

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**Modelado 3D del área de flotación y filtración
de la Planta industrial Gases San Francisco**

Trabajo de Titulación para optar al
Título de Técnico Universitario en
PROYECTOS DE INGENIERÍA

Alumno:

Christopher Joe Mendoza Correa

Profesor Guía:

Ing. Carlos Antillanca

2020

RESUMEN

Keywords: MODELADO 3D – NUBE DE PUNTOS – FILTRACION – FLOTACION

Mega-Mec es una empresa que nace para cubrir la necesidad de entregar un servicio de Proyectos de Ingeniería, utilizando lo más avanzado en tecnología en el mercado con un equipo de profesionales de amplia experiencia en el desarrollo de proyectos industriales mineros.

La empresa entrega servicios de alta calidad ya que trabaja adoptando tecnologías y procesos de punta utilizando el nuevo método de dibujo en tres dimensiones compatible con BIM (Building Information Modeling) para diseño y construcción colaborativa.

El modelado 3D es la representación digital visual de un objeto o complemento de elementos que unidos forman un objeto final.

Para una representación exacta en donde se vea con detalle las características de un objeto a modelar, existe actualmente una herramienta capaz de replicar todo tipo de cuerpos, sistemas, complementos, instalaciones, estructuras.

La tarea de esta herramienta es escanear mediante un láser de alta precisión para luego crear una nube de puntos, tal como dice crea una replica del cuerpo escaneado pero con la particularidad de transformarlos en un conjunto de puntos flotantes en el espacio en el cual se trabaja.

En este proyecto se implementará esta tecnología la cual nos permite facilitar el trabajo de modelamiento. Esta vez se trabajará a una escala mayor por esta razón es que se agregarán unos complementos del escáner llamados puntos de reconocimiento que permiten escanear las zonas de difícil acceso o no transitorio esta tarea se realizara en áreas determinadas de la fabrica industrial que será en el área de Flotación de cátodos y el otro sector será la zona de Filtración de líquidos y gases.

Primeramente, se realizará el estudio y análisis de contexto en donde se realiza el proyecto para poder comenzar la tarea de escaneo, realizado lo anterior se procede a editar los datos obtenidos en terreno para luego comenzar con un plan de organización y designación de tareas

Una vez asignada las tareas de modelamiento se procederá a desarrollar el modelado de 3 zonas específicas de la planta utilizando un software de modelado

Por ultimo revisar y analizar la maqueta tridimensional modelada por la empresa Mega-Mec y consolidar el proyecto.

ÍNDICE DE MATERIAS

RESUMEN

INTRODUCCION

CAPITULO 1: ANTECEDENTES GENERALES Y DOCUMENTACION

1.	ANTECEDENTES GENERALES Y DOCUMENTACION	3
1.1.	Objetivo del proyecto	3
1.1.1.	Objetivo general	3
1.1.2.	Objetivos específicos	3
1.2.	Diagnóstico y metodología	4
1.2.1.	Diagnóstico	4
1.2.2.	Metodología	5
1.3.	ESPECIFICACIONES TECNICAS	6
1.3.1.	Especificaciones técnicas de nave central-flotación de mineral	7
1.3.2.	Especificaciones técnicas de planta Filtrado de gas y líquidos	8
1.3.3.	Especificaciones técnicas específicas del scanner 4D faro láser	8
1.4.	REGLAMENTO Y NORMATIVA	10
1.4.1.	Utilización del scanner para captura de información	10
1.4.2.	Parámetros de modelado	12
1.4.3.	Normas de seguridad al escanear	14
	CAPÍTULO 2: INGENIERIA DE DESARROLLO	15
2.	Ingeniería de desarrollo	16
2.1	Ingeniería conceptual	16
2.1.1	Descripción del proceso	17
2.1.2	Obtención de datos en terreno	18
2.1.3	Reconocimiento y organización de datos obtenidos en terreno	18
	2.2 DESCRIPCION Y ESPECIFICACIONES DE ZONA DE ESCANEEO	21
2.2.1	Zona 1- / nave central	21
2.2.2	Zona 2 – scrubber	22
2.2.3	Zona 3 – scrubber 2	22
2.2.4	Escaneo en zonas de alta frecuencia magnetica	24
2.2.5	Tiempo de escaneo en 3 zonas	24
2.2.6	Procesamiento de datos obtenidos por el escaner	25
2.3	Modeladamiento de maqueta	27
2.3.1	Inicio de Modelado y Edición de datos	28

2.3.2 Edicion de datos obtenidos	29
2.3.3 Nube de Puntos	31
2.3.4 Estimacion de tiempo de modelado	31
2.3.5 Equipo de Trabajo	32
2.4 COSTOS DEL PROYECTO	35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
BIBLIOGRAFÍA	35
ANEXO	39
ANEXO A : PLANOS DE REFERECIA	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.	Nube de puntos generada a partir de scanner	4
Figura 1-2.	Nube de puntos generada a partir de scanner	5
Figura 1-3.	Medicion de superficie de planta	6
Figura 1-4.	Scanner 4D Faro Láser	9
Figura 1-5.	Montaje del scanner en BAJA ALTURA	10
Figura 1-6.	Montaje del scanner en altura	11
Figura 1-7.	Puntos de referencia del scanner	11
Figura 1-8.	Nube de puntos resultante	12
Figura 1-9.	Definición de layers en AutoCAD Plant 3d	13
Figura 2-1.	Diagrama de bloques , desarrollo de modelado	17
Figura 2-2.	PR y Faro Focus	19
Figura 2-3.	Puntos y ruta de escaneo	20
Figura 2-4.	Celda de Flotación N°30 de la planta	21
Figura 2-5.	Depurador (SCRUBBER)	23
Figura 2-6.	Interfaz software modelado 3D	27
Figura 2-7.	Interfaz software de edición nube de puntos	28
Figura 2-8.	Nube de Puntos sin proceso de edición	29
Figura 2-9.	Nube de puntos editada	30
Figura 2-10.	Relación Layer - objeto modelado	33
Figura 2-11.	ZONA 1 / NAVE CENTRAL	34
Figura 2-12.	ZONA 2-3 / SCRUBBERS	35
Figura 2-13.	Interconexión se Zonas NAVE CENTRAL/SCRUBBER	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Especificaciones técnicas nave central	7
Tabla 1-2. Especificaciones técnicas planta de filtrado	8
Tabla 1-3. Partes de la nomenclatura de archivos utilizada	13
Tabla 1-4. Nomenclatura para denominación de archivos	14
Tabla 2-1. Tiempo de Escaneo en planta	24
Tabla 2-2. Tabla de configuraciones de resolución y calidad para escaneo	26
Tabla 2-3. Tiempo de Modelado y correcciones	31
Tabla 2-3. Designación de trabajos	32
Tabla 2-5. Costos del Proyecto	36
Tabla 2-6. Costos del Proyecto (Valor UF)	36

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

SIGLA

NCh	: Norma Chilena
3D	: Tres Dimensiones
SCRUBBER	: Depurador
FARO	: Escaner
PR	: Punto de referencia
Layer	: Capa de informacion

SIMBOLOGÍA

A	: Área
mm	: Milímetro
m	: Metro
m ²	: Metros cuadrados

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO

INTRODUCCION

A través del tiempo la tecnología que nos rodea avanza a enormes pasos. Esta nos permite diseñar y crear bienes o servicios que faciliten la adaptación al medio ambiente y la satisfacción de las necesidades del hombre.

Este avance tecnológico ha sido una pieza fundamental para progresar de manera evolutiva social y económicamente. Asimismo la tecnología ha sido utilizada para proteger el medio ambiente, buscando soluciones innovadoras y eficientes para resolver de forma sostenible las crecientes necesidades de la sociedad sin provocar agotamiento o degradación de los recursos materiales y energéticos.

Este proyecto está basado en tecnologías que ponen en práctica la mezcla entre el uso de herramientas de alta calidad y precisión como los scanner de cuatro dimensiones, o drones (vehículo aéreo no tripulado) junto con la implementación de tendencias actuales de diseño en empresas modernas para producir documentación gráfica representable en un modelo tridimensional.

Se implementará la información técnica que se requiere para comprender los aspectos de diseño gráficos visual en donde se plasma la creación de una maqueta virtual en tres dimensiones

Para la elaboración de la maqueta se implementará el uso de dos Softwares de diseño y de proyección. Estos serán detallados y presentados durante el desarrollo del informe ya que permiten un manejo óptimo de la maqueta y facilitará la tarea de modelar y montar las máquinas y herramientas que se encuentran en las instalaciones de la planta de gases.

1. ANTECEDENTES GENERALES Y DOCUMENTACION

En este capítulo se logrará explicar los antecedentes generales del proyecto en donde se mencionará el objetivo de este, las tareas que se deben realizar y además se efectuará el análisis de la situación actual de la planta para así cumplir con éxito el objetivo final del proyecto.

1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo principal de este proyecto consiste en modelar de manera tridimensional los equipos, herramientas, instalaciones y áreas de trabajo en donde se realiza el proceso minero de “Flotación” del cobre y el área de trabajo de “Filtrado” de gases de la industria GASES SAN FRANCISCO.

1.1.1. Objetivo general

Modelar el estado actual de partes de la planta industrial de la empresa Gases San Francisco como parte del proceso de renovación tecnológica planificado por la empresa.

1.1.2. Objetivos específicos

Para lograr lo anteriormente descrito se han definido los siguientes objetivos específicos:

- Realizar visita de terreno para analizar el contexto de trabajo y comenzar con el escaneo de planta y áreas de trabajo con scanner láser
- Editar datos recibidos por el escaneo para continuar con modelamiento y crear un plan de organización para las tareas de modelado
- Desarrollar el modelamiento de la planta y sus zonas específicas de escaneo previo utilizando el software AutoCAD Plant 3D
- Revisar la maqueta tridimensional para consolidar las zonas de procesos de materia en la planta de gases

1.2. DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA

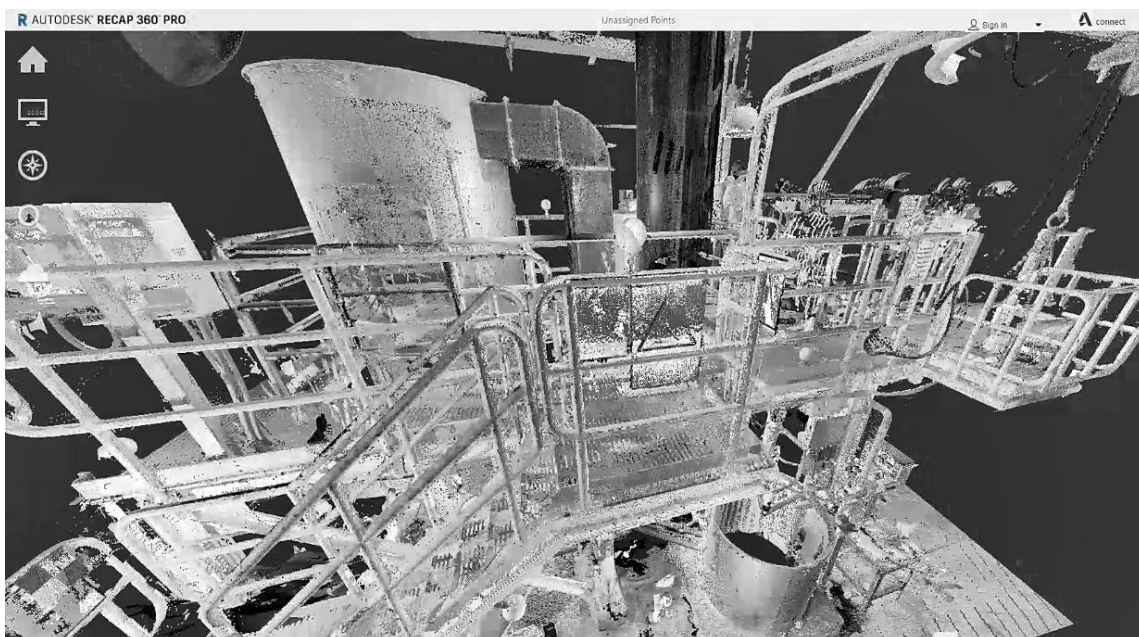
En esta sección se describe el diagnóstico de la planta de gases junto con la metodología de trabajo definida para el proyecto.

1.2.1. Diagnóstico

El diagnóstico de la situación actual de la Planta de Gases San Francisco no es favorable, al considerar que no cuenta con un formato digitalizado de sus instalaciones lo cual dificulta la realización de actividades de mejora como la planificación de cambios o movimientos de la distribución de la maquinaria, instalaciones y herramientas con las cuales se desempeñan las actividades propias de la operación.

Una tarea o proyecto de redistribución de planta, por ejemplo, indudablemente requerirá conocer con exactitud la totalidad de los elementos que se encuentran dentro de ésta por lo que la metodología de trabajo incluye en un inicio llevar a cabo visitas a la planta de gases para ejecutar labores de escaneo y reconocimiento de los elementos que se deberán modelar.

Dado que la planta está compuesta en su interior por áreas para diferentes procesos industriales (principalmente de flotación y filtración) se priorizan aquellas zonas específicas de la misma consideradas como esenciales para proyectar una futura reubicación de sus elementos o para la agregación de nuevos componentes y/o construcciones.



Fuente: Captura de pantalla software Autodesk Recap

Figura 1-1. Nube de puntos generada a partir de scanner

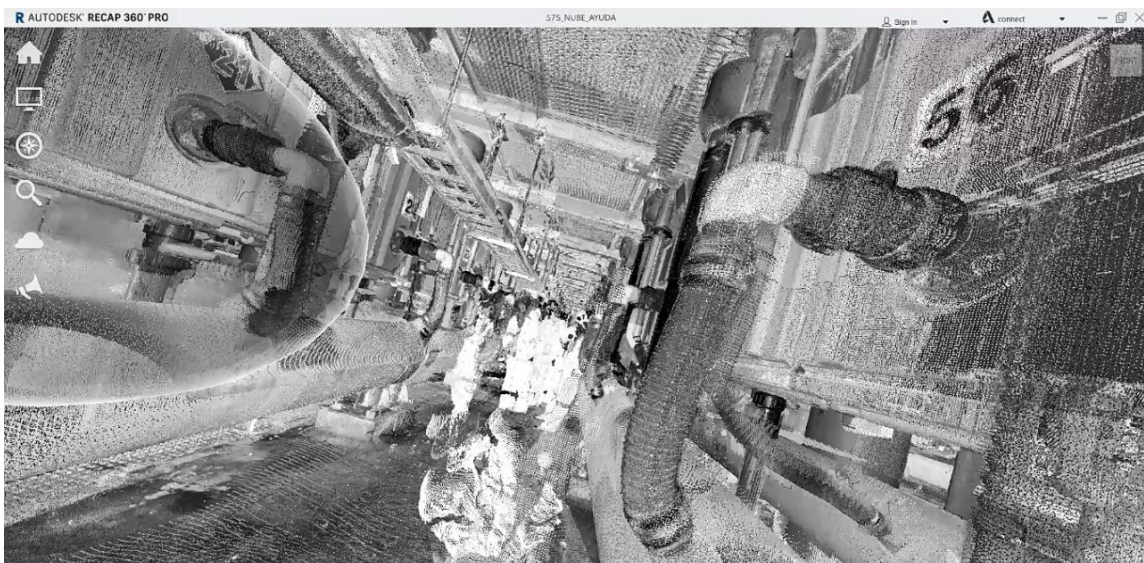
Según las características que pueda tener el área o zona en donde se llevara a cabo el proyecto, se presentan las diferentes restricciones, tiempos, recursos y equipo de trabajo que son esenciales para el éxito del mismo.

1.2.2. Metodología

En el proyecto se implementa la metodología de Ingeniería Inversa. El objetivo es la obtención de información gráfica detallada a partir de los datos obtenidos mediante un scanner capaz de fotografiar en un eje con rotación en 360°. Esta herramienta tecnológica permite contar con un nivel de detalle excepcional para realizar el dimensionamiento y elaboración de una maqueta tridimensional.

El alcance del proyecto abarca las labores desde el trabajo necesario en faena hasta la fase de exposición de la maqueta tridimensional terminada, haciendo enfoque en los lugares requeridos por la empresa que hizo la solicitud de la creación de la maqueta.

Parte de las tareas iniciales para organizar el trabajo necesario del proyecto en la planta de gases corresponde a la elaboración del plan mediante una carta gantt. Este documento se utilizará para identificar y representar la temporalidad de las actividades, fases principales y sus responsables. Permitirá estimar y corregir el tiempo total de desarrollo del proyecto en función de los tiempos efectivos de trabajo desde el escaneo de faena, modelamiento y estructuración de la maqueta.



Fuente: Captura de pantalla software Autodesk Recap

Figura 1-2. Nube de puntos generada a partir de scanner

La estrategia de ataque para el proyecto será “dividir para conquistar”, considerando que el resultado del escaneo a realizar en la planta será un nube de puntos Figura 1-2, de dimensiones superiores, que conformará la base para generar la maqueta tridimensional. El equipo de trabajo está confirmado por cuatro dibujantes técnicos, por lo cual el trabajo de elaboración de la maqueta se separará y distribuirá entre ellos, paralelizando el avance.

Uno de los miembros del equipo ejecutará el rol de líder de proyecto donde parte de sus principales funciones consiste en distribuir las tareas del plan entre los responsables y consolidar las secciones del modelo generadas por los miembros del equipo, realizando las correcciones y ajustes necesarios para conformar la maqueta.

1.3. ESPECIFICACIONES TECNICAS

La infraestructura de la empresa industrial en donde se realizará el trabajo de escaneo y posterior modelado cuentan con una superficie total aproximadamente de unos 2400 m² la Figura 1-3 muestra las dimensiones específicas del terreno y planta en donde se realizara este trabajo, esta contempla las áreas de instalaciones de maquinarias industriales y áreas de manejo de material de alta volumetría.



Fuente: Captura de pantalla Google Earth

Figura 1-3 Medición de superficie de planta

Las labores de escaneo se realizarán en tres zonas específicas de la planta total que se muestra en la Figura 1-3 en donde se encuentran las siguientes instalaciones descritas a continuación.

1.3.1. Especificaciones técnicas de nave central-flotación de mineral

En la tabla 1-1 se detallan las especificaciones técnicas de la nave central y flotación del mineral siendo esta el área con mayores dimensiones de la planta.

Tabla 1-1. Especificaciones técnicas nave central

Superficie instalación	998.2 m ²
Instalaciones	Estructura metálica 74 celdas de flotación Soportes de celdas Tuberías de electrolitos Diámetros: 400 mm /450 mm /500 mm Ductos de aire Ductos Eléctricos Soportes de cañerías y tuberías Fitting

Fuente: Elaboración propia

1.3.2. Especificaciones técnicas de planta Filtrado de gas y líquidos

En la tabla 1-2 se detallan las especificaciones técnicas de la planta de filtrado en donde se encuentran las maquinas principales de depuración.

Tabla 1-2. Especificaciones técnicas planta de filtrado

Superficie instalación	514.1 m ²
Instalaciones	<p>Estanques de almacenaje</p> <p>Instrumentos de medición y control de presión</p> <p>Bombas de succión</p> <p>Hidro bombas</p> <p>Scrubber</p> <p>Estructuras de inspección</p> <p>Ductos de ventilación</p> <p>Mangueras y tuberías de transporte de fluidos residuales</p>

Fuente: Elaboración Propia

1.3.3. Especificaciones técnicas específicas del scanner 4D faro láser

Una parte fundamental de este proyecto consiste en determinar y adoptar el conocimiento de las herramientas tecnológicas a utilizar.

El escáner láser ultra-portátil Focus 150 ilustrado en la Figura 1-4. permite medir objetos y edificios complejos de forma rápida, sencilla y extremadamente precisa. Es capaz de registrar fachadas arquitectónicas, estructuras complejas, instalaciones de producción y suministro, escenarios de accidentes y componentes de gran tamaño, y proporciona resultados con un gran nivel de detalle con un alcance de 150 metros por escaneo.



Fuente: Sitio web de fabricante Faro Focus

Figura 1-4. Scanner 4D Faro Láser

Algunas de sus ventajas principales son:

- Liviano y fácil de transportar ya que tiene un peso de 4.2 kilogramos aproximadamente.
- El tamaño del scanner como tal es de 230 x 183 x 103 milímetros.
- Tiene un trípode que permite elevar el scanner hasta 250 centímetros de altura.

Algunas de sus características funcionales principales son:

- Precisión de distancias de hasta ± 1 mm
- Alcance de 0,6m hasta 150m
- Compensación in situ
- Registro in situ (con FARO SCENE)
- Re-escaneo de áreas distantes con mayor resolución
- Función de hash digital
- Opción de volver a tomar la foto
- Bahía para accesorios
- Superposición fotográfica HD de hasta 165 megapíxeles en color

1.4. REGLAMENTO Y NORMATIVA

En esta sección se describe la forma de uso del scanner para obtener la información detallada de la planta. Asimismo, se dan a conocer los parámetros utilizados para el modelamiento.

1.4.1. Utilización del scanner para captura de información

En esta sección se describen los aspectos generales de uso del faro, reglamentos y parámetros de escaneo.

Dadas las dimensiones que posee la planta aproximadamente 1000 mts² de manera previa al comienzo de las labores de escaneo se realiza un levantamiento visual que consiste en un recorrido por la misma que permita al equipo reconocer visualmente los puntos de interés sobre los cuales se dispondrá el scanner para la captura de información. Asimismo, esta tarea permite identificar zonas de difícil acceso, zonas de mayor dificultad técnica dada la densidad de componentes, partes y piezas, y zonas de riesgo para la seguridad de la actividad.



Fuente: Fotografía de nave central tomada en terreno

Figura 1-5. Montaje del scanner BAJA ALTURA

Esta tarea es realizada en conjunto con miembros del personal de la planta quienes guían al equipo de trabajo durante el levantamiento visual.

De manera posterior, el equipo analiza la información recopilada durante el levantamiento visual y define puntos estratégicos donde el scanner deberá ser localizado Figura 1-5 y Figura 1-6. para capturar la información del área. El resultado de está tarea será un recorrido con los puntos de interés donde deberán tomarse las mediciones.



Fuente: Fotografía tomada en terreno

Figura 1-6. Montaje del scanner en altura

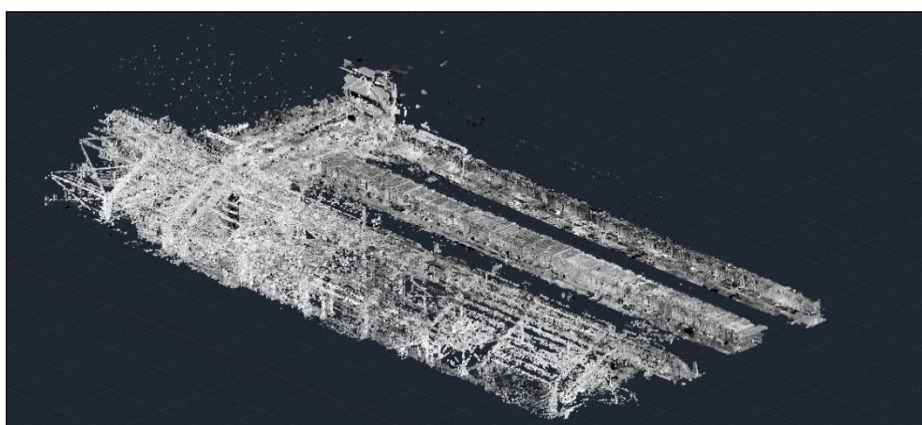
En aquellas zonas de mayor complejidad técnica la concentración de puntos de muestreo será mayor con el objetivo de capturar la mayor cantidad de detalle, como se muestra en la Figura 1-7. Asimismo, puede apreciarse en la esquina superior derecha de la Figura 1-7 la posición actual del punto de medición en relación a los demás puntos del trazado total.



Fuente: Captura de pantalla de software Autodesk Recap

Figura 1-7. Puntos de referencia del scanner

Tras finalizar la etapa de escaneo, habiendo recolectado toda la información en el trazado definido para la planta, se deben procesar los datos para producir la nube de puntos. Este proceso se realiza mediante un software llamado Faro Scene el cual procesa todas las imágenes 360° recopiladas para construir la nube de puntos resultante como puede apreciarse en la Figura 1-8. Este proceso requiere contar con un equipo computacional con gran poder de procesamiento, ya que la construcción de la nube puede extenderse hasta por doce horas.



Fuente: Captura de pantalla de software Autodesk Recap

Figura 1-8. Nube de puntos resultante

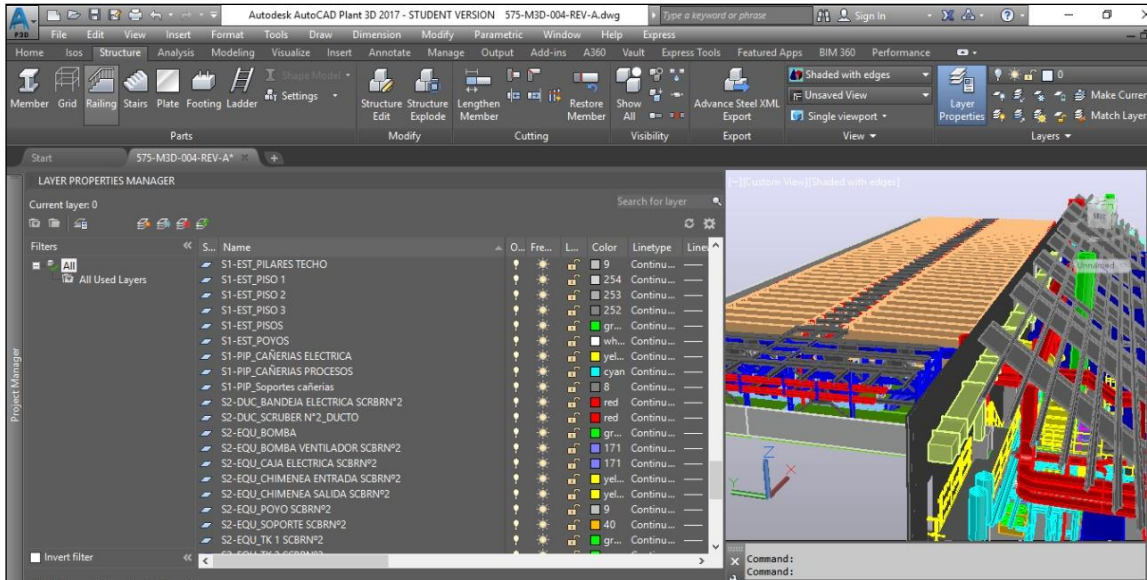
1.4.2. Parámetros de modelado

Tras contar con la nube de puntos y antes de comenzar con el modelado se deben realizar definiciones tomando en cuenta parámetros de dibujo y modelamiento en tres dimensiones, ya que el trabajo a realizar involucra la confección de una gran cantidad de componentes e instalaciones. Si se considera que como parte de la metodología el trabajo será distribuido entre miembros del equipo, como se explicó anteriormente, las normas de diseño deberán ser uniformes, precisas y seguidas fielmente para que durante las etapas de consolidación no existan inconsistencias que retrasen el trabajo.

Para el modelamiento se utiliza el software Autocad Plant 3D, donde se define una plantilla de trabajo en la cual se adjuntarán los archivos y avances de modelado durante el proyecto.

El modelamiento se realizará utilizando capas (layers) Figura1-9. donde se dispondrán los elementos de la maqueta. Los beneficios del uso de capas Esta forma de trabajo permite clasificar y agrupar elementos comunes y aislar las capas entre ellas cuando se necesite concentrar la atención. Algunas de los componentes agrupados en

layers para el proyecto son: obra gruesa, estructuras, scrubbers, ductos, cañerías de oxígeno, entre otras.



Fuente: Captura de pantalla de software autocad plant 3d

Figura 1-9. Definición de layers en Autocad Plant 3d

Los archivos que componen el modelamiento serán denominados de acuerdo a una nomenclatura que permita identificar de manera fácil el elemento técnico al cual corresponde.

La nomenclatura para denominación contiene tres partes:

[Scrubber]-[Tipo]-[Nombre de la pieza]

En la tabla 1-3 se se puede ver el tipo de la nomenclatura de denominación.

Tabla 1-3. Partes de la nomenclatura de archivos utilizada

ARCHIVO	PIEZA MODELADA
Scrubber	Se utiliza para identificar el scrubber asociado a la pieza modelada se utiliza. Sus valores posibles son S1 y S2.
Tipo	Se utiliza para clasificar el tipo de elemento de diseño, como estructura (EST), piping (PIP), ductos (DUC), etc.
Nombre de la pieza	Se utiliza un nombre libre, corto y representativo de la pieza modelada.

Fuente: Elaboración Propia

De esta manera los archivos descritos en la tabla 1-4 pueden identificarse como se indica en la columna “Pieza modelada”.

Tabla 1-4. Nomenclatura para denominación de archivos

ARCHIVO	PIEZA MODELADA
S1-EST_PILARES TECHO	Pilares estructurales del techo del scrubber 1
S1-EST_PILARES PISO 1	Pilares estructurales del primer piso del scrubber 1
S1-PIP_CAÑERIAS ELECTRICAS	Cañerías eléctricas del scrubber 1
S1-PIP_CAÑERIAS PROCESO	Cañerías de proceso del scrubber 1
S2-DUC_SCRUBBER N°2	Ductos del scrubber 2

Fuente : Elaboración Propia

1.4.3. Normas de seguridad al escanear

La planta posee una gran cantidad de equipos, herramientas, instalaciones y áreas de trabajo distribuidas en los cerca de 2.400 mts² disponibles para realizar los procesos de flotación del cobre y de filtrado de gases.

Todos los elementos y zonas dentro de la planta poseen distintos niveles naturales de riesgo o de peligrosidad dependiendo de la función que desempeñan dentro de los procesos propios de la operación. Los factores que pueden contribuir al nivel de riesgo corresponden a: temperatura de operación, nivel de altura, grado de exposición a quemaduras, posibilidad de atrapamiento, intoxicación, descarga eléctrica, niveles de ruido elevados, entre otras.

La planta de gases exige a Mega-Mec que durante el proceso de medición (el cual implica acceso físico a las instalaciones) se asegure la implementación de todos los resguardos necesarios para reducir al mínimo la probabilidad de accidentes. Parte de las medidas a considerar corresponde al uso obligatorio de vestimenta y equipamiento de seguridad apropiada (zapatos de seguridad, casco, guantes, gafas de seguridad, tapones, etc), mantener una distancia mínima de seguridad para realizar la medición (al acercarse a zonas de manipulación de ácido sulfúrico, por ejemplo)

CAPÍTULO 2: INGENIERIA DE DESARROLLO

2. INGENIERIA DE DESARROLLO

En este capítulo se realizará la elaboración y desarrollo del proyecto completo el cual estará representado por etapas para así conocer el proceso de construcción de este, así mismo culminar con una maqueta tridimensional como producto final de la planta de filtración y flotación para la empresa Anglo América – Gases San Francisco.

Para el desarrollo de este proyecto la información se dividirá cronológicamente en base a las etapas desarrolladas. Esto permitirá facilitar el entendimiento del concepto y sus detalles. Este capítulo tiene como objetivo definir el diseño del proyecto, así como los componentes y programas utilizados en el trabajo, distribución de las tareas asignadas y así mismo estimar el tiempo de entrega y los costos, con la finalidad de definir si el proyecto cumple con los requerimientos del solicitante.

2.1. INGENIERÍA CONCEPTUAL

En esta etapa se establecen los parámetros conceptuales del proyecto, definiendo los lineamientos básicos y generales a seguir en el proyecto los cuales permitirán realizar el trabajo de forma correcta y eficaz.

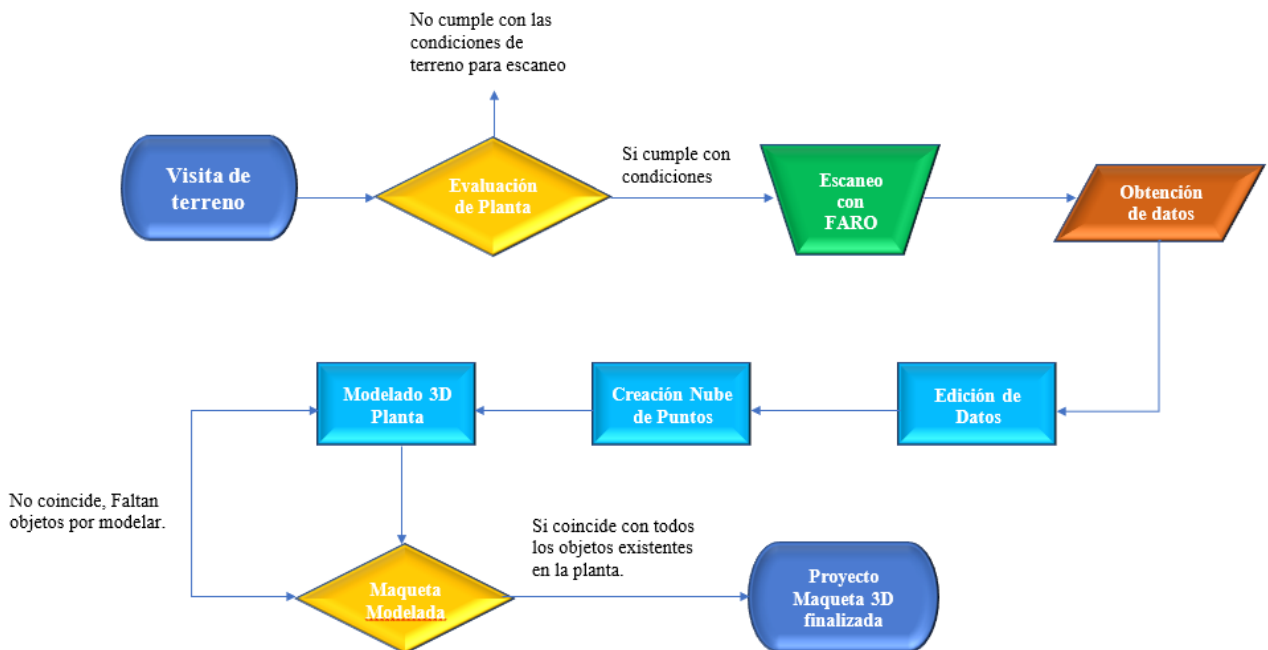
En esta primera etapa se observará el flujo del proceso del proyecto, se realizará el desarrollo de los objetivos específicos para cumplir con el objetivo del proyecto que es entregar una maqueta 3D lo más detallada posible, además de incluir algunos planos en vistas 2D que permitirán ver en elevación y disposición las zonas que serán modeladas.

2.1.1. Descripción del proceso

El proceso de este proyecto consiste en realizar un escaneo tridimensional para luego desarrollar una maqueta virtual tridimensional, que permitirá a la empresa dueña de la planta industrial ver el estado de la planta de filtración y flotación, como se encuentra en su estado actual y poder mejorar las instalaciones en mal estado, junto con facilitar herramientas para planificar y realizar cambios dentro de esta como agregar ductos y tuberías a la planta.

Para conocer el proceso completo de este proyecto se dará a conocer gráficamente la forma en que se ha decidido trabajar, para identificar y relacionar cada etapa del mismo.

Esta representación del proceso del proyecto se grafica mediante un diagrama de bloques simple como se aprecia en la Figura 2-1, que permite conocer el inicio las condiciones el desarrollo y el final de este proyecto



Fuente : Elaboración propia

Figura 2-1. Diagrama de flujo de bloques , desarrollo de modelado

2.1.2. Obtención de datos en terreno

La obtención o recopilación de datos es la etapa en donde se reúne y mide la información sobre variables específicas en un sistema establecido.

En este proyecto corresponde a la planta de filtración y flotación. Esta información la cual será obtenida en terreno servirá como base para posteriormente responder preguntas relevantes que permitan evaluar o dar resultados.

El tipo de datos que se reunirán en este Proyecto es de tipo visual y gráfica (Fotos, Ortofotos) de manera que el modelo quede lo más parecida posible.

2.1.3. Reconocimiento y organización de datos obtenidos en terreno

La obtención de datos es la primera etapa del Proyecto ya que construirá la base para el modelo y es de suma importancia ya que, si no existiera la realización de la maqueta sería muy complicada bien prácticamente imposible de realizar, es por eso que la obtención de estos datos estará guiada y desarrollada esta vez por los empleadores de la empresa junto al técnico encargado del proyecto de la maqueta, para así poder tener una información detallada de todas las secciones de la planta que será visitada.

Para realizar el modelado de la maqueta solicitada por la empresa Anglo American, se necesitan saber algunos datos sobre el estado actual de la planta, es por eso que la etapa de obtención de datos en terreno es muy importante en este tipo de proyectos. En el caso de éste se comenzará por visitar la planta de la empresa solicitante, en donde específicamente se llevará a cabo la tarea de escanear las zonas que requiere la empresa para así modelar la maqueta.

Se dará inicio al escaneo de las zonas solicitadas en donde se deberá recorrer la planta con el fin de conocer puntos estratégicos en los cuales se realizara el escaneo este será realizado por el escáner FARO FOCUS y sus herramientas complementarias como lo son los PR (láminas de tablero cuadrículadas), estos servirán para escanear las zonas de difícil acceso, complejidades superficiales de las maquinas utilizadas dentro de la planta para así obtener información visual detallada y obtener una modelación lo más específica posible.

En la Figura 2-2 se muestra el escáner montado en el trípode para así poder escanear el scrubber que se encontraba en la zona de filtración de gas destacando con un círculo de color rojo el PR el cual nos permite tener referencia de los puntos de escaneo y a su vez mostrar la forma de la superficie en la cual está pegada la lámina.



Fuente: foto tomada en planta

Figura 2-2. Pr y Faro Focus

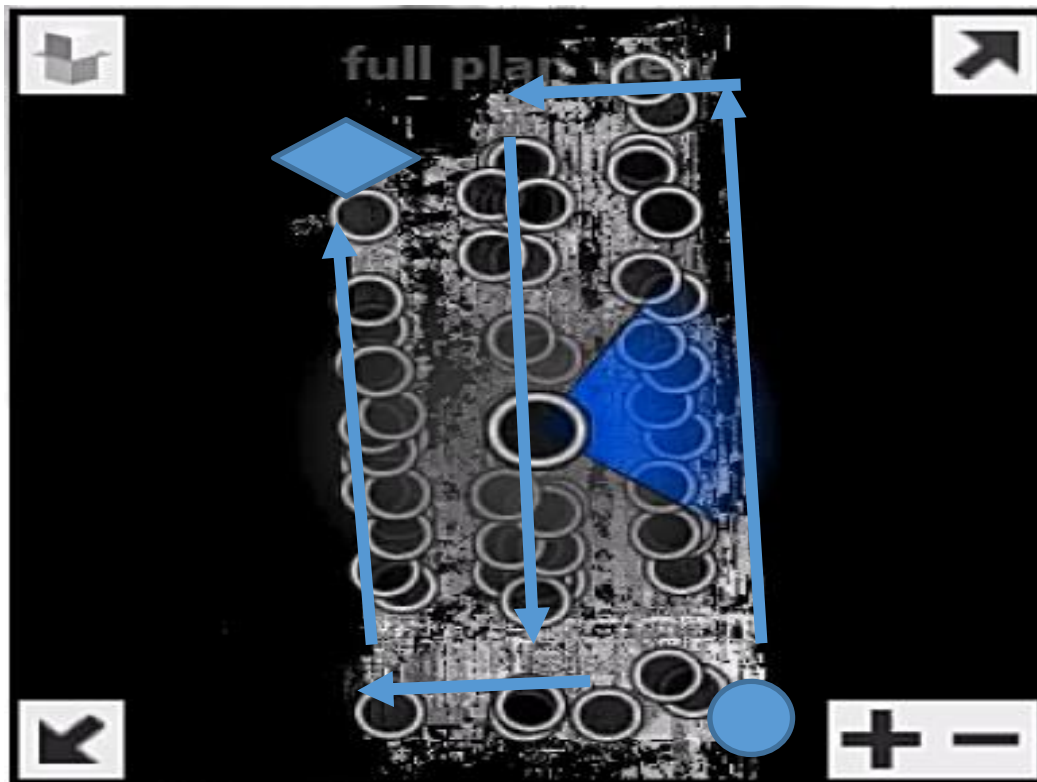
Además de la lámina destacada en la figura 2-2 se puede observar que no es la única. Esto porque la geometría de esta instalación (la cual es común dentro de la fabricación de calderería) tiene una mayor cantidad de detalles y pliegues que dificultan las labores propias del escaneo sobre todo en zonas de difícil acceso. En ciertos sectores de la planta se encontraban algunos campos magnéticos los cuales no permiten escanear de forma cómoda ya que en estas zonas el escáner FARO solía tener algunos problemas técnicos es por eso que los PR nos ayudan a tener algunos puntos de referencia de la instalación o máquina que se encuentre en esta zona de magnetismo.

Este magnetismo se producía ya que hay algunos materiales y componentes dentro de la planta los cuales están fabricados o compuestos en base a níquel, hierro, cobalto y sus aleaciones que comúnmente se denominan imanes.

Una vez reconocido el lugar se comienza por preparar el escáner y los PR los cuales se muestran en la figura 2-2, de esta manera poder definir la calidad de escaneo del lugar

de acorde a su situación física (instalaciones, maquinas, herramientas) finalizando con el trazado de una ruta por la planta.

En la Figura 2-3. se muestran los puntos en los cuales se realizó el escaneo, estratégicamente posicionados para realizar un trabajo de terreno eficaz y organizado.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-3 Puntos y Ruta de Escaneo

El área escaneada que se aprecia en la Figura 2-3 es una de las secciones más grandes de la planta y el tiempo de permanencia en dicho sector es limitado. Esta es la razón por la cual se realiza una ruta que servirá como referencia para tomar los puntos de escaneo y así poder obtener cada detalle para que, al momento de modelar, la imagen de la nube de puntos sea clara y nítida al momento de comenzar con el modelado de la maqueta. Esta ruta estará se destacada en la Figura 2-3 donde el círculo azul representa el inicio de ruta mientras el rombo azul el término de la misma.

En definitiva, se generó un acuerdo para separar la planta en tres zonas estratégicas para dividir las labores de escaneo. Estas serán denominadas nemotécnicamente para tener una disposición y referencias de zonas clara a la hora de realizar el trabajo de escáner.

2.2 DESCRIPCION Y ESPECIFICACIONES DE ZONA DE ESCANEO

A continuación, se realizará una breve descripción y algunas especificaciones de las zonas a escanear las cuales contemplarán en términos generales las instalaciones de mayor envergadura y relevancia dentro de la planta. Como se mencionó anteriormente ésta será nombrada por zonas para tener referencias simplificadas de estos lugares.

2.2.1. ZONA 1- / NAVE CENTRAL

Esta zona contiene la mayor área de trabajo por lo cual se determinó denominarla NAVE CENTRAL. Posee instalaciones que fluctúan desde aquellas en buen estado hasta otras en mal estado.

Las principales instalaciones que se llevan todo el trabajo son 75 celdas de flotación de mineral las que además son las que más espacio ocupan dentro de la planta, una cantidad indeterminada de tubos y artefactos los cuales permiten que los líquidos residuales ocupados en esta etapa sean transportados a otras zonas de residuos, además cuenta con estructuras soportantes que se encargan de mantener las celdas y estructuras metálicas ocupadas para la inspección del proceso.

En la Figura 2-4 se puede apreciar la manera en que estas celdas están enumeradas, para que al momento de ocurrir un fallo o siniestro en esta zona se puede acudir al lugar de forma rápida. Además, se pueden observar algunos complementos de las celdas como la válvula que se encuentra conectada para cortar o permitir el paso de fluidos.



Fuente: Foto tomada por escáner en planta

Figura 2-4 Celda de Flotación N°30 de la planta

Esta nave central tiene tres pasillos de inspección a nivel del suelo y uno a nivel de las celdas, los pasillos que se encuentran al nivel del suelo pasan las distintas instalaciones de tuberías y fitting las cuales se dividen en dos tipos de fluidos oxígeno y electrolitos las tuberías que transportan estos fluidos tiene particulares formas ya que son compuestas por un tipo de fibra para soportar las deformaciones que se puedan producir al momento de algún cambio de presión dentro de la línea de fluido o algún cambio de temperatura rotundo en la superficie exterior de estos.

Es por eso que estas zonas de tuberías de realizarán varios escaneos con PR ya que estos ayudarán a escanear la geometría completa de la tubería y sus complementos, como flanges, válvulas, reducciones, soportes etc.

Además, la nave central cuenta con una estructura de metal en el acceso principal compuesta por vigas y pilares de gran envergadura que corresponde a parte del esqueleto del galpón que cubre esta sección del área de la planta complementariamente. Esta estructura sirve para sostener las canales de iluminaria de la planta.

2.2.2. ZONA 2 – SCRUBBER

Esta parte de la planta dentro del proyecto será llamada SCRUBBER dada la maquinaria que se encuentra en esta zona.

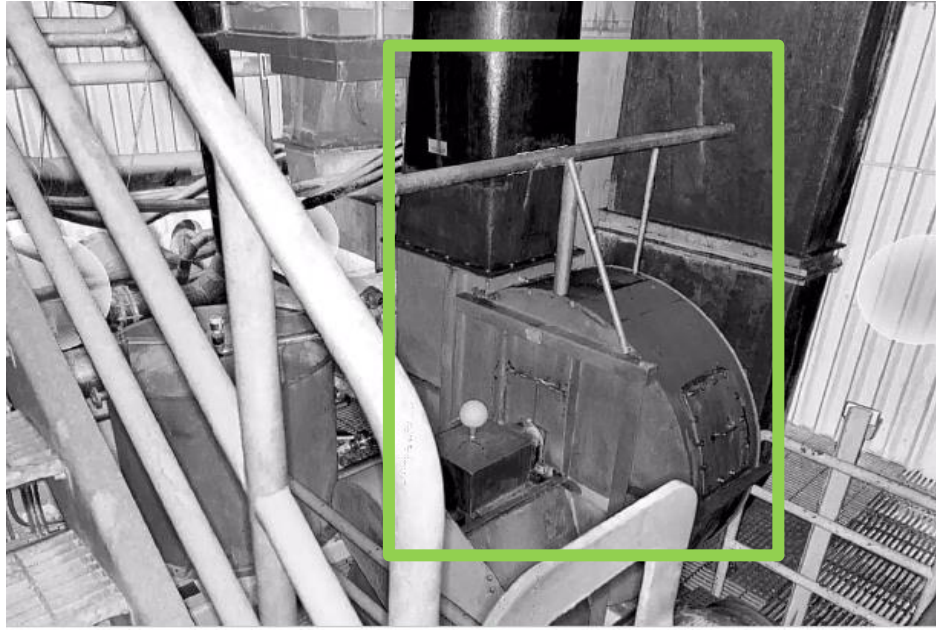
En esta zona se realiza el proceso de filtración de gases y fluidos en donde se encuentran las máquinas y complementos encargados de hacer este proceso. Esta zona es complementaria al proceso de flotación ya que están interconectadas entre sí en determinadas partes del proceso. Dentro de la maqueta se verá detalladamente como están conectados estos procesos.

2.2.3. ZONA 3 – SCRUBBER 2

La zona 3 esta vez tendrá el nombre Scrubber 2 dentro del proyecto a su vez siendo esta la última zona de escaneo. También cumple el mismo rol que la zona de trabajo o proceso anterior ya que ambas cuentan con una máquina que realiza el mismo trabajo de filtración.

Esta máquina se encarga de depurar toda la contaminación del aire eliminando las partículas o gases de chimeneas o conductos de escape industriales.

Además, cuenta con zonas de inspección que se componen por estructuras y escalerillas las cuales también serán representadas en la maqueta ya que es de suma importancia, para así poder controlar y manipular todos los artefactos que contiene esta parte de la planta.



Fuente: Captura de pantalla software Recap

Figura 2-5 Depurador (SCRUBBER)

En la figura 2-5 se destaca en un cuadro el SCRUBBER. Esta máquina cuyo trabajo se describe anteriormente se encuentra localizada en las dos últimas zonas descritas dado que la carga de trabajo de la planta requiere la operación de ambas en conjunto.

Se destaca en esta zona el Scrubber (Depurador) ya que es el principal elemento para modelar dentro de este espacio en la maqueta. Además de ser una de las instalaciones más grandes de esta zona, complementariamente hay instaladas algunas bombas de succión las cuales están conectadas a unos estanques con líquidos que son almacenados por la empresa para cumplir con determinados procesos de filtración, por otra parte, esta zona contiene un amplio número de tubos y ductos instalados los cuales también serán modelados ya que interfieren con algunos cambios que necesita realizar la planta.

2.2.4. Escaneo en zonas de alta frecuencia magnetica

Anteriormente se dio una breve explicación de que en la planta existen zonas de magnetismo y esto se daba a que algunas instalaciones están compuestas por ciertos materiales los cuales producen este fenómeno

Debido a que existen estas zonas, se ha decidido no escanear las zonas con una mayor frecuencia de magnetismo ya que este fenómeno puede dañar la herramienta de trabajo para este proyecto que es el Scanner FARO.

Es por eso que en la maqueta final se ha representado estas zonas como un sólido el cual no tendrá mayor relevancia dentro de la maqueta ya que existían salas de control y mantenimiento el cual no será retirado ni remodelado de la planta. No obstante, en sectores de la NAVE CENTRAL también existe este fenómeno, pero con una menor frecuencia la cual permite escanear sin problemas de daño a la herramienta de trabajo

Aun así, el resultado final que se obtiene en la nube de puntos al escanear estas zonas de baja frecuencia no es tan claro como en la zona donde no existe este tipo de fenómeno.

2.2.5. Tiempo de escaneo en 3 zonas

A continuación, se dan a conocer en la Tabla 2-1 los tiempos utilizados para escanear respectivamente en cada zona .

Tabla 2-1 Tiempo se escaneo en planta

Tiempo (horas)									
Escaneo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
zona 1									
zona 2									
zona 3									
tiempo total de escaneo :	9 horas								

Fuente: Elaboración propia Excel Gantt

En la Tabla 2-1 se puede relacionar el tiempo que se ocupó en cada una de las zonas estas expresadas en horas. Como se puede apreciar la actividad del escaneo fue relativamente rápida ya que el tiempo que se permite estar en cada una de estas zonas era limitado , evidentemente el escaneo demoro más en la primera zona ya que esta era la de mayores

dimensiones, la segunda zona demoro un poco menos que la zona 1 pero más que la zona 3, estas dos últimas zonas las dimensiones eran un poco menor a la primera pero existen más artefactos y maquinas que realizaban los procesos de la planta lo cual también tomo un par de horas para finalizar con la actividad del escaneo .

2.2.6. Procesamiento de datos obtenidos por el escaner

Para procesar esta información se necesita una computadora de alta gama la cual permita procesar esta cantidad de datos esta proporcionada por la empresa diseñadora, aun así teniendo este tipo de computadora la información puede tardar hasta 24 horas en generar esta malla o nube de puntos , esto depende de la configuración de resolución y calidad para crear la nube de puntos que se le dé al escáner al momento de realizar el trabajo ya que existen determinadas funciones esto dependiendo del tamaño o envergadura de la edificación que sea escaneada.

En la Tabla 2-2 se destaca en la calidad con la cual se trabajó en este proyecto la cual indica que se creara una nube con una cantidad de 11.1 millones de puntos en el escaneo total conformando una nube de puntos densa, que permite ver a detalle todos los artefactos existentes dentro de la planta.

Una vez traspasado los datos a la computadora se procederá a editar estos, los cuales nos entrega la herramienta FARO FOCUS y así poder comenzar con la etapa final de este Proyecto que es el modelado.

Tabla 2-2 Tabla de configuraciones , resolución y calidad para escaneo

<i>Resolución</i>		<i>Calidad</i>	<i>Velocidad (kpt/seg.)</i>	<i>Compresión de ruido</i>	<i>Tiempo de escaneo neto (escaneo completo)</i>	<i>pt/360°</i>
<i>Millón de ptos. (escaneo completo)</i>						
44.4	1/4	6x	122	2x	0:28:38	10,240
44.4	1/4	8x	122	4x	1:54:32	10,240
28.4	1/5	2x	488	-	0:01:09	8,192
28.4	1/5	3x	244	-	0:02:17	8,192
28.4	1/5	4x	122	-	0:04:35	8,192
28.4	1/5	6x	122	2x	0:18:20	8,192
11.1	1/8	2x	488	-	0:00:27	5,120
11.1	1/8	3x	244	-	0:00:54	5,120
11.1	1/8	4x	122	-	0:01:47	5,120
11.1	1/8	6x	122	2x	0:07:09	5,120
11.1	1/8	8x	122	4x	0:28:38	5,120
7.1	1/10	3x	244	-	0:00:34	4,096
7.1	1/10	4x	122	-	0:01:09	4,096
7.1	1/10	6x	122	2x	0:04:35	4,096
7.1	1/10	8x	122	2x	0:18:20	4,096
2.8	1/16	3x	244	-	0:00:13	2,560
2.8	1/16	4x	122	-	0:00:27	2,560
2.8	1/16	6x	122	2x	0:01:47	2,560
2.8	1/16	8x	122	4x	0:07:09	2,560
1.8	1/20	4x	122	-	0:00:17	2,048
1.8	1/20	6x	122	2x	0:01:09	2,048
1.8	1/20	8x	122	4x	0:04:35	2,048

Fuente: Manual de uso FARO FOCUS SCANNER

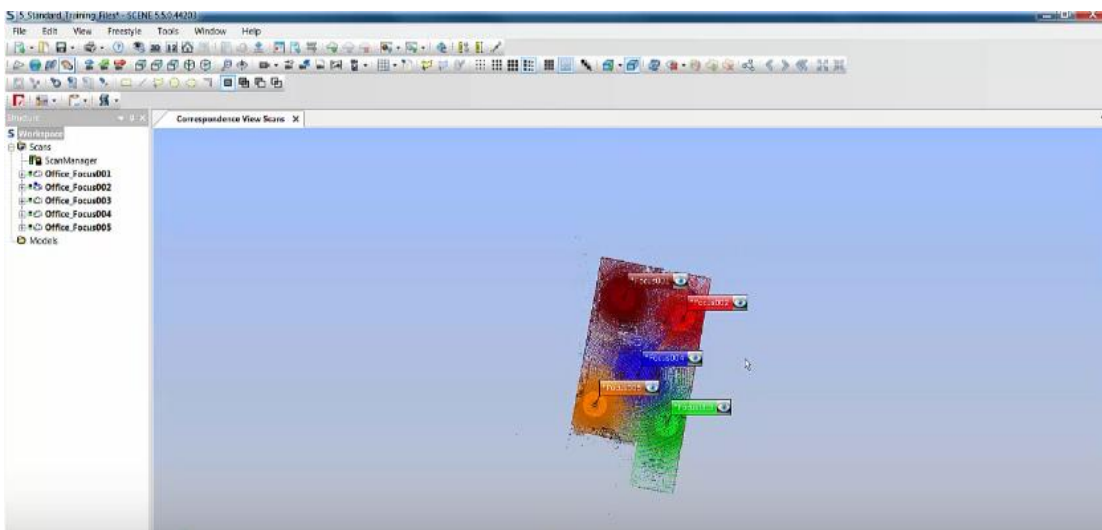
Mediante este software se podrá replicar con exactitud cada una de las instalaciones de la planta ya que la Librería de piezas estándar agiliza el proceso de implementación tanto de equipamiento, enrutados de tuberías, y estructuras.

Una parte esencial de este Proyecto además de modelar la planta es el trabajo con la nube de puntos paralelamente al modelado, ya que esta es nuestra base para comenzar con la tarea de modelar, se realizará una explicación sobre la edición de la nube de puntos y los datos obtenidos en planta.

2.3.2. Edición de datos obtenidos

En esta etapa se realizará la edición de la información recopilada por la empresa a través de la herramienta de escaneo FARO.

Para ello se comenzará por exportar los datos del FARO al computador de alta gama para dar paso de esta manera a la edición en el software que trabaja por defecto con esta herramienta llamada SCENE como se aprecia en la Figura 2-7.



Fuente: Software SCENE

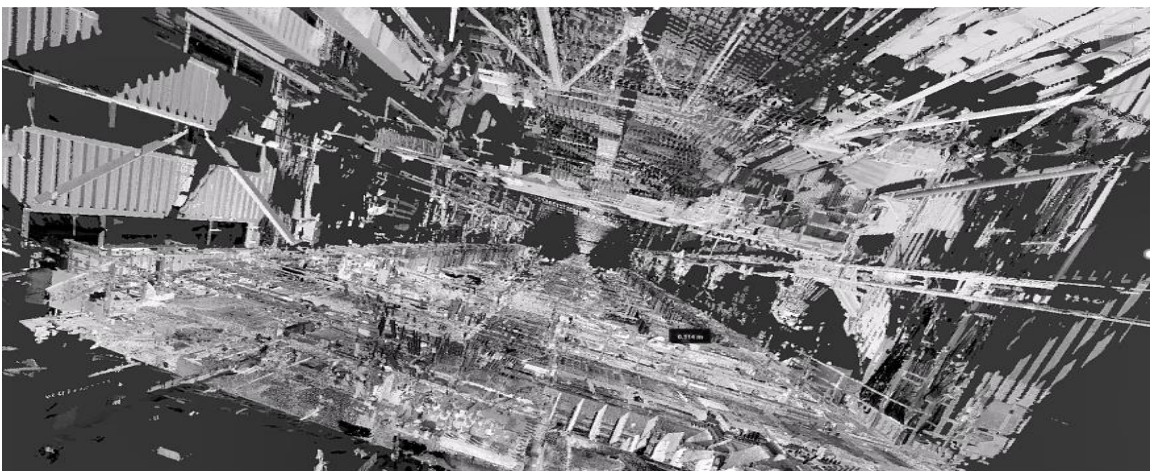
Figura: 2-7 Interfaz software de edición nube de puntos

Para comenzar con el proceso de modelación de la maqueta se necesita tener la información más detallada obtenida en terreno ya que el escáner no filtra información. Esto ralentiza el trabajo por lo cual se debe realizar una tarea previa que consiste en seleccionar y filtrar la información. Para esta labor se utiliza un software que posee el escáner donde es posible filtrar aquella información que no sea considerada de utilidad y solamente retrase el trabajo. Su interfaz puede apreciarse en la Figura 2-7.

2.3.3. Nube de puntos

La nube de puntos son los datos obtenidos por el escaneo en la planta los cuales se transforman en información visual para realizar un trabajo determinado, como bien dice la palabra es una nube formada por millones de puntos estáticos flotantes los cuales al estar todos en conjunto pueden formar un “sólido” o “masa”.

Para realizar este filtrado de información se usará el software que viene por defecto con la herramienta escáner mencionado anteriormente el cual permite generar una masa o más bien llamada nube de puntos en la cual se puede ver representada en una malla o masa de miles de puntos, la planta escaneada en la Figura 2-8 se puede apreciar una nube de puntos la cual aún no se ha completado el proceso de edición final para comenzar con el modelado.



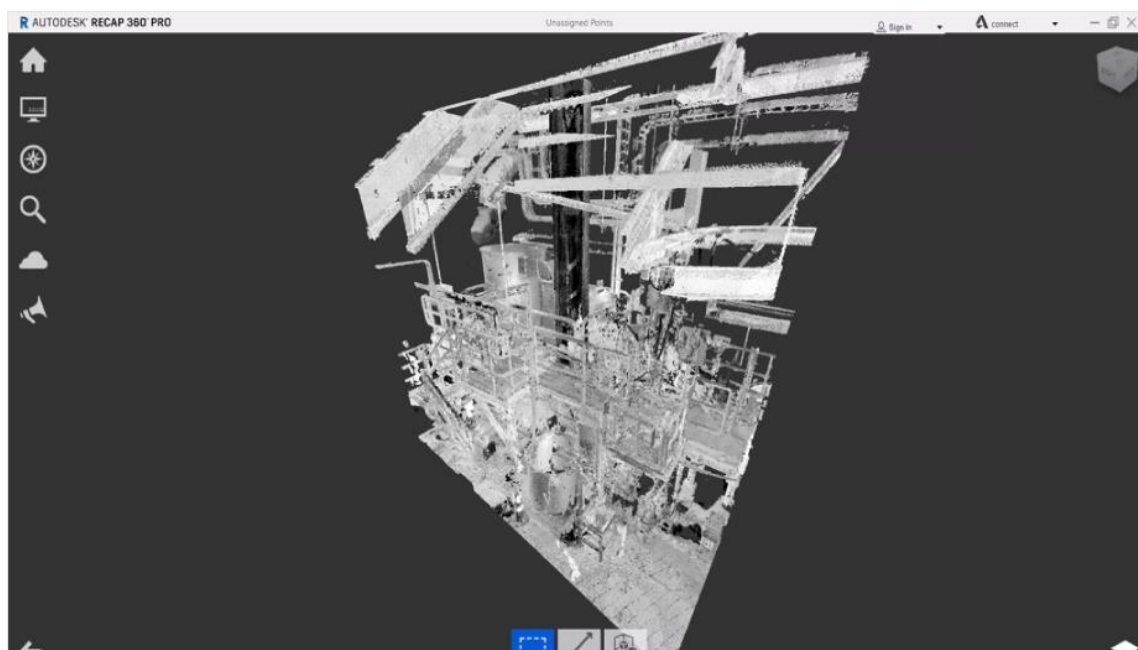
Fuente: Captura software

Figura 2-8 Nube de Puntos sin proceso de edición

La diferencia entre una nube de puntos no procesada o no editada a una que si lo esta es en la forma que trabaja esta herramienta de modelado (computador), ya que al tener una nube de puntos más “limpia” la herramienta de modelado tarda menos en procesar la información y Asi el proceso de modelado es mas rapido.

Una vez estando completa la etapa de edición y filtrado de datos e información se procederá a crear la nube de puntos final la cual nos servirá como base esencial del proyecto para comenzar con la modelación de la maqueta.

En esta ocasión para manejar esta nube de puntos se realizará la tarea en el software Recap Figura 2-9 que permite tener una mejor visión de la nube además este tiene la capacidad de “viajar” dentro de esta nube libremente para que el personal encargado de modelar la planta se familiarice con la planta y los elementos existentes dentro de esta.



Fuente: Software Recap

Figura 2-9. Nube de puntos editada

Para complementar esta nube de puntos se llevó a cabo la tarea de recopilar fotografías que permiten al diseñador tener con exactitud cualquier tipo de detalle existente en la planta. De esta manera la modelación de la maqueta será más rápida ya que elimina cualquier tipo de duda que pueda existir a la hora del modelamiento

Estas fotografías son tomadas por el mismo escáner para poder hacer las coincidencias de puntos de escaneos y referencias

El diseñador a cargo de la empresa procede a cortar la nube para así facilitar el trabajo de procesado para las computadoras e ir trabajando por sectores. Esto se realiza con el fin de agilizar el trabajo ya que una nube de puntos muy amplia puede perjudicar el avance del trabajo ya que es información de alta calidad y de difícil procesamiento para las computadoras.

2.3.4 Estimación de tiempo del modelado

Una vez realizada la tarea de escaneo o en este caso la obtención de datos obtenidos en la planta los cuales nos permiten realizar el Proyecto se tiene que realizar una estimación de tiempo determinado para así dar solución pronta a la empresa solicitante

El tiempo que se demore en realizar el modelamiento de la planta en el software AutoCAD 3D Plant dependerá tanto, así como del dibujante y de la herramienta de modelado que en este caso será el pc o laptop ya que la información obtenida en terreno tiene un alto contenido archivos e imágenes de alta definición y complejidad es por eso que habrá una etapa de evaluación la cual será aproximadamente de 3 días hábiles laborales los cuales servirán para procesar y editar la información obtenida.

Luego de este tiempo transcurrido se procederá a estimar tiempo de entrega los cuales permiten ir mostrando avances de la maqueta de tal manera que la empresa solicitante de a conocer sus inquietudes y estas puedan ser solucionadas en el proceso de modelación como se detalla en la Tabla 2-3

Tabla 2-3 Tiempo de Modelado y Correcciones

TIEMPO DE MODELADO Y CORRECCIONES							
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
dic-18	10	11	12	13	14	15	16
	17	18	19	20	21	22	23
	24	25	26	27	28	29	30
	31						
ene-19		1	2	3	4	5	6
	7	8	9	10	11	12	13
	14	15	16	17	18	19	20
	21	22	23	24	25	26	27
	28	29	30	31			
feb-19					1	2	3
	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17
	18	19	20	21	22	23	24
	25	26	27	28			
Modelado							
Correcciones							
Días no laborales							
Comienzo de modelado						Proyecto entregado	

Fuente: Elaboración Propia Excel

En la Tabla 2-3 se puede ver el tiempo el cual se ocupó para desarrollar el modelamiento de la planta la cual fue solicitada, esta contempla los días de modelación destacada en Marrón y los días que se ocupó para corregir y mejorar algunas secciones del modelo, estos destacados con color verde, el tiempo el cual está representado en la

Tabla 2-3 es el tiempo que se le entrego a la empresa solicitante para tener una estimación de cuándo podría estar lista la maqueta por completo.

2.3.5. Equipo de trabajo

Para comenzar con el modelamiento de la maqueta se procederá a designar áreas de trabajos específicos los cuales se dividirán entre los dibujantes esto serán designados por el dibujante encargado el cual también se encargue de ensamblar la maqueta complete en la Tabla 2-4 se podrá ver que trabajo fue designado para cada dibujante.

Tabla 2-4 designación de trabajos

Dibujante 1	Máquinas y herramientas
Dibujante 2	Estructuras y obra gruesa
Dibujante 3	Bombas y pipping
Dibujante 4	Calderería, Instalaciones y Soportes

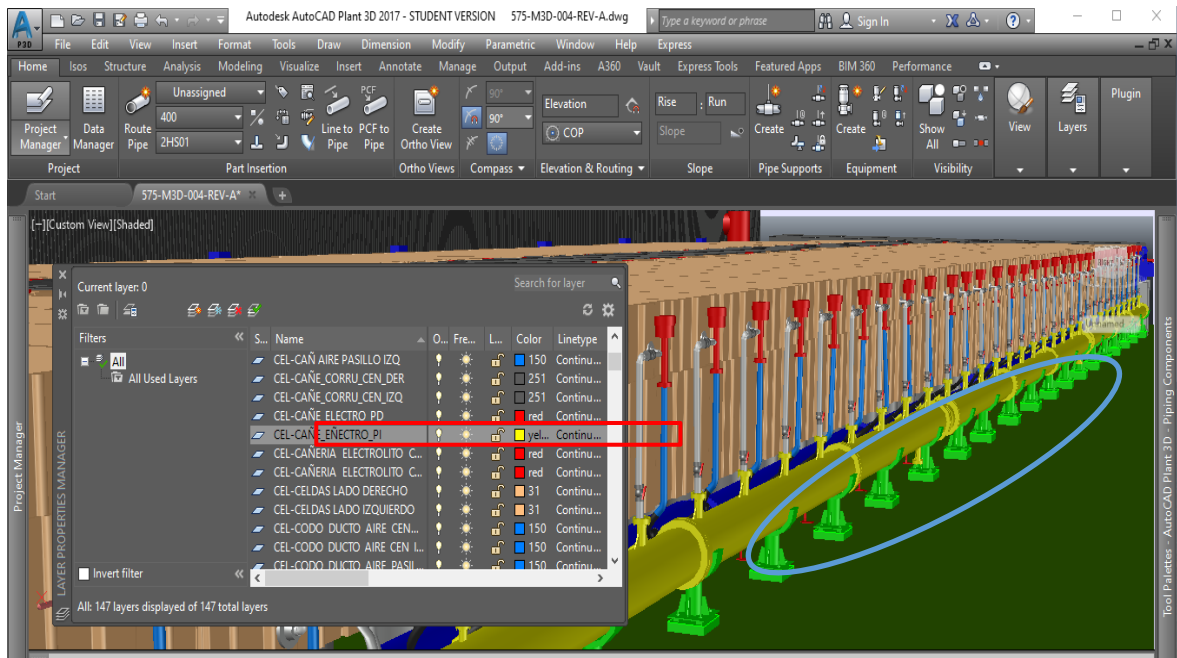
Fuente: Elaboración propia

Cada una estas tareas son asignadas de acorde a las distintas habilidades y experiencia del dibujante esto para poder tener un trabajo eficiente a la hora de modelar, es por esto que se arma un equipo de trabajo en donde se considerara tener a uno de estos dibujantes como encargado de equipo.

Una vez asignados las labores a cada dibujante se comenzará a iniciar un nuevo Proyecto en el software AutoCAD Plan 3D donde cada dibujante trabajará en pantallas de computador alternas, una para ir revisando la nube de puntos y trabajando sobre ella y en la pantalla alterna se podrá ir viendo las fotos tomadas por el escáner para así poder asimilar con claridad el objeto que se esté modelando en el momento.

De esta manera se podrá tener una maqueta más detallada, además se realizará la modelación con ciertos parámetros los cuales fueron explicados en el capítulo anterior lo cales constaban ir trabajando por capa o layers permitiéndonos diferenciar la zona el objeto y el color de este objeto o artefacto

A continuación, se realizará la muestra en la Figura 2-9 la relación de las layer con los objetos que se modelaron en la maqueta



Fuente: Software AutoCAD Plant 3D

Figura 2-10 Relación Layer - Objeto modelado

La nomenclatura mostrada en la Figura 2-9 se refiere a la cañería de Electrolitos del Pasillo Izquierdo de la nave central esta destacada en rojo fue usada para referirnos a el objeto en este caso la cañería modelada destacada con azul, esto se determinó por los dibujantes para no confundir y tampoco volver a modelar el mismo objeto dentro del Proyecto creado en el software y evitar tener cualquier tipo de elemento duplicado dentro del modelo, este proceso se replica con cada una de los objetos, instalaciones, Maquinaria, etc.

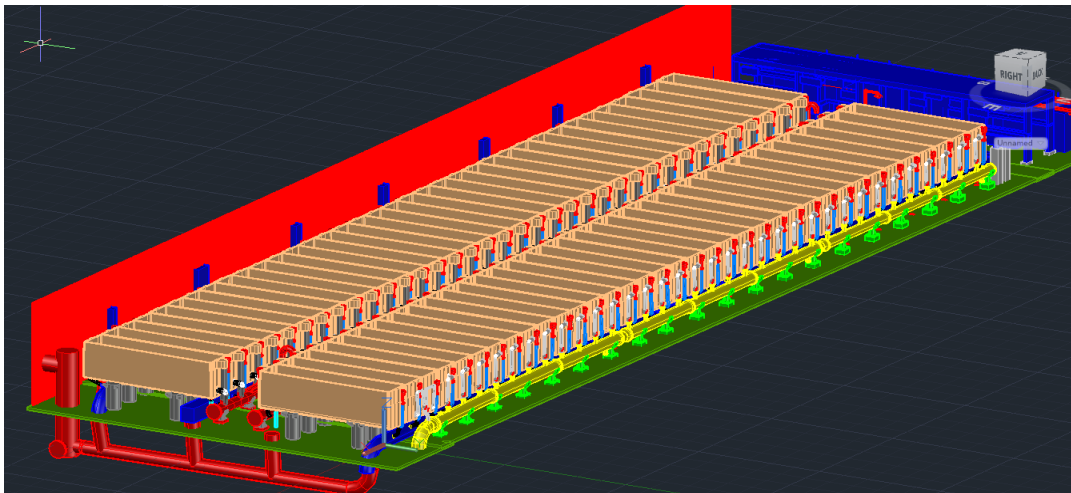
A medida que se realizaba el modelamiento de cada parte de la planta se realizaban reuniones en donde se determinaba que objetos faltaban o que parte de la maqueta se debía modificar esto con el fin de que todos estuviesen de acuerdo con lo que se estaba realizando al momento de modelar.

Una vez que cada uno de los dibujantes concluyera con su labor de modelar las partes que les fueron asignadas, se comienza con el ensamble de la maqueta a su vez es la etapa en donde se ven los detalles y se corrigen.

Esto en conjunto con los encargados de la empresa de dibujantes y el encargado de los dibujantes este último solicita que todos los modelos realizados estén dentro de la misma carpeta del proyecto el software AutoCAD Plant 3D trabaja de esta forma ya que trabaja con puntos de coincidencia y estos puntos permiten ensamblar de forma fácil y rápida la maqueta de esta manera el ensamble de la maqueta pueda quedar bien encajado y alineado respectivamente.

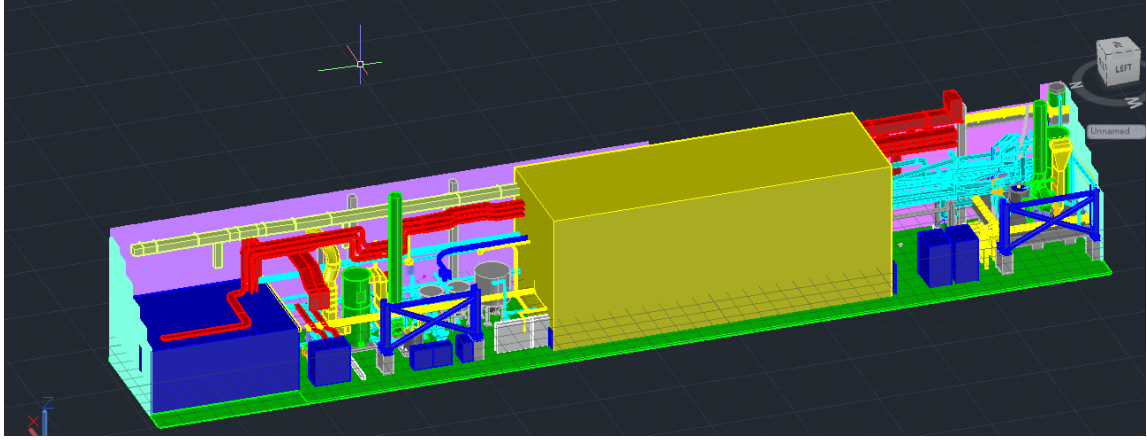
Finalizando con el ensamble de la maqueta y respectivamente con las correcciones evaluadas por los encargados de la empresa dibujante se procede a dar fin al Proyecto y mandar la maqueta terminada a la empresa solicitante.

En las Figura 2-11, 2-12, se da a conocer las zonas de la maqueta ensamblada, donde se podrá apreciar algunas zonas de la planta con claridad además se mostrara en la figura 2-13, como estas zonas están interconectadas.



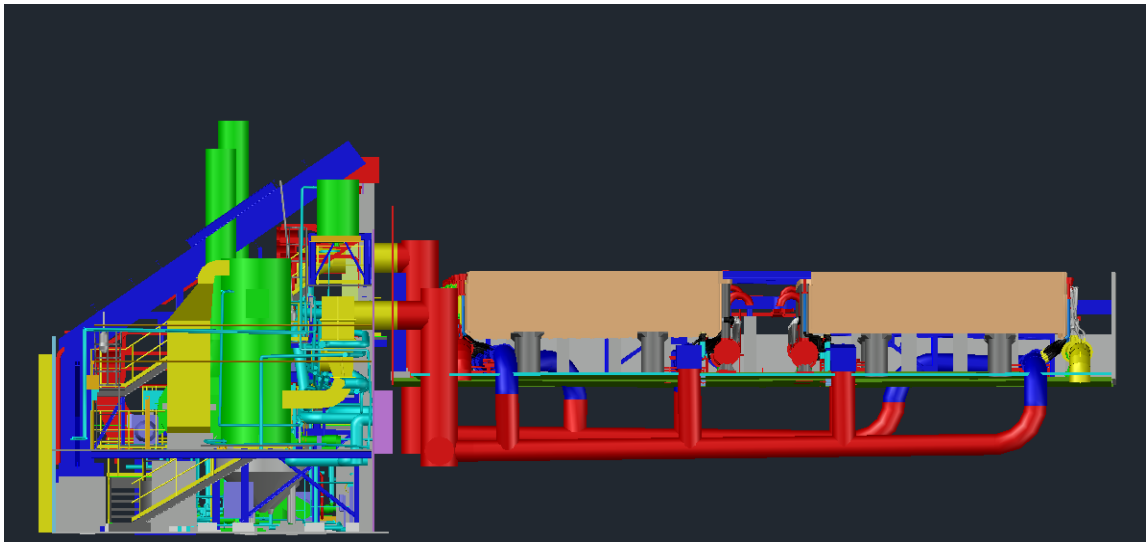
Fuente: Captura Maqueta-Software AutoCAD Plant 3D

Figura 2-11 ZONA 1 / NAVE CENTRAL



Fuente: Captura Maqueta-Software AutoCAD Plant 3D

Figura 2-12 ZONA 2-3 / SCRUBBERS



Fuente: Captura Maqueta-Software AutoCAD Plant 3D

Figura 2-13 Interconexión de Zonas NAVE CENTRAL/SCRUBBER

Como se puede apreciar en las figuras anteriormente mostradas se logra con éxito el modelamiento a través de los softwares utilizados en el Proyecto, además el ensamble final entre estas zonas de la planta industrial Gases san Francisco. Este siendo el último paso se puede concluir que todos los objetivos y tareas específicas se han llevado a cabo. De esta manera damos como realizado el objetivo general de este Proyecto, cumpliendo con la aprobación de la empresa contratista

2.4. COSTOS DEL PROYECTO

Los costos del Proyecto realizado mostrados en la Tabla 2-4 abarcaran costos fijos y costos variables los cuales contemplan mano de obra y herramientas utilizadas en el Proyecto esto con el fin de generar el costo total bruto del Proyecto

Tabla 2-5 Costos del proyecto

ITEM	Cantidad	Fee	Precio de Compra	Valor/punto CLP	Valor/Hora CLP	Horas	Puntos	Valor
Costos Fijos								\$1.879.856
Fee Scanner Faro		2 %	\$18.455.000					\$369.100
Fee Licencia SW Modelamiento		2 %	\$537.800					\$10.756
Confección Maqueta	1							\$1.500.000
Costos Variables								\$5.399.640
Remuneraciones								\$5.339.640
Dibujante Proyectista	3				\$2.708	360		\$2.924.640
Dibujante Lider	1				\$3.125	360		\$1.125.000
Escaneadores	2			\$15.000			43	\$1.290.000
Viáticos								\$60.000
Costo Proyecto								\$7.279.496
Margen		20 %						\$1.455.899
Valor Neto Proyecto								\$8.735.395
IVA		19 %						\$1.659.725
Valor Proyecto								\$10.395.120

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2-6 Costos del proyecto (Valor UF)

ITEM	Cantidad	Fee	Precio de Compra UF	Valor/punto UF	Valor/Hora UF	Horas	Puntos	Valor UF
Costos Fijos								
Fee Scanner Faro		2 %	643					12,85
Fee Licencia SW Modelamiento		2 %	19					0,37
Confección Maqueta	1							52,23
Costos Variables								188,03
Remuneraciones								185,94
Dibujante Proyectista	3				0,09	360		101,85
Dibujante Lider	1				0,11	360		39,18
Escaneadores	2			0,52			43	44,82
Viáticos								2,09
Costo Proyecto								188,03
Margen		20 %						37,61
Valor Neto Proyecto								225,64
IVA		19 %						42,87
Valor Proyecto								268,51

Datos

9 MAYO 2020	
UF	28716,52
Fuente	https://si3.bcentral.cl/IndicadoresSiete/secure/IndicadoresDiarios.aspx

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el Proyecto de modelado 3D de la planta de gases San Francisco tiene una particularidad que no todos los proyectos de construcción o confección de elementos tridimensionales tienen y es el uso de las nuevas tecnologías como lo es el escáner laser que nos permiten de forma cómoda y rápida poder replicar de forma exacta cualquier tipo de geometría.

En términos generales se cumple con el objetivo de poder modelar una planta de procesos industriales de grandes dimensiones y llevarla a una pantalla a través de estas herramientas computacionales que materializan la situación en la que se está encontrando.

Hace no muchos años atrás este tipo de trabajos no podrían haberse realizado de la manera que se abordó en este trabajo, ya que la tecnología y las herramientas que existían en generaciones anteriores no eran tan avanzadas como las que tenemos a disposición actualmente. Asimismo, con el tiempo, la velocidad de evolución y de obsolescencia de este tipo de tecnologías es una gran constante. Esto plantea un desafío interesante ya que es probable que nunca pueda precisarse con exactitud las dimensiones y cualidades del avance que puede alcanzar la tecnología para esta industria. Sin embargo, es posible imaginar que el tiempo y el avance de la tecnología permitan llegar a construir de forma eficaz y eficiente edificaciones o instalaciones de grandes envergaduras en solo horas.

Respecto a las experiencias personales aprendidas durante la ejecución de este trabajo puedo destacar que al realizar este proyecto se desarrolla y acelera la capacidad de abrir ciertas barreras mentales al pasar de lleno al mundo práctico aplicando un enfoque profesional al desarrollo y solución de un problema concreto, de una compañía real, lo cual permite explorar una nueva arista: la de la ingeniería aplicada. Es interesante la reflexión posterior que surge sobre la manera en la que uno puede pensar al respecto sobre nuestro entorno y el mundo en el que vivimos y el aporte que puede generarse al respecto.

Además se puede mencionar que la carrera técnica me dio el conocimiento y me proporcionó las herramientas claves para poder participar en este tipo de proyectos tanto dinámico como práctico para poder llevarlo a cabo de forma exitosa. Algunas de las materias que me dieron estos conocimientos, como: Dibujo de Ingeniería asistida por computador, Dibujo de ingenierías de plantas, Procesos industriales, entre otras, fueron la base para poder realizar este tipo de proyectos gráficos.

Pude identificar que es perfectamente factible recomendar el uso de las nuevas tecnologías en cualquier tipo de proyecto ya que las herramientas que nos brinda la misma nos facilitará cualquier tipo de trabajo que deseemos realizar en un futuro.

BIBLIOGRAFIA

FARO, Manuales del usuario para focus 3d x 330

Disponible en: <<https://faro.app.box.com/s/g3ssqjb1xadhs6wv3qilybxnj3mr0hli>>

ANEXO

ANEXO A: PLANOS DE REFERENCIA

Plano 1: Vista de planta, zna de magnetismo

Plano 2: Elevaciones NAVE CENTRAL