

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Propuesta de Implementación de la Metodología BIM como Herramienta en el
Diseño del Desembarcadero Pesquero Artesanal La Cruz – Tumbes.

Línea de Investigación: Ingeniería de la Construcción, Ingeniería
Urbana, Ingeniería Estructural

Sub Línea de Investigación: Gestión De Proyectos De Construcción

Autores:

Benites Jauregui, Jairo Antonio
Cruz Fernández, Segundo Santiago

Jurado evaluador:

Presidente : Vértiz Malabrigo, Manuel Alberto
Secretario : Burgos Sarmiento, Tito Alfredo
Vocal : Gálvez Paredes, José Alcides

Asesor:

Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5207-4421>

Trujillo - Perú
2023

Fecha de sustentación: 2023/07/17

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Propuesta de Implementación de la Metodología BIM como Herramienta en el
Diseño del Desembarcadero Pesquero Artesanal La Cruz – Tumbes.

Línea de Investigación: Ingeniería de la Construcción, Ingeniería
Urbana, Ingeniería Estructural

Sub Línea de Investigación: Gestión De Proyectos De Construcción

Autores:

Benites Jauregui, Jairo Antonio
Cruz Fernández, Segundo Santiago

Jurado evaluador:

Presidente : Vértiz Malabrigo, Manuel Alberto
Secretario : Burgos Sarmiento, Tito Alfredo
Vocal : Gálvez Paredes, José Alcides

Asesor:

Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5207-4421>

Trujillo - Perú
2023

Fecha de sustentación: 2023/07/17

Propuesta de Implementación de la Metodología BIM como Herramienta en el Diseño del Desembarcadero Pesquero Artesanal La Cruz – Tumbes

por Benites Jauregui - Cruz Fernandez

Fecha de entrega: 11-jul-2023 09:27a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2129633267

Nombre del archivo: e_o_del_Desembarcadero_Pesquero_Artesanal_-_La_Cruz_-_Jairo.docx (26.99M)

Total de palabras: 20321

Total de caracteres: 112570


CIP 2669 R

Propuesta de Implementación de la Metodología BIM como Herramienta en el Diseño del Desembarcadero Pesquero Artesanal La Cruz – Tumbes

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%	8%	0%	0%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	2%

Excluir citas Apagado Excluir coincidencias < 2%
Excluir bibliografía Apagado

M
CIP
76693

Declaración de originalidad

Yo, Medina Carbajal, Lucio Sigifredo docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada "Propuesta de Implementación de la Metodología BIM como Herramienta en el Diseño del Desembarcadero Pesquero Artesanal La Cruz – Tumbes", autores Benites Jauregui Jairo Antonio y Cruz Fernández Segundo Santiago, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 8% Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 11 de julio de 2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la universidad.

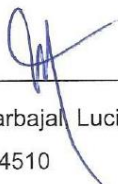
Trujillo 11 de julio de 2023



Benites Jauregui, Jairo Antonio
DNI: 70224375



Cruz Fernández, Segundo Santiago
DNI: 70023990



Medina Carbajal, Lucio Sigifredo
DNI: 40534510

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5207-4421>

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM COMO
HERRAMIENTA EN EL DISEÑO DEL DESEMBARCADERO PESQUERO ARTESANAL
LA CRUZ – TUMBES.**

JURADO CALIFICADOR

.....
ING. MANUEL ALBERTO VERTIZ MALABRIGO
CIP N° 71188
PRESIDENTE

.....
ING. TITO ALFREDO BURGOS SARMIENTO
CIP N° 82596
SECRETARIO

.....
ING. JOSÉ ALCIDES GALVEZ PAREDES
CIP N°29911
VOCAL

.....
ING. LUCIO SIGIFREDO MEDINA CARBAJAL
CIP N°76695
ASESOR

DEDICATORIA

A MIS PADRES. Por su infinito apoyo y dedicación. Sin su ayuda y guía, esto no hubiera sido posible. No existen palabras suficientes para agradecerles, no obstante, me apasiona intentarlo. Quiero dejar constancia de lo agradecido que estoy por sus conocimientos, paciencia, amor y comprensión. Todo esfuerzo va por ustedes.

Br. Benites Jauregui, Jairo Antonio

DEDICATORIA

A MIS PADRES. Por su amor incondicional, su constante apoyo a lo largo de estos años y su inmensurable esfuerzo para siempre brindarme la mejor calidad de vida posible, por guiarme siempre por el camino correcto y ser los paradigmas que atesorare siempre en mi vida, todos y cada uno de mis logros son por y para ellos.

A MIS HERMANAS. Por caminar a mi lado siempre, siendo los pilares sobre los cuales se edifican mis proezas. Por dedicar gran parte de su tiempo en contribuir hacia la mejora de mi persona. Para ellas mi eterna gratitud.

A MIS SOBRINOS. Por colmarme de alegrías, ocurrencias y sus peculiares perspectivas de la vida y los problemas.

A MI LULA. Por ser mi compañera fiel y mostrarme una nueva etapa de mi vida llena de felicidad y alegría.

Br. Cruz Fernández, Segundo Santiago

AGRADECIMIENTO

Gracias a todas las personas que aportaron indistintamente, para la realización de esta tesis. Esta investigación no hubiera sido posible sin el apoyo de nuestros padres, ya que ellos fueron nuestro sostén desde el primer día. Todo lo que somos se lo debemos a ellos, a nuestra familia y amistades por su constante compañía.

Un reconocimiento especial a nuestro asesor, el ingeniero Lucio Sigifredo Medina Carbajal, a quien le agradecemos por su tiempo y constante apoyo metodológico y profesional para la orientación en el desarrollo de nuestra tesis.

Y, por último, pero no menos importante agradecemos a nuestra alma mater, la Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, Programa de Estudios de Ingeniería Civil, por el apoyo brindado en la etapa de nuestra titulación. Y a nuestros docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil que a lo largo de nuestra vida académica nos brindaron una sólida formación profesional, ética y humana.

RESUMEN

En el transcurso de un proyecto de construcción se descubren con frecuencia discrepancias entre los planos y las especificaciones técnicas. Estas discrepancias influyen negativamente en los costes y plazos de ejecución del proyecto y, en consecuencia, la calidad del mismo se ve comprometida.

Para combatir estos problemas, sugerimos la adopción de una metodología que implique la utilización de modelos 3D. Esto ayudará a visualizar, calcular los materiales necesarios y garantizar la compatibilidad durante la fase de preparación. Con esta metodología, es posible descubrir cualquier incompatibilidad e interferencia, y simular el proceso de construcción.

Para este proyecto de investigación se desplegaron aplicaciones especializadas en metodología BIM (Revit y Naviswork), que permitieron crear modelos para distintas disciplinas, como Ingeniería Estructural, Arquitectura, Instalaciones Eléctricas, Instalaciones Sanitarias y Equipamiento. Este proceso permitió identificar 103 discrepancias y conflictos.

Para efectos de la muestra, el proyecto tomado en consideración fue el "Desembarcadero Pesquero Artesanal La Cruz" ubicado en el distrito de La Cruz, provincia de Tumbes.

Finalmente, se compararon los resultados a través de diagramas estadísticos en base a lo logrado con la ayuda de la metodología BIM.

En resumen, el modelado de información de construcción mejora el proceso de diseño en el sector, fomenta una sólida práctica de la construcción y ayuda a garantizar el éxito del proyecto al permitir una mejor gestión e identificación de posibles errores, mediante la utilización de un modelo digital que permite aplicar posibles soluciones antes de que tenga lugar la construcción real. De este modo, se pueden evitar retrasos y el contratista puede aumentar su eficiencia en la programación, la fabricación y la calidad de la construcción.

PALABRAS CLAVE: Modelado de información de construcción (BIM), Incompatibilidades e interferencias, Metrados, Desembarcadero, Muelle.

ABSTRACT

In the course of a construction project, discrepancies between the plans and the technical specifications are frequently discovered. These discrepancies have a negative influence on the costs and execution time of the project and, consequently, the quality of the project is compromised.

To combat these problems, we suggest the adoption of a methodology that involves the use of 3D models. This will help to visualise, calculate the materials required and ensure compatibility during the preparation phase. With this methodology, it is possible to discover any incompatibilities and interference, and simulate the construction process.

For this research project, specialised applications in BIM methodology (Revit and Naviswork) were deployed, which allowed the creation of models for different disciplines, such as Structural Engineering, Architecture, Electrical Installations, Sanitary Installations and Equipment. This process allowed the identification of 103 discrepancies and conflicts.

For the purposes of the sample, the project taken into consideration was the "Desembarcadero Pesquero Artesanal La Cruz" located in the district of La Cruz, province of Tumbes.

Finally, the results were compared through statistical diagrams based on what was achieved with the help of the BIM methodology.

In summary, Building Information Modelling improves the design process in the sector, promotes sound construction practice and helps to ensure project success by enabling better management and identification of potential errors, through the use of a digital model that allows possible solutions to be implemented before actual construction takes place. In this way, delays can be avoided, and the contractor can increase his efficiency in scheduling, fabrication, and construction quality.

KEY WORDS: Building information modelling (BIM), Incompatibilities and interferences, measurements, Landing stage, Pier.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

De conformidad y en cumplimiento de los requisitos estipulados en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el reglamento interno del Programa de Estudio de Ingeniería Civil, ponemos a su disposición el presente trabajo de investigación profesional titulado: **PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM COMO HERRAMIENTA EN EL DISEÑO DEL DESEMBARCADERO PESQUERO ARTESANAL LA CRUZ – TUMBES.**

Para obtener el título profesional de ingeniero civil, así como algunas experiencias para el desarrollo de la ingeniería.

Consideramos, señores del jurado, que con sus sugerencias y recomendaciones esta investigación puede mejorarse y contribuir a la difusión de la investigación en nuestra universidad.

Atentamente

.....
Br. Benites Jáuregui, Jairo Antonio

.....
Br. Cruz Fernández, Segundo Santiago

ÍNDICE

Contenido

DEDICATORIA	VII
DEDICATORIA	VIII
AGRADECIMIENTO	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
PRESENTACIÓN.....	XII
ÍNDICE.....	9
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	12
ÍNDICE DE TABLAS	15
I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Problema de investigación	16
1.2. Formulación del Problema	21
1.3. Objetivos	21
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	21
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	21
1.4. Justificación del estudio	21
1.4.1. <i>Conveniencia</i>	21
1.4.2. <i>Relevancia Social</i>	22
1.4.3. <i>Practico</i>	22
1.4.4. <i>Metodológico</i>	23
II. MARCO DE REFERENCIA.....	24
2.1. Antecedentes del estudio	24
2.1.1. <i>Antecedentes internacionales</i>	24
2.1.2. <i>Antecedentes nacionales</i>	25
2.1.3. <i>Antecedentes locales</i>	27
2.2. Marco teórico.....	28
2.2.1. <i>Modelamiento de la Información de la Construcción. (BIM)</i>	28
2.2.1.1. Definiciones Básicas.	28
2.2.1.2. Definición de BIM.....	29
2.2.1.3. Nivel de Desarrollo (LOD).....	30
2.2.1.4. Dimensiones BIM.	31
2.2.1.5. Plan de Ejecución BIM (BEP).	34
2.2.1.6. Sesiones De Ingeniería Concurrente Integrada (ICE).	34

2.2.2.	<i>Usos de la Metodología BIM</i>	35
2.2.2.1.	Modelamiento Integral Del Proyecto.....	38
2.2.2.2.	Cálculo y Valoración de Metrados y Costos.	38
2.2.2.3.	Producción de Propuestas de Diseño Flexibles.....	39
2.2.2.4.	Planificación 4D.....	39
2.2.2.5.	Producción de Documentación.....	40
2.2.2.6.	Evaluaciones de Viabilidad y Eficiencia.	40
2.2.2.7.	Reconocimiento de Interferencias de Incompatibilidades.	40
2.2.2.8.	Simulación de Procesos Constructivos.....	41
2.2.3.	<i>Gestión BIM</i>	41
2.2.3.1.	Integración de Procesos y Recursos Humanos.....	41
2.2.3.2.	Gestión en la Etapa de Concepción.....	43
2.2.3.3.	Gestión en la Etapa de Diseño.	43
2.2.3.4.	Gestión en la Etapa de Construcción.	43
2.2.3.5.	Gestión en la Etapa de Operación y Mantenimiento.....	44
2.2.3.6.	Barreras y Facilitadores.	44
2.3.	Marco Conceptual.....	46
2.4.	Sistema de Hipótesis Variables e Indicadores (Cuadro de Operacionalización de Variables).....	48
III.	METODOLOGÍA EMPLEADA.....	49
3.1.	Tipo y Nivel de Investigación.....	49
3.2.	Población y Muestra de Estudio.....	49
3.2.1.	<i>Población</i>	49
3.2.2.	<i>Muestra</i>	49
3.3.	Diseño de Investigación	49
3.4.	Técnicas e Instrumentos de Investigación	50
3.4.1.	<i>Técnicas</i>	50
3.4.2.	<i>Instrumentos de Investigación</i>	52
3.5.	Procesamiento y Análisis de Datos	53
3.5.1.	<i>Recolección y Procesamiento.</i>	53
3.5.2.	<i>Modelo con Metodología BIM</i>	53
3.5.2.1.	Descripción.....	53
3.5.2.2.	Vinculación e Importación desde AutoCAD.	54
3.5.2.3.	Ajustes de Interfaz en Revit.....	55
3.5.2.4.	Modelos por Disciplina.....	55
3.5.2.4.1.	<i>Estructuras</i>	55

3.5.2.4.2.	<i>Arquitectura</i>	62
3.5.2.4.3.	<i>Instalaciones Eléctricas</i>	65
3.5.2.4.4.	<i>Instalaciones Sanitarias</i>	69
3.5.2.4.5.	<i>Equipamiento</i>	72
3.5.3.	<i>Modelo Federado</i>	72
3.5.4.	<i>Extracción de Metrados</i>	75
3.5.5.	<i>Análisis Preliminar</i>	78
3.5.5.1.	Especialidad de Estructuras.....	78
3.5.5.2.	Especialidad de Arquitectura.	85
3.5.5.3.	Especialidades de Instalaciones Sanitarias y Eléctricas.....	99
3.5.5.4.	Especialidad de Equipamiento.	102
3.5.6.	<i>Análisis en Naviswork Manage</i>	104
3.5.6.1.	Detección de Interferencias.	104
3.5.6.2.	Exportación de Conflictos.....	108
IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	109
4.1.	Análisis e interpretación de resultados.....	109
4.1.1.	<i>Detección de Incompatibilidades e Interferencias</i>	109
4.1.2.	<i>Metrados</i>	115
4.1.3.	<i>Análisis de Costos de Implementación</i>	119
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	120
5.1.	Detección de Incompatibilidades e Interferencias.....	120
5.2.	Análisis de Metrados	121
5.3.	Implementación BIM.....	129
VI.	CONCLUSIONES	130
VII.	RECOMENDACIONES	132
VIII.	REFERENCIAS	134
IX.	ANEXOS	136

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1 Dimensiones BIM. Elaboración propia.....	32
Figura 2 Usos BIM definidos por Computer Integrated Construction (CIC) Research Program de PENNSTATE Univ	36
Figura 3 Esquema de diseño de investigación	49
Figura 4 Ubicación del Desembarcadero Pesquero Artesanal	50
Figura 5 Esquema arquitectónico de los ambientes.....	51
Figura 6 Ventana de importación de Archivo CAD	54
Figura 7 Diagrama de Flujo para una Correcta Configuración.....	55
Figura 8 Cimentación del Desembarcadero Pesquero Artesanal	56
Figura 9 Tipos de Columnas en el Desembarcadero Pesquero Artesanal	56
Figura 10 Tipos de Pórticos en el Desembarcadero Pesquero Artesanal.....	57
Figura 11 Tipo de Vigas en el Desembarcadero Pesquero Artesanal	57
Figura 12 Tipos de Losas en el Desembarcadero Pesquero Artesanal	57
Figura 13 Muros Estructurales en la Cisterna y PTAR	58
Figura 14 Escaleras del Desembarcadero Pesquero Artesanal	58
Figura 15 Modelo Especialidad de Estructuras - Obras en Tierra	59
Figura 16 Puente de Acceso del Desembarcadero Pesquero Artesanal	59
Figura 17 Modelado de Cabeza	60
Figura 18 Plataforma de Atraque	60
Figura 19 Estación de Bombeo	61
Figura 20 Vista Completa - Especialidad de Estructuras	61
Figura 21 Modelamiento de Pisos	62
Figura 22 Modelo de Muros	63
Figura 23 Tipos de Puerta del Desembarcadero Pesquero Artesanal.....	63
Figura 24 Tipos de Ventanas en el Desembarcadero Pesquero Artesanal.....	64
Figura 25 Modelado de Accesos y Pavimentos	64
Figura 26 Revestimiento del Desembarcadero Pesquero Artesanal.....	65
Figura 27 Modelado de Alimentación Eléctrica del Desembarcadero Pesquero Artesanal	66
Figura 28 Iluminación Interior y Exterior del Desembarcadero Pesquero Artesanal.....	66
Figura 29 Tomacorrientes del Desembarcadero Pesquero Artesanal.....	67
Figura 30 Sistema de Puesta a Tierra del Desembarcadero Pesquero Artesanal	67
Figura 31 Sistema de Comunicación del Desembarcadero Pesquero Artesanal.....	68
Figura 32 Sistema de Detector Contra Incendios	68
Figura 33 Red de Agua Fría (RAF) del Desembarcadero Pesquero Artesanal	69
Figura 34 Red de Agua Salada (RAS).....	70
Figura 35 Red de Drenaje Pluvial (RDP).....	70
Figura 36 Red de Residuos Industriales (RRI)	71
Figura 37 Red Sanitaria y de Ventilación	71
Figura 38 Equipamiento del Desembarcadero Pesquero Artesanal	72
Figura 39 18 Modelos que Comprenden el Desembarcadero Pesquero Artesanal	73
Figura 40 Interfaz para Vincular los Archivos	74
Figura 41 Ventana de Modelos y Vínculos Cargados	74
Figura 42 Vista de los Modelos Integrados del Desembarcadero Pesquero Artesanal de La Cruz	75
Figura 43 Interfaz de Extracción de Metrados	75
Figura 44 Propiedad de Tabla de Planificación	76
Figura 45 Tabla de Planificación	77

Figura 46	Puerta de las Cisterna Incompatible en el Plano de Arquitectura	78
Figura 47	Incompatibilidad detectada en el Cerco Perimétrico.....	79
Figura 48	Viguetas de Confinamiento Omitidas en el Plano Arquitectónico	79
Figura 49	Incompatibilidad Detectada en la Caseta de Vigilancia.....	79
Figura 50	Incompatibilidad en las Columnetas del Plano de Arquitectura	80
Figura 51	Falso Piso de Encuentra a Desnivel Respecto a la Escalera	80
Figura 52	Omisión de Viga de Confinamiento en la Sub Estación - Grupo Electrónico	80
Figura 53	Diferente Zapata de la Escalera del Plano de Cimentación y Plano de Detalles	81
Figura 54	Diferentes Elementos entre el Plano de Cimentación y Detalles.....	81
Figura 55	Detalles de Losa de Techo	82
Figura 56	Eje "NO" Desfasado	82
Figura 57	Cisterna de Distintos Tamaños	82
Figura 58	Eje Desfasado en Fundaciones	83
Figura 59	Diferentes elementos de Confinamiento	83
Figura 60	Sobrecimiento Inexistente en Arquitectura	83
Figura 61	Cisterna en Diferentes Ambientes.....	84
Figura 62	Diferencia de Medidas en Elementos Estructurales.....	84
Figura 63	No Existen Detalles Sobre Pilote Inclinado.....	85
Figura 64	Diferencias de Ventanas entre Plano y Cuadro de Vanos	85
Figura 65	Ventanas del Eje I' - Eje 19 con Ancho Inexistente.....	86
Figura 66	Ventanas y Puertas del Eje H al C''.....	86
Figura 67	Desfase de Alfeizar en el eje 2' y eje 3' - Primer Piso	87
Figura 68	Desfase de Alfeizar en el en Eje 2' y Eje 3' - Segundo Piso	87
Figura 69	Discrepancias en Puertas y Ventanas entre los Ejes P', M' y J' - ejes 13 al 18	88
Figura 70	Cimentación para Ventanas V-7g en el Eje 15 – Ejes E' al J'	88
Figura 71	Encuentro entre Vigas y Puertas de los Ejes B y D - Ejes 9 al 16 Primer Nivel	89
Figura 72	Encuentro entre Vigas y Puertas de los Ejes B y D - Ejes 9 al 16 Segundo Nivel	89
Figura 73	Falta de Elementos Estructurales en Ventanas y Puertas	90
Figura 74	Alfeizar en los Módulos de la Planta de Tratamiento y Caseta de Vigilancia.....	90
Figura 75	Diferentes Unidades de la Ventana V2j entre el Plano y Cuadro de Vanos	91
Figura 76	Diferentes Unidades de Ventanas V2m y V2j entre el Plano y Cuadro de Vanos	91
Figura 77	Diferentes Medidas de Portones en Plano de Elevaciones y Cuadro de Vanos	92
Figura 78	Revisar Pintura del Zócalo de los SS.HH. del Módulo de Administración	92
Figura 79	Falta de Información para la Azotea del Módulo de Administración.....	93
Figura 80	Diferentes Acabados de Pintura para la Sala de Fuerza en el Área de Osmosis	93
Figura 81	Faltan Detalles de Contra Zócalo Sanitario en la Zona de Frio.....	94
Figura 82	Incompatibilidad entre los Vanos de Arquitectura y Estructuras.....	94
Figura 83	Incompatibilidad en la Columna CA10	95
Figura 84	Incompatibilidad entre Columnas y Columnetas	95
Figura 85	Incompatibilidad en Viga de Cimentación entre Estructuras y Arquitectura.....	96
Figura 86	Incompatibilidad entre Columnas y Columnetas de Zona de Control de Pesaje	96
Figura 87	Discrepancia entre las Medidas de las Ventanas V3z, V10d y V10z'	97
Figura 88	Incompatibilidad entre el Plano de Arquitectura y Estructuras	97
Figura 89	Incompatibilidad entre los Vanos de Arquitectura y Estructuras	98
Figura 90	Discrepancias entre las Columnas de la Planta de Tratamiento de Agua	98
Figura 91	Incompatibilidad en el Modelo 3D de Arquitectura y Estructuras.....	98
Figura 92	Incompatibilidad en el Cuarto de Bombas	99
Figura 93	Incompatibilidad en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	99

Figura 94 Incompatibilidad en la Zona de Frio	100
Figura 95 Incompatibilidad en Osmosis	100
Figura 96 Incompatibilidad en el Drenaje Pluvial.....	100
Figura 97 Incompatibilidad en la Planta de Tratamiento de Residuos.....	101
Figura 98 Incompatibilidad de la Red de Alimentadores Eléctricos.....	101
Figura 99 Incompatibilidad de Red de Alimentadores Eléctricos II.....	101
Figura 100 Incompatibilidad de Tomacorrientes	102
Figura 101 Incompatibilidad en la Iluminación	102
Figura 102 Incompatibilidad entre el Sardinell en Arquitectura.....	102
Figura 103 Incompatibilidad en Planta de Hielo entre Arquitectura y Estructuras	103
Figura 104 Barra Metálica no Aparece en los Detalles	103
Figura 105 Incompatibilidad entre las Especificaciones Técnicas y Arquitectura.....	103
Figura 106 Interfaz Naviswork Manage	104
Figura 107 Cuadro de Dialogo: Clash Detective	104
Figura 108 Cuadro resumen de Análisis ejecutados	105
Figura 109 Listado de Conflictos y barra de comandos	106
Figura 110 Interfaz de Exportación de Informe de Incompatibilidades.....	108
Figura 111 Porcentajes de Incompatibilidades según especialidades	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Usos BIM establecidos por la UCMC de Harvard.....	37
Tabla 2	Matriz de Operacionalización.....	48
Tabla 3	Conflictos entre especialidades de Arquitectura y Estructuras	109
Tabla 4	Conflictos entre especialidades de Arquitectura e Instalaciones Eléctricas	110
Tabla 5	Conflictos entre especialidades de Estructuras e Instalaciones Eléctricas.....	111
Tabla 6	Conflictos entre especialidades de Arquitectura e Instalaciones Sanitarias.....	112
Tabla 7	Conflictos entre especialidades de Estructuras e Instalaciones Sanitarias	113
Tabla 8	Conflictos entre especialidades de Inst. Eléctricas e Instalaciones Sanitarias	114
Tabla 9	Metrado Tradicional	115
Tabla 10	Metrado con Metodología BIM.....	118
Tabla 11	Costos de Implementación BIM	119
Tabla 12	Costos de Implementación BIM	120
Tabla 13	Análisis de Metrados. Infraestructura Portuaria - Pilotes.....	121
Tabla 14	Análisis de Metrados. Infraestructura Portuaria - Vigas	122
Tabla 15	Análisis de Metrados. Infraestructura Portuaria - Losas.....	122
Tabla 16	Análisis de Metrados. Estructuras en Tierra - Cimientos Corridos.....	123
Tabla 17	Análisis de Metrados. Estructuras en Tierra - Sobrecimiento Armado.....	123
Tabla 18	Análisis de Metrados. Estructuras en Tierra - Zapatas.....	123
Tabla 19	Análisis de Metrados. Estructuras en Tierra - Vigas de Cimentación.....	124
Tabla 20	Análisis de Metrados. Estructuras en Tierra - Columnas y Placas.....	124
Tabla 21	Análisis de Metrados. Estructuras en Tierra - Columnetas	124
Tabla 22	Análisis de Metrados. Estructuras en Tierra - Vigas	125
Tabla 23	Análisis de Metrados. Estructuras en Tierra - Losa Aligerada	125
Tabla 24	Análisis de Metrados. Arquitectura - Muros de Albañilería.....	125
Tabla 25	Análisis de Metrados. Arquitectura - Tarrajeos	126
Tabla 26	Análisis de Metrados. Arquitectura - Cielorraso	126
Tabla 27	Análisis de Metrados. Arquitectura - Veredas	126
Tabla 28	Análisis de Metrados. Arquitectura - Puertas	127
Tabla 29	Análisis de Metrados. Arquitectura - Ventanas	127
Tabla 30	Análisis de Metrados. Arquitectura - Pintura.....	128
Tabla 31	Resumen de diferencial en porcentajes.....	128
Tabla 32	Resumen de Costos en función a incompatibilidades.....	129

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

El fenómeno BIM a nivel global tiene un comportamiento ciertamente predecible, es decir, al tratarse de una metodología; eficiente, eficaz, revolucionaria e integral, era lo más natural esperar una exitosa adopción de la misma. Se estimaba que para el 2020 el mercado mundial de modelado de información de la construcción habría ya duplicado el valor establecido en 2014, tal dato da una referencia del crecimiento del mercado, que en un lapso de 6 años estuvo bastante cerca de alcanzar dicha proyección, de no ser por la pandemia por Coronavirus.

Un acontecimiento importante a nivel internacional referente a la metodología BIM tuvo lugar en enero de 2019, cuando se puso en marcha la norma ISO 19650 Norma Internacional específicamente elaborada para la implementación BIM, dicha norma sigue los lineamientos de los estándares británicos.

En la actualidad, muchos mercados están estableciendo la tecnología BIM como requisito básico, como es el caso de los siguientes mercados:

- Reino Unido: desde 2016 se exige que la totalidad de proyectos públicos deben ser desarrollados bajo la metodología BIM siguiendo los estándares de la normativa 1192, (misma norma que se usó para elaborar la norma ISO 19650). No obstante, en el sector privado también existe un mercado muy sólido de BIM (cerca del 80% ya trabajan con algún proyecto BIM), aunque no todas las empresas hayan migrado, debido a la falta de tiempo, el nivel de experiencia y los costos.
- Singapur: desde 2015 todos los proyectos de inversión pública tienen la metodología BIM como requisito indispensable y en cuanto al sector privado, toda empresa que migre hacia BIM obtiene financiamiento estatal de hasta el 60% en los tres primeros proyectos.
- Dubái: en 2013 el gobierno emitió un decreto en el que obliga a hacer uso de la metodología BIM en proyectos específicos, como edificaciones de más de 40 niveles, complejos e instalaciones con extensiones mayores a 23.000m², hospitales, universidades y la totalidad de proyectos gubernamentales.

- China: en el caso del gigante asiático el gobierno está jugando un rol más conservador, debido a la falta de introducción de normas y regulaciones orientadas a BIM. No obstante, mantiene una presencia a nivel de incentivo orientada a fomentar la formación de nuevos profesionales desde el sector académico, y promueve la introducción de métodos de prefabricación para la industria basado en flujos de trabajo BIM.
- Canadá: el gobierno estableció estándares BIM en el año 2015; además de la creación del IBC (instituto para BIM en Canadá), dicha entidad reúne a los profesionales, principales empresas e instituciones del país, y es responsable de liderar y facilitar el uso coordinado de BIM durante todas las etapas de los proyectos del sector construcción.
- EE. UU.: algunos datos señalan que ya en el año 2009 el 49% de las empresas ya utilizaban la metodología BIM. El uso de la metodología es bastante popular en los principales entes públicos. No obstante, uno de los principales obstáculos es la falta de homogenización de criterios, que varían dependiendo del estado. Con la publicación de normas internacionales se busca mitigar esta problemática. En adición, también existe un comité encargado de la estandarización; NBIMS-US, tal comité pertenece al National Institute of Building Sciences (NIBS) organismo que concentra los intereses de profesionales y empresas del ámbito de la construcción.

Con respecto al entorno latinoamericano, el futuro de la metodología BIM es prometedor, se espera que cada vez más países empiecen a implementar políticas públicas en el marco normativo correspondiente. La implementación de BIM ofrece una mejora considerable en la eficiencia y calidad de los proyectos, así como en la sostenibilidad de los mismo. Sin embargo, es necesario el desarrollo de programas de capacitación y certificación, a nivel académico y profesional.

Actualmente en Latinoamérica se logran distinguir los primeros esfuerzos en la tarea de implementar la metodología, por ejemplo.

- Brasil: el estado ha establecido ambiciosos objetivos para la implementación en los proyectos de financiamiento público.
- México: siguiendo la ruta de los países de Norteamérica, han implementado un grupo de trabajo específico conformado por todos los actores del sector de la construcción.
- Chile: se ha establecido una estrategia nacional para implementación, dicha estrategia contempla la capacitación, promoción y coordinación entre todos los involucrados en la industria.

El sector construcción en el Perú es el líder en cuanto a crecimiento del PBI se refiere, por tal, es imperativo que la industria este en constante innovación y mejora. Esta constante búsqueda de mejora se refleja en la implementación de nuevas metodologías de trabajo, el uso de nuevos equipos, nuevos materiales y/o nuevos procesos constructivos.

Es en este escenario; en que la industria se encuentra aún (en su mayoría) basada en planos y esquemas 2D; que no brindan los detalles necesarios para alcanzar estándares óptimos de calidad y eficiencia; que surge una alternativa integral que contempla los proyectos del sector a lo largo de todo su ciclo de vida, es decir, no solamente diseño y construcción, sino también la etapa de operación y mantenimiento; una alternativa que permite advertir interferencias e incompatibilidades en el diseño en una etapa temprana del proyecto que no compromete el cronograma, presupuesto ni la gestión del proyecto, una alternativa que propone un trabajo colaborativo sincero entre todos los profesionales a los que les atañe el proyecto, una alternativa que impacta positivamente en la calidad y tiempo por lo tanto en los costos.

Esta alternativa es denominada “Metodología BIM (*Building Information Modelling*)”, que, al ser una herramienta tan versátil, tiene multitud de definiciones, una de las más acertadas es la que sigue a continuación: “*BIM es la creación de información consistente y coordinada de un proyecto (Eastman, Taicholz, Sacks, y Liston, 2011) para tomar decisiones en el diseño, construcción, uso y mantenimiento respecto a la*

gestión de los recursos que éste (proyecto) posee (Barlish y Sullivan, 2012 como se citó en Prado, 2018). Además, la metodología BIM es perfectamente compatible con instrumentos de la filosofía Lean Construction, como componente de los análisis de Look Ahead y Last Planner System, estos instrumentos hacen uso de la información obtenida a partir de la metodología BIM para obtener cuantificaciones (metrados directos), planificaciones/cronogramas en distintas simulaciones, e información de logística y proveedores en general, etc.

Debido al vertiginoso ritmo que lleva la industria de la construcción en el Perú, los estándares de calidad y eficiencia son cada vez más exigentes, y los métodos tradicionales ya no son capaces de seguir este ritmo ante la gran demanda del sector.

A pesar de que la aparición de la metodología BIM tiene sus primeras menciones a inicios del nuevo milenio; en nuestro medio es aún escaso el uso del mismo, es tal el desconocimiento de la metodología BIM, que muchos lo relacionan con modelos 3D o concretamente con algún software.

En el Perú el uso de la metodología BIM ha tenido contactos muy puntuales, tales son los casos en el sector privado con empresas como MARCAN, GyM, COSAPI y otros; mientras en el sector público las entidades que han implementado un equipo BIM y un Plan de Ejecución BIM (BEP) son: Ministerio del Interior (MININTER) a través de su Oficina General de Infraestructura (OGIN), Ministerio de Educación (MINEDU) a través de PRONIED, Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) a través de PROVIAS Nacional y el Poder Judicial (PJ); también se tiene registro de entidades que han emprendido el proceso de migración hacia dicha metodología, como son el Seguro Social de Salud (ESSALUD) a través de su Gerencia Central de Proyectos de Inversión (GCPI); y Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES) a través de su Dirección General de Inversión Pesquera Artesanal y Acuícola (DIGENIPAA), entre otros.

Es fácil identificar que todos los intentos significativos por adoptar la metodología BIM han tenido lugar en la ciudad de Lima en la gran mayoría de los casos.

Es necesario empezar a difundir las generosas bondades de esta herramienta en nuestro medio, más aún, cuando el plan BIM Perú establece que para el año 2025 la metodología BIM será de uso obligatorio por lo menos en el sector público.

En la actualidad la localidad de caleta La Cruz se ha convertido en un potente atractivo turístico para la región ya que cuenta con extensas y cálidas playas (6 km) de arenas blancas y finas; a la que asisten miles de veraneantes cada año, a esto se le suma el agradable clima subtropical árido.

Sin embargo, pese a que todo apunta a un próspero desarrollo para el distrito, no se logra consolidar debido a la falta de infraestructura mínima necesaria para realizar la actividad pesquera, en la caleta La Cruz día a día cientos de familias le deben el sustento económico de sus hogares a la pesca artesanal, no obstante, está es la actividad que con menos apoyo cuenta, debido a que no existe el complejo con las instalaciones necesarias para cumplir con su función principal que es la del desembarco de productos ictiológicos, obligando a los pescadores a buscar otros medios para realizar este proceso, generando mayores costos, colocando en riesgo su seguridad personal.¹

Según la Encuesta Estructural de la Pesquería Artesanal en el Litoral Peruano (ENEPA), la población de pescadores artesanales tiene un aumento, en promedio, de 30 a 40%, cada 10 años. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación plantea que este aumento se debe al crecimiento demográfico de la nación y la distribución geográfica de la pobreza, ubicada principalmente en la costa debido a la migración, naturalmente, esta población encuentra en la pesca artesanal una oportunidad de empleo, y de libre acceso (FAO, 2010).

¹ Según el Censo de 2007 el distrito tiene una población de 8090 habitantes, dicha cifra aumento con el censo de 2017 que arrojó un total de 9507 habitantes, dando como resultado una densidad de 145.75 habitantes por kilómetro cuadrado.

1.2. **Formulación del Problema**

¿De qué manera la implementación de la metodología BIM favorece como herramienta en el diseño del Desembarcadero Pesquero Artesanal La Cruz – Tumbes?

1.3. **Objetivos**

1.3.1. Objetivo General

Realizar la propuesta de la implementación de la metodología BIM en el diseño del Desembarcadero Pesquero Artesanal de La Cruz – Tumbes.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar a detalle los planos por especialidad del proyecto Desembarcadero Pesquero Artesanal La Cruz.
- Elaborar modelos por cada especialidad, a partir de dichos planos, haciendo uso de software de modelamiento BIM, Revit, en el caso de esta investigación.
- Identificar interferencias e incompatibilidades tanto interdisciplinarias como dentro de cada especialidad.
- Analizar resultados, poniendo especial atención a los metrados.

1.4. **Justificación del estudio**

1.4.1. Conveniencia

Además de los objetivos establecidos en ítem anterior, esta investigación tiene, también por finalidad, abordar las nuevas metodologías y tecnologías que nos permitan competir en el ámbito laboral profesional, siendo especialmente conveniente hacerlo en la transición desde el medio académico, donde tenemos los conocimientos universitarios frescos y el respaldo de nuestros docentes, jurados y asesor. Es conveniente también, por el tipo de infraestructura elegida (obras en mar y tierra) y, además, por la coyuntura actual, en la que nos encontramos en una incorporación progresiva de BIM en la inversión pública.

1.4.2. Relevancia Social

Esta investigación busca, demostrar que es posible dar un salto significativo en la calidad y eficiencia de los proyectos de infraestructura, para mejorar la calidad de vida de los beneficiarios directos del proyecto, dotándoles de edificaciones funcionales, modernas y que serán monitoreadas orgánicamente durante todas las fases incluyendo la fase de operación. Además de ocasionar un sinceramiento en los costos y plazos de los proyectos, lo que garantiza una mejor gestión de recursos, ya sean de inversión pública o privada.

Esta investigación tiene propósitos didácticos, pedagógicos, científicos, busca aportar a la comunidad académica y social; además de aspirar a servir con modestia de antecedente o referencia para futuras investigaciones.

Al aplicar el uso de la metodología BIM para el desarrollo del Desembarcadero Pesquero Artesanal de La Cruz – Tumbes, buscamos proporcionar una alternativa de solución pertinente para el gran problema que enfrentan los pescadores artesanales día tras día, con la creación de un nuevo desembarcadero óptimo, seguro, eficaz y sostenible para la población, que siga contribuyendo con el desarrollo y la prosperidad del distrito.

Es conveniente mencionar que la actividad pesquera artesanal en nuestro país cumple con un doble valor social, en primer lugar, es una destacada fuente de empleo que hace frente a la pobreza; y, en segundo lugar, es responsable de ofrecer una importante oferta alimenticia de considerable calidad a sectores de bajos recursos económicos (FAO, 2010).

1.4.3. Práctico

Desde el medio práctico, esta investigación evidenciará lo pragmático de la metodología BIM para la obtención de metrados, para generar distintas vistas gráficas (cortes, elevaciones, perspectivas, recorridos, y más), para elaborar reportes de incompatibilidades con gran precisión y

detalle visual. Es decir, dejara ver la gran inmediatez de la que es capaz de proporcionar el uso de esta metodología y del trabajo en “tiempo real”

1.4.4. Metodológico

En el ámbito metodológico se busca mostrar y promociona las inconmensurables ventajas de la implementación BIM, especialmente al hacerle frente al eterno problema de las interferencias e incompatibilidades, que son la principal fuente de pérdidas y retrasos en la inversión pública o privada. Se pretende también mostrar lo intuitivo y sencillo de las herramientas BIM, y el fácil acceso a ellas.

Por estos motivos y algunos más, es fundamental que la academia aporte a la difusión; por lo que en la siguiente investigación se propone adoptar la metodología BIM para el diseño del Desembarcadero Pesquero Artesanal de La Cruz – Tumbes y con dicha labor demostrar los beneficios en cuanto a tiempo, calidad, y costos que significa el uso de dicha herramienta. Durante esta investigación se aplicarán una serie de métodos y uso de softwares que permitirán hacer una comparación fiable entre el uso de la metodología tradicional y la metodología BIM.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

1. Trejo Carvajal. (2018). En sus tesis: “Estudio de Impacto del Uso de la Metodología BIM en la Planificación y control de Proyectos de Ingeniería y Construcción”, valiéndose de entrevistas, encuestas, el estudio de proyectos, buscaron analizar los eventuales cambios en los procesos de planificación y control de alcance, tiempo, costo y calidad en proyectos de ingeniería y construcción con el uso de la metodología BIM en ellos y se concluyó que BIM ha ocasionado, en su mayoría, modificaciones y avances en las prácticas de la gestión del proyecto con las múltiples bondades que proporciona softwares como Revit o Navisworks para comprobación y observación de los procedimientos de ejecución, mismos que podrán incluirse en un proyecto de desarrollo. BIM es un instrumento que genera una reacción provechosa en los procedimientos de planeación y gestión de los proyectos referentes a minas, industrias, de edificación e infraestructura en función a la relevancia, duración, precio y calidad, como se conoce hasta el momento, el más destacado uso de BIM se ha visto en la gestión de proyectos, la etapa de planificación es también influenciada provechosamente para tal fin es necesario un nexo cooperativo y recíproco de parte de todos los involucrados en el proyecto, con el afán de mantener a la vanguardia todos los aspectos del mismo.
2. Flórez Domínguez y García Murillo. (2018). En su estudio denominado “Propuesta de un Estándar Para Implementar la Metodología BIM en Obras de Edificación Financiadas con Recursos Públicos en Colombia” en el siguiente estudio realizado en la ciudad de Bogotá, mediante la recopilación de información y el uso de encuestas se evidenció, el bajo nivel de conocimiento que presentan sobre la metodología BIM las personas relacionadas con obras financiadas con recursos públicos en Colombia, causado por

la falta de exigencia de uso de metodologías avanzadas de gestión como lo es BIM, y el atraso en solicitudes respecto a cómo presentar proyectos en las diferentes entidades públicas. Entre las barreras más grandes encontradas para lograr la incorporación de métodos avanzados de gestión en Colombia se encuentra por un lado el desconocimiento con respecto al uso de la metodología BIM y por otro lado la resistencia al cambio por parte de las empresas del sector de la construcción caracterizada por aplicar metodologías tradicionalistas en la gestión de proyectos. La propuesta que presenta la investigación tiene el enfoque de implementar BIM en el sector público para lograr proyectos con menores desviaciones en términos de costos y tiempo, asegurando la presentación y ejecución de proyectos que cumplan con altos estándares de calidad de información completa que no presente interferencias entre especialidades.

2.1.2. Antecedentes nacionales

1. Prado Lujan (2018). En su investigación “Determinación de los usos BIM que satisfacen los principios valorados en proyectos públicos de construcción”, utilizo un método de estudio cualitativo para determinar los usos BIM que están alineados con los principios valorados por las agencias públicas peruanas en los procesos de diseño, construcción y mantenimiento de proyectos públicos y plantea que es necesario administrar los proyectos haciendo uso de BIM durante todas las fases (planificación, diseño, ejecución, operación). Para tal fin es indispensable poseer lineamientos que hagan posible su gestión. Incluso, CAPECO plantea en su “Visión y compromiso de CAPECO con la construcción responsable” el uso de BIM para el control integral de diseño, construcción y operación de proyectos. Esto con el fin de asegurar su calidad y durabilidad, así como para reducir los espacios para la discrecionalidad y corrupción. Por esto el uso de BIM; no debe verse exclusivamente como un instrumento tecnológico (por su gran variedad de aplicaciones), sino también como una filosofía y/o metodología

capaz de generar lo que conocemos como valor agregado en los proyectos públicos, con la finalidad de proporcionar más y mejores servicios a los clientes finales, para este particular, la sociedad peruana en general. Este fin de justificar obtiene mayor sustento en el Decreto Legislativo N°1444 (2018), en el que se manifiesta la futura obligatoriedad de emplear herramientas de modelado digital de información para la construcción de obras públicas con estas modificaciones en la legislación del país acompañadas además de investigaciones como esta, se espera que la implementación de BIM en los proyectos públicos sea dentro de plazos razonables para que puedan generar una mejora significativa en los servicios ofrecidos a la sociedad.

2. Ulloa Roman y Salinas Saavedra (2013). En su tesis: “Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan”. Buscaron proponer un marco teórico para definir y alinear las metas de un proyecto, así como contribuir a la reducción de recursos innecesarios a lo largo de las etapas de diseño e ingeniería, instalación y así contribuir a la reducción de costos y tiempos. Concluyen que para que BIM sea implementado de manera satisfactoria es necesario que las entidades cumplan con tres factores indispensables; primero se debe definir políticas que faciliten la introducción de la nueva tecnología y capacitar al equipo responsable a cargo de profesionales capaces; segundo se requiere el acondicionamiento de los procesos que serán objeto de la intervención; y en tercer lugar, la entidad debe poseer las herramientas apropiadas (hardware, software y demás), es conveniente implicar desde el inicio a propietarios, profesionales, proveedores, y demás involucrados en el proyecto, adicional a esto es indispensable la designación de un BIM manager, quien será el principal encargado de articular el equipo de modeladores BIM, identificar y organizar las interferencias e incompatibilidades que se detecten, notificar a los implicados en las sesiones colaborativas y definir el cronograma para el cumplimiento de tareas, para esto es

fundamental la confección de un manual de procedimientos que deberá ser distribuido entre todos los involucrados del proyecto

2.1.3. Antecedentes locales

1. Macedo Pinillos y Milla Huamán (2016). En su proyecto “Aplicación de herramientas BIM-4D para la disminución de incompatibilidades en la planificación de la construcción del colegio Leoncio Prado Gutiérrez de El Porvenir”. Utilizando un método inductivo – deductivo al modelar el proyecto original en 3D mediante Autodesk Revit, determinar las incompatibilidades en los planos de Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Eléctricas e Instalaciones Sanitarias y obtener el reporte de metrados y la programación utilizando Autodesk Naviswork. Concluyen que es demasiado ventajoso el uso de herramientas BIM-4D; debido a que proporciona un enfoque visual mejorado del proyecto mediante una pre-construcción virtual, misma que evidencia interferencias e incompatibilidades en una misma especialidad o entre varias, que no se podrían advertir con el método tradicional hasta su ejecución in-situ y como consecuencia tendría el estancamiento del proyecto. Para este en particular, el número de incompatibilidades ascendió a 149 usando la metodología BIM en comparación a 35 que fueron detectadas por el sistema tradicional evidenciando de esta manera que el uso del método BIM-4D es 4.26 veces más confiable que el sistema tradicional., en cuanto a la obtención de planillas de metrados, fue automáticamente generado y con un alto grado de precisión y está disponible en el momento que el usuario lo requiera. Luego de efectuar un análisis de los resultados del sistema tradicional en comparación con el software se obtuvo una diferencia media de 0.08% entre las diferentes partidas. La programación en el software MS Project, se pudo conocer que el periodo de ejecución era 7 meses, posteriormente se consignó dicho periodo en el software Navisworks con el objetivo de demostrar la cronología real de acciones en un programa por semanas, anulando de esta forma cualquier obstáculo en la

ejecución Por último cuando se analizó el valor por conflicto se encontró que usando el modelado BIM 4D es igual a S/.120.00. Sin embargo, el método tradicional se eleva a un monto de S/. 292.00. Evidenciando que el empleo del método BIM 4D genera ahorros de hasta el 41.10% en comparación al uso del sistema tradicional.

2. Pacheco y Sopla (2019). En su tesis denominada “Propuesta de implementación de la tecnología BIM como herramienta en la planificación de la construcción en la segunda etapa del conjunto residencial Paseo Vitoria en la ciudad de Lima-Chorrillos”, utilizaron la metodología aplicada – descriptiva para la implementación de tecnología BIM y realizar un modelo de los planos utilizando el software Revit así también identificar incompatibilidades e interferencias que se encuentren en las diferentes especialidades y elaborar el reporte de metrados para ser comparado con el metrado tradicional. Concluyen que el modelo paramétrico es muy beneficioso ya que nos brinda una mejor visualización 3D del proyecto, los parámetros necesarios para la cuantía del metrado y a encontrar incompatibilidades e interferencias. Aplicando la nueva tecnología BIM encontraron un total de 71 incompatibilidades e interferencias y un margen de error de 10.93% en lo que respecta al metrado tradicional ante el metrado BIM.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Modelamiento de la Información de la Construcción. (BIM)

2.2.1.1. Definiciones Básicas.

En este apartado se tocará de cerca el modelamiento de la información de la construcción o BIM (acrónimo de *Building Information Modelling*), término que, la mayoría asocia a un programa de computadora o varios. La determinación de dicho término, percibido como una metodología de trabajo, filosofía y/o tecnología será detallado en el siguiente apartado, posterior a ello se hablará de las aplicaciones más destacadas de la metodología, la gestión de proyectos aplicando BIM además de los obstáculos y facilitadores más comunes.

2.2.1.2. Definición de BIM.

En el marco de la literatura encontrada en los antecedentes consignados anteriormente, se tiene diversidad de conceptos de BIM, no obstante, el más acertado es: BIM es la producción de información coherente, ordenada y sistematizada de un proyecto, que permite una mejora en el acto de toma de decisiones en el diseño, construcción, operación y mantenimiento respecto a la gestión de los recursos que dicho proyecto tiene. Esta definición es válida cuando se entiende a BIM como una metodología de trabajo colaborativo. Sin embargo, BIM se percibe también como una tecnología que facilita la toma de decisiones a partir de información coherente procesada a través de diversos medios tecnológicos, por ejemplo, el modelado integral del proyecto (incluyendo todas las etapas del mismo). Otra bondad de BIM se constituye en que es perfectamente compatible con el uso de las herramientas *Look Ahead* y *Last Planner System*, ambas de la atmósfera de la filosofía *Lean Construction*, usan esta manera de manejar la información basada en el modelo para obtener cuantificaciones, simulación de diversos escenarios, información de logística en general.

Otra definición planteada es: *“BIM es el grupo interactivo de campos (políticas, procesos y tecnologías) que juntos generan una metodología para gestionar el diseño del proyecto y la información de este de manera digital durante todo el ciclo de vida del proyecto”* (Succar, 2009). Como se aprecia en esta definición, se destaca el concepto de campos de aplicación que tiene BIM, los cuales son: tecnología, procesos y política:

- **Tecnología:** Abarca el conjunto de profesionales que se dedica a desarrollar software, hardware y sistemas de red indispensables para aumentar la eficiencia, por lo tanto, la productividad y generación de valor de los ámbitos que intervienen en la industria de la construcción.
- **Proceso:** Abarca el conjunto de especialistas que son encargados de gestionar, diseñar, ejecutar, fabricar los insumos, usos, manejos y sostenimiento de los proyectos.
- **Política:** Abarca el conjunto de profesionales encargados de realizar investigación, publicar los resultados obtenidos, advertir riesgos y

reducir conflictos con la industria. Desarrollan un rol preparatorio, auditor.

2.2.1.3. Nivel de Desarrollo (LOD).

Se conoce a nivel de desarrollo (LOD *Level of Development*) como el nivel de detalle de información que muestra cada elemento del modelo, y este es la parte de un componente, sistema constructivo o montaje de la infraestructura. Nivel de desarrollo hace referencia al nivel de confiabilidad con la que las características de un elemento y su información puede ser usada por el equipo responsable del proyecto.

La AIA (*American Institute of Architects*) clasifican a los niveles de desarrollo de la siguiente forma:

- LOD 100: se precisa la existencia de elementos modelados haciendo uso de algún símbolo o cualquier representación general de estos, mas no gráfica (forma, tamaño, otros). La información que contiene no es precisa y no cumple los estándares de LOD 200.
- LOD 200: Los elementos que se modelan ya poseen características geométricas (tamaño, ubicación, forma, etc.) es decir ya pueden ser reconocidos gráficamente, no obstante, siguen siendo representaciones muy generales.
- LOD 300: los elementos modelados se representan gráficamente como objetos, sistemas o partes específicas que tienen características de cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación. Información no necesariamente grafica también puede ser adherida en el modelado.
- LOD 400: los elementos modelados con similares características que, en el nivel anterior, pero con mucho mayor detalle, además se incorpora información para la prefabricación de los mismos.
- LOD 500: toda la información gráfica consignada en el nivel anterior (LOD 400) es parte de estos elementos, con la observación de que estos representan a lo que está realmente construido, que se conoce como "*as-built*". Además, cualquier información – no necesariamente

grafica – que sea esencial para etapas posteriores está incluido en el modelo.

2.2.1.4. Dimensiones BIM.

En un proyecto trabajado con la metodología tradicional, la información es plasmada en planos bidimensionales y en especificaciones técnicas. Esta forma de presentar la información varía en el entorno BIM, a través de las dimensiones BIM. Las dimensiones BIM hacen referencia a la manera en la que la gama de tipos de información es relacionada al modelo BIM. Mediante la anexión de dimensiones de información es más fácil de comprender el proyecto, como será al finalizar, cuál será la inversión, como se dará el mantenimiento, etc. A continuación, las dimensiones:

Figura 1*Dimensiones BIM. Elaboración propia*

- 3D: los modelos BIM en tres dimensiones son los modelos con los que tenemos mayor contacto. Estos elementos 3D tienen información geométrica y no-geométrica, dicha información debe presentarse como mínimo: longitud, ancho, profundidad; además se debe mencionar el LOD en que se está desarrollando. Conforme avanza el proyecto, la información consignada en el modelo va creciendo y mejorando los detalles.
- 4D: el objetivo de este modelo es detallar el proceso constructivo antes de que se realice en el terreno y entender los riesgos afines. La información concerniente al periodo que se consigna en el modelo debe almacenar la duración de cada actividad de instalación, tiempo de construcción, periodo mínimo para que pueda manipularse/usarse, secuencias de instalación, otros. Para que el modelo 4D sea confiable

y de provecho es fundamental que el equipo de trabajo esté constituido por personas con experiencia en construcción, desde las etapas iniciales.

- 5D: surge a partir de añadir información concerniente a los costos del proyecto en el modelo BIM, permitiendo realizar estimaciones. Dicha información tiene relación con diversos costos; de compra, de instalación, de iniciación de algún equipo, de reemplazo, etc. Como en la dimensión 4D los resultados serán de mayor veracidad siempre que se incluya en el equipo de trabajo a personal calificado y con experiencia en el rubro, y estará estrechamente ligado al LOD del modelo. Esta quinta dimensión permite acortar los plazos usados para hacer estimaciones al mismo tiempo que aumenta la precisión de las mismas.
- 6D: la sexta dimensión de BIM contempla la gestión de la propiedad, entendiéndose por propiedad, a la infraestructura ya terminada y en su etapa de operación y mantenimiento. El 6D proporciona información importante con respecto a los costos de todo el ciclo útil de la propiedad, para aumentar la eficiencia de los gastos y reducirlos. Existen autores que denominan a esta dimensión como “BIM integrado” o “iBIM”, por poseer información del total de ciclo de vida del activo. Además, esta dimensión incluye información de las instalaciones, proveedores de material y servicio técnico, fechas de instalación y mantenimiento; incluyen también manuales de operación de cada instalación para obtener un mejor desempeño y mejorar la eficiencia energética.
- Es prudente mencionar que las dimensiones antes mencionadas son las más encontradas en la literatura. Sin embargo, existe quien menciona una séptima dimensión, misma que está enfocada en la sostenibilidad, donde se interactúa con información necesaria para conocer cuál será el comportamiento del activo en referencia al impacto medioambiental que generará, con esto se puede generar diversidad de análisis y simulaciones. También existe quien menciona una octava dimensión, la misma que está relacionada a evaluaciones de seguridad usando información del modelo.

2.2.1.5. Plan de Ejecución BIM (BEP).

El plan de ejecución BIM (BEP, por las siglas de *BIM Execution Plan*) es la documentación principal para la implementación BIM en cualquier proyecto. Dicho plan tiene que ser concebido por la totalidad del equipo de trabajo, siendo el primer documento desarrollado de manera colaborativa entre todos los involucrados. Cabe mencionar que este plan es exclusivo para cada proyecto, pero es flexible, es decir, puede ir variando con el avance del proyecto. Una guía general para la elaboración del BEP fue elaborada por la universidad de Pennsylvania en el 2013.

- a. Distinguir los usos BIM más indispensables para las fases de inicio, diseño, construcción, uso y funcionamiento.
- b. Diseñar el proceso de ejecución BIM a través de la elaboración de mapas de procesos.
- c. Establecer las metas/entregables BIM y la forma en la que estos serán alcanzados a todos los involucrados.
- d. Elaborar los requerimientos mínimos indispensables para concluir este plan. Estos requerimientos adoptan la forma de contratos, procedimientos de comunicación, herramientas y tecnología para monitorear la calidad de la implementación.

2.2.1.6. Sesiones De Ingeniería Concurrente Integrada (ICE).

ICE (*Integrated Concurrent Engineering*), ingeniería concurrente integrada es un método de trabajo de carácter social, asistido por la tecnología, y busca crear y evaluar diversas alternativas integrales de diseño de múltiples especialidades entre los interesados en el proyecto. La primera mención que se tiene acerca de esta metodología de trabajo tiene lugar en los años 90 por parte del “*Jet Propulsion Laboratory*” de la NASA.

Las reuniones ICE tiene como fin desechar las desviaciones que no aportan valor. Dichas desviaciones son relacionadas con las sesiones de diseño: designación de responsabilidades, tiempos muertos de gente ausente en la reunión, clasificación de metas, métodos y terminología. Con la desaparición de estas desviaciones, soporte tecnológico, métodos y

habilidades para mejorar el diseño y análisis; el grupo de trabajo disminuye tiempos de respuestas en comparación a las sesiones tradicionales.

2.2.2. Usos de la Metodología BIM

Usos BIM, o también conocidos como aplicaciones BIM, solución BIM o herramienta BIM, son los métodos puntuales de la aplicación de la metodología BIM, dichos usos BIM, sustituyen actividades por metodologías que se deben ejecutar cuando se realizan proyectos que posteriormente se constituirán en activos.

No obstante, las definiciones y número de usos, varían dependiendo de los países e instituciones, quienes ha elaborado estándares propios y manuales detallando los usos que han definido.

Los usos BIM más usados son los propuestos en la web de Planificación de Ejecución BIM de la Universidad de Pennsylvania. Dichos usos han sufrido variaciones a lo largo del tiempo conforme las versiones de los esquemas se iban actualizando, lo más característico de este esquema es la disposición de los usos según las etapas de los proyectos, es decir, planificación seguido por diseño, posteriormente construcción y finalmente operación.

Como se puede ver en la Figura 2, gran cantidad de los usos tienen lugar en más de una fase, lo que expone la necesidad de continuidad que debe haber en su uso por fases, además el esquema clasifica los usos BIM en **primarios** y **secundarios** según la intensidad de color.

Figura 2

Usos BIM definidos por Computer Integrated Construction (CIC) Research Program de PENNSTATE Univ

Planificación	Diseño	Construcción	Operación	
Modelado de condiciones existentes				
Estimación de costos				
Planificación por fases				
Programación del proyecto				
Análisis de terreno				
	Revisiones del diseño			
	Generación de diseño			
	Análisis estructural			
	Análisis de iluminación			
	Análisis energético			
	Análisis mecánicos			
	Otros análisis de ingeniería			
	Evaluación LED			
	Revisión de normativa			
		Coordinación 3D		
		Desarrollo de layout de obra		
		Análisis de proceso constructivo		
		Prefabricación digital		
		Monitoreo y control 3D		
				Modelos del activo entregado
				Mantenimiento preventivo
				Análisis de los sistemas del edificio
			Gestión de activos	
			Administración de espacios	
			Planificación ante desastres	

Nota: Adaptado de CIC, 2010

Entre las múltiples entidades que han desarrollado sus propias guías de usos BIM, destaca la Universidad de Harvard, la guía de esta institución fue elaborado por el subcomité BIM del grupo “*University Construction Management Council*” (UCMC) con la finalidad de organizar los incontables términos, acrónimos, pasos y programas con los que cada quien se encuentra cuando se desea empezar la implementación BIM o en el proceso.

Como advierte la siguiente tabla los usos BIM también tienen lugar en más de una fase.

Tabla 1

Usos BIM establecidos por la UCMC de Harvard.

	Diseño	Pre-construcción	Construcción	Operación
Modelado de condiciones existentes	X	X	X	
Validación de espacios	X			
Autoría de diseño	X			
Mock-up digital	X	X	X	
Alternativas de diseño	X			
Comunicación en el diseño	X			
Generación de documentación	X			
Análisis de diseño	X			
Análisis de ingeniería	X			
Coordinación durante el diseño	X			
Coordinación durante la construcción		X	X	
Programación		X	X	
Extracción de metrados		X	X	
Planificación de Logística		X	X	
Seguridad		X	X	
Planeación de layout de obra			X	
Fabricación digital			X	
Asistencia en campo			X	
Modelos Récord			X	
Gestión de instalaciones				X

Nota: Adaptado de UCMC, 2016

Además de las calificaciones antes mencionadas existen multitud en la literatura consultada, de este universo de información se extrajo los usos más importantes los cuales abordaremos con más detalle a continuación.

2.2.2.1. Modelamiento Integral Del Proyecto.

Se refiere a la elaboración de un modelo del proyecto valiéndose de un software de modelamiento virtual en tres dimensiones (3D), teniendo en cuenta información destacada para el proyecto dependiendo de la etapa en que se encuentre generando el modelo y para los objetivos que se necesite hacer dicho modelo.

La acción de modelar el proyecto tiene lugar en los primeros procesos, debido a que incluye el modelado de las situación actual o condiciones existentes del terreno a intervenir. Para tal fin se hace uso de programas laser que capturan o levantan la información con mayor precisión y en menor tiempo, que facilita la labor de pasarlo posteriormente al modelo virtual. El modelamiento del proyecto es el primer paso y es a partir de este uso que los demás pueden llevarse a cabo.

Con el avance del proyecto, es necesario a veces modelar obras provisionales y ciertas instalaciones que serán temporales, no obstante, son esenciales para la correcta ejecución del proyecto. Las herramientas de modelado ofrecen la opción de asignar una fase de construcción y de derribo.

Este modelado será usado en la fase de construcción, y facilitara la evaluación de opciones y toma de decisiones en busca de aumentar la eficiencia, además este modelo permitirá elaborar una mejor distribución acorde al requerimiento que se presente.

En la fase de operación y mantenimiento será indispensable haber modelado la totalidad de instalaciones con un adecuado nivel de detalle o LOD que albergue la información necesaria para esta fase del proyecto. El modelo final deberá representar fidedignamente lo construido.

2.2.2.2. Cálculo y Valoración de Metrados y Costos.

Haciendo uso de los modelos elaborados a través de las distintas fases del proyecto es posible hacer metrados o cuantificaciones, con gran precisión, en función por supuesto, del LOD con el que se haya elaborado el modelo. Teniendo esta información y los precios unitarios de los elementos incluidos en el modelo se elaboran estimaciones de costos, con mayor exactitud que con la metodología tradicional mediante el uso de planos. La

aplicación de esta herramienta permite comprender el impacto en el presupuesto por modificaciones realizadas en los proyectos y constituir planes de contingencias con sustento en la información obtenida a partir de dichas estimaciones de costos.

La simulación o estimación de costos constituye la quinta dimensión de BIM o el BIM 5D donde la variante del costo se integra con el proyecto en etapas iniciales con la finalidad de facilitar la toma de decisiones sustentándose en datos como costos, productividad, etc., de proyectos parecidos.

2.2.2.3. Producción de Propuestas de Diseño Flexibles.

En la totalidad de proyectos, existen cambios sin importar la etapa en la que se encuentre, un modelo BIM permite elaborar múltiples propuestas dependiendo de cada especialidad para identificar cual es la más acertada en función de la información consignada en el modelo, como pueden ser: instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, instalaciones mecánicas, instalaciones de aire acondicionado, instalaciones de gas, sistemas de agua contra incendio, análisis estructural. Con estas propuestas el cliente puede elegir basándose en la variedad de diseños, e incluir los metrados extraídos de los modelos.

También es posible observar las necesidades arquitectónicas para mejorar los proyectos e identificar de qué manera impactan estas modificaciones sobre los demás sistemas del proyecto, esto debido al carácter paramétrico de los modelos que permiten una única atmosfera coherente.

2.2.2.4. Planificación 4D.

Refiere la elaboración de un plan para las fases del proyecto teniendo como referencia a un modelo 4D, dicho modelo se obtiene de añadir la dimensión tiempo a un modelo 3D previo. Esta aplicación BIM permite observar los requerimientos de cada fase constructiva para que pueda ser ejecutada sin demoras y teniendo en cuenta los espacios disponibles según el avance. Con esto se puede mejorar la programación de actividades en los

espacios generados. Se puede dar una visión más real al cliente y al equipo del proyecto sobre los hitos del mismo.

2.2.2.5. Producción de Documentación.

Es la actividad por la cual se hace uso del modelado de construcción virtual para generar todo tipo de planos (plantas, elevaciones, cortes o secciones, detalles, etc.). La elaboración de planos incluye proyecciones isométricas de diversos ambientes o ciertos elementos singularmente complejos. Con esta aplicación BIM cualquier modificación realizada en el modelo se reflejará en todos los planos que se hayan generado, debido a que la base de datos para dichos documentos es el mismo modelo, con lo que se deja de lado las innumerables actualizaciones plano a plano, especialidad por especialidad, que se tenían que efectuar con la metodología tradicional. Es posible también formar vínculos entre las especificaciones técnicas y materiales o elementos del modelo para que aparezcan en ciertos planos que así lo requieran, desapareciendo así cualquier tipo de incongruencia entre documentos del mismo proyecto.

2.2.2.6. Evaluaciones de Viabilidad y Eficiencia.

Este uso BIM se da cuando se toma la decisión de generar el menor impacto posible en el medio ambiente y certificarlo (LEED u otro). Debe estar presente desde tempranas etapas del proyecto para que pueda ser contemplada por todas las especialidades. es necesario que se trabaje integralmente para contemplar de qué manera impacta en los metrados y finalmente en el costo. Algunos de los análisis o evaluaciones que se pueden ejecutar con este uso son: impacto de la luz diurna en la productividad de los usuarios, cantidad de energía requerida, cantidad de calor generado, otros. Con los datos obtenidos de los resultados de los análisis anteriormente mencionados se tendrá que tomar medidas para optimizar los recursos en la etapa de mantenimiento.

2.2.2.7. Reconocimiento de Interferencias de Incompatibilidades.

Tal vez este uso/aplicación sea el más usado y el que mayor beneficio evidencia a ojos de los involucrados en el proyecto, por el gran impacto registrado durante todas las etapas del mismo. Sustentado en la superposición de todos los modelos de cada especialidad (o por pares) en

uno solo para distinguir, básicamente, interferencias, como pueden ser; dos tuberías de distintos sistemas en un mismo lugar. Para este fin se usa un software de coordinación 3D, en el cual es necesario que la totalidad de involucrados se manifiestan con su retroalimentación para proponer soluciones a dichas interferencias.

Además, es posible también advertir otro tipo de incompatibilidades, como las que tiene lugar cuando existen datos erróneos en los diagramas de Gantt, y se programa el vaciado de una losa antes de completar las columnas que la soportan. La temprana detección de las interferencias e incompatibilidades permitirán advertir de posibles ampliaciones de plazo, y adendas; por demás perjudiciales.

2.2.2.8. Simulación de Procesos Constructivos.

Refiere a la simulación, basada en el modelo BIM elaborado, de la progresión de actividades y/o variedad de procesos constructivos con elevado nivel de complejidad. Con esta aplicación se aumenta significativamente la constructabilidad del proyecto, porque es más sencillo de comprender los procesos y su progreso además de que se puede mejorar la planificación de los recursos destinados a dichas actividades. Otra bondad de este uso es la mejora en la programación de los requerimientos logísticos y de tránsito (personal y vehículos) de las actividades simuladas y de esta manera aprovechar mejor los espacios de la obra.

2.2.3. Gestión BIM

En este apartado se detallarán algunos lineamientos básicos para el desarrollo de proyectos BIM tomados desde el punto de vista del propietario o cliente. Se distinguen de las aplicaciones BIM por que no se basan en el modelo BIM para su ejecución. No obstante, son actividades imprescindibles debido a que disminuyen los periodos de latencia, contempla a los integrantes del equipo y colabora a obtener una adecuada gestión del proyecto.

2.2.3.1. Integración de Procesos y Recursos Humanos.

Como se viene mencionando, la metodología BIM pone sobre la mesa la necesidad de implementar un trabajo colaborativo, y una manera de hacerlo es aplicando los usos BIM mencionados en el apartado anterior. Sin

embargo, su aplicación no será posible si no hay una apropiada plataforma de trabajo colaborativo, dicha plataforma se debe lograr mediante la integración tanto de procesos como de individuos con el objetivo de alcanzar relaciones ganar – ganar a lo largo de todas las etapas del proyecto.

La nueva metodología propone fragmentar el trabajo en piezas de menor tamaño, es determinante el uso correcto de las sesiones ICE. Es de vital importancia poder visualizar el producto final íntegramente, es decir, saber para qué fines fue concebido, y partiendo desde ello el diseño y sus alternativas.

- Cuando se habla de procesos de integración, afloran cinco tipos de estos, mismo que se detallan a continuación:
- Es indispensable que la percepción de valor del cliente coincida con el proceso de diseño, puesto que es vital que los usuarios tengan la percepción que el diseño propuesto tiene coherencia con su necesidad y que están dispuestos a invertir en ello.
- El diseño tiene que poseer la cualidad de ser ajustable según las percepciones de los clientes en distintas etapas del mismo y poder adaptarse a la valoración final de dichos clientes.
- Es esencial que el diseño tenga la cualidad de la constructabilidad, misma que debe ser garantizada desde etapas tempranas.
- Se necesita incluir el conocimiento de etapas posteriores (operación y mantenimiento) en la etapa de diseño, esto permitirá elaborar un producto que responderá ante las exigencias y restricciones que enfrentará en esas etapas.
- El diseño debe ser eficiente en los aspectos; social, ecológico y económico; en el tiempo. Lo que se conoce como sostenibilidad. De nada servirá con cumplir los cuatro tipos de procesos anteriores si no cumple con los 3 ejes paralelamente.

2.2.3.2. Gestión en la Etapa de Concepción.

Refiere a la etapa inicial de cualquier proyecto. Conocida también como diseño conceptual, es de vital importancia pues, permite definir los objetivos. En esta etapa para facilitar la toma de decisiones se puede aplicar muchos de los usos mencionados antes, por ejemplo: la estimación de costos, solo con tener una idea de los sistemas que usaría el proyecto y de los proveedores de los mismos se puede abarcar un aspecto muy importante como es el costo del proyecto. Otra aplicación de gran interés es el modelamiento del lugar que albergara el proyecto conocido como emplazamiento. También es conveniente mencionar que actualmente existen diversos softwares que permiten llevar a cabo análisis y simulaciones de carácter ambiental, cantidad de energía requerida, luminosidad, etc. Aunque es cierto también que dichos softwares aún son concebidos de manera aislada entre ellos, es decir, se encuentran separados, lo que dificulta la interoperabilidad y aumenta el costo por usarlos.

2.2.3.3. Gestión en la Etapa de Diseño.

En esta etapa toman el rol protagónico las sesiones ICE y la incursión de un “facilitador”. En las reuniones ICE se debe a dar conocer la totalidad de sistemas necesarios para el correcto funcionamiento del proyecto y poner sobre la mesa los requerimientos de cada disciplina. El facilitador desempeñara una labor muy importante durante estas sesiones de ingeniería, puesto que será el encargado de guiar el grupo hacia las soluciones y tratar de resolver los problemas, evidentemente para completar esta tarea es necesario que los participantes de las sesiones ICE, asistan totalmente enfocados en resolver dichas interferencias e incompatibilidades.

Este método surge a partir de la búsqueda por querer reducir los periodos de latencia, que refieren al tiempo que toma un sistema o encargado de un sistema en dar solución a un problema con el proyecto.

2.2.3.4. Gestión en la Etapa de Construcción.

Generalmente la etapa de construcción es percibida como una etapa aislada a la fase de diseño, no obstante, todo el proyecto debe ser percibido como uno solo, comprendiendo que cualquier cambio en cualquiera de las etapas generar un impacto en el proyecto.

La capacidad de impactar disminuye conforme se avanza las etapas del proyecto y es inversamente proporcional al costo generado por cambios, esto quiere decir que mientras el cambio tenga lugar en momentos más tardíos en las etapas generara mayor demanda de esfuerzo y coste. Lo ideal sería poder prever los cambios en etapas iniciales del proyecto, pero para esto tendrá mucha importancia el factor constructabilidad del diseño. La documentación (planos, especificaciones) debe ser generad para cada sistema y de ser posible con presencia de los encargados de cada sistema y poniendo especial atención en que dicha documentación posea el detalle suficiente para su ejecución.

2.2.3.5. Gestión en la Etapa de Operación y Mantenimiento.

También en esta etapa el o los propietarios pueden valerse de múltiples usos BIM, dado que se pueden realizar modelos de ocupación de personas lo que permitirá una idea más acertada de lo que se presentar durante esta etapa, y poder preparar algunas actividades de contingencia. Es posible también aplicar la metodología BIM para la visualización de simulaciones del terreno en un determinado intervalo de tiempo y de esta manera facilitar la toma de decisiones referente a mantenimientos a largo plazo

2.2.3.6. Barreras y Facilitadores.

En este apartado mencionaremos algunas de las barreras más comunes para la implementación de la metodología BIM en el mercado actual, y también repasaremos algunos facilitadores:

- Barreras:
 - Resistencia al cambio debido al estado de confort presente en las instituciones, a esto se le adiciona la dificultad por ajustar o cambiar los procesos y conocimientos ya instaurados.
 - Información errónea acerca de los beneficios, y de los plazos, genera falsas expectativas.
 - Alto coste de inversión, debido a que la inversión inicial es alta considerando que los beneficios serán visibles a largo plazo.
 - Escases de personal calificado en implementación BIM.

- Bajo nivel de estandarización, lo que genera esfuerzos muchas veces aislados por estar a merced de la interpretación de cada institución.
- Facilitadores:
 - Apoyo desde altas esferas de la entidad. (gerencia y/o directorio).
 - Comprender la implementación como una actividad a largo plazo
 - Ventaja competitiva.
 - Área de servicios tecnológicos a la vanguardia
 - Requerimiento por parte del cliente para usar BIM

2.3. Marco Conceptual

Lista de acrónimos y términos:

- **AEC:** *Architecture, Engineering and Construction* / Arquitectura, Ingeniería y Construcción.
- **AFIN:** Asociación Nacional para el Fomento de la Infraestructura Nacional.
- **ANIP:** Asociación Nacional Invierte Perú.
- **BAS:** *Building Automatization System* / Sistema de Automatización de Edificios.
- **BCA:** *Building & Construction Authority* / Autoridad de la Construcción y Edificaciones.
- **BEP:** *BIM Execution Plan* / Plan de Ejecución BIM.
- **BIM:** *Building Information Modelling* / Modelamiento de la Información de la Construcción.
- **CAD:** *Computer Aided Design* / Diseño Asistido por Computadora.
- **CAPECO:** Cámara Peruana de la Construcción.
- **DGPMI:** Dirección General de Programación Multianual de Inversiones.
- **DIGENIPAA:** Dirección General de Inversión Pesquera Artesanal y Acuícola
- **ENEP:** Encuesta Estructural de la Pesquería Artesanal en el Litoral Peruano.
- **FONDEPES:** Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero.
- **GCPI:** Gerencia Central de Proyectos de Inversión.
- **GIS:** *Geographic Information System* / Sistema de Información Geográfico
- **iBIM:** *Integrated BIM* / BIM Integrado.
- **ICE:** *Integrated Concurrent Engineering* / Ingeniería Concurrente Integrada
- **ICT:** *Information and Communications Technology* / Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
- **IMARPE:** Instituto del Mar del Perú.
- **LEED:** *Leadership in Energy and Environmental Design*
- **LOD:** *Level of Development* / Nivel de Desarrollo.
- **MEF:** Ministerio de Economía y Finanzas
- **MEP:** *Mechanics, Electrical, Plumbing*
- **MINEDU:** Ministerio de Educación.
- **MININTER:** Ministerio del Interior.
- **MTC:** Ministerio de Transportes y Comunicaciones

- **MVCS:** Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento,
- **OGIN:** Oficina General de Infraestructura.
- **OSCE:** Órgano Supervisor de las Contrataciones del Estado.
- **PIP:** Proyecto de Inversión Pública.
- **PJ:** Poder Judicial.
- **PMI:** Programación Multianual de Inversiones.
- **PRONIED:** Programa Nacional de Infraestructura Educativa.
- **PROVIAS Nacional:** Responsables de la Red Vial Nacional.
- **RFI:** *Request for Information* / Requerimiento de Información.
- **ESSALUD:** Seguro Social de Salud.
- **SNIP:** Sistema Nacional de Inversión Pública.
- **TDR:** Términos de Referencia.
- **UE:** Unidad Ejecutora
- **UF:** Unidad Formuladora
- **VDC:** *Virtual Design and Construction* / Diseño y Construcción Virtual.

2.4. Sistema de Hipótesis Variables e Indicadores (Cuadro de Operacionalización de Variables)

Tabla 2

Matriz de Operacionalización

VARIABLE N°01	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM	<p>BIM se presenta como una propuesta importante en la gestión de diseño y construcción a través de la representación digital de un producto (modelo) que es desarrollado colaborativamente.</p> <p>El Building Information Modeling (BIM) consiste en la recopilación e interacción de la información de un proyecto constructivo en un modelo virtual en 3D, que abarca la geometría y características técnicas de los elementos individuales y los sistemas constructivos que configuran (estructura, cerramientos, instalaciones, etc.), las relaciones espaciales entre éstos, la planificación de su construcción, los costes, incluso aspectos medioambientales.</p> <p>Además, esta información puede servir para la gestión posterior del inmueble o de la infraestructura (servicios, mantenimiento, reparaciones) e incluso su demolición al final de su ciclo de vida.</p>	Evaluación de planos por especialidad	<p>La implementación de la metodología BIM, observado desde la perspectiva operacional, refiere a las generosas ventajas que se obtienen a partir de desarrollar proyectos haciendo uso de ella.</p> <p>Dichas ventajas se podrán cuantificar a partir del uso de los indicadores según se proponen para cada dimensión. Es decir, que se podrá concretizar de manera cualitativa la forma en que impacta; la metodología BIM en comparación con la metodología tradicional; en los proyectos.</p>	<p>Planos de las especialidades o disciplinas (EST, ARQ, IS, IE, etc.).</p> <p>Uso de softwares. (Revit, Navisworks).</p> <p>Modelo BIM.</p>
		Elaborar planos por especialidad.		Elaboración de cuadros de interferencias
		Interferencias con la metodología BIM.		Codificación de interferencias
		Análisis de metrados		Elaboración de cuadro de interferencias cuantitativo.
				Consolidado de metrados.

Nota: Elaboración Propia

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y Nivel de Investigación

Aplicada – Descriptiva

3.2. Población y Muestra de Estudio

3.2.1. Población

Para esta investigación se considerará al Desembarcadero Pesquero Artesanal de La Cruz – Tumbes como único objeto de estudio.

3.2.2. Muestra

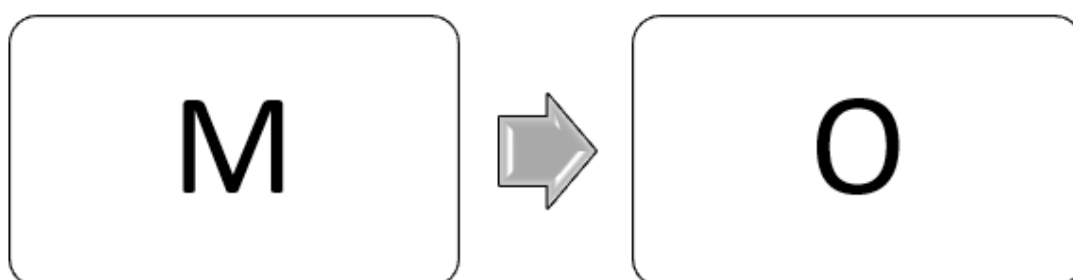
Este estudio de investigación se sustenta en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de La Cruz – Tumbes; se considerará al proyecto como objeto de muestra.

3.3. Diseño de Investigación

Debido a la naturaleza de la investigación se opta por elegir un diseño Cuantitativo de tipo No Experimental, dado que, se recabo información proveniente del expediente tradicional del Desembarcadero Pesquero Artesanal La Cruz, con el objetivo, entre otros, de detectar interferencias e incompatibilidades.

Figura 3

Esquema de diseño de investigación



Donde:

M : Muestra

O : Información destacada y de interés recopilada para analizar.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Investigación

3.4.1. Técnicas

La primera actividad que se ejecutó fue el acopio de datos e información, esta acción tuvo lugar en el mes de enero del 2021, fecha en la que iniciamos la presente investigación. El acopio de datos contempla la recolección de todo material de carácter técnico, como pueden ser, plano, especificaciones técnicas, metrados y demás componentes de un expediente técnico.

a) Características del Proyecto

El proyecto objeto de análisis en la investigación es la implementación de un complejo pesquero artesanal que consta de diversidad de edificios, tanto en tierra como en mar. El Desembarcadero Pesquero Artesanal está ubicado en la región Tumbes

- Ubicación

- Departamento : Tumbes
- Provincia : Tumbes
- Distrito : La Cruz
- Coordenadas : 9597944.813 N
544834.035 E
- Área proyectada : 2 292.75 m²
- Perímetro : 297.15 m

Figura 4

Ubicación del Desembarcadero Pesquero Artesanal

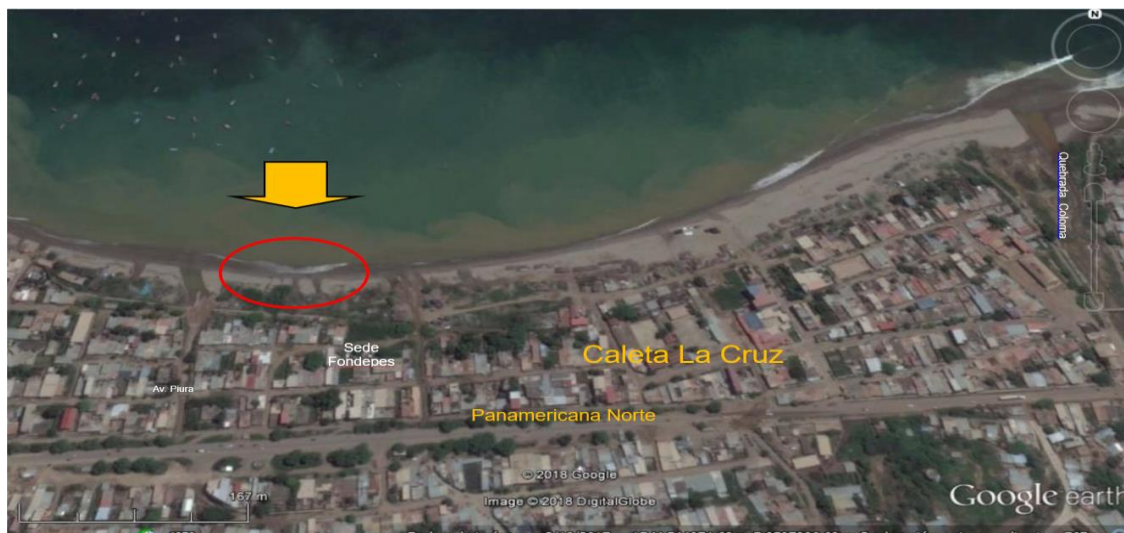
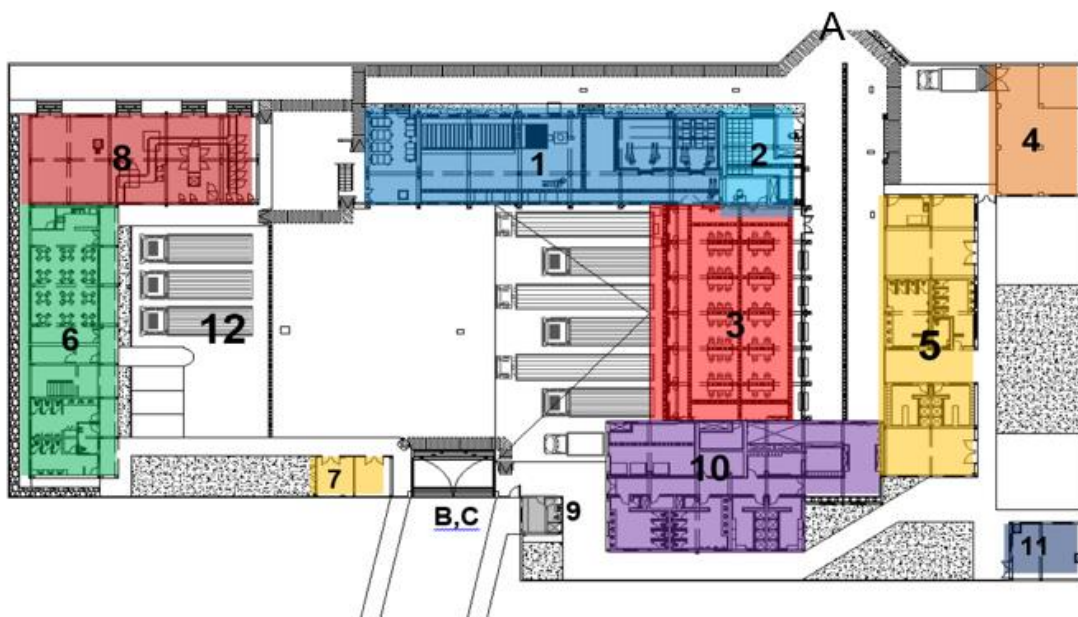


Figura 5*Esquema arquitectónico de los ambientes*

- Resumen

En la figura 5, se presenta un esquema de los ambientes propuestos.
(ver Programación Arquitectónica en Anexos)

1 = Área de Frio

2 = Área de cajas y pesaje

3 = Área de tareas previas

4 = Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

5 = Área de tópicos y talleres

6 = Bloque de administración

7 = Zona de residuos peligrosos

8 = Zona de fuerza y osmosis inversa

9 = Ingreso vehicular y prevención

10 = Área de desinfección

11 = Cuarto de bombas y cisternas

12 = Patio de maniobras y estacionamientos

A = Muelle

B = Ingreso vehicular

C = Ingreso peatonal

b) Planos del Proyecto

La totalidad de planos que se recopilaron fueron obtenidos en formato .dwg es decir fueron elaborados por CAD bajo la metodología tradicional. Se analizaron los planos de las siguientes especialidades:

- Arquitectura: 23 planos
- Estructuras: 76 planos
- Instalaciones Eléctricas: 25 planos
- Instalaciones Sanitarias: 45 planos
- Instalaciones de Comunicaciones: 3 planos
- Equipamiento: 7 planos

El proyecto debido a su envergadura consta de numerosos planos (más de 180), por tal motivo es muy común encontrar descoordinaciones entre las disciplinas.

c) Especificaciones técnicas

Los documentos de carácter técnico son indispensables en la intención de elaborar el modelo BIM, debido a que cada elemento que se modela puede ser dotado de variedad de parámetros.

d) Metrados

El acopio y análisis de esta información es necesaria para cumplir con el último de los objetivos específicos, mismo que busca comparar los datos obtenidos a partir del uso de la metodología tradicional con los datos extraídos del modelo elaborado bajo la metodología BIM.

3.4.2. Instrumentos de Investigación

Software

Haciendo uso de software desarrollados específicamente para modelamiento y detección de interferencias, será posible procesar y analizar la data para cumplir con los objetivos de la investigación.

- AutoCAD 2020 - Autodesk: Visualización y análisis de planos.
- Revit 2020 – Autodesk: Modelamiento, extracción de vistas 3D, extracción de secciones y elevaciones, extracción de metrados gruesos.

- Navisworks Manage 2020 – Autodesk: Detección de interferencias e incompatibilidades, elaboración de reporte detallado.
- Microsoft Excel – Office: Procesamiento de datos varios, elaboración de planillas, cuadros comparativos, diagramas y gráficos.

3.5. Procesamiento y Análisis de Datos

3.5.1. Recolección y Procesamiento.

Los datos serán recolectados haciendo uso de todas las fuentes veraces que estén al alcance de las posibilidades de los investigadores, posterior a esto se dedicara el tiempo que sea necesario para el reconocimiento del proyecto, generando una familiaridad e interiorización con el mismo. Se destinará un periodo específico para lectura de planos y otro para lectura de especificaciones técnicas, así como memorias descriptivas y de cálculo de ser el caso. A partir de la información recolectada y según el marco teórico, se buscará proponer un plan de ejecución BIM enfocado específicamente en la etapa de diseño, y se definirán los usos BIM que mejor se adapten con los objetivos de la investigación.

3.5.2. Modelo con Metodología BIM

3.5.2.1. Descripción.

Actualmente existe multitud de softwares que se pueden usar en la elaboración de un modelo BIM (ArchiCAD, REVIT, Allplan, Aecosim, Vectorworks, Edificius); en esta investigación en particular se hará uso de la herramienta Revit 2020, software desarrollado por la firma americana Autodesk, misma que es responsable, también, del software AutoCAD. Por tal razón encontramos la interfaz de Revit bastante familiar e intuitiva, además que, el grueso de la data acopiada para este proyecto está en formato .dwg; formato nativo de AutoCAD.

Otro motivo para elegir Revit es su fácil y gratuita instalación, esto debido a que la empresa Autodesk proporciona una licencia gratuita con duración de 3 años cuando el software se usa para fines pedagógicos.

Para iniciar con el proceso de modelado es necesario que primero se configuren ciertos parámetros, tal como el tipo de plantilla, y el sistema de

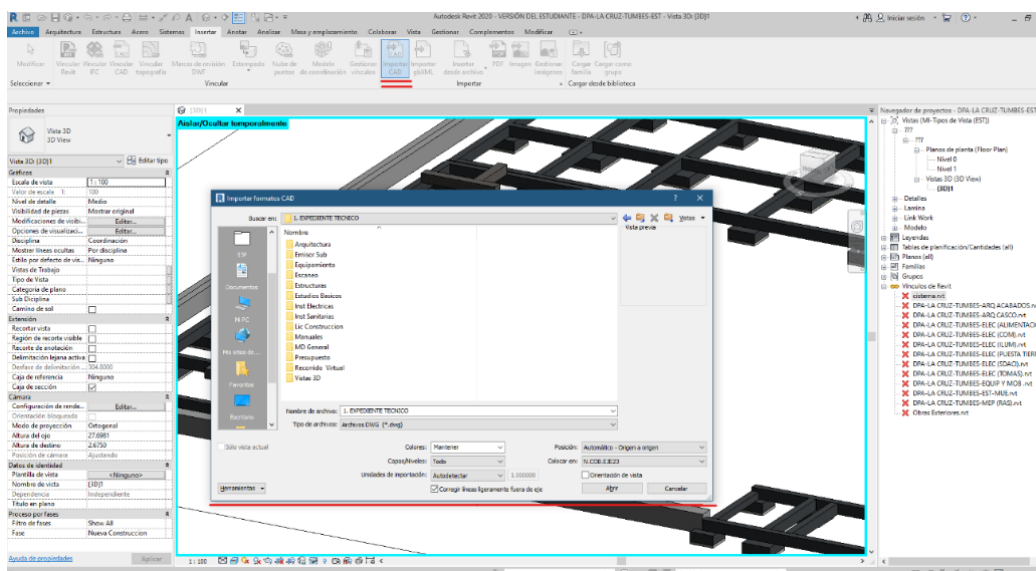
unidades que se usara, así como el número de decimales. Para esta investigación se hará uso de una plantilla de construcción (contempla las especialidades de arquitectura, estructuras e instalaciones MEP). Posterior a esto se configuró las unidades en metros y la precisión de dos decimales. Revit genera las anotaciones de niveles y ejes de la grilla; para que el modelo sea sencillo de trabajar es necesario ajustar la escala, de esta manera el software automáticamente cambia el tamaño de todas las anotaciones automáticas.

Es importante que, al generar la grilla, esta se quede fija. Y que todas las especialidades usen los mismos ejes, para posteriormente no tener incidentes con la vinculación de los distintos modelos.

3.5.2.2. Vinculación e Importación desde AutoCAD.

Revit brinda la posibilidad de importar archivos con formato .dwg y .pdf; esto con la intención de facilitar el proceso de modelamiento, es recomendable que los archivos CAD que se importen estén, en la medida de lo posible, sin texturas (hatch) ni elementos que no contribuyan al modelo (mobiliario y equipamiento).

Figura 6
Ventana de importación de Archivo CAD

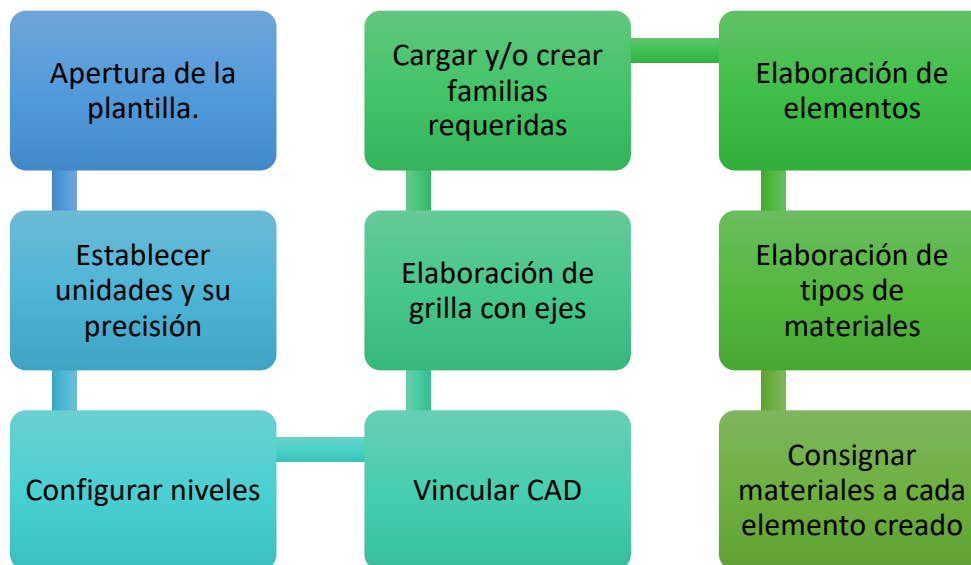


3.5.2.3. Ajustes de Interfaz en Revit.

Una correcta configuración de la interfaz de modelado garantiza la calidad y anula futuras incongruencias. El siguiente diagrama de flujo muestra en orden las acciones necesarias para una correcta configuración.

Figura 7

Diagrama de Flujo para una Correcta Configuración



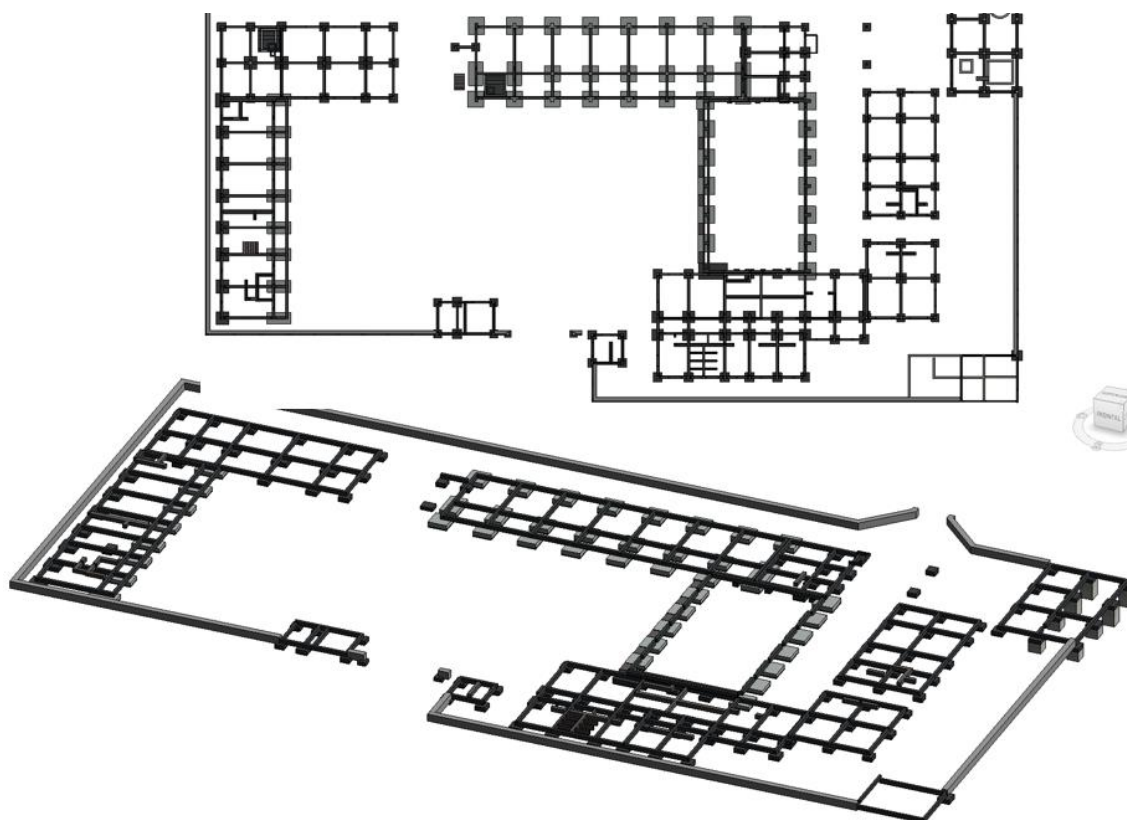
3.5.2.4. Modelos por Disciplina.

3.5.2.4.1. Estructuras.

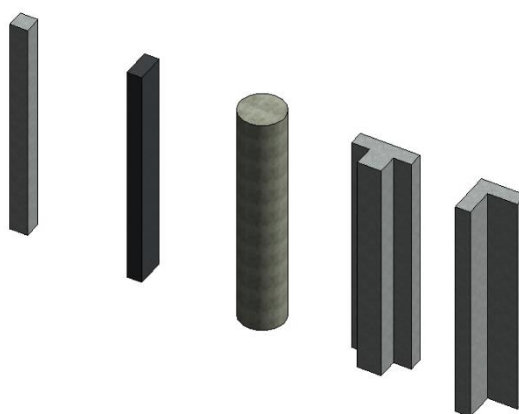
La propuesta estructural predominante en este proyecto consiste en la implementación de zapatas conectadas con vigas de cimentación, además de sistemas de pórticos ortogonales de concreto armado, y losas planas aligeradas en una dirección.

A) Obras en tierra

- **Modelamiento de Cimentación:** el modelado de la cimentación se realizó bloque por bloque, cada uno con una cimentación específica y no necesariamente con el mismo nivel de fondo de zapata (NFZ). La sección dominante de zapata es cuadrada con contadas excepciones; según la especificación técnica y los planos, todas las zapatas incluyen un solado de 4" de concreto 1:10. Las vigas de cimentación y cimientos corridos son de sección rectangular.

Figura 8*Cimentación del Desembarcadero Pesquero Artesanal*

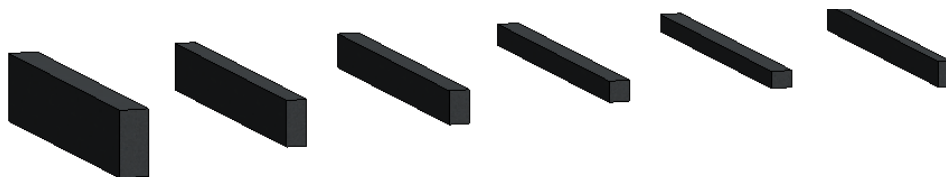
- **Modelamiento de Columnas y Vigas:** los tipos de columnas varían según los bloques del complejo, existen columnas con sección cuadrada, rectangular, circular, en “T” o en “L”.

Figura 9*Tipos de Columnas en el Desembarcadero Pesquero Artesanal*

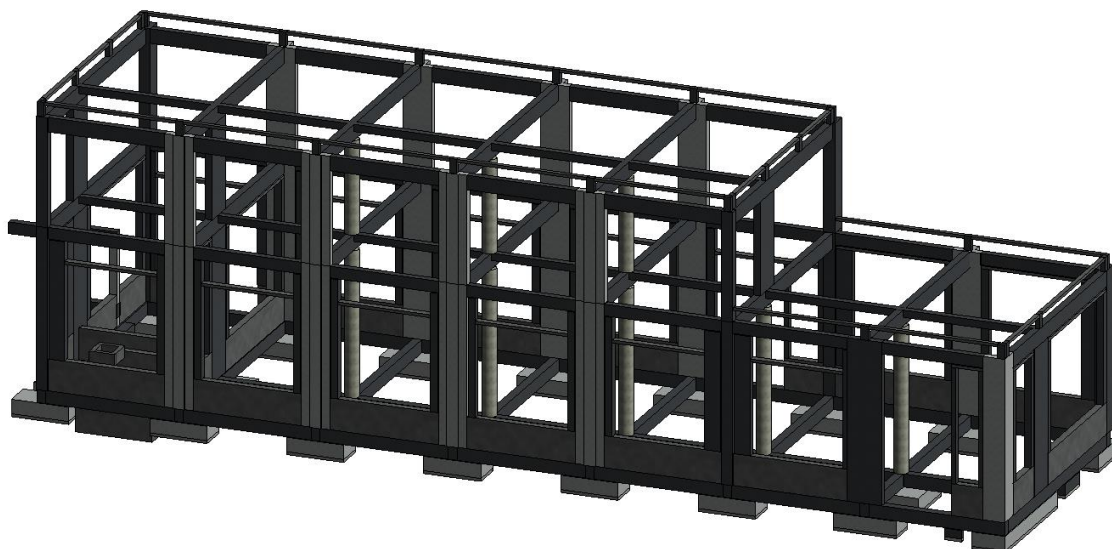
Las vigas de los pórticos son de sección rectangular y su peralte varía según la luz libre y su ubicación.

Figura 11

Tipo de Vigas en el Desembarcadero Pesquero Artesanal

**Figura 10**

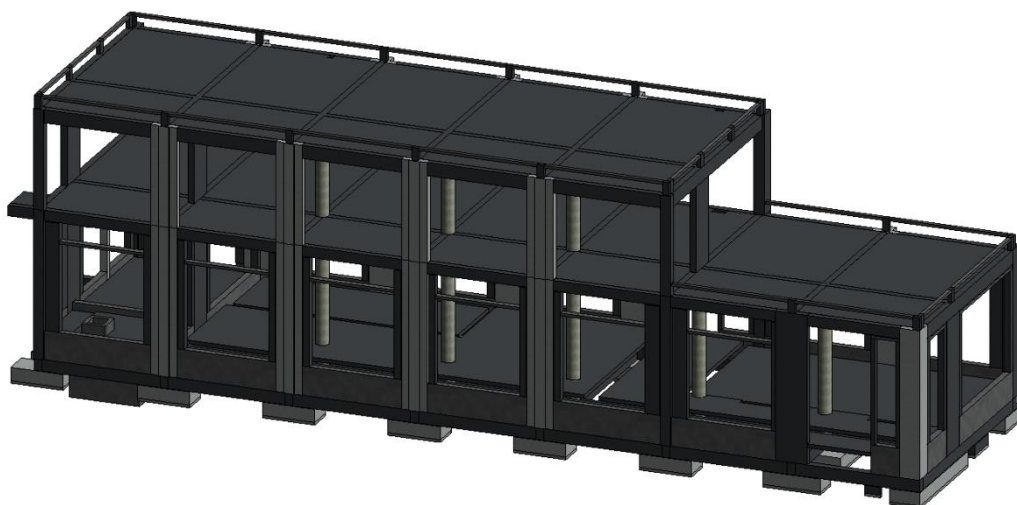
Tipos de Pórticos en el Desembarcadero Pesquero Artesanal



- **Modelamiento de Losas:** la losa diseñada para el proyecto tiene un espesor típico de 0.20 m. considerando ladrillos de arcilla de 0.30x0.30x0.15 m.

Figura 12

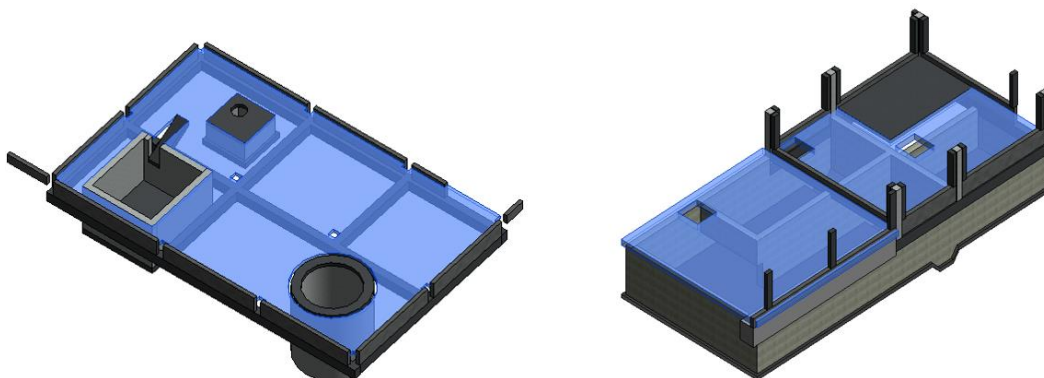
Tipos de Losas en el Desembarcadero Pesquero Artesanal



- **Modelamiento de muros estructurales:** hace referencia a todos los elementos de concreto armado que son requeridos en las instalaciones de cisternas y planta de tratamiento de aguas residuales

Figura 13

Muros Estructurales en la Cisterna y PTAR

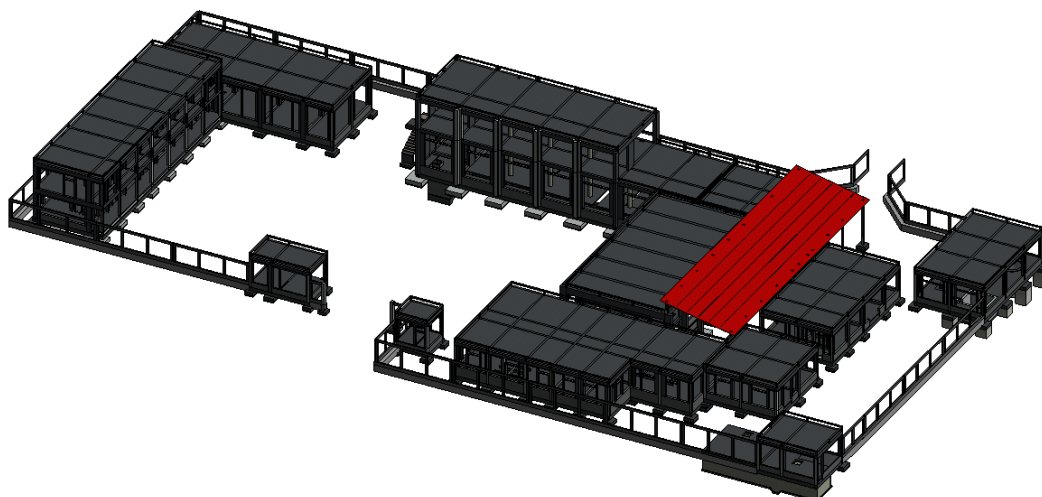


- **Modelamiento de escaleras:** para este propósito es indispensable establecer los niveles de manera adecuada, dado que el software genera automáticamente las dimensiones de pasos y contrapasos, no obstante, existe la posibilidad de modificar el elemento según lo indique los planos y especificaciones técnicas.

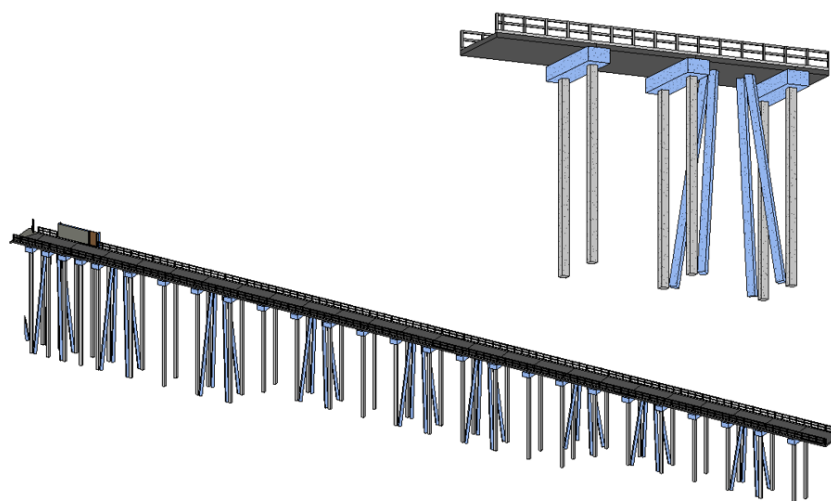
Figura 14

Escaleras del Desembarcadero Pesquero Artesanal



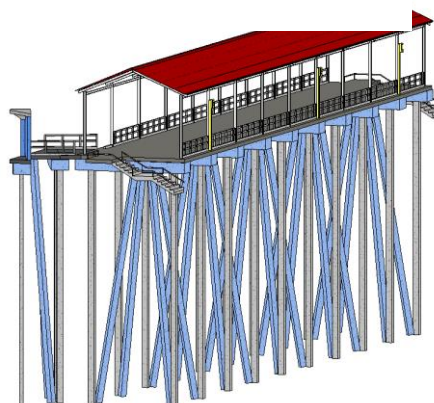
Figura 15*Modelo Especialidad de Estructuras - Obras en Tierra***B) Obras en mar**

- **Modelamiento de Puente de Acceso:** Esta estructura conecta las instalaciones en tierra con el cabezo, tiene 4.20 m. de ancho y 129.0 m de largo. Está dotado de un sistema estructural aporticado, que consta de 24 pilas, cada una conformada por dos pilotes verticales prefabricados y una viga cabezal prefabricada ambos elementos de concreto armado. Cada 3 pilas se encuentra un cabezal con 4 pilotes inclinados con una relación vertical: horizontal de 4:1 y se orienta a 45 grados respecto al eje del puente. La losa del puente tiene un espesor de 0.25 m. y está conformada por paños de concreto armado prefabricado de 0.15m y un vaciado in situ de 0.10 m.

Figura 16*Puente de Acceso del Desembarcadero Pesquero Artesanal*

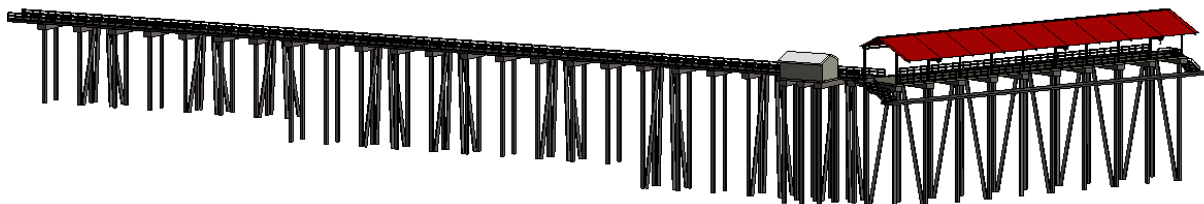
- **Modelamiento de Cabezo:** El cabezo sirve de nexo entre el puente de acceso y la plataforma de atraque. Tiene 50.70 m. de longitud y 8.00 m. de ancho. El sistema estructural es el mismo que se usa en el puente de acceso con pilotes verticales e inclinados y vigas cabezal. El cabezo posee una cobertura que también abarca a la plataforma de atraque, esta cobertura de policarbonato esta tendida sobre una estructura aporticada de acero.

Figura 17
Modelado de Cabezo



- **Modelamiento de Plataforma de Atraque:** Esta estructura es paralela al cabezo y sus dimensiones son de 2.55 m de ancho por 56.20 m de largo.

Figura 18
Plataforma de Atraque



- **Modelamiento de Plataforma de Estación de Bombeo** El muelle también contempla una plataforma para una estación de bombeo de agua salada hacia las estructuras en tierra, las dimensiones de la estación son: 4.20 m. de ancho por 5.50 m. de longitud. La estructura es similar a las anteriormente mencionadas.

Figura 19
Estación de Bombeo

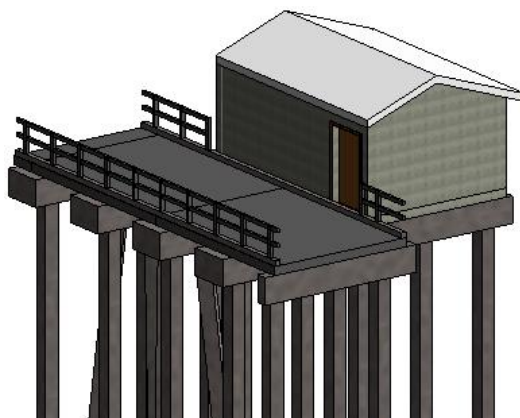
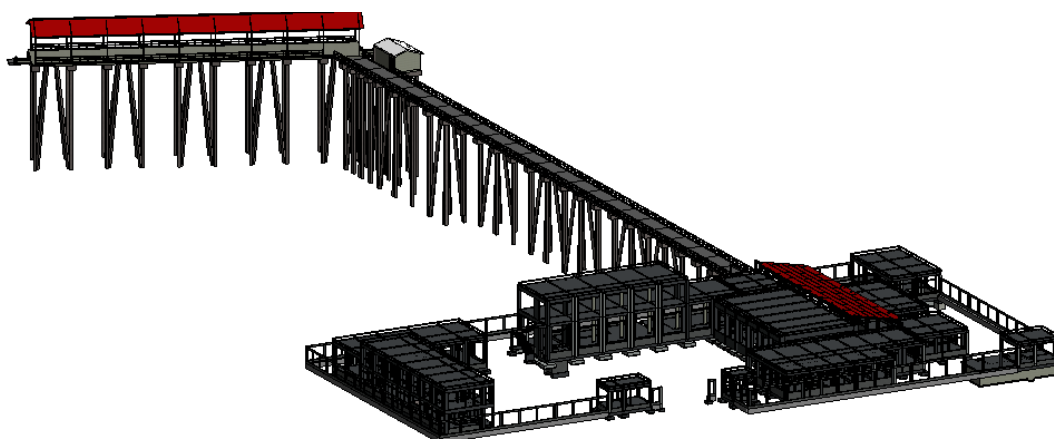


Figura 20
Vista Completa - Especialidad de Estructuras



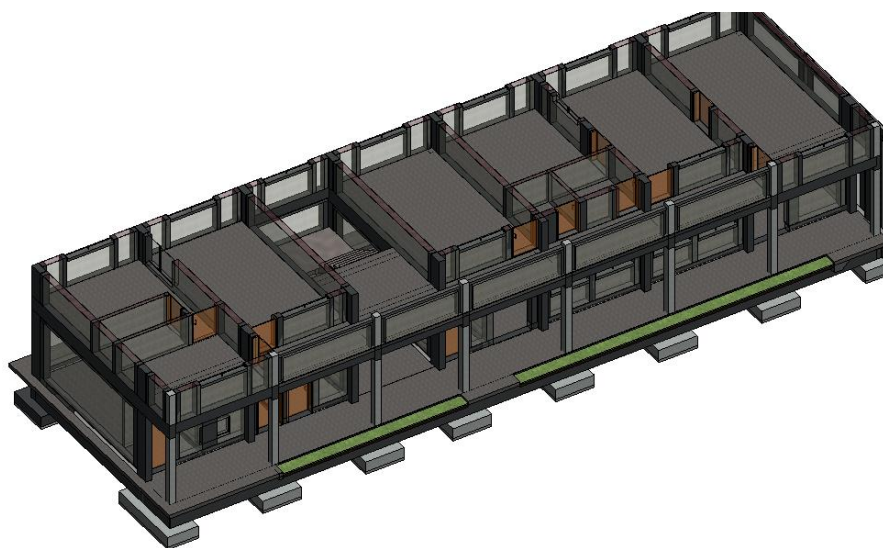
3.5.2.4.2. Arquitectura.

El modelado de la especialidad de arquitectura se realizó en dos archivos, al primero se le denominó “Casco”, y al segundo “Acabados”.

En el archivo “Casco” se modelaron todos los elementos correspondientes a muros, vanos, ventanas, puertas y otros. En esta etapa es donde se puede distinguir con mayor detalle y facilidad las incompatibilidades entre arquitectura y estructuras, dado que muchos de los elementos de confinamiento de los muros no consignan la altura y/o ubicación de los mismos.

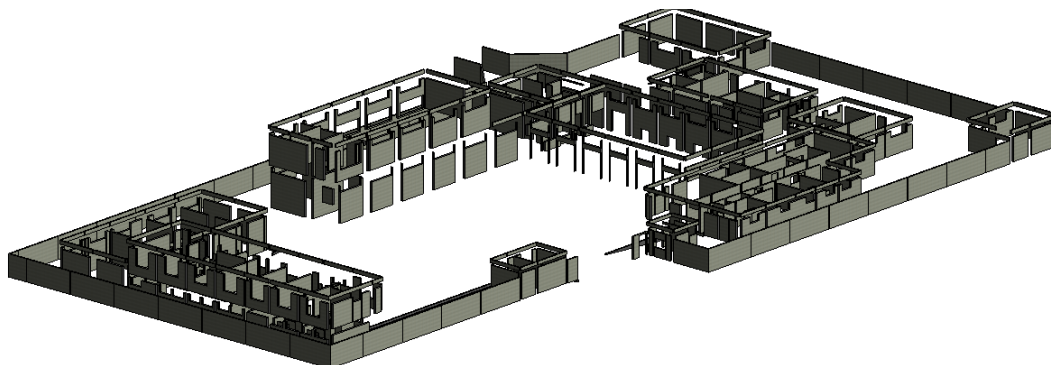
A. Modelamiento de Pisos: El modelado de pisos se ejecuta con ayuda del comando “Suelo” mismo que permite ajustar los márgenes a los muros y definir el ancho y tipo de material del mismo.

Figura 21
Modelamiento de Pisos



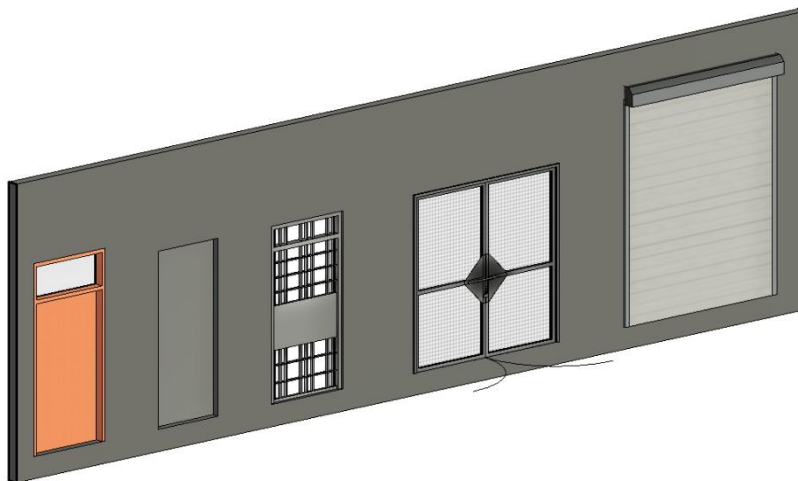
B. Modelamiento de Muros: Para el modelado de muros es indispensable la correcta lectura de los planos de corte y elevación, mismos que deben tener un nivel aceptable de detalle. En este proyecto se consideraron distintos tipos de muros según los requerimientos de cada ambiente, muros de cabeza, soga y canto, todos ellos con ladrillo de arcilla de 18 huecos.

Figura 22
Modelo de Muros



C. Modelamiento de Puertas: el proyecto debido a la naturaleza multifunción del complejo requiere la instalación de diferentes tipos de puertas, que pueden variar los materiales, las dimensiones, el número de hojas, o el desplazamiento (batiente, deslizante o enrollable).

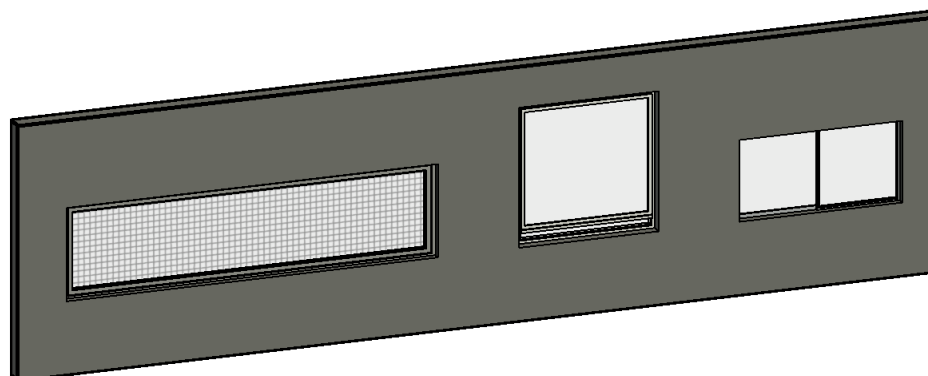
Figura 23
Tipos de Puerta del Desembarcadero Pesquero Artesanal



D. Modelamiento de Ventanas: de similar modo que las puertas el proyecto debido a su ubicación y función, debía ser dotado de ventanas con elementos de protección contra la fauna (mallas y/o mosquiteros).

Figura 24

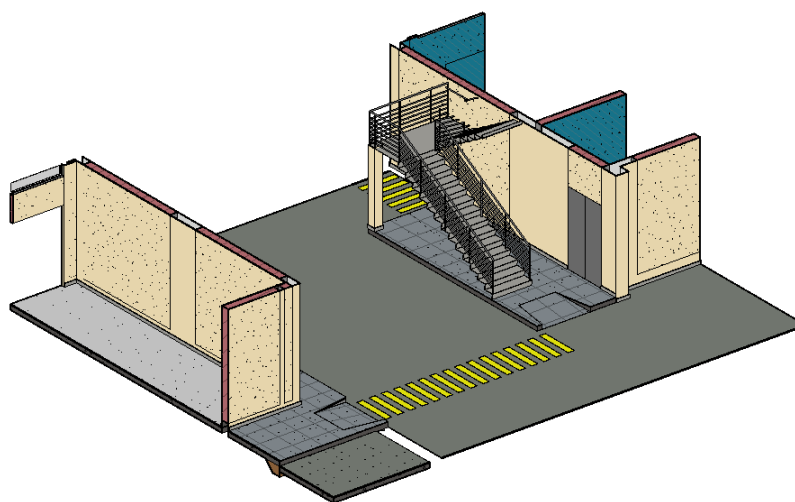
Tipos de Ventanas en el Desembarcadero Pesquero Artesanal



E. Modelamiento de Accesos y Pavimentos: este apartado refiere al modelado de las superficies de tránsito, tanto peatonal como vehicular, que permiten una circulación orgánica y segura (rampas y cruces).

Figura 25

Modelado de Accesos y Pavimentos

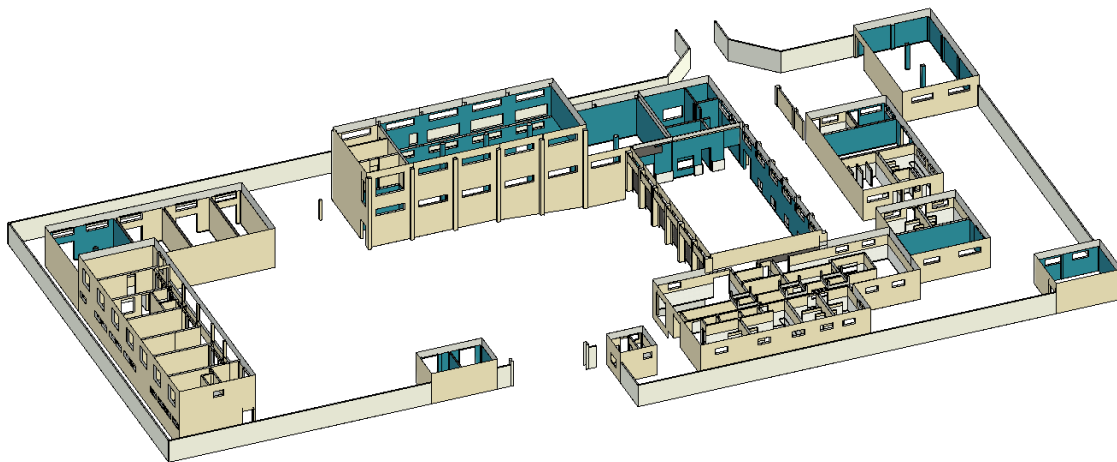


F. Modelamiento de Revestimientos tal como se mencionó anteriormente, existe un segundo archivo perteneciente a la disciplina arquitectónica, mismo que recibe la denominación de “acabados”, en tal archivo se modeló todos los elementos correspondientes a los revestimientos como tarrajes de muros,

tarrajeos de cielos rasos, revestimientos cerámicos, zócalos y contra zócalos.

Figura 26

Revestimiento del Desembarcadero Pesquero Artesanal



Gracias a la novedosa característica que proporciona el software, es posible “vincular” ambos archivos, lo que permite un trabajo colaborativo entre varios usuarios en simultaneo, a la vez que los archivos se mantienen ligeros y dinámicos.

3.5.2.4.3. Instalaciones Eléctricas.

La especialidad de instalaciones eléctricas del presente expediente se abordó en 4 modelos independientes pero vinculados entre sí.

- Alimentación
- Iluminación
- Tomacorrientes
- Puesta a Tierra

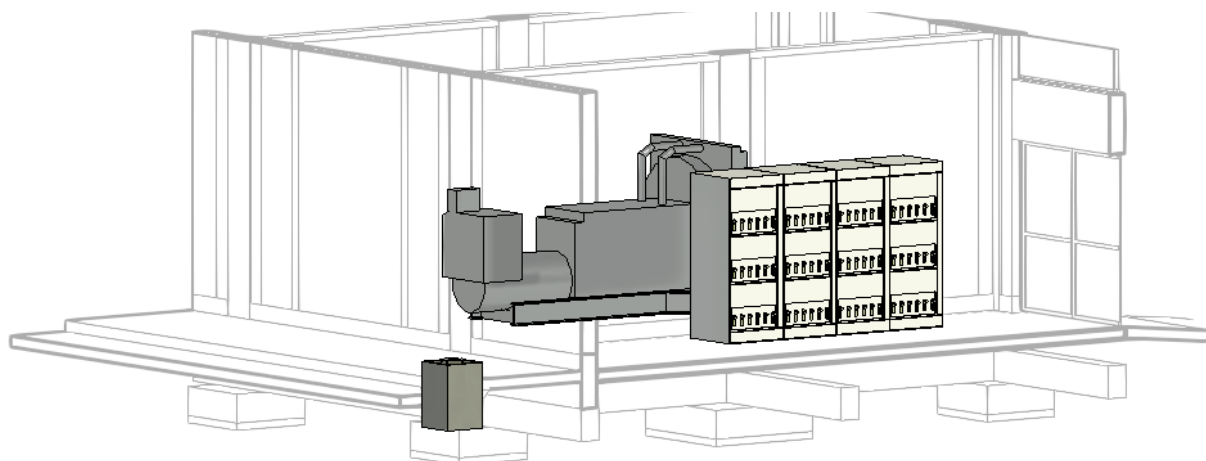
Con la intención de mantener el dinamismo y sencillez en el encarpetao y gestión de archivos del proyecto se creyó conveniente incluir los modelos de la especialidad de comunicaciones y de la especialidad de seguridad (sistema de alarma contra incendios - SDACI) dentro de la especialidad de instalaciones eléctricas.

A. Modelo de Alimentación: en este modelo se consignan todos los elementos correspondientes a: la acometida del suministro de energía eléctrica; la conducción de los cables de alimentación

(ductería, buzones, cajas de paso, etc.), tableros generales, tableros de transferencia, tableros de distribución, generador de emergencia, y demás.

Figura 27

Modelado de Alimentación Eléctrica del Desembarcadero Pesquero Artesanal



B. Modelo de iluminación: este archivo contiene elementos del sistema de iluminación interior y exterior: luminarias de techo, luminarias de pared (braquetes), luminarias de emergencia (equipos); postes y reflectores de exteriores, interruptores, etc.

Figura 28

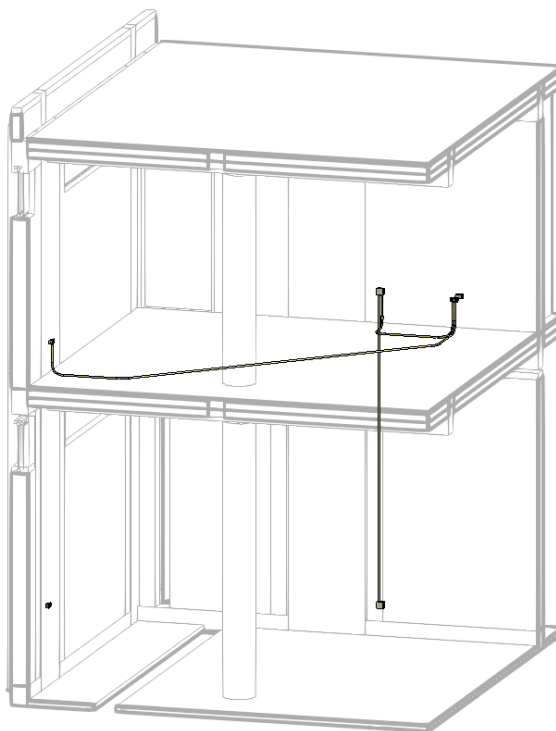
Iluminación Interior y Exterior del Desembarcadero Pesquero Artesanal



C. Modelo de tomacorrientes: este archivo alberga la ubicación de la totalidad de tomacorrientes del proyecto, tomacorrientes simples, dobles, a prueba de agua, etc.

Figura 29

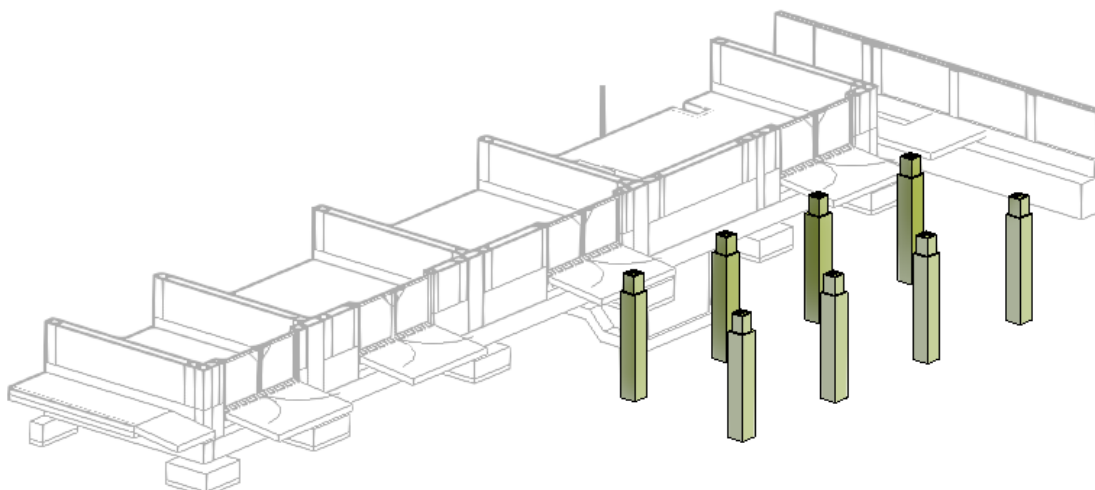
Tomacorrientes del Desembarcadero Pesquero Artesanal



D. Modelo Puesta a Tierra: este archivo muestra los elementos del sistema de puesta a tierra

Figura 30

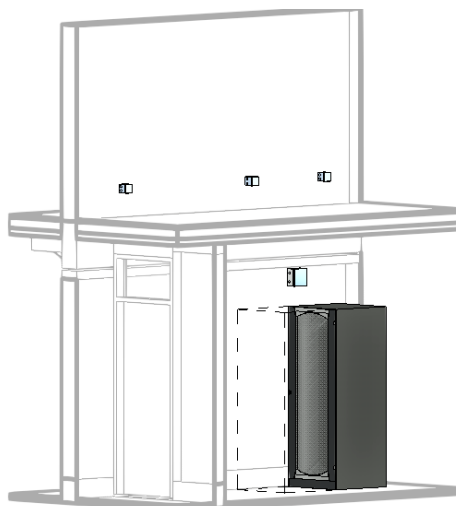
Sistema de Puesta a Tierra del Desembarcadero Pesquero Artesanal



E. Modelo de instalaciones de comunicaciones: en este modelo se encuentran todos los elementos de los distintos sistemas de comunicaciones; salidas de datos, gabinetes y otros del cableado estructurado, así como cámaras de video vigilancia y estaciones de monitoreo del sistema de seguridad electrónica, etc.

Figura 31

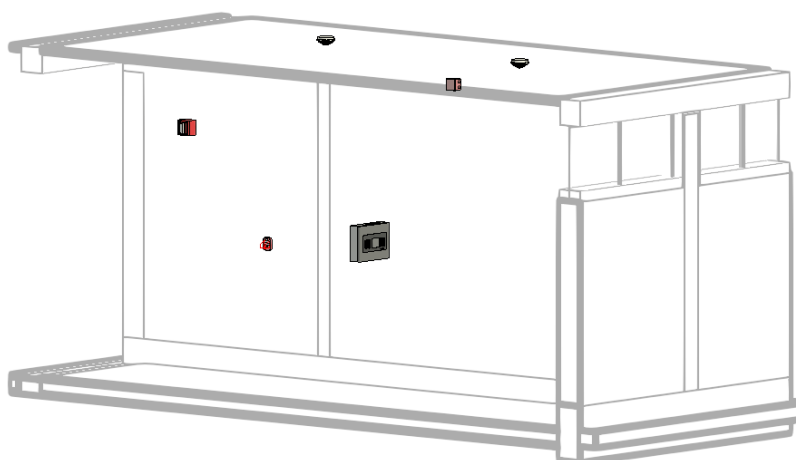
Sistema de Comunicación del Desembarcadero Pesquero Artesanal



F. Modelo de sistema de alarma contra incendios SDACI: en este apartado se consignan los equipos que componen el sistema de detección de incendios, mismos que pueden ser, sensor de humo, sensor de temperatura, luz estroboscópica, sirena, pulsador manual, central de alarma contra incendio (CACI), y demás.

Figura 32

Sistema de Detector Contra Incendios



3.5.2.4.4. Instalaciones Sanitarias.

En la disciplina de instalaciones sanitarias posee varios frentes de trabajo, debido a la ubicación y función del complejo pesquero, entre las que destacan: la red de residuos industriales que incluye un emisor de 1 km aproximadamente, una red de agua salada, caseta de bombeo y cisternas.

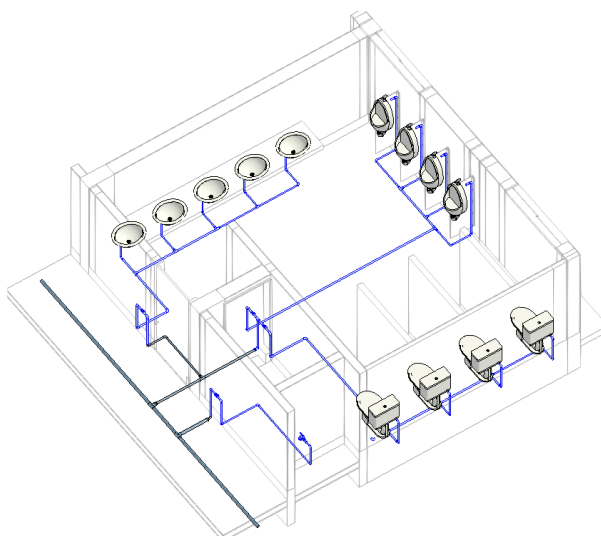
La especialidad está conformada por 5 archivos independientes, pero referenciales, los que se detallan a continuación:

- Modelo de la Red de Agua Fría (RAF)
- Modelo de la Red de Agua Salada (RAS)
- Modelo de la Red de Drenaje Pluvial (RDP)
- Modelo de la Red de Residuos Industriales (RRI)
- Modelos de la Red Sanitaria y de Ventilación (RSV)

A. Modelo de la Red de Agua Fría (RAF): en este apartado no solo se modelaron todos los elementos de un sistema tradicional de agua fría como inodoros, lavatorios, duchas, urinarios, llaves de paso o de control u otros. Si no que también se modelaron elementos como maniluvios y pediluvios, instalaciones esenciales para el funcionamiento correcto y seguro del terminal pesquero.

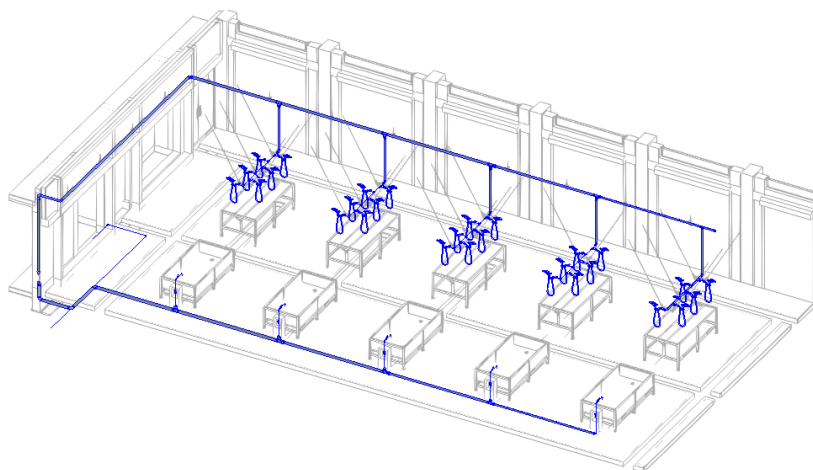
Figura 33

Red de Agua Fría (RAF) del Desembarcadero Pesquero Artesanal



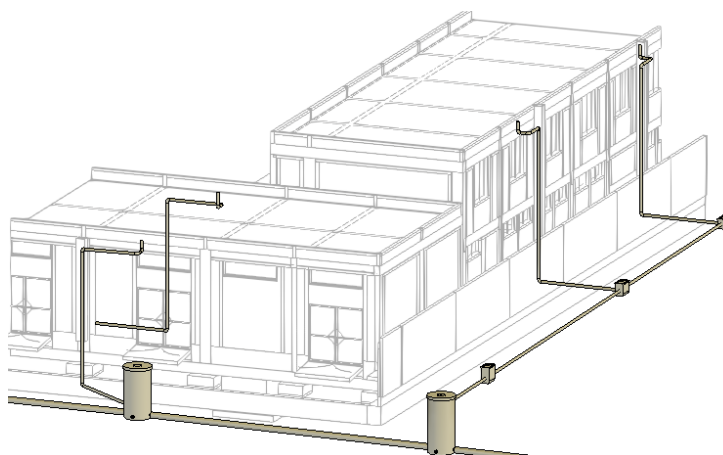
B. Modelo de la Red de Agua Salada (RAS): el modelo de esta red contempla la implementación de una caseta de bombeo, cisternas de almacenamiento, la infraestructura para el procedimiento de osmosis inversa y los puntos de salida. Debido a la naturaleza de los trabajos realizados en el Desembarcadero Pesquero Artesanal es necesaria la captación de agua del mar para usarla en las actividades desarrolladas en el ambiente de tareas previas; además se usará el agua de esta captación para abastecer el sistema de osmosis inversa que produce agua potable y hielo.

Figura 34
Red de Agua Salada (RAS)



C. Modelo de la Red de Drenaje Pluvial (RDP): en este archivo el modelo muestra todas las tuberías que tienen como función transportar el fluido producto de las precipitaciones hacia la red de tuberías y buzones.

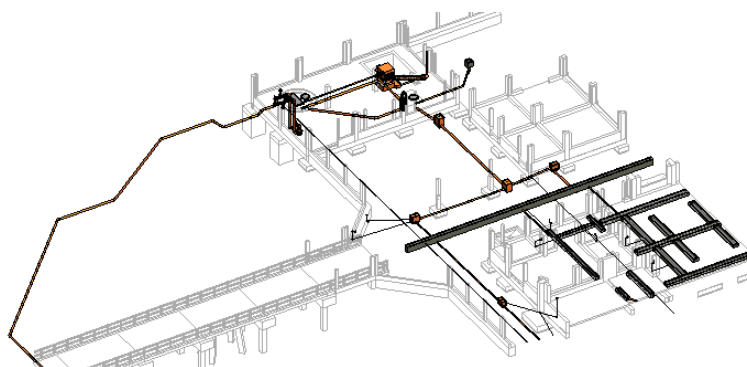
Figura 35
Red de Drenaje Pluvial (RDP)



D. Modelo de la Red de Residuos Industriales (RRI): el Desembarcadero Pesquero Artesanal usara agua salada para sus principales actividades, lavado y eviscerado de productos hidrobiológicos, el agua residual es considerado como desecho industrial por tal motivo además una red de canaletas y tuberías, se proveerá la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales, así como un emisor de 1.1 km de extensión.

Figura 36

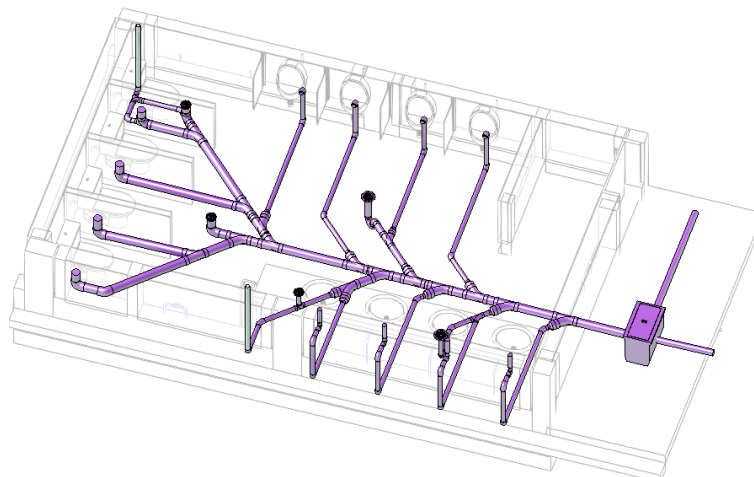
Red de Residuos Industriales (RRI)



E. Modelos de la Red Sanitaria y de Ventilación (RSV): la red de drenaje domestico está compuesta por montantes verticales y una red de tuberías en tramos horizontales con pendiente diseñada para trabajar con flujo por gravedad, además cuenta con cajas de registro y buzones para inspección y mantenimiento.

Figura 37

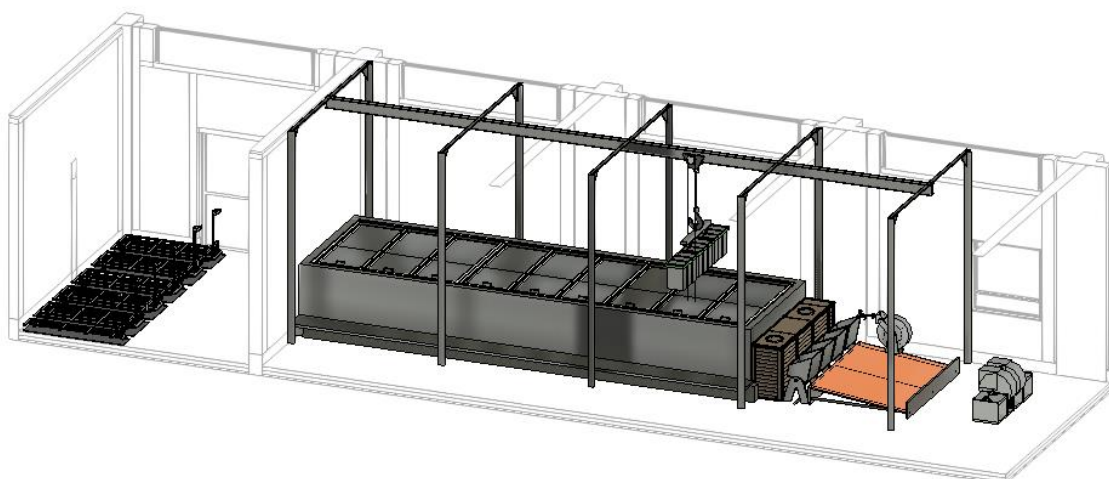
Red Sanitaria y de Ventilación



3.5.2.4.5. Equipamiento

El modelo correspondiente a equipamiento es el encargado de ser el anfitrión de una gran variedad de elementos consignados en la especialidad del mismo nombre, es importante considerar tales elementos en el modelo, debido al aporte de realismo que suman, otorgando una idea bastante fiel de las dimensiones y ubicación. En este modelo encontramos todos los elementos del mobiliario de oficina (escritorios, sillas, estantes), mobiliario de servicio (muebles de cocina, de lavandería, de almacenamiento), y diversidad de equipos, como la máquina de hielo, generador, balanzas, carretas de transporte, jvas, entre otros.

Figura 38
Equipamiento del Desembarcadero Pesquero Artesanal





















3.5.3. Modelo Federado

Una de las principales facilidades que proporciona la metodología BIM es la posibilidad de trabajar simultáneamente a todos los involucrados lo que se traduce en una dinámica lineal en una sola dirección, no existe la necesidad de presentar correcciones o levantamiento de observaciones, dado que se resuelven sobre la marcha, ni permite esfuerzos aislados que se diluyen en la densidad burocrática de hacer procesos repetitivos de revisión. En BIM tanto especialistas como evaluadores y/o supervisores trabajan en el mismo espacio de tiempo.

Para nuestro particular caso de investigación se trabajó con 18 distintos modelos explicados en los ítems anteriores. Cada modelo es independiente y responde a un sistema específico de cada disciplina, sin embargo todos son perfectamente compatibles entre sí, es decir, comparten los mismos niveles, ejes y emplazamiento en general.

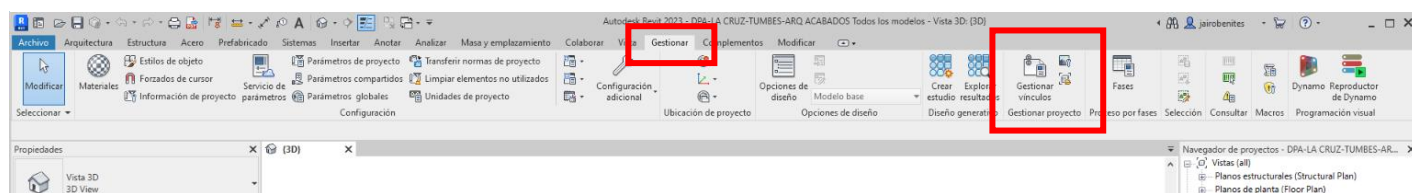
Figura 39

18 Modelos que Comprenden el Desembarcadero Pesquero Artesanal

-
-  [DPA-LA CRUZ-TUMBES-ARQ ACABADOS.rvt](#)
 -  [DPA-LA CRUZ-TUMBES-ARQ CASCO.rvt](#)
 -  [DPA-LA CRUZ-TUMBES-ELEC \(ALIMENTACION\).rvt](#)
 -  [DPA-LA CRUZ-TUMBES-ELEC \(COM\).rvt](#)
 -  [DPA-LA CRUZ-TUMBES-ELEC \(ILUM\).rvt](#)
 -  [DPA-LA CRUZ-TUMBES-ELEC \(PUESTA TIERRA\).rvt](#)
 -  [DPA-LA CRUZ-TUMBES-ELEC \(SDACI\).rvt](#)
 -  [DPA-LA CRUZ-TUMBES-ELEC \(TOMAS\).rvt](#)
 -  [DPA-LA CRUZ-TUMBES-EQUIP Y MOB .rvt](#)
 -  [DPA-LA CRUZ-TUMBES-EST.rvt](#)
 -  [DPA-LA CRUZ-TUMBES-EST-MUE.rvt](#)
 -  [DPA-LA CRUZ-TUMBES-EST-SISTEMA DE PROTECCION.rvt](#)
 -  [DPA-LA CRUZ-TUMBES-MEP \(RAF\).rvt](#)
 -  [DPA-LA CRUZ-TUMBES-MEP \(RAS\).rvt](#)
 -  [DPA-LA CRUZ-TUMBES-MEP \(RDP\).rvt](#)
 -  [DPA-LA CRUZ-TUMBES-MEP \(RRI\).rvt](#)
 -  [DPA-LA CRUZ-TUMBES-MEP \(RSV\).rvt](#)
 -  [DPA-LA CRUZ-TUMBES-TOPOGRAFIA.rvt](#)

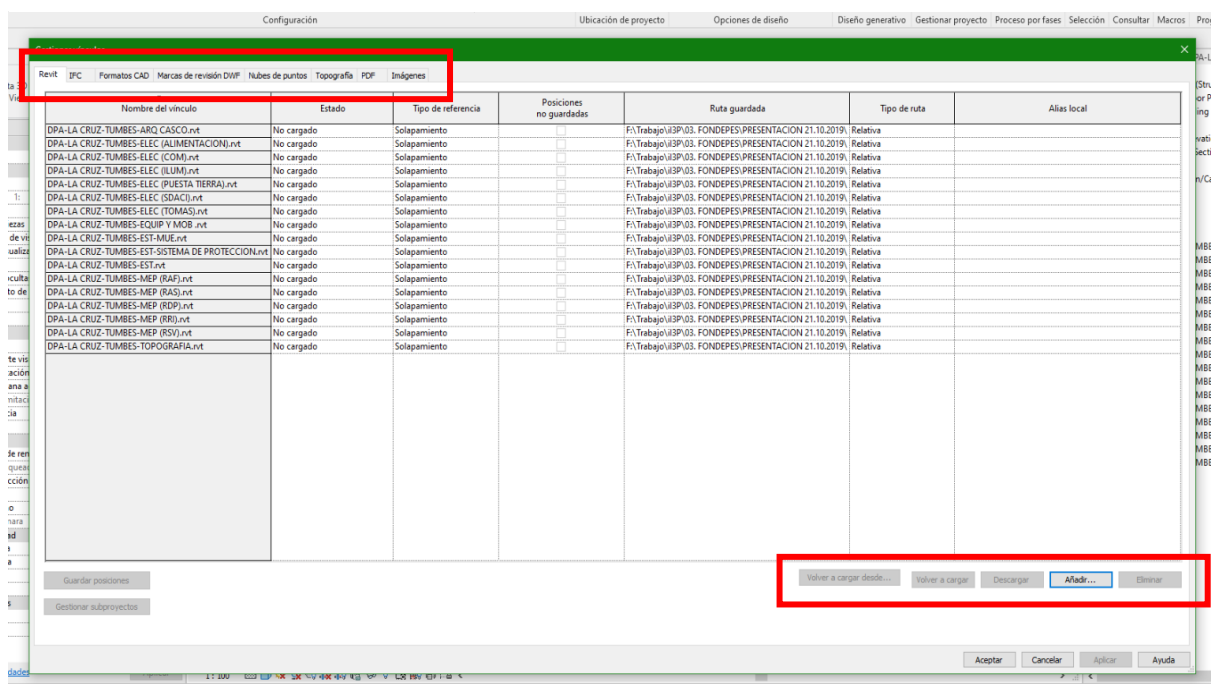
Para vincular todos los archivos, en la interfaz del software usado para esta investigación, REVIT, se busca la pestaña “Gestionar”, luego se elige el comando “Gestionar vínculos” ubicado en la sección “Gestionar Proyecto”

Figura 40
Interfaz para Vincular los Archivos



Posteriormente el software apertura la ventana “Gestionar Vinculo” este Apartado muestra una lista de los modelos cargados, el estado (cargado o no cargado), la ruta de ubicación de los archivos, y demás. También en esta ventana se puede manipular otro tipo de vínculos, como archivos de CAD, nubes de puntos, PDF y otros.

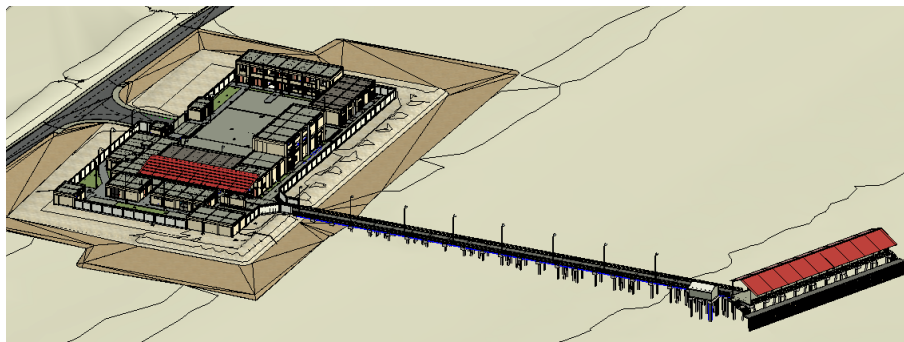
Figura 41
Ventana de Modelos y Vínculos Cargados



Según la prestigiosa corporación española SEYS, vanguardistas en lo referente a la integración BIM, define, en su diccionario de terminología BIM, al término “modelo federado” como, aquel que se compone de la adición de varios modelos de diferentes disciplinas, que han de ser trabajados de forma independiente para que se puedan producir los cambios en el modelo federado.

Figura 42

Vista de los Modelos Integrados del Desembarcadero Pesquero Artesanal de La Cruz

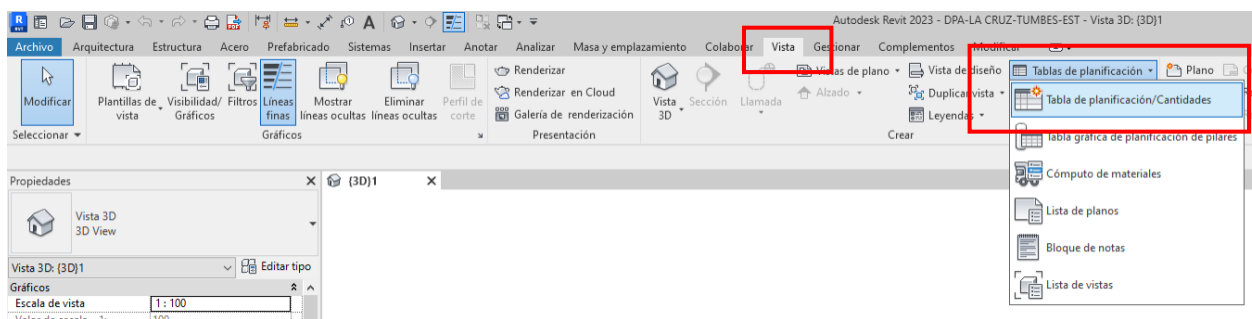


3.5.4. Extracción de Metrados

En coherencia con lo antes mencionado, en el apartado referente a “Usos de la metodología BIM” y en específico con el uso: “2.2.2.2. *Calculo y valoración de Metrados y costos*”; y teniendo en cuenta que también es parte fundamental en la búsqueda de atender uno de los objetivos específicos de esta investigación, como es: “*Analizar resultados, poniendo especial atención a los apartados de, costos y presupuestos, así como al cronograma*”; se procede a la extracción de metrados del modelo. Es importante resaltar que, para que estas estimaciones sean confiables, es necesario que al momento de modelar se siga una secuencia orgánica, y respetando la metodología constructiva. De igual importancia es señalar que, mientras más preciso, ordenado y específico sea la creación de elementos, niveles y bloques; más sencillo será la extracción de metrados.

Figura 43

Interfaz de Extracción de Metrados

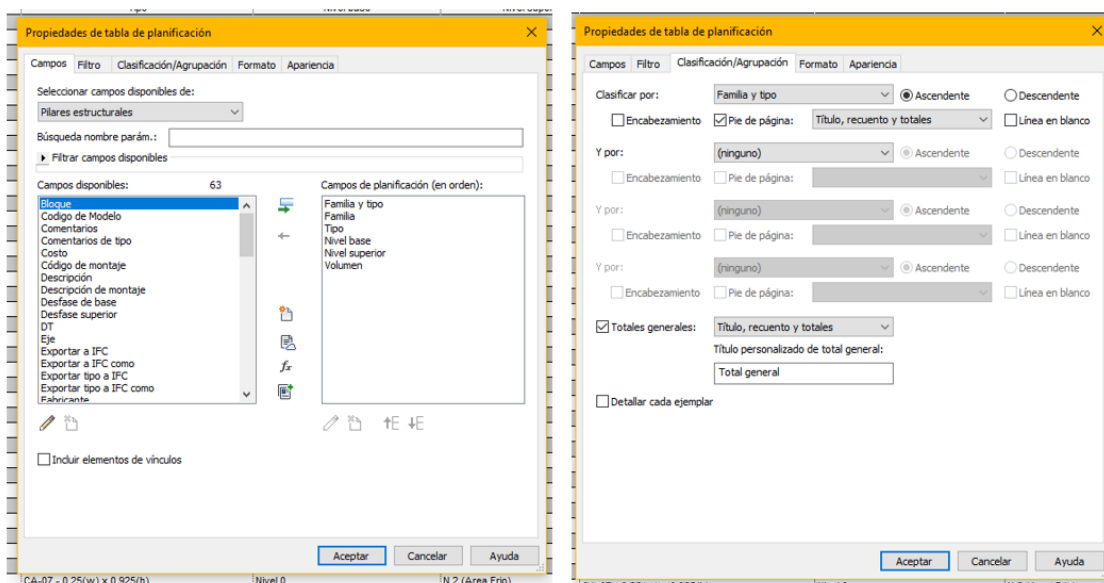


Para esta investigación se usó el software REVIT 2023, en la Figura anterior podemos observar la interfaz, se selecciona la pestaña “Vista” y luego el botón “Tabla de Planificación”, posteriormente se ejecuta el primer

comando de la lista denominado “*Tabla de Planificación/Cantidades*”. Inmediatamente después aparecerá el cuadro de “*Propiedades de Tabla de Planificación*”. En este cuadro de dialogo se establece los parámetros que se desean cuantificar en función de la unidad de medida de la partida a la que correspondería cada elemento, por ejemplo, para las partidas que contemplan elementos que se midan en metro cuadrado m^2 (revestimiento cerámico, coberturas) o tengan un grosor específico (muros, tarrajes), se deberá seleccionar los campos largo, ancho, área y afines. O en el caso se traten de partidas que se cuantifican por su volumen en metros cúbicos m^3 (zapatas, vigas, columnas, losas, rellenos, otros) se deberá considerar como mínimo los campos: largo, ancho, alto, volumen y demás afines.

Figura 44

Propiedad de Tabla de Planificación



Además, en este cuadro también se puede clasificar y/o agrupar cada elemento por el parámetro que se desee, ya sea por familia y tipo, por nivel en el que fue colocado, o en el bloque que se ubica. Así como los recuentos generales.

Figura 45
Tabla de Planificación

<Tabla de planificación de pilares estructurales>			
A	B	C	D
Familia y tipo	Familia	Tipo	Volumen
M_Hormigón-Redondo-Pilar: 500mm	M_Hormigón-Redondo-Pilar	500mm	7.79 m³
M_Hormigón-Redondo-Pilar: 500mm: 9			7.79 m³
M_W Shapes-Column: W8*31	M_W Shapes-Column	W8*31	0.12 m³
M_W Shapes-Column: W8*31: 24			0.12 m³
MI_Columeta de Concreto: CA-01 - 0.10(MI_Columeta de Concreto		CA-01 - 0.10(w) x 0.15(h) Taller Mant.	0.06 m³
MI_Columeta de Concreto: CA-01 - 0.10(w) x 0.15(h) Taller Mant.: 2			0.06 m³
MI_Columeta de Concreto: CA-01 - 0.15(MI_Columeta de Concreto		CA-01 - 0.15(w) x 0.15(h)	7.75 m³
MI_Columeta de Concreto: CA-01 - 0.15(w) x 0.15(h): 225			7.75 m³
MI_Columeta de Concreto: CA-01 - 0.15(MI_Columeta de Concreto		CA-01 - 0.15(w) x 0.25(h)	12.58 m³
MI_Columeta de Concreto: CA-01 - 0.15(w) x 0.25(h): 126			12.58 m³
MI_Columeta de Concreto: CA-01 - 0.25(MI_Columeta de Concreto		CA-01 - 0.25(w) x 0.15(h)	15.21 m³
MI_Columeta de Concreto: CA-01 - 0.25(w) x 0.15(h): 175			15.21 m³
MI_Columeta de Concreto: CA-02 - 0.15(MI_Columeta de Concreto		CA-02 - 0.15(w) x 0.25(h) Taller Mant.	8.76 m³
MI_Columeta de Concreto: CA-02 - 0.15(w) x 0.25(h) Taller Mant.: 110			8.76 m³
MI_Columeta de Concreto: CA-02 - 0.15(MI_Columeta de Concreto		CA-02 - 0.15(w) x 0.30(h)	0.24 m³
MI_Columeta de Concreto: CA-02 - 0.15(w) x 0.30(h): 2			0.24 m³
MI_Columeta de Concreto: CA-02 - 0.25(MI_Columeta de Concreto		CA-02 - 0.25(w) x 0.20(h)	4.14 m³
MI_Columeta de Concreto: CA-02 - 0.25(w) x 0.20(h): 35			4.14 m³
MI_Columeta de Concreto: CA-02 - 0.25(MI_Columeta de Concreto		CA-02 - 0.25(w) x 0.35(h)	7.82 m³
MI_Columeta de Concreto: CA-02 - 0.25(w) x 0.35(h): 40			7.82 m³
MI_Columeta de Concreto: CA-03 - 0.25(MI_Columeta de Concreto		CA-03 - 0.25(w) x 0.25(h)	18.37 m³
MI_Columeta de Concreto: CA-03 - 0.25(w) x 0.25(h): 77			18.37 m³
MI_Columeta de Concreto: CA-03 - 0.25(MI_Columeta de Concreto		CA-03 - 0.25(w) x 0.30(h) Taller Mant.	2.11 m³
MI_Columeta de Concreto: CA-03 - 0.25(w) x 0.30(h) Taller Mant.: 12			2.11 m³

A la actualidad en la que se redacta esta investigación, el Perú aún se encuentra en una fase inicial de implementación BIM, los horizontes más cercanos establecen al año 2025 como la fecha en la que se empezará a usar la metodología BIM a cabalidad en los proyectos de inversión pública y consigna al 2030 como el año en que su uso será de carácter general en la industria. Por esta razón es que aun los metrados extraídos desde los modelos no son completamente compatibles con los estándares requeridos por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), debido a esto es que se empezó a acuñar el término “metrados gruesos” que hace referencia a la cuantificación de cantidades de materiales de manera superficial, para un análisis preliminar y una estimación de costos temprana. En esta investigación se extrajo los metrados gruesos de los elementos correspondientes a: columnas, placas, lozas, zapatas, vigas, cimientos, muros, tarrajeos, estructuras metálicas, ventanas, puertas, elementos de los sistemas de hidráulicos, elementos de los sistemas eléctricos y de comunicaciones, y equipamiento en general. Todos estos metrados fueron analizados y dispuestos de manera que se puedan comparar con las partidas del metrado perteneciente al expediente original del Desembarcadero Pesquero Artesanal La Cruz (que fue elaborado bajo la

metodología tradicional). Los resultados serán presentados y analizados en el siguiente capítulo, así mismo la totalidad de metrados serán incluidos en los anexos.

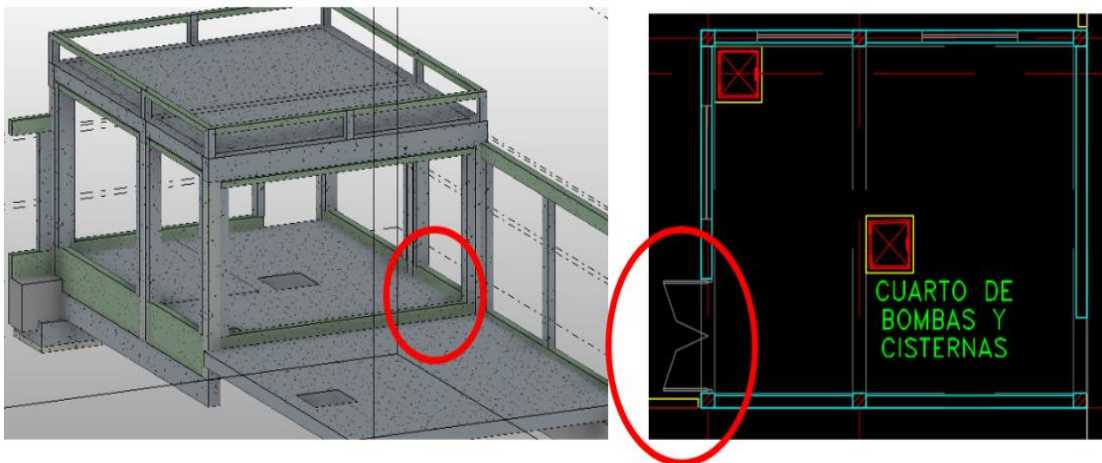
3.5.5. Análisis Preliminar

A continuación, se describen una lista de incompatibilidades e interferencias advertidas a partir del ejercicio de modelado, algunas de ellas entre especialidades y otras dentro de una misma disciplina. La mayoría de las situaciones fueron identificadas a simple vista y son desaciertos sin gran impacto, es decir, de sencilla intervención; no obstante, también se pudo distinguir inexactitudes, que, de no atenderse en las fases previas, podrían desencadenar un grave retraso en la etapa de ejecución, lo que significa una demanda considerable de tiempo y recursos que compromete la calidad y eficiencia de la intervención.

3.5.5.1. Especialidad de Estructuras.

1. La puerta de la cisterna no es compatible con el plano de arquitectura

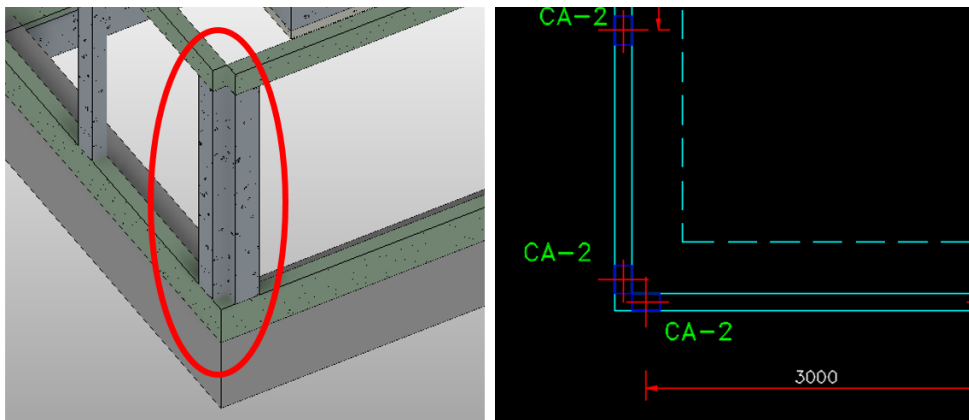
Figura 46
Puerta de las Cisterna Incompatible en el Plano de Arquitectura



2. Conflicto angular no solucionado en el cerco perimétrico de entrada

Figura 47

Incompatibilidad detectada en el Cerco Perimétrico

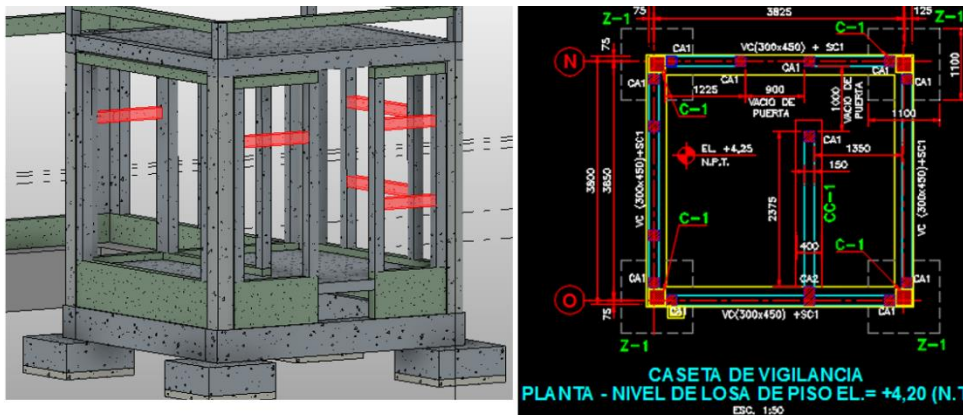


CST-4-ES-PL-055 Rev.1 Cerco Perimétrico - Planta, Secciones y Detalles 5

3. Viguetas de confinamiento sin presentar en los planos

Figura 48

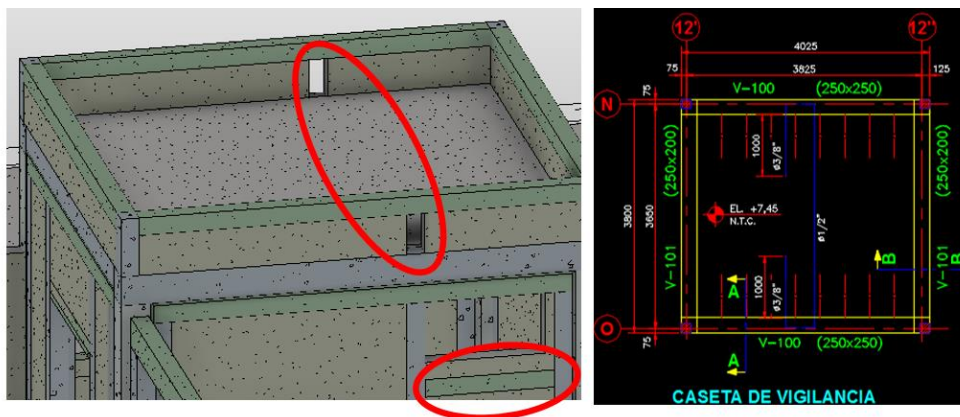
Viguetas de Confinamiento Omitidas en el Plano Arquitectónico



4. Discrepancia contra el plano de arquitectura en la caseta de vigilancia.

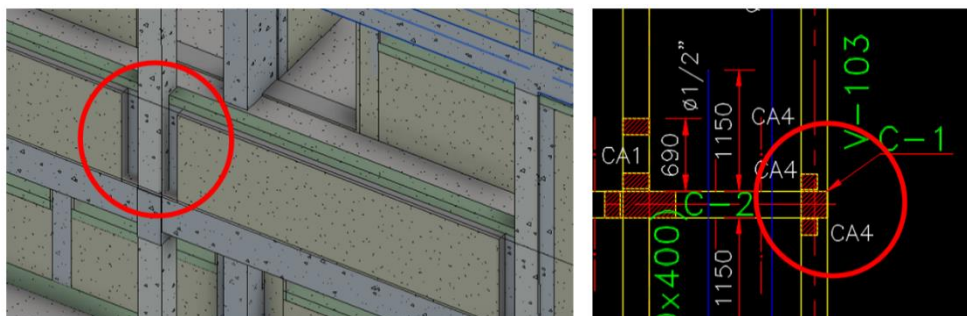
Figura 49

Incompatibilidad Detectada en la Caseta de Vigilancia



5. Columnetas con dimensiones menores al muro de arquitectura, en el área administrativa.

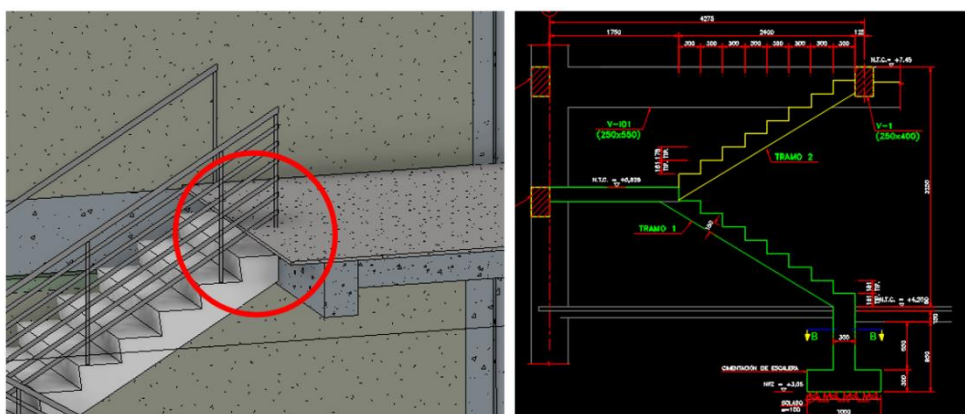
Figura 50
Incompatibilidad en las Columnetas del Plano de Arquitectura



CST-4-ES-PL-026 Rev.1 Area Administrativa - Losa de Entrepiso y Techo Aligerado, Planta, Secciones y Detalles

6. El falso piso en el área administrativa no está alineado con la escalera.

Figura 51
Falso Piso de Encuentra a Desnivel Respecto a la Escalera



CST-4-ES-PL-026 Rev.1 Area Administrativa - Losa de Entrepiso y Techo Aligerado, Planta, Secciones y Detalles

7. En la sub estación – grupo electrógeno, no se indica por donde está pasando la viga de confinamiento.

Figura 52
Omisión de Viga de Confinamiento en la Sub Estación - Grupo Electrónico

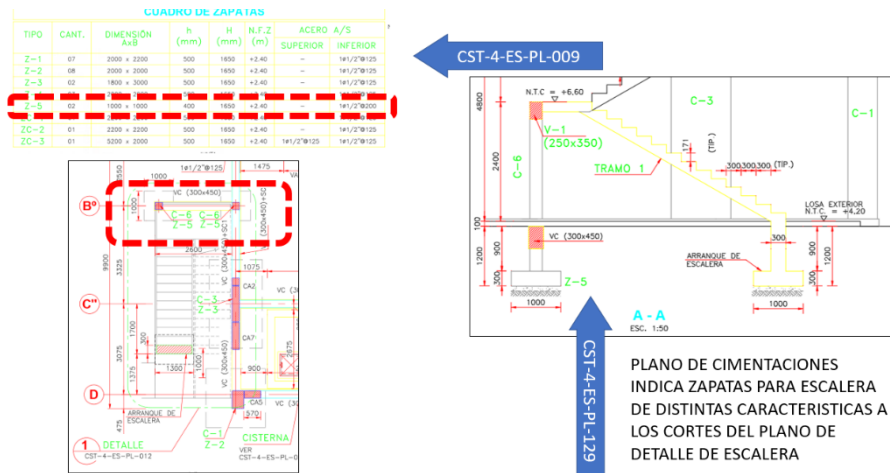


CST-4-ES-PL-038 Rev.1 Sub estacion - Grupo Electrógeno, Cuarto de Tablero - Cimentaciones, Planta, Secciones y Detalles

8. El plano de cimentación indica zapatas para las escaleras de distintas características a los cortes del plano de detalles de esta.

Figura 53

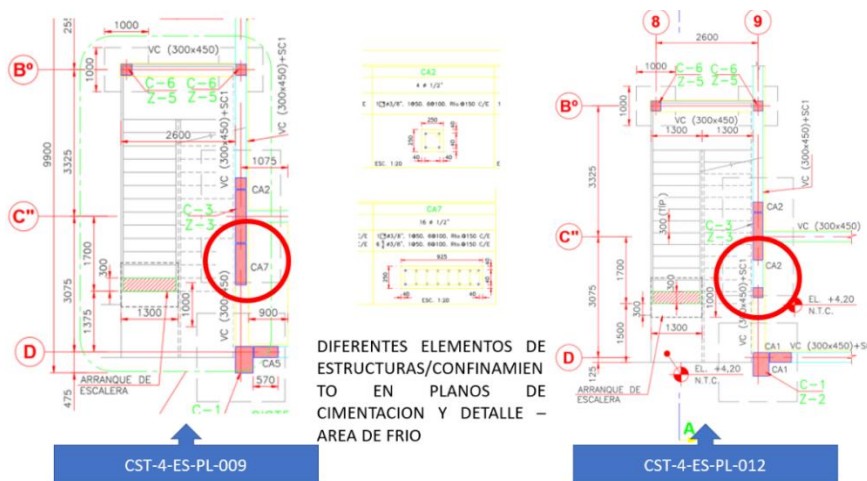
Diferente Zapata de la Escalera del Plano de Cimentación y Plano de Detalles



9. En el área de frio encontramos diferentes elementos de estructuras / confinamiento en el plano de cimentación y detalles.

Figura 54

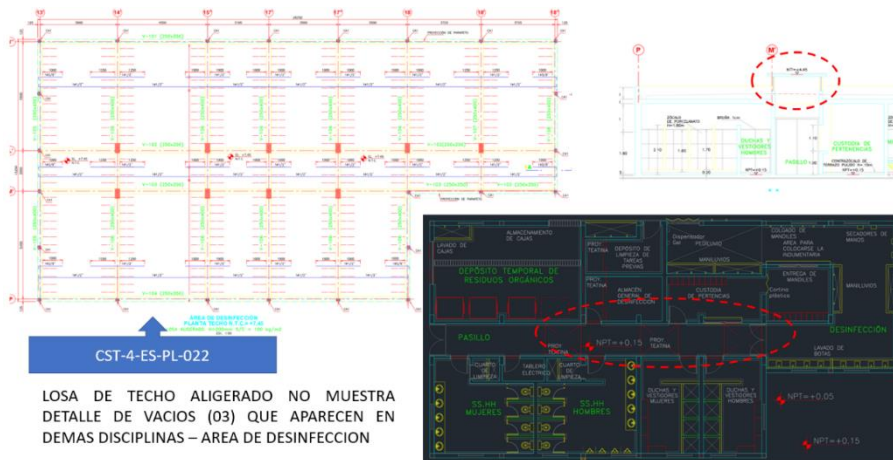
Diferentes Elementos entre el Plano de Cimentación y Detalles



10. En el área desinfección la losa de techo aligerado no muestra detalles del vacío (03) que aparecen en demás disciplinas.

Figura 55

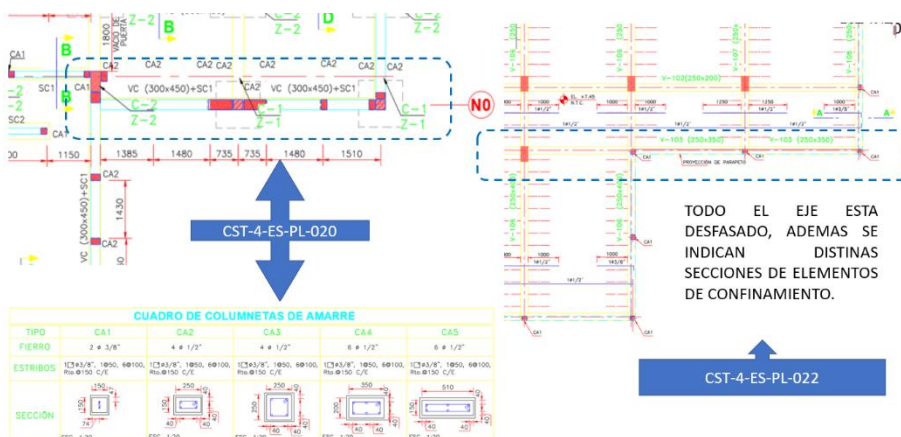
Detalles de Losa de Techo



11. Todo el eje - NO, se encuentra desfasado además se indican distintas secciones de elementos de confinamiento

Figura 56

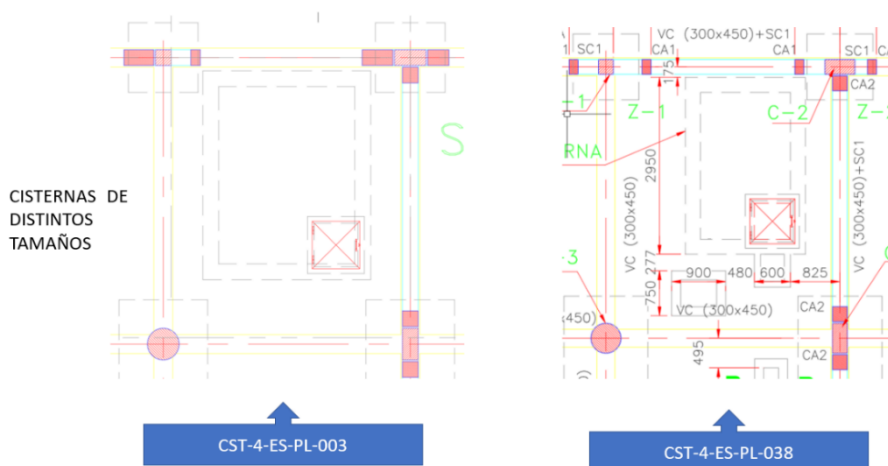
Eje "NO" Desfasado



12. Cisternas de distintos tamaños

Figura 57

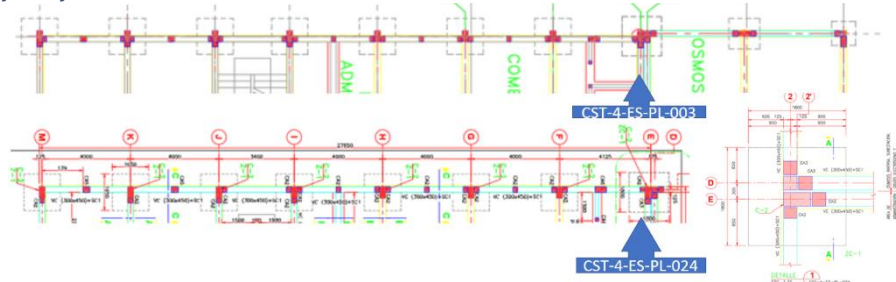
Cisterna de Distintos Tamaños



13. Eje desfasado en el plano general de fundaciones

Figura 58

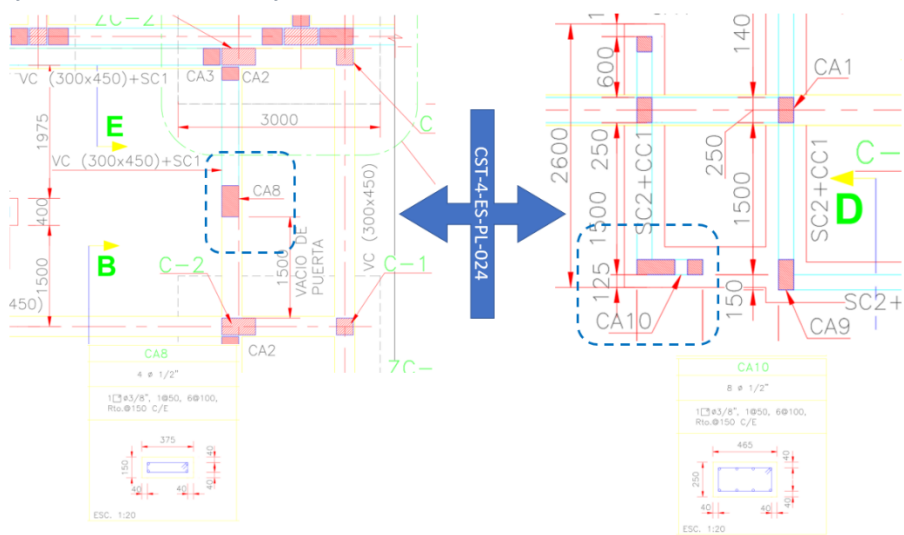
Eje Desfasado en Fundaciones



14. Elementos de confinamiento indicados en planta distinto a cuadro de columnetas

Figura 59

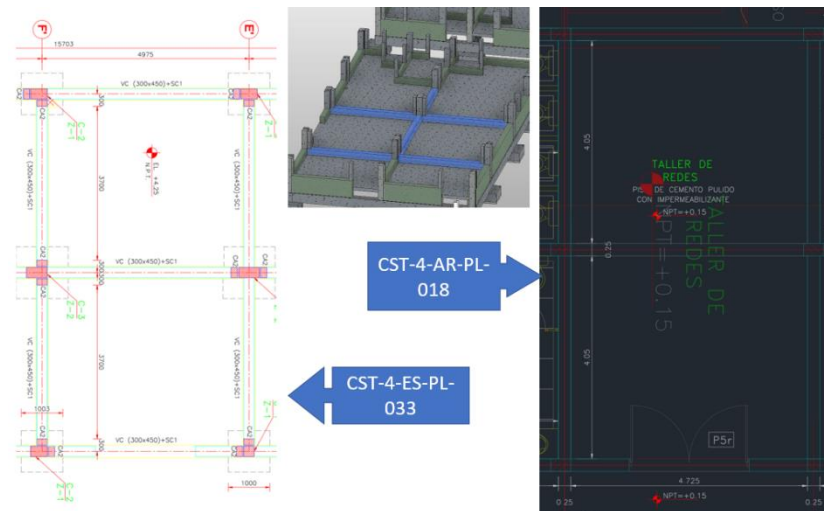
Diferentes elementos de Confinamiento



15. Plano de estructura indica sobrecimiento para muro a mitad del ambiente y arquitectura no contempla dicho muro.

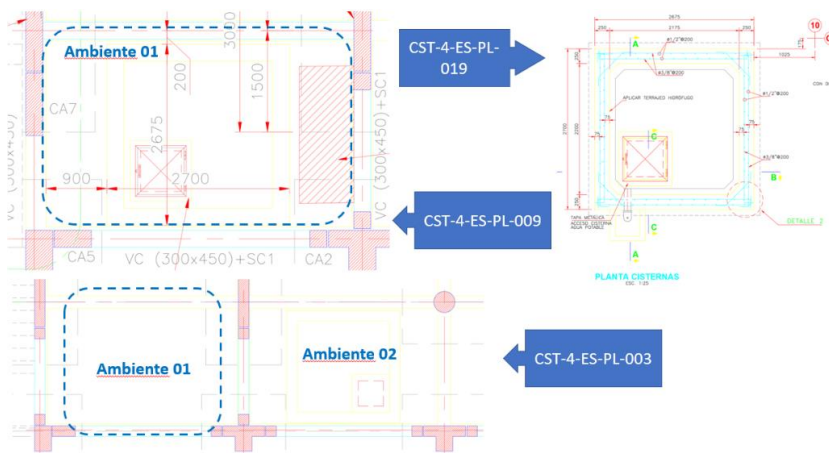
Figura 60

Sobrecimiento Inexistente en Arquitectura



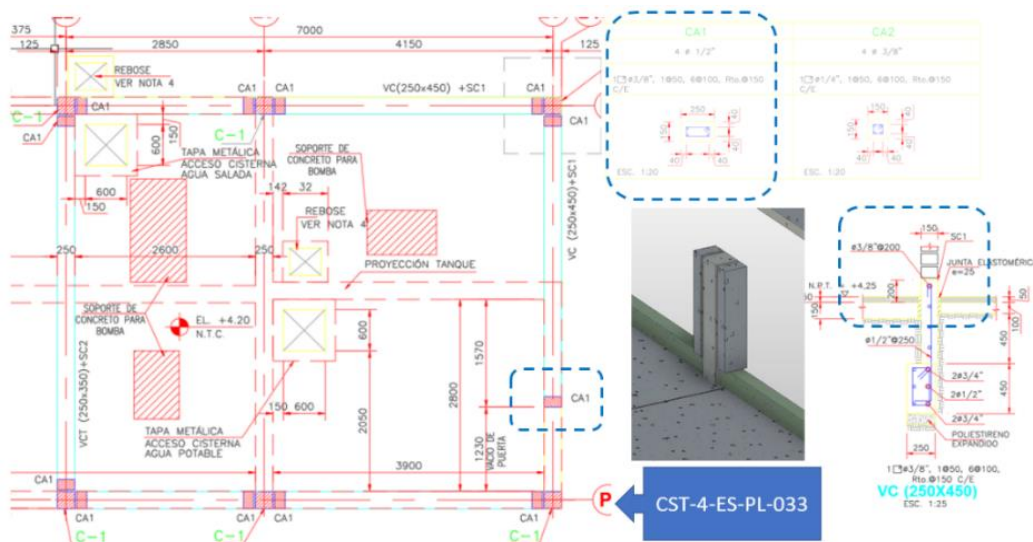
16. En PL 003 se aprecia la cisterna en ambiente 02 y en PL 009 se aprecia cisterna en ambiente 01

Figura 61
Cisterna en Diferentes Ambientes



17. En el vacío para la puerta en dirección al cerco perimétrico (exterior del complejo); se observan elementos de confinamiento cuyas dimensiones son diferentes entre cuadro de columnas y detalles estructurales

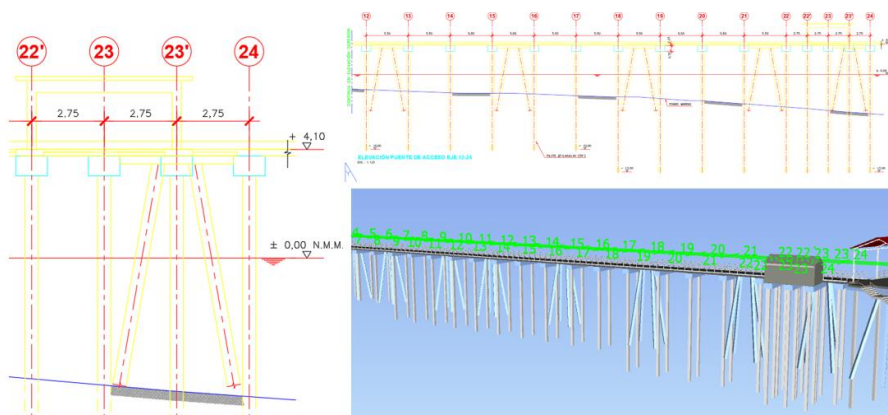
Figura 62
Diferencia de Medidas en Elementos Estructurales



18. No se encontró detalle en planos del nivel al que llegará el pilote inclinado

Figura 63

No Existen Detalles Sobre Pilote Inclinado

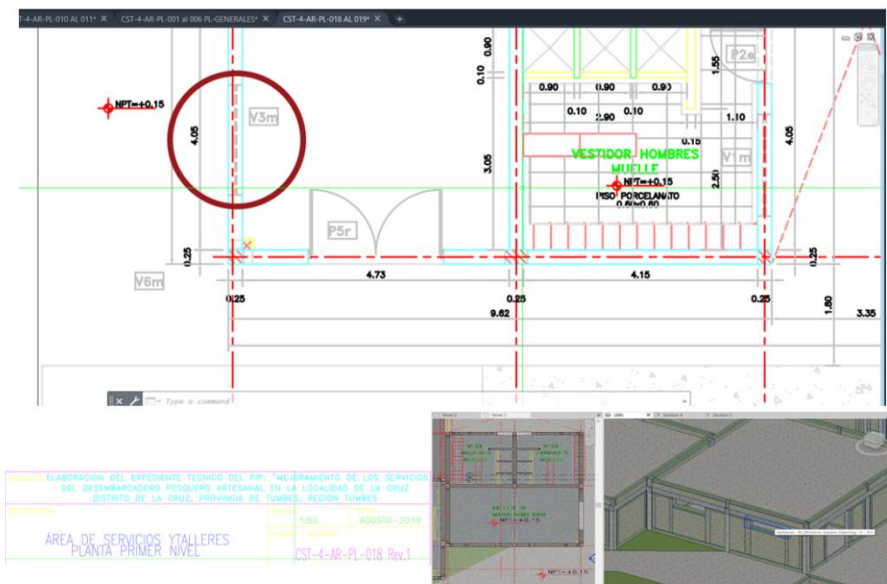


3.5.5.2. Especialidad de Arquitectura.

19. VENTANAS EN EL EJE M – EJES 19 AL 21, V-3 = 2.40 M. Encontramos ventanas de 1.90 de ancho inexistente, que no coinciden con el vano V-3, y será remplazada con V-1 de 1.80 m. El alfeizar desfasa en 0.10 m.

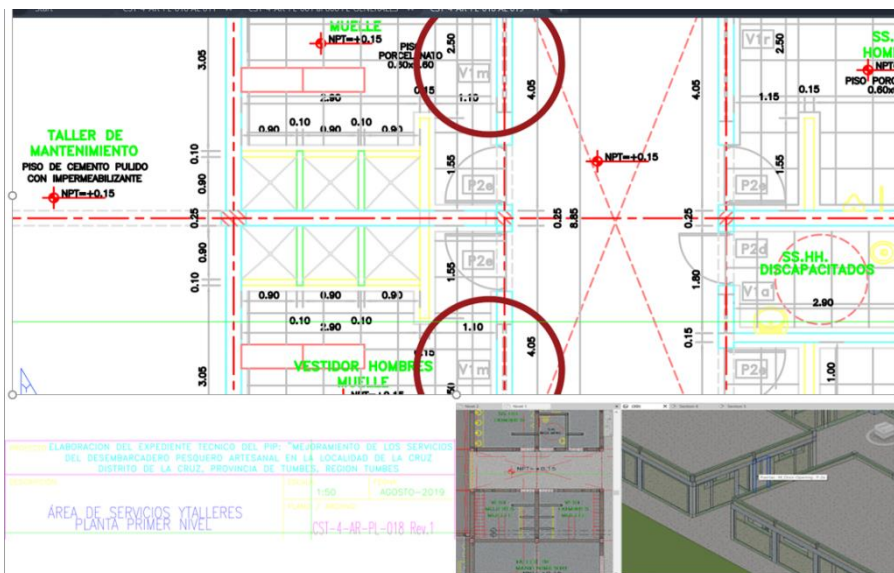
Figura 64

Diferencias de Ventanas entre Plano y Cuadro de Vanos



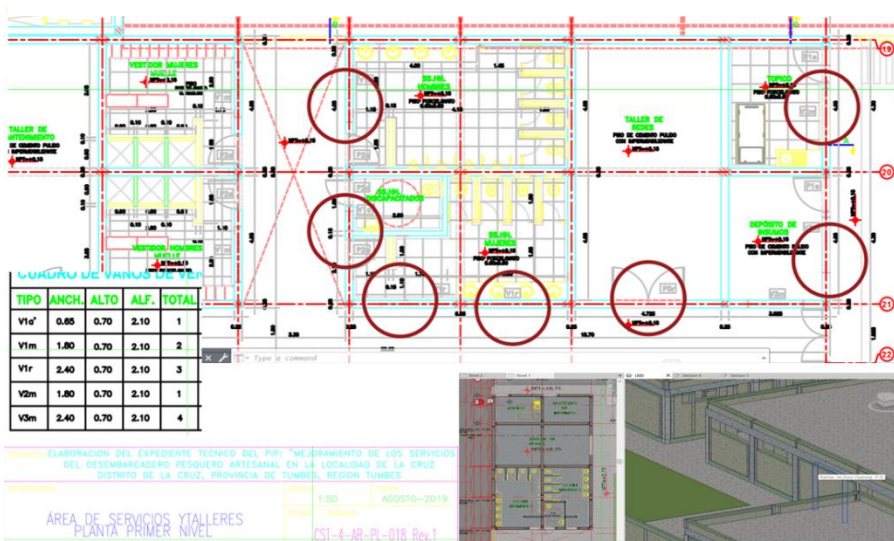
20. VENTANAS EN EL EJE I' – EJES 19 AL 21, V-1 = 1.80 M.
 Encontramos ventanas de ancho inexistente, que no coinciden con el vano V-1 de 1.80 m., serán reemplazadas con vano de 1.40 m. o 1.5 m. dependiendo de las columnetas propuestas. El alfeizar desfasa en 0.10 m.

Figura 65
 Ventanas del Eje I' - Eje 19 con Ancho Inexistente



21. VENTANAS Y PUERTAS EJES H' AL C'' - EJES 19 AL 21
 Las puertas varían en altura por el peralte de la viga en +0.05 m., se debe revisar el encuentro de la viga con la puerta. El alfeizar desfasa en 0.10 m.

Figura 66
 Ventanas y Puertas del Eje H al C''



22. VENTANAS ALTAS Y BAJAS EN EJE 2', VENTANAS BAJAS EN EJE 3' PRIMER PISO. - VENTANAS ALTAS Y BAJAS EN EJE 2', VENTANAS BAJAS EN EJE 4' SEGUNDO PISO.

Se debe revisar el encuentro entre vigas y puertas. El alfeizar desfasa en 0.10 m.

Figura 67

Desfase de Alfeizar en el eje 2' y eje 3' - Primer Piso

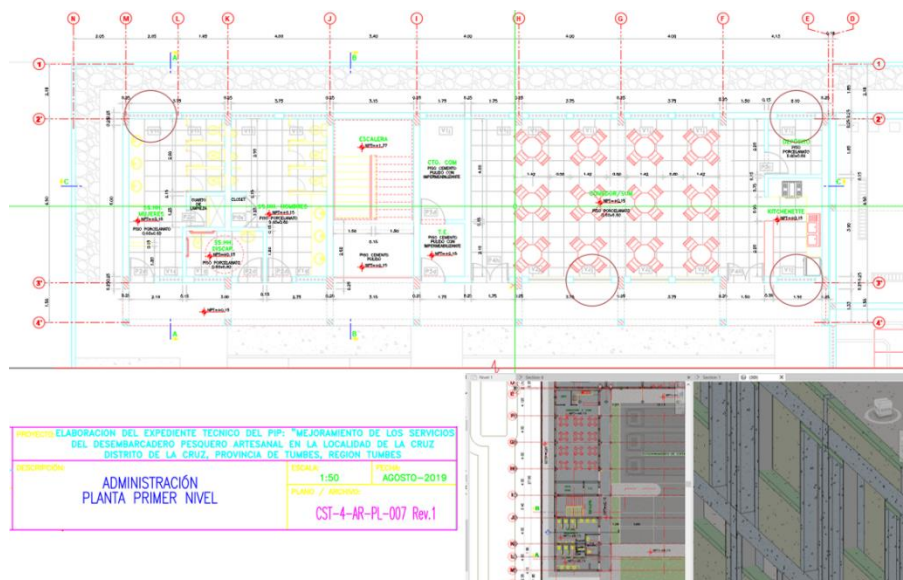
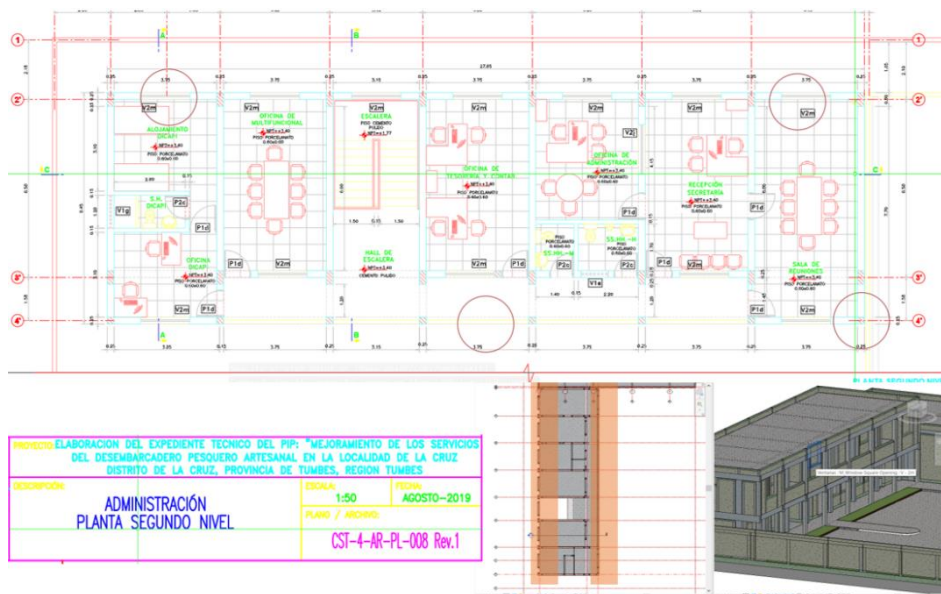


Figura 68

Desfase de Alfeizar en el en Eje 2' y Eje 3' - Segundo Piso

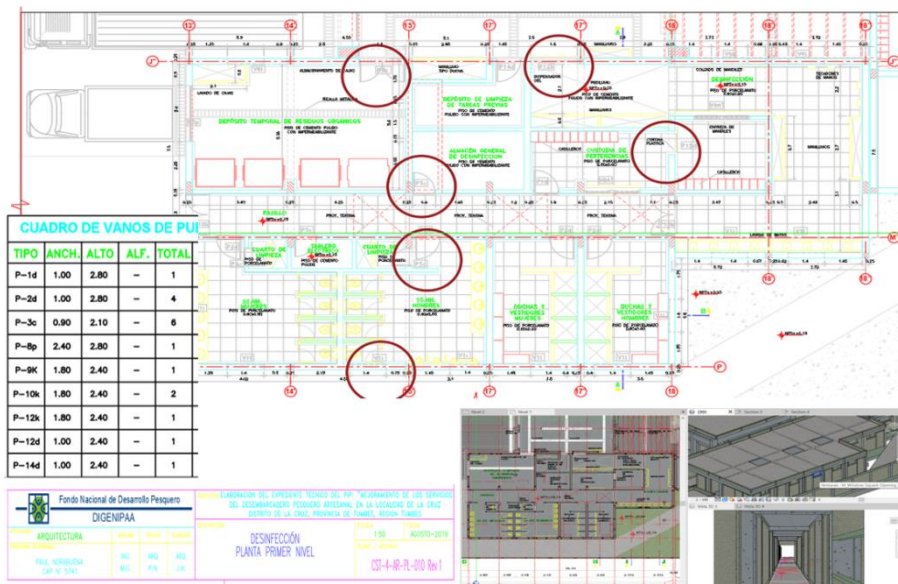


23. VENTANAS Y PUERTAS DE LOS EJES P', M' Y J'- EJES 13 AL 18.

Las puertas varían en altura por peralte de viga en $+0.20\text{m}$. se debe revisar el encuentro entre vigas y puertas menores a 2.80m ., junto con los pozos de luz en losa. El alfeizar desfasa en 0.10 m .

Figura 69

Discrepancias en Puertas y Ventanas entre los Ejes P', M' y J' - ejes 13 al 18

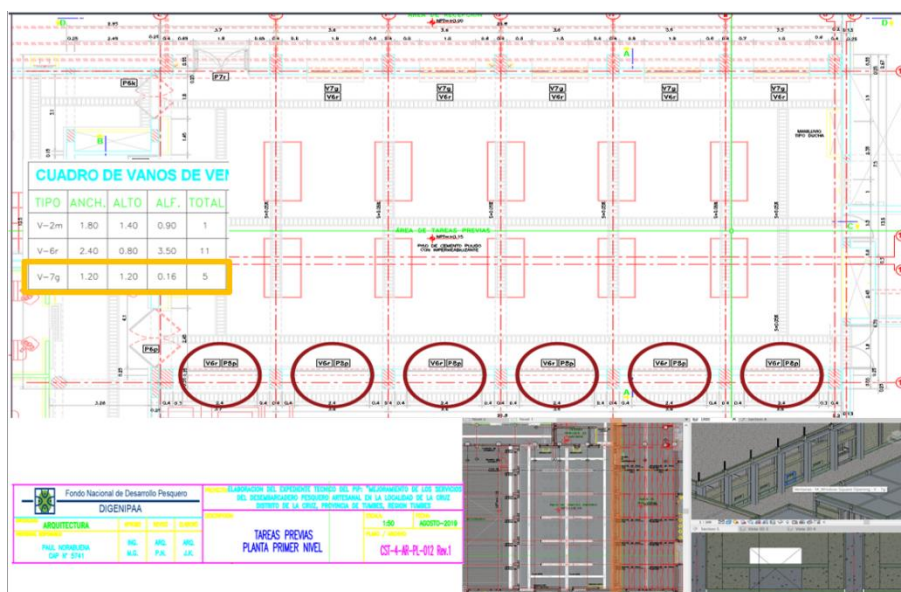


24. VENTANAS V-7g, EJE 15 – EJES E' AL J'.

Las ventanas tienen un desfase en el alfeizar desde el tope superior en -0.46 m . Se debe revisar la cimentación para tales ventanas con alfeizar de 0.16 m ., en caso se decida conservar.

Figura 70

Cimentación para Ventanas V-7g en el Eje 15 – Ejes E' al J'

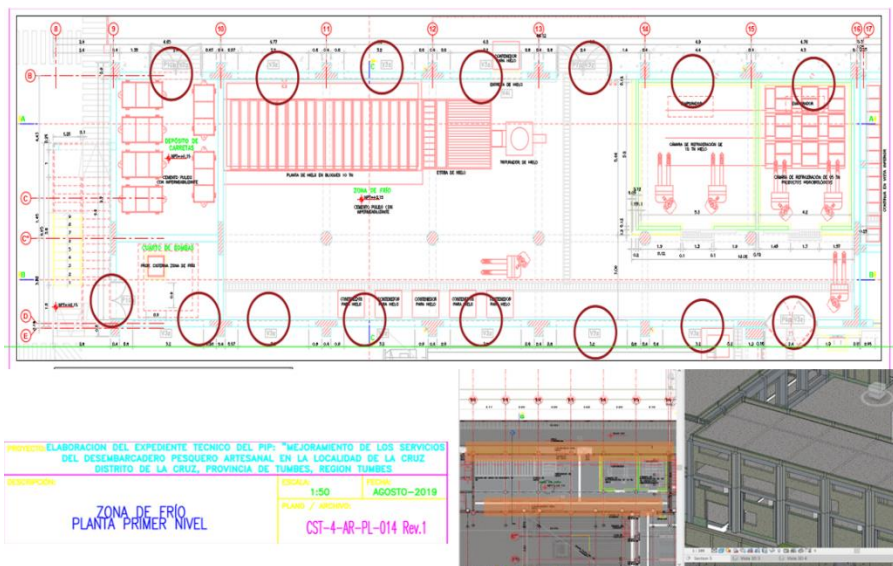


25. VENTANAS Y PUERTAS EJES B Y D – EJES 9 AL 16; EJE E – EJES 9 AL 16 PRIMER NIVEL.

Se debe revisar el encuentro entre vigas y puertas, adicionar estructura en el encuentro de ventana – muro P-g10. El alfeizar desfasa en 0.10 m.

Figura 71

Encuentro entre Vigas y Puertas de los Ejes B y D - Ejes 9 al 16 Primer Nivel

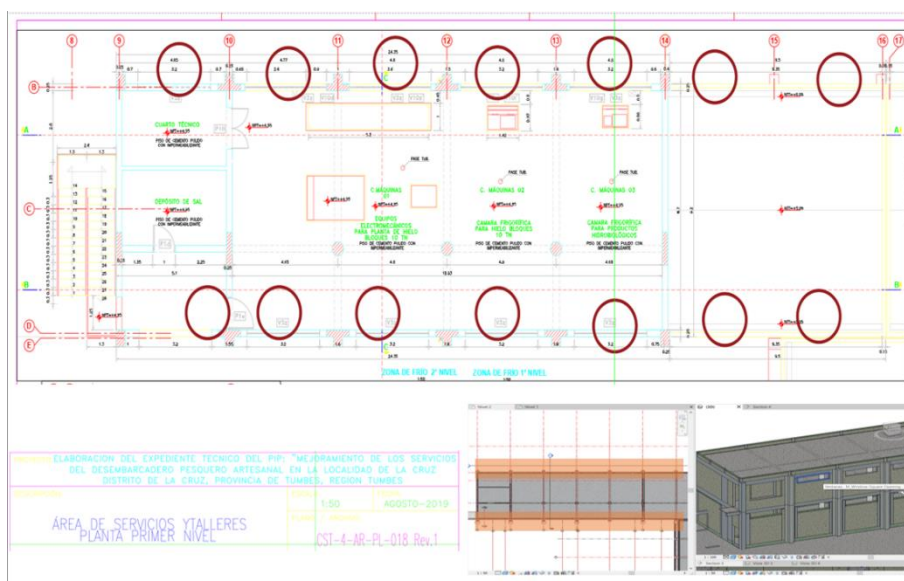


26. VENTANAS Y PUERTAS EJES B Y D – EJES 9 AL 16; EJE E – EJES 9 AL 16 SEGUNDO NIVEL.

Se debe revisar el encuentro entre vigas y puertas, adicionar estructura en encuentro de ventanas y muros. El alfeizar desfasa en 0.10 m.

Figura 72

Encuentro entre Vigas y Puertas de los Ejes B y D - Ejes 9 al 16 Segundo Nivel

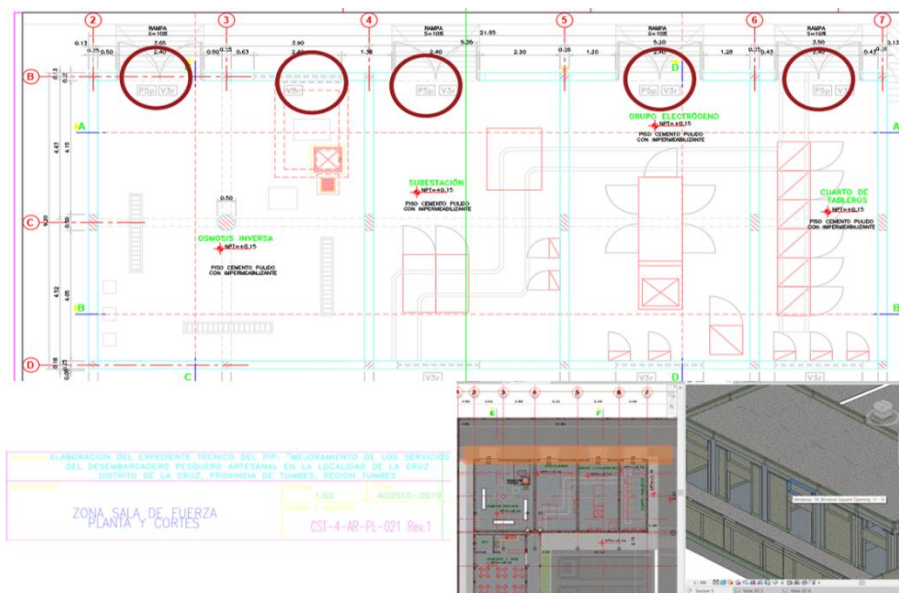


27. VENTANAS Y PUERTAS DEL EJE B – EJES 2 AL 7 PRIMER NIVEL.

Colocar estructura en encuentro de viga y puerta, así como en encuentro de ventanas y muros.

Figura 73

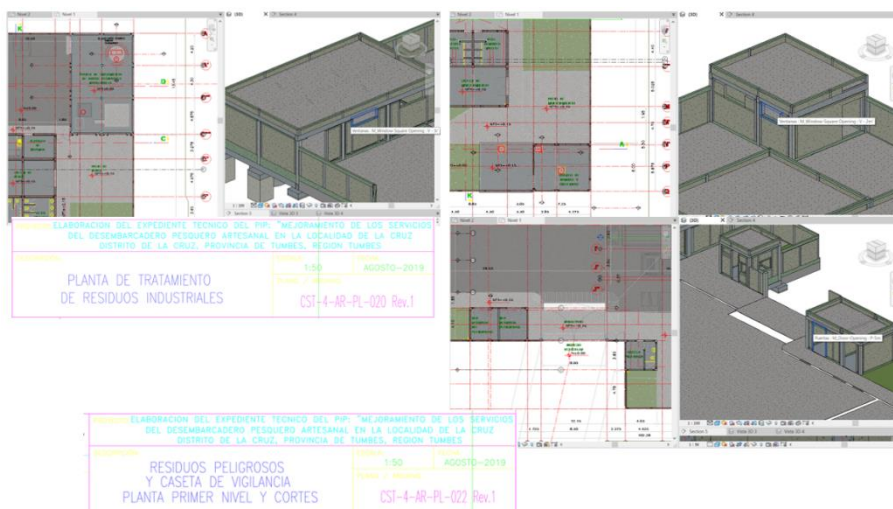
Falta de Elementos Estructurales en Ventanas y Puertas



28. En los módulos pertenecientes a la planta de tratamiento de residuos industriales, residuos peligrosos y caseta de vigilancia, se han encontrado diferencias entre el alfeizar de las ventanas y el encuentro de muros y vigas.

Figura 74

Alfeizar en los Módulos de la Planta de Tratamiento y Caseta de Vigilancia



29. En la lámina del módulo de administración primer nivel observamos que el cuadro de vanos menciona que las ventanas V2j tienen un total de 5 unidades. Sin embargo, al modelar encontramos que solo existen 4 unidades en el primer nivel.

Figura 75

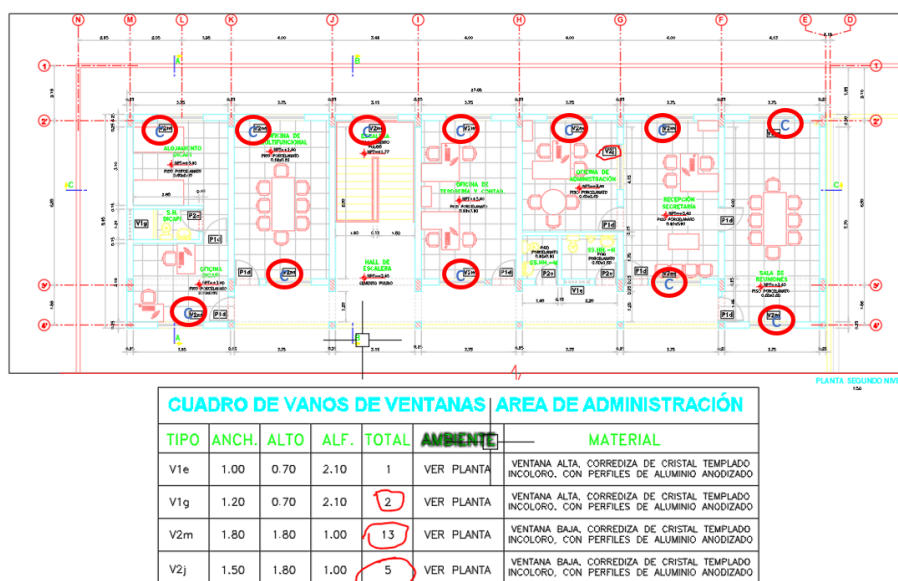
Diferentes Unidades de la Ventana V2j entre el Plano y Cuadro de Vanos



30. En la lámina del módulo administrativo segundo nivel, observamos que el cuadro de vanos menciona que las ventanas V2m y V2j contienen para dicho nivel 13 y 5 unidades respectivamente, sin embargo, al modelar encontramos que solo existen 12 y 1 unidades. Lo cual no está de acuerdo con el cuadro de vanos.

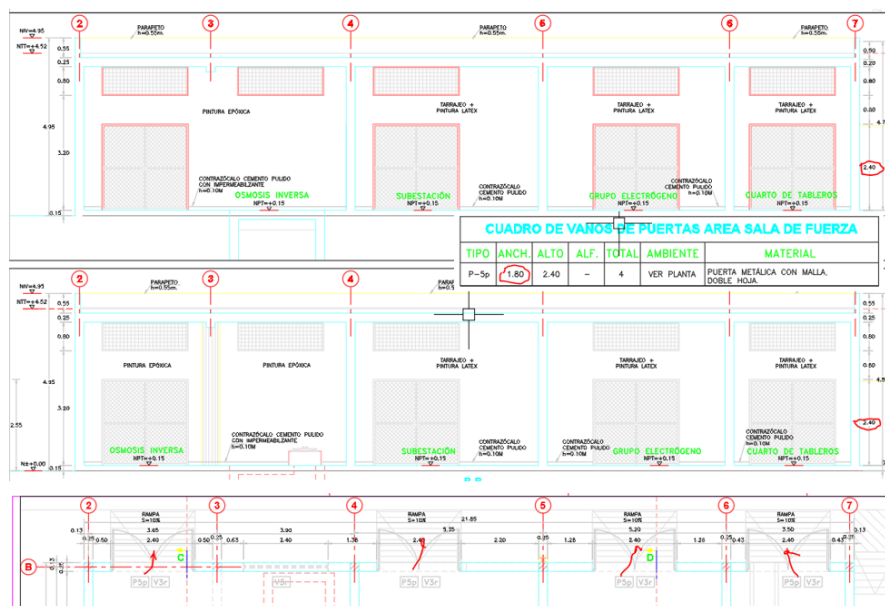
Figura 76

Diferentes Unidades de Ventanas V2m y V2j entre el Plano y Cuadro de Vanos



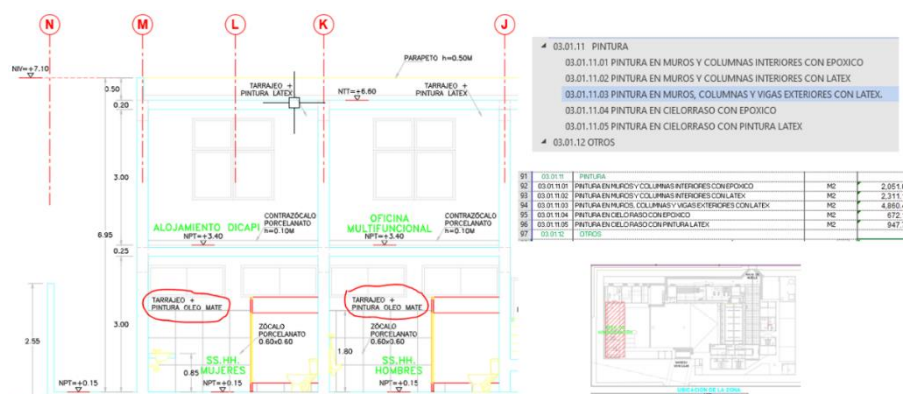
31. Observamos que los portones metálicos de doble hoja P5p, cuentan con las medidas 1.80 m de ancho x 2.40 m de alto, según el cuadro de vanos. Sin embargo, los planos de elevaciones y cortes difieren de estas y encontramos que las siguientes medidas 2.40 m de ancho x 2.40 m de alto.

Figura 77
Diferentes Medidas de Portones en Plano de Elevaciones y Cuadro de Vanos



32. En los SS.HH. del módulo de administración, para el muro sobre el zócalo de porcelanato encontramos el detalle “pintura oleo mate”, este tipo de pintura no se menciona en las especificaciones técnicas, ni metrados.

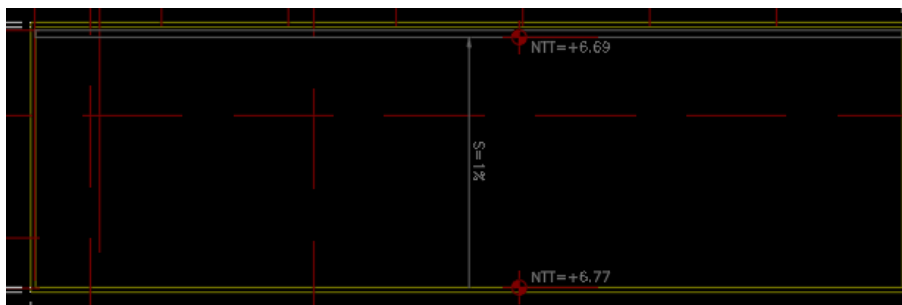
Figura 78
Revisar Pintura del Zócalo de los SS.HH. del Módulo de Administración



33. En la azotea del módulo de Administración no se especifica el material de acabado del piso, ni el material de acabado interno del parapeto. En las especificaciones técnicas y metrados tampoco se menciona dicho tipo de acabado.

Figura 79

Falta de Información para la Azotea del Módulo de Administración

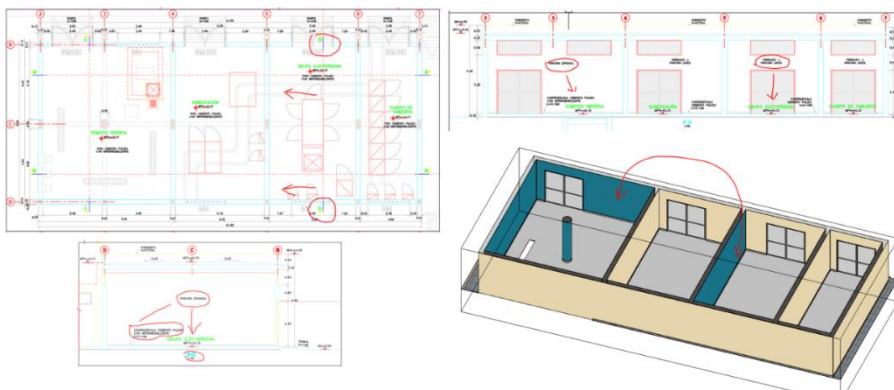


34. En el módulo de Sala de Fuerza encontramos diferentes acabados de pintura, en el Área de Osmosis Inversa detalla que el acabado es Pintura Epóxica + Contra zócalo de Cemento Pulido impermeabilizado, en los demás ambientes: Subestación, Grupo Electrónico y Cuarto de Tableros encontramos Pintura Látex + Contra zócalo de Cemento Pulido.

Sin embargo, el corte D-D nos detalla que esa cara en el grupo Electrónico tendrá un acabado de Pintura Epóxica + Contra zócalo de Cemento pulido Impermeabilizado, no especificando si el acabado será en esa cara del muro o en todo el ambiente.

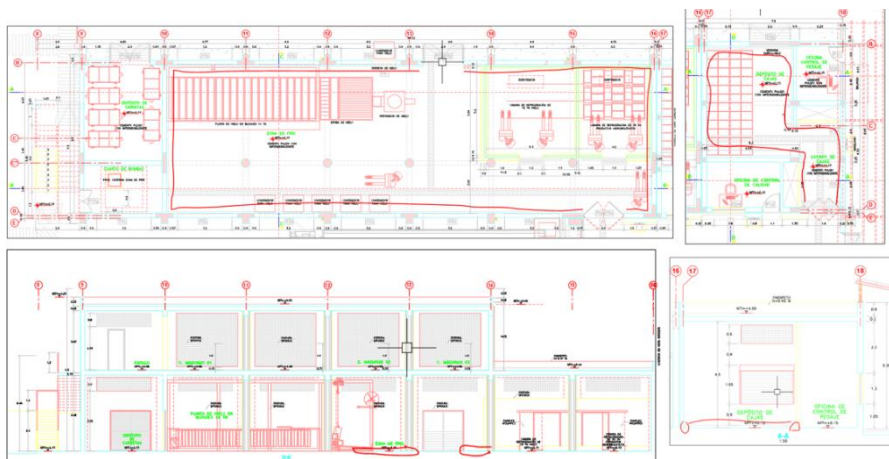
Figura 80

Diferentes Acabados de Pintura para la Sala de Fuerza en el Área de Osmosis



35. En la zona de frio podemos observar en la vista en planta y en el corte A-A la presencia de un contra zócalo sanitario, del cual no se menciona el material o si tendrá acabado impermeabilizado. En el corte B-B observamos que por dicho lugar se debería observar contra zócalo sanitario, pero no aparece. No se cuenta con ningún ambiente con detalles de zócalos y contra zócalos.

Figura 81
Faltan Detalles de Contra Zócalo Sanitario en la Zona de Frio



36. En la zona administrativa encontramos que en el vano del plano de arquitectura este es de 1.50 m, mientras que en el plano de estructuras encontramos vanos de 1.55 m, generando así un desfase de 0.05 m que es apreciable al generar la vista en 3D.

Figura 82
Incompatibilidad entre los Vanos de Arquitectura y Estructuras

ZONA ADMINISTRATIVA

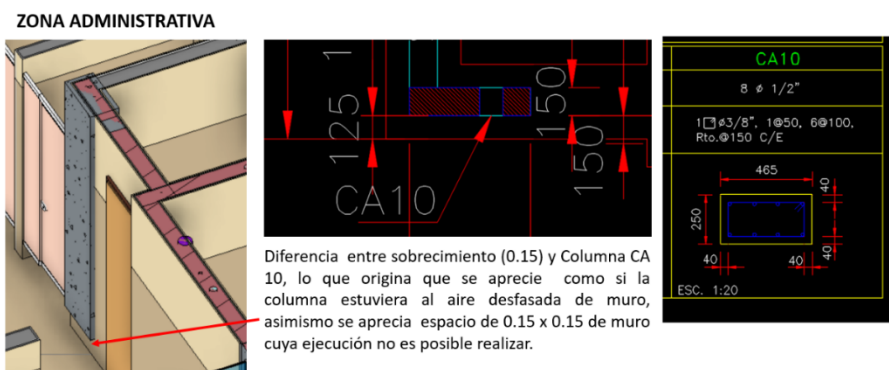
Espacio entre Ventana y muros de 5 cm aproximadamente.

CUADRO DE VANOS DE VENTANAS AREA DE ADMINISTRACIÓN						
TIPO	ANCHO	ALTO	ALF.	TOTAL	AMBIENTE	MATERIAL
V1a	0.90	0.70	2.10	1	VER PLANTA	VENTANA ALTA CORREDOA DE CRISTA TEMPLADO INCLUIDO, CON PERFILES DE ALUMINIO ANODIZADO
V1b	1.20	0.70	2.10	2	VER PLANTA	VENTANA ALTA CORREDOA DE CRISTA TEMPLADO INCLUIDO, CON PERFILES DE ALUMINIO ANODIZADO
V1c	1.50	0.70	2.10	8	VER PLANTA	VENTANA ALTA CORREDOA DE CRISTA TEMPLADO INCLUIDO, CON PERFILES DE ALUMINIO ANODIZADO
V1d	1.20	0.70	2.10	4	VER PLANTA	VENTANA ALTA CORREDOA DE CRISTA TEMPLADO INCLUIDO, CON PERFILES DE ALUMINIO ANODIZADO
V2	1.50	1.80	1.50	5	VER PLANTA	VENTANA BAJA CORREDOA DE CRISTA TEMPLADO INCLUIDO, CON PERFILES DE ALUMINIO ANODIZADO

Vano en arquitectura con dimensiones menores (1.50) a vano en estructuras (1.55), lo que hace que en 3D se vea la ventana más corta que el vano

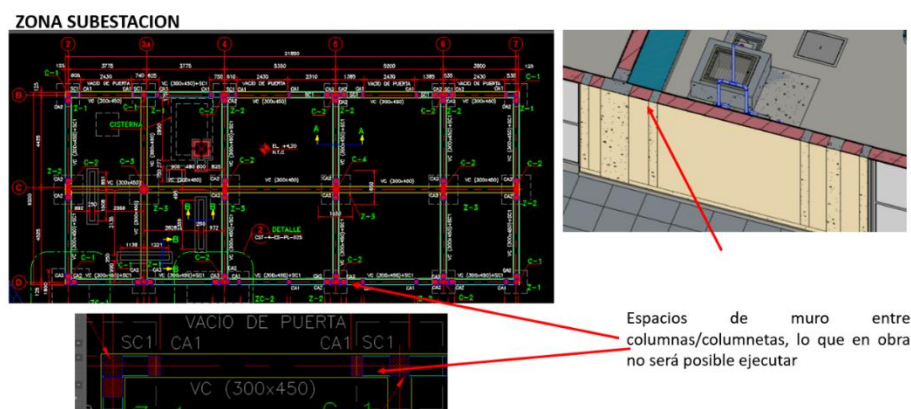
37. Se encontró diferencia entre sobrecimiento (0.15) y la columna CA10 (0.25), lo que origina un desfase y genera una falsa impresión sobre la columna CA10, como si esta estuviese en el aire, la cual no es visible en el plano de estructuras, pero si en la vista 3D. A su vez se aprecia un tramo de muro de 0.15 m x 0.15 m, cuya ejecución no es factible.

Figura 83
Incompatibilidad en la Columna CA10



38. Espacios reducidos entre columnas y columnetas, lo que en obra genera un desperdicio de tiempo y recursos.

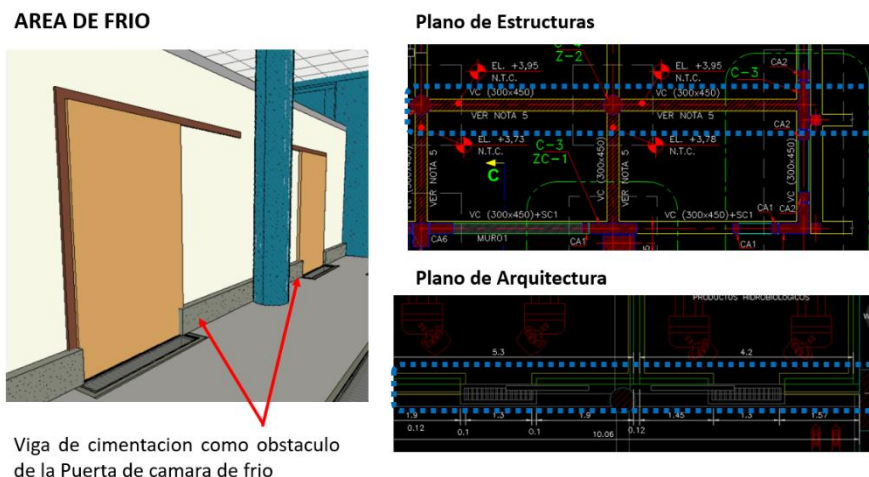
Figura 84
Incompatibilidad entre Columnas y Columnetas



39. Viga de cimentación como obstáculo de la puerta de la cámara de frío.

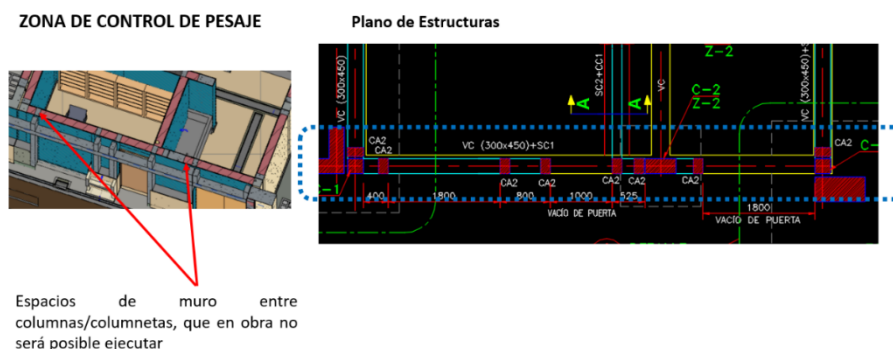
En el Plano de Estructuras encontramos una viga de cimentación de 0.30 m x 0.45 m, a lo largo del muro, sin embargo, en el Plano de Arquitectura el muro presenta un ancho de 0.12 m, lo que imposibilita el correcto funcionamiento de la puerta de la cámara de refrigeración.

Figura 85
Incompatibilidad en Viga de Cimentación entre Estructuras y Arquitectura



40. En la zona de Control de Pesaje, encontramos espacios entre columnas y columnetas que no es factible ejecutar en obra.

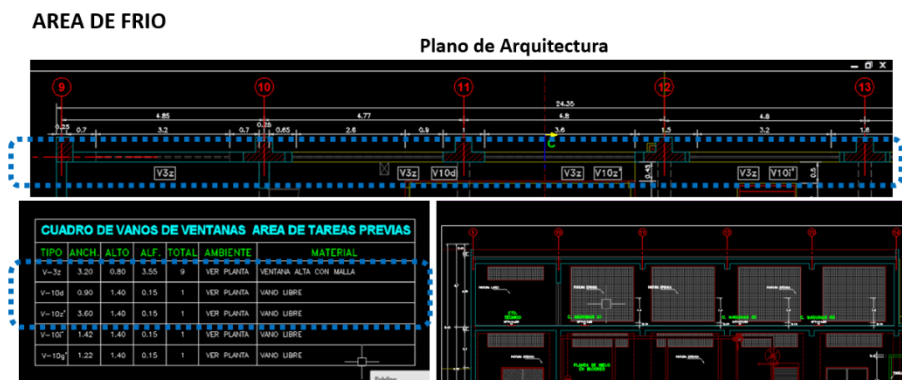
Figura 86
Incompatibilidad entre Columnas y Columnetas de Zona de Control de Pesaje



41. En el Área de Frío, se verifica la diferencia de medidas en las ventanas V3z, V10d y V10z', entre la elevación y el cuadro de vanos.

Figura 87

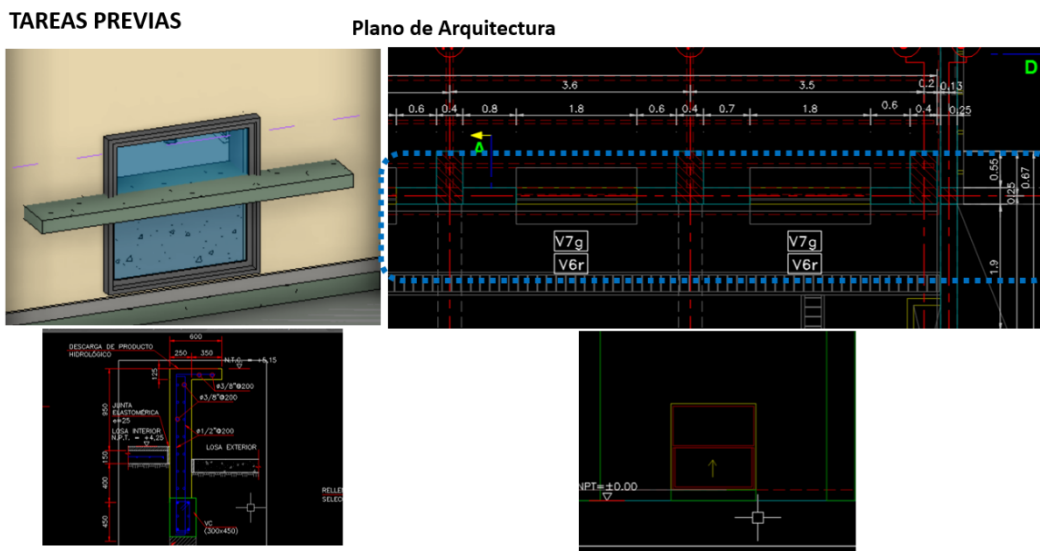
Discrepancia entre las Medidas de las Ventanas V3z, V10d y V10z'



42. Se aprecia la diferencia entre el Plano de Arquitectura y Estructuras, puesto que en la elevación arquitectónica encontramos un vidrio que empieza desde el NPT 0.16 y en el corte estructural tenemos un elemento de concreto a 0.95 m de la losa interior.

Figura 88

Incompatibilidad entre el Plano de Arquitectura y Estructuras



43. Encontramos diferencias entre las dimensiones de vano en el área de Tareas Previas y área de Recepción, en las especialidades de Arquitectura y Estructuras.

Figura 89

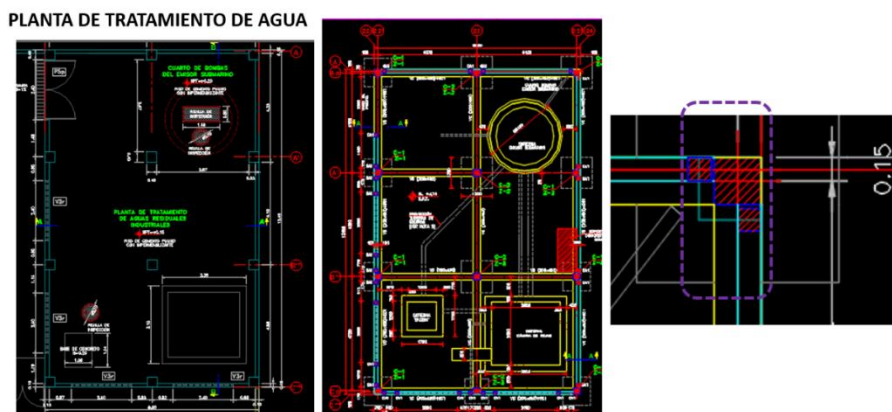
Incompatibilidad entre los Vanos de Arquitectura y Estructuras



44. Al superponer el plano de Arquitectura y Estructuras de la Planta de Tratamiento de Agua, verificamos que hay discrepancia entre las dimensiones de las columnas.

Figura 90

Discrepancias entre las Columnas de la Planta de Tratamiento de Agua

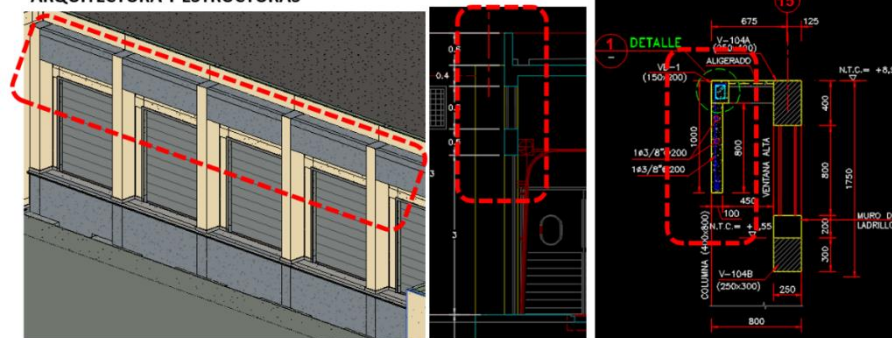


45. Incompatibilidad encontrada al modelar en 3D los planos de Arquitectura y Estructuras.

Figura 91

Incompatibilidad en el Modelo 3D de Arquitectura y Estructuras

INCOMPATIBILIDAD ENTRE LOS PLANOS DE ARQUITECTURA Y ESTRUCTURAS



MODELADO DE ARQUITECTURA + ESTRUCTURAS

CST-4-AR-PL-012 AL 13 Tareas Previas

CST-4-ES-PL-007 Rev.1 Tareas Previas - Losa de Techo, Planta, Secciones y Detalles

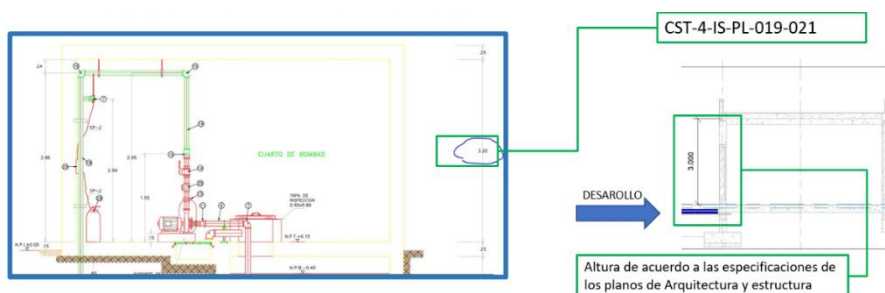
3.5.5.3. Especialidades de Instalaciones Sanitarias y Eléctricas.

46. CUARTO DE BOMBAS – AGUA POTABLE.

Diferencia de altura en el desarrollo de cuarto de bombas en Agua Potable. No coincide con la altura del ambiente. Esto se toma en consideración por la altura a la que deberían ir las tuberías que van colgadas de acuerdo al detalle.

Figura 92

Incompatibilidad en el Cuarto de Bombas

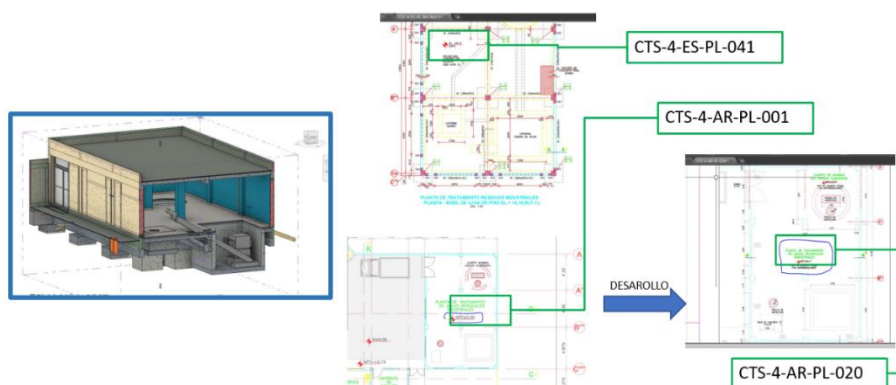


47. PLANTA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Diferencia de nivel en los suelos. Esto se debe a que en planteamiento general el nivel de piso es en + 0.00. CTS-4-ES-PL-041 /CST-4-AR-PL-001. En desarrollo de ambiente CTS-4-AR-PL-020 indica +0.15.

Figura 93

Incompatibilidad en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

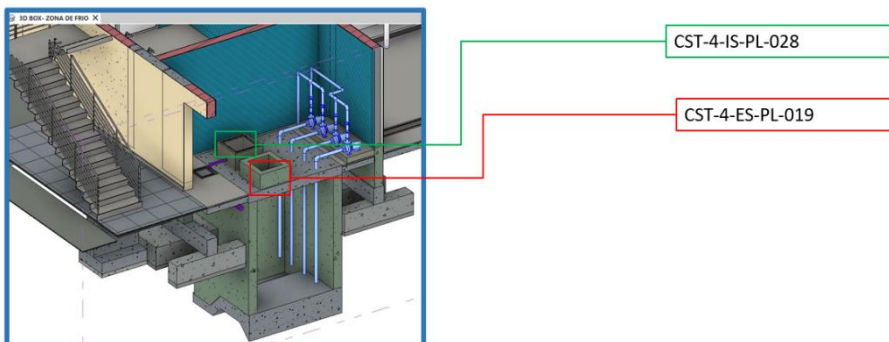


48. ZONA DE FRIO

Diferentes planteamientos de caja de inspección en Cisterna de frio entre las disciplinas de EST/IS CST-4-IS-PL-028/CST-4-ES-PL-019.

Figura 94

Incompatibilidad en la Zona de Frio

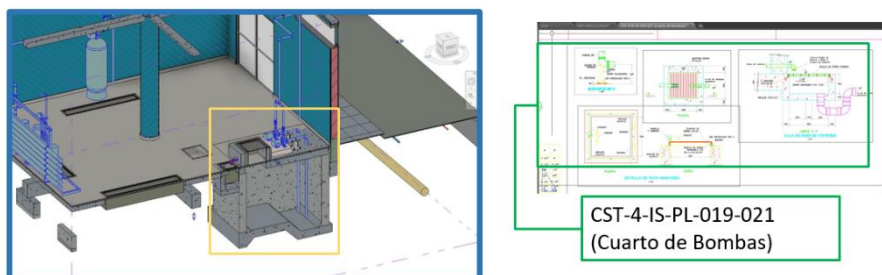


49. OSMOSIS

Diferentes dimensionamientos de caja de inspección y rebose en Osmosis entre las disciplinas de EST/IS CST-4-IS-PL-028/CST-4-ES-PL-019.

Figura 95

Incompatibilidad en Osmosis

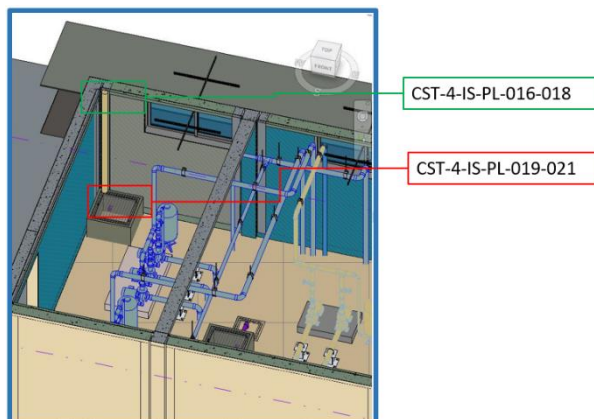


50. DRENAJE PLUVIAL

Bajada de drenaje pluvial en Cuarto Cisterna coincide con la ubicación de caja de inspección de cisterna. CST-4-IS-PL-016-018 / CST-4-IS-PL-019-021

Figura 96

Incompatibilidad en el Drenaje Pluvial

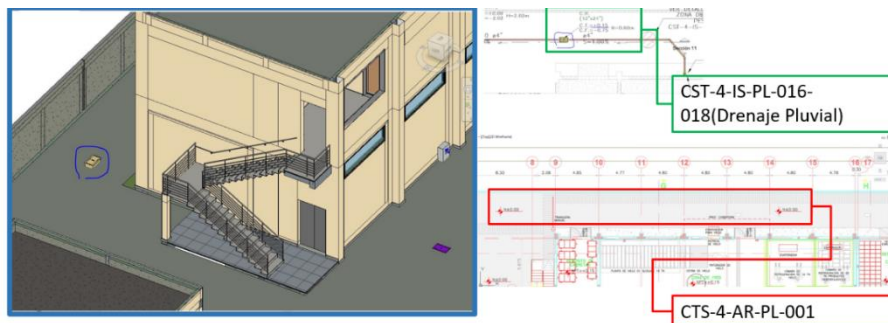


51. PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS INDUSTRIALES.

Verificar la altura de caja de Pluvial. CST-4-IS-PL-016-018(Drenaje Pluvial) / CTS-4-AR-PL-001.

Figura 97

Incompatibilidad en la Planta de Tratamiento de Residuos

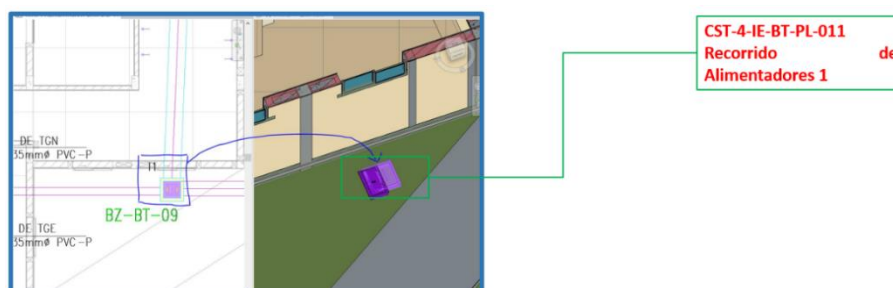


52. RED DE ALIMENTADORES ELÉCTRICO.

Interferencia de buzón de pase de alimentador eléctrico con buzón de Desagüe Sanitario. CST-4-IS-PL-009-011/ CST-4-IE-BT-PL-011
Recorrido de Alimentadores 1

Figura 98

Incompatibilidad de la Red de Alimentadores Eléctricos

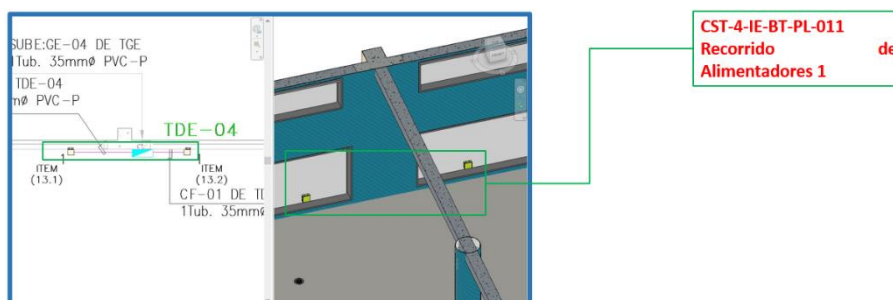


53. RED DE ALIMENTADORES ELÉCTRICO.

Colocación de cajas de pase en muro con una ventana muy baja. CST-4-IE-BT-PL-011 Recorrido de Alimentadores 1

Figura 99

Incompatibilidad de Red de Alimentadores Eléctricos II

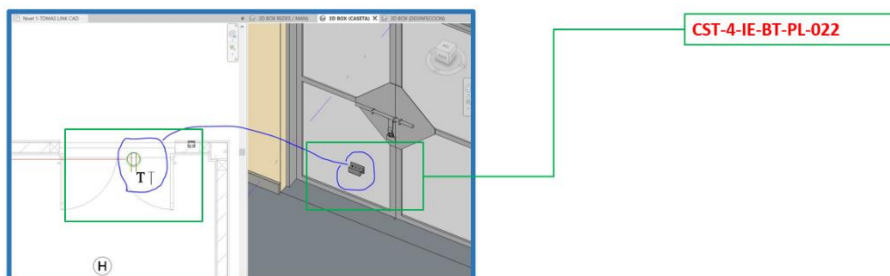


54. TOMAS.

Planteamiento de colocación un muro, pero en la ubicación de una puerta. CST-4-IE-BT-PL-022

Figura 100

Incompatibilidad de Tomacorrientes

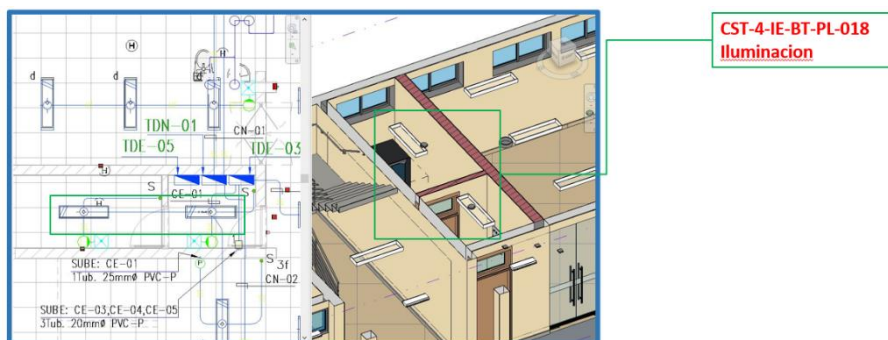


55. ILUMINACIÓN.

Luminarias en misma ubicación de Detector de Humo. CST-4-IE-BT-PL-018 Iluminación / CST-180402-4-TIC-DAI.

Figura 101

Incompatibilidad en la Iluminación

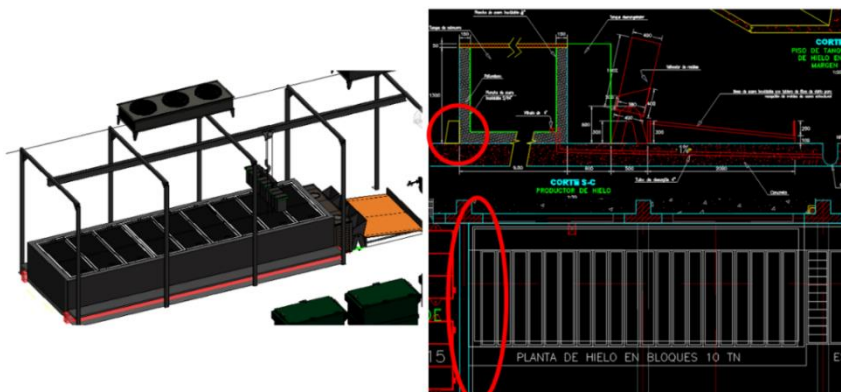


3.5.5.4. Especialidad de Equipamiento.

56. El sardinel que observamos en el detalle de la planta de hielo, no se encuentra en el plano de arquitectura.

Figura 102

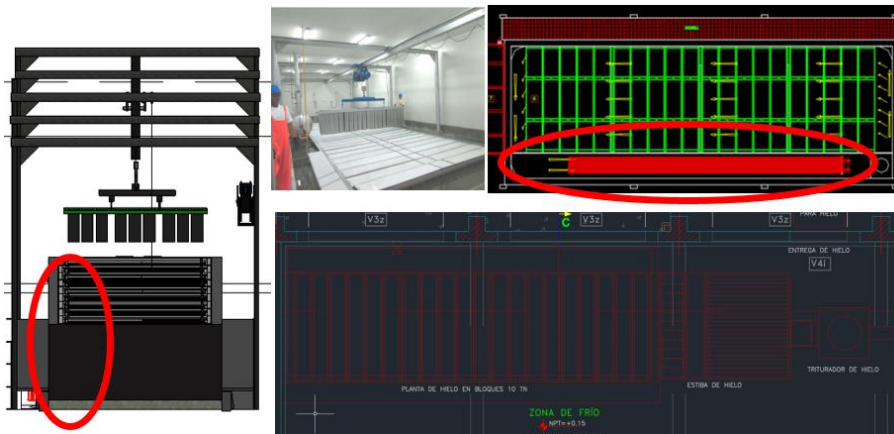
Incompatibilidad entre el Sardinel en Arquitectura



57. El plano de arquitectura y equipamiento discrepan en la cantidad de pasillos para la planta de hielo.

Figura 103

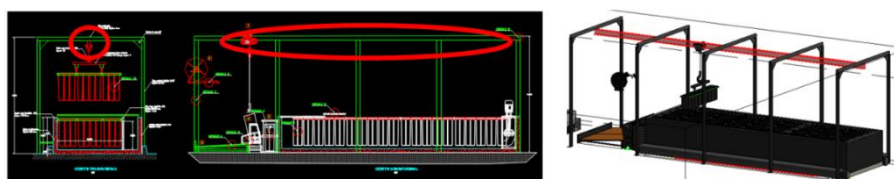
Incompatibilidad en Planta de Hielo entre Arquitectura y Estructuras



58. Barra metálica del equipamiento no aparece en los detalles.

Figura 104

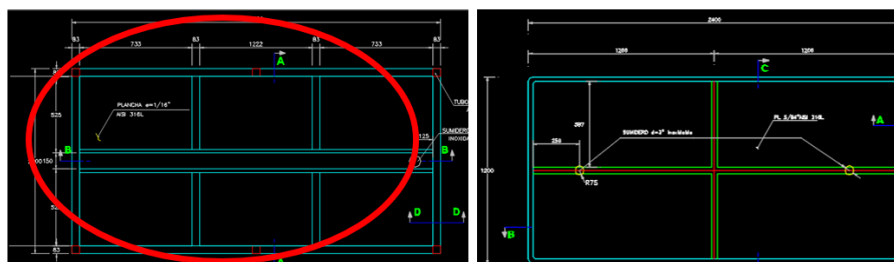
Barra Metálica no Aparece en los Detalles



59. Las especificaciones técnicas de los equipos no coinciden con el plano de arquitectura.

Figura 105

Incompatibilidad entre las Especificaciones Técnicas y Arquitectura

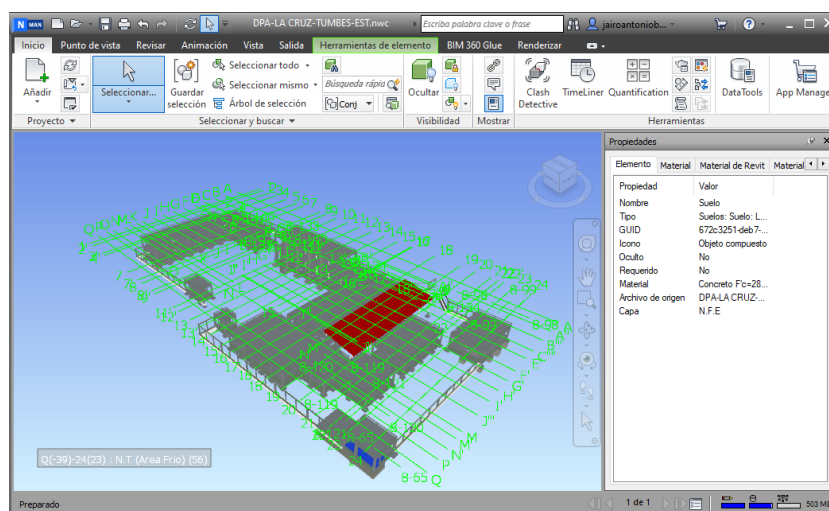


3.5.6. Análisis en Naviswork Manage

Posterior a la elaboración de los modelos por especialidades, es apropiado exportar el archivo a formato .ifc; para luego ser ejecutado en el software Naviswork Manage, una vez abierto el modelo en este último, se recomienda guardar el archivo en formato .nwc, .nwf, .nwd; formatos nativos del software que permiten un manejo más sencillo.

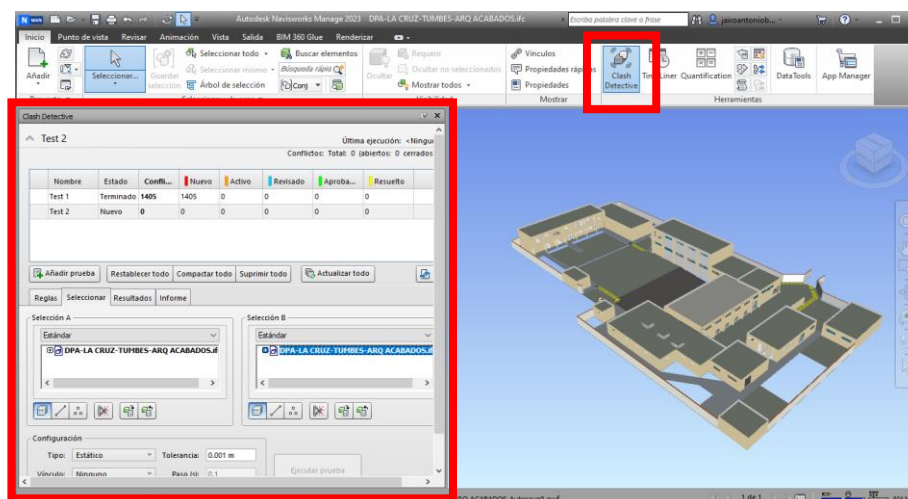
La herramienta Naviswork se emplea con la intención principalmente de detectar interferencias e incompatibilidades, sin embargo, sus usos se extienden desde su capacidad de integrar nubes de puntos hasta la creación sencilla de renders y presentaciones.

Figura 106
Interfaz Naviswork Manage



3.5.6.1. Detección de Interferencias.

Figura 107
Cuadro de Dialogo: Clash Detective



El software cuenta con un comando al que denomina “*clash detective*” que, al ejecutarse, despliega un cuadro de dialogo en el que muestra los modelos cargados en dos secciones para su selección y posterior test. Según se elaboraba la presente investigación, se determinó que, es recomendable hacer una primera detección de interferencias en el mismo modelo para descartar errores de modelado, elementos superpuestos, desfasados o mal definidos. Después de este primer tamizaje se debe corregir el modelo de la disciplina a la que correspondiese. Una vez levantadas todas las incidencias o “conflictos” como los denomina el software; se procede a ejecutar un test interdisciplinario. Aquí es donde se encontrarán las interferencias e incompatibilidades, según lo parámetros antes configurados.

Figura 108

Cuadro resumen de Análisis ejecutados

Nombre	Estado	Confl...	Nuevo	Activo	Revisado	Aproba...	Resuelto
Test 1	Terminado	578	578	0	0	0	0

Última ejecución: 1 de diciembre de 2022 09:47:49
 Conflictos: Total: 578 (abiertos: 578 cerrados: 0)

+ Añadir prueba Restablecer todo Compactar todo Suprimir todo Actualizar todo

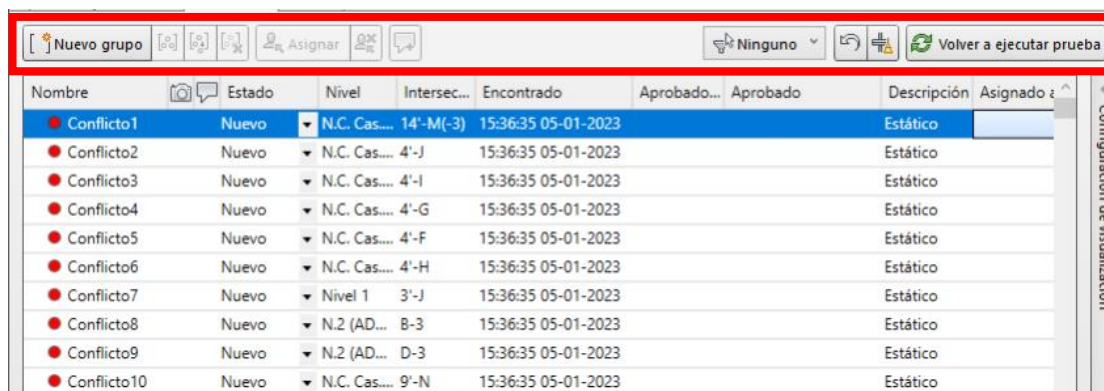
La herramienta Naviswork establece un código de colores que es asignado a cada estado de los conflictos, el código señala:

- **Rojo:** Conflicto nuevo, es decir hallado por vez primera en la actual ejecución del test.
- **Naranja:** Conflicto activo, es un conflicto detectado en un test anterior pero que aún no fue resuelto.
- **Azul:** Conflicto revisado, es un conflicto que se detectó anteriormente y se marcó como visto.

- **Verde:** Conflicto aprobado, se refiere a un conflicto que de manera manual fue asignado como aprobado, este estado permanecerá cada vez que se ejecute un nuevo test, este resuelto o no.
- **Amarillo:** Conflicto resuelto, es un conflicto que fue íntegramente resuelto y aprobado, no obstante, si el estado resuelto es asignado manualmente y no es resuelto, el conflicto volverá a aparecer en la categoría de conflicto nuevo.

Figura 109

Listado de Conflictos y barra de comandos



Nombre	Estado	Nivel	Intersec...	Encontrado	Aprobado...	Aprobado	Descripción	Asignado
Conflicto1	Nuevo	N.C. Cas... 14'-M(-3)	15:36:35	05-01-2023			Estático	
Conflicto2	Nuevo	N.C. Cas... 4'-J	15:36:35	05-01-2023			Estático	
Conflicto3	Nuevo	N.C. Cas... 4'-I	15:36:35	05-01-2023			Estático	
Conflicto4	Nuevo	N.C. Cas... 4'-G	15:36:35	05-01-2023			Estático	
Conflicto5	Nuevo	N.C. Cas... 4'-F	15:36:35	05-01-2023			Estático	
Conflicto6	Nuevo	N.C. Cas... 4'-H	15:36:35	05-01-2023			Estático	
Conflicto7	Nuevo	Nivel 1 3'-J	15:36:35	05-01-2023			Estático	
Conflicto8	Nuevo	N.2 (AD... B-3	15:36:35	05-01-2023			Estático	
Conflicto9	Nuevo	N.2 (AD... D-3	15:36:35	05-01-2023			Estático	
Conflicto10	Nuevo	N.C. Cas... 9'-N	15:36:35	05-01-2023			Estático	

En el cuadro de dialogo se muestra también diversidad de opciones, que se desglosan a continuación:

- **Nuevo Grupo:** Permite crear una sablista en donde agrupar conflictos que tengan algún parámetro en común, ya sea por ambiente, especialidad, u otro. Este ejercicio de agrupar los incidentes facilita la gestión y análisis de los mismos. Una vez creado los grupos es posible modificar los nombres, y para añadir conflictos a los grupos, solo se necesita arrastrar los conflictos dentro del grupo deseado y posteriormente aparecerá dentro de una lista desplegable.
- **Agrupar Conflictos Seleccionados:** este comando permite establecer grupos, a partir de seleccionar varios conflictos de la lista.

- Eliminar del Grupo: este botón expulsa al conflicto seleccionado de un determinado grupo.
- Descomponer el Grupo: este comando elimina el grupo seleccionado y devuelve los conflictos a la lista inicial.
- Asignar: este botón apertura un nuevo cuadro de diálogo en el que es posible establecer un responsable para el conflicto que se tenga seleccionado y además permite adjuntar una serie de comentarios que serán consignados en el informe de conflictos.
- Anular Asignación: este comando tiene por función anular la acción realizada por el comando anterior.
- Añadir Comentario: apertura un cuadro de dialogo que permite emitir los comentarios para argumentar las razones de las acciones tomadas en un determinado conflicto
- Filtro por Selección: permite aislar determinado elemento del modelo habilitando la posibilidad de mostrar solo los conflictos en que aparece o en su defecto en los que no aparece.
- Restablecer: Elimina todos los conflictos advertidos en la prueba actual y deja la interfaz lista para iniciar un nuevo test.
- Compactar: quita de la lista todos los conflictos que ya se atendieron, despejando la relación de conflictos.
- Volver a ejecutar la prueba: ejecuta la prueba nuevamente y actualiza los resultados.

3.5.6.2. Exportación de Conflictos.

En la última de las pestañas del cuadro de diálogo de *clash detective* que se denomina “informe”, es donde podemos exportar el informe de conflictos.

En este apartado tenemos la posibilidad de elegir que parámetros se desea que sean consignados en el informe, así como el estado en el que se encuentra el conflicto.

Así mismo, en la parte inferior, se puede elegir que prueba, de la sesión de trabajo, se desea exportar, o si bien, se desea exportar todas las pruebas; combinadas o separadas; además, permite elegir el formato en el que será exportado el informe, siendo el más recomendado; HTML (tabular), debido a su versatilidad y la posibilidad de convertirlo en una hoja de cálculo.

Figura 110

Interfaz de Exportación de Informe de Incompatibilidades

The screenshot shows the 'Informe' (Report) tab in the Clash Detective interface. The interface is divided into several sections:

- Contenido (Content):** A list of items to include in the report, each with a checked checkbox:
 - Resumen
 - Punto de conflicto
 - Fecha de detección
 - Asignado a
 - Fecha de aprobación
 - Aprobado por
 - Nombre de capa
 - Ruta de elemento
 - ID de elemento
 - Estado
 - Distancia
 - Descripción
 - Comentarios
 - Propiedades rápidas
 - Imagen
 - Fechas de simulación
 - Evento de simulación
 - Grupo de conflictos
 - Ubicación de rejilla
- Incluir conflictos (Include conflicts):**
 - Para los grupos de conflictos, incluye:
 - Incluir solo los resultados filtrados
 - Incluya estos estados:
 - Nuevo
 - Activo
 - Revisado
 - Aprobado
 - Resuelto
- Parámetros de salida (Output parameters):**
 - Tipo de informe:
 - Formato de informe:
 - Conservar el resaltado de los resultados
 -

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de resultados












4.1.1. Detección de Incompatibilidades e Interferencias

➤ Arquitectura Vs. Estructuras

Tabla 3

Conflictos entre especialidades de Arquitectura y Estructuras

arq - est		Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
		0.001m	937	926	0	0	11	0	Estático	Aceptar













Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Ubicación de rejilla	Descripción	Fecha de detección	Fecha de aprobación	Aprobado por	Punto de conflicto	Elemento 1			Elemento 2				
										ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo
	Conflicto1	Nuevo	-0.550	D-18 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 06:51			x:544775.541, y:9598007.563, z:-0.052	Element ID: 638643	Nivel 0	BASE DE CEMENTO PORTLAND	Solid	ID de elemento: 840787	N.F.Z. (Tareas Pevias)	Concreto F'c=280Kg/cm2	Sólido
	Conflicto2	Aprobado	-0.530	E'-18 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 06:51	2023/1/13 06:52	jairo	x:544775.162, y:9598004.463, z:-0.050	Element ID: 638643	Nivel 0	BASE DE CEMENTO PORTLAND	Solid	ID de elemento: 841358	N.F.Z. (Tareas Pevias)	Concreto F'c=280Kg/cm2	Sólido
	Conflicto3	Aprobado	-0.530	I'-18 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 06:51	2023/1/13 06:52	jairo	x:544775.143, y:9597990.063, z:-0.050	Element ID: 638643	Nivel 0	BASE DE CEMENTO PORTLAND	Solid	ID de elemento: 841434	N.F.Z. (Tareas Pevias)	Concreto F'c=280Kg/cm2	Sólido
	Conflicto4	Aprobado	-0.525	4'-M : Nivel 0	Estático	2023/1/13 06:51	2023/1/13 06:52	jairo	x:544709.967, y:9597980.522, z:0.125	Element ID: 519718	Nivel 1	BASE DE CEMENTO PORTLAND	Solid	ID de elemento: 1499691	N.F.Z. (Dep. Res. Pel.)	Concreto F'c=210Kg/cm2	Sólido
	Conflicto5	Aprobado	-0.424	H'-18 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 06:51	2023/1/13 06:52	jairo	x:544775.143, y:9597993.663, z:-0.050	Element ID: 638643	Nivel 0	BASE DE CEMENTO PORTLAND	Solid	ID de elemento: 841419	N.F.Z. (Tareas Pevias)	Concreto F'c=280Kg/cm2	Sólido
	Conflicto6	Aprobado	-0.424	F'-18 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 06:51	2023/1/13 06:52	jairo	x:544775.269, y:9598000.863, z:-0.050	Element ID: 638643	Nivel 0	BASE DE CEMENTO PORTLAND	Solid	ID de elemento: 841389	N.F.Z. (Tareas Pevias)	Concreto F'c=280Kg/cm2	Sólido
	Conflicto7	Aprobado	-0.384	G'-18 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 06:51	2023/1/13 06:52	jairo	x:544775.143, y:9597996.863, z:-0.050	Element ID: 638643	Nivel 0	BASE DE CEMENTO PORTLAND	Solid	ID de elemento: 841404	N.F.Z. (Tareas Pevias)	Concreto F'c=280Kg/cm2	Sólido
	Conflicto8	Aprobado	-0.350	14'-M : Nivel 0	Estático	2023/1/13 06:51	2023/1/13 06:52	jairo	x:544760.492, y:9597980.738, z:0.100	Element ID: 573851	Nivel 1	BASE DE CEMENTO PORTLAND	Solid	ID de elemento: 1011585	N.F.Z. (Tareas Pevias)	Concreto F'c=280Kg/cm2	Sólido
	Conflicto9	Aprobado	-0.350	17'-M : Nivel 0	Estático	2023/1/13 06:51	2023/1/13 06:52	jairo	x:544771.642, y:9597980.738, z:0.100	Element ID: 573576	Nivel 1	BASE DE CEMENTO PORTLAND	Solid	ID de elemento: 1011839	N.F.Z. (Tareas Pevias)	Concreto F'c=280Kg/cm2	Sólido
	Conflicto10	Aprobado	-0.350	16'-M : Nivel 0	Estático	2023/1/13 06:51	2023/1/13 06:52	jairo	x:544768.142, y:9597980.738, z:0.100	Element ID: 573605	Nivel 1	BASE DE CEMENTO PORTLAND	Solid	ID de elemento: 1011861	N.F.Z. (Tareas Pevias)	Concreto F'c=280Kg/cm2	Sólido
	Conflicto11	Aprobado	-0.300	E''-20 : Nivel 0	Estático	2023/1/13 06:51	2023/1/13 06:52	jairo	x:544786.942, y:9598003.221, z:0.100	Element ID: 572231	Nivel 1	BASE DE CEMENTO PORTLAND	Solid	ID de elemento: 1434504	N.C. (Dep. Res. Pel.)	Concreto F'c=175Kg/cm2	Sólido

➤ Arquitectura Vs. Instalaciones Eléctricas

Tabla 4

Conflictos entre especialidades de Arquitectura e Instalaciones Eléctricas













arq - elec	Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
	0.001m	264	264	0	0	0	0	Estático	Aceptar

Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Ubicación de rejilla	Descripción	Fecha de detección	Punto de conflicto	Elemento 1			Elemento 2				
								ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo
	Conflicto1	Nuevo	-0.196	B-4 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:0	x:544711.124, y:9598018.384, z:-0.017	Element ID: 636117	Nivel 0	BASE DE CEMENTO PORTLAND	Solid	ID de elemento: 326643	Nivel 1	VR-Sistemas Electricos	Sólido
	Conflicto2	Nuevo	-0.193	E-7 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:0	x:544722.707, y:9598006.075, z:-0.112	Element ID: 646977	<No level>	Default Floor	Solid	ID de elemento: 330789	Nivel 1	Concreto F'c=175Kg/cm2	Sólido
	Conflicto3	Nuevo	-0.190	E-5 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:0	x:544712.278, y:9598006.163, z:-0.200	Element ID: 646977	<No level>	Default Floor	Solid	ID de elemento: 324026	Nivel 1	Concreto F'c=175Kg/cm2	Sólido
	Conflicto4	Nuevo	-0.150	M-7 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:0	x:544722.185, y:9597981.227, z:-0.100	Element ID: 519750	Nivel 0	Earth	Solid	ID de elemento: 326554	Nivel 0	VR-Sistemas Electricos	Sólido
	Conflicto5	Nuevo	-0.150	M-7 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:0	x:544716.971, y:9597981.040, z:-0.100	Element ID: 519750	Nivel 0	Earth	Solid	ID de elemento: 326541	Nivel 0	VR-Sistemas Electricos	Sólido
	Conflicto6	Nuevo	-0.150	4'-M : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:0	x:544712.207, y:9597981.227, z:-0.100	Element ID: 519750	Nivel 0	Earth	Solid	ID de elemento: 326526	Nivel 0	VR-Sistemas Electricos	Sólido
	Conflicto7	Nuevo	-0.150	7'-M : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:0	x:544727.155, y:9597981.227, z:-0.100	Element ID: 519750	Nivel 0	Earth	Solid	ID de elemento: 326562	Nivel 0	VR-Sistemas Electricos	Sólido
	Conflicto8	Nuevo	-0.131	12'-J' : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:0	x:544748.181, y:9597984.390, z:-0.221	Element ID: 519770	Nivel 0	BASE DE CEMENTO PORTLAND	Solid	ID de elemento: 323993	Nivel 0	Concreto F'c=175Kg/cm2	Sólido
	Conflicto9	Nuevo	-0.125	4'-K : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:0	x:544712.182, y:9597984.263, z:-0.129	Element ID: 647430	Nivel 1	Default Wall	Solid	ID de elemento: 324020	Nivel 1	Concreto F'c=175Kg/cm2	Sólido
	Conflicto10	Nuevo	-0.125	E-6 : Nivel 0	Estático	2023/1/13 07:0	x:544717.353, y:9598006.201, z:0.125	Element ID: 519718	Nivel 1	BASE DE CEMENTO PORTLAND	Solid	ID de elemento: 425404	Nivel 0	Peinture - Gris/Bleu	Sólido
	Conflicto11	Nuevo	-0.125	E-6 : Nivel 0	Estático	2023/1/13 07:0	x:544717.927, y:9598006.070, z:0.125	Element ID: 519718	Nivel 1	BASE DE CEMENTO PORTLAND	Solid	ID de elemento: 425405	Nivel 0	Default	Sólido
	Conflicto12	Nuevo	-0.120	8'-L : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:0	x:544735.603, y:9597984.263, z:-0.150	Element ID: 647430	Nivel 1	Default Wall	Solid	ID de elemento: 323996	Nivel 1	Concreto F'c=175Kg/cm2	Sólido

➤ Estructuras Vs. Instalaciones Eléctricas

Tabla 5













Conflictos entre especialidades de Estructuras e Instalaciones Eléctricas

Est - Elec		Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado					
		0,001m	367	367	0	0	0	0	Estático	Aceptar					
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Ubicación de rejilla	Descripción	Fecha de detección	Punto de conflicto	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo
	Conflicto1	Nuevo	-0.227	3-H : Nivel 1	Estático	2023/1/13 07:07	x:544707.168, y:9597979.713, z:3.121	ID de elemento: 1499979	N.T. (Dep. Res. Pel.)	Concreto F'c=280Kg/cm2	Sólido	ID de elemento: 340649	Nivel 1	Aluminum	Sólido
	Conflicto2	Nuevo	-0.200	17-M : Nivel 1	Estático	2023/1/13 07:07	x:544771.642, y:9597979.613, z:3.090	ID de elemento: 1069412	N.T. (ARE. DES.)	Concreto F'c=280Kg/cm2	Sólido	ID de elemento: 341409	Nivel 1	Aluminum	Sólido
	Conflicto3	Nuevo	-0.200	2-F : Nivel 1	Estático	2023/1/13 07:07	x:544702.881, y:9598003.713, z:3.073	ID de elemento: 1499983	N.T. (Dep. Res. Pel.)	Concreto F'c=280Kg/cm2	Sólido	ID de elemento: 340549	Nivel 1	Aluminum	Sólido
	Conflicto4	Nuevo	-0.200	D-5 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:07	x:544715.707, y:9598009.201, z:-0.050	ID de elemento: 1501623	Nivel 1	Concreto F'c=280Kg/cm2	Sólido	ID de elemento: 326659	Nivel 1	VR-Sistemas Electricos	Sólido
	Conflicto5	Nuevo	-0.152	3-K : Nivel 1	Estático	2023/1/13 07:07	x:544707.268, y:9597984.313, z:3.100	ID de elemento: 1499973	N.T. (Dep. Res. Pel.)	Concreto F'c=280Kg/cm2	Sólido	ID de elemento: 340753	Nivel 1	Aluminum	Sólido
	Conflicto6	Nuevo	-0.145	3-F : Nivel 1	Estático	2023/1/13 07:07	x:544707.168, y:9598003.713, z:3.074	ID de elemento: 1499983	N.T. (Dep. Res. Pel.)	Concreto F'c=280Kg/cm2	Sólido	ID de elemento: 340597	Nivel 1	Aluminum	Sólido
	Conflicto7	Nuevo	-0.142	4-F : Nivel 1	Estático	2023/1/13 07:07	x:544709.264, y:9598003.713, z:3.081	ID de elemento: 1499983	N.T. (Dep. Res. Pel.)	Concreto F'c=280Kg/cm2	Sólido	ID de elemento: 340832	Nivel 1	Polycarbonate Lens - Cooper Industries - Frosted	Sólido
	Conflicto8	Nuevo	-0.141	4-K : Nivel 1	Estático	2023/1/13 07:07	x:544709.254, y:9597984.563, z:3.079	ID de elemento: 1499973	N.T. (Dep. Res. Pel.)	Concreto F'c=280Kg/cm2	Sólido	ID de elemento: 340902	Nivel 1	Polycarbonate Lens - Cooper Industries - Frosted	Sólido
	Conflicto9	Nuevo	-0.129	2-H : Nivel 1	Estático	2023/1/13 07:07	x:544702.868, y:9597995.713, z:3.079	ID de elemento: 1499979	N.T. (Dep. Res. Pel.)	Concreto F'c=280Kg/cm2	Sólido	ID de elemento: 340647	Nivel 1	Aluminum	Sólido
	Conflicto10	Nuevo	-0.110	C-6 : Nivel 2	Estático	2023/1/13 07:07	x:544721.416, y:9598012.438, z:4.181	ID de elemento: 1500579	N.T. (Dep. Res. Pel.)	Concreto F'c=280Kg/cm2	Sólido	ID de elemento: 336590	Nivel 1	Metal - Paint Finish - IvoryGlossy	Sólido
	Conflicto11	Nuevo	-0.110	C-6 : Nivel 2	Estático	2023/1/13 07:07	x:544718.304, y:9598012.438, z:4.181	ID de elemento: 1500579	N.T. (Dep. Res. Pel.)	Concreto F'c=280Kg/cm2	Sólido	ID de elemento: 336580	Nivel 1	Metal - Paint Finish - IvoryGlossy	Sólido
	Conflicto12	Nuevo	-0.110	C-5 : Nivel 2	Estático	2023/1/13 07:07	x:544715.829, y:9598012.438, z:4.181	ID de elemento: 1500579	N.T. (Dep. Res. Pel.)	Concreto F'c=280Kg/cm2	Sólido	ID de elemento: 336570	Nivel 1	Metal - Paint Finish - IvoryGlossy	Sólido

➤ Arquitectura Vs. Instalaciones Sanitarias

Tabla 6

Conflictos entre especialidades de Arquitectura e Instalaciones Sanitarias













Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Ubicación de rejilla	Descripción	Fecha de detección	Punto de conflicto	Elemento 1			Elemento 2				
								ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo
	Conflicto1	Nuevo	-0.275	I'-22' : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:16	x:544794.777, y:9597990.147, z:-0.100	Element ID: 519702	Nivel 0	Earth	Solid	ID de elemento: 1493062	Nivel 1	Tubería-Red Drenaje Pluvial	Sólido
	Conflicto2	Nuevo	-0.225	F'-22' : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:16	x:544794.703, y:9597999.167, z:-0.100	Element ID: 519702	Nivel 0	Earth	Solid	ID de elemento: 1493079	Nivel 1	Tubería-Red Drenaje Pluvial	Sólido
	Conflicto3	Nuevo	-0.225	P-13 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:16	x:544751.843, y:9597971.668, z:-0.100	Element ID: 519709	Nivel 0	Earth	Solid	ID de elemento: 1488991	Nivel 1	Tubería-Red Sistema Sanitario	Sólido
	Conflicto4	Nuevo	-0.225	18'-P : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:16	x:544780.127, y:9597971.972, z:-0.100	Element ID: 519695	Nivel 0	Earth	Solid	ID de elemento: 1488945	Nivel 1	Tubería-Red Sistema Sanitario	Sólido
	Conflicto5	Nuevo	-0.225	N'-18'' : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:16	x:544779.872, y:9597976.514, z:-0.100	Element ID: 519687	Nivel 0	Earth	Solid	ID de elemento: 1488937	Nivel 1	Tubería-Red Sistema Sanitario	Sólido
	Conflicto6	Nuevo	-0.220	A-23 : Nivel 1	Estático	2023/1/13 07:16	x:544799.146, y:9598022.363, z:0.524	Element ID: 519619	Nivel 1	Concrete, Precast	Solid	ID de elemento: 1567674	Nivel 1	Tubería-Red Residuos Industriales	Línea
	Conflicto7	Nuevo	-0.202	A''-24 : Nivel 0	Estático	2023/1/13 07:16	x:544799.889, y:9598020.157, z:0.125	Element ID: 535190	Nivel 1	BASE DE CEMENTO PORTLAND	Solid	ID de elemento: 1554193	Nivel 1	Tubería-Red Residuos Industriales	Línea
	Conflicto8	Nuevo	-0.202	A''-23 : Nivel 0	Estático	2023/1/13 07:16	x:544799.148, y:9598020.173, z:0.125	Element ID: 535190	Nivel 1	BASE DE CEMENTO PORTLAND	Solid	ID de elemento: 1561329	Nivel 1	Tubería-Red Residuos Industriales	Línea
	Conflicto9	Nuevo	-0.188	E-5 : Nivel 0	Estático	2023/1/13 07:16	x:544714.505, y:9598007.831, z:0.100	Element ID: 519718	Nivel 1	BASE DE CEMENTO PORTLAND	Solid	ID de elemento: 1529691	Nivel 1	Tubería-Red Drenaje Pluvial	Línea
	Conflicto10	Nuevo	-0.187	C'''-23 : Nivel 0	Estático	2023/1/13 07:16	x:544796.967, y:9598010.648, z:0.125	Element ID: 535190	Nivel 1	BASE DE CEMENTO PORTLAND	Solid	ID de elemento: 1534513	Nivel 1	Tubería-Red Residuos Industriales	Sólido
	Conflicto11	Nuevo	-0.175	D-13 : Nivel 0	Estático	2023/1/13 07:16	x:544754.456, y:9598008.503, z:0.125	Element ID: 563056	Nivel 1	BASE DE CEMENTO PORTLAND	Solid	ID de elemento: 1517144	Nivel 1	Concreto Visto @ 20cm	Sólido
	Conflicto12	Nuevo	-0.175	K-7 : Nivel 0	Estático	2023/1/13 07:16	x:544721.804, y:9597984.217, z:0.125	Element ID: 519718	Nivel 1	BASE DE CEMENTO PORTLAND	Solid	ID de elemento: 1514195	Nivel 1	Concreto Visto @ 20cm	Sólido

➤ Estructuras Vs. Instalaciones Sanitarias

Tabla 7

Conflictos entre especialidades de Estructuras e Instalaciones Sanitarias












Est - Sanitarias	Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
	0.001m	1562	1562	0	0	0	0	Estático	Aceptar

Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Ubicación de rejilla	Descripción	Fecha de detección	Punto de conflicto	Elemento 1			Elemento 2				
								ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo
	Conflicto1	Nuevo	-0.278	F-24 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:24	x:544801.192, y:9597999.347, z:-0.668	ID de elemento: 1502322	Nivel 0	Ml_Cimento Corrido (Retencion)	Sólido	ID de elemento: 1500608	N 0	Tubería-Red Drenaje Pluvial	Línea
	Conflicto2	Nuevo	-0.275	14'-D : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:24	x:544761.367, y:9598007.963, z:-1.700	ID de elemento: 856672	N.F.Z. (Tareas Pevlas)	Ml_Zapata-Rectangular_Cn	Sólido	ID de elemento: 1589139	N 0	Concreto Fc=175Kg/cm2	Sólido
	Conflicto3	Nuevo	-0.271	A-21 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:24	x:544790.554, y:9598022.363, z:-0.744	ID de elemento: 1502310	Nivel 0	Ml_Cimento Corrido (Retencion)	Sólido	ID de elemento: 1502501	N 0	Tubería-Red Drenaje Pluvial	Línea
	Conflicto4	Nuevo	-0.246	B''-22' : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:24	x:544795.158, y:9598012.722, z:-0.150	ID de elemento: 1501786	Nivel 0	Concreto Fc=280Kg/cm2	Sólido	ID de elemento: 1577859	Nivel 1	Compuerta de Canal	Sólido
	Conflicto5	Nuevo	-0.244	B''-22' : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:24	x:544795.817, y:9598012.104, z:-0.150	ID de elemento: 1501786	Nivel 0	Concreto Fc=280Kg/cm2	Sólido	ID de elemento: 1577852	Nivel 1	Compuerta de Canal	Sólido
	Conflicto6	Nuevo	-0.235	B'-N : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:24	x:544736.355, y:9597978.913, z:-0.200	ID de elemento: 1502071	Nivel 0	Ml_Cimento Corrido (Retencion)	Sólido	ID de elemento: 1488999	Nivel 1	Tubería-Red Sistema Sanitario	Sólido
	Conflicto7	Nuevo	-0.230	N-1 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:24	x:544700.192, y:9597979.132, z:-0.593	ID de elemento: 1502119	Nivel 0	Ml_Cimento Corrido (Retencion)	Sólido	ID de elemento: 1489048	N 0	Tubería-Red Sistema Sanitario	Sólido
	Conflicto8	Nuevo	-0.226	B''-23 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:24	x:544798.107, y:9598012.305, z:-0.745	ID de elemento: 1501835	N.F.K	Concreto Fc=210Kg/cm2	Sólido	ID de elemento: 1536273	Nivel 1	Tubería-Red Residuos Industriales	Línea
	Conflicto9	Nuevo	-0.215	D-18 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:24	x:544775.142, y:9598008.716, z:-0.513	ID de elemento: 1215395	N.F.Z. (Tareas Pevlas)	Concreto Fc=175Kg/cm2	Sólido	ID de elemento: 1523706	N 0	Tubería-Red Drenaje Pluvial	Línea
	Conflicto10	Nuevo	-0.200	C-3 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:24	x:544706.760, y:9598012.987, z:-0.050	ID de elemento: 1500511	Nivel 1	Concreto Fc=280Kg/cm2	Sólido	ID de elemento: 1681856	Nivel 1	0.65(w) x 0.75(l) x 0.55(h)	Sólido
	Conflicto11	Nuevo	-0.200	L-1 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:24	x:544700.163, y:9597981.503, z:-0.200	ID de elemento: 1502119	Nivel 0	Ml_Cimento Corrido (Retencion)	Sólido	ID de elemento: 1489040	N 0	Tubería-Red Sistema Sanitario	Sólido
	Conflicto12	Nuevo	-0.200	K-1 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:24	x:544700.149, y:9597985.877, z:-0.200	ID de elemento: 1502119	Nivel 0	Ml_Cimento Corrido (Retencion)	Sólido	ID de elemento: 1489032	N 0	Tubería-Red Sistema Sanitario	Sólido

➤ Instalaciones Eléctricas Vs. Instalaciones Sanitarias

Tabla 8

Conflictos entre especialidades de Inst. Eléctricas e Instalaciones Sanitarias

Elec - Sanitarias										Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
										0.001m	11	11	0	0	0	0	Estático	Aceptar
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Ubicación de rejilla	Descripción	Fecha de detección	Punto de conflicto	Elemento 1			Elemento 2							
								ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo			
	Conflicto1	Nuevo	-0.091	B-3 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:31	x:544704.777, y:9598018.595, z:-0.436	ID de elemento: 326623	Nivel 1	VR-Sistemas Electricos	Sólido	ID de elemento: 1591652	Nivel 1	Tuberia-Red Sumistro Agua	Línea			
	Conflicto2	Nuevo	-0.089	B-2 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:31	x:544702.177, y:9598018.592, z:-0.440	ID de elemento: 326596	Nivel 1	VR-Sistemas Electricos	Sólido	ID de elemento: 1591652	Nivel 1	Tuberia-Red Sumistro Agua	Línea			
	Conflicto3	Nuevo	-0.078	B-4 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:31	x:544707.777, y:9598018.625, z:-0.435	ID de elemento: 326633	Nivel 1	VR-Sistemas Electricos	Sólido	ID de elemento: 1591652	Nivel 1	Tuberia-Red Sumistro Agua	Línea			
	Conflicto4	Nuevo	-0.066	D-9 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:31	x:544734.679, y:9598006.234, z:-0.456	ID de elemento: 324029	Nivel 0	Concreto F'c=175Kg/cm2	Sólido	ID de elemento: 1492819	Nivel 1	Tuberia-Sistema de Agua Salada	Línea			
	Conflicto5	Nuevo	-0.053	B-4 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:31	x:544710.777, y:9598018.613, z:-0.429	ID de elemento: 326643	Nivel 1	VR-Sistemas Electricos	Sólido	ID de elemento: 1591652	Nivel 1	Tuberia-Red Sumistro Agua	Línea			
	Conflicto6	Nuevo	-0.017	E-7 : Nivel -1	Estático	2023/1/13 07:31	x:544722.314, y:9598006.246, z:-0.434	ID de elemento: 330789	Nivel 1	Concreto F'c=175Kg/cm2	Sólido	ID de elemento: 1492819	Nivel 1	Tuberia-Sistema de Agua Salada	Línea			
	Conflicto7	Nuevo	-0.016	G'-15' : Nivel - Sala de Fuerza	Estático	2023/1/13 07:31	x:544765.916, y:9597995.364, z:4.610	ID de elemento: 354263	Nivel 1	Detector de Humo	Parte compuesta	ID de elemento: 1498877	N 0	Aluminum, Perno en U	Sólido			
	Conflicto8	Nuevo	-0.014	I'-21 : Nivel 1	Estático	2023/1/13 07:31	x:544791.040, y:9597989.626, z:2.468	ID de elemento: 356146	Nivel 1	Acero, acabado de pintura, marfil, brillante	Sólido	ID de elemento: 1500651	N 0	Tuberia-Red Drenaje Pluvial	Línea			
	Conflicto9	Nuevo	-0.010	I'-15' : Nivel - Sala de Fuerza	Estático	2023/1/13 07:31	x:544765.932, y:9597988.180, z:4.630	ID de elemento: 354289	Nivel 1	Detector de Humo	Parte compuesta	ID de elemento: 1498715	N 0	Aluminum, Perno en U	Sólido			
	Conflicto10	Nuevo	-0.005	E-7 : Nivel 1	Estático	2023/1/13 07:31	x:544721.869, y:9598008.013, z:0.549	ID de elemento: 357821	Nivel 1	VR- DACI Box/Acces	Sólido	ID de elemento: 1514671	Nivel 1	Concreto Visto @ 20cm	Sólido			
	Conflicto11	Nuevo	-0.002	B-13 : Nivel 1	Estático	2023/1/13 07:31	x:544753.162, y:9598016.912, z:1.565	ID de elemento: 373517	Nivel 1	Poliestireno	Sólido	ID de elemento: 1623915	Nivel 1	Tuberia-Sistema de Agua Fria Exteriores	Línea			

4.1.2. Metrados

a) Metrado Tradicional

A continuación, se presenta un resumen consolidado elaborado a partir del metrado tradicional extraído del expediente existente. Es oportuno destacar que se filtró las partidas de mayor incidencia y con características compatibles con el metrado extraído del modelo; que se muestra en el siguiente ítem; con la finalidad de establecer una comparativa coherente y orgánica.

Tabla 9
Metrado Tradicional

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD
01	OBRAS PORTUARIAS		
01.02	MUELLE		
01.02.01	PUENTE DE ACCESO		
01.02.01.01	ESTRUCTURAS PREFABRICADAS		
01.02.01.01.01	PILOTES		
01.02.01.01.01.01	Pilotes prefabricados de concreto f'c=350 kg/cm2 (Inc. concreto, encofrado y acero de refuerzo)	m	1255.90
01.02.01.01.02	VIGAS		
01.02.01.01.02.01	Vigas prefabricadas de concreto, con cemento tipo V, f'c = 350 kg/cm2, Incluye encofrados.	m3	96.06
01.02.01.01.03	LOSAS		
01.02.01.01.03.01	Losas prefabricadas de concreto, con cemento tipo V, f'c = 350 kg/cm2, Incluye encofrados.	m3	54.80
01.02.01.02	LOSAS MACIZAS VACIADA EN SITIO		
01.02.01.02.01	Concreto para losa maciza slump 3"-4" con cemento tipo V, f'c=350 kg/cm2, inc. curado con aditivo	m3	137.81
01.02.02	CABEZO		
01.02.02.01	ESTRUCTURAS PREFABRICADAS		
01.02.02.01.01	PILOTES		
01.02.02.01.01.01	Pilotes prefabricados de concreto f'c=350 kg/cm2 (Inc. concreto, encofrado y acero de refuerzo)	m	895.00
01.02.02.01.02	VIGAS		
01.02.02.01.02.01	Vigas prefabricadas de concreto, con cemento tipo V, f'c = 350 kg/cm2, Incluye encofrados.	m3	66.82
01.02.02.01.03	LOSAS		
01.02.02.01.03.01	Losas prefabricadas de concreto, con cemento tipo V, f'c = 350 kg/cm2, Incluye encofrados.	m3	32.04
01.02.02.02	LOSAS MACIZAS VACIADA EN SITIO		
01.02.02.02.01	Concreto para losa maciza slump 3"-4" con cemento tipo V, f'c=350 kg/cm2, inc. curado con aditivo	m3	216.39
01.02.03	PLATAFORMA DE ATRAQUE		
01.02.03.01	ESTRUCTURAS PREFABRICADAS		
01.02.03.01.01	PILOTES		
01.02.03.01.01.01	Pilotes prefabricados de concreto f'c=350 kg/cm2 (Inc. concreto, encofrado y acero de refuerzo)	m	361.90
01.02.03.01.02	VIGAS		

01.02.03.01.02.01	Vigas prefabricadas de concreto, con cemento tipo V, f'c = 350 kg/cm ²	m3	20.27
01.02.03.01.03	LOSAS		
01.02.03.01.03.01	Losas prefabricadas de concreto, con cemento tipo V, f'c = 350 kg/cm ²	m3	25.83
01.02.03.02	LOSAS MACIZAS VACIADA EN SITIO		
01.02.03.02.01	Concreto para losa maciza slump 3"-4" con cemento tipo V, f'c=350 kg/cm ² , inc. curado con aditivo	m3	22.27
01.02.04	PLATAFORMA ESTACION DE BOMBEO		
01.02.04.01	ESTRUCTURAS PREFABRICADAS		
01.02.04.01.01	PILOTES		
01.02.04.01.01.01	Pilotes prefabricados de concreto f'c=350 kg/cm ² (Inc. concreto, encofrado y acero de refuerzo)	m	70.80
01.02.04.01.02	VIGAS		
01.02.04.01.02.01	Vigas prefabricadas de concreto, con cemento tipo V, f'c = 350 kg/cm ²	m3	7.29
01.02.04.01.03	LOSAS		
01.02.04.01.03.01	Losas prefabricadas de concreto, con cemento tipo V, f'c = 350 kg/cm ²	m3	2.88
01.02.04.02	LOSAS MACIZAS VACIADA EN SITIO		
01.02.04.02.01	Concreto para losa maciza slump 3"-4" con cemento tipo V, f'c=350 kg/cm ² , inc. curado con aditivo	m3	8.82
01.02.04.04	VIGAS		
01.02.04.04.01	Concreto para vigas slump 3"-4" con cemento tipo V, f'c=350 kg/cm ² , inc. curado con aditivo	m3	7.29
02	OBRAS EN TIERRA		
02.02	ESTRUCTURAS EN TIERRA		
02.02.02	OBRAS DE CONCRETO		
02.02.02.01	CONCRETO SIMPLE		
02.02.02.01.03	Cimiento corrido 175 kg/cm ² + 30% P.G.	m3	15.61
02.02.02.02	CONCRETO ARMADO		
02.02.02.02.01	SOBRECIMENTOS ARMADOS		
02.02.02.02.01.01	Concreto f'c= 280 kg/cm ² para sobrecimientos	m3	164.01
02.02.02.02.02	ZAPATAS		
02.02.02.02.02.01	Concreto f'c= 280 kg/cm ² para zapatas	m3	174.86
02.02.02.02.03	VIGAS DE CIMENTACION		
02.02.02.02.03.01	Concreto f'c= 280 kg/cm ² para viga de cimentación	m3	129.66
02.02.02.02.07	COLUMNAS		
02.02.02.02.07.01	Concreto f'c= 280 kg/cm ² para columnas	m3	134.34
02.02.02.02.08	COLUMNETAS		
02.02.02.02.08.01	Concreto f'c= 280 kg/cm ² para columnetas	m3	124.54
02.02.02.02.09	PLACAS		
02.02.02.02.09.01	Concreto f'c= 280 kg/cm ² para placas	m3	13.76
02.02.02.02.11	VIGAS		
02.02.02.02.11.01	Concreto f'c= 280 kg/cm ² para vigas	m3	181.07
02.02.02.02.12	VIGAS SOLERAS		
02.02.02.02.12.01	Concreto f'c= 280 kg/cm ² para vigas	m3	42.60
02.02.02.02.13	LOSA ALIGERADA		
02.02.02.02.13.01	Concreto f'c= 280 kg/cm ² para losa aligerada	m3	192.32

02.02.05	CERCO PERIMETRICO		
02.02.05.01	CIMENTOS		
02.02.05.01.01	Concreto f'c= 175 kg/cm2 + 30% DE P.M.	m3	124.87
02.02.05.03	SOBRECIMENTOS		
02.02.05.03.01	Concreto f'c= 175 kg/cm2 para sobrecimientos	m3	15.34
02.02.05.05	VIGAS		
02.02.05.05.01	Concreto f'c= 280 kg/cm2 para vigas	m3	18.56
03	ARQUITECTURA		
03.01	ARQUITECTURA OBRA NUEVA		
03.01.01	MUROS DE ALBAÑILERIA		
03.01.01.01	Muro de ladrillo King Kong de soga, mezcla C:A 1:4, e=1.5cm, c/alambre N°8 c/3 hiladas	m2	1425.52
03.01.01.02	Muro de ladrillo King Kong de cabeza, mezcla C:A 1:4, e=1.5cm, c/alambre N°8 c/3 hiladas	m2	1749.85
03.01.01.03	Muro de ladrillo King Kong de canto, mezcla C:A 1:4, e=1.5cm, c/alambre N°8 c/3 hiladas	m2	12.60
03.01.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS		
03.01.02.01	Tarrajeo en interiores acabado con cemento-arena mezcla 1:5	m2	4362.19
03.01.02.02	Tarrajeo en exteriores acabado con cemento-arena mezcla 1:5	m2	4201.87
03.01.02.03	Tarrajeo en exteriores acabado pulido con cemento-arena mezcla 1:5 e impermeabilizante	m2	326.67
03.01.02.04	Tarrajeo c/impermeabilizante cisterna para agua potable	m2	98.80
03.01.02.06	Tarrajeo del tipo rayado o primario c/mortero 1:5	m2	523.35
03.01.02.09	Revestimiento de gradas y escaleras, mezcla C:A 1:5, acabado pulido	m2	43.35
03.01.03	CIELORRASOS		
03.01.03.01	Cielorraso tarrajado con mezcla de C:A 1:5 y E=1.5cm	m2	1619.97
03.01.04	PISOS		
03.01.04.05	Vereda de concreto f'c'=210 kg/cm2, acabado frotachado y bruñado, E=0.15m (inc. Encofrado)	m2	676.68
03.01.07	CARPINTERIA DE MADERA		
03.01.07.01	PUERTAS		
03.01.07.01.01	Puerta apanelada de madera, con marco de mad. cedro 2"x4"	m2	43.32
03.01.07.01.02	Puerta contra placada en MDF de 5mm, c/marco de madera cedro, pintura con barniz marino (P-3)	m2	17.63
03.01.07.01.03	Puerta contra placada en MDF de 5mm, c/marco de madera cedro, sobre luz de cristal templado laminado de 4mm, con rejilla de madera, pintura con barniz marino (P-2)	m2	42.00
03.01.07.01.04	Tabique de melamina para baños y vestidores, e=15mm	m2	24.10
03.01.08	CARPINTERIA METALICA		
03.01.08.01	VENTANAS		
03.01.08.01.01	Ventana metálica, malla galvanizada n°8 (cocada 1"x1"), acabado esmalte mate (V-3)	m2	93.62
03.01.08.01.02	Ventana tipo guillotina de acero inoxidable (V-7)	m2	7.20
03.01.08.01.03	Ventana alta de vidrio corredizo y malla exterior (V-6)	m2	28.86
03.01.08.01.04	Ventana metálica enrollable (V-4)	m2	3.08
03.01.08.01.05	Puerta de alto impacto, barra antipánico, doble hoja (P7)	m2	14.40
03.01.08.01.06	Puerta de alto impacto, barra antipánico, con visor doble hoja (P-9)	m2	11.52
03.01.08.01.07	Puerta alto impacto, tipo vaivén, dos hojas, con visor (P-6)	m2	11.52
03.01.08.01.08	Puerta metálica, tubo galvanizado 2", malla galvanizada n°8, doble hoja (P-5)	m2	3.78

03.01.08.01.09	Reja metálica, tubo galvanizado 2", malla galvanizada n°8, doble hoja	m2	53.04
03.01.08.01.10	Portón metálico de ingreso vehicular de 8.00m x 3.00m	m2	24.00
03.01.08.01.11	Puerta metálica de ingreso peatonal de 1.20m x 2.40m	m2	2.88
03.01.08.01.12	Puerta seccionable panel tipo sándwich 2.40m x 3.00m (P-8)	m2	50.40
03.01.10	VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES		
03.01.10.01	VENTANAS		
03.01.10.01.01	Ventana de cristal templado laminado de 8mm, corrediza, con sistema mecánico de aluminio (V-1)	m2	79.01
03.01.10.01.02	Ventana de cristal templado laminado de 8mm, fijo, con sistema mecánico de aluminio (V-2)	m2	63.22
03.01.10.01.03	Mampara de cristal templado laminado de 8mm, con sistema mecánico de aluminio (P-4)	m2	7.20
03.01.11	PINTURA		
03.01.11.01	Pintura en muros y columnas interiores con epoxico	m2	2051.08
03.01.11.02	Pintura en muros y columnas interiores con látex	m2	2311.11
03.01.11.03	Pintura en muros, columnas y vigas exteriores con látex	m2	4860.46
03.01.11.04	Pintura en cielo raso con epoxico	m2	672.18
03.01.11.05	Pintura en cielo raso con pintura látex	m2	947.79

b) Metrado con Metodología BIM

En este apartado se muestra un resumen consolidado de los metrados obtenidos a partir del modelado en el software Revit.

Tabla 10

Metrado con Metodología BIM

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD
01	OBRAS PORTUARIAS		
01.01	CONCRETO EN ESTRUCTURAS PREFABRICADAS Y ELEMENTOS VACIADOS EN SITIO		
01.01.01	Concreto en Pilotes Prefabricados	m	1955.97
01.01.02	Concreto en Vigas Prefabricadas	m3	196.20
01.01.03	Concreto en Losas	m3	281.80
02	OBRAS EN TIERRA		
02.01	CONCRETO SIMPLE		
02.01.01	Concreto en Cimientos Corridos	m3	137.13
02.02	CONCRETO ARMADO		
02.02.01	Concreto en Sobrecimientos		
02.02.01.01	Concreto en Sobrecimiento Armado Estructura Tierra	m3	196.59
02.02.01.02	Concreto en Sobrecimiento Armado Cerco Perimétrico	m3	15.53
02.02.02	Concreto en Zapatas	m3	222.27
02.02.03	Concreto en Vigas de Cimentación	m3	132.96
02.02.04	Concreto en Columnas y Placas	m3	145.20
02.02.05	Concreto en Columnetas	m3	81.16
02.02.06	Concreto en Vigas	m3	192.33
02.02.07	Concreto en Losa Aligerada	m3	201.08
03	ARQUITECTURA		

03.01	Muros de Albañilería	m2	3142.10
03.02	Tarrajeos	m2	9741.47
03.03	Cielorrasos	m2	2081.49
03.04	Vereda	m2	580.32
03.05	Puertas	m2	281.14
03.06	Ventanas	m2	241.73
03.07	Pintura	m2	9741.47

4.1.3. Análisis de Costos de Implementación

Tabla 11

Costos de Implementación BIM

ESPECIALISTAS	HORAS	COSTO POR HORA	COSTO TOTAL
Software REVIT 2023	-	-	S/ 1,755.60
Software NAVISWORK 2023	-	-	S/ 463.20
Coordinador General BIM	192	S/ 45.00	S/ 8,640.00
Especialista Metodología BIM	192	S/ 30.00	S/ 5,760.00
Especialista Gestión BIM	192	S/ 30.00	S/ 5,760.00
Especialista Coordinación BIM	192	S/ 25.00	S/ 4,800.00
Arquitecto	192	S/ 20.00	S/ 3,840.00
Estructuralista	192	S/ 25.00	S/ 4,800.00
Instalaciones Eléctricas	96	S/ 18.00	S/ 1,728.00
Instalaciones Sanitarias	96	S/ 18.00	S/ 1,728.00
TOTAL		39274.8	
INCOMPATIBILIDADES		103	
COSTO POR INCOMPATIBILIDADES		381.31	

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Detección de Incompatibilidades e Interferencias

A continuación, se muestra la Tabla N°12, con el resumen de las incompatibilidades encontradas en el software Naviswork, y su respectivo porcentaje. Concluimos que, gracias a la Metodología BIM podemos detectar 103 incompatibilidades.

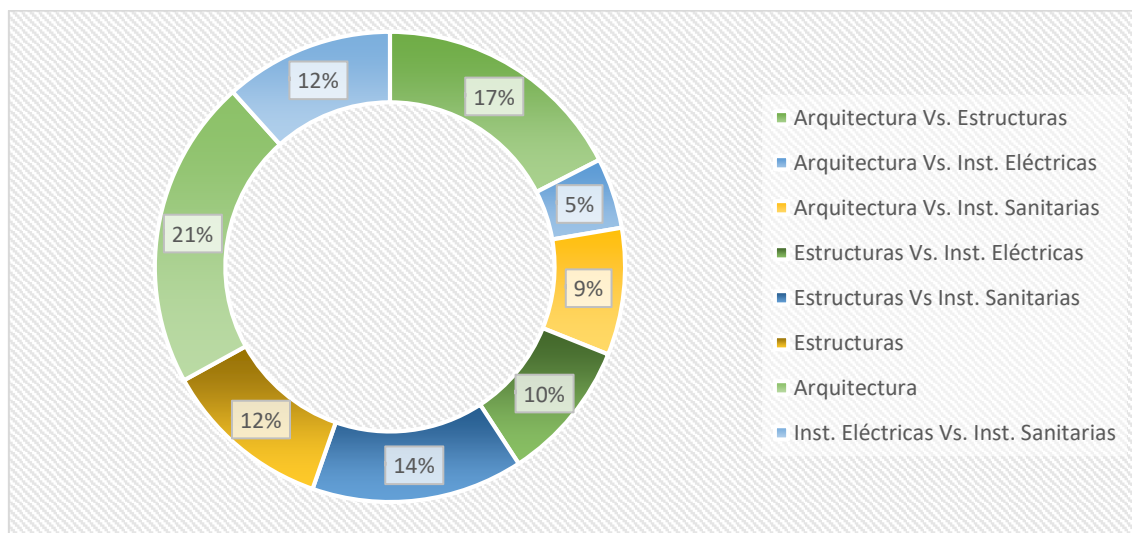
Tabla 12
Costos de Implementación BIM

ITEMS	INCOMPATIBILIDADES (UND)	INCOMPATIBILIDADES (%)
Arquitectura Vs. Estructuras	18	17%
Arquitectura Vs. Inst. Eléctricas	5	5%
Arquitectura Vs. Inst. Sanitarias	9	9%
Estructuras Vs. Inst. Eléctricas	10	10%
Estructuras Vs Inst. Sanitarias	15	14%
Estructuras	12	12%
Arquitectura	22	21%
Inst. Eléctricas Vs. Inst. Sanitarias	12	12%
TOTAL	103	100.00%

Se observa en la Tabla N°12, que de las ciento tres incompatibilidades (103), encontramos la mayor cantidad de estas en la propia especialidad de Arquitectura con un total de veintidós (22). En segundo lugar, tenemos a las incompatibilidades entre las especialidades de Arquitectura Vs. Estructuras con dieciocho (18). El tercer puesto se da entre las especialidades de Estructuras Vs. Instalaciones Sanitarias con quince (15) incompatibilidades. Estos resultados tienen relación con el antecedente de la investigación hecha por Ulloa Roman y Salinas Saavedra (2013) ya que en esta obtuvieron un total de ciento cuarenta y nueve (149) interferencias e incompatibilidades, en la implementación de la metodología BIM, siendo el mayor porcentaje las de instalaciones eléctricas vs instalaciones sanitarias. Demostrando que la metodología BIM es una gran herramienta en planificación y ejecución de proyectos ya que nos permite abarcar todas las especialidades de este.

Figura 111

Porcentajes de Incompatibilidades según especialidades



En la Figura N°111, referente a los porcentajes que representan las incompatibilidades obtenidas con la Tecnología BIM, tenemos a los 3 primero ítems, siendo el primero las encontradas en la propia especialidad de Arquitectura con 21%, siguiéndole las especialidades de Arquitectura Vs. Estructuras con 17% y por ultimo las especialidades de Estructuras Vs. Instalaciones Sanitarias con 14%.

5.2. Análisis de Metrados

- Pilotes

Tabla 13

Análisis de Metrados. Infraestructura Portuaria - Pilotes

Infraestructura Portuaria - Pilotes	Unidad de medida	Metrado Tradicional		Metrado BIM	Diferencial
		Individual	Total		
Concreto en Pilotes Prefabricados - Puente de Acceso	m	1255.90			
Concreto en Pilotes Prefabricados - Cabezo	m	895.00			
Concreto en Pilotes Prefabricados - Plataforma de Atraque	m	361.90	2583.60	1955.97	24.29%
Concreto en Pilotes Prefabricados - Plataforma Estación de Bombeo	m	70.80			

Se aprecia una considerable variación del concreto en pilotes con respecto al metrado tradicional y el metrado BIM. Probablemente sea por la inexactitud al momento de realizar los cálculos debido a la forma cónica que estos poseen.

- Vigas

Tabla 14*Análisis de Metrados. Infraestructura Portuaria - Vigas*

Infraestructura Portuaria - Vigas	Unidad de medida	Metrado Tradicional		Metrado BIM	Diferencial	
		Individual	Total			
Concreto en Vigas Prefabricadas - Puente de Acceso	m3		96.06			
Concreto en Vigas Prefabricadas - Cabezo	m3		66.82			
Concreto en Vigas Prefabricadas - Plataforma de Atraque	m3		20.27	197.73	196.20	0.77%
Concreto en Vigas Prefabricadas - Plataforma Estación de Bombeo	m3		7.29			
Concreto en Vigas	m3		7.29			

Se observa que en las Vigas existe una ligera diferencia entre el metrado tradicional y BIM, con solo 0.77%. Esto se debe a errores de cálculo tradicional.

- Losas

Tabla 15*Análisis de Metrados. Infraestructura Portuaria - Losas*

Infraestructura Portuaria - Losas	Unidad de medida	Metrado Tradicional		Metrado BIM	Diferencial	
		Individual	Total			
Concreto en Losas Prefabricados - Puente de Acceso	m3		54.80			
Concreto en Losas Vaciadas en sitio - Puente de Acceso	m3		137.81			
Concreto en Losas Prefabricadas - Cabezo	m3		32.04			
Concreto en Losas Vaciadas en sitio - Cabezo	m3		216.39			
Concreto en Losas Prefabricadas - Plataforma de Atraque	m3		25.83	500.84	281.80	43.73%
Concreto en Losas Vaciadas en sitio - Plataforma de Atraque	m3		22.27			
Concreto en Losas Prefabricadas - Plataforma Estación de Bombeo	m3		2.88			
Concreto en Losas Vaciadas en sitio - Plataforma Estación de Bombeo	m3		8.82			

Con respecto a las Losas se observa que los metrados tradicionales exceden en 219.04 m3 de concreto, al metrado BIM. Lo que significa un considerable ahorro desde la perspectiva económica.

- Cimientos Corridos

Tabla 16*Análisis de Metrados. Estructuras en Tierra - Cimientos Corridos*

Estructuras en Tierra - Cimientos Corridos	Unidad de medida	Metrado Tradicional		Metrado BIM	Diferencial
		Individual	Total		
Concreto en Cimientos Corridos	m3	15.61			
Concreto en Cimientos Corridos - Cerco Perimétrico	m3	124.87	140.48	137.13	2.38%

En los Cimientos Corridos, existe una variación entre ambos metrados de 2.38%, claramente esto nos indica que gracias a la metodología BIM podemos obtener resultados más exactos.

- Sobrecimiento Armado

Tabla 17*Análisis de Metrados. Estructuras en Tierra - Sobrecimiento Armado*

Estructuras en Tierra - Sobrecimiento Armado	Unidad de medida	Metrado Tradicional		Metrado BIM	Diferencial
		Individual	Total		
Concreto en Sobrecimiento Armado	m3	164.01	164.01	196.59	19.86%
Concreto en Sobrecimiento Armado - Cerco Perimétrico	m3	15.34	15.34	15.53	1.24%

Con el Sobrecimiento Armado, por una parte, tenemos al Sobrecimiento interno del Desembarcadero Pesquero Artesanal con un incremento en el metrado BIM de 19.86% y por otro lado tenemos el Sobrecimiento del Cerco Perimétrico con 1.24%. Lo cual proporciona información valiosa para prevenir adicionales en el futuro.

- Zapatas

Tabla 18*Análisis de Metrados. Estructuras en Tierra - Zapatas*

Estructuras en Tierra - Zapatas	Unidad de medida	Metrado Tradicional		Metrado BIM	Diferencial
		Individual	Total		
Concreto en Zapatas	m3	174.86	174.86	222.27	27.11%

Con el concreto en Zapatas se observa esta vez un considerable aumento del metrado BIM ante el metrado tradicional. Información que servirá para reajustar nuestro presupuesto y evitar contratiempos en la ejecución del proyecto.

- Vigas de Cimentación

Tabla 19*Análisis de Metrados. Estructuras en Tierra - Vigas de Cimentación*

Estructuras en Tierra - Vigas de Cimentación	Unidad de medida	Metrado Tradicional		Metrado BIM	Diferencial
		Individual	Total		
Concreto en Vigas de Cimentación	m3	129.66	129.66	132.96	2.55%

Se aprecia en lo que respecta a Vigas de Cimentación, un ligero aumento en el Metrado BIM, pero significativo desde el punto de vista económico.

- Columnas y Placas

Tabla 20*Análisis de Metrados. Estructuras en Tierra - Columnas y Placas*

Estructuras en Tierra - Columnas y Placas	Unidad de medida	Metrado Tradicional		Metrado BIM	Diferencial
		Individual	Total		
Concreto en Columnas	m3	134.34	148.10	145.20	1.96%
Concreto en Placas	m3	13.76			

En las Columnas y Placas, existe una variación entre ambos metrados de 1.96%, debido a las interferencias encontradas, claramente esto nos indica que gracias a la metodología BIM podemos obtener resultados más exactos y minimizar costos.

- Columnetas

Tabla 21*Análisis de Metrados. Estructuras en Tierra - Columnetas*

Estructuras en Tierra - Columnetas	Unidad de medida	Metrado Tradicional		Metrado BIM	Diferencial
		Individual	Total		
Concreto en Columnetas	m3	124.54	124.54	81.16	34.83%

Se aprecia una considerable variación de las columnetas con respecto al metrado tradicional y el metrado BIM. Esto se debe a la cantidad de interferencias subsanadas.

- Vigas

Tabla 22*Análisis de Metrados. Estructuras en Tierra - Vigas*

Estructuras en Tierra - Vigas	Unidad de medida	Metrado Tradicional		Metrado BIM	Diferencial
		Individual	Total		
Concreto en Vigas	m3	181.07			
Concreto en Vigas Soleras	m3	42.60	242.23	192.33	20.60%
Concreto en Vigas - Cerco Perimétrico	m3	18.56			

Se observa que, en las Vigas de las Estructuras en Tierra, existe una considerable diferencia entre el metrado tradicional y BIM, de 20.60%. Esto se debe a errores de cálculo en el metrado tradicional.

- Losa Aligerada

Tabla 23*Análisis de Metrados. Estructuras en Tierra - Losa Aligerada*

Estructuras en Tierra - Losa Aligerada	Unidad de medida	Metrado Tradicional		Metrado BIM	Diferencial
		Individual	Total		
Concreto en Losa Aligerada	m3	192.32	192.32	201.08	4.56%

Con respecto a la Losa Aligerada de las Estructuras en Tierra, se percibe un diferencial de 4.56% lo equivale a 8.76 m3 de concreto, esto pudo ocasionar serios problemas de planificación y presupuesto en el desarrollo del proyecto.

- Muros de Albañilería

Tabla 24*Análisis de Metrados. Arquitectura - Muros de Albañilería*

Arquitectura - Muros de Albañilería	Unidad de medida	Metrado Tradicional		Metrado BIM	Diferencial
		Individual	Total		
Muro de Ladrillo KK - Soga	m2	1425.52			
Muro de Ladrillo KK - Cabeza	m2	1749.85	3187.97	3142.10	1.44%
Muro de Ladrillo KK - Canto	m2	12.60			

En los Muros de Albañilería, se encontró una diferencia de 1.44% a favor del metrado BIM, posiblemente por la inexactitud a la hora de realizar el metrado tradicional, cuando se refiera a grandes cantidades de muros.

- Tarrajeos

Tabla 25*Análisis de Metrados. Arquitectura - Tarrajeos*

Arquitectura - Tarrajeos	Unidad de medida	Metrado Tradicional		Metrado BIM	Diferencial
		Individual	Total		
Tarrajeo en Interiores	m2	4362.19			
Tarrajeo en Exteriores	m2	4201.87			
Tarrajeo en Exteriores con Impermeabilizante	m2	326.67	9556.23	9741.47	1.94%
Tarrajeo en Cisterna	m2	98.80			
Tarrajeo Tipo Rayado	m2	523.35			
Acabado en gradas y escaleras	m2	43.35			

En el Tarrajeo, se contempla un excedente en el metrado BIM de 185.24 m², esto se debe las limitaciones que posee el metrado Tradicional, y gracias al metrado BIM obtenemos un metrado más exacto con la realidad del proyecto.

- Cielorrasos

Tabla 26*Análisis de Metrados. Arquitectura - Cielorraso*

Arquitectura - Cielorrasos	Unidad de medida	Metrado Tradicional		Metrado BIM	Diferencial
		Individual	Total		
Tarrajeo en Cielorraso	m2	1619.97	1619.97	2081.49	28.49%

Se aprecia, un incremento de 28.49% en el metrado BIM equivalente a 461.52 m² de Tarrajeo de Cielorraso, lo cual nos permitirá prever posibles retrasos en la ejecución del proyecto.

- Veredas

Tabla 27*Análisis de Metrados. Arquitectura - Veredas*

Arquitectura - Veredas	Unidad de medida	Metrado Tradicional		Metrado BIM	Diferencial
		Individual	Total		
Veredas de Concreto	m2	676.68	676.68	580.32	14.24%

Se observa, una disminución en el metrado de las Veredas de Concreto, del metrado BIM con respecto al metrado Tradicional, de 96.36 m², demostrando una vez más la precisión y beneficios de la implementación de la Tecnología BIM.

- Puertas

Tabla 28*Análisis de Metrados. Arquitectura - Puertas*

Arquitectura - Puertas	Unidad de medida	Metrado Tradicional		Metrado BIM	Diferencial
		Individual	Total		
Puerta Apanelada de Madera	m2	43.32			
Puerta Contra placada P-3	m2	17.63			
Puerta Contra placada P-2	m2	42.00			
Tabique de melamina	m2	24.10			
Puerta de alto impacto P-7	m2	14.40			
Puerta de alto impacto P-9	m2	11.52	298.59	281.14	5.84%
Puerta de alto impacto P-6	m2	11.52			
Puerta Metálica P-5	m2	3.78			
Reja Metálica	m2	53.04			
Portón Metálico Vehicular	m2	24.00			
Portón Metálico Peatonal	m2	2.88			
Puerta Seccionable P-8	m2	50.40			

Se reconoce una reducción de 17.45 m2, en lo que respecta el metrado BIM al metrado Tradicional, esto se debe a la cantidad de interferencias subsanadas.

- Ventanas

Tabla 29*Análisis de Metrados. Arquitectura - Ventanas*

Arquitectura - Ventanas	Unidad de medida	Metrado Tradicional		Metrado BIM	Diferencial
		Individual	Total		
Ventana Metálica V-3	m2	93.62			
Ventana Tipo Guillotina V-7	m2	7.20			
Ventana Alta V-6	m2	28.86			
Ventana Metálica Enrollable V-4	m2	3.08	282.19	241.73	14.34%
Ventana de Cristal V-1	m2	79.01			
Ventana de Cristal V-2	m2	63.22			
Mampara de Cristal P-4	m2	7.20			

En las ventanas, encontramos una variación de 14.34% a favor del metrado BIM, debido a las incompatibilidades corregidas.

- Pintura

Tabla 30*Análisis de Metrados. Arquitectura - Pintura*

Arquitectura - Pintura	Unidad de medida	Metrado Tradicional		Metrado BIM	Diferencial
		Individual	Total		
Pintura en muros y columnas interiores con epoxico	m2	2051.08			
Pintura en muros y columnas interiores con látex	m2	2311.11			
Pintura en muros, columnas y vigas exteriores con látex	m2	4860.46	10842.62	9741.47	10.16%
Pintura en cielo raso con epoxico	m2	672.18			
Pintura en cielo raso con pintura látex	m2	947.79			

Se observa que en la Pintura el metrado Tradicional excede al metrado BIM, por 1101.15 m2, lo que significa un ahorro considerable en el presupuesto y en la planificación del Proyecto, demostrando la eficacia de la implementación de la Tecnología BIM.

Tabla 31*Resumen de diferencial en porcentajes.*

Ítem	Descripción	Diferencial
01	OBRAS PORTUARIAS	
	CONCRETO EN ESTRUCTURAS PREFABRICADAS Y	
	ELEMENTOS VACIADOS EN SITIO	
01.01.01	Concreto en Pilotes Prefabricados	24.29%
01.01.02	Concreto en Vigas Prefabricadas	0.77%
01.01.03	Concreto en Losas	43.73%
02	OBRAS EN TIERRA	
	CONCRETO SIMPLE	
02.01.01	Concreto en Cimientos Corridos	2.38%
	CONCRETO ARMADO	
02.02.01	Concreto en Sobrecimientos	
02.02.01.01	Concreto en Sobrecimiento Armado Estructura Tierra	19.86%
02.02.01.02	Concreto en Sobrecimiento Armado Cerco Perimétrico	1.24%
02.02.02	Concreto en Zapatas	27.11%
02.02.03	Concreto en Vigas de Cimentación	2.55%
02.02.04	Concreto en Columnas y Placas	1.96%
02.02.05	Concreto en Columnetas	34.83%
02.02.06	Concreto en Vigas	20.60%
02.02.07	Concreto en Losa Aligerada	4.56%
03	ARQUITECTURA	
03.01	Muros de Albañilería	1.44%
03.02	Tarrajeos	1.94%
03.03	Cielorrasos	28.49%
03.04	Vereda	14.24%
03.05	Puertas	5.84%
03.06	Ventanas	14.34%
03.07	Pintura	10.16%
	Promedio	13.70%

5.3. Implementación BIM

Tabla 32

Resumen de Costos en función a incompatibilidades

ESPECIALISTAS	METODOLOGIA BIM
Software REVIT 2023	S/ 1,755.60
Software NAVISWORK 2023	S/ 463.20
Coordinador General BIM	S/ 8,640.00
Especialista Metodología BIM	S/ 5,760.00
Especialista Gestión BIM	S/ 5,760.00
Especialista Coordinación BIM	S/ 4,800.00
Arquitecto	S/ 3,840.00
Estructuralista	S/ 4,800.00
Instalaciones Eléctricas	S/ 1,728.00
Instalaciones Sanitarias	S/ 1,728.00
TOTAL	S/ 39,274.80
COSTO POR INCOMPATIBILIDADES	381.31

En la tabla N° 32, concluimos que el costo total por la implementación de la Metodología BIM en el proyecto es de S/ 39,274.80, si realizamos la división entre las 103 incompatibilidades encontradas, tenemos un costo unitario de S/ 381.31 por incompatibilidad. Estos resultados tienen relación con el antecedente de la investigación hecha por Pacheco y Soplá (2019) ya que en su investigación obtuvieron un costo total de S/27,932.00 y por incompatibilidad de S/ 393.41 soles. Este resulta ser un costo módico y racional a invertir considerando que los presupuestos de ambos proyectos sobrepasan los millones de soles, y si tomamos en cuenta todos los contratiempos evitados en nuestra programación y el ahorro de los gastos que estos generan. Quedando en evidencia una vez mas los beneficios de la implementación de la metodología BIM.

VI. CONCLUSIONES

- Con la propuesta de la implementación de la metodología BIM en el “DISEÑO DEL DESEMBARCADERO PESQUERO ARTESANAL LA CRUZ – TUMBES”, se concluye que esta metodología plantea un cambio radical en la gestión de proyectos mediante el desarrollo de un modelo único del diseño que permite mitigar los riesgos desde el origen, reducir costos y tiempo de ejecución, así como también un mayor rendimiento de trabajadores y recursos.
- La primera etapa de la implementación BIM, se denomina etapa PRE-BIM, consiste en la evaluación y traspaso de los planos 2D, para el modelamiento de las diferentes especialidades con ayuda del software Revit 2023, así obtenemos la información base que nos sirve para los objetivos como la visualización 3D, identificación de incompatibilidades e interferencias, cálculo de metrados, etc.
- Utilizando el software Naviswork se encontraron un total de 103 incompatibilidades e interferencias aplicando las nuevas tecnologías BIM, encontramos la mayor cantidad de estas en la propia especialidad de Arquitectura que representan un 21% con un total de veintidós (22). En segundo lugar, tenemos las incompatibilidades entre las especialidades de Arquitectura Vs. Estructuras que representan un 17% con un total de dieciocho (18). El tercer puesto se da entre las especialidades de Estructuras Vs. Instalaciones Sanitarias que representan un 14% con quince (15) incompatibilidades. Si estas son encontradas en el tiempo real de ejecución, generarían un sobre costo y gran demanda de tiempo. El modelo BIM también se convierte en una herramienta para revisar los criterios de diseño de las diferentes especialidades.
- Otros parámetros a evaluar fueron el metrado donde observamos que las partidas con mayor diferencial fueron las de Concreto en Losas con un 43.73% menos que el metrado tradicional del expediente y la partida de Concreto en Columnetas con un 34.83%, ambas partidas varían en un porcentaje considerable lo que representa cuantioso ahorro del presupuesto y tiempo del cronograma del proyecto.
- Para la correcta implementación de BIM se tienen que cumplir con 3 condiciones básicas en la organización:

1. Establecimiento de políticas idóneas para introducir esta nueva tecnología (buena organización, sesiones de trabajo, definir plazos, manual de procedimientos).
 2. Un equipo de trabajo capacitado y comprometido con sus funciones (BIM manager, modelador BIM, usuario BIM).
 3. Contar con las herramientas adecuadas como software, hardware y equipos de visualización.
- Para lograr los mejores resultados del proyecto, desde la etapa preliminar se debe tener un trabajo conjunto y coordinado con los propietarios, proyectistas, equipo técnico y proveedores estratégicos.

 - Entre los principales beneficios de la implementación BIM encontramos:
 - Una amplia interfaz de visualización 3D que permite interactuar con el proyecto, tanto para los colaboradores como para el usuario.
 - Permite la identificación rápida de conflictos e interferencias, así como el cálculo de metrados con rapidez y confianza.
 - Ahorro significativo de tiempo y dinero gracias a la detención de errores en la pre construcción, errores que con el sistema tradicional se encontrarían in-situ y podrían paralizar el proyecto.

VII. RECOMENDACIONES

- La metodología BIM se presenta como una nueva tecnología en el sector de la construcción, resulta conveniente que este proceso tenga un mayor enfoque, para esto debe tener mayor relevancia en el pregrado y post grado tanto en universidades como en los centros laborales. Además de fomentar los proyectos de investigación acerca de este tema, y así dotar a las próximas generaciones con los conocimientos y herramientas necesarias que permitan a la construcción, el diseño y la tecnología conjuntamente alcanzar su máximo potencial.
- BIM debe implementarse en todas las empresas que pertenecen al rubro de la construcción y diseño, sin importar la escala de ésta, ya que se presenta como estrategia para conseguir una eficiente gestión y aumentar la productividad.
- Si queremos alcanzar el mayor rendimiento por el uso de BIM, debemos trabajar en un “ambiente BIM”, por lo que es necesario que todos los involucrados trabajen y colaboren en el proceso de diseño y construcción, tanto clientes, como diseñadores, constructores y fabricantes son indiscutiblemente un componente esencial.
- La implementación de BIM está sujeta a varios factores, como, por ejemplo: número de participantes, etapa en la que se encuentra el proyecto y experiencia de la empresa. Lo ideal es que esta metodología BIM, sea puesta en práctica desde el inicio del proyecto, ya que faculta a todo el equipo para trabajar en base a esta tecnología.
- Para proyectos de gran magnitud es fundamental la aplicación de BIM desde el inicio ya que en plena ejecución es muy complicado cambiar los procesos definidos desde un comienzo. Para los proyectos de menor envergadura y comunes como edificaciones y módulos si es posible implementar BIM por contar con menos variables a controlar y bajo riesgo.
- Para concluir, sabemos que la metodología BIM viene siendo incorporada desde hace algunos años por organizaciones, firmas y empresas al nivel mundial, por sus innegables atributos. Esta herramienta indudablemente se convertirá en un requisito y necesidad para la industria de la construcción. Muestra de esto es el proyecto “PLAN BIM PERU”, el cual incluye el “PLAN

BIM”, que plantea el uso de BIM para los proyectos públicos a nivel nacional. Por ende, es prioridad familiarizarse con BIM, sus conceptos, herramientas y beneficios.

VIII. REFERENCIAS

- Bances Núñez, P. X. y Falla Ravines, S. H. (2015). *La tecnología BIM para el mejoramiento de la eficiencia del proyecto multifamiliar “Los Claveles” en Trujillo - Perú* [Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/2041>
- García Murillo, C. L. y Flórez Domínguez, M. V. (2018). *Propuesta de un Estándar Para Implementar la Metodología BIM en Obras de Edificación Financiadas con Recursos Públicos en Colombia* [Tesis de Postgrado, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C., Colombia]. <http://hdl.handle.net/10554/40875>.
- Guerra Olivera, P. J. y Mariños Catalan, D. F. (2016). Aplicación de tecnología BIM para el incremento de la eficiencia en la etapa de diseño del proyecto inmobiliario Vivienda Multifamiliar Nova – Trujillo, La Libertad [Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/3761>
- López Vidal, A. (2016). Una (r) evolución llamada BIM. *Revista Técnica CEMENTO HORMIGÓN, N.º, 974, 53.*
- Macedo Pinillos, K y Milla Huamán, E. (2016). *Aplicación de herramientas BIM-4D para la disminución de incompatibilidades en la planificación de la construcción del colegio Leoncio Prado Gutiérrez de El Porvenir* [Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/4460>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. (mayo de 2010). *Visión General del Sector Pesquero Nacional. Perú. FID/CP/PER.* http://www.fao.org/tempref/FI/DOCUMENT/fcp/es/FI_CP_PE.pdf
- Prado Lujan, G. (2018). *Determinación de los usos BIM que satisfacen los principios valorados en proyectos públicos de construcción* [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/13009>

- Redacción OBS (2019). Fases proyectos construcción: las 6 etapas que te conducen al éxito. Recuperado el 11 de enero de 2020 de <https://obsbusiness.school/int/blog-project-management/construccion/fases-proyectos-construccion-las-6-etapas-que-te-conducen-al-exito>
- Redacción Perú 21 (2019). Plan BIM Perú: Gobierno mejorará gestión, costos y plazos en proyectos de inversión. Perú 21 (versión electrónica). Recuperado el 10 de enero de 2020 en <https://peru21.pe/economia/plan-bim-peru-gobierno-mejorara-gestion-costos-plazos-proyectos-inversion-nndc-496080-noticia/>
- Redacción Perú 21. (2019). CCL: Construcción liderará el crecimiento del PBI en 2019. Perú 21 (Versión electrónica) Recuperado el 10 de enero de 2020 de <https://peru21.pe/economia/construccion-liderara-crecimiento-pbi-2019-estima-ccl-nndc-453282-noticia/>.
- Salinas, J. R. y Ulloa Román, K. A. (2014). Implementación de BIM en Proyectos Inmobiliarios. *Sinergia e Innovación*, 2(1), 229-255. <http://hdl.handle.net/10757/324941>
- Trejo Carvajal, N. (2018). *Estudio de Impacto del Uso de la Metodología BIM en la Planificación y control de Proyectos de Ingeniería y Construcción* [Tesis de Pregrado, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/168599>.
- Ulloa Román, K y Salinas Saavedra, J. (2013). *Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan* [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/528110>

IX. ANEXOS

9.1. Flujo de Proceso Productivo Desembarcadero Pesquero Artesanal La Cruz

9.2. Programación Arquitectónica Desembarcadero Pesquero Artesanal La Cruz

9.3. Metrado BIM

9.4. Tabla de Análisis de Metrados

9.5. Relación de Interferencias e Incompatibilidades

9.6. Planos de Expediente Tradicional