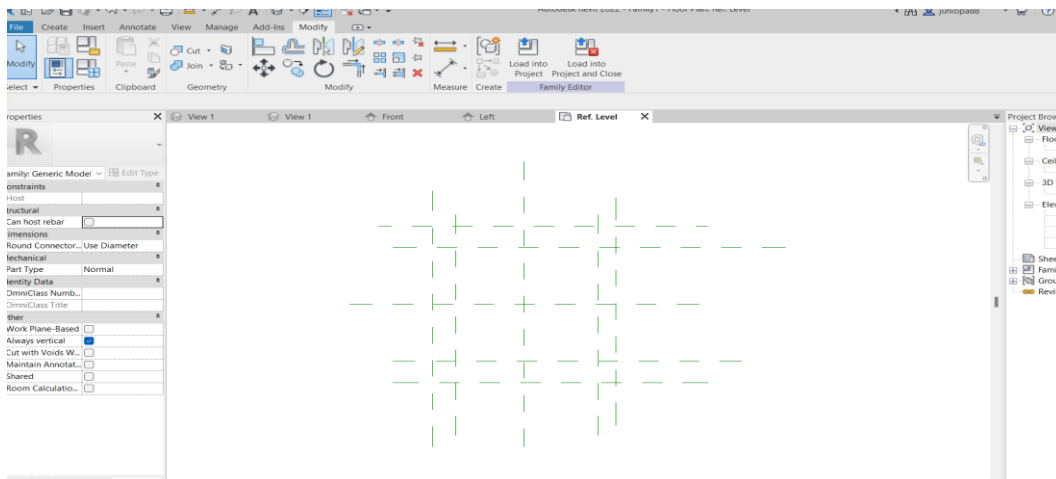
Nota. Elaboración propia

2) Líneas de referencia

Creamos líneas de referencia según el diseño de nuestra estructura, es líneas nos ayudara para generar los sólidos y agregar parámetros a nuestros modelos (Ver Figura 32 y Figura 33).

Figura 32

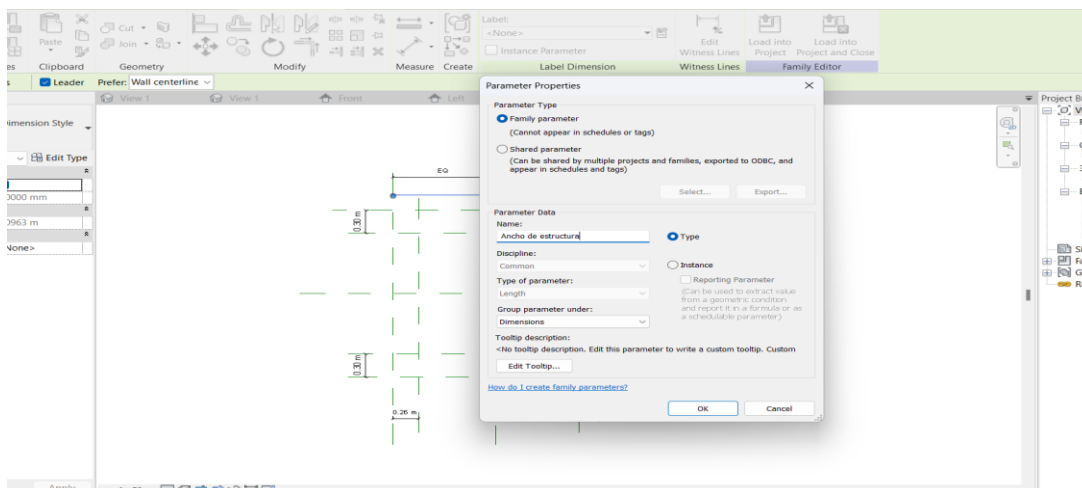
Líneas de referencia



Nota. Elaboración propia

Figura 33

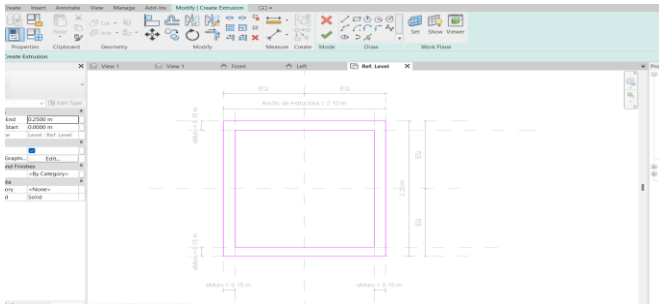
Creación de parámetros



Nota. Elaboración propia

Aquí, también se puede generar los sólidos para nuestro trabajo, eso hace que nuestro proyecto sea más fácil de manejar, tal y como se muestra en la Figura 34.

Figura 34
Generación de sólidos

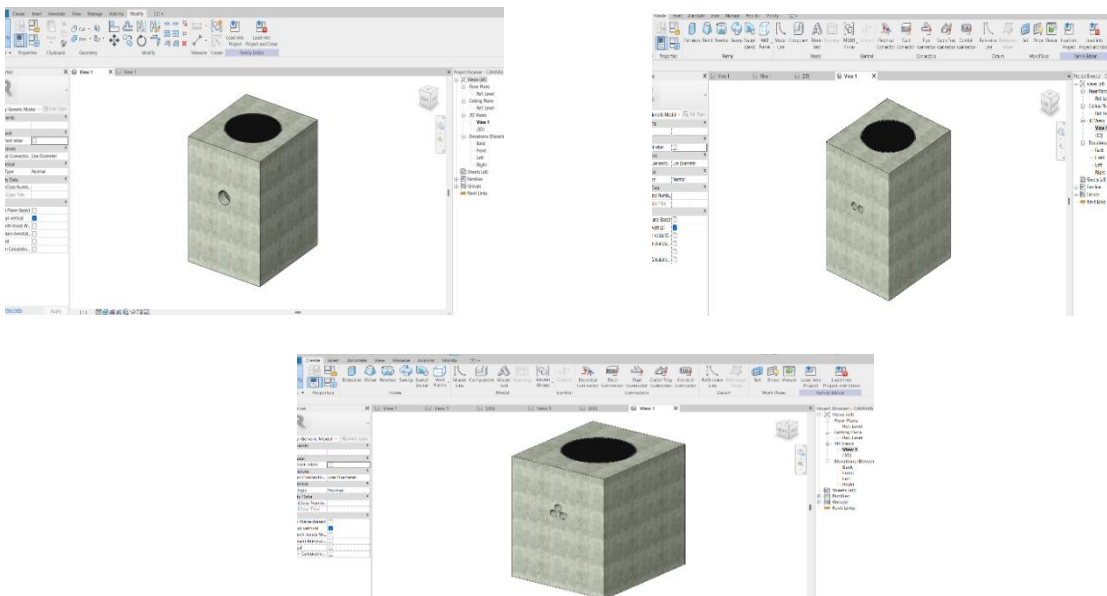


Nota. Elaboración propia

3) Modelos paramétricos

La estructura modelada es una caja de registro de 1 hasta 3 tuberías, estas se diseñaron con parámetros según las medidas indicaciones en los planos (Ver Figura 35).

Figura 35
Diseño con cámara XA



Nota. Elaboración propia

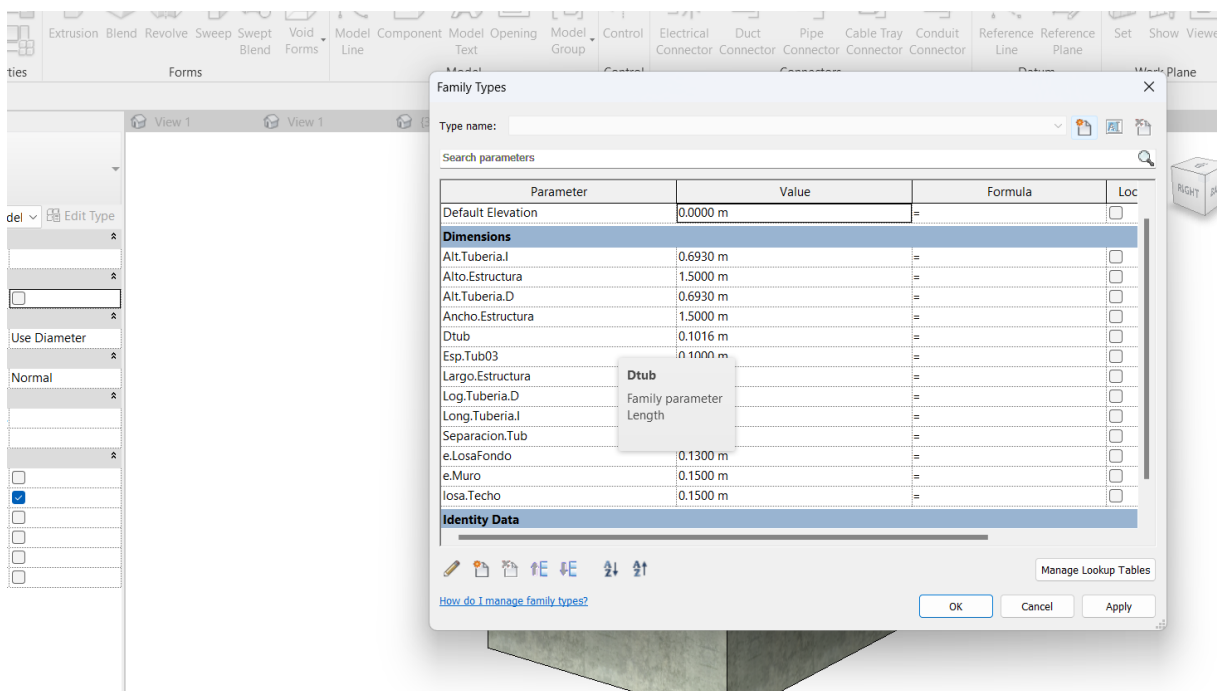
4) Parámetros asignados

El modelado paramétrico (o diseño paramétrico) es la creación de un modelo digital basado en una serie de reglas o algoritmos pre-programados conocidos como 'parámetros'. Es decir, el modelo o sus elementos se generan automáticamente mediante argumentos lógicos internos en lugar de manipularse manualmente, como se observa en la Figura 36.

La ventaja de estos modelos es que se pueden editar en futuros cambios que podría sufrir las estructuras, optimizando tiempo y retrabajo.

Figura 36

Parámetros asignados a nuestros modelos



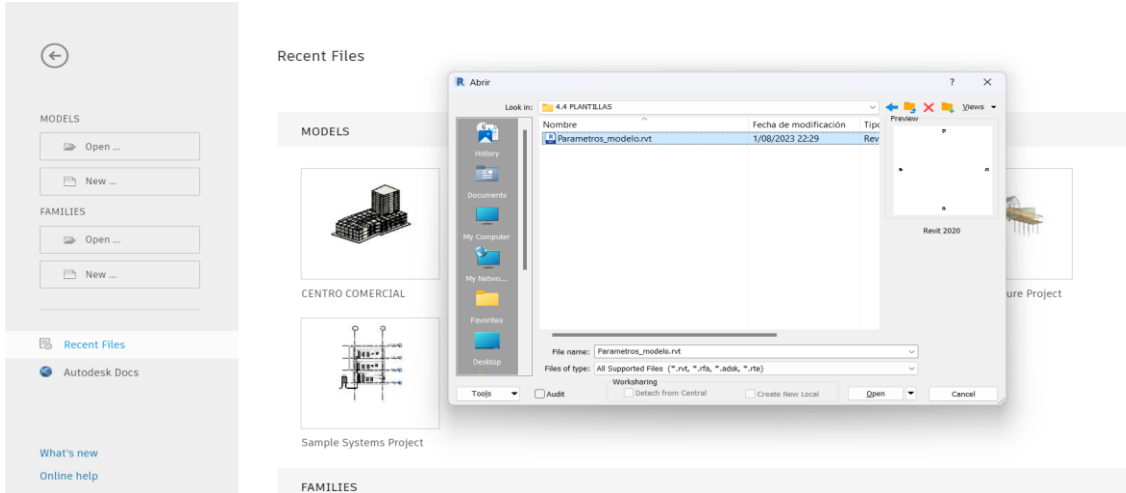
Nota. Elaboración propia

5) Models new project

Para la georreferenciación de las estructuras tanto en coordenadas y elevación abrimos la plantilla generada para nuestros modelos, como se observa en la Figura 37.

Figura 37

Plantilla



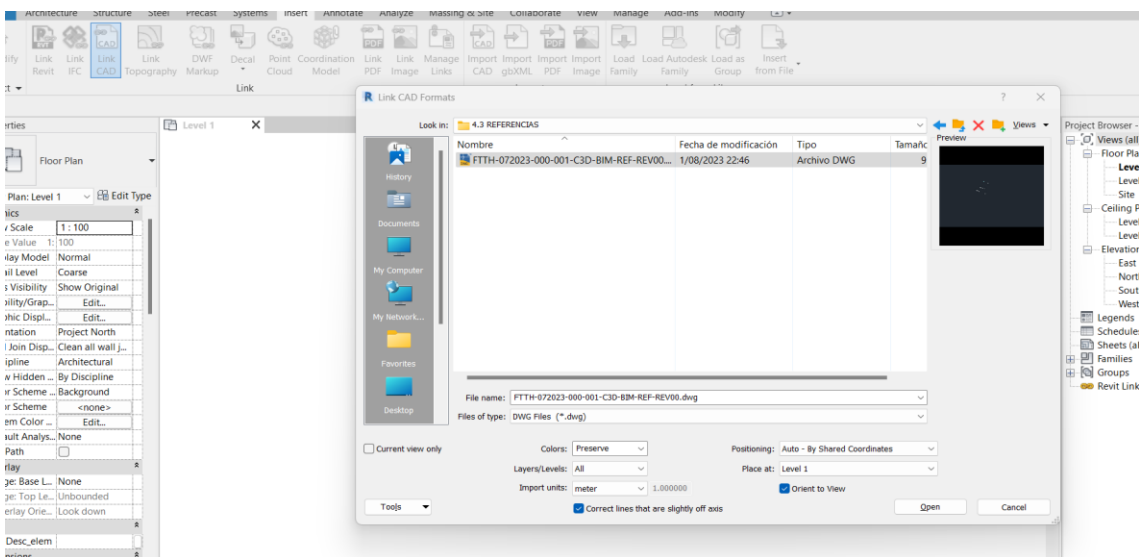
Nota. Elaboración propia

6) Importación de referencia

Importamos el Cad de referencia donde se encuentra todas las cajas de registro ubicadas en sus coordenadas, como se observa en la Figura 38.

Figura 38

Importación de referencias



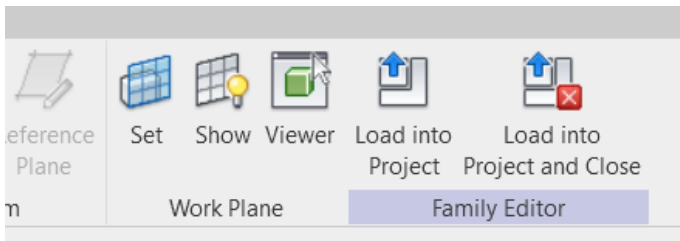
Nota. Elaboración propia

7) Load into Project

Importamos la familia de la caja de registro a nuestro proyecto (Ver Figura 39).

Figura 39

Icono de importación de la familia

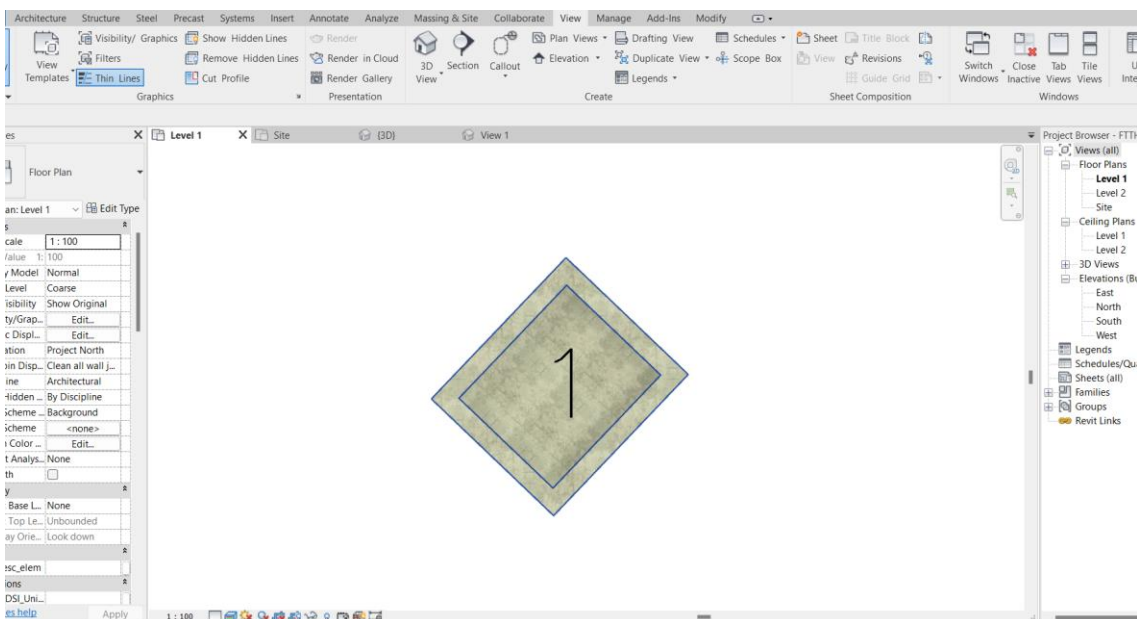


Nota. Elaboración propia

Luego de importar nuestra familia a nuestro modelo alineamos la estructura en relación con la referencia, de esa manera estaremos ubicando la caja de registro en sus coordenadas correspondientes, como se observa en la Figura 40.

Figura 40

Ubicación de la estructura

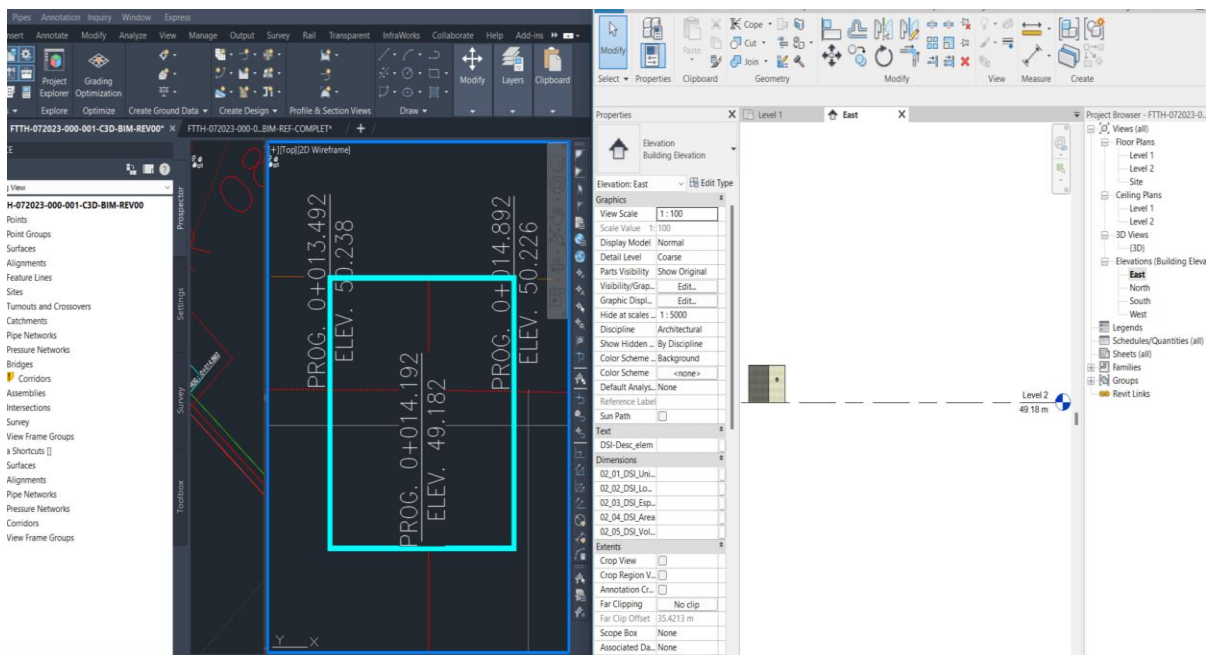


Nota. Elaboración propia

El siguiente paso es ubicar la estructura en su cota de elevación para ello nos guiamos de nuestros perfiles donde ya ubicamos en su posición la caja de registro, como se observa en la Figura 41.

Figura 41

Ubicación de elevación de caja



Nota. Elaboración propia

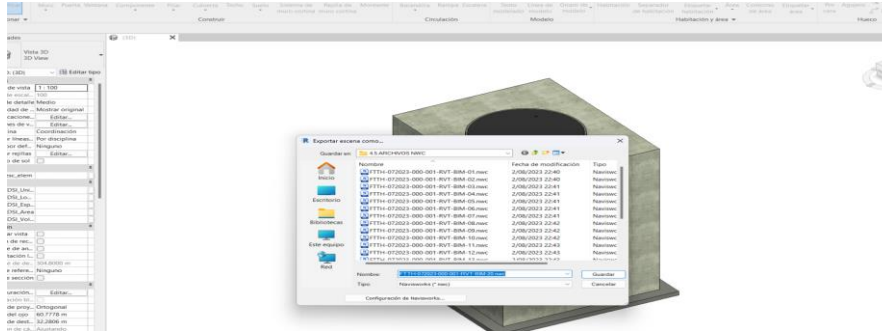
El mismo procedimiento realizamos para todas las estructuras.

8) Finalizados los modelos en Revit

Exportamos los archivos en NWC para la importación en Navisworks, como se observa en la Figura 42.

Figura 42

Exportación de archivos NWC



Nota. Elaboración propia

3.4.15 Modelado Navisworks

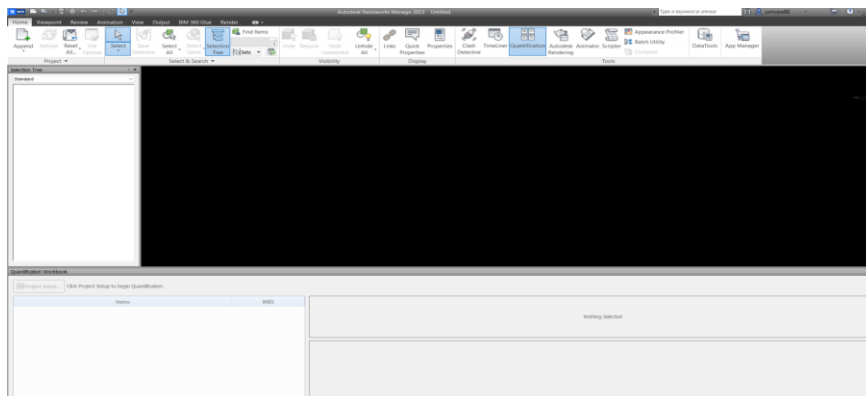
El Navisworks es una herramienta de la casa Autodesk encargada de mejorar la calidad de técnicas en la gestión de proyectos. Esto quiere decir que se utilizó modelos federados, que son modelos con poca o nula capacidad de edición, para poder fiscalizar aspectos clave en la gestión del modelo BIM y la construcción.

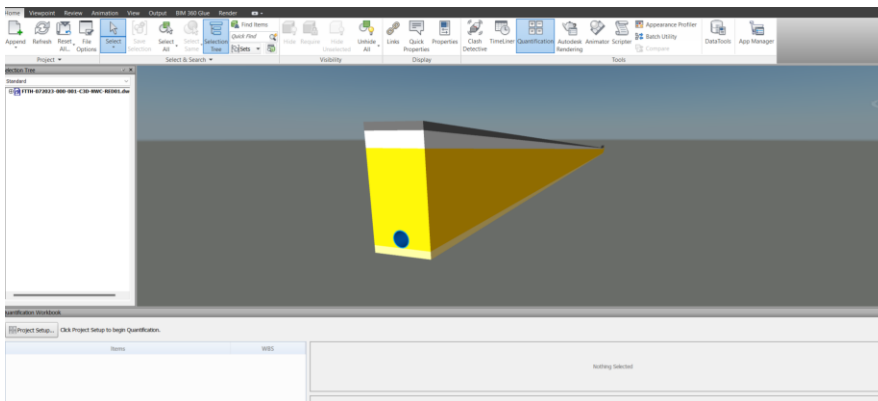
1) Abrimos el programa Navisworks

Iniciamos el programa e importamos uno de los archivos de colaboración para después guardar el modelo (Ver Figura 43).

Figura 43

Inicio e importación de archivos de colaboración





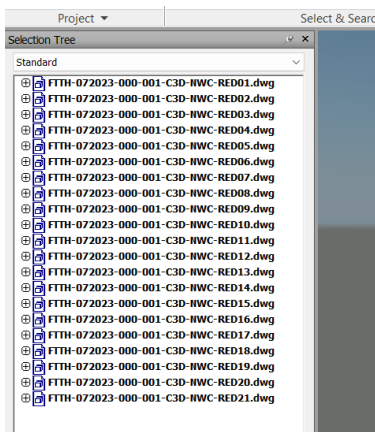
Nota. Elaboración propia

2) Importación y guardado de modelo

Es por, eso que luego se guarda el modelo para poder así importar los archivos del civil, que están definidos de acuerdo a los planos (Ver Figura 44).

Figura 44

Importación de archivos

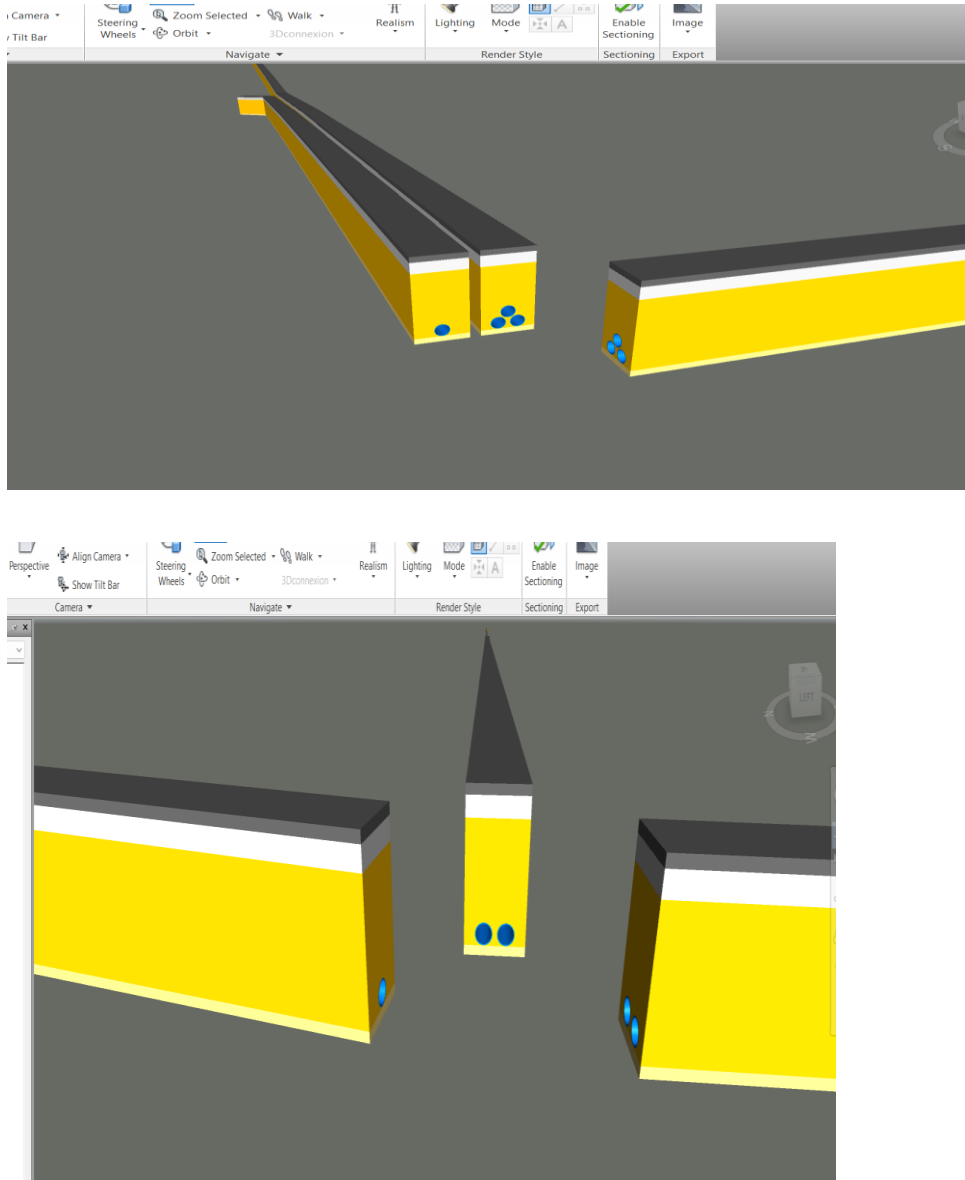


Nota. Elaboración propia

Por lo que, al finalizar podemos obtener las vistas de acuerdo a las redes del Navisworks, como se observa en la Figura 45.

Figura 45

Vistas del Navisworks



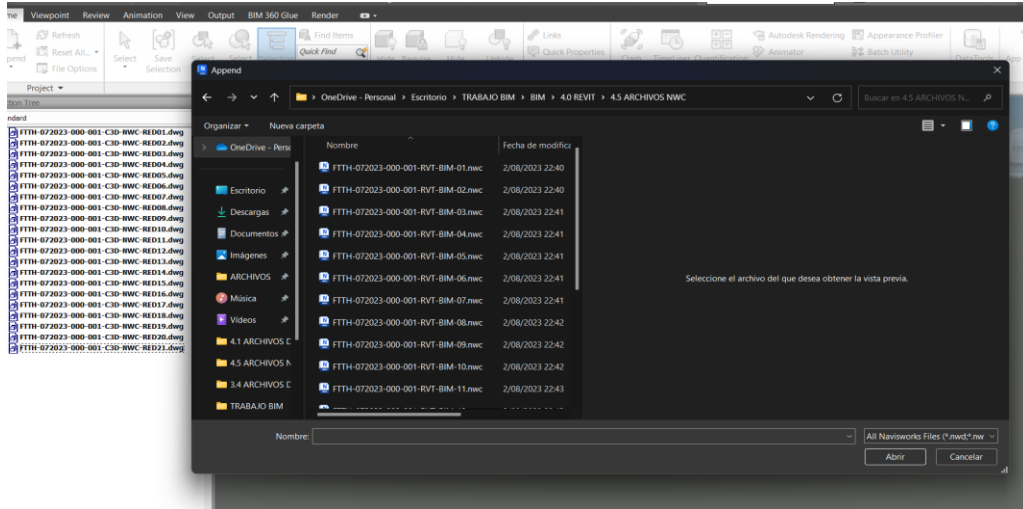
Nota. Elaboración propia

3) Importación de los archivos Revit

Luego de importar las redes de tubería, importamos las cajas de registro el cual previamente se guardó en formato NWC (Ver Figura 46).

Figura 46

Importación de redes de tuberías

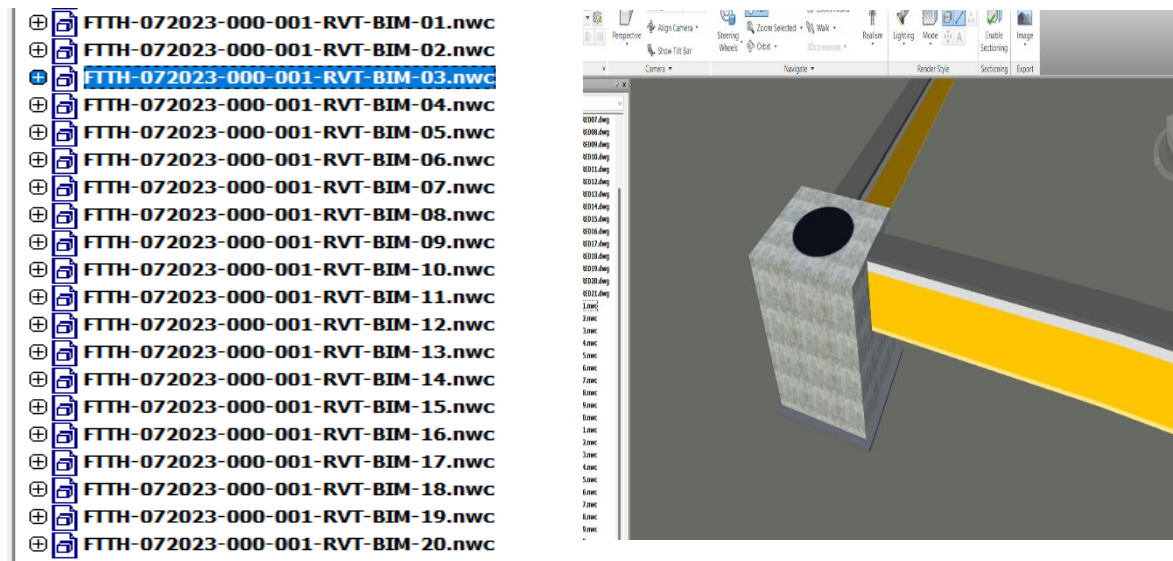


Nota. Elaboración propia

Luego al importar las redes, podemos observar las distintas vistas de registros de las cajas de tuberías (Ver Figura 47).

Figura 47

Importación de archivos y vistas de registros de cajas de tuberías



Nota. Elaboración propia

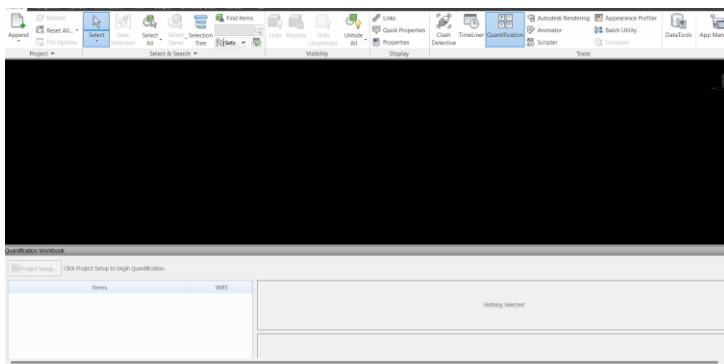
4) Quantification Workbook

Quantification admite las mediciones de modelos (automáticas), las mediciones virtuales (manuales) y las mediciones 2D (marcas de revisión) para modelos 3D DWF(x) y archivos 2D DWF(x) y DWG. El tipo de archivo y los datos que contiene determinan los métodos de medición disponibles. Una medición eficaz consiste en arrastrar y soltar objetos, grupos o toda la estructura de un árbol de selección a un elemento de libro para generar una medición rápida y precisa.

Para ello generamos un nuevo cuaderno de trabajo de cuantificación y lo configuramos en unidades métricas, como se observa en la Figura 48.

Figura 48

Cuaderno de trabajo de cuantificación



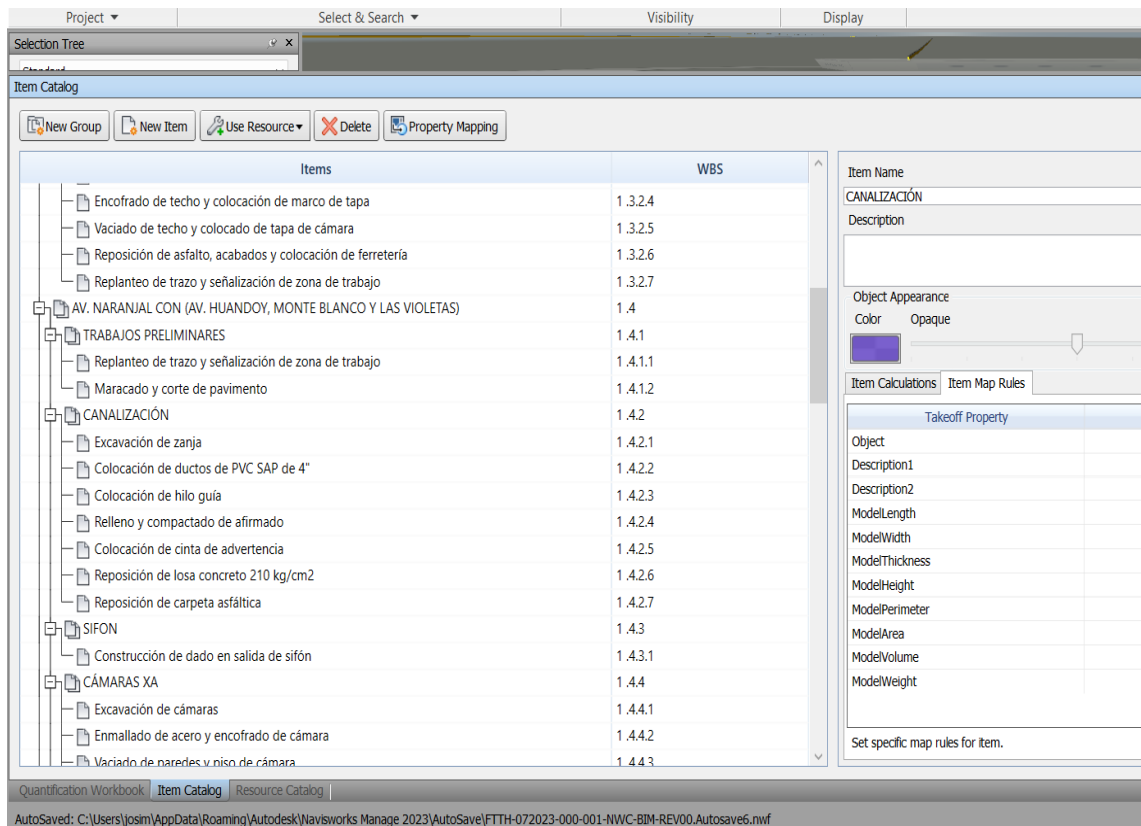
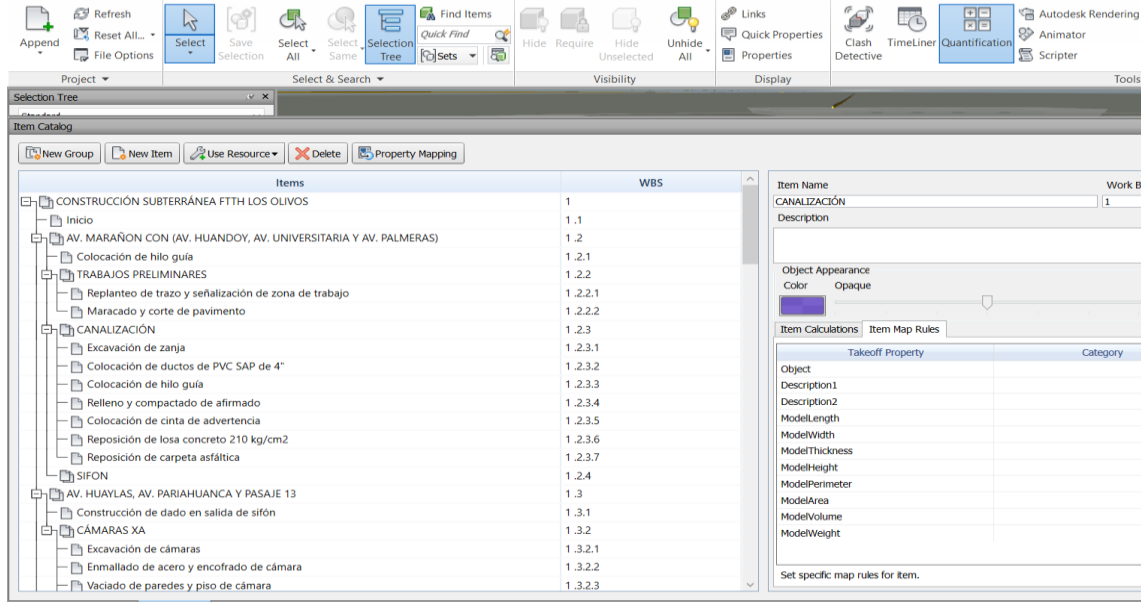
Nota. Elaboración propia

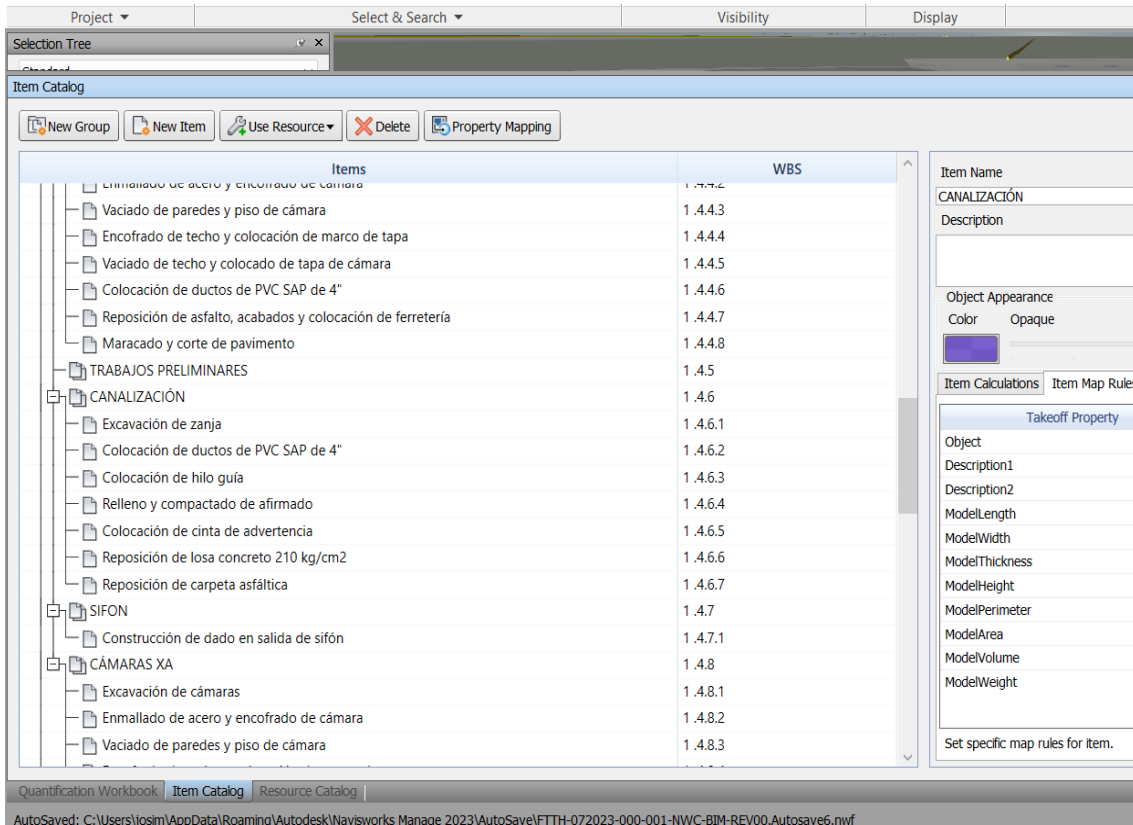
5) Item Catalog

Una vez configurado y activado nuestro Libro de Quantification, se empezó a crear nuestro Itemizado, el que nos permitirá gestionar la cuantificación del modelo. Para ello nos dirigiremos a la pestaña elementos de catálogo (Item catalog) para después agregar todos Item de nuestro cronograma de obra. Las carpetas y grupos previamente creados que nos ayudaran a ordenar y agrupar la información, tal y como se observa en la Figura 49.

Figura 49

Item Catalog

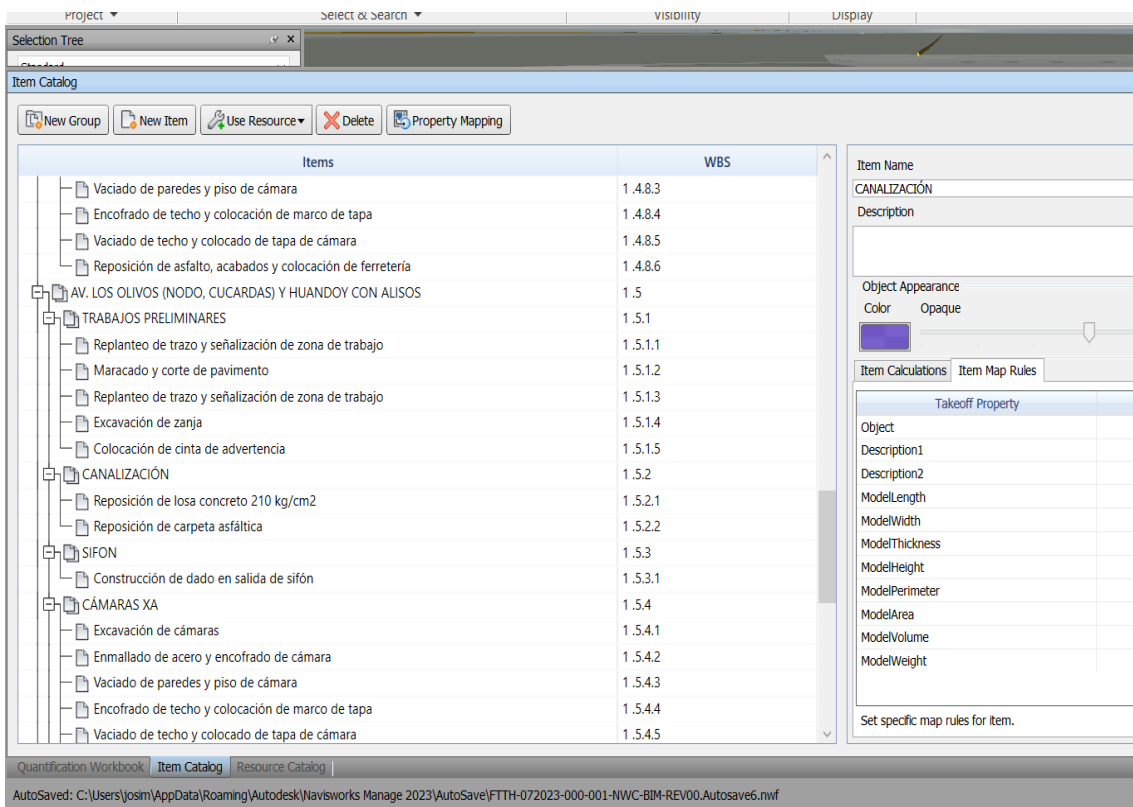




Quantification Workbook | Item Catalog | Resource Catalog

AutoSaved: C:\Users\josim\AppData\Roaming\Autodesk\Navisworks Manage 2023\AutoSave\FTTH-072023-000-001-NWC-BIM-REV00.Autosave6.nwf

Items	WBS
Enmallado de acero y encofrado de cámara	1.4.4.3
Vaciado de paredes y piso de cámara	1.4.4.3
Encofrado de techo y colocación de marco de tapa	1.4.4.4
Vaciado de techo y colocado de tapa de cámara	1.4.4.5
Colocación de ductos de PVC SAP de 4"	1.4.4.6
Reposición de asfalto, acabados y colocación de ferretería	1.4.4.7
Maracado y corte de pavimento	1.4.4.8
TRABAJOS PRELIMINARES	1.4.5
CANALIZACIÓN	1.4.6
Excavación de zanja	1.4.6.1
Colocación de ductos de PVC SAP de 4"	1.4.6.2
Colocación de hilo guía	1.4.6.3
Relleno y compactado de afirmado	1.4.6.4
Colocación de cinta de advertencia	1.4.6.5
Reposición de losa concreto 210 kg/cm2	1.4.6.6
Reposición de carpeta asfáltica	1.4.6.7
SIFON	1.4.7
Construcción de dado en salida de sifón	1.4.7.1
CÁMARAS XA	1.4.8
Excavación de cámaras	1.4.8.1
Enmallado de acero y encofrado de cámara	1.4.8.2
Vaciado de paredes y piso de cámara	1.4.8.3



Quantification Workbook | Item Catalog | Resource Catalog

AutoSaved: C:\Users\josim\AppData\Roaming\Autodesk\Navisworks Manage 2023\AutoSave\FTTH-072023-000-001-NWC-BIM-REV00.Autosave6.nwf

Items	WBS
Vaciado de paredes y piso de cámara	1.4.8.3
Encofrado de techo y colocación de marco de tapa	1.4.8.4
Vaciado de techo y colocado de tapa de cámara	1.4.8.5
Reposición de asfalto, acabados y colocación de ferretería	1.4.8.6
AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDOY CON ALISOS	1.5
TRABAJOS PRELIMINARES	1.5.1
Replanteo de trazo y señalización de zona de trabajo	1.5.1.1
Maracado y corte de pavimento	1.5.1.2
Replanteo de trazo y señalización de zona de trabajo	1.5.1.3
Excavación de zanja	1.5.1.4
Colocación de cinta de advertencia	1.5.1.5
CANALIZACIÓN	1.5.2
Reposición de losa concreto 210 kg/cm2	1.5.2.1
Reposición de carpeta asfáltica	1.5.2.2
SIFON	1.5.3
Construcción de dado en salida de sifón	1.5.3.1
CÁMARAS XA	1.5.4
Excavación de cámaras	1.5.4.1
Enmallado de acero y encofrado de cámara	1.5.4.2
Vaciado de paredes y piso de cámara	1.5.4.3
Encofrado de techo y colocación de marco de tapa	1.5.4.4
Vaciado de techo y colocado de tapa de cámara	1.5.4.5

Items	WBS
Relleno y compactado de afirmado	1.5.4.7
TRABAJOS PRELIMINARES	1.5.5
Excavación de zanja	1.5.5.1
Colocación de ductos de PVC SAP de 4"	1.5.5.2
Colocación de hilo guía	1.5.5.3
Relleno y compactado de afirmado	1.5.5.4
AV. LOS ALISOS CON (CALLE 13, UNIVERSITARIA Y PALMERAS)	1.6
Colocación de cinta de advertencia	1.6.1
Reposición de losa concreto 210 kg/cm2	1.6.2
Reposición de carpeta asfáltica	1.6.3
Maracado y corte de pavimento	1.6.4
SIFON	1.6.5
Construcción de dado en salida de sifón	1.6.5.1
CÁMARAS XA	1.6.6
Excavación de cámaras	1.6.6.1
Enmallado de acero y encofrado de cámara	1.6.6.2
Vaciado de paredes y piso de cámara	1.6.6.3
Encofrado de techo y colocación de marco de tapa	1.6.6.4
Vaciado de techo y colocado de tapa de cámara	1.6.6.5
Reposición de asfalto, acabados y colocación de ferretería	1.6.6.6
Fin	1.7
CANALIZACIÓN	1.7.1

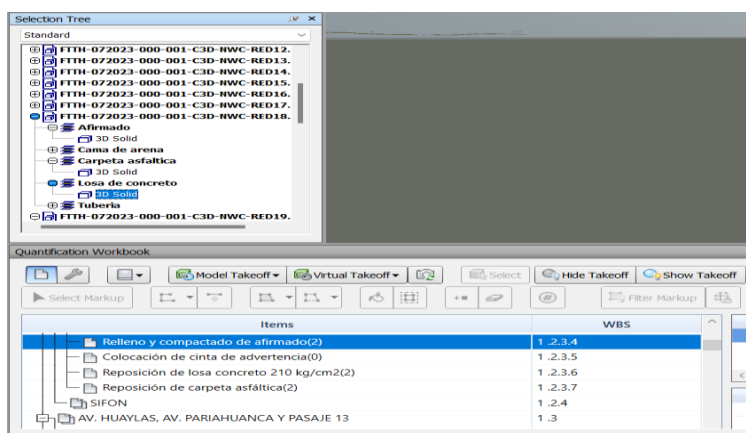
Nota. Elaboración propia

Al movernos al Libro de Quantification, podemos ver el mismo Itemizado pero a diferencia del anterior. Cada elemento nos aparece con un (0), esto significa que no hay elementos Cuantificados dentro del archivo. Para poder cuantificar debemos activar el árbol de selección (selection tree) y navegar en el buscando los elementos que vayamos a cuantificar. Buscamos el elemento que queremos cuantificar y lo arrastramos al itemizado correspondiente.

El programa de inmediato contabilizará los elementos cambiando nuestro (0) inicial por la cuantificación realizada, como se observa en la Figura 50.

Figura 50

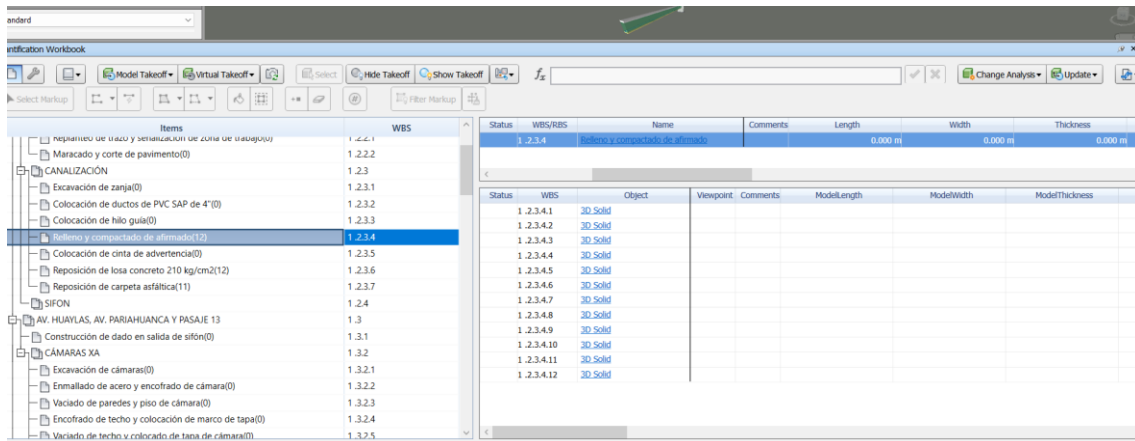
Cuantificación



Nota. Elaboración propia

Al finalizar la cuantificación de los elementos en el itemizado nos encontraremos con nuestro grupo de mediciones (Ver Figura 51).

Figura 51
Grupo de medición

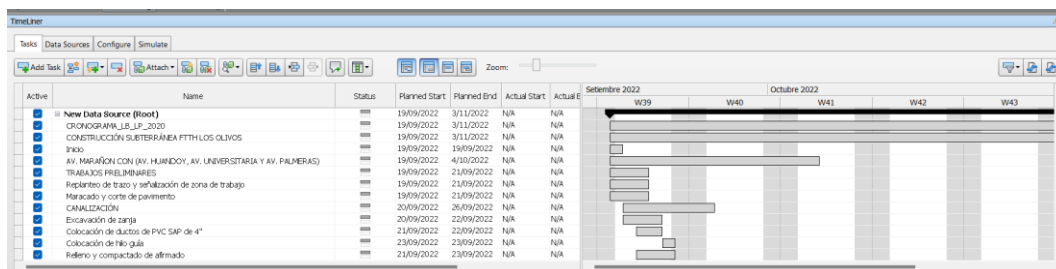


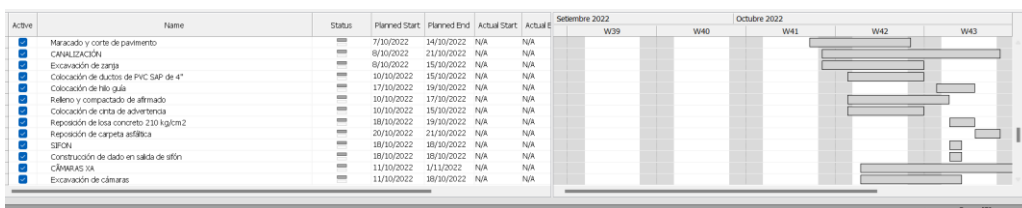
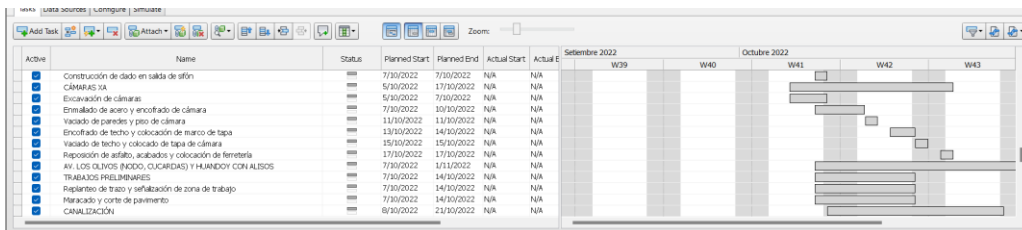
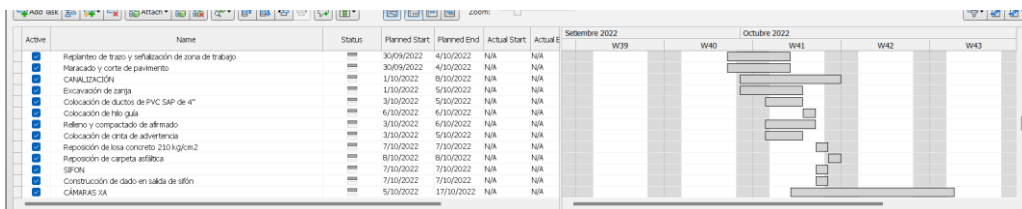
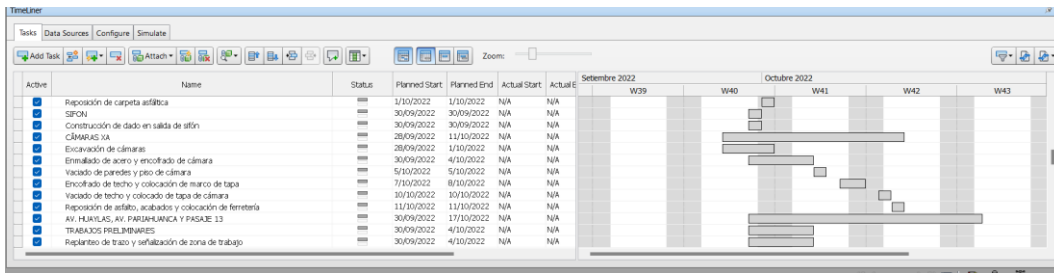
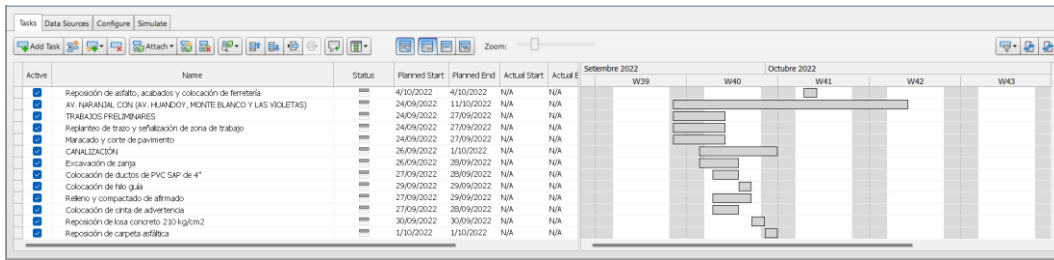
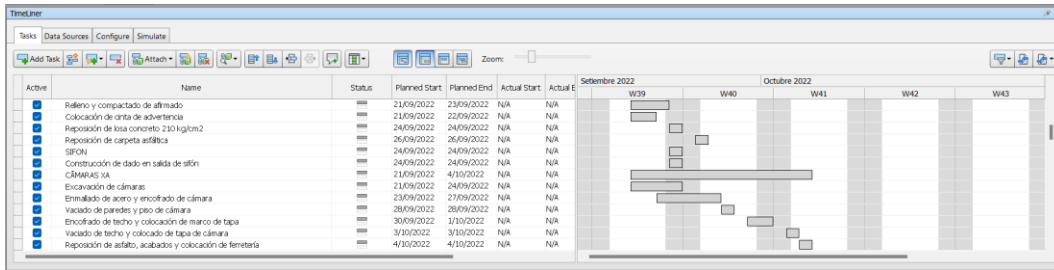
Nota. Elaboración propia

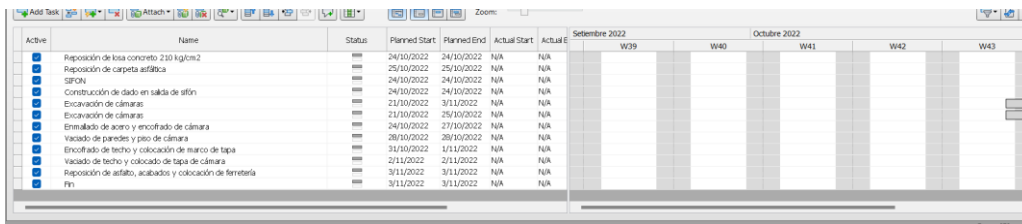
6) Flujo de trabajo de Timeliner

La herramienta TimeLiner se pudo definir las tareas predefinidas (Construcción), por lo que la ficha Tareas permitió crear y administrar las tareas nuestro proyecto. Muestra todas las tareas de la programación en una lista con formato de tabla. Puede usar las barras de desplazamiento en las partes inferior y derecha de la ficha para desplazarse de un registro de tarea a otro, como se observa en la Figura 52.

Figura 52
Timeliner







Nota. Elaboración propia

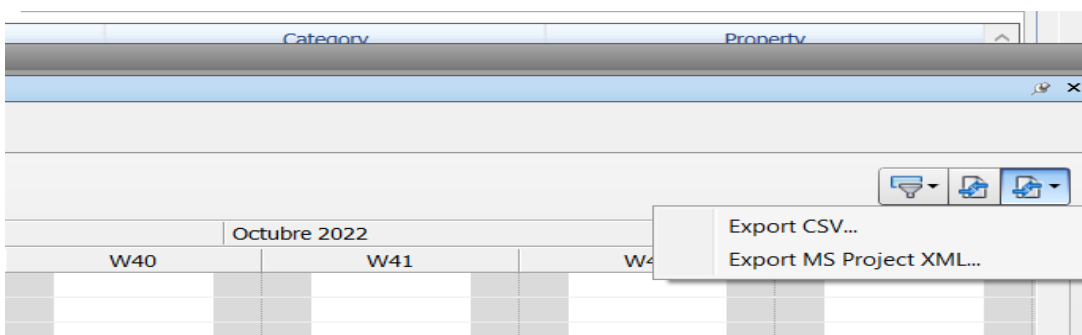
Para poder optimizar los tiempos se incrementó el valor y redujo el desperdicio en algunos puntos exactamente detectado mediante el software, siendo posible maximizar la eficiencia a través de todas las fases en el diseño y modelamiento del proyecto permitiendo que, al realizar una lectura de las tareas implementadas, estas estén asociadas correctamente, seleccionadas y añadidas en la Ficha de Tareas, haciendo una comparativa con los trabajos ya realizados de forma tradicional en el Ms Project. Por lo que, se seleccionó una opción de sincronización de programación externa para que cuando se pueda añadir nuevas tareas dentro de nuestro archivo.

7) Exportación del Cronograma

Luego de realizar el cronograma de forma manual podemos exportarlo en un formato MPX para tener una interoperabilidad de Software, como se muestra en la Figura 53.

Figura 53

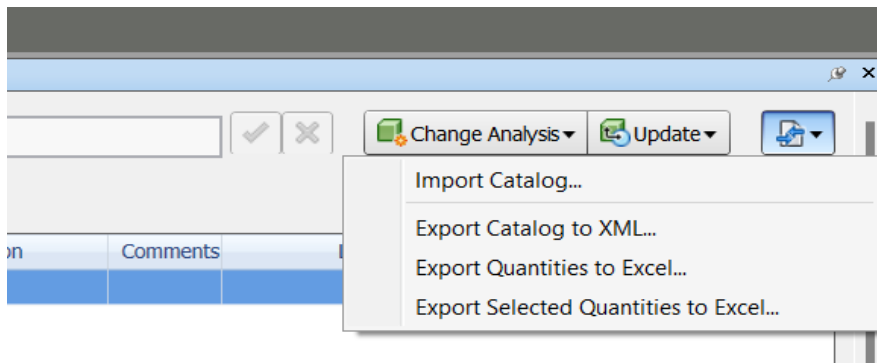
Export MS Project



Nota. Elaboración propia

8) Exportación de metrados

De igual manera al finalizar con la cuantificación de nuestros elementos de nuestro proyecto, el metrado lo podemos exportar en un formato Excel (Ver Figura 54 y Tabla 13).

Figura 54*Exportación de metrados*

Nota. Elaboración propia

Tabla 13

Metrados obtenidos con la implementación BIM

WBS/RBS	Group1	Group2	Group3	Item	ModelA	ModelVolume	ModelV Length	Length	Volume	Count
1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS									
1.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS			Inicio				m	m³	
1.2	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. MARAÑON CON (AV. HUANDÓY, AV. UNIVERSITARIA Y AV. PALMERAS)								
1.2.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. MARAÑON CON (AV. HUANDÓY, AV. UNIVERSITARIA Y AV. PALMERAS)		Colocación de hilo guía				m	m³	
1.2.2	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. MARAÑON CON (AV. HUANDÓY, AV. UNIVERSITARIA Y AV. PALMERAS)	TRABAJOS PRELIMINARES							
1.2.2.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. MARAÑON CON (AV. HUANDÓY, AV. UNIVERSITARIA Y AV. PALMERAS)	TRABAJOS PRELIMINARES	Replanteo de trazo y señalización de zona de trabajo				m	m³	
1.2.2.2	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. MARAÑON CON (AV. HUANDÓY, AV. UNIVERSITARIA Y AV. PALMERAS)	TRABAJOS PRELIMINARES	Marcado y corte de pavimento				m	m³	
1.2.3	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. MARAÑON CON (AV. HUANDÓY, AV. UNIVERSITARIA Y AV. PALMERAS)	CANALIZACIÓN					m		
1.2.3.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. MARAÑON CON (AV. HUANDÓY, AV. UNIVERSITARIA Y AV. PALMERAS)	CANALIZACIÓN	Excavación de zanja				m	82.560 m³	
1.2.3.2	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. MARAÑON CON (AV. HUANDÓY, AV. UNIVERSITARIA Y AV. PALMERAS)	CANALIZACIÓN	Colocación de ductos de PVC SAP de 4"				258.000 m	m³	
1.2.3.3	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. MARAÑON CON (AV. HUANDÓY, AV. UNIVERSITARIA Y AV. PALMERAS)	CANALIZACIÓN	Colocación de hilo guía				m	m³	
1.2.3.4	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. MARAÑON CON (AV. HUANDÓY, AV. UNIVERSITARIA Y AV. PALMERAS)	CANALIZACIÓN	Relleno y compactado de afirmado				0.000 m	60.711 m³	12.000
1.2.3.5	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. MARAÑON CON (AV. HUANDÓY, AV. UNIVERSITARIA Y AV. PALMERAS)	CANALIZACIÓN	Colocación de cinta de advertencia				m	m³	
1.2.3.6	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. MARAÑON CON (AV. HUANDÓY, AV. UNIVERSITARIA Y AV. PALMERAS)	CANALIZACIÓN	Reposición de losa concreto 210 kg/cm2				0.000 m	10.346 m³	12.000
1.2.3.7	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. MARAÑON CON (AV. HUANDÓY, AV. UNIVERSITARIA Y AV. PALMERAS)	CANALIZACIÓN	Reposición de carpeta asfáltica				0.000 m	5.185 m³	11.000
1.2.4	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. MARAÑON CON (AV. HUANDÓY, AV. UNIVERSITARIA Y AV. PALMERAS)	SIFON							
1.3	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. HUAYLAS, AV. PARIAHUANCA Y PASAJE 13								
1.3.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. HUAYLAS, AV. PARIAHUANCA Y PASAJE 13		Construcción de dado en salida de sifón				m	m³	
1.3.2	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. HUAYLAS, AV. PARIAHUANCA Y PASAJE 13	CÁMARA XA							
1.3.2.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. HUAYLAS, AV. PARIAHUANCA Y PASAJE 13	CÁMARA XA	Excavación de cámaras				m	10.530 m³	
1.3.2.2	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. HUAYLAS, AV. PARIAHUANCA Y PASAJE 13	CÁMARA XA	Enmallado de acero y encofrado de cámara				m	m³	
1.3.2.3	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. HUAYLAS, AV. PARIAHUANCA Y PASAJE 13	CÁMARA XA	Vaciado de paredes y piso de cámara				m	4.854 m³	
1.3.2.4	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. HUAYLAS, AV. PARIAHUANCA Y PASAJE 13	CÁMARA XA	Encofrado de techo y colocación de marco de tapa				m	m³	
1.3.2.5	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. HUAYLAS, AV. PARIAHUANCA Y PASAJE 13	CÁMARA XA	Vaciado de techo y colocado de tapa de cámara				m	m³	
1.3.2.6	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. HUAYLAS, AV. PARIAHUANCA Y PASAJE 13	CÁMARA XA	Reposición de asfalto, acabados y colocación de ferretería				m	m³	
1.3.2.7	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. HUAYLAS, AV. PARIAHUANCA Y PASAJE 13	CÁMARA XA	Replanteo de trazo y señalización de zona de trabajo				m	m³	
1.4	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)								
1.4.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	TRABAJOS PRELIMINARES (1)							
1.4.1.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	TRABAJOS PRELIMINARES (1)	Replanteo de trazo y señalización de zona de trabajo				m	m³	
1.4.1.2	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	TRABAJOS PRELIMINARES (1)	Marcado y corte de pavimento				m	m³	
1.4.2	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CANALIZACIÓN (1)							
1.4.2.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CANALIZACIÓN (1)	Excavación de zanja				m	100.400 m³	
1.4.2.1.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CANALIZACIÓN (1)	Excavación de zanja	m³	100.400 m³		0.000 m	100.400 m³	1.000
1.4.2.2	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CANALIZACIÓN (1)	Colocación de ductos de PVC SAP de 4"				251.000 m	m³	
1.4.2.3	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CANALIZACIÓN (1)	Colocación de hilo guía				m	m³	
1.4.2.4	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CANALIZACIÓN (1)	Relleno y compactado de afirmado				0.000 m	64.827 m³	7.000
1.4.2.5	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CANALIZACIÓN (1)	Colocación de cinta de advertencia				m	m³	
1.4.2.6	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CANALIZACIÓN (1)	Reposición de losa concreto 210 kg/cm2				0.000 m	10.274 m³	7.000
1.4.2.7	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CANALIZACIÓN (1)	Reposición de carpeta asfáltica				0.000 m	5.075 m³	7.000
1.4.3	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	SIFON (1)							
1.4.3.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	SIFON (1)	Construcción de dado en salida de sifón				m	m³	
1.4.4	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CÁMARA XA (1)							
1.4.4.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CÁMARA XA (1)	Excavación de cámaras				m	14.040 m³	
1.4.4.1.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CÁMARA XA	Excavación de cámaras	m³	14.040 m³		0.000 m	14.040 m³	1.000
1.4.4.2	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CÁMARA XA (1)	Enmallado de acero y encofrado de cámara				m	6.472 m³	
1.4.4.3	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CÁMARA XA (1)	Vaciado de paredes y piso de cámara				m	6.472 m³	
1.4.4.3.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CÁMARA XA	Vaciado de paredes y piso de cámara	m³	6.472 m³		0.000 m	m³	1.000
1.4.4.4	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CÁMARA XA (1)	Encofrado de techo y colocación de marco de tapa				m	m³	
1.4.4.5	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CÁMARA XA (1)	Vaciado de techo y colocado de tapa de cámara				m	m³	
1.4.4.6	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CÁMARA XA (1)	Colocación de ductos de PVC SAP de 4"				m	m³	
1.4.4.7	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CÁMARA XA (1)	Reposición de asfalto, acabados y colocación de ferretería				m	m³	
1.4.4.8	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CÁMARA XA (1)	Marcado y corte de pavimento				m	m³	
1.4.5	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	TRABAJOS PRELIMINARES (2)							
1.4.6	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CANALIZACIÓN (2)							
1.4.6.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CANALIZACIÓN	Excavación de zanja				m	123.520 m³	
1.4.6.1.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CANALIZACIÓN	Excavación de zanja	m³	123.520 m³		0.000 m	123.520 m³	1.000
1.4.6.2	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CANALIZACIÓN (2)	Colocación de ductos de PVC SAP de 4"				386.000 m	m³	
1.4.6.2.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CANALIZACIÓN	Colocación de ductos de PVC SAP de 4"	m³	m³		386.000 m	m³	1.000
1.4.6.3	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CANALIZACIÓN (2)	Colocación de hilo guía				m	m³	
1.4.6.4	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CANALIZACIÓN (2)	Relleno y compactado de afirmado				0.000 m	247.040 m³	5.000
1.4.6.5	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CANALIZACIÓN (2)	Colocación de cinta de advertencia				m	m³	
1.4.6.6	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CANALIZACIÓN (2)	Reposición de losa concreto 210 kg/cm2				0.000 m	15.683 m³	4.000
1.4.6.7	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CANALIZACIÓN (2)	Reposición de carpeta asfáltica				0.000 m	7.842 m³	4.000
1.4.7	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	SIFON (2)							
1.4.7.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	SIFON (2)	Construcción de dado en salida de sifón				m	m³	
1.4.8	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CÁMARA XA (2)							
1.4.8.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CÁMARA XA (2)	Excavación de cámaras				m	m³	
1.4.8.1.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CÁMARA XA	Excavación de cámaras	m³	10.530 m³		0.000 m	10.530 m³	1.000
1.4.8.2	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CÁMARA XA (2)	Enmallado de acero y encofrado de cámara				m	m³	
1.4.8.3	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CÁMARA XA (2)	Vaciado de paredes y piso de cámara				m	m³	
1.4.8.3.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CÁMARA XA	Vaciado de paredes y piso de cámara	m³	4.854 m³		0.000 m	4.854 m³	1.000
1.4.8.4	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CÁMARA XA (2)	Encofrado de techo y colocación de marco de tapa				m	m³	
1.4.8.5	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CÁMARA XA (2)	Vaciado de techo y colocado de tapa de cámara				m	m³	
1.4.8.6	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. NARANJAL CON (AV. HUANDÓY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)	CÁMARA XA (2)	Reposición de asfalto, acabados y colocación de ferretería				m	m³	
1.5	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDÓY CON ALISOS								
1.5.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDÓY CON ALISOS	TRABAJOS PRELIMINARES (1)							
1.5.1.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDÓY CON ALISOS	TRABAJOS PRELIMINARES (1)	Replanteo de trazo y señalización de zona de trabajo (1)				m	m³	
1.5.1.2	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDÓY CON ALISOS	TRABAJOS PRELIMINARES (1)	Marcado y corte de pavimento				m	m³	
1.5.1.3	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDÓY CON ALISOS	TRABAJOS PRELIMINARES (1)	Replanteo de trazo y señalización de zona de trabajo (2)				m	m³	

1.5.1.4	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	TRABAJOS PRELIMINARES (1)	Excavación de zanja	m	m³		
1.5.1.5	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	TRABAJOS PRELIMINARES (1)	Colocación de cinta de advertencia	m	m³		
1.5.2	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	CANALIZACIÓN					
1.5.2.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	CANALIZACIÓN	Reposición de losa concreto 210 kg/cm2	m	m³		
1.5.2.2	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	CANALIZACIÓN	Reposición de carpeta asfáltica	m	m³		
1.5.3	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	SIFON					
1.5.3.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	SIFON	Construcción de dado en salida de sifón	m	m³		
1.5.4	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	CÁMARAS XA					
1.5.4.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	CÁMARAS XA	Excavación de cámaras	m	18.428 m³		
1.5.4.1.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	CÁMARAS XA	Excavación de cámaras	m³	18.428 m³	0.000 m	1.000
1.5.4.2	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	CÁMARAS XA	Enmallado de acero y encofrado de cámara	m	m³		
1.5.4.3	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	CÁMARAS XA	Vaciado de paredes y piso de cámara	m	8.495 m³		
1.5.4.3.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	CÁMARAS XA	Vaciado de paredes y piso de cámara	m³	8.495 m³	0.000 m	1.000
1.5.4.4	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	CÁMARAS XA	Encofrado de techo y colocación de marco de tapa	m	m³		
1.5.4.5	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	CÁMARAS XA	Vaciado de techo y colocado de tapa de cámara	m	m³		
1.5.4.6	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	CÁMARAS XA	Reposición de asfalto, acabados y colocación de ferretería	m	m³		
1.5.4.7	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	CÁMARAS XA	Relleno y compactado de afirmado	m	m³		
1.5.5	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	TRABAJOS PRELIMINARES (2)					
1.5.5.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	TRABAJOS PRELIMINARES (2)	Excavación de zanja	m	179.200 m³		
1.5.5.1.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	CANALIZACIÓN	Excavación de zanja	m³	179.200 m³	0.000 m	1.000
1.5.5.2	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	TRABAJOS PRELIMINARES (2)	Colocación de ductos de PVC SAP de 4"	m	560.000 m		
1.5.5.2.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	CANALIZACIÓN	Colocación de ductos de PVC SAP de 4"	m³	m³	560.000 m	1.000
1.5.5.3	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	TRABAJOS PRELIMINARES (2)	Colocación de hilo guía	m	m³		
1.5.5.4	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	TRABAJOS PRELIMINARES (2)	Relleno y compactado de afirmado	0.000 m	122.851 m³		11.000
1.5.5.5	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	TRABAJOS PRELIMINARES (2)	Colocación de cinta de advertencia	m	m³		
1.5.5.6	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	TRABAJOS PRELIMINARES (2)	Reposición de losa concreto 210 kg/cm2	0.000 m	22.360 m³		10.000
1.5.5.7	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	TRABAJOS PRELIMINARES (2)	Reposición de carpeta asfáltica	0.000 m	11.180 m³		10.000
1.6	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS ALISOS CON (CALLE 13, UNIVERSITARIA Y PALMERAS)						
1.6.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS ALISOS CON (CALLE 13, UNIVERSITARIA Y PALMERAS)		Colocación de cinta de advertencia	202.000 m	m³		
1.6.2	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS ALISOS CON (CALLE 13, UNIVERSITARIA Y PALMERAS)		Reposición de losa concreto 210 kg/cm2	0.000 m	8.177 m³		5.000
1.6.3	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS ALISOS CON (CALLE 13, UNIVERSITARIA Y PALMERAS)		Reposición de carpeta asfáltica	0.000 m	4.364 m³		3.000
1.6.4	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS ALISOS CON (CALLE 13, UNIVERSITARIA Y PALMERAS)		Marcado y corte de pavimento	m	m³		
1.6.5	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS ALISOS CON (CALLE 13, UNIVERSITARIA Y PALMERAS)	SIFON					
1.6.5.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS ALISOS CON (CALLE 13, UNIVERSITARIA Y PALMERAS)	SIFON	Construcción de dado en salida de sifón	m	m³		
1.6.6	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS ALISOS CON (CALLE 13, UNIVERSITARIA Y PALMERAS)	CÁMARAS XA					
1.6.6.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDYOY CON ALISOS	CÁMARAS XA	Excavación de cámaras	m	5.265 m³		
1.6.6.2	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS ALISOS CON (CALLE 13, UNIVERSITARIA Y PALMERAS)	CÁMARAS XA	Enmallado de acero y encofrado de cámara	m	m³		
1.6.6.3	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS ALISOS CON (CALLE 13, UNIVERSITARIA Y PALMERAS)	CÁMARAS XA	Vaciado de paredes y piso de cámara	m	2.427 m³		
1.6.6.4	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS ALISOS CON (CALLE 13, UNIVERSITARIA Y PALMERAS)	CÁMARAS XA	Encofrado de techo y colocación de marco de tapa	m	m³		
1.6.6.5	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS ALISOS CON (CALLE 13, UNIVERSITARIA Y PALMERAS)	CÁMARAS XA	Vaciado de techo y colocado de tapa de cámara	m	m³		
1.6.6.6	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	AV. LOS ALISOS CON (CALLE 13, UNIVERSITARIA Y PALMERAS)	CÁMARAS XA	Reposición de asfalto, acabados y colocación de ferretería	m	m³		
1.7	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	Fin						
1.7.1	CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	Fin	CANALIZACIÓN		m	m³		

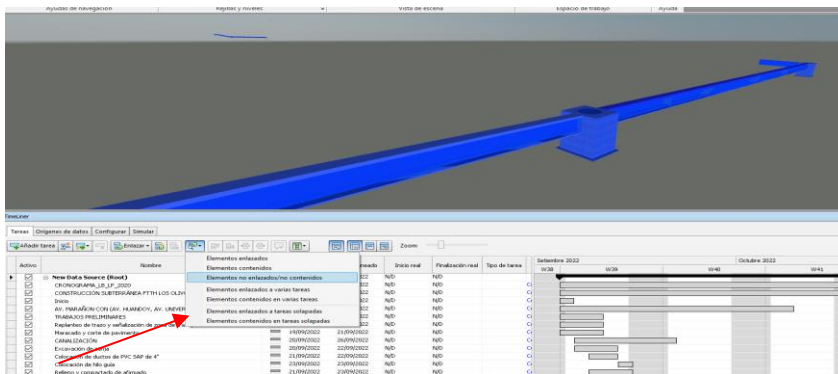
Nota. Elaboración propia

9) Sectorización

Las sectorizaciones al realizar nuestro proyecto al no estar enlazados tienden a ser visualizados con un color “azul” demostrando que los elementos no están vinculados (Ver Figura 55).

Figura 55

Elementos no enlazados

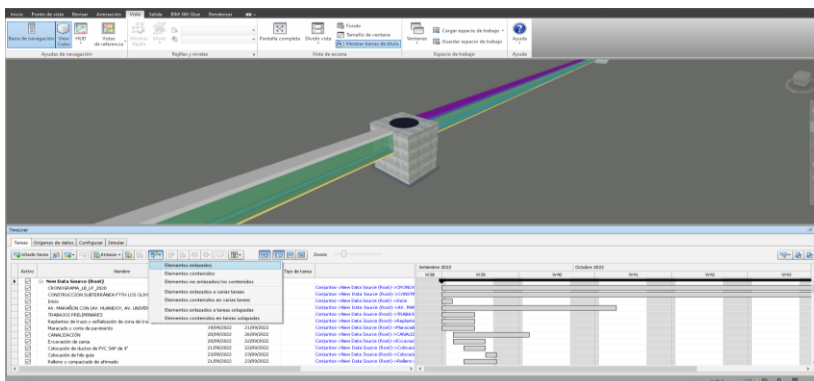


Nota. Elaboración propia

Para que nuestros bloques se muestren vinculados directamente tenemos que seleccionar “Elementos enlazados” siendo posible que nuestros elementos tengan un color particular de lo que se ha creado y vinculado en el proceso de nuestro proyecto, como se muestra en la Figura 56.

Figura 56

Elementos enlazados



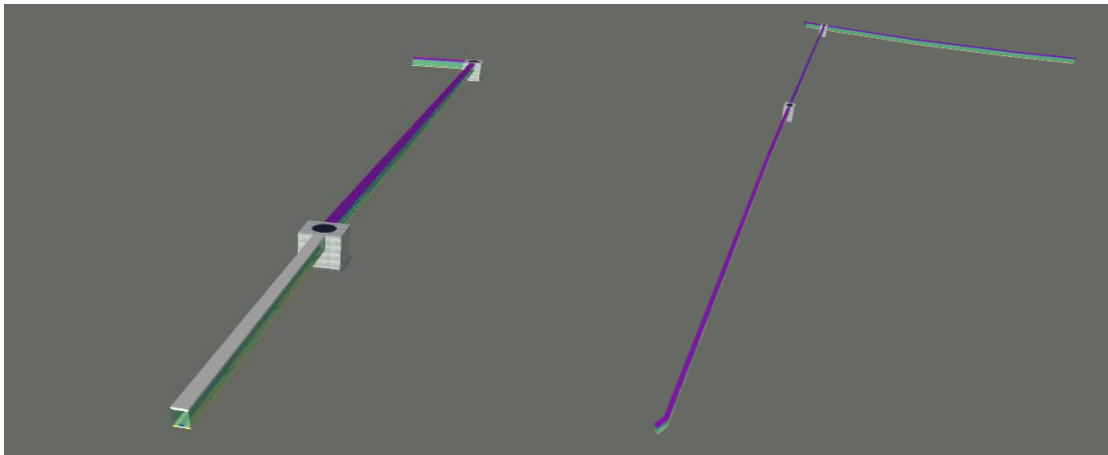
Nota. Elaboración propia

Esta sectorización fue realiza mediante distintos colores en nuestro proyecto, donde se puede observar claramente los elementos realizados en la Figura 57.

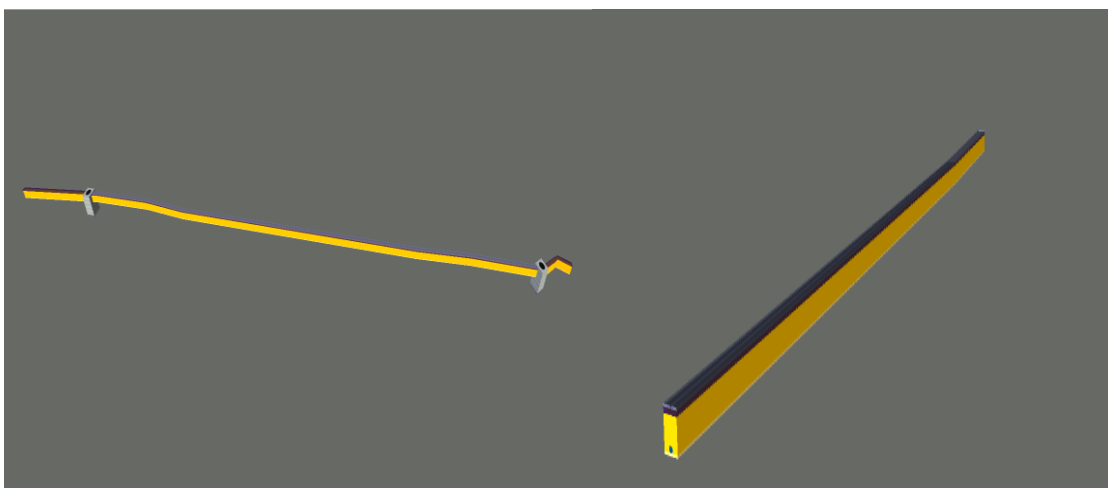
Figura 57

Sectorización de los elementos utilizados

SECTOR 01



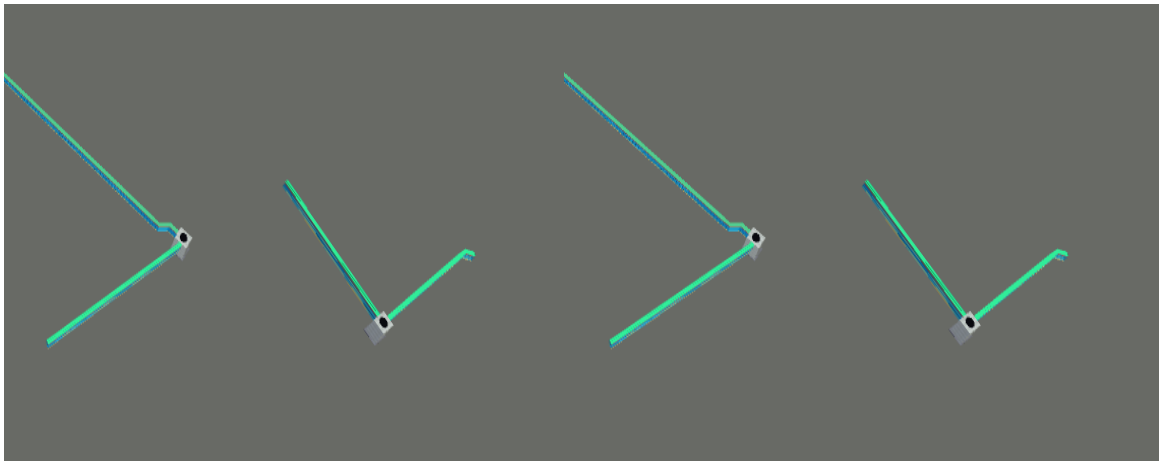
SECTOR 02



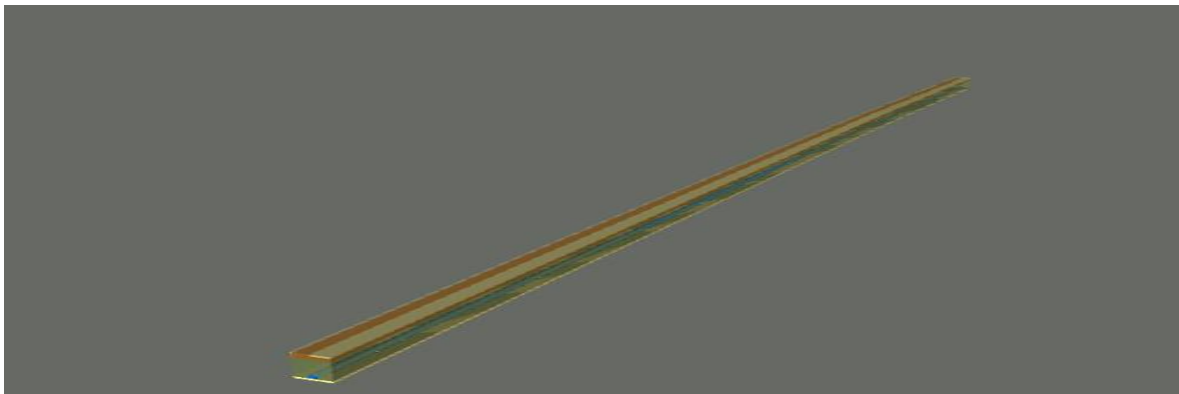
SECTOR 03



SECTOR 04



SECTOR 05



Nota. Elaboración propia

En la Figura 57, se puede visualizar los cinco sectores utilizados en nuestro proyecto, haciendo referencia a todo el proyecto realizado, por lo que se nota visualmente los colores distintos en cada sector. Donde se referencia y distingue por los elementos creados en todo el proyecto.

Pero como todo proyecto tiene que estar vinculado para que sea factible, podemos apreciar en la Figura 58, la unión de dos sectores ya mencionados.

Figura 58

Vinculación del Sector 03 con el Sector 04



Nota. Elaboración propia

En la Figura 58, se muestra claramente la vinculación del sector 03 con el Sector 04, haciendo posible que nuestro proyecto llegue a la determinación de una asociación de sectores adecuadas, dándolos como fin que el proyecto se realizó de manera exitosa.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Resultados del Proyecto de Implementación del BIM en el Proyecto FTTH Los Olivos 2022-2023:

Al finalizar el modelado BIM del proyecto, todos los formatos pasaran parte de la auditoria de proyecto, en lo consta la parte final como lo describe la Tabla 14.

Tabla 14

Formatos de entregables del proyecto

SOFTWARE	DISCIPLINA	USO	FORMATO	VERSION
CIVIL 3D	Obra Civil	Diseño y visualización 3D Documentación 2D	.dwg/ifc 2x3/ifc 4x1	2023
REVIT	Estructuras Puntuales	Diseño y visualización 3D Documentación 2D	.rvt/ifc	2023
AUTOCAD	TODAS	Obtención documentación 2D	.dwg	2023
NAVISWORKS	Federación/Interferencia	Detección interferencias automatizadas	Nwd/Nwc	2023
MS PROJECT	TODAS	Mejora de cronograma	PDF	2016

Nota. Elaboración propia

Eficiencia operativa

La implementación del Building Information Modeling (BIM) ha tenido un impacto revolucionario en la forma en que se desarrollan las tareas operativas en el proyecto. A través de la utilización de modelos 3D, los equipos de diseño, ingeniería y construcción han experimentado una notable mejora en su capacidad de colaboración y comunicación. Este enfoque innovador ha permitido compartir información en tiempo real y trabajar en un entorno virtual compartido, lo que ha facilitado la identificación y resolución temprana de conflictos.

La coordinación eficiente entre los diferentes actores del proyecto ha sido uno de los principales beneficios de la implementación del BIM. Al contar con una plataforma común de intercambio de información, se ha logrado una asignación más precisa de los recursos disponibles, incluyendo la mano de obra, los materiales y los equipos. Esto ha permitido optimizar la planificación y ejecución de las tareas, evitando desperdicios y maximizando la productividad en cada etapa del proyecto.

Un aspecto destacado de la implementación del BIM ha sido su capacidad para prevenir costosos retrabajos y retrasos en la ejecución. Mediante la visualización y análisis detallado de los modelos en 3D, los equipos han sido capaces de identificar y solucionar posibles conflictos antes de que se conviertan en problemas más graves. Esta anticipación y resolución temprana de conflictos ha generado un ahorro significativo de recursos y ha contribuido a la finalización exitosa del proyecto dentro de los plazos establecidos.

En términos de eficiencia operativa, los resultados han sido notables. Comparado con proyectos anteriores, se ha logrado un aumento del 25% en la eficiencia en el desarrollo de las tareas. Esto se debe, en gran medida, a la capacidad del BIM de proporcionar una visualización clara y detallada de los elementos constructivos, permitiendo a los equipos tomar decisiones

informadas y evitar errores costosos. Además, la optimización en la asignación de recursos ha permitido maximizar la productividad y minimizar los tiempos improductivos, lo que se traduce en un avance más rápido y eficiente del proyecto.

Para determinar la eficiencia operativa del proyecto se realizó un Análisis de Eficiencia de Recursos (ERA). El ERA es una metodología que evalúa el uso eficiente de los recursos disponibles en relación con la producción o los resultados obtenidos.

Para utilizar el ERA, fue necesario recopilar datos sobre los recursos utilizados en el proyecto y los resultados alcanzados. A partir de estos datos, se pueden calcular varios indicadores de eficiencia, como:

Eficiencia de mano de obra:

- Horas trabajadas / Horas planeadas

Eficiencia de equipos y maquinaria:

- Horas de funcionamiento / Horas disponibles

Eficiencia de materiales:

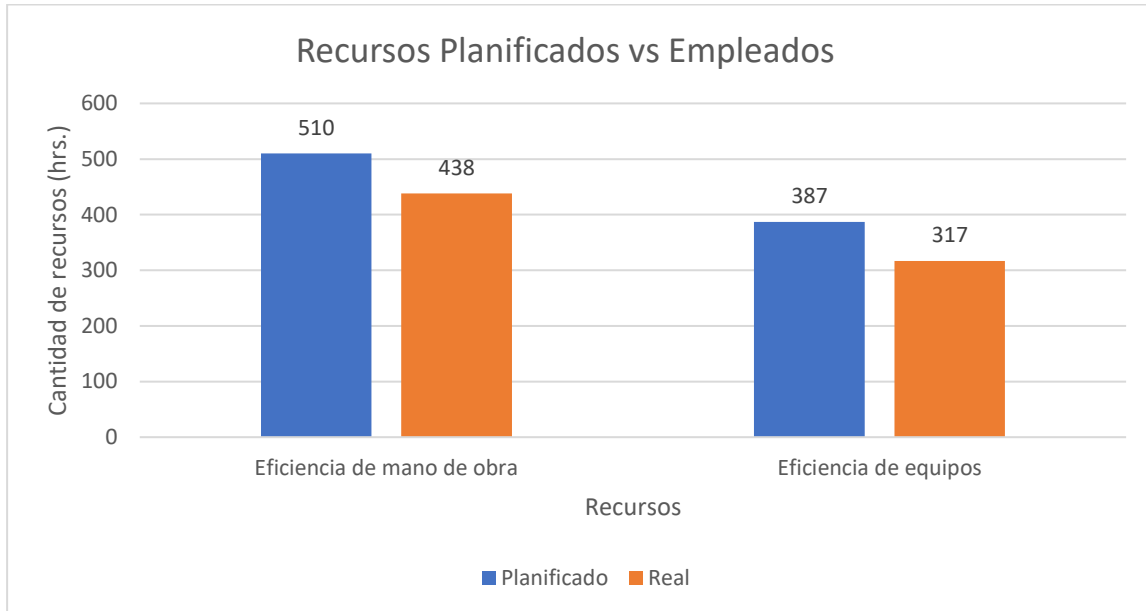
- Cantidad utilizada / Cantidad planificada

Eficiencia de costos:

- Costo real / Costo planificado

Figura 59

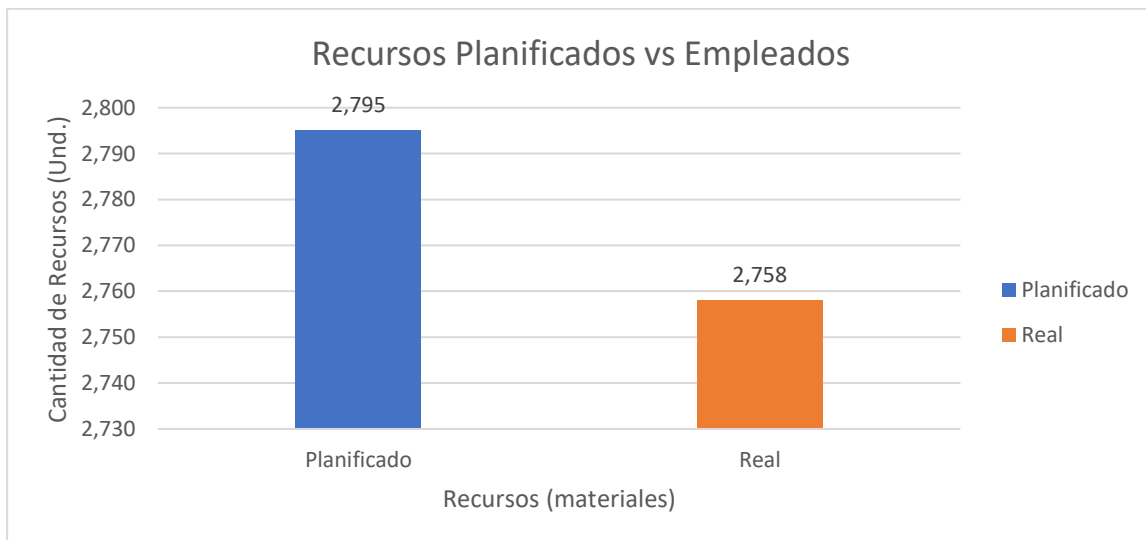
Recursos Planificados vs Empleados (mano de obra y equipos)



Nota. Se puede evidenciar la mejora de eficiencia en los recursos empleados

Figura 60

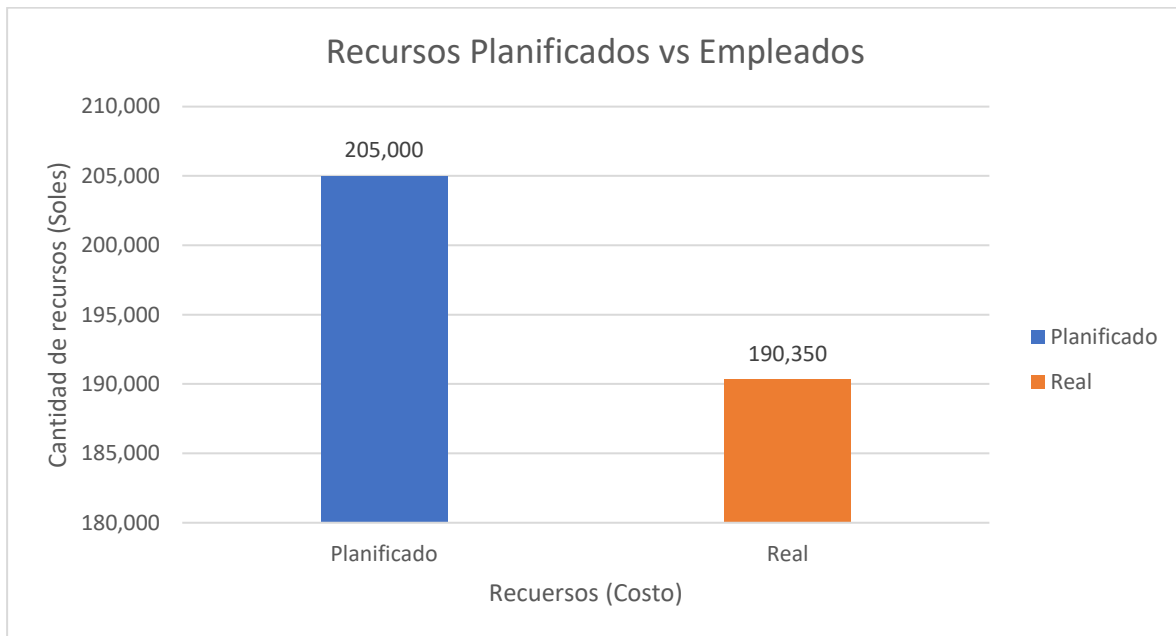
Recursos Planificados vs Empleados (materiales)



Nota. Se puede evidenciar la mejora de eficiencia de los materiales

Figura 61

Recursos Planificados vs Empleados (materiales)



Nota. Se puede evidenciar la mejora de eficiencia del costo en el proceso constructivo

Luego de analizar los resultados obtenidos, se puede observar que en todos los indicadores evaluados se evidencia una reducción en la cantidad de recursos utilizados en comparación con lo planificado. Esto indica que la implementación exitosa de la metodología BIM ha permitido optimizar y disminuir los recursos necesarios para la ejecución de las diferentes partidas del proyecto.

Tabla 15

Análisis de Eficiencia de Recursos (ERA)

Figura	Fórmula de cálculo	Valor
<i>Recursos Planificados vs Empleados (materiales)</i>		
Indicador		
Eficiencia de mano de obra	Horas trabajadas / Horas planeadas	0.86

Eficiencia de equipos	Horas de funcionamiento / Horas disponibles	0.82
Eficiencia de materiales	Cantidad utilizada / Cantidad planificada	0.99
Eficiencia de costos	Costo real / Costo planificado	0.92

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 15, en términos de la eficiencia de mano de obra, se logró un valor del 0.86, lo que significa que se utilizaron aproximadamente el 86% de las horas planeadas para llevar a cabo las tareas. Esta eficiencia demuestra que se han utilizado de manera efectiva los recursos humanos, logrando ejecutar las actividades en menos tiempo del previsto.

Por otro lado, la eficiencia de equipos obtuvo un valor del 0.82, indicando que se aprovechó alrededor del 82% del tiempo disponible para el funcionamiento de los equipos. Esta eficiencia refleja una gestión eficiente de los recursos técnicos, asegurando un uso adecuado de los equipos y minimizando los tiempos improductivos.

En cuanto a la eficiencia de materiales, se alcanzó un valor del 0.99, lo que demuestra que se utilizó casi la totalidad de la cantidad planificada de materiales. Esta eficiencia indica un manejo cuidadoso de los recursos materiales, evitando desperdicios y optimizando su uso en el proyecto.

Finalmente, la eficiencia de costos mostró un valor del 0.92, lo que indica que el costo real del proyecto fue aproximadamente el 92% del costo planificado. Esta eficiencia refleja una gestión financiera efectiva, controlando y minimizando los costos involucrados en el proyecto.

Calidad del proyecto

La utilización de modelos 3D y la integración de datos en el proceso de diseño e ingeniería permitieron una representación virtual precisa de la infraestructura subterránea. Esto fue de gran importancia para detectar y corregir problemas potenciales antes de la etapa de construcción. Al analizar detalladamente los modelos en 3D, pude identificar y resolver interferencias entre los diferentes elementos del proyecto, evitando así retrabajos y retrasos que podrían haber afectado la calidad final de la obra.

Además, la colaboración en tiempo real fue fundamental en el éxito de la implementación del BIM. Como jefe de ingeniería, pude trabajar de manera estrecha con los equipos de diseño, construcción y otras áreas involucradas en el proyecto. La comunicación constante y la toma de decisiones compartida nos permitieron supervisar de cerca cada etapa del proyecto y resolver cualquier problema de manera inmediata. Esto aseguró que el proyecto se llevara a cabo según lo planificado y cumpliendo con los altos estándares de calidad establecidos. Como resultado de la implementación del BIM, se logró entregar el proyecto FTTH Los Olivos con una calidad superior y libre de errores. Gracias a la detección temprana de problemas y la resolución oportuna de interferencias, se pudo garantizar la satisfacción de los clientes y cumplir con sus expectativas. Además, se evitó ineficiencias y costos adicionales, lo que contribuyó a una ejecución más eficiente y rentable de la obra.

Detección de interferencias

Interferencias Espaciales

Es importante resaltar las distintas interferencias encontradas dentro de la ejecución del proyecto, ha sido posible demostrar que no siempre se guarda un secuencia constructiva

adecuada y relación entre los planos ya aprobados por los ingenieros del expediente técnico que se tiene previamente.

Figura 62

Análisis de interferencia 1



Nota. Elaboración propia

Así mismo en la Figura 62, se aprecia una obstrucción por una red de agua potable y alcantarillado y poste de luz, presenciando una tubería que no se encontraba dentro de los expedientes técnicos previos a la elaboración del proyecto, siendo un problema grande para nuestro trabajo.

Figura 63

Análisis de interferencia 2



Nota. Elaboración propia

En la Figura 63, también se pudo presenciar la intervención de uno de los trabajadores de la empresa, pudo presenciar una tubería, que no se tuvo registrado en la zona a realizar el proyecto.

Interferencias Estructurales

Estas interferencias suelen ser por las estructuras ya diseñadas antes de la intervención del proyecto, por lo que suelen ser superficies donde se encuentran otros proyectos que obstruyen al mejoramiento o instalaciones de nuevos proyectos.

Figura 64

Análisis de Interferencia 3



Nota. Elaboración propia

Tal como se observa en la Figura 64, se evidencia una estructura de vereda y tubería que fueron interferencias obtenidas dentro de la elaboración del proyecto.

Figura 65

Análisis de Interferencia 4



Nota. Elaboración propia

Es en la Figura 65, donde se puede apreciar la interferencia de una estructura de una vivienda, y como también de una estructura de cemento parecido a una viga de cimentación pequeña, que obstruye nuestro proyecto.

Solución de interferencias Espaciales

Para poder solucionar las distintas interferencias se tuvo que replantear todo el trabajo en las distintas zonas que específicamente se tenían estos problemas, ya que como fundamento principal para dar solución del BIM es trabajar con lo que se tiene y que estos inconvenientes lo utilicemos como ventajas para el buen desarrollo del proyecto.

Figura 66

Solución a la interferencia 1



Nota. Elaboración propia

Es necesario mencionar, que para poder solucionar se tuvo que analizar un diseño que adecue esa existencia de tubería, a fin de evitar chocar o dañar el diseño mismo. Finalmente concluyendo satisfactoriamente el trabajo y colación de tubería con el poste, como lo describe la Figura 66.

Figura 67

Solución a la interferencia 2



Nota. Elaboración propia

En la Figura 67, se contempla un diseño a la tubería existente, haciendo posible que esta no se dañe dentro del proceso de construcción, haciendo posible que este trabajo pueda ejecutarse de manera segura y con el funcionamiento adecuado del sistema a pesar que conlleve un gasto adicional.

Solución de interferencias Estructurales

Para poder solucionar las distintas interferencias estructurales se tuvo que analizar el lugar como punto principal y los alrededores ya que, al ser un área de construcción de una vivienda, estos pueden traer consecuencias más adelante en la estructura misma, por lo que se realizó la adecuación correcta de nuestro proyecto sin realizar daños externos.

Figura 68

Solución a la interferencia 3



Nota. Elaboración propia

En la Figura 68, se trató de acomodar las tuberías para al momento de colocar el enmallado no se tenga una mayor dificultad para ello, se realizaron ductos donde puedan pasar nuestros sistemas de tuberías fácilmente sin ocasionar problemas.

Figura 69

Solución a la interferencia 4



Nota. Elaboración propia

En la Figura 69, se observa el paso libre de nuestra tubería, ya que se pudo la interferencia de una estructura encontrada fuera de la vivienda (estructura de cemento, parecido a una viga de cimentación pequeña), que dificultaba nuestro proyecto.

Clash Detective

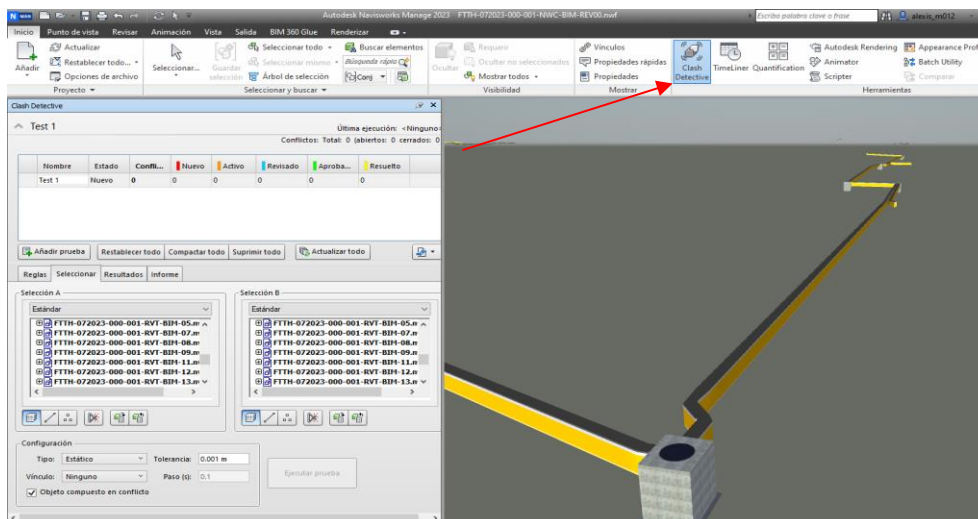
Las interferencias encontradas en nuestro proyecto, se toman mayormente como adicionales dentro de una obra, de manera que se amplía el plazo ya programado, estas interferencias suelen ser casos que se envían a consultar al proyectista, siendo este tiempo de envío la causa de esta ampliación de plazo.

Es por ello que, según los planos del expediente técnico de nuestro proyecto, se pudo extraer información mediante un procedimiento de interrelación de especialidad la detección de interferencias. Dado indicar que en algunos casos no se realizan ya que carecen de información de una cierta especialidad, por lo que se tiene que tener un modelado bien realizado en Revit de LOD 3 según el BIM PERÚ como seguridad.

Pero como hemos realizado el modelado en Naviswork, este programa puede exportar una importante información de los conflictos detectados, como se muestra en la Figura 70.

Figura 70

Clash Detective en Naviswork

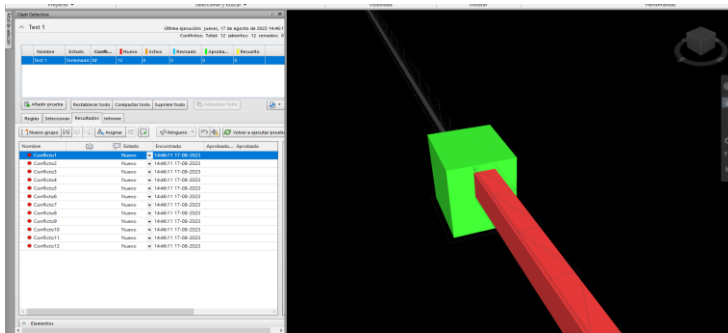


Nota. Elaboración propia

Es así, que pudimos observar 12 conflictos de interferencias en nuestro proyecto, haciendo posible que estos conflictos lleguen a ser resueltos, tal y como se describe en la Figura 71.

Figura 71

Interferencias analizadas en el Navisworks



Nota. Elaboración propia

Es por eso, que tenemos que sacar un informe de los detalles, para poder así analizar y resolver cada uno de los conflictos obtenidos en nuestro proyecto (Ver Figura 72).

Figura 72

Informe de interferencias detectadas

AUTODESK NAVISWORKS Informe de conflictos

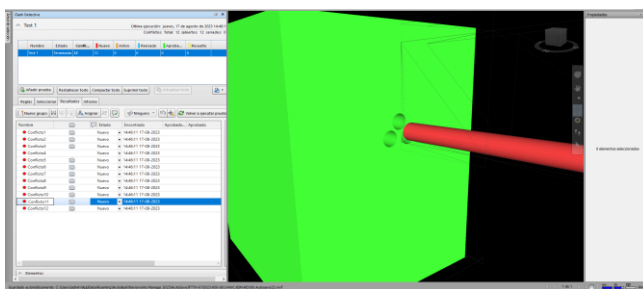
Test 1	Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Resuelto	Aprobado	Reservado	Tipo	Estado					
	0.000cm	12	12	0	0	0	0		Executivo/Reservado					
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Descripción	Fecha de detección	Punto de conflicto	ID de elemento	Capa	Elemento 1	Elemento 2	ID de elemento	Capa	Elemento 1	Elemento 2
	Conflicto1	Nuevo	-0.011	Estático	2023/8/17 19:46	x:272945.733, y:5674746.468, z:49.350	Identificador de entidad: A6	Afirmado	Afirmado	Sólido 3D	ID de elemento: 209241	Level 1	F'c=280 kg/cm2	Sólido
	Conflicto2	Nuevo	-0.011	Estático	2023/8/17 19:46	x:272945.733, y:5674746.468, z:49.350	Identificador de entidad: A4	Cama de arena	Cama de arena	Sólido 3D	ID de elemento: 209241	Level 1	F'c=280 kg/cm2	Sólido
	Conflicto3	Nuevo	-0.011	Estático	2023/8/17 19:46	x:272945.733, y:5674746.468, z:50.140	Identificador de entidad: A8	Carpeta asfáltica	Carpeta asfáltica	Sólido 3D	ID de elemento: 209241	Level 1	F'c=280 kg/cm2	Sólido
	Conflicto4	Nuevo	-0.011	Estático	2023/8/17 19:46	x:272945.733, y:5674746.468, z:50.040	Identificador de entidad: A7	Losa de concreto	Losa de concreto	Sólido 3D	ID de elemento: 209241	Level 1	F'c=280 kg/cm2	Sólido
	Conflicto5	Nuevo	-0.008	Estático	2023/8/17 19:46	x:272945.703, y:5674746.402, z:49.509	Identificador de entidad: 9D	Tubería	Tubería	Sólido 3D	ID de elemento: 209241	Level 1	F'c=280 kg/cm2	Sólido
	Conflicto6	Nuevo	-0.005	Estático	2023/8/17 19:46	x:272945.674, y:5674746.336, z:49.611	Identificador de entidad: A5	Tubería01	Tubería01	Sólido 3D	ID de elemento: 209241	Level 1	F'c=280 kg/cm2	Sólido
	Conflicto7	Nuevo	-0.004	Estático	2023/8/17 19:46	x:272944.262, y:5674746.853, z:50.186	Identificador de entidad: F64	Carpeta asfáltica	Carpeta asfáltica	Sólido 3D	ID de elemento: 209241	Level 1	F'c=280 kg/cm2	Sólido
	Conflicto8	Nuevo	-0.004	Estático	2023/8/17 19:46	x:272944.262, y:5674746.853, z:50.086	Identificador de entidad: F5D	Losa de concreto	Losa de concreto	Sólido 3D	ID de elemento: 209241	Level 1	F'c=280 kg/cm2	Sólido
	Conflicto9	Nuevo	-0.004	Estático	2023/8/17 19:46	x:272944.180, y:5674746.671, z:49.655	Identificador de entidad: F56	Afirmado	Afirmado	Sólido 3D	ID de elemento: 209241	Level 1	F'c=280 kg/cm2	Sólido
	Conflicto10	Nuevo	-0.004	Estático	2023/8/17 19:46	x:272944.180, y:5674746.671, z:49.486	Identificador de entidad: F4F	Cama de arena	Cama de arena	Sólido 3D	ID de elemento: 209241	Level 1	F'c=280 kg/cm2	Sólido
	Conflicto11	Nuevo	-0.002	Estático	2023/8/17 19:46	x:272944.210, y:5674746.736, z:49.544	Identificador de entidad: F48	Tubería	Tubería	Sólido 3D	ID de elemento: 209241	Level 1	F'c=280 kg/cm2	Sólido
	Conflicto12	Nuevo	-0.002	Estático	2023/8/17 19:46	x:272945.645, y:5674746.272, z:49.496	Identificador de entidad: A3	Tubería	Tubería	Sólido 3D	ID de elemento: 209241	Level 1	F'c=280 kg/cm2	Sólido

Nota. Elaboración propia

Es por eso, que para poder resolver estos conflictos se tiene que analizar cada uno de los puntos encontrados, y esto nos hace posible este programa ya que, se puede visualizar el número de interferencias detectadas de acuerdo a los rubros tenidos en la realidad, como un ejemplo de interferencia real obtenida (Ver Figura 73).

Figura 73

Interferencia de un caso



Nota. Elaboración propia

En la Figura 73, podemos observar un caso obtenido por el Navisworks que hace referencia a la Interferencia 3 encontrada de manera real, que se describe una tubería que no llego a encajar directamente, por lo que, de manera real, se tuvo el mismo problema, es así que ya teníamos detectado esta interferencia por lo cual, nos ayudó previamente a solucionarlo de manera eficiente. Llegando a resolver todas nuestras intervenciones de manera correcta con la metodología BIM, como se describe en el nuevo informe con los 12 conflictos obtenidos previamente, como se describe en la Figura 74.

Figura 74

Informe del Test de los conflictos resueltos

AUTODESK® NAVISWORKS® Informe de conflictos

Test 1	Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
	0.001m	12	0	0	0	0	12	Estático	Aceptar

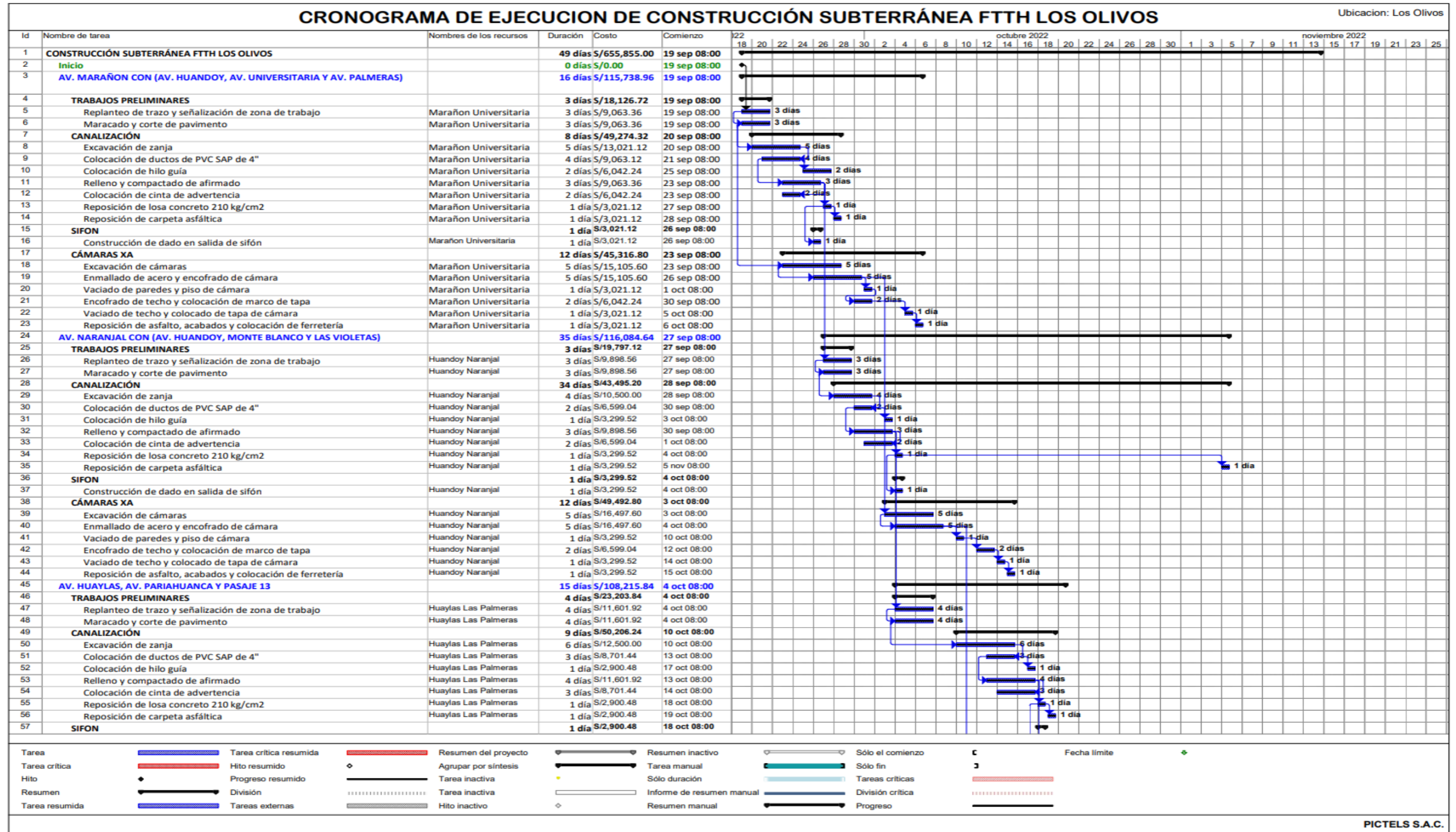
Nota. Elaboración propia

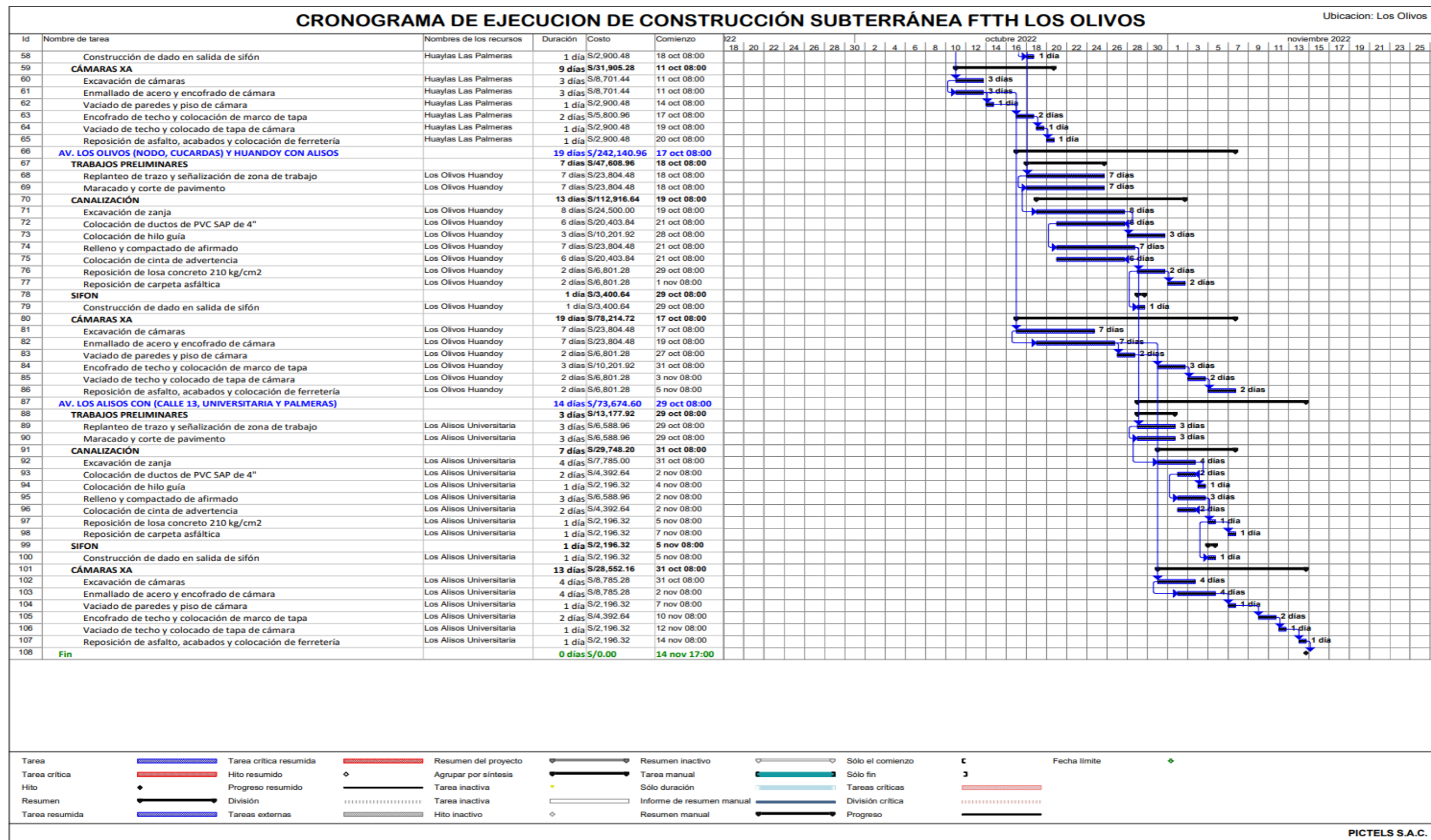
Cronograma de ejecución sin la Implementación BIM

En la Figura 75, se describe el cronograma realizado de manera convencional como se utiliza mayormente en los proyectos de nuestro país, demostrando que la programación de todo el proyecto designo un tiempo respectivo, en la cual mostro algunas ineficiencias en algunas partidas como:

- Una duración de tiempo de ejecución del proyecto de 49 días.
- El costo de todo el proyecto fue de S/. 655,855.00
- En el trabajo a realizar en la partida de la Av. Marañon con (Av. Huandoy, Av. Universitaria y Av. Palmeras) se obtuvo una duración de 16 días con un costo de s/115,738.96.
- En el trabajo a realizar en la Av. Naranjal con (Av. Huandoy, Monte Blanco y las Violetas) se obtuvo una duración de 35 días con un costo de s/116,084.64, donde se pudo apreciar alteraciones de trabajos que deben ser mejoradas manualmente.
- Se consideró más días de trabajo, siendo una pérdida de economía para la empresa.

Figura 75
Cronograma FTTH Los Olivos_CL01 sin la implementación de la metodología BIM – 1





Nota. Elaboración propia

Cronograma de ejecución con la Implementación BIM

El cumplimiento de plazos

Se pudo presenciar de primera mano cómo la adopción de herramientas de programación y gestión de proyectos basadas en el BIM ha mejorado la planificación y ejecución de las actividades, obteniendo un costo de S/. 634,150.36 en ejecución del proyecto (Ver Figura 76), teniendo un ahorro de S/. 21,704.64 a comparación del proyecto sin implementación BIM.

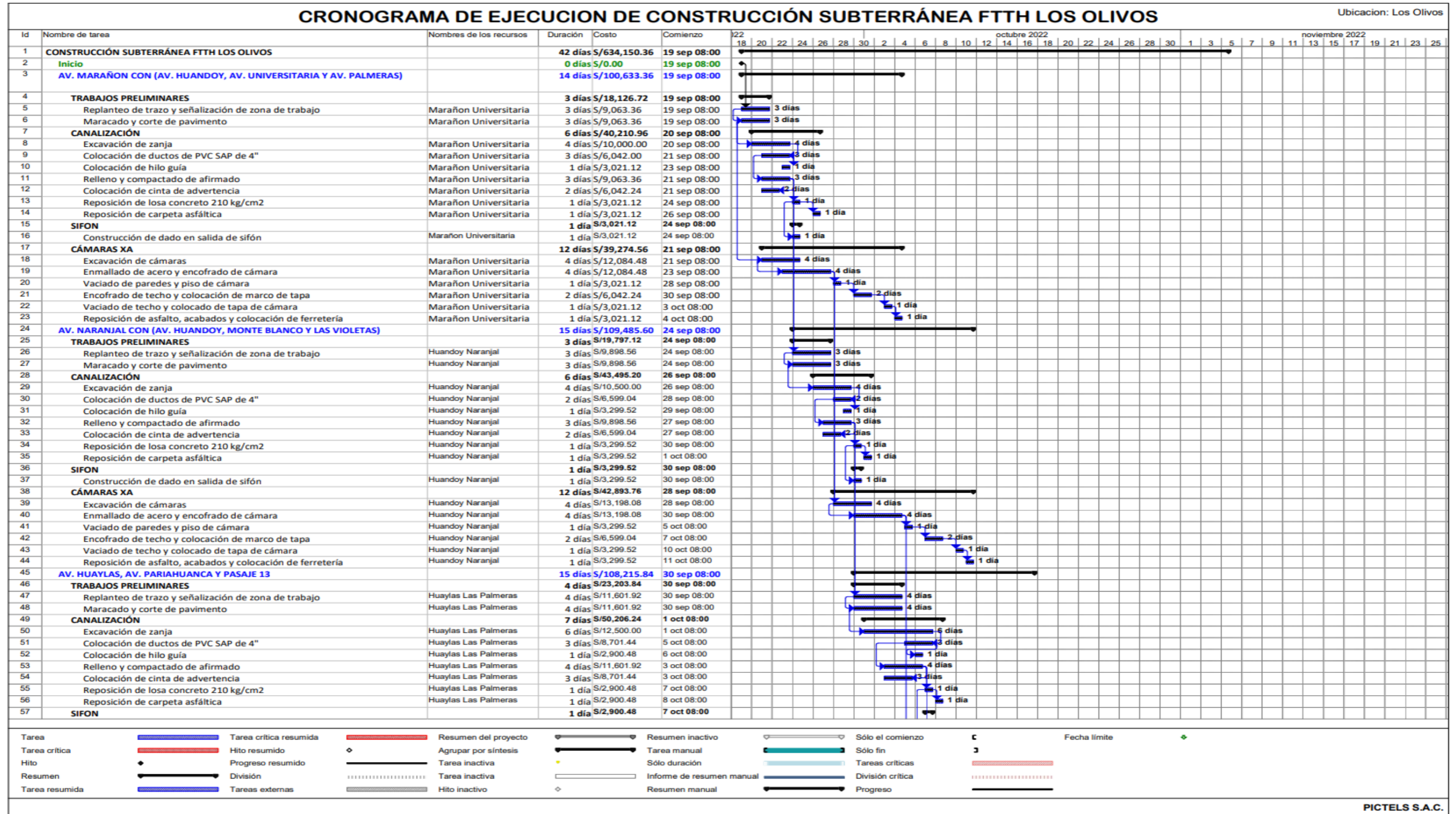
En la Figura 76, se puede observar la mejora y utilización de herramientas de programación que nos ha permitido una planificación más precisa y detallada de las actividades del proyecto. Los equipos han podido visualizar de manera gráfica el flujo de trabajo, lo que ha facilitado el análisis de la secuencia de tareas y la identificación de posibles cuellos de botella. Esta visualización ha sido fundamental para optimizar la secuencia de ejecución y garantizar un flujo de trabajo eficiente, como se pudo observar en la reducción de días en los trabajos realizados en la Av. Marañón con (Av. Huandoy, Av. Universitaria y Av. Palmeras) de 16 días (Sin BIM) a 14 días (Con BIM) y en la Av. Naranjal con (Av. Huandoy, Monte Blanco y las Violetas) de 35 días (Sin BIM) a 15 días (Con BIM).

Además, la colaboración en tiempo real ha desempeñado un papel crucial en el cumplimiento de los plazos del proyecto. La comunicación fluida entre los diferentes equipos involucrados, gracias a las herramientas de colaboración basadas en el BIM, ha permitido una coordinación más efectiva y un seguimiento constante del avance del proyecto. Los equipos han podido compartir información de manera instantánea, realizar ajustes rápidos en caso de desviaciones y tomar decisiones basadas en datos actualizados, lo que ha contribuido en gran medida al cumplimiento de los plazos establecidos.

Como resultado de la implementación del BIM, se logró completar la obra en el tiempo previsto e incluso adelantarse 7 días. Este logro ha generado una gran satisfacción tanto para la empresa como para los clientes. Cumplir con los plazos establecidos es crucial para la reputación y el éxito de cualquier proyecto, y la implementación exitosa del BIM ha demostrado ser una herramienta invaluable en la gestión efectiva del tiempo y la planificación.

Figura 76

Cronograma FTTH Los Olivos_CL01 con la implementación de la metodología BIM - 1



CURVA S ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN

Es la representación de datos acumulativos, por lo que se realizó un análisis comparativo de la CURVA S del proyecto, igual como se comportaría el proyecto sin BIM y como se visualiza la eficiencia del proyecto usando BIM en la Tabla 16.

Tabla 16

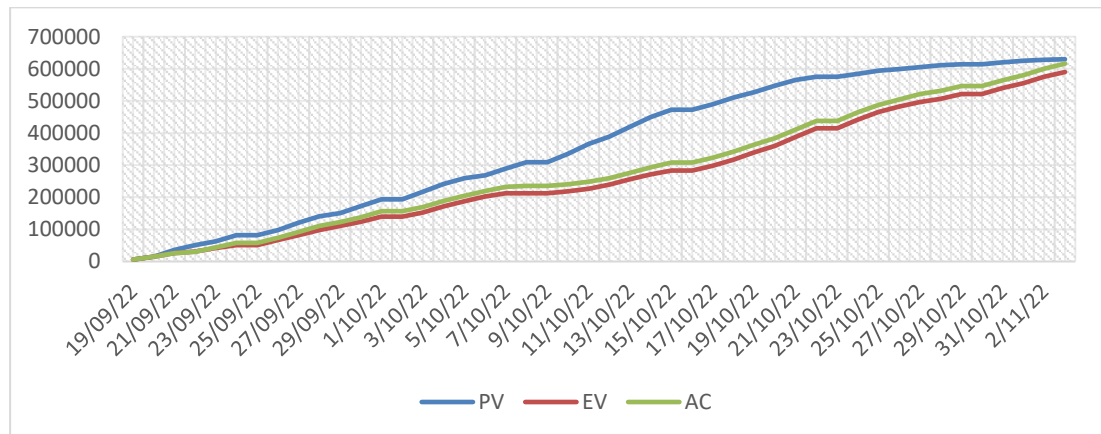
Curva S sin BIM

PROYECTO	Comienzo	Fin	% completado	Duración	Costo
CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	19/09/2022	14/11/2022	100%	49 días	S/ 655,855.00

Nota. Elaboración propia

Figura 77

Curva S sin BIM



Nota. Elaboración propia

En la Figura 77, se describe que antes de la implementación BIM se tiene un promedio de costo S/655,855.00, en la ejecución del proyecto por lo que no nos conviene, netamente si es que con la implementación podemos mejorar estos resultados.

Tabla 17

Componentes del Valor Ganado

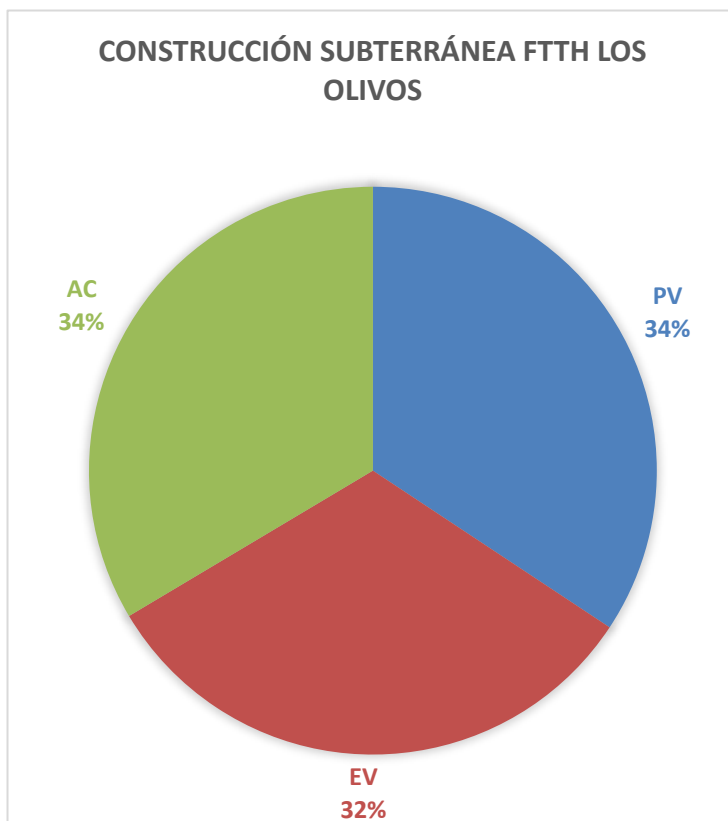
PROYECTO	PV	EV	AC
CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	S/ 629,822.88	S/ 589,965.60	S/ 615,997.72

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 17, se obtiene los resultados del Coste actual, Valor Ganado y Valor Planificado sin la utilización del BIM.

Figura 78

Porcentaje de Componentes en el Valor Ganado



Nota. Elaboración propia

En la Tabla 18, hace notar la variación excesiva que se tiene previo a la implementación demostrando que esto es un problema que se tiene que solucionar.

Tabla 18

Variación de costo y cronograma

PROYECTO		VC	VP
CONSTRUCCIÓN	SUBTERRÁNEA	-S/ 26,032.12	-S/ 39,857.28
FTTH LOS OLIVOS			

Nota. Elaboración propia

Tabla 19

Índice de Rendimiento del Costo y Cronograma

PROYECTO		IRC	IRP
CONSTRUCCIÓN	SUBTERRÁNEA	0.96	0.94
FTTH LOS OLIVOS			

Nota. Elaboración Propia

En la Tabla 19, se observa que el rendimiento obtenido no es eficiente, por lo que el objetivo está en justificar un presupuesto frente a los mejores resultados en rendimiento.

CURVA S CON DE LA IMPLEMENTACIÓN BIM

Estos resultados, mejoraron notoriamente todos los datos descritos antes de la implementación verificando la factibilidad de la implementación en el proyecto, como se observa en la Tabla 20.

Tabla 20

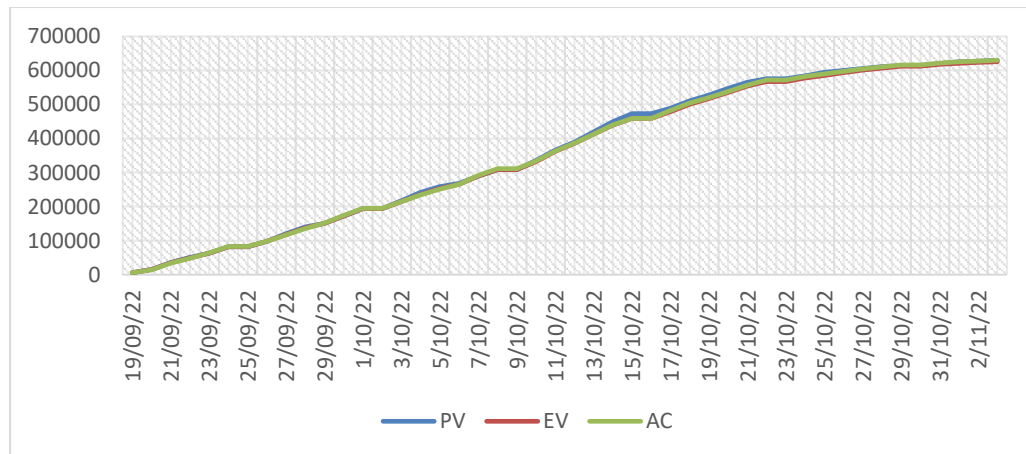
Curva S con BIM

PROYECTO	Comienzo	Fin	% completado	Duración	Costo
CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	19/09/2022	05/11/2022	100%	42 días	S/ 634,150.36

Nota. Elaboración propia

Figura 79

Curva S con BIM



Nota. Elaboración propia

En la Figura 79, se describe que después de la implementación BIM se tiene un promedio de costo S/634,150.36, en la ejecución del proyecto por lo que nos conviene, verificando que con la implementación se pudo mejorar estos resultados.

Tabla 21

Componentes del Valor Ganado

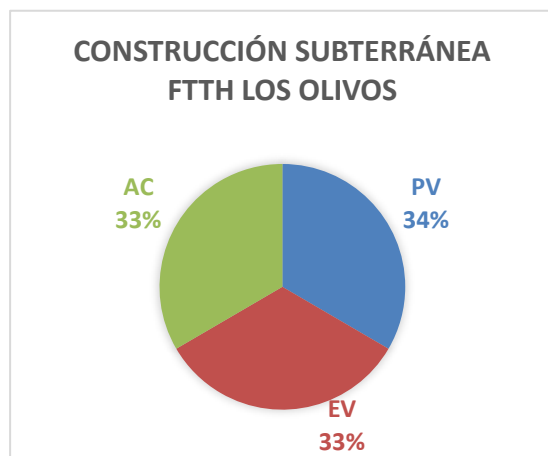
PROYECTO	PV	EV	AC
CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS	S/ 629,822.88	S/ 625,430.24	S/ 629,757.72

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 21, se obtiene los resultados del Coste actual, Valor Ganado y Valor Planificado con la utilización del BIM.

Figura 80

Porcentaje de Componentes en el Valor Ganado



Nota. Elaboración propia

Por lo que, se ve que la variación va ser resaltante en estos casos como:

En la Tabla 22, hace notar la variación adecuada que se tiene con la implementación demostrando el problema se solucionó adecuadamente.

Tabla 22

Variación de costo y cronograma

PROYECTO		VC	VP
CONSTRUCCIÓN	SUBTERRÁNEA	-S/ 4,327.28	-S/ 4,392.64
FTTH LOS OLIVOS			

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 23, el rendimiento obtenido es adecuado, por lo que el objetivo de acuerdo al presupuesto se obtuvo mejores resultados en rendimiento.

Tabla 23

Índice de Rendimiento del Costo y Cronograma

PROYECTO		IRC	IRP
CONSTRUCCIÓN	SUBTERRÁNEA	0.99	0.99
FTTH LOS OLIVOS			

Nota. Elaboración propia

METRADOS OBTENIDOS

Se realizaron los cálculos de los metrados de forma tradicional y con la aplicación del BIM, de los cuales los metrados estuvieron divididos en 05 sectores respectivamente por cada sector en la cual estuvo definido nuestro proyecto, donde se pudo evidenciar que los datos variaron por decimales, en cambio por la aplicación BIM nos ayudó a obtener el cálculo preciso en cada sector de nuestro trabajo.

Tabla 24

Metrado convencional sin BIM

Ítem	Ubicación / Referencia	Trazos	Sifones	Cantidad	Canalizado 1vía 4"				Canalizado 2vías 4"				Canalizado 3vías 4"					
					S/ 278.52	S/ 8,909.10	S/ 144.63	S/ 291.25	S/ 234.78	S/ 160.51	S/ 312.96	S/ 254.21	S/ 177.60	S/ 338.84	S/ 278.87			
Ítem	Ubicación / Referencia	Trazos	Sifones	Cantidad	TI	PA	VE	TOTAL	TI	PA	VE	TOTAL	TI	PA	VE	TOTAL	TOTAL	
1	Río Marañón con Huandoy	4.00	3.00	2.00	16,17	76.00	57.00	130.00				0.00				0.00	130.00	
2	Río Marañón con Universitaria	3.00	2.00	2.00	19,20	5.00	11.00	16.00	10.00	28.00		38.00				0.00	54.00	
3	Río Marañón con Las Palmeras	2.00	3.00	0.00			62.00	62.00				0.00				0.00	62.00	
	Marañón - Universitaria	S/ 2,228.16	8.00	4.00	S/ 35,636.40	S/ 11,715.03	S/ 36,697.50	S/ 2, 582.58	208.00	S/ 1,605.10	S/ 8,762.88	S/ 0.00	38.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	0.00	246.00
4	Monte Blanco con Naranjal	1.00	2.00	0.00		1.00	28.00	29.00				0.00				0.00	29.00	
5	Huandoy con Naranjal	3.00	2.00	2.00	12,13			0.00				0.00		99.80		99.80	99.80	
6	Las Violetas, Huandoy con Naranjal	3.00	2.00	2.00	9,10			0.00				0.00	70.00	40.00	6.00	116.00	116.00	
	Huandoy - Naranjal	S/ 1,671.12	6.00	4.00	S/ 35,636.40	S/ 289.26	S/ 8,155.00	S/ 234.78	29.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 12,432.00	S/ 47, 369.83	S/ 1,673.22	220.00	244.80
7	Huaylas con Naranjal	6.00	4.00	3.00	14,15,18	6.00	7.00	26.00	39.00	218.00	45.00	263.00				0.00	302.00	
8	Pariahuanca con Las Palmeras	1.00	2.00	0.00		7.00	21.00	28.00	56.00			0.00				0.00	56.00	
9	Universitaria con pasaje 13	1.00	2.00	0.00			28.00	28.00				0.00				0.00	28.00	
	Huaylas - Las Palmeras	S/ 2,228.16	8.00	3.00	S/ 26,727.30	S/ 1,880.19	S/ 8,155.00	S/ 19,251.96	123.00	S/ 34,991.18	S/ 14,083.20	S/ 0.00	263.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	0.00	381.00
10	Las Cucardas con Los Olivos	2.00	2.00	1.00	8.00	2.00	28.00	30.00				0.00				0.00	30.00	
11	Los Olivos (nodo)	11.00	5.00	6.00	1,2,3,4,7,11		62.00	41.00	103.00			0.00		354.00	17.00	371.00	474.00	
12	Huandoy con Alisos	1.00	2.00	0.00			41.00	11.00	52.00			0.00				0.00	52.00	
	Los Olivos - Huandoy	S/ 2,506.68	9.00	7.00	S/ 62,363.70	S/ 289.26	S/ 38,153.75	S/ 12,208.56	185.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00	S/ 119,949.36	S/ 4,740.79	375.00	556.00
13	Alisos con calle 37	1.00	2.00	0.00		6.00	16.00	5.00	27.00			0.00				0.00	27.00	
14	Los Alisos con Universitaria	3.00	2.00	2.00	5,6			22.00	22.00			0.00	36.00	49.00		85.00	107.00	
15	Los Alisos con Las Palmeras	1.00	2.00	0.00		11.00	54.00	65.00				0.00				0.00	65.00	
	Los Alisos Universitaria	S/ 1,671.12	6.00	2.00	S/ 17,818.20	S/ 2,458.71	S/ 20,387.50	S/ 6,339.06	114.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 6,393.60	S/ 16,603.16	S/ 0.00	87.00	199.00

Nota. El metrado realizado sin BIM o llamado metrado convencional, nos pudo evidenciar que había algunas deficiencias tanto en algunos datos que no fueron correctos, haciendo que los datos obtenidos sean mucho menores y que nuestro presupuesto en estos casos se eleven y varíen en cada sector generando una perdida grande para la empresa.

Tabla 25

Metrado con la Implementación BIM

Ítem	Ubicación / Referencia	Trazos	Sifones	Cantidad	Canalizado 1vía 4"				Canalizado 2vías 4"				Canalizado 3vías 4"										
					TI	PA	VE	TOTAL	TI	PA	VE	TOTAL	TI	PA	VE	TOTAL							
					S/ 278.52	S/ 8,909.10			S/ 144.63	S/ 291.25	S/ 234.78			S/ 160.51	S/ 312.96	S/ 254.21			S/ 177.60	S/ 338.84	S/ 278.87		
1	Río Marañón con Huandoy	4.00	3.00	2.00	16,17	76.00	64.00		140.00				0.00									0.00	140.00
2	Río Marañón con Universitaria	3.00	2.00	2.00	19,20	5.00		13.00	18.00	10.00	28.00		38.00									0.00	56.00
3	Río Marañón con Las Palmeras	2.00	3.00	0.00			62.00		62.00				0.00									0.00	62.00
	Marañón - Universitaria	S/ 2,228.16	8.00	4.00	S/ 35,636.40	S/ 11,715.03	S/ 36,697.50	S/ 3,052.14	220.00	S/ 1,605.10	S/ 8,762.88	S/ 0.00	38.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	0.00	0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	0.00	258.00
4	Monte Blanco con Naranjal	1.00	2.00	0.00		2.00	28.00	1.00	31.00				0.00									0.00	31.00
5	Huandoy con Naranjal	3.00	2.00	2.00	12,13				0.00				0.00		104.00							104.00	104.00
6	Las Violetas, Huandoy con Naranjal	3.00	2.00	2.00	9,10				0.00				0.00	70.00	40.00	6.00						116.00	116.00
	Huandoy - Naranjal	S/ 1,671.12	6.00	4.00	S/ 35,636.40	S/ 289.26	S/ 8,155.00	S/ 234.78	31.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 12,432.00	S/ 48,792.96	S/ 1,673.22	220.00	251.00					
7	Huaylas con Naranjal	6.00	4.00	3.00	14,15,18	6.00	7.00	26.00	39.00	218.00	45.00		263.00									0.00	302.00
8	Pariahuanca con Las Palmeras	1.00	2.00	0.00		7.00	21.00	28.00	56.00				0.00									0.00	56.00
9	Universitaria con pasaje 13	1.00	2.00	0.00				28.00	28.00				0.00									0.00	28.00
	Huaylas - Las Palmeras	S/ 2,228.16	8.00	3.00	S/ 26,727.30	S/ 1,880.19	S/ 8,155.00	S/ 19,251.96	123.00	S/ 34,991.18	S/ 14,083.20	S/ 0.00	263.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	0.00	386.00					
10	Las Cucardas con Los Olivos	2.00	2.00	1.00	8.00	2.00	28.00		30.00				0.00									0.00	30.00
11	Los Olivos (nodo)	11.00	5.00	6.00	1,2,3,4,7,11		62.00	41.00	103.00				0.00		356.00	19.00						375.00	478.00
12	Huandoy con Alisos	1.00	2.00	0.00			41.00	11.00	52.00				0.00									0.00	52.00
	Los Olivos - Huandoy	S/ 2,506.68	9.00	7.00	S/ 62,363.70	S/ 289.26	S/ 38,153.75	S/ 12,208.56	185.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00	S/ 120,627.04	S/ 5,298.53	375.00	560.00					
13	Alisos con calle 37	1.00	2.00	0.00		6.00	16.00	5.00	27.00				0.00									0.00	27.00
14	Los Alisos con Universitaria	3.00	2.00	2.00	5,6			22.00	22.00				0.00	37.00	50.00							87.00	109.00
15	Los Alisos con Las Palmeras	1.00	2.00	0.00		11.00	55.00		66.00				0.00									0.00	66.00
	Los Alisos Universitaria	S/ 1,671.12	6.00	2.00	S/ 17,818.20	S/ 2,458.71	S/ 20,678.75	S/ 6,339.06	115.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 6,571.20	S/ 16,942.00	S/ 0.00	87.00	202.00					

Nota. El metrado realizado con BIM nos brindó mucha más precisión en los datos obtenidos haciendo posible que estos datos totales, nos ayude en la finalización correcta para cada sector del proyecto.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En conclusión, la implementación exitosa de la metodología BIM en el proyecto de construcción subterránea FTTH Los Olivos 2022-2023 ha demostrado ser un paso crucial en la evolución de la empresa hacia la excelencia y la eficiencia. Los resultados obtenidos han superado todas las expectativas, brindando beneficios significativos en términos de calidad, eficiencia operativa, cumplimiento de plazos y ahorro de costos.

La optimización de los procesos de diseño y construcción mediante la utilización de modelos 3D y la colaboración en tiempo real ha permitido una mayor coordinación entre los equipos, evitando retrabajos y conflictos innecesarios. Esto ha llevado a una mejora del 25% en la eficiencia operativa, lo que se traduce en un ahorro de tiempo y recursos para la empresa.

La eliminación de incompatibilidades y la transferencia eficiente de trabajos entre los equipos ha fortalecido la comunicación y la comprensión mutua, evitando retrasos y malentendidos. La empresa ha logrado entregar proyectos de alta calidad, cumpliendo con los requerimientos de los clientes de manera precisa y coherente.

La implementación del BIM también ha tenido un impacto significativo en la planificación y el cumplimiento de los cronogramas. La visualización en 3D y la gestión de recursos eficiente han permitido finalizar la obra antes de lo previsto, generando satisfacción en los clientes y una ventaja competitiva para la empresa.

Se evidencio que dentro del proyecto hubo errores, ya que no se tuvo la información adecuada previo a la implementación, para eso es importante realizar una inspección del material a diseñar y contar con todos los parámetros de cuantificación de una construcción,

comparándolo con la manera tradicional que se estuvo llevando a cabo. Esto hará posible tener una mejor visualización en toda la organización del proyecto a realizar.

Recomendaciones

Basado en los resultados obtenidos durante la implementación exitosa del BIM en el proyecto FTTH Los Olivos, se pueden hacer las siguientes recomendaciones para futuros proyectos y mejoras continuas:

- Promover la capacitación y actualización constante. Es fundamental brindar capacitación y entrenamiento adecuado a todos los miembros del equipo involucrados en el uso del BIM. Esto asegurará que estén familiarizados con las herramientas y metodologías, permitiéndoles aprovechar al máximo sus capacidades. Además, es importante mantenerse al día con las últimas tendencias y avances en la tecnología BIM para aprovechar al máximo sus beneficios.
- Fomentar la colaboración y comunicación efectiva. La implementación exitosa del BIM se basa en la colaboración y la comunicación efectiva entre todos los actores del proyecto. Es importante fomentar un entorno de trabajo colaborativo, donde se promueva el intercambio de información y la toma de decisiones conjunta. Esto ayudará a evitar la duplicación de esfuerzos, minimizar los errores y agilizar los procesos de diseño, ingeniería y construcción.
- Establecer estándares y protocolos de uso del BIM. Para garantizar una implementación coherente y efectiva del BIM, es recomendable establecer estándares y protocolos claros de uso. Esto incluye la definición de estructuras de archivos, etiquetado de elementos, niveles de detalle, formatos de intercambio de

datos, entre otros. Estos estándares asegurarán una consistencia en el uso del BIM a lo largo del proyecto y facilitarán la colaboración entre diferentes equipos y disciplinas.

- Integrar el BIM en todas las fases del proyecto. Para maximizar los beneficios del BIM, es importante integrarlo en todas las fases del proyecto, desde la planificación y el diseño hasta la construcción y la operación. Esto garantizará una continuidad en el flujo de información y facilitará la transferencia de datos entre diferentes etapas. Además, asegurará que se puedan aprovechar todas las funcionalidades del BIM, como la detección de conflictos, la gestión de cambios y la simulación de procesos.
- Evaluar y mejorar continuamente. La implementación del BIM es un proceso en constante evolución. Es fundamental realizar evaluaciones periódicas para identificar áreas de mejora y oportunidades de optimización. Esto puede incluir la revisión de los estándares y protocolos establecidos, la retroalimentación del equipo de proyecto y la adopción de nuevas tecnologías y herramientas que mejoren la eficiencia y la calidad.

REFERENCIAS

- Choclán, F., Soler, M. and Gonzáles, J. (2014). Introducción a la metodología BIM. *Spanish Journal of Building Information Modeling*, 1. https://www.researchgate.net/publication/284159764_INTRODUCCION_A_LA_METODOLOGIA_BIM
- Dávila, M. (2017). Estudio y diseño para la construcción de una red GPON FTTH, en una urbanización del cantón Manta – provincia de Manabí. *Revista de Investigaciones En Energía, Medio Ambiente y Tecnología*, 2(1), 57. <https://doi.org/10.33936/riemat.v2i1.945>
- Delgado, M. (2022). *Diseño de un sistema captador de humedad atmosférica para obtener agua potable en el caserío el Carrizal – Mórrope*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/10784>
- Frias, C. (2018). *Aplicación del Mapa de Flujo de Valor para mejora de la eficiencia de los procesos de una empresa constructora en Varsovia (Polonia)*. Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/handle/10251/116134>
- Guardia, V. and Maihuire, J. (2022). *Implementación de la metodología BIM para optimizar el presupuesto de construcción en proyectos de financiamiento público*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <http://hdl.handle.net/10757/661070>
- Hernandez Sandoval, P. and Yovera Huamán, M. H. (2019). *Propuesta De Diseño De Una Red De Transporte De Fibra Óptica Para La Mejora De La Calidad Y Cobertura De Telecomunicaciones En El Distrito De Lalaquiz - Piura*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/3654>

Huertas and Torres. (2011). *Propuesta de implementación BIM con LPDS para la gestión de proyectos de autoconstrucción de viviendas*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). <http://hdl.handle.net/10757/622827>

Meza, R. and Vega, J. (2021). *Implementación de las 5s para mejorar la productividad en el área de almacén de la empresa FEMSOL E.I.R.L, Los Olivos, 2021*. Universidad Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/88363>

Pérez Gómez Martínez, G. J. F., Del Toro Botello, H. Y. and López Montelongo, A. M. (2019). Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: caso estudio. *Revista de Investigación En Tecnologías de La Información*, 7(14), 110–121. <https://doi.org/10.36825/riti.07.14.010>

Plan BIM Perú. (2021). *Guía nacional BIM*. <https://www.mef.gob.pe/planbimperu/recursosbim.html>

Plebankiewicz, E., Zima, K. and Skibniewskib, M. (2015). Analysis of the First Polish BIM-Based Cost Estimation Application. *Procedia Engineering*, 123. https://www.researchgate.net/publication/283536378_Analysis_of_the_First_Polish_BI-M-Based_Cost_Estimation_Application

Ricardo, K. (2020). *Analisis del funcionamiento de la infraestructura de red y modelos de operacion sobre un medio guiado (f.o)*. Universidad de Cundinamarca. <https://hdl.handle.net/20.500.12558/4859>

Salinas, J. and Prado, G. (2019). Building information modeling (BIM) para la gestión del diseño y construcción de proyectos públicos peruanos. *Building & Management*.

<https://doi.org/10.20868/bma.2019.2.3923>

Sampaio, A. (2022). Gestión de proyectos en oficina: implementación BIM. *Procedia Computer Science*, 196. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.083>

Solano, J. (2019). *Impacto de los procesos de gestión de calidad, gestión de tecnología y control de gestión en organizaciones comerciales*. Universidad Militar de Nueva Granada. <http://hdl.handle.net/10654/35237>

ANEXOS

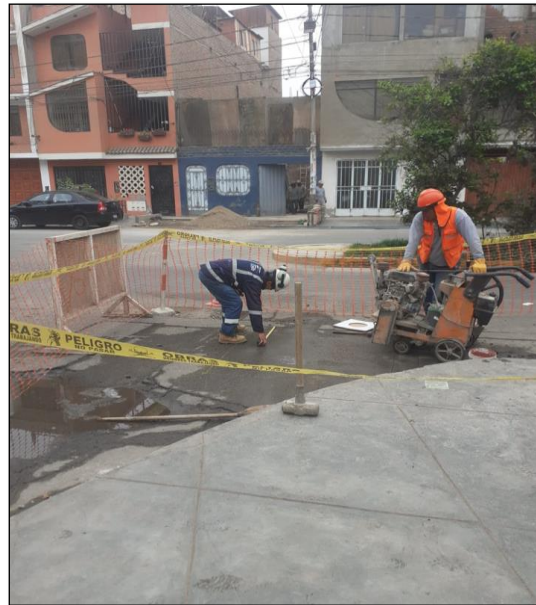
ANEXO 01. PERSONAL DE UNA CUADRILLA REUNIDOS PARA LA CHARLA DE 5 MINUTOS Y ATS CORRESPONDIENTE.



ANEXO 02. SUPERVISIÓN DE PERSONAL DE CÁLIDDA PARA MARCAR LA UBICACIÓN DE SU TUBERÍA A FIN DE EVITAR INTERFERENCIAS FÍSICAS.



ANEXO 03. INSTALACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN Y MARCADO DE PAVIMENTO PARA INICIAR CON EL CORTE.



ANEXO 04. CORTE DE PAVIMENTO FLEXIBLE PARA INICIAR CON LOS TRABAJOS DE CANALIZACIÓN.



ANEXO 05. RETIRO DE CARPETA ASFÁLTICA CORTADA PARA INICIAR CON LA EXCAVACIÓN.



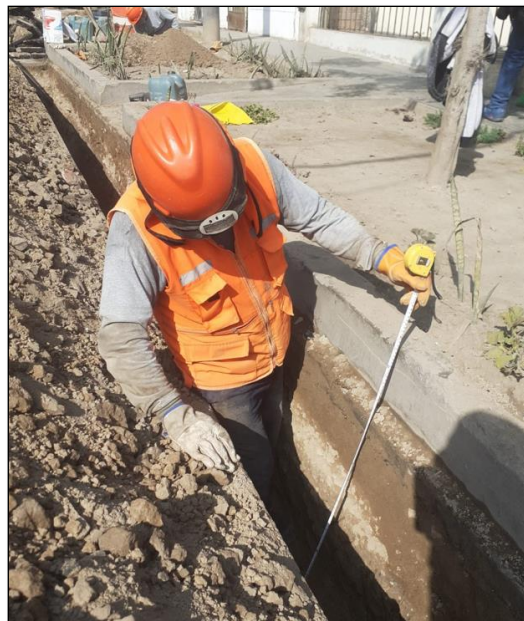
ANEXO 06. TRABAJO DE EXCAVACIÓN DE ZANJA SEGÚN MEDIDAS INDICADAS EN EL PLANO.



ANEXO 07. TRABAJO DE EXCAVACIÓN DE ZANJA SEGÚN MEDIDAS INDICADAS EN EL PLANO.



ANEXO 08. VERIFICANDO LA PROFUNDIDAD DE LA ZANJA SEGÚN EL DETALLE DEL CANALIZADO EN EL PLANO.



ANEXO 09. COLOCACIÓN DE DUCTOS SEGÚN DETALLE DEL PLANO.



ANEXO 10. COLOCACIÓN DE DUCTOS SEGÚN DETALLE DEL PLANO.



ANEXO 11. TAMIZADO DEL AFIRMADO PARA LA REPOSICIÓN DE MATERIAL EN ZANJA.



ANEXO 12. COLOCACIÓN DE CINTA DE ADVERTENCIA SEGÚN LA PROFUNDIDAD INDICADA EN EL DETALLE DE CANALIZADO DEL PLANO.



ANEXO 13. PROCESO DE COMPACTADO DEL MATERIAL DE RELLENO EN ZANJA.



ANEXO 14. REPOSICIÓN DE CONCRETO SEGÚN LA RESISTENCIA INDICADA EN LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO.



ANEXO 15. COLOCACIÓN DE ASFALTO EN SEGMENTO DE PISTA AFECTADOS POR EL PROYECTO.



ANEXO 16. PRESENTACIÓN DEL CANALIZADO TERMINADO SEGÚN LO INDICADO EN EL PLANO.



ANEXO 17. MARCAD Y CORTE DE PAVIMENTO FLEXIBLE PARA INICIAR CON LOS TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN DE CÁMARAS XA.



ANEXO 18. TRABAJO DE EXCAVACIÓN PARA CÁMARA SEGÚN MEDIDAS INDICADAS EN EL PLANO.



ANEXO 19. VERIFICANDO LA PROFUNDIDAD PARA LA CÁMARA XA SEGÚN EL DETALLE EN EL PLANO.



ANEXO 20. ARMADURA DE ACERO PARA CÁMARA XA SEGÚN EL DETALLE DEL PLANO.



ANEXO 21. ENCOFRADO DE MADERA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS PAREDES Y PISO DE LA CÁMARA XA.

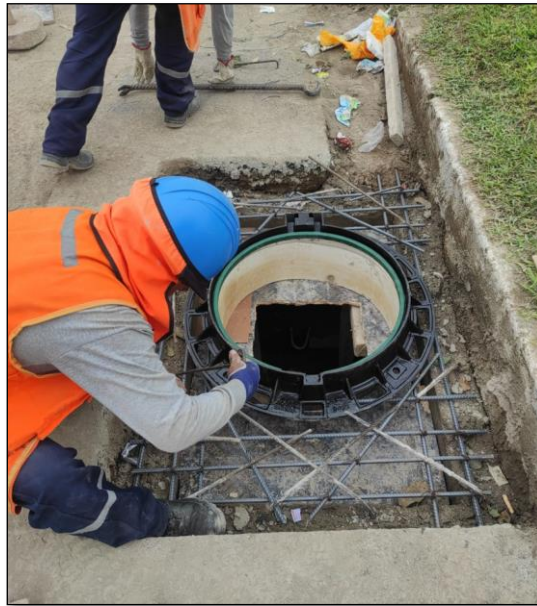


ANEXO 22. VERTIDO DEL CONCRETO DENTRO DEL ENCOFRADO PARA LA CÁMARA XA.



ANEXO 23. ARMADURA DE ACERO, ENCOFRADO DE MADERA E INSTALACIÓN DE MARCO Y TAPA PARA EL LLENADO DE LA LOZA MACIZA DE LA CÁMARA

XA.



ANEXO 24. VERTIDO DE CONCRETO PARA LA LOZA MACIZA DE LA CÁMARA

XA.



ANEXO 25. INSTALACIÓN DE TAPA DE CÁMARA XA.



ANEXO 26. COLOCACIÓN DE ASFALTO EN SEGMENTO DE PISTA AFECTADOS POR EL PROYECTO.



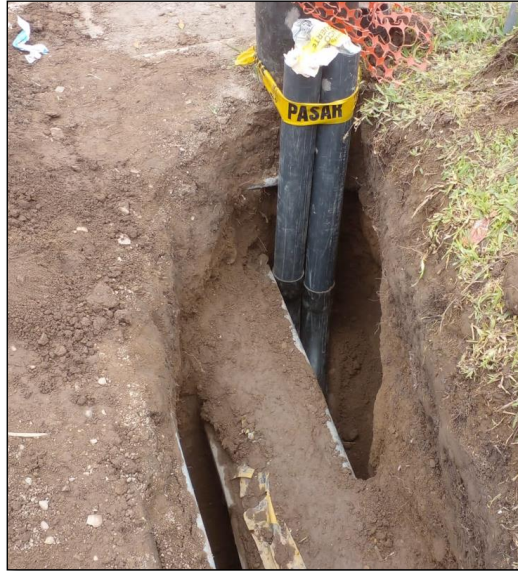
**ANEXO 27. TRABAJO DE ACABADOS INTERNOS DE LA CÁMARA E
INSTALACIÓN DE FERRETERÍA SEGÚN DETALLE DEL PLANO.**



**ANEXO 28. PRESENTACIÓN DE LA CÁMARA YA TERMINADA CON EL PASO DE
HILO GUÍA POR LOS DUCTOS INSTALADOS.**



ANEXO 29. CANALIZACIÓN DE DUCTOS HASTA POSTES EXISTENTES PARA LA SALIDA DE LOS SIFONES Y PASAR EL CABLEADO SUBTERRÁNEO A AÉREO.



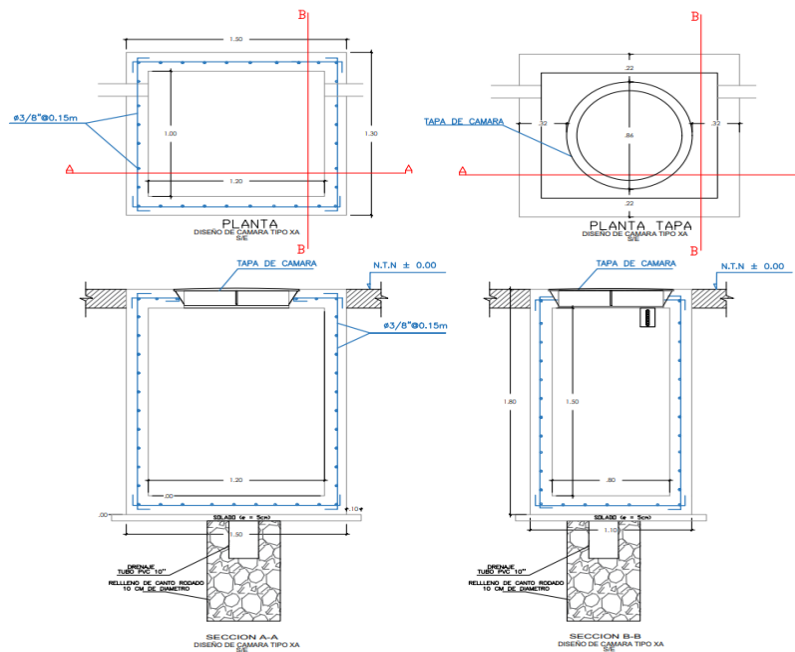
ANEXO 30. INSTALACIÓN DE REDUCTORES PARA LA SUBIDA DE POSTES CON SIFONES DE 2" DE DIÁMETRO.



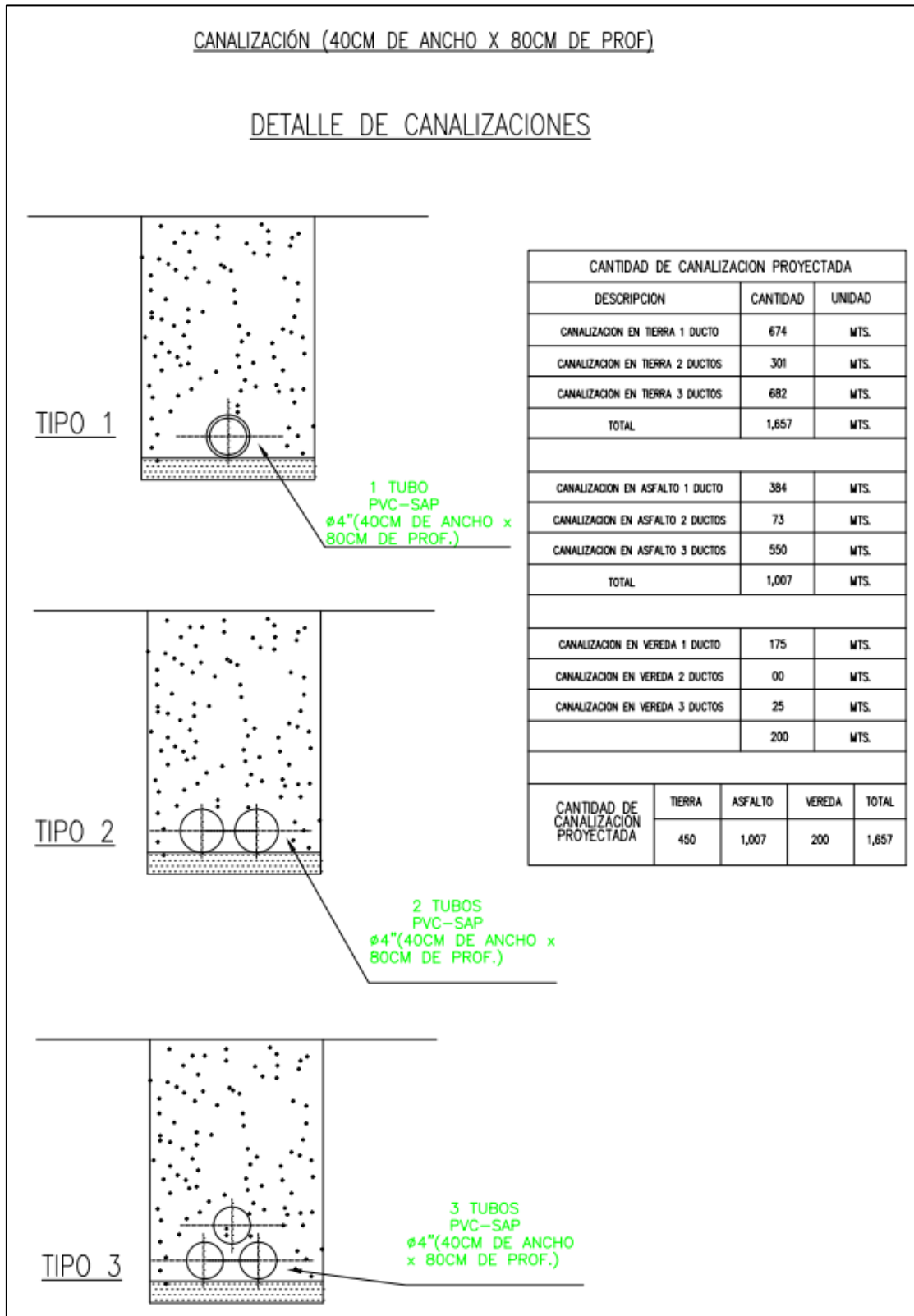
ANEXO 31. INSTALACIÓN DE DADO DE PROTECCIÓN EN SALIDA DE DUCTO E INSTALACIÓN DE HILO GUÍA POR EL DUCTO.



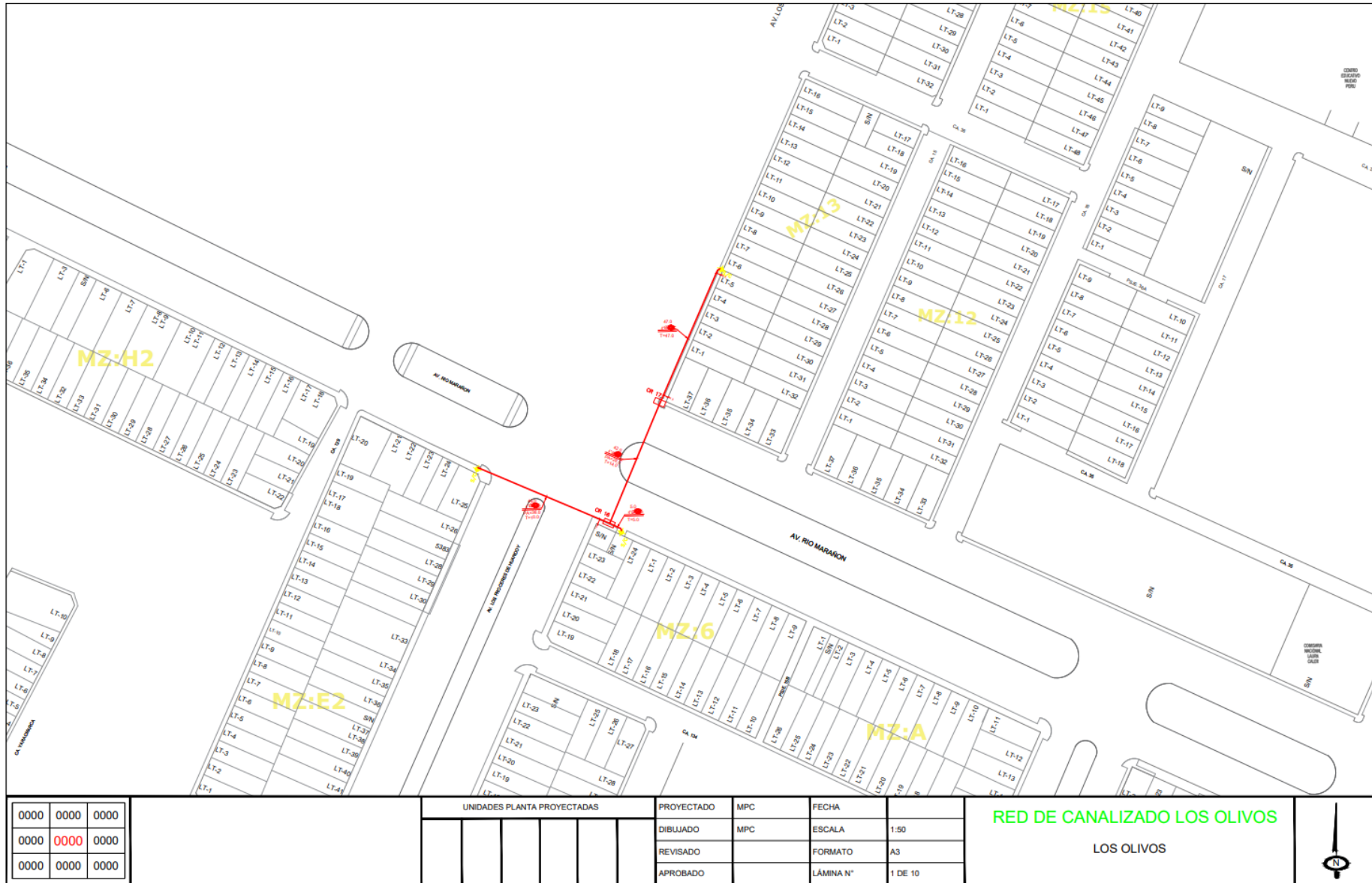
ANEXO 32. DETALLE DE CÁMARA XA



ANEXO 32. DETALLE DE CANALIZACIONES



ANEXO 33. PLANOS



0000	0000	0000
0000	0000	0000
0000	0000	0000

UNIDADES PLANTA PROYECTADAS				

PROYECTADO	MPC	FECHA
DIBUJADO	MPC	ESCALA
REVISADO		FORMATO
APROBADO		LÁMINA N°

RED DE CANALIZADO LOS OLIVOS	
LOS OLIVOS	





0000	0000	0000
0000	0000	0000
0000	0000	0000

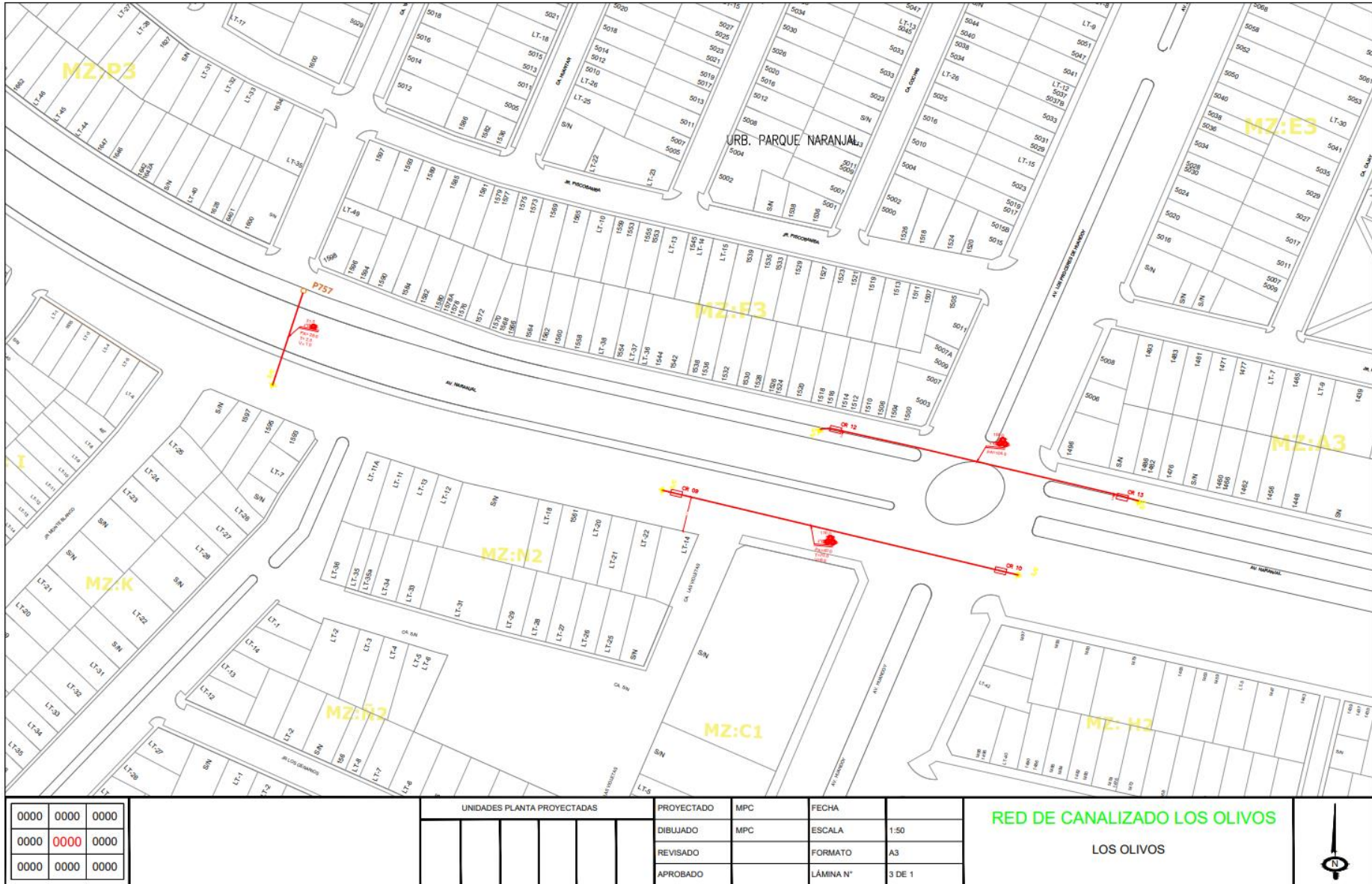
UNIDADES PLANTA PROYECTADAS		

PROYECTADO	MPC	FECHA
DIBUJADO	MPC	ESCALA
REVISADO		FORMATO
APROBADO		LÁMINA N°

PROYECTADO	MPC	FECHA
DIBUJADO	MPC	ESCALA
REVISADO		FORMATO
APROBADO		LÁMINA N°

RED DE CANALIZADO LOS OLIVOS
LOS OLIVOS





0000	0000	0000
0000	0000	0000
0000	0000	0000

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

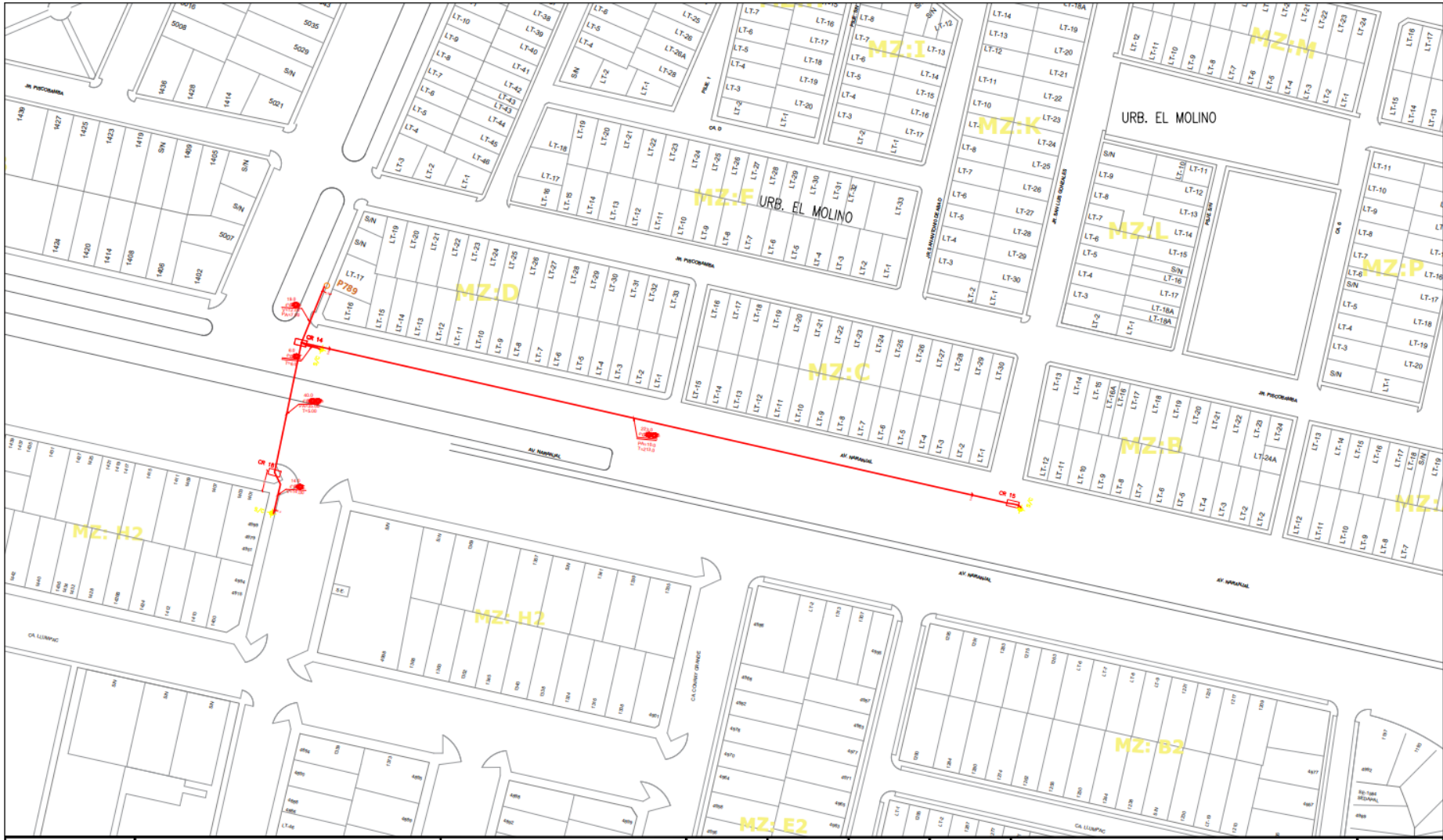
UNIDADES PLANTA PROYECTADAS				

PROYECTADO	MPC	FECHA
DIBUJADO	MPC	ESCALA 1:50
REVISADO		FORMATO A3
APROBADO		LÁMINA N° 3 DE 1

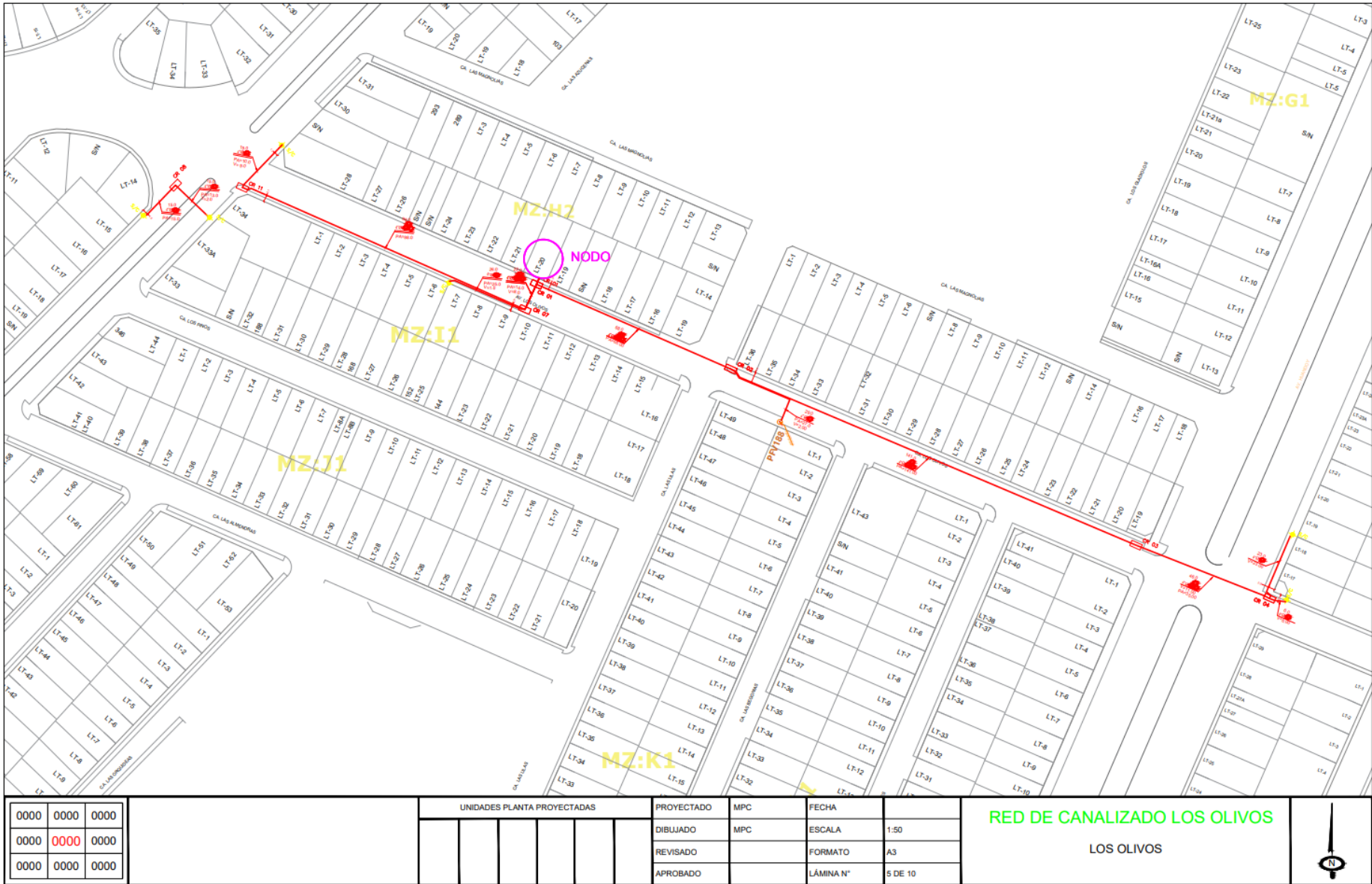
RED DE CANALIZADO LOS OLIVOS

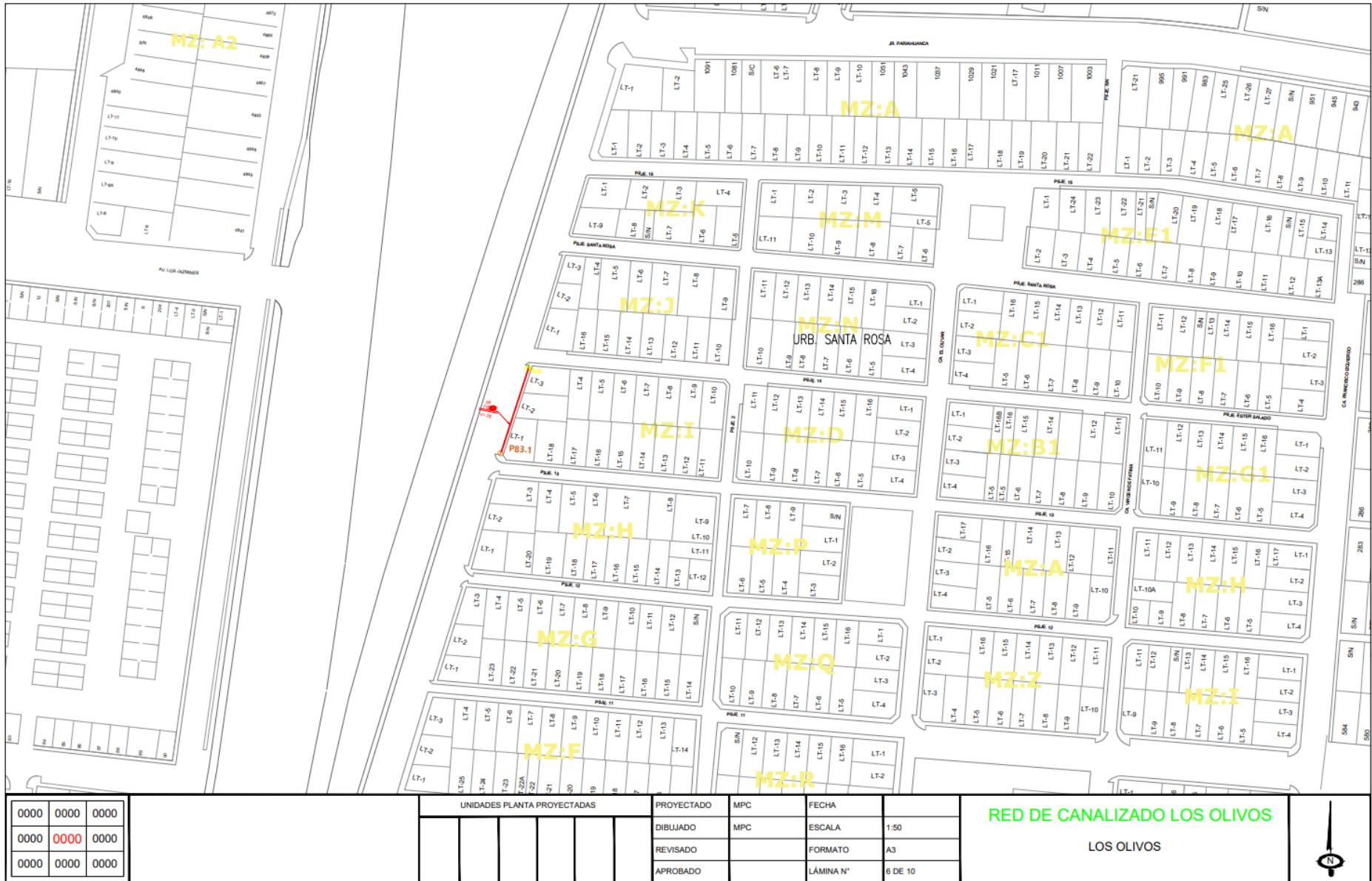
LOS OLIVOS

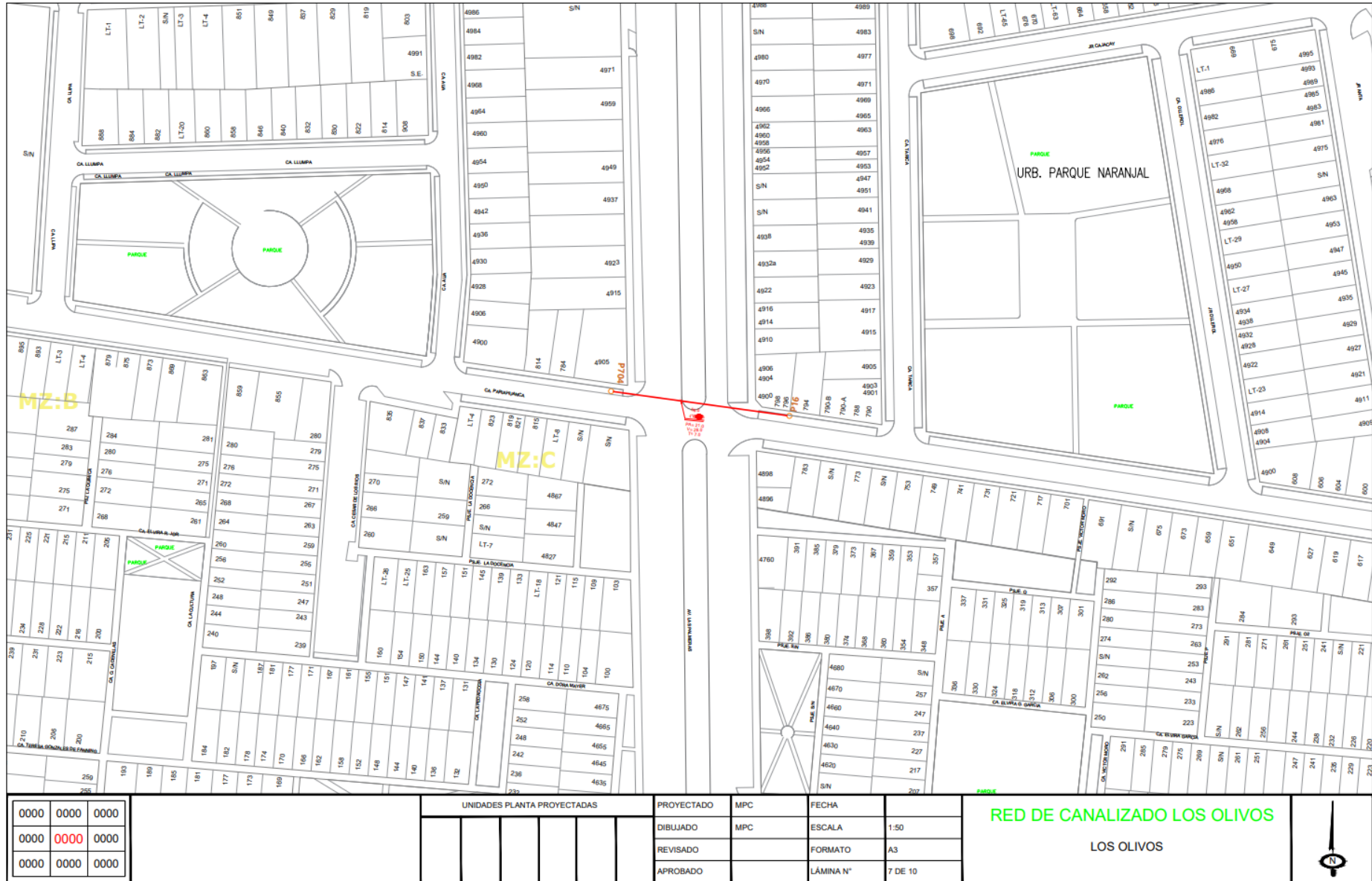




0000	0000	0000	UNIDADES PLANTA PROYECTADAS				PROYECTADO	MPC	FECHA	RED DE CANALIZADO LOS OLIVOS LOS OLIVOS	
0000	0000	0000				DIBUJADO	MPC	ESCALA	1:50		
0000	0000	0000				REVISADO		FORMATO	A3		
0000	0000	0000				APROBADO		LÁMINA N°	4 DE 10		







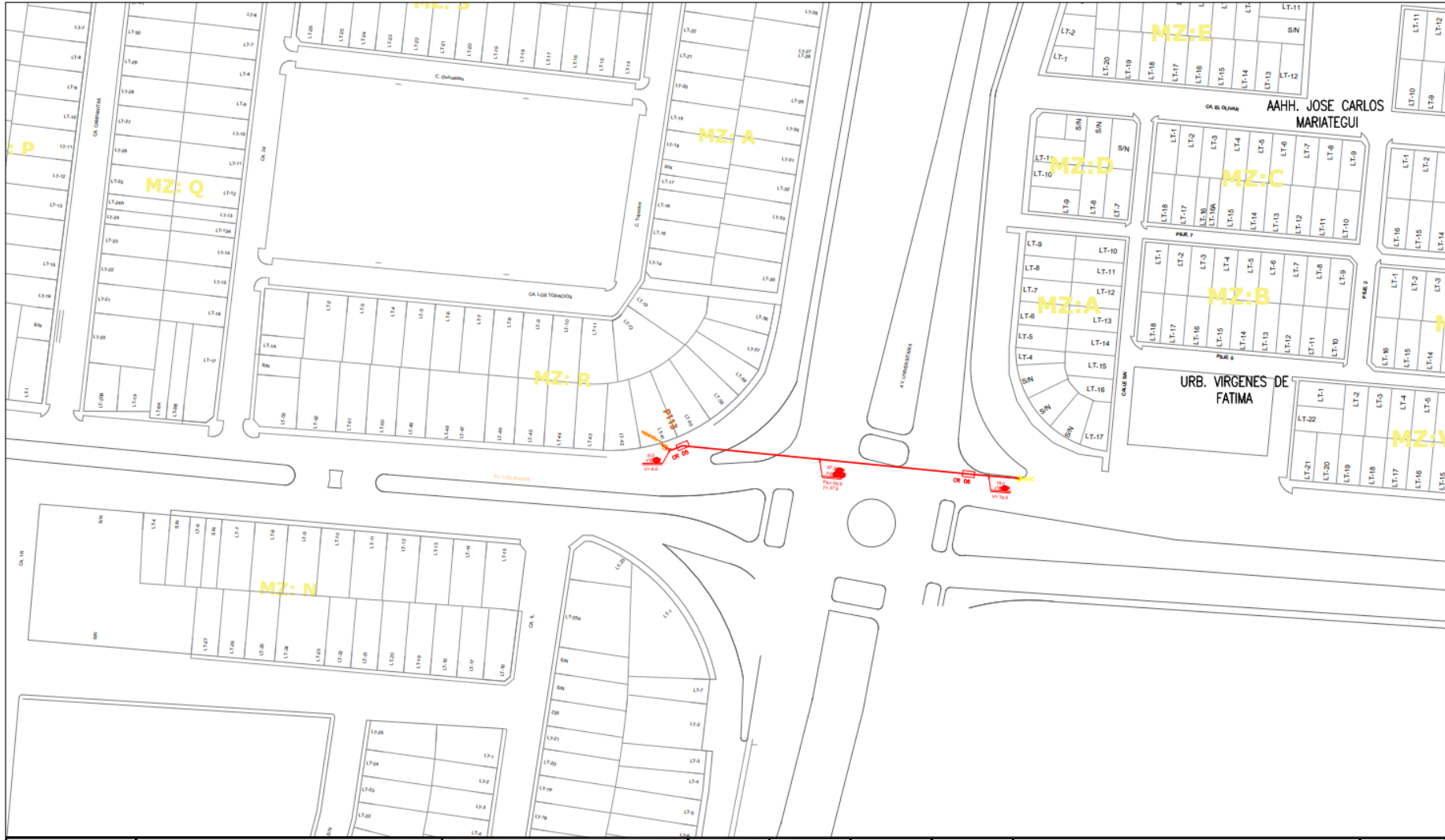
0000	0000	0000
0000	0000	0000
0000	0000	0000

UNIDADES PLANTA PROYECTADAS				

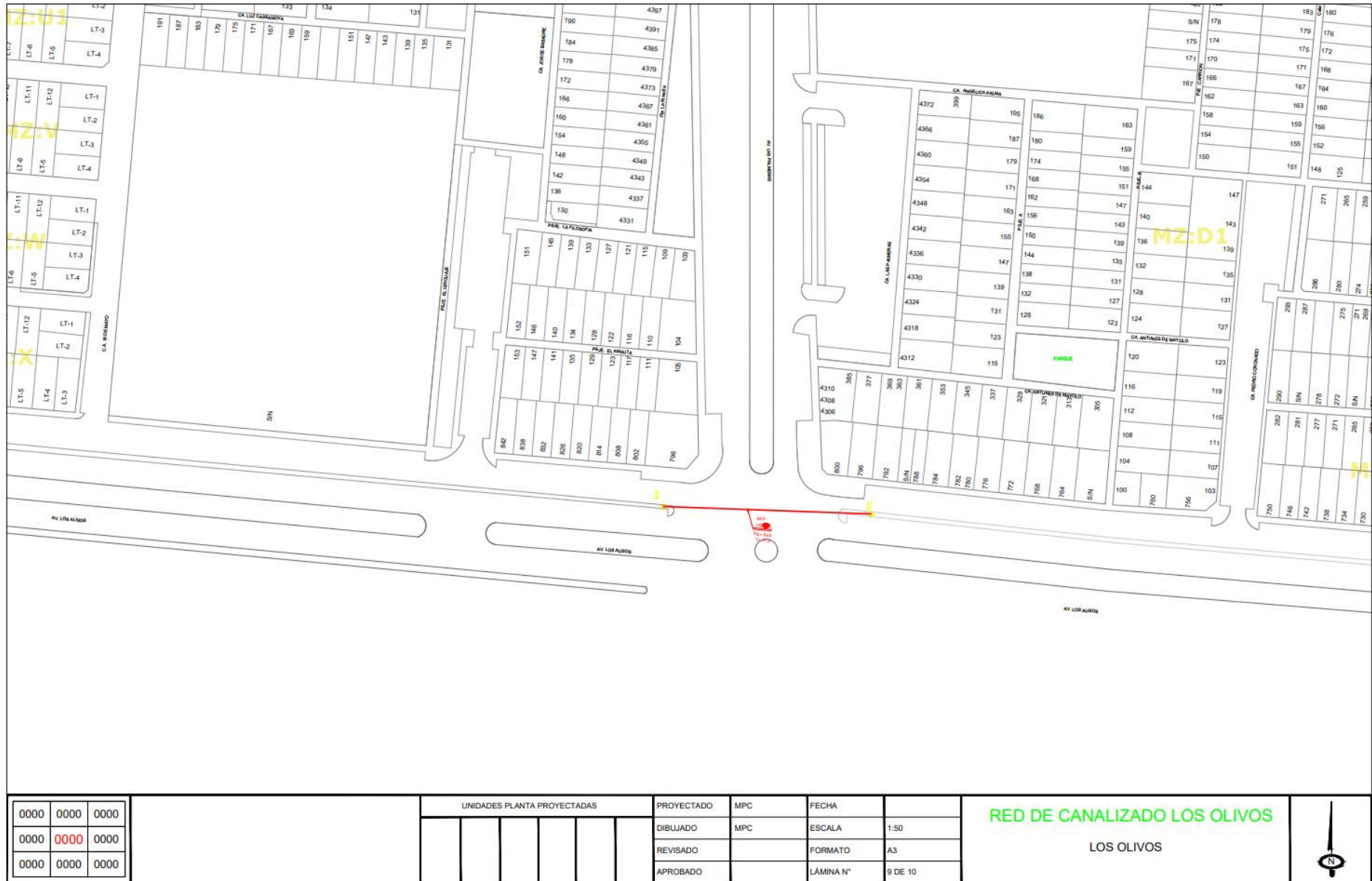
PROYECTADO	MPC	FECHA
DIBUJADO	MPC	ESCALA
REVISADO		FORMATO
APROBADO		LÁMINA N°

RED DE CANALIZADO LOS OLIVOS	
LOS OLIVOS	





0000	0000	0000	UNIDADES PLANTA PROYECTADAS				PROYECTADO	MPC	FECHA	RED DE CANALIZADO LOS OLIVOS		
0000	0000	0000				DIBUJADO	MPC	ESCALA	LOS OLIVOS			
0000	0000	0000				REVISADO		FORMATO				
0000	0000	0000				APROBADO		LÁMINA N°	8 DE 10			



0000	0000	0000
0000	0000	0000
0000	0000	0000

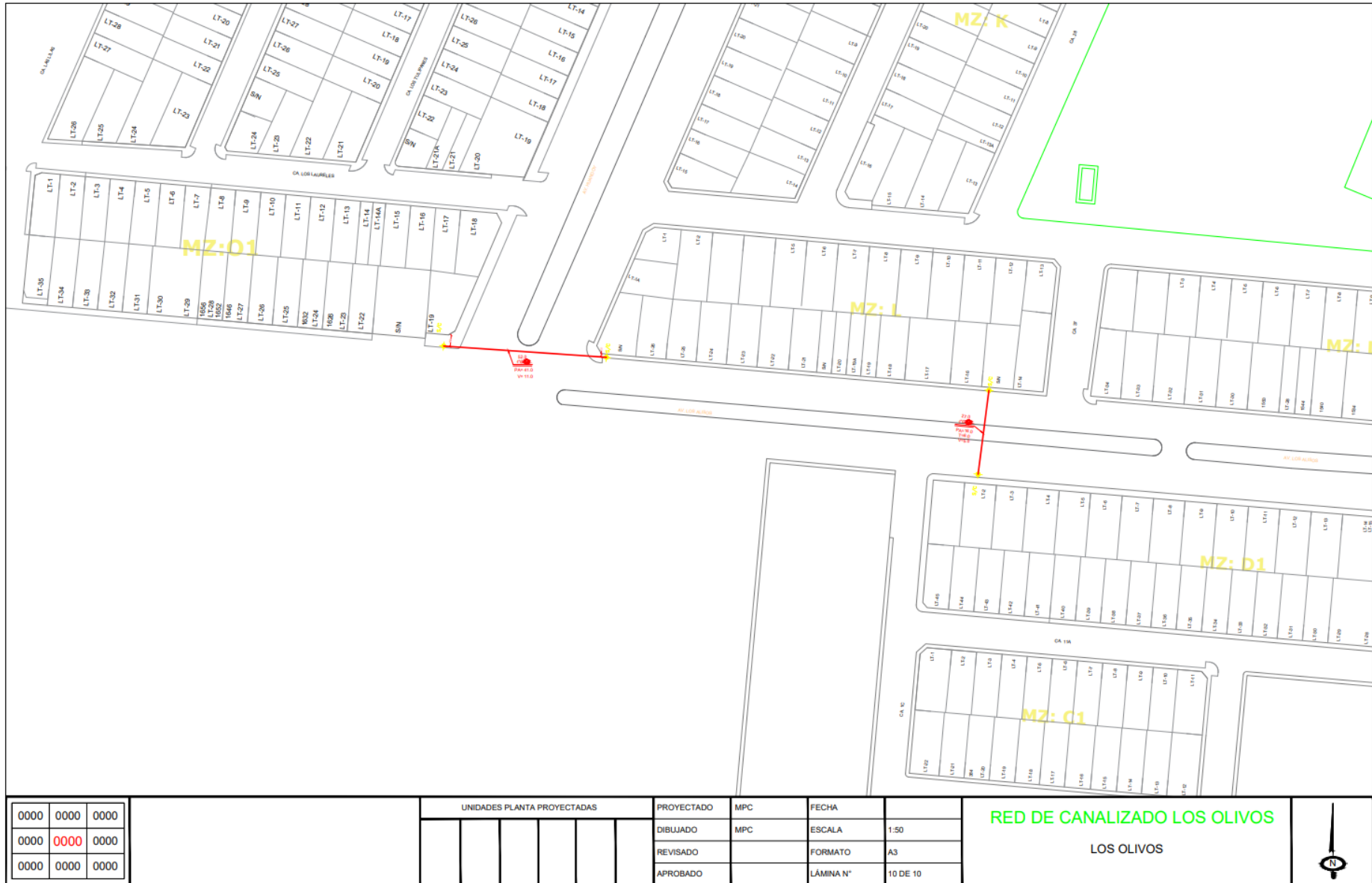
UNIDADES PLANTA PROYECTADAS				

PROYECTADO	MP
DIBUJADO	MP
REVISADO	
APROBADO	

PROYECTADO	MP	FECHA	
DIBUJADO	MP	ESCALA	1:50
REVISADO		FORMATO	A3
APROBADO		LÁMINA N°	9 DE 10

RED DE CANALIZADO LOS OLIVOS
LOS OLIVOS





0000	0000	0000	UNIDADES PLANTA PROYECTADAS				PROYECTADO	MPC	FECHA		RED DE CANALIZADO LOS OLIVOS LOS OLIVOS	
0000	0000	0000				DIBUJADO	MPC	ESCALA	1:50			
0000	0000	0000				REVISADO		FORMATO	A3			
						APROBADO		LÁMINA N°	10 DE 10			

ANEXO 34. ALCANCE DE PARTIDAS DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DE TAREA
CONSTRUCCIÓN SUBTERRÁNEA FTTH LOS OLIVOS
Inicio
AV. MARAÑON CON (AV. HUANDOY, AV. UNIVERSITARIA Y AV. PALMERAS)
TRABAJOS PRELIMINARES
Replanteo de trazo y señalización de zona de trabajo
Marcado y corte de pavimento
CANALIZACIÓN
Excavación de zanja
Colocación de ductos de PVC SAP de 4"
Colocación de hilo guía
Relleno y compactado de afirmado
Colocación de cinta de advertencia
Reposición de losa concreto 210 kg/cm ²
Reposición de carpeta asfáltica
SIFON
Construcción de dado en salida de sifón
CÁMARAS XA
Excavación de cámaras
Enmallado de acero y encofrado de cámara
Vaciado de paredes y piso de cámara
Encofrado de techo y colocación de marco de tapa
Vaciado de techo y colocado de tapa de cámara
Reposición de asfalto, acabados y colocación de ferretería
AV. NARANJAL CON (AV. HUANDOY, MONTE BLANCO Y LAS VIOLETAS)
TRABAJOS PRELIMINARES
Replanteo de trazo y señalización de zona de trabajo
Marcado y corte de pavimento
CANALIZACIÓN
Excavación de zanja
Colocación de ductos de PVC SAP de 4"
Colocación de hilo guía
Relleno y compactado de afirmado
Colocación de cinta de advertencia
Reposición de losa concreto 210 kg/cm ²
Reposición de carpeta asfáltica
SIFON
Construcción de dado en salida de sifón

CÁMARAS XA
Excavación de cámaras
Enmallado de acero y encofrado de cámara
Vaciado de paredes y piso de cámara
Encofrado de techo y colocación de marco de tapa
Vaciado de techo y colocado de tapa de cámara
Reposición de asfalto, acabados y colocación de ferretería
AV. HUAYLAS, AV. PARIHUANCA Y PASAJE 13
TRABAJOS PRELIMINARES
Replanteo de trazo y señalización de zona de trabajo
Marcado y corte de pavimento
CANALIZACIÓN
Excavación de zanja
Colocación de ductos de PVC SAP de 4"
Colocación de hilo guía
Relleno y compactado de afirmado
Colocación de cinta de advertencia
Reposición de losa concreto 210 kg/cm ²
Reposición de carpeta asfáltica
SIFON
Construcción de dado en salida de sifón
CÁMARAS XA
Excavación de cámaras
Enmallado de acero y encofrado de cámara
Vaciado de paredes y piso de cámara
Encofrado de techo y colocación de marco de tapa
Vaciado de techo y colocado de tapa de cámara
Reposición de asfalto, acabados y colocación de ferretería
AV. LOS OLIVOS (NODO, CUCARDAS) Y HUANDOY CON ALISOS
TRABAJOS PRELIMINARES
Replanteo de trazo y señalización de zona de trabajo
Marcado y corte de pavimento
CANALIZACIÓN
Excavación de zanja
Colocación de ductos de PVC SAP de 4"
Colocación de hilo guía
Relleno y compactado de afirmado
Colocación de cinta de advertencia
Reposición de losa concreto 210 kg/cm ²

Reposición de carpeta asfáltica
SIFON
Construcción de dado en salida de sifón
CÁMARAS XA
Excavación de cámaras
Enmallado de acero y encofrado de cámara
Vaciado de paredes y piso de cámara
Encofrado de techo y colocación de marco de tapa
Vaciado de techo y colocado de tapa de cámara
Reposición de asfalto, acabados y colocación de ferretería
AV. LOS ALISOS CON (CALLE 13, UNIVERSITARIA Y PALMERAS)
TRABAJOS PRELIMINARES
Replanteo de trazo y señalización de zona de trabajo
Marcado y corte de pavimento
CANALIZACIÓN
Excavación de zanja
Colocación de ductos de PVC SAP de 4"
Colocación de hilo guía
Relleno y compactado de afirmado
Colocación de cinta de advertencia
Reposición de losa concreto 210 kg/cm ²
Reposición de carpeta asfáltica
SIFON
Construcción de dado en salida de sifón
CÁMARAS XA
Excavación de cámaras
Enmallado de acero y encofrado de cámara
Vaciado de paredes y piso de cámara
Encofrado de techo y colocación de marco de tapa
Vaciado de techo y colocado de tapa de cámara
Reposición de asfalto, acabados y colocación de ferretería
Fin