



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE GESTIÓN
DE INFORMACIÓN EN CONSTRUCCIÓN DEL DISEÑO DEL
PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DEL PALACIO
MUNICIPAL DEL DISTRITO DE CALAPUJA 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. EDWIN ROMARIO MAMANI VILCAPAZA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE GESTIÓN
DE INFORMACIÓN EN CONSTRUCCIÓN DEL DISEÑO DEL
PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DEL PALACIO
MUNICIPAL DEL DISTRITO DE CALAPUJA 2024

TESIS PRESENTADA POR:
Bach. EDWIN ROMARIO MAMANI VILCAPAZA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE	:	 _____ Dr. RONALD MADERA TERÁN
PRIMER MIEMBRO	:	 _____ Mgtr. FRITZ WILLY-MAMANI APAZA
SEGUNDO MIEMBRO	:	 _____ Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS
ASESOR DE TESIS	:	 _____ Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	:	TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



**UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1591-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 02 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 17122 presentado por el (la) Bachiller: **EDWIN ROMARIO MAMANI VILCAPAZA** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **EDWIN ROMARIO MAMANI VILCAPAZA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN CONSTRUCCIÓN DEL DISEÑO DEL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DEL PALACIO MUNICIPAL DEL DISTRITO DE CALAPUJA 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. RONALD MADERA TERÁN
- * **1er Miembro** : Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- * **2do Miembro** : Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Mgtr. **FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

ARTICULO TERCERO . - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **EDWIN ROMARIO MAMANI VILCAPAZA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN CONSTRUCCIÓN DEL DISEÑO DEL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DEL PALACIO MUNICIPAL DEL DISTRITO DE CALAPUJA 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Jueves 05 de diciembre del 2024
- * **HORA** : 09:00 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. WILTHON QUISPE HUANCA
DECANO



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Efraín Guillio Bosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1101-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 26 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 011624 por el señor (a): **EDWIN ROMARIO MAMANI VILCAPAZA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1050 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS) formato N° 182 - 2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **EDWIN ROMARIO MAMANI VILCAPAZA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN CONSTRUCCIÓN DEL DISEÑO DEL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DEL PALACIO MUNICIPAL DEL DISTRITO DE CALAPUJA 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 182 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN CONSTRUCCIÓN DEL DISEÑO DEL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DEL PALACIO MUNICIPAL DEL DISTRITO DE CALAPUJA 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **EDWIN ROMARIO MAMANI VILCAPAZA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN CONSTRUCCIÓN DEL DISEÑO DEL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DEL PALACIO MUNICIPAL DEL DISTRITO DE CALAPUJA 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.
Archivo
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 801-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 15 de agosto del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 09646, presentado el señor (a) **EDWIN ROMARIO MAMANI VILCAPAZA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 767 -2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 222 -2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **EDWIN ROMARIO MAMANI VILCAPAZA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN CONSTRUCCIÓN DEL DISEÑO DEL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DEL PALACIO MUNICIPAL DEL DISTRITO DE CALAPUJA 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 222 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN CONSTRUCCIÓN DEL DISEÑO DEL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DEL PALACIO MUNICIPAL DEL DISTRITO DE CALAPUJA 2024**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **EDWIN ROMARIO MAMANI VILCAPAZA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN CONSTRUCCIÓN DEL DISEÑO DEL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DEL PALACIO MUNICIPAL DEL DISTRITO DE CALAPUJA 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
.....
Dr. **QUISPE HUANCA**
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
.....
Dr. **Efraim Carillo Sosa**
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN CONSTRUCCIÓN DEL DISEÑO DEL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DEL PALACIO MUNICIPAL DEL DISTRITO DE CALAPUJA 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	1%
5	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1%



Metadatos Complementarios




Título de la tesis	
ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN CONSTRUCCIÓN DEL DISEÑO DEL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DEL PALACIO MUNICIPAL DEL DISTRITO DE CALAPUJA 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Edwin Romario Mamani Vilcapaza
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70819415
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0004-1482-5182
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Franz Joseph Barahona Perales
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8509-7224
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Ronald Madera Terán
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02429150
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Fritz Willy Mamani Apaza
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Hernan Pedro Martinez Ramos
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad 01316765

Datos de investigación

Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Lampa Distrito: Calapuja Latitud: S 15° 19' 04" Longitud: O 70° 13' 27"  https://maps.app.goo.gl/9nciHfbSeC5WY4U19
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Agosto 2024 – Diciembre 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CUSCO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. Efraín Peñaloza
DIRECTOR



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo EDWIN ROMARIO MAMANI VILCAPAZA, identificado con DNI
Nro. 70819415, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN

EN CONSTRUCCIÓN DEL DISEÑO DEL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA

DEL PALACIO MUNICIPAL DEL DISTRITO DE CALAPUJA 2024

Asesorado por: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 19 de diciembre del 2024


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mis queridos madre,

Por ser mi pilar y mi mayor fuente de inspiración.

A ti, que, con tu amor incondicional, sacrificios y enseñanzas, me han guiado por el camino del esfuerzo y la dedicación. Gracias por creer en mí, incluso en los momentos más difíciles, y por enseñarme que los sueños se alcanzan con perseverancia y valentía.

Este logro no solo es mío, sino también tuyo.

Con todo mi amor y gratitud.



AGRADECIMIENTO

A Dios,

Por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino. Gracias por darme la salud, el valor y la sabiduría necesarios para enfrentar cada desafío. Tu presencia constante en mi vida ha sido mi refugio y mi mayor inspiración.

A mi pareja por estar conmigo a pesar de las dificultades apoyándome y motivándome en mi formación profesional, gracias por tu paciencia y compañía.

A ustedes, mi gratitud eterna.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1	Análisis de la situación problemática	13
1.2	Planteamiento del problema	14
1.2.1	Problema general.....	14
1.2.2	Problemas específicos	15
1.3	Objetivos de la investigación	15
1.3.1	Objetivo general.....	15
1.3.2	Objetivos específicos	15
1.4	Justificación de la investigación	16
1.4.1	Justificación técnica	16
1.4.2	Justificación económica	16
1.4.3	Justificación social	17
1.4.4	Justificación ambiental	17
1.5	Hipótesis de la investigación.....	17
1.5.1	Hipótesis general	17
1.5.2	Hipótesis específicas.....	18
1.6	Variables e indicadores	18
1.6.1	Variable independiente.....	18
1.6.2	Variable dependiente	18
1.7	Operacionalización de variables	18



CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación..... 20
2.1.1 Antecedentes internacionales 20
2.1.2 Antecedentes nacionales 22
2.1.3 Antecedentes regionales..... 24
2.2 Marco teórico..... 26
2.2.1 Historia y evolución de BIM..... 26
2.2.2 BIM 28
2.2.2.1 Aplicaciones..... 31
2.2.2.2 Componentes fundamentales de BIM 37
2.2.3 Metodologías de gestión de información en construcción 39
2.2.3.1 Ciclo de vida del proyecto y gestión de información 39
2.2.3.2 Principios de la gestión de información en proyectos de construcción ... 42
2.2.4 Beneficios del uso de la metodología BIM..... 46
2.2.5 Gestión de proyectos 48
2.2.5.1 Control de tiempos 49
2.2.5.2 Control de costos 50
2.3 Marco conceptual 50

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación 52
3.2 Métodos de la investigación..... 53
3.3 Nivel y tipo de investigación..... 53
3.3.1 Tipo de investigación..... 53
3.3.2 Nivel de investigación..... 54
3.4 Población y muestra de la investigación 55
3.4.1 Población 55
3.4.2 Muestra..... 55
3.5 Técnicas e instrumentos 56
3.5.1 Técnicas..... 56
3.5.2 Instrumentos 56
3.6 Validación y confiabilidad del instrumento 57



3.6.1 Validación de instrumentos	57
3.6.2 Confiabilidad de instrumentos	57
3.7 Procedimientos.....	57
3.8 Procesamiento y análisis de datos.....	70

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación y análisis de resultados	71
4.1.1 Fases para la aplicación de la metodología BIM	73
4.1.2 Incompatibilidades con la aplicación de BIM	81
4.1.3 Costo y tiempo al implementar la metodología BIM.....	89
4.2 Discusión de resultados.....	94
CONCLUSIONES.....	97
RECOMENDACIONES	98
BIBLIOGRAFÍA.....	99
ANEXOS	102



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	19
Tabla 2 Predimensionamiento de peralte	62
Tabla 3 Ubicación política.....	71
Tabla 4 Incompatibilidades - tipos	81
Tabla 5 Grado de impacto de las incompatibilidades.....	82
Tabla 6 Incompatibilidades presentes en las especialidades.....	83
Tabla 7 Grados de incompatibilidades presentes en las especialidades.....	84
Tabla 8 Tipos de incompatibilidades presentes en las especialidades	85
Tabla 9 Incompatibilidades presentes en las especialidades.....	86
Tabla 10 Grados de incompatibilidades presentes en las especialidades.....	87
Tabla 11 Tipos de incompatibilidades presentes en las especialidades.....	88
Tabla 12 Gasto generado a causa de las incompatibilidades en estructuras	89
Tabla 13 Gasto generado a causa de las incompatibilidades en arquitectura.....	90
Tabla 14 Gasto generado a causa de las incompatibilidades en instalaciones sanitarias	91
Tabla 15 Gasto generado a causa de las incompatibilidades en instalaciones eléctricas	92
Tabla 16 Costos del componente y costos por interferencia.....	92
Tabla 17 Días por la interferencia.....	94



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Modelado BIM.....	29
Figura 2 Aplicaciones del BIM.....	31
Figura 3 Gestionamiento de proyectos.....	49
Figura 4 Ubicación de zapatas y vigas de conexión.....	58
Figura 5 Criterio de esbeltez.....	60
Figura 6 Detalle de columnas.....	61
Figura 7 Vista de la distribución en el 1° y 2° piso.....	63
Figura 8 Vista de la distribución y detalles en el 3° piso.....	64
Figura 9 Vista de la distribución de agua en el 1° y 2° piso.....	65
Figura 10 Vista de la distribución de agua en el 3° piso.....	65
Figura 11 Vista de la distribución de desagüe en el 1° y 2° piso.....	66
Figura 12 Vista de la distribución de desagüe en el 3° piso.....	66
Figura 13 Lamina de trabajo.....	67
Figura 14 Inicio de trazos.....	68
Figura 15 Vista en planta.....	68
Figura 16 Vista en 3D.....	69
Figura 17 Elevación lateral.....	69
Figura 18 Localización.....	72
Figura 19 Localización.....	72
Figura 20 Coherencia en el levantamiento en 3D.....	75
Figura 21 Levantamiento de columnas y vigas.....	76
Figura 22 Levantamiento de losas.....	76
Figura 23 Vista isométrica.....	78
Figura 24 Elaboración del sistema de desagüe.....	78
Figura 25 Configuración para la unificación del proyecto.....	79
Figura 26 Presentación final renderizada.....	80
Figura 27 Incompatibilidad en la estructura.....	82
Figura 28 Incompatibilidades presentes en las especialidades.....	83
Figura 29 Grados de incompatibilidades presentes en las especialidades.....	84



Figura 30	Tipos de incompatibilidades presentes en las especialidades	85
Figura 31	Incompatibilidades presentes en las especialidades	86
Figura 32	Grados de incompatibilidades presentes en las especialidades	87
Figura 33	Tipos de incompatibilidades presentes en las especialidades	88
Figura 34	Tipos de incompatibilidades presentes en las especialidades	93



RESUMEN

La investigación titulada "Análisis de la aplicación de la metodología de gestión de información en construcción del diseño del proyecto de infraestructura del palacio municipal del distrito de Calapuja 2024", tuvo como objetivo examinar cómo la aplicación de la metodología de gestión de información en construcción impacta el diseño del proyecto de infraestructura del Palacio Municipal. Se empleó una metodología no experimental con un enfoque aplicado. Los resultados revelaron que las fases para la implementación de la metodología BIM en el diseño del proyecto del Palacio Municipal del distrito de Calapuja comenzaron con la revisión y validación de datos. Luego, se procedió al diseño de las especialidades y a la elaboración del diseño final del proyecto. Este proceso incluyó la definición de los componentes evaluados en la creación de modelos en 2D y 3D, que posteriormente se integraron en un diseño colaborativo por especialidades. Durante el proceso de diseño, se identificaron 43 discrepancias en los planos elaborados con AutoCAD. En comparación, se detectaron un total de 103 incompatibilidades utilizando ArchiCAD, lo que sugiere una mayor cantidad de incompatibilidades en el modelado en 3D. Estas discrepancias resultaron en un aumento de S/ 15,336.36 en los costos del proyecto y una extensión del plazo de 11 días, ambos atribuibles a las incompatibilidades encontradas.

Palabras Clave: BIM, Proyectos, Palacio Municipal, Diseño 2D y 3D



ABSTRACT

The research entitled "Analysis of the application of the construction information management methodology in the design of the Calapuja District Municipal Palace 2024 infrastructure project", aimed to examine how the application of the construction information management methodology impacts the design of the Municipal Palace infrastructure project. A non-experimental methodology with an applied approach was employed. The results revealed that the phases for the implementation of BIM methodology in the design of the Calapuja District Municipal Palace project began with data review and validation. This was followed by the design of the specialties and the development of the final design of the project. This process included the definition of the components evaluated in the creation of 2D and 3D models, which were then integrated into a collaborative design by specialties. During the design process, 43 discrepancies were identified in the AutoCAD drawings. In comparison, a total of 103 discrepancies were detected using ArchiCAD, suggesting a higher number of discrepancies in 3D modeling. These discrepancies resulted in an increase of S/ 15,336.36 in project costs and a time extension of 11 days, both attributable to the incompatibilities found.

Keywords: BIM, Projects, Municipal Palace, 2D and 3D design.



INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la gestión eficiente de la información en proyectos de construcción se ha establecido como un factor crucial para el éxito de los mismos. La metodología de Gestión de Información en Construcción (BIM, por sus siglas en inglés) ha emergido como una herramienta indispensable en el diseño y ejecución de proyectos de infraestructura, proporcionando un marco estructurado para la integración y coordinación de información en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto.

El presente estudio se centra en el análisis de la aplicación de la metodología BIM en el diseño del proyecto de infraestructura del Palacio Municipal del Distrito de Calapuja 2024. Este proyecto, que busca modernizar y mejorar las instalaciones del gobierno local, ofrece una oportunidad única para evaluar el impacto y los beneficios de la metodología BIM en un contexto práctico y de gran relevancia para la comunidad.

La metodología BIM se caracteriza dado su talento para construir representaciones en digital tridimensionales que integran información detallada sobre los componentes del proyecto, facilitando la coordinación entre los diferentes equipos de trabajo y optimizando la toma de decisiones. En este sentido, el análisis de su aplicación en el diseño del Palacio Municipal permitirá identificar las ventajas y desafíos asociados con su implementación, así como las posibles mejoras en los mecanismos de gestión de datos.

Este estudio tiene como objetivo principal evaluar cómo la metodología BIM influye en la eficiencia del diseño del proyecto de infraestructura, considerando aspectos como la precisión en la planificación, la coordinación entre los equipos de trabajo, y la gestión de los recursos. A través de un enfoque metodológico riguroso, se pretende ofrecer una visión detallada sobre los beneficios tangibles que la aplicación de BIM puede aportar a proyectos similares en el futuro.



La tesis en cuestión se organiza de la siguiente manera:

Capítulo I: Este capítulo establece los cimientos esenciales del estudio. Se lleva a cabo la definición precisa de las variables implicadas, proporcionando un marco bien estructurado para la investigación. Además, se especifican los objetivos generales y específicos, estableciendo la dirección clara del trabajo. Se ofrece una justificación detallada de la importancia del estudio, argumentando la relevancia de abordar la problemática en cuestión. Asimismo, se formulan las hipótesis que guiarán la investigación.

Capítulo II: En este apartado, se construye un marco teórico robusto mediante un análisis exhaustivo de investigaciones previas y aportes significativos en el campo de estudio. No solo se sintetizan las principales teorías relacionadas, sino que también se contextualiza el estudio dentro de un marco conceptual amplio. Se identifican las brechas existentes en el conocimiento actual, destacando cómo esta investigación busca contribuir al llenado de dichas lagunas.

Capítulo III: Aquí se describen detalladamente los métodos y procedimientos utilizados en la investigación. Se explica cómo se seleccionaron los sujetos o muestras de estudio, proporcionando una justificación para la elección de estas. Se expone de manera minuciosa la estrategia metodológica adoptada, destacando las técnicas e instrumentos específicos empleados para la recopilación y el análisis de los datos.

Capítulo IV: Este capítulo está enfocado en la exposición y análisis de los resultados obtenidos. Los datos recopilados se presentan en forma de tablas y gráficos, facilitando así su comprensión y análisis. Posteriormente, se realiza una comparación rigurosa de estos resultados con los de estudios anteriores en el mismo campo, permitiendo una interpretación más profunda y contextualizada de los hallazgos.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

En el ámbito global, la industria de la construcción lidia con retos significativos relacionados con la eficiencia en la gestión de la información. La falta de integración de tecnologías avanzadas y metodologías de gestión de información ha resultado en un aumento de costos, retrasos y problemas de calidad en los proyectos de infraestructura. La metodología tradicional de gestión de información a menudo resulta inadecuada para manejar la complejidad y el ritmo acelerado de los proyectos modernos, lo que ha llevado a la adopción de enfoques innovadores como Building Information Modeling (BIM) y otras tecnologías digitales. Estos enfoques buscan optimizar la planificación, coordinación y ejecución de proyectos, reduciendo riesgos y mejorando la calidad y la eficiencia.

En Perú, el sector de la construcción también enfrenta problemas similares en términos de gestión de información. La falta de estandarización y la baja adopción de metodologías modernas en la gestión de proyectos han contribuido a la ineficiencia en la ejecución de obras públicas y privadas. Los proyectos de infraestructura, en particular, sufren de problemas relacionados con la planificación inadecuada, la coordinación deficiente entre partes interesadas y la gestión de cambios. En este contexto, la

implementación de metodologías de gestión de información avanzadas podría ser una solución efectiva para mejorar la eficiencia y reducir costos en proyectos de infraestructura.

En el distrito de Calapuja, la situación se ve agravada por la falta de infraestructura adecuada y recursos limitados para la gestión de proyectos. El proyecto de construcción del nuevo Palacio Municipal de Calapuja es un ejemplo claro de cómo la falta de una metodología estructurada de gestión de información puede afectar negativamente el estándar de calidad y el rendimiento del proyecto. La ausencia de herramientas modernas y prácticas de gestión de información contribuye a problemas como retrasos en la construcción, sobrecostos y falta de coordinación entre los diferentes actores del proyecto. Esto no solo impacta la ejecución del proyecto, sino que también afecta la capacidad del distrito para ofrecer servicios eficientes a sus ciudadanos.

La aplicación de una metodología de gestión de información efectiva en el diseño y ejecución del proyecto de infraestructura del Palacio Municipal del distrito de Calapuja podría abordar estos problemas y mejorar significativamente los resultados del proyecto. La implementación de prácticas modernas y tecnologías avanzadas permitiría una planificación más precisa, una ejecución más eficiente y una mejor coordinación entre las partes involucradas, beneficiando al distrito con una infraestructura más robusta y un uso más eficiente de los recursos.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Problema general*

¿De qué manera la aplicación de la metodología de gestión de información en construcción incide en el diseño del proyecto de infraestructura del palacio municipal del distrito de Calapuja 2024?



1.2.2 Problemas específicos

- a. ¿Cuáles son las fases previas para la implementación de la metodología BIM en el diseño del proyecto de infraestructura del palacio municipal del distrito de Calapuja 2024?
- b. ¿Cuáles serán las incompatibilidades encontradas según la aplicación de la metodología BIM en el diseño del proyecto de infraestructura del palacio municipal del distrito de Calapuja 2024?
- c. ¿Existen ventajas en cuanto a reducción de costos y tiempos al implementar la metodología BIM en el diseño del proyecto de infraestructura del palacio municipal del distrito de Calapuja 2024?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Analizar la aplicación de la metodología de gestión de información en construcción incide en el diseño del proyecto de infraestructura del palacio municipal del distrito de Calapuja 2024.

1.3.2 Objetivos específicos

- a. Establecer las fases previas para la implementación de la metodología BIM en el diseño del proyecto de infraestructura del palacio municipal del distrito de Calapuja 2024.
- b. Determinar las incompatibilidades encontradas según la aplicación de la metodología BIM en el diseño del proyecto de infraestructura del palacio municipal del distrito de Calapuja 2024.

- c. Estimar las ventajas en cuanto a reducción de costos y tiempos al implementar la metodología BIM en el diseño del proyecto de infraestructura del palacio municipal del distrito de Calapuja 2024.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 *Justificación técnica*

La aplicación de la metodología de gestión de información en la construcción del diseño del Palacio Municipal de Calapuja representa un avance esencial en la coordinación de proyectos de infraestructura. Al incorporar tecnologías como (BIM) y sistemas avanzados de gestión de proyectos, se alcanza una unificación efectiva de todos los datos del proyecto desde la fase de diseño hasta la ejecución y el mantenimiento. Esta metodología facilita una coordinación más eficiente entre los diferentes actores del proyecto, minimizando errores y omisiones, y mejorando la comunicación entre equipos. Además, permite realizar simulaciones y análisis avanzados que aseguran la viabilidad y eficiencia del diseño, optimizando así los recursos y tiempos del proyecto.

1.4.2 *Justificación económica*

El uso de metodologías avanzadas en la gestión de la información de construcción tiene implicaciones económicas significativas, a pesar de que la implementación inicial puede requerir una inversión en tecnología y capacitación. Los beneficios a largo plazo, como la reducción de costos de construcción mediante la localización anticipada de errores y la optimización de procesos, superan con creces el costo inicial. La coordinación mejorada reduce la necesidad de retrabajo y ajustes, y la gestión precisa de los recursos contribuye a una planificación financiera más exacta. Además, el seguimiento eficaz de la infraestructura a lo largo de su evolución ayuda a reducir los costos operativos relacionados con el mantenimiento.



1.4.3 Justificación social

La aplicación de una metodología avanzada de gestión de información en el diseño y construcción del Palacio Municipal tiene un impacto social positivo considerable. Este proyecto no solo mejorará la infraestructura pública local, proporcionando un espacio administrativo moderno y funcional, sino que también creará oportunidades laborales en el sector de la construcción y en áreas relacionadas con la gestión de proyectos y tecnología. La capacitación en nuevas metodologías y tecnologías desarrollará habilidades en la comunidad, beneficiando futuros proyectos y contribuyendo al desarrollo local.

1.4.4 Justificación ambiental

La implementación de metodologías avanzadas de gestión de información también tiene beneficios ambientales importantes. La planificación y el diseño precisos permiten reducir el desperdicio de materiales y recursos, promoviendo prácticas de construcción más sostenibles. Además, las simulaciones y análisis avanzados ayudan a identificar y mitigar posibles impactos ambientales antes de la construcción, asegurando que se tomen medidas para minimizar la huella ecológica del proyecto. La integración de tecnologías y soluciones de eficiencia energética en el diseño contribuye a la sostenibilidad del edificio y reduce su consumo de energía a lo largo de su vida útil.

1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 Hipótesis general

La aplicación de la metodología de gestión de información en construcción, específicamente la metodología BIM, tiene un impacto positivo en el diseño del proyecto de infraestructura del Palacio Municipal del distrito de Calapuja 2024.

1.5.2 *Hipótesis específicas*

- a. Las fases previas para la implementación de la metodología BIM en el diseño del proyecto de infraestructura del Palacio Municipal del distrito de Calapuja 2024 serán diversas, incluyendo planificación, capacitación, y adaptación tecnológica.
- b. La implementación de la metodología BIM en el diseño del proyecto de infraestructura del Palacio Municipal del distrito de Calapuja 2024 permitirá identificar las incompatibilidades que de otro modo no serían detectadas en etapas tempranas del diseño.
- c. La implementación de la metodología BIM en el diseño del proyecto de infraestructura del Palacio Municipal del distrito de Calapuja 2024 resultará en una reducción significativa de costos y tiempos de construcción, comparado con métodos tradicionales de gestión de proyectos.

1.6 Variables e indicadores

1.6.1 *Variable independiente*

Metodología de Gestión de Información en Construcción (BIM)

1.6.2 *Variable dependiente*

Diseño del Proyecto de Infraestructura del Palacio Municipal

1.7 Operacionalización de variables



Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable independiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de medición
Metodología de Gestión de Información en Construcción (BIM)	La Metodología de Gestión de Información en la Construcción, comúnmente conocida como (BIM), constituye un enfoque holístico que integra diversas etapas del ciclo de vida de proyectos de edificación e infraestructura. Esta metodología abarca desde la fase de planificación y diseño hasta la construcción y posterior gestión del activo construido.	Fases para la aplicación de la metodología BIM, incompatibilidades, costo y tiempo.	Diseño con BIM, detección de incompatibilidades.	Programas de diseño en 2D y 3D
Variable dependiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de medición
Diseño del Proyecto de Infraestructura del Palacio Municipal	El Diseño del Proyecto de Infraestructura del Palacio Municipal se refiere al proceso de conceptualización, planificación y desarrollo de los planos y especificaciones para la construcción de un edificio destinado a albergar las oficinas y servicios administrativos de un municipio.	Componentes de estructuras, arquitecturas, instalaciones sanitarias y eléctricas.	Análisis de las interferencias	Programa de análisis de interferencias



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Alvarado et al., (2023) en su investigación titulada “Impacto de la metodología BIM en la gestión de proyectos de construcción”, En este estudio se examinará el impacto de la metodología Building Information Modeling (BIM) en la gestión de proyectos de construcción, identificando los principales factores que limitan su implementación en el sector. Para ello, se realizará un análisis de proyectos actuales y se revisarán experiencias de profesionales del área recopiladas en diversas publicaciones indexadas. Utilizando el software Vos Viewer, se efectuará un análisis bibliométrico para sintetizar la información y extraer conclusiones significativas. La metodología BIM, que facilita la gestión y coordinación de todas las etapas de un proyecto de construcción, desde su inicio hasta la desmovilización, contrasta con la metodología CAD tradicional, utilizada por más de dos décadas y aún prevalente en numerosos proyectos a nivel mundial. A pesar de su simplicidad y amplia adopción, la metodología CAD no ofrece las mismas capacidades que BIM, que permite una recolección de datos más extensa, mejorando la detección de interferencias entre especialidades, optimizando la colaboración, y realizando la visualización del proyecto para el cliente. Esta investigación destacará las ventajas de BIM,



como la mejora en la calidad del proyecto final y la reducción de costos y tiempo, gracias a la minimización de retrabajos y obras extraordinarias.

Amórtegui, (2022) en su artículo titulado "Análisis comparativo de la implementación de la metodología BIM en un proyecto de vivienda en la ciudad de Bogotá", presenta un análisis comparativo entre dos metodologías de planificación aplicadas a un proyecto de vivienda en Bogotá. Se examina cómo la metodología (BIM) se compara con la metodología tradicional en términos de costos, tiempo y alcance del proyecto. El estudio revela la incidencia de BIM en comparación con el enfoque convencional, destacando tanto los beneficios como las desventajas de su implementación en proyectos de características similares. El análisis se centra en un proyecto de vivienda de seis pisos en Bogotá, mostrando que la implementación de BIM impactó el costo total del proyecto en un 2,3% y redujo el tiempo de ejecución en un 20,34%. Las variaciones en el alcance o las cantidades de obra se evaluaron para el 79,365% de las actividades del proyecto, revelando diferencias porcentuales entre las metodologías que oscilaron entre -20% y 30%. El análisis comparativo permite una evaluación tanto cuantitativa como cualitativa de la metodología BIM frente a la metodología tradicional, identificando diferencias en los componentes de la línea base del proyecto y detectando inconsistencias durante las revisiones de los documentos de diseño. El objetivo de este análisis comparativo es proporcionar una base para futuros estudios similares. No obstante, los resultados del presente estudio de caso no representan necesariamente la influencia global de una metodología sobre otra en todos los proyectos de este tipo. Para obtener datos parametrizados más precisos, sería necesario realizar un análisis extensivo de múltiples casos con características similares. Además, el impacto de la metodología BIM dependerá no solo de su implementación, sino también de la forma en que se haya aplicado la metodología tradicional. La ejecución de BIM en la planificación y en las distintas etapas de proyectos de construcción implica un esfuerzo adicional, pero también representa un avance significativo hacia la digitalización y transformación del sector de la construcción en Colombia.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Atahualpa, (2021) en su estudio titulado "Metodología BIM en la mejora del diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C Arquitectos Ingenieros S.R.L., Lima-2020", consiste en determinar en qué medida la metodología (BIM) contribuye a la mejora del diseño de proyectos de infraestructura en la empresa A.B.C. Mediante el uso de indicadores de desempeño en la elaboración de documentos técnicos y económicos, así como la identificación de interferencias entre especialidades y horas de trabajo, la tesis compara los resultados alcanzados con la metodología convencional con los adquiridos con la metodología BIM. También se analiza la influencia que la metodología BIM tiene sobre la variable dependiente. Esta forma de estudio es aplicada y está diseñada de forma totalmente experimental. La población objeto de investigación está formada por sesenta y cincuenta muestras de datos, y el grupo muestral está formado por cincuenta y treinta muestras, que se recogieron mediante el uso de un muestreo probabilístico aleatorio simple. La observación es el método que se utiliza para la recogida de datos, y el instrumento que se utiliza para recoger la información es el formulario de observación empleado. Según las conclusiones, la aplicación de la metodología BIM supone una mejora considerable en el diseño de proyectos de infraestructuras gracias a su implantación. Se observa una mejora considerable en los indicadores examinados: el primer indicador mejora en un 58,00%, el segundo indicador aumenta en un 94,00% y el tercer indicador aumenta en un 29,29%. En los elementos analizados, estos resultados demuestran que (BIM) ofrece ventajas significativas sobre los métodos antiguos.

Atencio, (2019) en su estudio titulado " Análisis de la implementación de la metodología BIM para la optimización del proyecto de construcción de centro cívico en el barrio Huanuquillo - Tarma", el objetivo de este estudio era evaluar en qué medida la metodología (BIM) tenía un impacto en la optimización de los elementos que se designaron como pertenecientes a las diversas especialidades de arquitectura, estructuras,



instalaciones eléctricas y sanitarias para el proyecto de construcción del centro cívico, en particular con respecto a las cuestiones de métricas, costes y duración. En la investigación se utiliza una técnica cuantitativa y un método lógico, que se lleva a cabo en el marco del paradigma positivista. El diseño de investigación utilizado es descriptivo, transversal y no experimental. Según la fórmula general, el tamaño de la muestra se calculó en 130 ítems, mientras que la población estaba formada por 196 cosas diferentes en su totalidad. No se exigió ningún muestreo. El método de recogida de datos utilizado fue la observación, y se utilizaron hojas de datos como herramienta. Según los resultados globales, hubo una diferencia en la medición de 82 elementos, lo que equivale al 63,08% del número total de elementos que participaban en la investigación. De acuerdo a la ficha técnica, hubo un incremento en los gastos que ascendió a S/.48,090.41, lo que equivale al 7.36% del costo total del proyecto. En cuanto a la duración del proyecto, hubo un incremento de 72 días, lo que es comparable con el 8,28% de la duración total del proyecto. Además, hubo un aumento de 31 días en el calendario, lo que es similar al 11,48% del calendario global. Se decide que el despliegue del enfoque BIM permitió obtener cifras más precisas, lo que a su vez se tradujo en resultados más óptimos. Esto fue así a pesar de que no se produjo una disminución de los costes ni de los plazos. En vista de ello, es posible afirmar que la implementación de la técnica BIM en el proyecto de construcción del centro cívico de la comunidad de Huanuquillo ha resultado en un efecto favorable.

Sandoval, (2022) en su estudio titulado "Uso de la metodología BIM para optimizar la calidad de los proyectos de inversión pública en la Municipalidad Provincial de Requena, 2021", el propósito de este estudio fue determinar la relación entre la implementación de la metodología (BIM) y la optimización de la calidad en los proyectos de inversión pública que realizó la Municipalidad Provincial de Requena en el año 2021. Para el proyecto de investigación se utilizó un diseño no experimental, transversal y descriptivo correlacional, de tipo básico. Tanto la población como la muestra para el estudio estuvieron conformadas

por cuarenta empleados de la municipalidad. El instrumento utilizado para la recopilación de datos fue un cuestionario, que se recogió utilizando el método de encuesta. Según los resultados, el nivel de utilización de la técnica (BIM) en los proyectos sometidos a evaluación fue el siguiente: regular en el 45% de los casos, muy bajo en el 3%, bajo en el 15%, alto en el 25% y muy alto en el 13%. En relación con la calidad de los proyectos de inversión pública, se registraron los siguientes niveles: regular en el 48% de los casos, muy baja en el 13% de los casos, baja en el 20% de los casos, alta en el 8% de los casos y muy alta en el 13% de los casos. Se realizó un análisis estadístico utilizando el coeficiente de correlación Rho de Spearman, que dio como resultado un valor de 0,921. Este valor indica una correlación positiva muy alta. Este valor indica una correlación positiva muy alta. Además, el valor p fue de 0,000 ($p \leq 0,01$), lo que confirma aún más la existencia de una relación significativa entre la aplicación de la metodología BIM y la calidad de los proyectos de inversión pública. Además, se determinó que la utilización de la técnica BIM es responsable del 92,10 por ciento de la variación en la calidad de los proyectos financiados por el sector público.

2.1.3 *Antecedentes regionales*

Istaña & Pinto, (2021) en su investigación denominada " Implementación de la metodología de procesos Building Information Modeling (BIM) y análisis comparativo de variabilidad con el proceso tradicional, en la etapa de planificación y diseño del proyecto de construcción: Edificio Pabellón "E" de la Universidad Peruana Unión – Filial Juliaca – Puno - Perú", se centra en la aplicación de la metodología (BIM) en la programación del Pabellón E. Se analizan las características de BIM, los softwares involucrados y el proceso de implementación, comparándolo con la metodología tradicional basada en el uso de CAD desde los años 80. En el proyecto, se utilizaron Revit Architecture para el modelado arquitectónico, Revit Structure para estructuras y Navisworks para identificar y resolver interferencias entre especialidades antes de la ejecución. Esto evitó retrasos y sobrecostos.



Presto se utilizó para la elaboración del presupuesto de manera eficiente. Los resultados demostraron que la metodología BIM permite una mejor coordinación, reduciendo costos y tiempos de ejecución gracias a su enfoque colaborativo y paramétrico. Aunque la implementación de BIM implica una inversión inicial alta por los costos de software, los beneficios en términos de precisión, integración y reducción de errores justifican su uso en la gestión de proyectos de construcción. Las conclusiones principales del estudio son:

Eficiencia del Modelado BIM: BIM facilita el trabajo colaborativo y permite ajustes en el diseño sin afectar significativamente los tiempos de entrega.

Ventajas de Navisworks: Permite la detección temprana de interferencias, evitando problemas en la ejecución.

Optimización de Costos y Tiempos: La implementación de BIM reduce los costos y tiempos de obra al identificar interferencias antes de la ejecución.

Limitaciones de Costos: Aunque beneficiosa, la adopción de BIM requiere una inversión considerable en software y capacitación. En general, BIM representa una metodología más eficiente y precisa en comparación con los enfoques tradicionales de gestión de proyectos en construcción.

Huaricallo & Montesinos, (2020) en el estudio titulado "Implementación de BIM en obras de edificaciones en la Municipalidad Provincial de Puno", se realizó comenzando con un levantamiento de información sobre el conocimiento y uso de la metodología BIM (Building Information Modeling) entre los funcionarios y servidores públicos de la entidad. Estas deficiencias han llevado a que muchos proyectos no tengan éxito, y la mayoría de las obras no cuenten con una liquidación técnica financiera hasta la fecha. Se mapeó el proceso tradicional utilizado por la Municipalidad Provincial de Puno, de acuerdo con su organigrama, detectando que el trámite para viabilizar un proyecto a nivel de diseño es demasiado largo y que existen numerosas trabas burocráticas para su ejecución. Ante esta situación, se propone un nuevo mapeo de procesos utilizando la metodología BIM para agilizar los procedimientos de la entidad. Finalmente, se presenta una propuesta de mejora a través de un plan piloto que incluye los términos de referencia y lineamientos basados en



la metodología BIM. El análisis histórico de las obras de edificación por contrata en la Municipalidad Provincial de Puno muestra que durante los años 2016 al 2019 hubo frecuentes ampliaciones, con una incidencia del 29% al 35%, y ninguna ampliación adicional de obra con incidencia del 0%. Esto ha generado dos situaciones comunes: en algunos casos, las obras se concluyen con un número mínimo de personal, lo que afecta negativamente la calidad; en otros casos, cuando la entidad no aprueba la ampliación adicional de obra, surgen controversias entre la Municipalidad y la empresa constructora, que a menudo resultan en conciliaciones o arbitrajes. Estos arbitrajes podrían generar pérdidas económicas para la entidad en el futuro. A través de encuestas realizadas a 17 funcionarios y servidores públicos de la Municipalidad Provincial de Puno, se obtuvo la siguiente información: el 64.7% de los encuestados conoce la metodología BIM debido a la difusión por parte del Estado, y el 85.7% tiene experiencia con algún software BIM. Sin embargo, se identificó que los problemas más comunes en obra están relacionados con la burocracia en el manejo de proveedores. A pesar de ello, el 88.2% de los encuestados indicaron que no conocen ninguna empresa o municipalidad que haya implementado la metodología BIM. Además, el 58.8% prefiere utilizar software BIM en lugar de CAD, aunque el 70.5% ha estado usando CAD durante más de cuatro años, y el 64.7% aún no ha utilizado BIM en la práctica.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 *Historia y evolución de BIM*

Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativo que permite la gestión digital de los procesos constructivos a través de un modelo virtual de un proyecto. BIM no es solo un software, sino un enfoque integral que involucra la creación y gestión de representaciones digitales de las características físicas y funcionales de los edificios.



La idea de crear modelos digitales para edificios surgió a mediados del siglo XX. En la década de 1960, Ivan Sutherland desarrolló "Sketchpad", una de las primeras herramientas de diseño asistido por computadora (CAD), que sentó las bases para la evolución del modelado digital. En los años 70, Charles Eastman, considerado uno de los pioneros del BIM, desarrolló un concepto denominado "Building Description System", que permitía manipular información gráfica y no gráfica de un proyecto (Amórtegui, 2022).

En la década de 1980, se comenzó a utilizar software de diseño asistido por computadora (CAD) en la arquitectura y la ingeniería. Sin embargo, estos sistemas eran limitados, ya que solo permitían crear representaciones en 2D y no incluían información adicional. El término "Building Information Modeling" fue acuñado a principios de los años 90 por el investigador G.A. van Nederveen y el profesor F.P. Tolman, para describir un sistema integrado de información de construcción.

En la década de 2000, el conocimiento de BIM comenzó a arraigar con la aparición de software especializado como Autodesk Revit, ArchiCAD y Bentley Systems. Estas herramientas permitieron el desarrollo de modelos 3D que incluían información detallada sobre materiales, costos, tiempos de construcción, etc. A medida que la tecnología avanzaba, las empresas comenzaron a adoptar BIM para mejorar la coordinación entre los diferentes agentes envueltos en un proyecto de construcción (arquitectos, ingenieros, contratistas, etc.).

En la década de 2010, BIM se convirtió en una metodología estándar en muchos países. Gobiernos como los de Reino Unido, Estados Unidos y varios países de Europa comenzaron a exigir el uso de BIM en proyectos públicos. Durante este período, se establecieron varios estándares internacionales para BIM, como la serie ISO 19650, que proporciona un marco para la gestión de la información durante el ciclo de vida de los activos construidos utilizando BIM (Quino, 2022).



Actualmente, BIM no solo se utiliza para modelar la geometría de un edificio (3D), sino también para gestionar la programación (4D), los costos (5D), la sostenibilidad (6D), y la gestión del ciclo de vida del edificio (7D). El uso de BIM está evolucionando hacia la integración con tecnologías emergentes como la realidad aumentada (AR), la inteligencia artificial (AI), el Internet de las Cosas (IoT), y la simulación de gemelos digitales.

BIM ha revolucionado la industria de la construcción, permitiendo un enfoque más eficiente, preciso y colaborativo. Su evolución continuará a medida que la tecnología avance, integrándose cada vez más con herramientas y metodologías emergentes para mejorar el diseño, construcción y operación de los activos construidos.

2.2.2 BIM

El término BIM (Building Information Modeling) refiere a un enfoque avanzado en el campo de ingeniería y construcción, que integra un conjunto de tecnologías digitales y normativas. Estas herramientas y principios permiten el diseño, construcción y gestión integrada de proyectos de edificación de manera colaborativa y multidisciplinaria durante todo el ciclo de vida del edificio. A través del uso de BIM, los profesionales de diversas disciplinas pueden trabajar conjuntamente en un modelo digital único y coherente que se actualiza en tiempo real. Esta metodología no solo mejora la precisión en la planificación y ejecución de los proyectos, sino que también optimiza los costos y la eficiencia operativa. La visualización en 3D proporcionada por BIM ofrece una perspectiva detallada y realista del proyecto, permitiendo simulaciones y análisis antes de la construcción física, lo que facilita la toma de decisiones informadas y mejora la calidad del resultado final (Pancca, 2021).

Figura 1

Modelado BIM



(BIM) se caracteriza por ser un modelo integral que optimiza la interconexión entre los procesos de fabricación, comunicación y análisis mediante un entorno tridimensional. Este método contempla cada elemento del proyecto con parámetros claramente especificados, lo que permite una representación detallada y precisa. Al adoptar la metodología BIM, se logra ejecutar estos procesos en un tiempo considerablemente más breve en comparación con los métodos tradicionales, mejorando tanto la eficiencia como la precisión en cada fase del desarrollo del proyecto (Pancca Rojo, 2021).

La implementación de BIM en organizaciones o empresas privadas ofrece numerosos beneficios. Este enfoque permite una conexión virtual integral entre los diferentes equipos de trabajo, fomentando una colaboración más efectiva en tiempo real. Asimismo, toda la información relevante asociada a un diseño en particular no solo se almacena de manera duradera, sino que también se mantiene accesible a lo largo del tiempo. Autodesk resalta que las herramientas de software basadas en BIM optimizan procesos como el diseño, análisis, cálculos, mediciones, estimación de costos, renderización y simulación virtual en modelos 3D, cubriendo también las fases de ejecución, operación y mantenimiento de un proyecto de construcción. Esto resulta en un



trabajo más eficiente y en la obtención de resultados de alta calidad. Así, BIM no solo se aplica en la gestión de información durante las etapas de concepción, construcción y mantenimiento, sino que también permite la integración de datos de múltiples disciplinas en un modelo virtual detallado. Dicho modelo puede compartirse a través de una plataforma en línea, facilitando la colaboración en el modelado. Además, ofrece una visualización más exhaustiva a distintas escalas, lo cual mejora la toma de decisiones y favorece la consideración de opciones que sean más sostenibles y eficientes desde el punto de vista energético, resultando en una mayor rentabilidad en términos de tiempo y costos (Alviry, 2022).

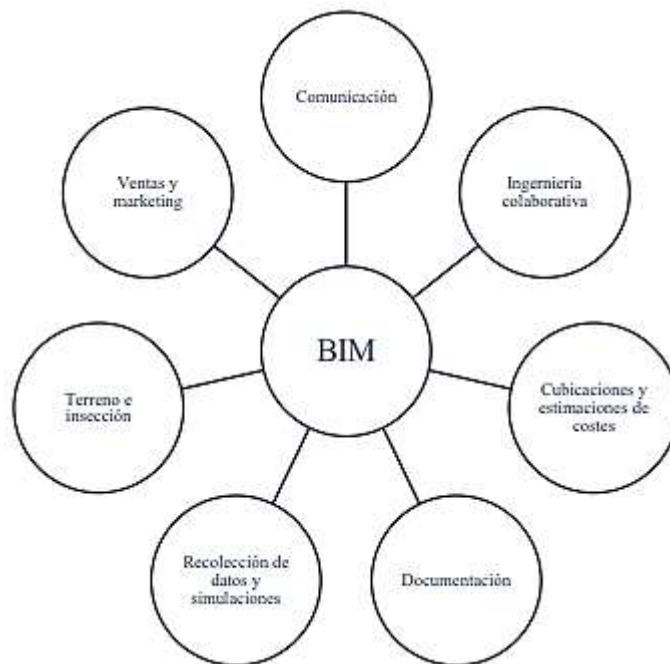
La metodología propuesta incorpora un modelo conceptual que se complementa con un conjunto de lineamientos de evaluación específicamente diseñados desde la perspectiva del (BIM). Estos lineamientos son aplicables tanto a proyectos en el ámbito arquitectónico como en el civil, proporcionando un marco estructurado para su implementación. La efectividad y validez de esta metodología fueron verificadas a través de un análisis detallado de un estudio de caso particular, lo que permitió observar su aplicabilidad y beneficios en un contexto real. Los métodos de evaluación propuestos en este estudio tienen como objetivo facilitar el proceso de selección de escenarios de inversión viables para proyectos que adoptan la metodología BIM. Estos métodos permiten a los profesionales y stakeholders considerar múltiples opciones de inversión, optimizando la toma de decisiones en función de las necesidades y objetivos específicos de cada proyecto. Esta aproximación no solo mejora la eficiencia en la gestión de los recursos, sino que también contribuye a la maximización del valor y éxito del proyecto a lo largo de su ciclo de vida. Además, estos métodos han permitido establecer las condiciones necesarias para gestionar el avance en la implementación del BIM en diferentes sectores.

2.2.2.1 Aplicaciones

La metodología BIM presenta una serie de características versátiles que facilitan su adaptación a una amplia gama de proyectos. Su aplicación efectiva varía según los objetivos específicos de cada proyecto, permitiendo una integración y gestión eficiente de la información en todas las fases del desarrollo.

Figura 2

Aplicaciones del BIM



Tomada de (Carvajal, 2018) aplicaciones de la metodología BIM

El uso de BIM se ha extendido a una amplia gama de proyectos gracias a su versatilidad y eficiencia, abarcando desde la minería hasta la infraestructura sanitaria, así como obras de vialidad, construcción de puentes, edificaciones, estructuras industriales, trabajos de demolición y remodelación. A continuación, se presentan algunas de las aplicaciones más relevantes de BIM en el ámbito de la ingeniería y la construcción:

❖ **Comunicación**

BIM revoluciona la comunicación en los proyectos de construcción y diseño al permitir que los modelos sean modificados y compartidos en una variedad de formatos. Utilizando diferentes herramientas de software BIM, que sirven como medios de comunicación, se pueden cubrir una amplia gama de necesidades de los usuarios.

Para los actores externos, es fundamental que la representación del modelo sea clara y precisa. BIM facilita la generación de vistas específicas, como modelos en 3D o 4D, que pueden ser adaptadas a los requerimientos específicos de cada parte interesada.

Para los involucrados internos, el modo en que se presentan las distintas secciones del proyecto depende del tipo de trabajo que realicen. Los trabajadores de campo, por ejemplo, pueden aprovechar planos detallados generados a partir del modelo, los cuales contienen información adicional no gráfica, como manuales de operación o especificaciones técnicas de los elementos. Paralelamente, los equipos de ingeniería pueden evaluar estos elementos de manera colaborativa y comunicarse en tiempo real, lo que mejora la coordinación del proyecto y garantiza una ejecución más eficiente (Istaña & Pinto, 2021).

❖ **Ingeniería colaborativa mejorada**

La ingeniería colaborativa se caracteriza por el intercambio continuo de información, la resolución conjunta de problemas y la discusión abierta de soluciones. Las herramientas y plataformas de gestión de modelos ofrecidas por BIM son fundamentales para mantener esta capacidad de colaboración esencial.

Esta colaboración entre diferentes disciplinas permite un diseño más eficiente, facilitando ajustes en tiempo real y la resolución simultánea de discrepancias y conflictos, todo mientras se desarrollan otras actividades de manera simultánea. En este contexto

colaborativo, se destacan dos enfoques principales: el enfoque centralizado y el enfoque distribuido (Bocanegra et al., 2023).

El enfoque centralizado se basa en que todas las disciplinas trabajan sobre un modelo compartido y unificado. Esto requiere definir protocolos de trabajo específicos y utilizar herramientas tecnológicas avanzadas que faciliten la comunicación y la coordinación entre los diferentes equipos.

Por otro lado, el enfoque distribuido permite que cada especialidad desarrolle y gestione su propio modelo de manera independiente. Posteriormente, la información se comparte y se integra al finalizar el proceso, lo que es fundamental para detectar y resolver conflictos e inconsistencias antes de la conclusión del proyecto.

❖ **Ingeniería colaborativa mejorada**

La ingeniería colaborativa se caracteriza por el intercambio continuo de información, la resolución conjunta de problemas y la discusión abierta de soluciones. Las herramientas y plataformas de gestión de modelos ofrecidas por BIM son fundamentales para mantener esta capacidad de colaboración esencial.

Esta colaboración entre diferentes disciplinas permite un diseño más eficiente, facilitando ajustes en tiempo real y la resolución simultánea de discrepancias y conflictos, todo mientras se desarrollan otras actividades de manera simultánea. En este contexto colaborativo, se destacan dos enfoques principales: el enfoque centralizado y el enfoque distribuido (Vásquez, 2024).

❖ **Cubicaciones y estimaciones de costos mejorado**

El modelo BIM se distingue por su capacidad para facilitar la cubicación de elementos y materiales, así como por su utilidad en la estimación de costos gracias a la

riqueza de información que maneja. Estos procesos de estimación pueden implementarse mediante dos métodos principales:

- **Exportación a Planillas de Cálculo:** Esta técnica involucra la exportación de las cantidades detalladas desde el modelo BIM a una planilla de cálculo, como Excel. Una vez en la planilla, se puede proceder a realizar análisis detallados utilizando las herramientas avanzadas que ofrece el software de cálculo. Esta opción es útil para quienes prefieren manipular y analizar los datos en un entorno familiar y altamente personalizable.
- **Vinculación Directa con Herramientas de Estimación de Costos:** Este método consiste en conectar directamente las cantidades de materiales, obtenidas del modelo BIM, con herramientas de estimación de costos integradas en el mismo software que proporciona el modelo. Esta integración permite un flujo de trabajo más fluido y automatizado, reduciendo la posibilidad de errores y aumentando la eficiencia al eliminar la necesidad de transferencia manual de datos.

Ambas metodologías proporcionan flexibilidad y precisión en la gestión de proyectos de construcción, permitiendo a los profesionales elegir la opción que mejor se adapte a sus necesidades específicas y a las del proyecto.

❖ **Documentación en BIM**

El uso de BIM transforma la gestión documental en los proyectos de construcción al permitir el almacenamiento y generación de documentación de manera eficiente. Con la información centralizada, BIM minimiza la existencia de múltiples versiones de un mismo documento y asegura que la actualización de los datos sea uniforme y accesible para todos los involucrados en el proyecto, facilitando su localización de forma rápida y ordenada.

La documentación generada y gestionada a través de BIM es diversa y puede incluir:

- Información de terreno: Datos esenciales para la planificación y ejecución de la obra.
- Especificaciones de materiales o equipos: Detalles técnicos necesarios para la correcta selección y uso de recursos.
- Minutas de reunión: Registros de las decisiones y discusiones importantes que ocurren durante las reuniones de proyecto.
- Informes de avance: Actualizaciones periódicas que reflejan el progreso del proyecto.
- Planos: Representaciones gráficas detalladas de la obra.
- Permisos y contratos: Documentos legales necesarios para la ejecución y operación del proyecto.
- Manuales: Guías de operación y mantenimiento de las instalaciones y equipos.

Esta variedad documental es crucial no solo para la ejecución eficaz de las fases actuales del proyecto, sino también como referencia valiosa para futuras iniciativas, asegurando que la información clave sea fácilmente recuperable y reusable.

❖ **Recolección de Datos y Simulaciones**

La recolección de datos en proyectos de construcción y diseño es un proceso que debe ser meticulosamente centralizado y respaldado para asegurar su integridad y disponibilidad. Esta información puede gestionarse a través de redes comunes físicas o plataformas en la nube, facilitando el acceso y la colaboración en tiempo real.

Gracias a la capacidad de asignar amplia información a cada elemento del modelo, es posible realizar simulaciones detalladas que colocan al proyecto en diversos escenarios



hipotéticos. Este enfoque es fundamental para explorar soluciones óptimas en diversos aspectos, tales como:

- Selección de materiales o equipos: Determinar las opciones más adecuadas basadas en durabilidad, costo y eficiencia.
- Variables constructivas: Evaluar alternativas entre elementos constructivos in-situ o prefabricados, adaptándose a las necesidades específicas del proyecto.
- Análisis energético: Estudiar el consumo energético del edificio y explorar opciones para optimizarlo.
- Impacto ambiental: Predecir y mitigar los efectos negativos del proyecto sobre el medio ambiente.
- Planes de mantenimiento: Desarrollar estrategias para el mantenimiento eficiente de la infraestructura a lo largo de su vida útil.
- Estimación de costes y cronograma: Proyectar los costos asociados y planificar los tiempos de ejecución de manera precisa.

Estas simulaciones no solo aumentan la precisión en la planificación y ejecución de proyectos, sino que también permiten a los equipos tomar decisiones informadas, reducir riesgos y mejorar la sostenibilidad y eficiencia del proyecto final.

❖ Terreno e inspección en el modelo bim

El modelo BIM desempeña un papel crucial en el control y la inspección en terreno, siendo fundamental para la actualización y gestión de los planos y modelos "As Built". Las herramientas integradas en plataformas como BIM 360 potencian esta funcionalidad, ofreciendo soluciones específicas para el control de calidad y la elaboración de reportes detallados.

Entre las características más destacadas de este tipo de software, se encuentra el desarrollo y uso de:



- **Checklists personalizados:** Permiten realizar un seguimiento exhaustivo de las actividades, asegurando que todos los procedimientos y estándares sean cumplidos de forma precisa.
- **Seguimiento de equipos y tareas:** Facilita la coordinación y gestión del personal y las tareas asignadas, garantizando la eficiencia y la productividad en el sitio de construcción.
- **Registro y solución de problemas:** Cualquier desviación o inconveniente detectado durante la fase de construcción puede ser ingresado directamente en el modelo BIM. Esto permite que todos los actores involucrados tengan acceso inmediato a la información sobre posibles cambios o problemas, mejorando significativamente la toma de decisiones y la resolución de conflictos.

La integración de estas herramientas en el modelo BIM transforma la manera en que se realizan las inspecciones y el control en terreno, ofreciendo un entorno más dinámico y colaborativo que contribuye directamente a la calidad y exactitud del proyecto final.

2.2.2.2 Componentes fundamentales de BIM

El Building Information Modeling, conocido por sus siglas BIM, es un enfoque innovador que se centra en el uso de modelos tridimensionales inteligentes para gestionar de manera integral las diferentes etapas de un proyecto de construcción. Este proceso abarca desde la planificación inicial y el diseño detallado, hasta la ejecución en el sitio de construcción y la gestión continua de los edificios e infraestructuras una vez concluidos. BIM se distingue por su capacidad para integrar a todos los actores involucrados en un proyecto, como arquitectos, ingenieros, contratistas y propietarios, en un entorno colaborativo.



La clave de BIM radica en la creación de un modelo digital centralizado que sirve como una representación precisa y detallada del proyecto en desarrollo. Este modelo no solo proporciona una visualización tridimensional, sino que también incluye información crítica sobre cada componente del proyecto, como especificaciones técnicas, cronogramas, costos y datos de mantenimiento. Al centralizar toda esta información en un único modelo digital, BIM mejora la coordinación entre los distintos participantes, reduce la posibilidad de errores y discrepancias, y facilita una toma de decisiones más informada y eficiente en todas las fases del ciclo de vida del proyecto (Urteaga, 2023).

- **Modelo 3D Paramétrico:** El núcleo de BIM es un modelo digital tridimensional (3D) que incluye información paramétrica, es decir, elementos de construcción inteligentes con atributos que definen su comportamiento y características. Estos elementos incluyen paredes, puertas, ventanas, techos, sistemas mecánicos, eléctricos y de fontanería (MEP), entre otros.
- **Base de Datos Integrada:** BIM funciona como una base de datos integrada que almacena toda la información relevante del proyecto, desde detalles geométricos hasta especificaciones de materiales, costos, tiempos de ejecución, sostenibilidad, y mantenimiento. Cada elemento del modelo 3D está vinculado a información específica que puede ser actualizada en tiempo real.
- **Plataformas de Software BIM:** Las plataformas de software como Autodesk Revit, ArchiCAD, Bentley Systems, y Tekla Structures son esenciales para crear, modificar, analizar y colaborar en modelos BIM. Estos softwares permiten la integración de datos de múltiples disciplinas, mejorando la coordinación y la comunicación en el proyecto.
- **Colaboración y Coordinación:** BIM facilita la colaboración entre los diferentes agentes de un proyecto a través de un modelo centralizado que puede ser accedido y modificado por todos los miembros del equipo. Esto minimiza los conflictos y errores,



especialmente durante la fase de construcción, al permitir la detección temprana de interferencias (clash detection).

- Ciclo de Vida del Proyecto: BIM no solo se utiliza durante la fase de diseño y construcción, sino que abarca todo el ciclo de vida del proyecto, desde la planificación inicial hasta la demolición o rehabilitación. Esto incluye la gestión de las operaciones y el mantenimiento del edificio (Facility Management), ayudando a los propietarios a tomar decisiones informadas durante toda la vida útil del activo.

Los componentes y características de BIM hacen de esta metodología una herramienta indispensable para la industria de la construcción moderna. Facilita la colaboración, la precisión, y la eficiencia a través de un enfoque digital integrado que abarca todo el ciclo de vida de los proyectos de construcción. Como resultado, BIM está transformando la forma en que los proyectos son diseñados, construidos, y gestionados (Atencio, 2019).

2.2.3 Metodologías de gestión de información en construcción

La Metodología en Construcción, especialmente a través de BIM, se centra en la planificación, organización, control y gestión de datos durante el ciclo de vida de un proyecto de construcción. BIM permite a los equipos de trabajo colaborar de manera efectiva utilizando modelos digitales integrados que contienen información precisa y detallada de todos los aspectos de un proyecto.

2.2.3.1 Ciclo de vida del proyecto y gestión de información

El ciclo de vida de un proyecto de construcción, gestionado a través de BIM, se divide en varias fases críticas: Pre-Diseño, Conceptualización, Edificación, Operación y Preservación. En cada fase, la gestión de la información desempeña un papel crucial para

asegurar la eficiencia, calidad y éxito del proyecto, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones y la coordinación entre todos los participantes

❖ Pre-Diseño

En la fase de pre-diseño, se establecen las bases de todo el proyecto. Aquí, la gestión de la información es fundamental para el análisis de viabilidad, la recopilación de datos del sitio, y la planificación preliminar. Los modelos BIM ayudan a representar escenarios conceptuales y permiten a los equipos de proyecto visualizar y evaluar opciones antes de comprometerse con decisiones costosas.

- **Recopilación de Datos del Sitio:** Incluye estudios geotécnicos, topográficos y de infraestructura existente. La información del terreno, las normativas locales y las restricciones legales son recopiladas y gestionadas.
- **Análisis de Viabilidad:** Implica evaluar diferentes alternativas del proyecto en términos de costo, tiempo, recursos y sostenibilidad. BIM facilita la simulación de diferentes escenarios para identificar la opción más viable.
- **Desarrollo de Conceptos y Modelos Conceptuales:** Utilizando BIM, se crean modelos conceptuales 3D que ayudan a visualizar el diseño preliminar, considerando factores como la orientación del edificio, la luz natural y las vistas.

❖ Diseño

La fase de diseño se centra en el desarrollo detallado del proyecto, incluyendo la creación de modelos que integren las disciplinas arquitectónica, estructural, y MEP (mecánica, eléctrica y fontanería). La gestión de la información durante esta etapa es crítica para garantizar que todas las partes interesadas tengan acceso a datos precisos y actualizados, lo que facilita una coordinación efectiva (Moreno et al., 2020).



- **Modelado Detallado:** El diseño arquitectónico, estructural y de sistemas MEP se modela en BIM, lo que permite la integración de todas las disciplinas en un modelo coordinado. Esto ayuda a identificar posibles conflictos antes de la construcción, mejorando la precisión del diseño.
- **Intercambio de Información entre Partes Interesadas:** BIM facilita el intercambio de información entre arquitectos, ingenieros, contratistas y otros actores, asegurando que todos trabajen con los mismos datos actualizados. El uso de formatos interoperables como IFC asegura que los modelos BIM puedan ser utilizados por diferentes softwares.
- **Documentación y Generación Automática de Planos:** BIM permite la generación automática de documentación del proyecto (planos, cortes, alzados, etc.) directamente desde el modelo 3D, garantizando coherencia y minimizando errores manuales.

❖ **Construcción**

Durante la fase de construcción, la gestión de la información se orienta a la implementación del diseño en el sitio de obra. BIM juega un papel crucial al facilitar la planificación logística, la coordinación de actividades, y la detección de interferencias (clash detection), optimizando así los recursos y minimizando errores y retrabajos (Moreno et al., 2020).

- **Planificación Logística y Gestión de Recursos:** BIM permite la planificación detallada de la construcción, incluyendo la secuencia de tareas, la gestión de materiales, y la asignación de mano de obra. Modelos 4D (tiempo) y 5D (costo) pueden ser utilizados para gestionar cronogramas y presupuestos.
- **Coordinación de Actividades y Detección de Interferencias:** Utilizando herramientas BIM, los equipos pueden identificar y resolver conflictos entre sistemas (estructurales, mecánicos, eléctricos, etc.) antes de que ocurran en el sitio de construcción, reduciendo retrabajos y costos.

- Seguimiento en Tiempo Real: El uso de modelos BIM permite el seguimiento en tiempo real del progreso de la construcción, facilitando la comunicación entre los equipos de proyecto y permitiendo ajustes rápidos según sea necesario.

❖ Operación y Mantenimiento

Una vez completada la construcción, la información contenida en los modelos BIM se utiliza para la gestión eficiente del edificio durante su vida útil. Esta fase se centra en el mantenimiento de los activos, la gestión de las instalaciones y la planificación de renovaciones o demoliciones futuras (Moreno et al., 2020).

- Mantenimiento de Activos: BIM proporciona un modelo "As-Built" detallado que incluye información sobre los componentes del edificio, como especificaciones de materiales, ubicación de equipos, y manuales de mantenimiento. Esta información facilita las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Gestión de Instalaciones (Facility Management): BIM ayuda a gestionar de manera eficiente el uso del espacio, la programación de tareas de mantenimiento y la optimización del rendimiento energético del edificio.
- Planificación de Renovaciones y Demoliciones: A lo largo del ciclo de vida del edificio, la información contenida en los modelos BIM permite planificar renovaciones, ampliaciones o demoliciones con mayor precisión, basándose en datos detallados y actualizados.

2.2.3.2 Principios de la gestión de información en proyectos de construcción

La gestión de información es un componente crítico en los proyectos de construcción, especialmente cuando se utiliza la metodología BIM. Los principios clave de la gestión de información en estos proyectos buscan asegurar que todos los actores involucrados tengan acceso a información precisa, consistente y actualizada en cada etapa del ciclo de vida del proyecto. A continuación, se amplían estos principios fundamentales:

❖ **Transparencia y Accesibilidad**

La transparencia y accesibilidad de la información son pilares fundamentales en la gestión de proyectos de construcción. Todos los participantes del proyecto, desde arquitectos hasta contratistas y propietarios, deben tener acceso a la información relevante y actualizada para tomar decisiones informadas (Carvajal, 2018).

- **Plataformas Colaborativas:** El uso de plataformas colaborativas en la nube, como Autodesk BIM 360, Trimble Connect, o Bentley ProjectWise, permite a los equipos de proyecto visualizar, comentar y actualizar modelos y documentos en tiempo real. Estas plataformas aseguran que todos los participantes estén alineados con respecto al progreso y los cambios en el proyecto.
- **Visibilidad y Responsabilidad:** Al tener la información accesible para todos, se fomenta la transparencia y la responsabilidad, ya que cualquier actualización, comentario o modificación es visible para todo el equipo. Esto reduce los errores de comunicación y mejora la toma de decisiones.
- **Control de Acceso:** Aunque la transparencia es importante, es igualmente crucial controlar el acceso a diferentes tipos de información para proteger la seguridad y confidencialidad del proyecto. Las plataformas colaborativas deben permitir la configuración de permisos específicos para garantizar que solo las personas autorizadas puedan realizar modificaciones o visualizar ciertos datos.

❖ **Precisión y Consistencia**

La precisión y consistencia de los datos son esenciales para la gestión efectiva de un proyecto de construcción. La información inexacta o inconsistente puede llevar a errores costosos, retrasos y problemas de calidad (Carvajal, 2018).



- **Modelo Centralizado:** El uso de un modelo BIM centralizado asegura que todos los participantes trabajen con la misma fuente de información. Este modelo "único de la verdad" minimiza las discrepancias y evita problemas derivados de versiones desactualizadas o incorrectas de los planos y documentos.
- **Actualizaciones en Tiempo Real:** Cualquier cambio realizado en el modelo BIM se actualiza automáticamente para todos los usuarios, garantizando que todas las partes interesadas tengan acceso a la información más precisa y actualizada. Esto es crucial para la coordinación de actividades y la gestión del proyecto.
- **Validación y Verificación de Datos:** Es fundamental implementar procesos de validación y verificación de datos para asegurar que la información que se introduce y se utiliza en el modelo BIM sea correcta. Esto puede incluir revisiones periódicas, auditorías de calidad y la utilización de herramientas automáticas para la detección de errores o inconsistencias.

❖ **Interoperabilidad**

La interoperabilidad se refiere a la capacidad de diferentes sistemas y herramientas de software para trabajar juntos sin problemas. En el contexto de la gestión de información en proyectos de construcción, la interoperabilidad es vital para el intercambio eficiente de información entre diferentes plataformas y disciplinas (Carvajal, 2018).

- **Formatos de Archivo Abiertos:** El uso de formatos de archivo abiertos como IFC (Industry Foundation Classes) facilita el intercambio de información entre distintas plataformas de software, como Autodesk Revit, ArchiCAD, Tekla Structures, y Bentley Systems. Esto asegura que los datos sean accesibles y utilizables por todas las partes involucradas, independientemente de la herramienta específica que utilicen.
- **Integración de Sistemas Heterogéneos:** Los proyectos de construcción a menudo involucran múltiples disciplinas (arquitectura, ingeniería civil, MEP, etc.) que pueden

usar diferentes herramientas de software. La interoperabilidad permite que estos sistemas se integren, asegurando un flujo de trabajo continuo y eficiente.

- **Colaboración Multidisciplinaria:** La interoperabilidad fomenta la colaboración entre las diferentes disciplinas, permitiendo que arquitectos, ingenieros, contratistas, y otros profesionales trabajen juntos de manera más efectiva, reduciendo conflictos y mejorando la calidad del proyecto.

❖ **Gestión del Cambio**

La gestión del cambio es crucial en proyectos de construcción debido a la naturaleza dinámica de estos proyectos, donde los cambios en el diseño o la construcción son inevitables. La gestión efectiva del cambio asegura que estos cambios se realicen de manera controlada y documentada, minimizando su impacto en el costo, el cronograma y la calidad del proyecto (Carvajal, 2018).

- **Control y Registro de Cambios:** Cada cambio debe ser evaluado y aprobado mediante un proceso formal de control de cambios. Las herramientas BIM permiten registrar todos los cambios realizados en el modelo, incluyendo quién los realizó, cuándo y por qué, proporcionando un historial claro para futuras referencias.
- **Evaluación de Impacto:** Antes de aprobar un cambio, es importante evaluar su impacto potencial en el costo, el cronograma y otros aspectos del proyecto. Esto puede incluir análisis de costos, revisiones de planificación y simulaciones para determinar cómo afectará el cambio a otras partes del proyecto.
- **Comunicación Efectiva del Cambio:** Una vez aprobado, es esencial comunicar el cambio a todos los participantes del proyecto de manera clara y oportuna. Las plataformas BIM colaborativas permiten notificar automáticamente a los equipos afectados por los cambios, asegurando que todos estén informados y preparados para ajustarse a los nuevos requisitos.

2.2.4 Beneficios del uso de la metodología BIM

La implementación de la metodología BIM, aunque requiere una inversión inicial y enfrenta ciertas dificultades, ofrece una serie de beneficios significativos a mediano y largo plazo que pueden ser apreciados en diferentes etapas de un proyecto de construcción:

❖ Etapa de Pre-inversión

En esta etapa inicial, donde se conciben la idea, se realizan estudios preliminares y la ingeniería conceptual y básica, los beneficios de BIM incluyen:

- Evaluación de Viabilidad, Diseño y Concepto: Análisis de diversas situaciones para determinar la factibilidad técnica y económica.
- Desempeño y Calidad del Producto Final: Mejora en la calidad y funcionalidad del diseño propuesto.
- Disminución de Costos y Ahorro en Tiempo: Reducción significativa en el tiempo y los costos de desarrollo de proyectos gracias a la eficiencia en la gestión de recursos.

❖ Etapa de Inversión

Durante la fase de ingeniería de detalle, adquisiciones, construcción, pruebas y puesta en marcha, BIM proporciona:

- Visualización Continua del Diseño: Permite ver el proyecto en cualquier etapa, asegurando que todos los involucrados tengan una comprensión clara.
- Correcciones Automáticas y Parametrización: Mejora la precisión y reduce errores.
- Agilización de la Documentación: Menor tiempo en la elaboración y traspaso de documentos técnicos.
- Entregas 2D Exactas desde el Modelo 3D: Consistencia y precisión en los planos derivados directamente del modelo tridimensional.
- Colaboración y Trabajo Multidisciplinario Simultáneo: Facilita la comunicación y la coordinación entre diferentes disciplinas.



- Estimación de Costos y Análisis de Sustentabilidad: Previsiones financieras y evaluaciones de impacto ambiental más precisas.
- Planificación y Simulación de la Construcción (BIM 4D): Permite visualizar secuencias constructivas y optimizar tiempos.
- Detección de Interferencias y Rápida Respuesta a Incidentes: Mejora la capacidad de resolver problemas en tiempo real.
- Apoyo a la Fabricación de Elementos y Técnicas Justo a Tiempo: Optimización en la producción de componentes y en la entrega de materiales.

❖ Etapa de Operación y Cierre

En la fase de utilización, producción y eventual cierre del proyecto, los beneficios son:

- Administración Eficiente de las Instalaciones: Gestión optimizada del uso y mantenimiento del edificio o estructura.
- Control de Sistemas y Comissioning: Facilita la puesta en marcha y la regulación de sistemas técnicos.
- Integración con la Operación y Gestión de la Instalación: Permite un manejo más fluido y coordinado de todas las operaciones del edificio.
- Análisis y Monitoreo de Procesos de Cierre: Ofrece herramientas para supervisar y evaluar las actividades finales y el desempeño del proyecto.

Estos beneficios demuestran cómo la metodología BIM no solo optimiza cada etapa del proyecto, sino que también contribuye a una mejor gestión del ciclo de vida completo del mismo, desde la concepción hasta el cierre.

2.2.5 *Gestión de proyectos*

La gestión de proyectos es una disciplina que implica la planificación, organización, dirección y control de los recursos con el objetivo de cumplir específicamente los requisitos de un proyecto particular. La finalidad es alcanzar los objetivos del proyecto dentro de un marco temporal y presupuestario predeterminado, asegurando la optimización de recursos y la calidad del resultado. Esta gestión se aplica a proyectos de cualquier escala y sector, utilizando metodologías y herramientas específicas que facilitan la coordinación y la comunicación entre todos los involucrados, gestionan riesgos y aseguran que el proyecto se desarrolle según lo planificado. La eficacia en la gestión de proyectos resulta crucial para el éxito de las iniciativas, impactando directamente en la rentabilidad, la reducción de costos y la satisfacción del cliente (Vargas, 2023).

La administración del proyecto se lleva a cabo a través de un enfoque de gestión integrada, dentro del marco proporcionado por el entorno del Building Information Modeling (BIM). En este contexto, el director del proyecto desempeña un papel fundamental al supervisar y coordinar de manera efectiva todos los recursos disponibles y el entorno operativo a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.

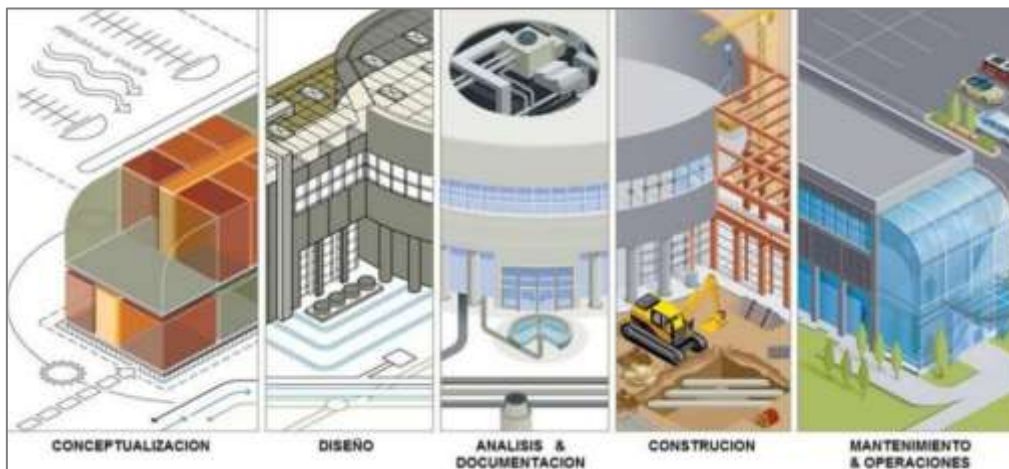
Este rol incluye la responsabilidad de manejar no solo los recursos humanos y materiales, sino también de asegurar que todos los subproyectos asociados se ejecuten de manera coherente y alineada con los objetivos generales del proyecto. Además, el director de proyecto se encarga de gestionar la generación y organización de toda la documentación necesaria, garantizando que se mantenga un registro preciso y accesible de cada etapa del proyecto.

Otro aspecto clave de la función del director de proyecto en este entorno es la implementación de controles de calidad rigurosos. Esto implica la supervisión continua de los procesos para asegurar que todas las actividades cumplen con los estándares

establecidos y que cualquier desviación se detecta y corrige oportunamente. Asimismo, el monitoreo constante de la ejecución permite una evaluación continua del progreso, asegurando que los plazos y metas se cumplan eficientemente, mientras se optimizan los recursos y se minimizan los riesgos potenciales a lo largo del desarrollo del proyecto.

Figura 3

Gestionamiento de proyectos



Nota: Tomada de Google

2.2.5.1 Control de tiempos

Dado que varios elementos y limitaciones contractuales pueden dar lugar a modificaciones y alteraciones del calendario inicial, es de suma importancia supervisar el progreso del proyecto para garantizar que se cumplen los plazos. Cuando se trata de una buena gestión de proyectos, es esencial disponer de un calendario bien definido y actualizado. Esto se debe a que permite establecer plazos claros, fijar criterios particulares y comprender las interdependencias que existen entre las numerosas tareas que se llevan a cabo. Un calendario bien estructurado no sólo facilita la planificación al especificar una lista fija de tareas y el orden en que deben completarse, sino que también sirve como instrumento indispensable para supervisar y regular el progreso del proyecto (Macedo et al., 2020).



2.2.5.2 Control de costos

El control de costes es una disciplina fundamental en la gestión de proyectos que va más allá de la simple administración de los presupuestos establecidos durante la fase de planificación. Este proceso integral no solo se centra en asegurar que los gastos se mantengan dentro del presupuesto inicial, sino que también aborda la previsión y gestión de los posibles gastos imprevistos derivados de riesgos y contingencias del proyecto.

El control de costes implica una serie de actividades clave, como la elaboración de un presupuesto detallado y realista, la monitorización continua de los gastos, y la implementación de medidas correctivas cuando se detectan desviaciones. Además, es crucial identificar y evaluar los riesgos potenciales que puedan impactar el presupuesto, como cambios en los precios de materiales, retrasos en la ejecución, o problemas inesperados en el diseño o la construcción (Flores, 2023).

Una parte esencial del control de costes es la previsión proactiva de estos riesgos, lo que permite establecer reservas financieras y planes de contingencia para hacer frente a cualquier desviación del plan inicial. Esto incluye la actualización periódica del presupuesto en función de los cambios y ajustes necesarios, así como la implementación de prácticas de gestión de costes que garanticen la eficiencia y efectividad en el uso de los recursos disponibles.

2.3 Marco conceptual

- a. BIM: BIM es una metodología de trabajo colaborativa que integra la creación y gestión de información digital de un proyecto de construcción a lo largo de su ciclo de vida. Utiliza modelos digitales tridimensionales que contienen datos precisos sobre cada elemento de la obra, permitiendo la visualización, simulación, análisis y coordinación eficiente entre las diferentes disciplinas involucradas en el proyecto. BIM mejora la toma



de decisiones, reduce costos, optimiza tiempos y minimiza errores mediante la detección temprana de interferencias y conflictos.

- b. Gestión de proyectos:** La gestión de proyectos es el proceso de planificación, organización, dirección y control de recursos, tareas y actividades para alcanzar objetivos específicos de un proyecto dentro de los límites de tiempo, costo y calidad definidos. Involucra la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para llevar a cabo proyectos de manera efectiva y eficiente, garantizando que se cumplan los requisitos del cliente y los objetivos organizacionales.

- c. Infraestructura:** La infraestructura se refiere al conjunto de elementos físicos y organizativos que son esenciales para el funcionamiento de una sociedad o economía. Incluye sistemas de transporte (carreteras, puentes, ferrocarriles), servicios públicos (agua, electricidad, telecomunicaciones), instalaciones educativas y de salud, y otros elementos críticos que proporcionan servicios básicos necesarios para el desarrollo social y económico. La infraestructura es fundamental para el crecimiento económico, la conectividad y la calidad de vida de las comunidades.

- d. Visualización 3D:** La visualización 3D es la representación gráfica tridimensional de objetos, espacios, o datos, utilizando software especializado para crear imágenes digitales que simulan la apariencia real de un objeto o un entorno. En el contexto de arquitectura, ingeniería, diseño y construcción, la visualización 3D permite a los profesionales y clientes visualizar cómo se verá un proyecto terminado, realizar análisis de diseño, evaluar diferentes alternativas y mejorar la comunicación y comprensión del proyecto antes de su construcción. Esta tecnología es crucial para la toma de decisiones, la presentación de ideas y la minimización de errores.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología de investigación es el conjunto sistemático de procedimientos, técnicas y herramientas que se emplean para llevar a cabo una investigación científica. Este campo se ocupa de la estructura del proceso de investigación, desde la formulación de preguntas y la revisión de la literatura existente, hasta la recolección de datos, análisis e interpretación de los resultados, y la presentación de conclusiones. La metodología de investigación es fundamental para asegurar que el estudio sea riguroso, sistemático y replicable, permitiendo a los investigadores generar conocimientos fiables y contribuir de manera significativa al campo de estudio (Hernández et al., 2018).

3.1 Diseño de la investigación

El diseño de investigación conocido como diseño de investigación no experimental es un método de investigación en el que no se modifican intencionadamente las variables independientes ni se controlan las circunstancias del estudio. En lugar de eso, se observan y examinan los acontecimientos tal y como ocurren en su entorno natural, con el propósito de caracterizarlos, comprender los rasgos de los fenómenos o investigar las probables correlaciones entre las variables. Cuando no es factible, ético o práctico cambiar las variables, se utiliza esta forma de diseño. Por ejemplo, este tipo de diseño se utiliza en

estudios de investigación sobre el comportamiento humano, fenómenos sociales y cuestiones de salud, entre otros temas (Hadi et al., 2023).

Este estudio emplea un diseño de investigación no experimental, dado que no se altera la variable independiente. No obstante, se utiliza esta variable para producir resultados comparables, los cuales muestran diferencias que se examinan al concluir el estudio en comparación con los enfoques tradicionales de diseño estructural.

3.2 Métodos de la investigación

A la hora de investigar fenómenos, adquirir nuevos conocimientos o corregir y ampliar la información previamente adquirida, el método científico es un proceso metódico y riguroso. La observación, la formulación de preguntas y cuestiones, la generación de hipótesis, la realización de experimentos controlados y la recogida y posterior análisis de datos son los fundamentos de esta metodología. A partir de los resultados, se obtienen conclusiones que pueden confirmar, refutar o modificar las hipótesis planteadas. El proceso es cíclico y abierto a revisiones continuas, garantizando que los hallazgos sean reproducibles, verificables y objetivos, lo que permite avanzar en la comprensión de fenómenos naturales, sociales o tecnológicos.

3.3 Nivel y tipo de investigación

3.3.1 Tipo de investigación

La aplicación del conocimiento científico y teórico es el énfasis de la forma de estudio conocida como investigación aplicada, que es un tipo de investigación que se centra en encontrar soluciones a cuestiones específicas y prácticas. La investigación aplicada, a diferencia de la investigación básica, que se esfuerza por aumentar los conocimientos fundamentales sin una aplicación práctica inmediata, tiene como objetivo directo identificar respuestas que puedan aplicarse en situaciones reales, como en la industria, la sanidad, la ingeniería, la educación o las políticas públicas. La investigación



básica pretende ampliar los conocimientos fundamentales. Este tipo de investigación utiliza métodos científicos para desarrollar tecnologías, procesos, productos o políticas que aborden necesidades concretas y mejoren la vida cotidiana, optimizando recursos y generando beneficios tangibles para la sociedad (Pimienta et al., 2018).

Este estudio de investigación tiene un enfoque aplicado, dado que se utilizó una combinación de métodos y procedimientos que abarcan el uso de software, el análisis de datos dentro de los programas, y la interpretación de las fluctuaciones resultantes al implementar la metodología BIM en las etapas iniciales del diseño de proyectos.

3.3.2 Nivel de investigación

El nivel de investigación descriptivo se centra en caracterizar y detallar fenómenos, situaciones, eventos o variables tal como existen en un momento dado, sin intervenir en ellos ni manipularlos. Este tipo de investigación busca proporcionar una representación precisa de las características, comportamientos o condiciones de un sujeto de estudio, ya sea una población, un evento o un proceso. El propósito principal de la investigación descriptiva es responder a preguntas del tipo "qué", "quién", "cuándo", "dónde" y "cómo", recopilando datos que permitan describir de manera sistemática el fenómeno en cuestión. Aunque no pretende establecer relaciones causales o explicar los motivos detrás de los fenómenos, los estudios descriptivos son fundamentales para comprender el contexto de una investigación, sentando las bases para investigaciones de mayor profundidad como las correlacionales o experimentales (Reyes, 2022).

Este estudio se clasifica como una investigación descriptiva, ya que el propósito es examinar y caracterizar las características de un fenómeno en particular. Este enfoque de investigación pretende reflejar de manera exacta y detallada una realidad específica.



3.4 Población y muestra de la investigación

3.4.1 Población

En investigación, el término población se refiere al conjunto completo de individuos, elementos, eventos o unidades que comparten una o más características en común y sobre los cuales se pretende obtener información o realizar un estudio. La población es el universo al que se dirigen los objetivos de una investigación, y puede ser finita o infinita, dependiendo de su tamaño (Iglesias, 2021).

La investigación se delimitó a una población compuesta por diseños de diversas estructuras de palacios municipales y distritales en la región de Puno.

3.4.2 Muestra

Una muestra es un subconjunto de una población mayor que se elige para participar en un estudio o proyecto de investigación. Se pretende que sea representativa de la población mayor. Para que los resultados adquiridos a partir del análisis de la muestra sean generalizables a toda la población, la muestra de la que debe extraerse debe representar adecuadamente las características clave de la población de la que se extrae. Cuando no sea posible o factible investigar a toda la población debido a limitaciones como el tiempo, el dinero o la accesibilidad, los investigadores emplearán muestras en su lugar (Pimienta et al., 2018).

La investigación se delimitó a una muestra enfocada en el diseño estructural del palacio municipal del distrito de Calapuja.



3.5 Técnicas e instrumentos

3.5.1 Técnicas

Las técnicas en el ámbito de la investigación son los métodos, procedimientos o herramientas específicas que se utilizan para recolectar, analizar y procesar datos con el fin de obtener información relevante y cumplir los objetivos del estudio. Las técnicas pueden ser cualitativas, cuantitativas o mixtas, y su elección depende del tipo de investigación, el diseño metodológico, la naturaleza de los datos y las preguntas de investigación planteadas (Medina et al., 2023).

- Observación.
- Análisis de planos 2D
- Modelamiento en 3D
- Análisis de incompatibilidades

3.5.2 Instrumentos

Los instrumentos en investigación son las herramientas específicas que se utilizan para recolectar datos de manera sistemática y organizada. Estos instrumentos deben ser válidos (medir lo que se pretende medir) y confiables (producir resultados consistentes en condiciones similares) para garantizar la calidad de los datos obtenidos (Medina et al., 2023).

Los instrumentos para este estudio son:

- Formatos de inspección
- AutoCAD
- ArchiCAD
- Software de interpretación de datos



3.6 Validación y confiabilidad del instrumento

3.6.1 Validación de instrumentos

El acto de examinar y decidir si un instrumento de recogida de datos (como un cuestionario, una entrevista, una escala de medición, etc.) mide efectivamente lo que pretende medir se conoce como validación de instrumentos. Este proceso garantiza que el instrumento es válido. A la hora de investigar, es esencial seguir este procedimiento para garantizar que los resultados obtenidos sean significativos, fiables y reflejen fielmente la realidad del fenómeno investigado (Medina et al., 2023).

3.6.2 Confiabilidad de instrumentos

El término «fiabilidad de los instrumentos» hace referencia a una medida que refleja hasta qué punto un instrumento de recogida de datos (como un cuestionario, una escala de medición o una hoja de observación) genera resultados coherentes y estables a lo largo del tiempo y en entornos comparables. Cuando se utiliza repetidamente en las mismas condiciones, un instrumento se considera fiable si produce resultados comparables o idénticos a los obtenidos la primera vez (Medina et al., 2023).

3.7 Procedimientos

a) Diseño en el AutoCAD

Durante la fase de creación de planos con el software AutoCAD 2021, se lleva a cabo la planificación detallada de la distribución de espacios dentro del proyecto. Esta etapa incluye la elaboración de diversos tipos de planos, como los estructurales, que delimitan los componentes fundamentales del edificio; los arquitectónicos, que representan la configuración y el diseño general del inmueble; y los isométricos, que proporcionan una vista tridimensional de las instalaciones sanitarias y eléctricas. Además, se confeccionan los planos específicos para el diseño del cerco que delimita el perímetro del terreno, entre otros elementos necesarios para completar el conjunto de documentación técnica del

proyecto. Cada uno de estos planos es esencial para asegurar que el diseño cumpla con los requisitos técnicos y estéticos previstos en las especificaciones del proyecto.

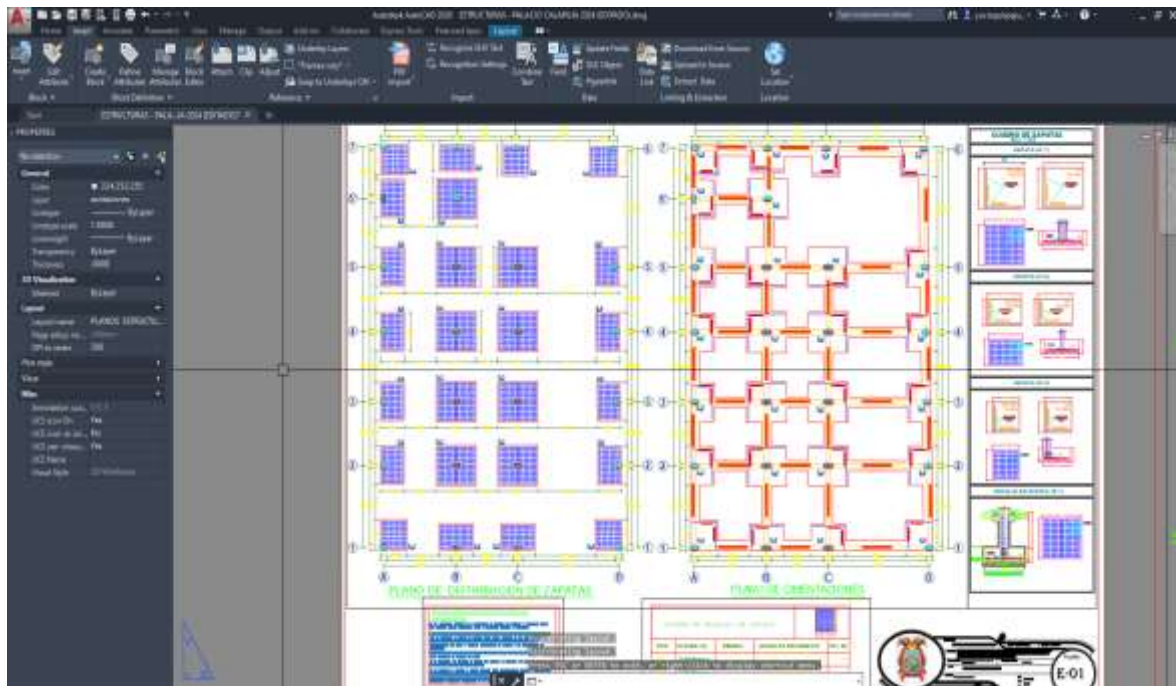
❖ Predimensionamiento en zapatas

En el proceso de diseño de las cimentaciones, se consideró fundamental la incorporación de zapatas que están unidas entre sí a través de vigas de conexión. La etapa inicial del dimensionamiento preliminar de las zapatas implicó la aplicación de una fórmula específica que permite calcular sus dimensiones y características adecuadas para soportar las cargas impuestas. Este predimensionamiento es esencial para garantizar que las zapatas cumplan con los requisitos de seguridad y eficiencia estructural, considerando las propiedades del terreno y las cargas proyectadas.

$$l_{db} = 0.08 \cdot d_b \cdot \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} \qquad l_{db} \geq 0004 \cdot d_b \cdot f_y$$

Figura 4

Ubicación de zapatas y vigas de conexión



❖ Predimensionamiento en columnas

El predimensionamiento de las columnas es un paso crucial en el diseño estructural, donde se establecen criterios específicos para su dimensionamiento preliminar. Este proceso se basa en una evaluación detallada de cómo las columnas o pilares responden a las combinaciones de esfuerzos de flexión y compresión. La finalidad es identificar cuál de estos factores tiene un impacto predominante en el diseño y resistencia de las columnas, asegurando que el diseño cumpla con los requisitos de seguridad y eficiencia estructural. En situaciones donde las estructuras están reforzadas con muros de cortante dispuestos en ambas direcciones, lo que implica que la rigidez y la capacidad de resistencia lateral del edificio están controladas en gran medida por estos muros, se sugieren ciertas especificaciones. Así, las columnas pueden ser dimensionadas de manera eficiente, manteniendo la estabilidad del edificio y asegurando que las estructuras soporten las fuerzas de diseño de acuerdo con las normas técnicas y regulaciones vigentes.

En columna central:

$$A_c = \frac{P_{(SERVICIO)}}{0.45f'_c}$$

En columna exterior o esquinera:

$$A_c = \frac{P_{(SERVICIO)}}{0.35f'_c}$$

Otro aspecto crucial a considerar durante el proceso de predimensionado son las áreas correspondientes a los tributos. Para calcular el área predimensionada de las columnas, utilizamos una fórmula particular.

$$A_c = KxAt$$

En el que:

A_c : Representa el área de las columnas, es decir, las secciones transversales de las columnas en un edificio o estructura.

K: Es el coeficiente que se utiliza para ajustar o calibrar ciertos cálculos relacionados con el comportamiento estructural.

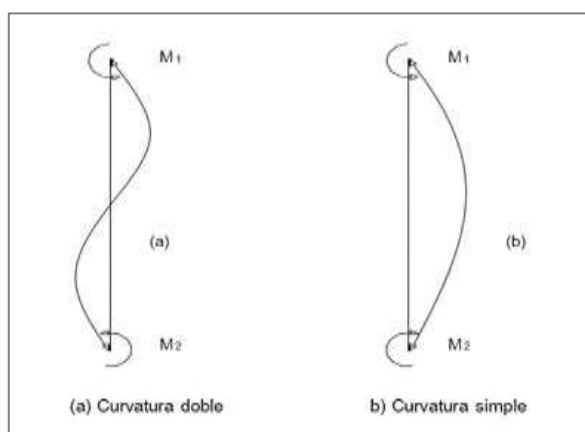
At: Corresponde a las áreas tributarias acumuladas de los pisos considerados. Esto se refiere a la suma de las áreas que cada columna soporta en términos de cargas distribuidas de los pisos.

La E.060 establece lineamientos detallados para minimizar los efectos negativos derivados de la esbeltez en las estructuras. La aplicación de estos lineamientos optimiza la consistencia en el asunto de predimensionamiento. Para mitigar los impactos de los efectos locales relacionados con la esbeltez, es necesario satisfacer las condiciones que se mencionan a continuación:

$$\frac{k.l.u}{r} \leq 34.0 - 12.0\left(\frac{M1}{M2}\right)$$

Figura 5

Criterio de esbeltez



El escenario más significativo es el de curvatura simple, donde M1 es equivalente a M2, lo que simplifica la ecuación a:

$$\frac{k.l.u}{r} < 22$$

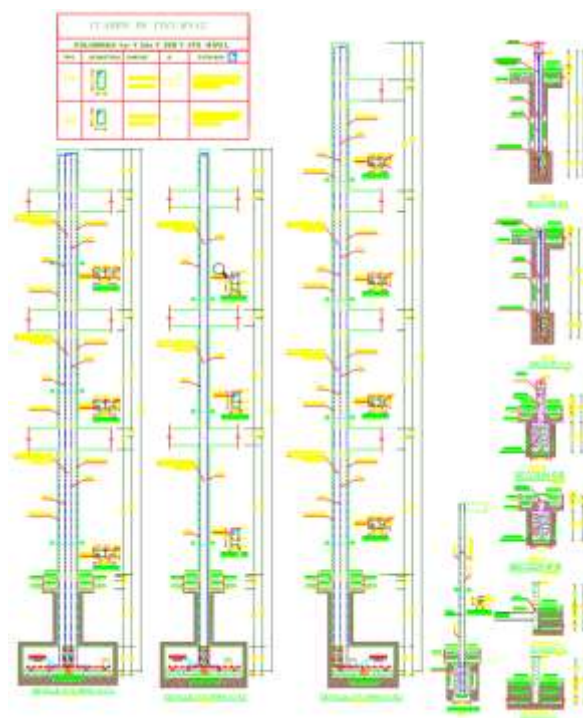
“r” es radio de giro:

$$r = \left(\frac{I_c}{A \cdot c}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Considerando estos lineamientos para las estructuras, se presenta a continuación un cuadro que ilustra el predimensionamiento de las columnas:

Figura 6

Detalle de columnas



El sistema estructural, está constituido por un sistema aporricado en la dirección "X", y en "Y" consta de columnas en forma de Tee, Ele, rectangular.

- Columna "Tee" 0.25x0.50x0.70m
- Columna "Ele" 0.85x0.60x0.25m
- Columna "Rectangular" 0.25x0.65m
- Columna "Rectangular" 0.25x0.80m

❖ Predimensionamiento en vigas

Existen ciertos criterios prácticos que se emplean para establecer la altura o peralte de las vigas, los cuales han demostrado ser eficaces en la obtención de resultados satisfactorios,

especialmente en situaciones donde las cargas vivas no son excesivamente altas. Las vigas, al ser elementos estructurales que trabajan predominantemente bajo flexión, deben diseñarse de manera que su peralte esté adecuadamente relacionado tanto con la longitud de la viga como con la magnitud de la carga que soportarán.

La determinación del peralte adecuado es crucial, ya que este parámetro influye directamente en la capacidad de la viga para resistir las tensiones y deformaciones inducidas por las cargas aplicadas. Un peralte insuficiente podría llevar a una deflexión excesiva o incluso al fallo estructural, mientras que un peralte excesivo podría resultar en un uso ineficiente de materiales y recursos.

Por lo tanto, el diseño de las vigas debe considerar un equilibrio entre la longitud de la viga, que afecta la distribución de la carga y las fuerzas de flexión, y la carga viva, que representa las fuerzas variables que actúan sobre la estructura. Estos criterios prácticos ofrecen una guía para diseñar vigas que no solo cumplan con los requisitos de seguridad y funcionalidad, sino que también optimicen el uso de materiales y el rendimiento estructural en condiciones típicas de carga.

Tabla 2

Predimensionamiento de peralte

Usos	Departamento Y Oficinas	Garajes Y Tiendas	Sala De Almacenamiento	Depósitos	Azotea	Corredores Y Escaleras
S/C	250	500	750	1000	150	400
h	$h = \frac{Ln.}{11}$	$h = \frac{Ln.}{10}$	$h = \frac{Ln.}{9}$	$h = \frac{Ln.}{8}$	$h = \frac{Ln.}{12}$	$h = \frac{Ln.}{11}$

Nota. Tomada de ACI

La norma de diseño E.060 nos proporciona un conjunto de características que debe cumplir la sección para garantizar el comportamiento adecuado de una viga sismorresistente y mantener el control sobre la flecha.

- No chequear la deflexión

$$h = \frac{L}{16}$$

- Evitar el pandeo lateral

$$\frac{b}{h} \geq 0.30$$

- Comportamiento según la teoría de Navier

$$d \leq \frac{Ln}{4}$$

- Mejorar la distribución del acero

$$b \geq 25cm$$

- Evitar el pandeo lateral torsional

$$ln \leq 50b$$

Figura 7

Vista de la distribución en el 1° y 2° piso

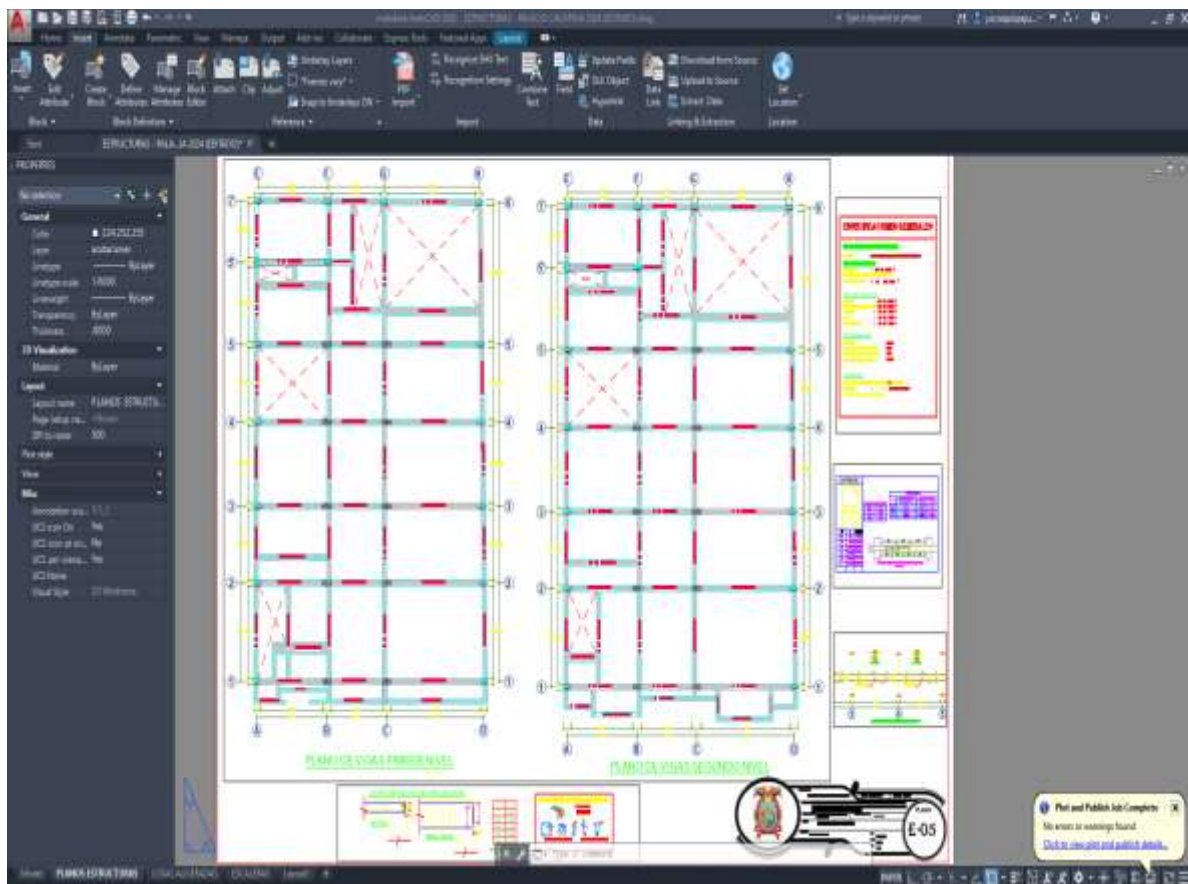
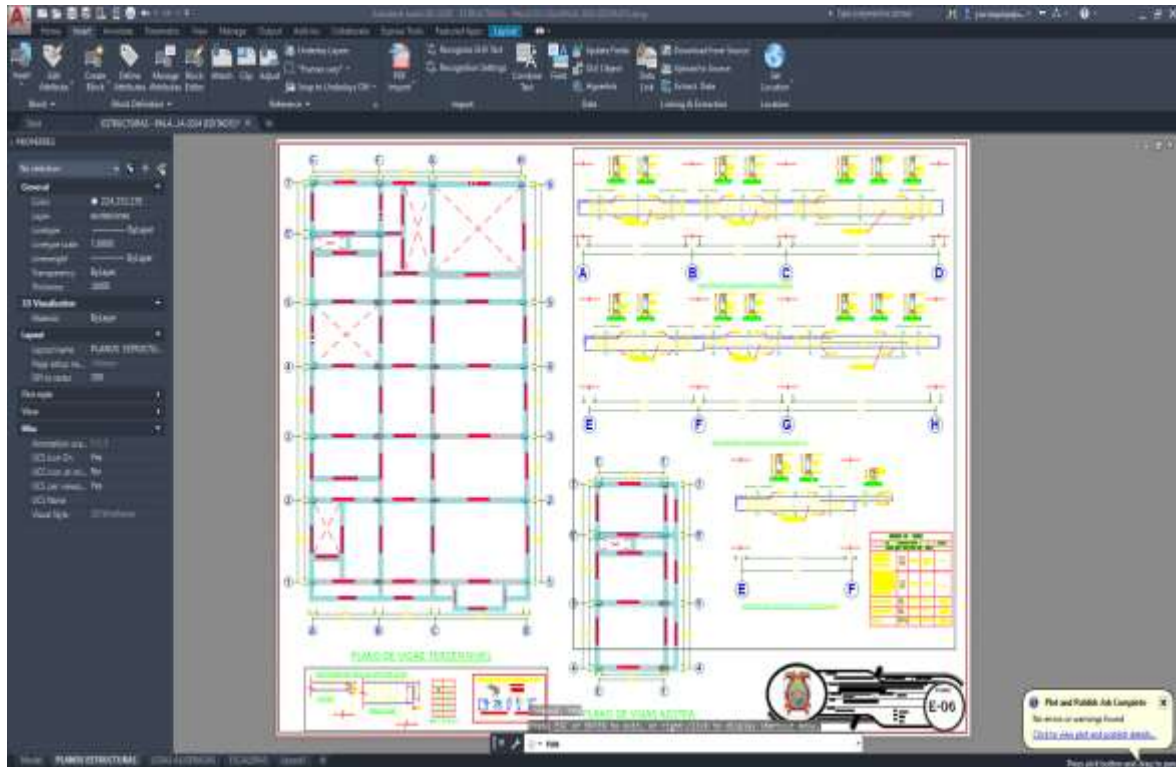


Figura 8

Vista de la distribución y detalles en el 3° piso



❖ Instalaciones sanitarias

El diseño de las instalaciones sanitarias de un proyecto se lleva a cabo siguiendo un conjunto específico de especificaciones y consideraciones técnicas. Estos lineamientos se fundamentan principalmente en las normas establecidas por la IS.010, que se encuentran incluidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones. Esta normativa proporciona una guía detallada sobre los requisitos de diseño, instalación y funcionamiento de los sistemas de saneamiento, con el objetivo de asegurar la eficiencia, seguridad y conformidad del sistema con los estándares de calidad vigentes.

Figura 9

Vista de la distribución de agua en el 1° y 2° piso

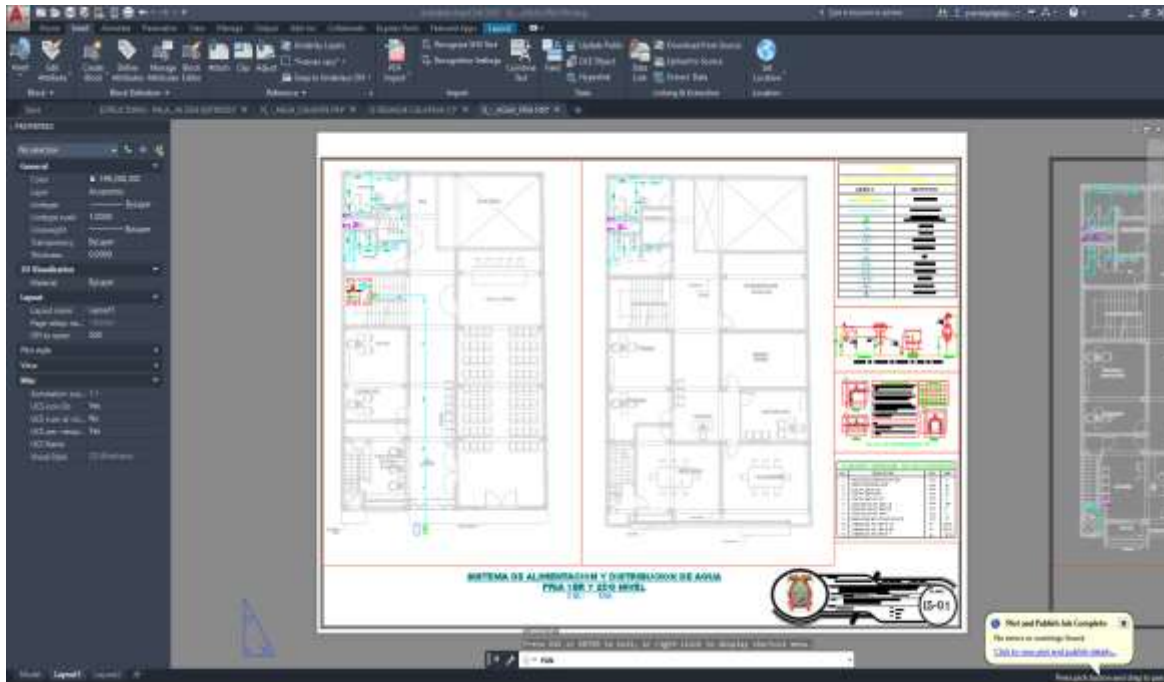


Figura 10

Vista de la distribución de agua en el 3° piso

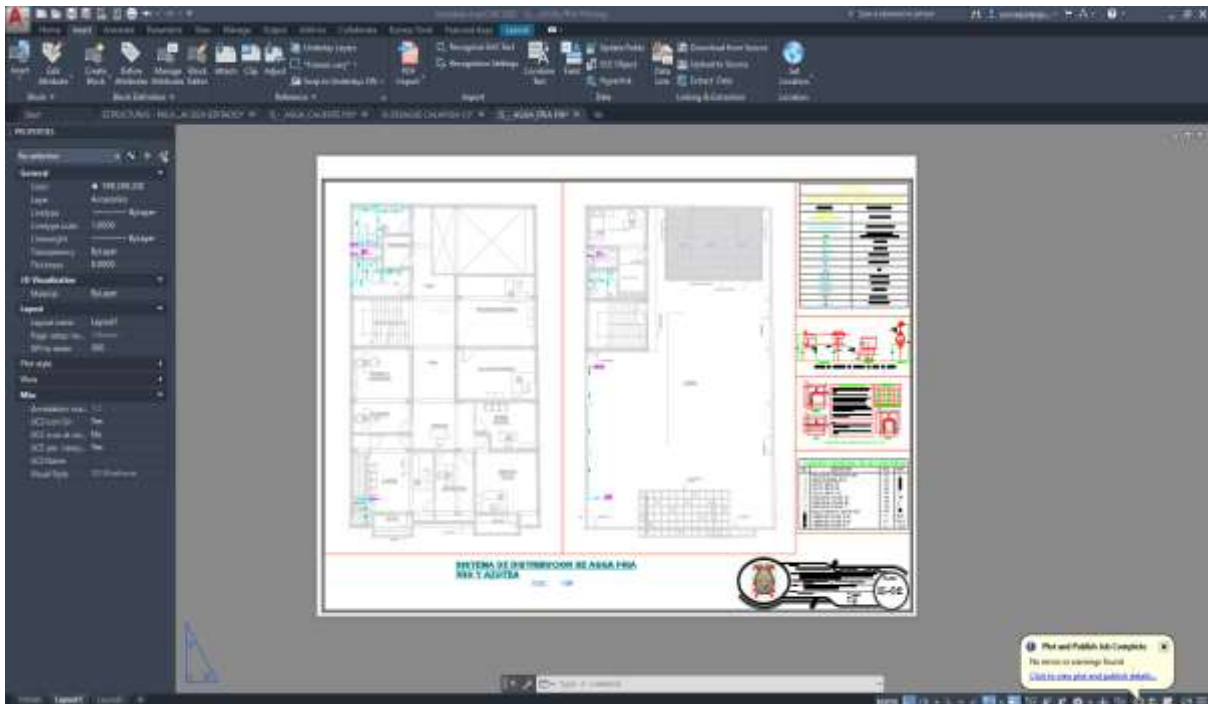


Figura 11

Vista de la distribución de desagüe en el 1° y 2° piso

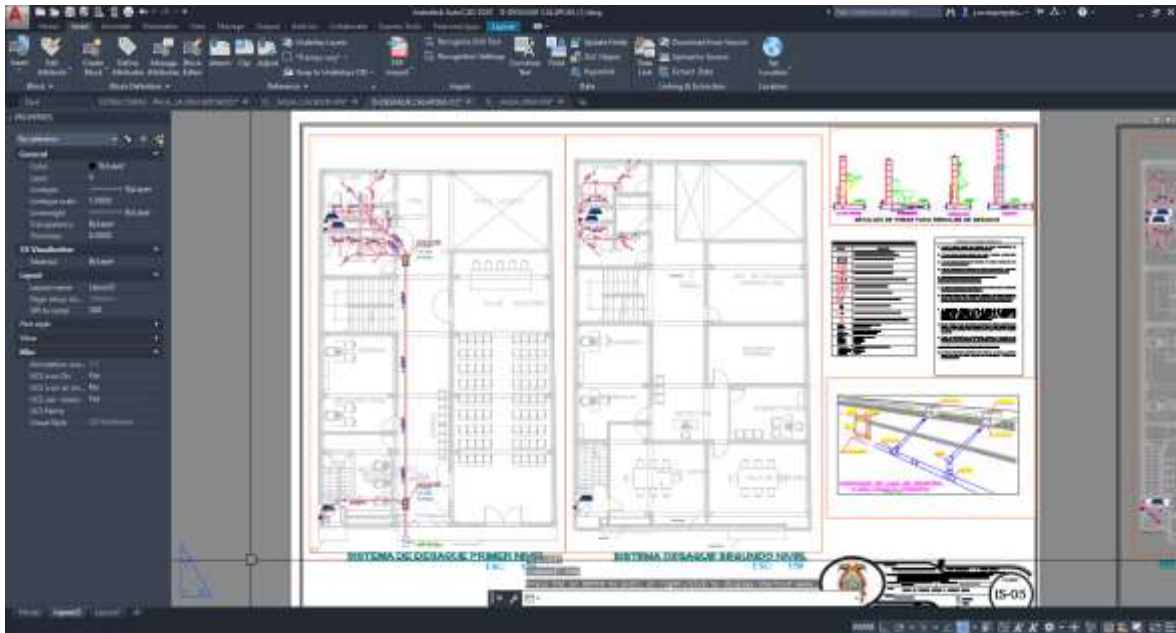
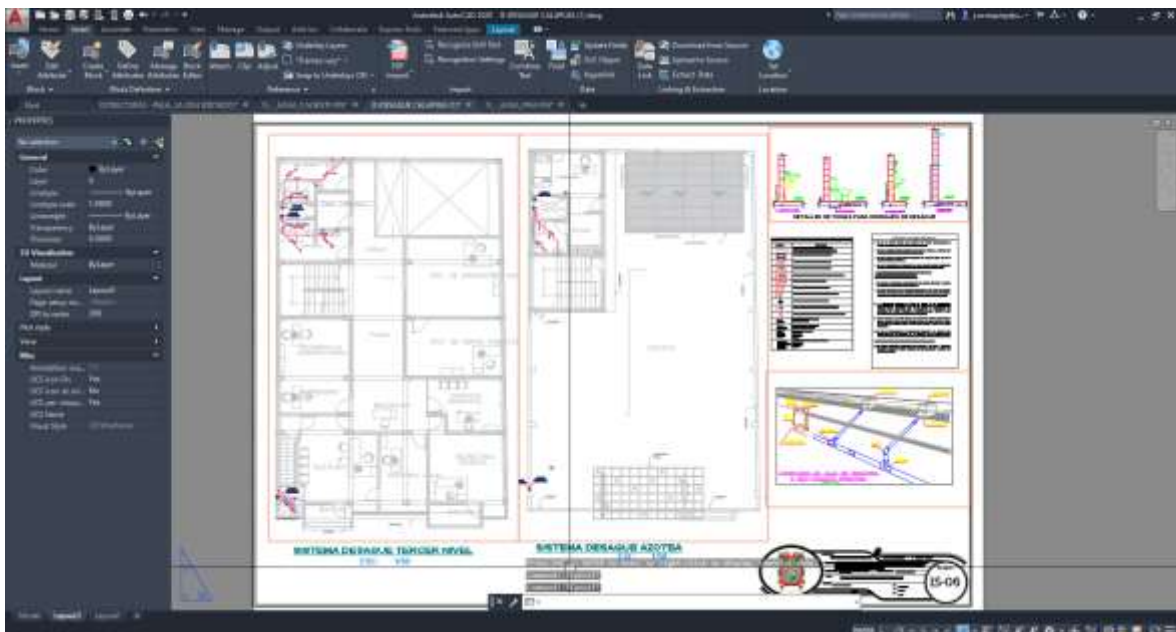


Figura 12

Vista de la distribución de desagüe en el 3° piso



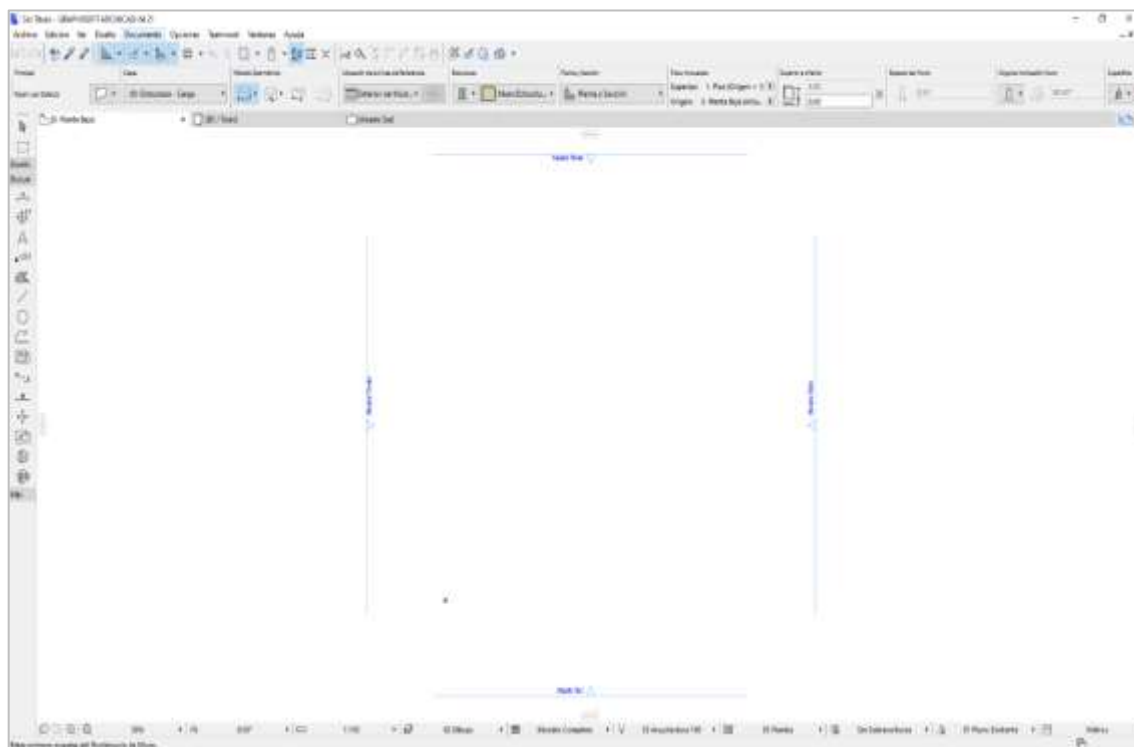
b) Diseño en ArchiCAD

❖ Inicio del software

Se comienza el proceso de apertura de ArchiCAD, donde los planos diseñados en AutoCAD 2D se transforman en modelos tridimensionales.

Figura 13

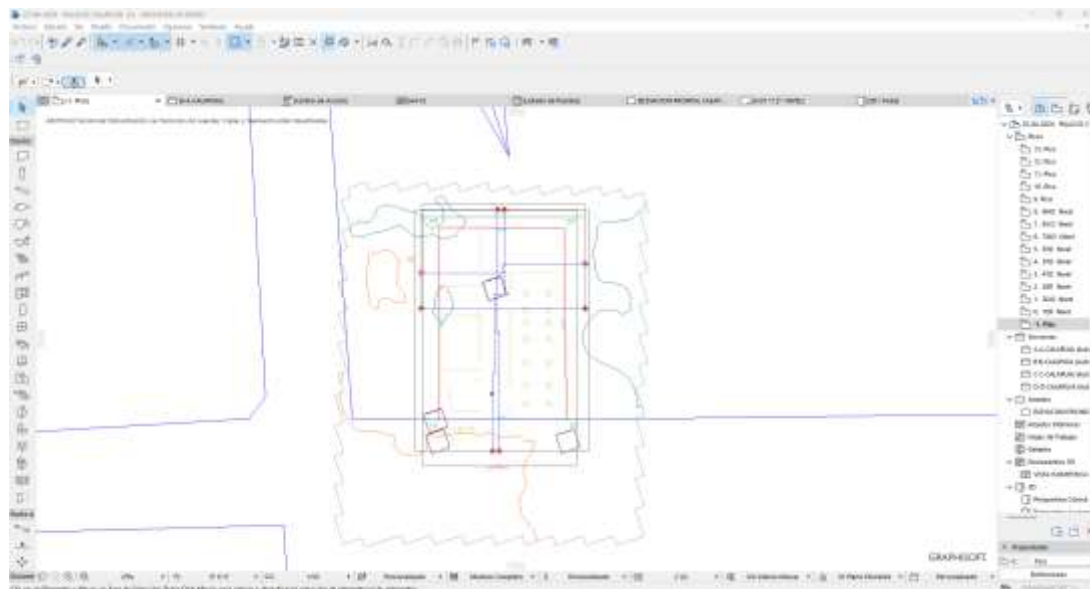
Lamina de trabajo



Organizar y visualizar la información de forma clara y metódica es posible con la ayuda de la hoja de trabajo de ArchiCAD, que es un componente esencial. Para construir una hoja de trabajo en ArchiCAD, es necesario seguir una secuencia de procedimientos bastante exhaustiva. Al llevar a cabo este método, es necesario posicionar una marca de la hoja de trabajo con respecto a la superficie que se incluye dentro de la ventana que le corresponde. Este paso puede incluir una planta, una sección, un alzado, un alzado interior, una hoja de trabajo o un detalle.

Figura 14

Inicio de trazos



Se muestran los trazos preliminares en los que se lleva a cabo el modelado de los componentes en 3D, ajustándolos a las dimensiones establecidas en los planos 2D.

Figura 15

Vista en planta



Se muestra la planta del primer piso.

Figura 16

Vista en 3D

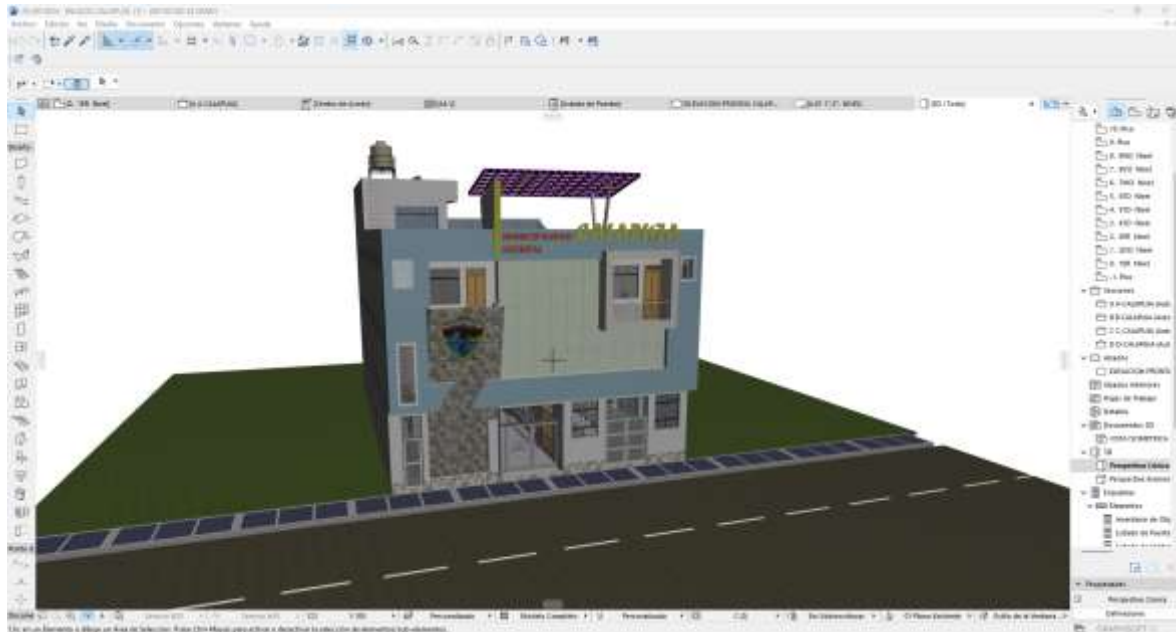
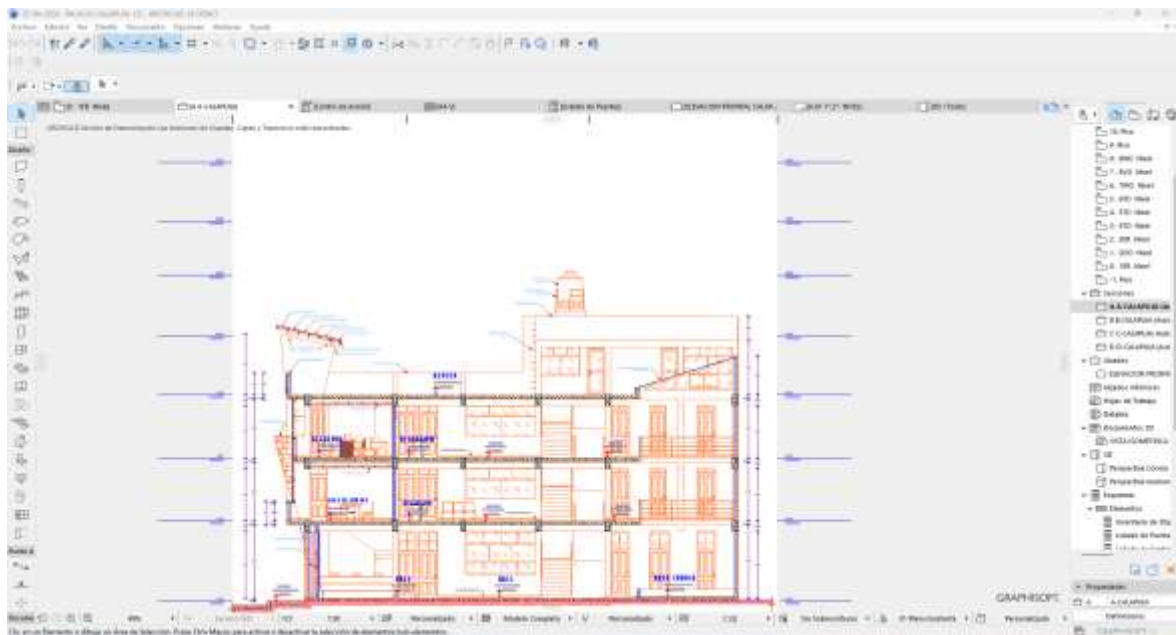


Figura 17

Elevación lateral





c) Detección de incompatibilidades

El procedimiento implica la creación de un modelo 3D inteligente del proyecto mediante el uso de datos paramétricos y componentes específicos, como la superficie. El modelado se inicia con la elaboración de un modelo BIM-3D que representa la estructura del edificio, seguido del diseño arquitectónico y, por último, de las instalaciones. Al combinar y centralizar múltiples modelos BIM-3D de diversas disciplinas en un modelo consolidado, se facilita la visualización integral del proyecto y la detección de interferencias y conflictos entre los elementos sólidos 3D de cada especialidad. Para este propósito, se empleó el software ArchiCAD 2018.

3.8 Procesamiento y análisis de datos

En esta fase, el objetivo principal es convertir los datos recopilados en información significativa y útil, que pueda servir como una base sólida para tomar decisiones bien fundamentadas. Para lograr esto, es esencial emplear una variedad de técnicas y herramientas analíticas especializadas. Estas herramientas están diseñadas para examinar los datos de manera exhaustiva y sistemática, garantizando que la información derivada sea no solo precisa, sino también confiable y pertinente al contexto específico en el que se tomará la decisión. El proceso implica una revisión detallada de los datos, buscando patrones, tendencias y relaciones que puedan no ser evidentes a simple vista. A través de este análisis riguroso, se logra extraer insights que son cruciales para la toma de decisiones estratégicas y operativas. Además, se asegura que la información producida esté alineada con los objetivos del proyecto o la organización, proporcionando un soporte robusto para la planificación y la implementación de acciones informadas. De esta manera, el análisis de datos se convierte en un componente indispensable del proceso de toma de decisiones, permitiendo a los responsables identificar oportunidades, anticipar desafíos y formular estrategias efectivas basadas en evidencia concreta.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación y análisis de resultados

Se presenta de manera detallada una descripción de los aspectos relevantes en el desarrollo de la metodología BIM. La edificación del palacio municipal objeto de estudio está ubicada en el distrito de Calapuja.

Ubicación: Está localizada en el Distrito de Calapuja, Provincia de Lampa, Departamento de Puno.

Tabla 3

Ubicación política

UBICACIÓN	
Departamento	Puno
Provincia	Lampa
Distrito	Calapuja
Región Natural	Sierra

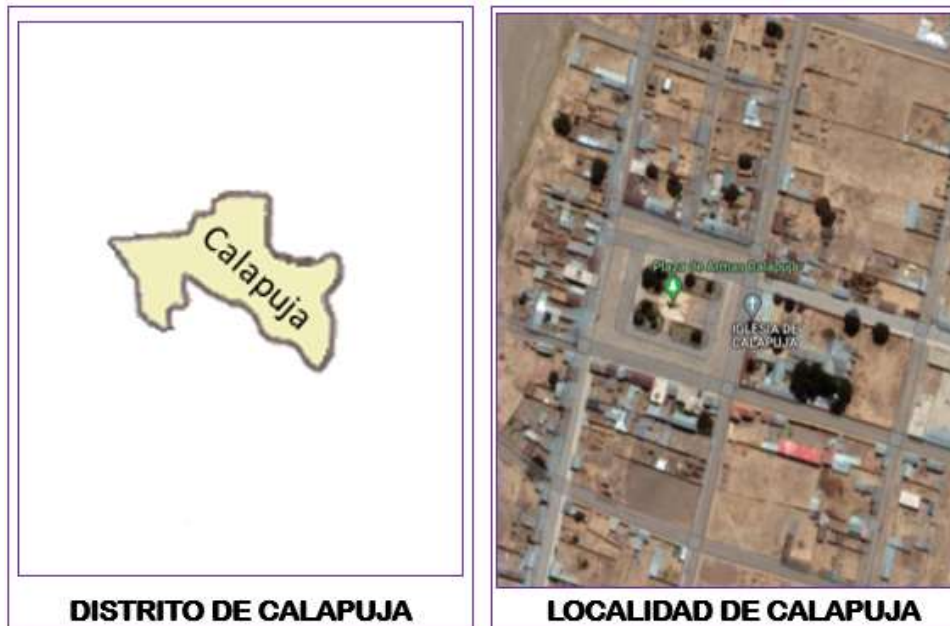
Figura 18

Localización



Figura 19

Localización



4.1.1 Fases para la aplicación de la metodología BIM

Durante la fase inicial del desarrollo de un proyecto, la implementación de la metodología BIM juega un papel fundamental. Esta metodología permite su aplicación de manera integral a lo largo de cada una de las etapas. BIM proporciona una plataforma colaborativa que facilita la integración de todos los aspectos del proyecto. En las fases preliminares, su uso abarca desde la identificación de las necesidades del proyecto y el análisis de viabilidad técnica y financiera, hasta la gestión de recursos y programación de actividades, asegurando así una mayor precisión en la toma de decisiones y optimización de costos y tiempos. BIM también se extiende a la supervisión y control de obra, permitiendo un seguimiento detallado del progreso del proyecto, la identificación temprana de posibles conflictos y la gestión eficiente de cambios, lo que resulta en un proceso de inversión más transparente, eficiente y alineado con los objetivos de desarrollo educativo de la región.

❖ BIM en el diseño

La metodología BIM engloba un conjunto de tecnologías que facilitan la visualización en tiempo real de los diversos componentes de un proyecto durante todas sus etapas. Históricamente, la creación conceptual de un proyecto se ha materializado a través de planos en 2D generados con software como AutoCAD, el cual goza de amplia aceptación en el sector. Estos planos tienen el propósito de representar de manera exacta la estructura que se pretende edificar. No obstante, es habitual que dichos planos presenten imprecisiones, lo que puede derivar en malas interpretaciones y, por ende, en demoras que resultan costosas y en pérdidas financieras.

Por tal motivo, adquirir un conocimiento profundo sobre las particularidades y ventajas de un conjunto específico de herramientas BIM es esencial para formular un plan exhaustivo y optimizado de todo el proyecto antes de su validación y ejecución. Esta



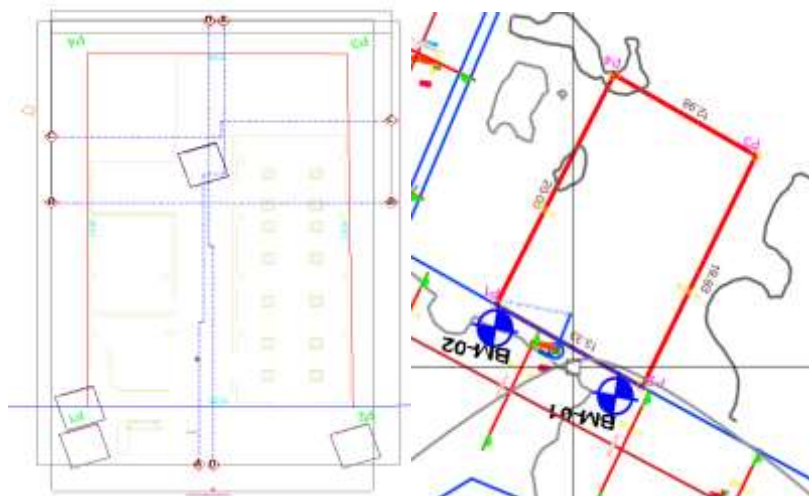
metodología proporciona un fundamento robusto que facilita el desarrollo eficiente del proyecto, disminuye los riesgos y optimiza el proceso de toma de decisiones.

Una vez obtenidas las medidas precisas de los elementos que se van a modelar del Palacio Municipal en el distrito de Calapuja, se procede a aplicar una serie de pasos detallados para asegurar la precisión y calidad del modelo arquitectónico. Estos pasos son los siguientes:

Revisión y Validación de Datos: Antes de iniciar el modelado, es esencial revisar y validar las medidas recolectadas. Esto incluye comprobar la exactitud de las dimensiones, cotejar los datos con los planos arquitectónicos existentes, y asegurar la coherencia de las proporciones. Cualquier inconsistencia debe ser rectificada en esta fase para evitar errores en etapas posteriores.

Elaboración del Modelado BIM: Se inicia el modelado digital creando una base que represente la planta del edificio. Este proceso implica trazar líneas y formas que definan los límites del espacio, como paredes, columnas, y otros elementos estructurales. La precisión en esta etapa es fundamental para garantizar que el modelo refleje exactamente las dimensiones reales del edificio.

Es crucial que ambos softwares se encuentren operativos al mismo tiempo para enlazar de manera correcta las superficies preparadas en AutoCAD®. Esto permite realizar ajustes en la información importada de forma instantánea.

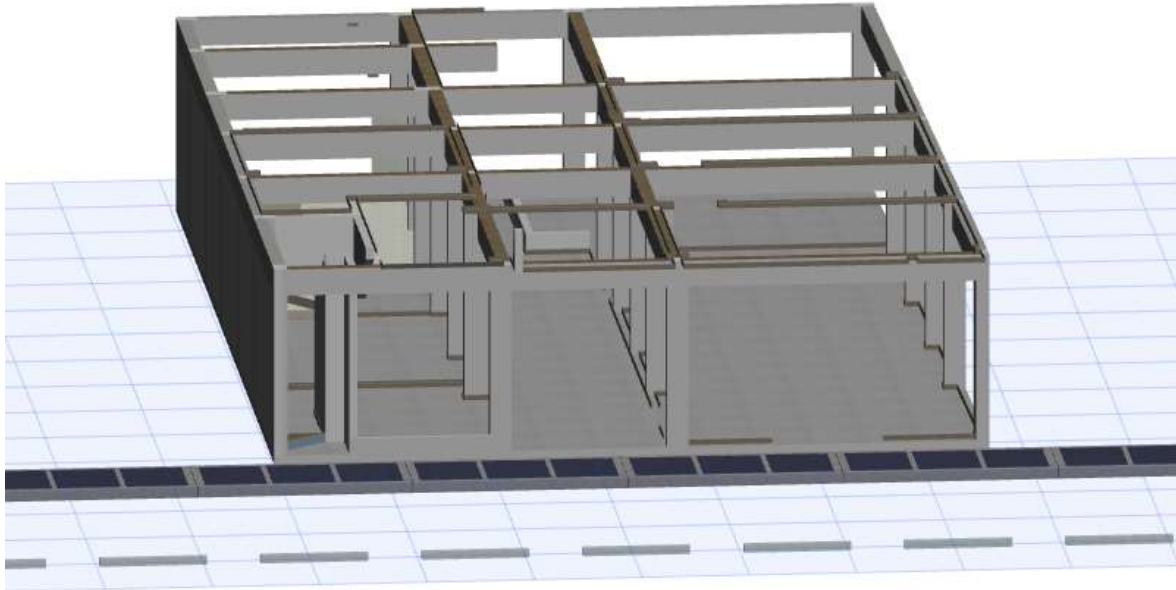
Figura 20*Coherencia en el levantamiento en 3D*

Modelado de cimentaciones: El proceso de modelado de los componentes estructurales, empezando por las fundaciones, se llevó a cabo tomando en cuenta las dimensiones establecidas en los planos estructurales y las características técnicas de cada elemento. La plataforma Autodesk® ArchiCAD 2021 dispone de una variedad de componentes estructurales predeterminados, denominados familias, que facilitan un modelado inicial. No obstante, estas familias no siempre cumplen con las necesidades específicas del diseño estructural vigente. Por ello, es necesario realizar un modelado más detallado y adaptado a las particularidades del proyecto para ajustarse a sus especificaciones.

Modelado de columnas y vigas: En los componentes predefinidos de columnas y vigas, se pueden modificar las dimensiones para adaptarlas a los requerimientos específicos del proyecto. Es aconsejable establecer de antemano la distancia entre vigas y columnas, garantizando que se respeten las normas técnicas estipuladas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y en concordancia con los planos diseñados por el especialista del proyecto.

Figura 21

Levantamiento de columnas y vigas



Modelamiento de losas: Se presenta el modelado de la losa del primer piso del Palacio Municipal, detallando su configuración y características estructurales de acuerdo con el diseño especificado.

Figura 22

Levantamiento de losas





Modelado de Elementos Arquitectónicos: Una vez establecida la base, se procede a modelar los elementos arquitectónicos del edificio, como ventanas, puertas, techos, cornisas y detalles decorativos. Este paso requiere atención a los detalles y una comprensión clara de las características arquitectónicas específicas del Palacio Municipal, así como de su estilo arquitectónico y materiales utilizados.

Aplicación de Materiales y Texturas: Después de haber construido el modelo básico, se aplican los materiales y texturas que replican el aspecto real del edificio. Esto incluye la representación de ladrillos, piedras, madera, vidrio, y otros acabados arquitectónicos. La elección de texturas y materiales adecuados es crucial para que el modelo se vea lo más realista posible.

❖ **BIM en instalaciones**

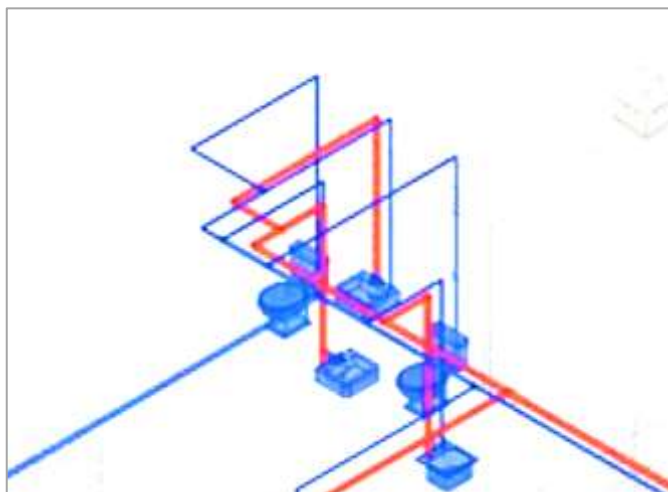
El diseño de las instalaciones sanitarias se efectuó mediante el uso de las herramientas y extensiones que ofrece la plataforma digital Autodesk® ArchiCAD 2021. La planificación y el dimensionamiento de las tuberías de fontanería se realizaron de acuerdo con los detalles establecidos en la documentación técnica. Además, los esquemas en 2D se incorporaron y vincularon utilizando AutoCAD® 2020.

Modelado del sistema de Agua Fría y Caliente: La versión 2021 de ArchiCAD proporciona diversas funcionalidades para el diseño de sistemas de agua fría y caliente, incluyendo múltiples familias predeterminadas que pueden ser adaptadas a diámetros particulares. Asimismo, admite la incorporación de accesorios de tuberías provenientes de proyectos previos, lo que contribuye a la estandarización y a mejorar la eficiencia en el

modelado. El modelado se llevó a cabo de manera secuencial, comenzando desde la planta baja.

Figura 23

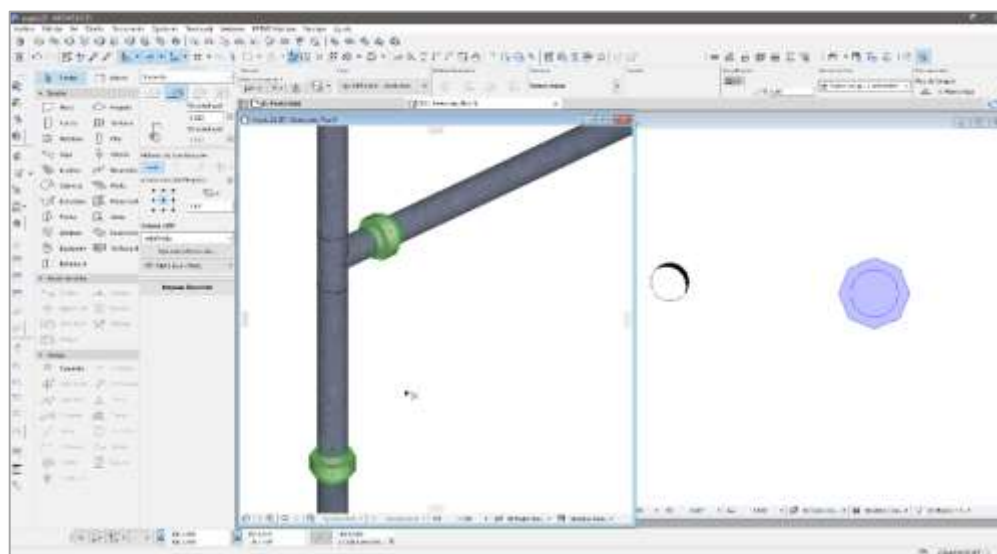
Vista isométrica



Elaboración del sistema de desagüe: La visualización del sistema de desagüe modelado en ArchiCAD 2021 muestra las redes de desagüe con su respectiva pendiente, diseñada para asegurar una descarga eficiente.

Figura 24

Elaboración del sistema de desagüe

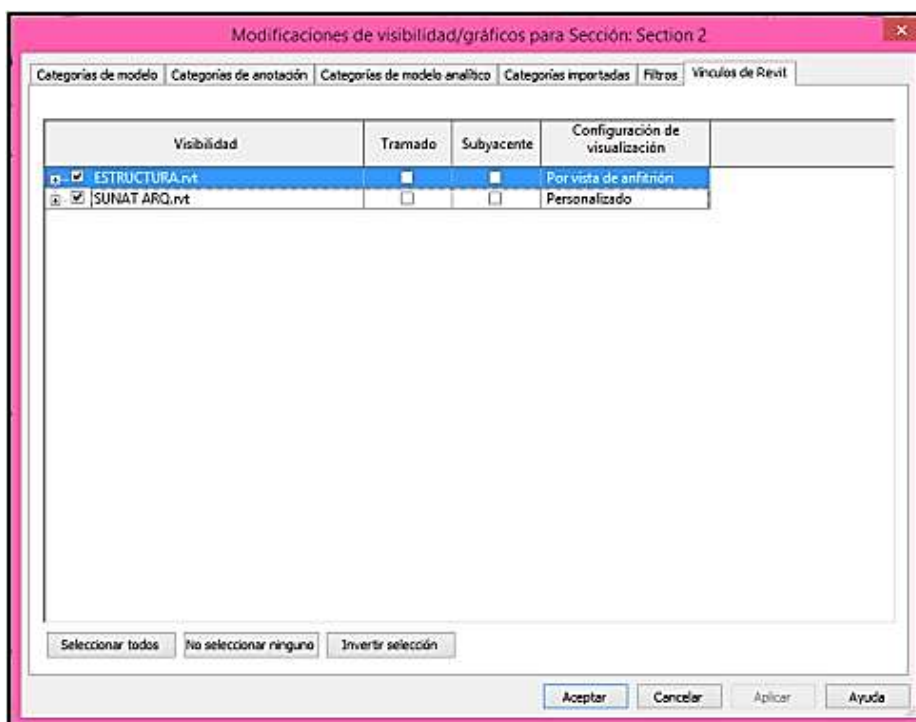


❖ Diseño colaborativo

La metodología BIM (Modelado de Información de Construcción) permite una coordinación eficiente entre sus diversas herramientas, facilitando que varios profesionales puedan trabajar de manera simultánea en distintos componentes de un proyecto. Por ejemplo, mientras se lleva a cabo el modelado del entorno arquitectónico, se puede proceder paralelamente con el diseño de las estructuras y de las instalaciones sanitarias. Al finalizar el modelado, los diferentes elementos se pueden combinar empleando la opción "Visibilidad/Gráficos" del menú "Ver".

Figura 25

Configuración para la unificación del proyecto



Es fundamental considerar que, aunque el modelado tridimensional se haya desarrollado en secciones individuales, las modificaciones se efectúan sobre un modelo único y unificado. De este modo, cualquier ajuste que se realice en una parte del modelo se reflejará de manera automática en las demás, asegurando uniformidad y exactitud a lo largo de todo el proyecto.

Revisión y Ajustes Finales: Tras obtener los renders iniciales, se realiza una revisión exhaustiva del modelo para identificar posibles errores o detalles que necesiten ajustes. Se corrigen proporciones, materiales, y se optimizan las luces y sombras para mejorar la calidad visual del modelo.

Presentación del Modelo Final: Finalmente, el modelo 3D terminado, junto con sus representaciones renderizadas, se presenta a los interesados o clientes para su revisión. Esto puede incluir vistas en planta, secciones, alzados, y recorridos virtuales, proporcionando una visión completa y detallada del Palacio Municipal en el distrito de Calapuja.

Figura 26

Presentación final renderizada



4.1.2 Incompatibilidades con la aplicación de BIM

En el presente estudio, se llevó a cabo un proceso de búsqueda de incompatibilidades o interferencias en los diseños finales creados en AutoCAD. De la misma manera, se realizó el análisis de incompatibilidades en el modelado utilizando el software ArchiCAD 2021. A través del análisis de los datos, se identificaron diferentes tipos de incompatibilidades, las cuales fueron clasificadas en:

Tabla 4

Incompatibilidades - tipos

Tipos	Descripción
Obstáculos específicos de la especialidad	Sobreposición de componentes en campos especializados similares
Obstáculos inter-especialidades.	Superposiciones de componentes entre diferentes especialidades
Errores en los diseños	Los planos describen lo necesario, pero presentan falta de congruencia con los planos generales

Las incompatibilidades mencionadas presentan un impacto significativo en el desarrollo del proyecto. Este impacto varía en función de las circunstancias específicas y del nivel de gravedad de cada situación. Por lo tanto, es fundamental tener en cuenta estas incompatibilidades desde el inicio para minimizar posibles conflictos y asegurar una planificación adecuada que permita alcanzar los objetivos establecidos de manera eficiente.

Tabla 5

Grado de impacto de las incompatibilidades

Impactos	Descripción
Graves	Informaciones erróneas o incompatibles que provocan el replanteo de actividades críticas, generando consecuencias de alta gravedad y un impacto significativo en el proyecto.
Moderados	Informaciones erróneas o incompatibles que conducen al ajuste de actividades con un impacto moderado, ocasionando retrasos o complicaciones manejables.
Leves	Informaciones faltantes que causan demoras menores debido a los tiempos necesarios para el intercambio de información, con un impacto leve en el desarrollo del proyecto.

❖ **Incompatibilidades en planos de AutoCAD**

Se realizó la detección de incompatibilidades en los planos de planta y en los cortes generados en el programa AutoCAD, abarcando las diferentes especialidades involucradas. El análisis presentado toma como referencia diversos atributos, como los niveles, tamaños, posiciones y el diseño general de los elementos en los planos. Este proceso es crucial para identificar posibles conflictos y asegurar que todos los componentes estén alineados con los requerimientos del proyecto.

Figura 27

Incompatibilidad en la estructura

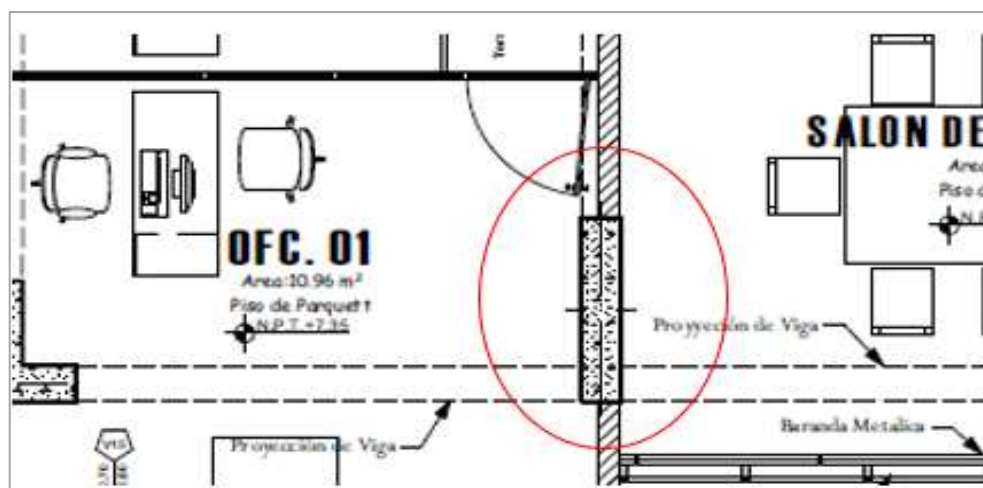
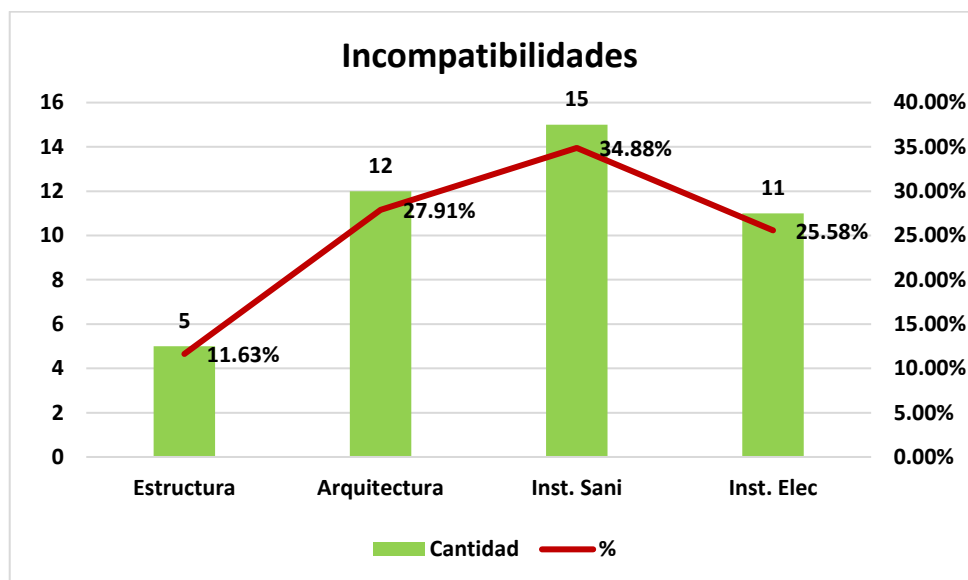


Tabla 6

Incompatibilidades presentes en las especialidades

Incompatibilidades presentes en cada especialidad		
Incompatibilidad	Cantidad	%
Estructura	5	11.63%
Arquitectura	12	27.91%
Inst. Sani	15	34.88%
Inst. Elec	11	25.58%
Total	43	100.00%

Figura 28

Incompatibilidades presentes en las especialidades

Se muestra las incompatibilidades presentes en diversas especialidades de un proyecto, totalizando 43 casos. Las instalaciones sanitarias presentan el mayor número de incompatibilidades con 15 casos (34.88%), seguidas por arquitectura con 12 casos (27.91%), instalaciones eléctricas con 11 casos (25.58%) y estructuras con 5 casos (11.63%). Estos datos reflejan la distribución de incompatibilidades en cada especialidad, destacando la necesidad de una mejor coordinación entre ellas para minimizar problemas en el proyecto.

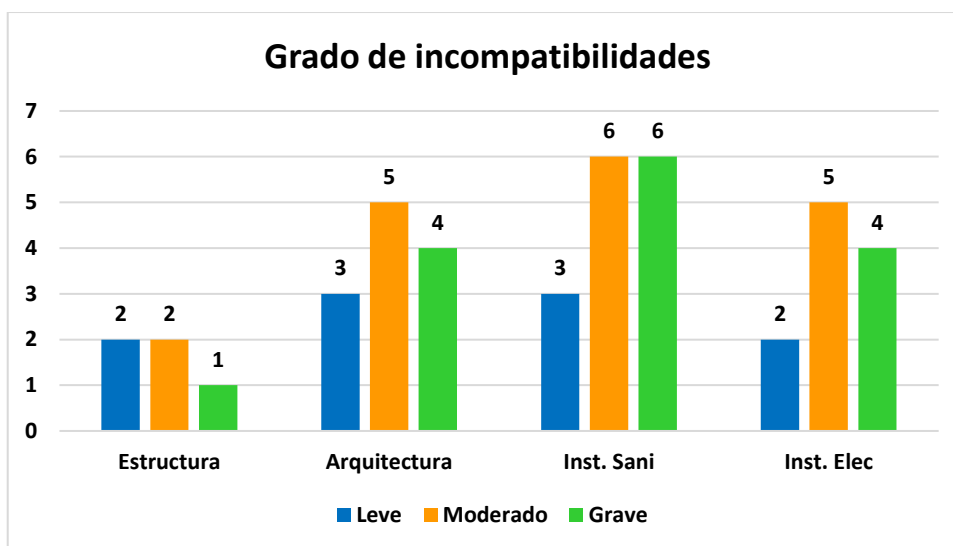
Tabla 7

Grados de incompatibilidades presentes en las especialidades

Incompatibilidad	Grados de incompatibilidad			Total
	Leve	Moderado	Grave	
Estructura	2	2	1	5
Arquitectura	3	5	4	12
Inst. Sani	3	6	6	15
Inst. Elec	2	5	4	11
Total	10	18	15	43
%	23.26%	41.86%	34.88%	100.00%

Figura 29

Grados de incompatibilidades presentes en las especialidades



Se detalla los grados de incompatibilidades identificadas en diversas especialidades de un proyecto, clasificándolas en leves, moderadas y graves. En total, se registraron 43 incompatibilidades, de las cuales el 23.26% son leves, el 41.86% son moderadas y el 34.88% son graves. En la especialidad de Instalaciones Sanitarias (Inst. Sani), se observan el mayor número de incompatibilidades graves (6 casos), mientras que Arquitectura presenta una distribución equilibrada con 5 incompatibilidades moderadas y 4 graves. Las especialidades de Instalaciones Eléctricas (Inst. Elec) y Estructura muestran un patrón similar, con un predominio de incompatibilidades moderadas (5 y 2 casos, respectivamente).

Tabla 8

Tipos de incompatibilidades presentes en las especialidades

Incompatibilidad	Tipos de incompatibilidad			Total
	Interferencia propia especialidad	Interferencia entre especialidades	Error en el diseño	
Estructura	1	3	1	5
Arquitectura	2	7	3	12
Inst. Sani	1	10	4	15
Inst. Elec	1	8	2	11
Total	5	28	10	43
%	11.63%	65.12%	23.26%	100.00%

Figura 30

Tipos de incompatibilidades presentes en las especialidades



Se presenta los tipos de incompatibilidades identificadas en las distintas especialidades de un proyecto, clasificándolas en tres categorías: interferencia propia de la especialidad, interferencia entre especialidades y errores en el diseño. Del total de 43 incompatibilidades, el 65.12% corresponde a interferencias entre especialidades, siendo esta la categoría más frecuente, seguida por los errores en el diseño con un 23.26% y las interferencias propias de cada especialidad con un 11.63%. La especialidad de (Inst. Sani) muestra el mayor número de interferencias entre especialidades con 10 casos, mientras que Arquitectura y Instalaciones Eléctricas presentan 7 y 8 casos, respectivamente.

❖ Incompatibilidades en el modelamiento con ArchiCAD

El enfoque BIM facilita que todas sus herramientas trabajen de manera coordinada, permitiendo un alto grado de compatibilidad para manejar grandes volúmenes de información. ArchiCAD 2021, un software esencial de Autodesk, se emplea para optimizar el control de proyectos de construcción y asegurar una integración eficiente de la información constructiva. La identificación de incompatibilidades se inicia con la importación de componentes y su modelado en 3D, un proceso llevado a cabo mediante Autodesk® ArchiCAD® 2021.

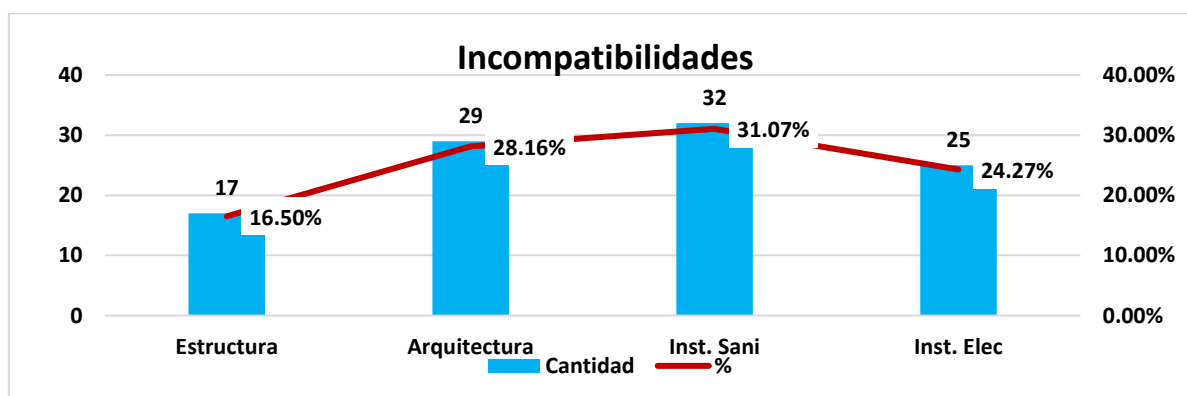
Tabla 9

Incompatibilidades presentes en las especialidades

Incompatibilidades presentes en cada especialidad		
Incompatibilidad	Cantidad	%
Estructura	17	16.50%
Arquitectura	29	28.16%
Inst. Sani	32	31.07%
Inst. Elec	25	24.27%
Total	103	100.00%

Figura 31

Incompatibilidades presentes en las especialidades



Se presenta un análisis de las incompatibilidades encontradas en el modelamiento con Archicad, clasificadas por especialidad. Se identificaron un total de 103 incompatibilidades, de las cuales el 31.07% corresponde a (Inst. Sanit.), que es la especialidad con mayor

número de problemas (32 casos). Le siguen Arquitectura con 29 incompatibilidades (28.16%), (Inst. Elec.) con 25 casos (24.27%) y Estructura con 17 incompatibilidades (16.50%).

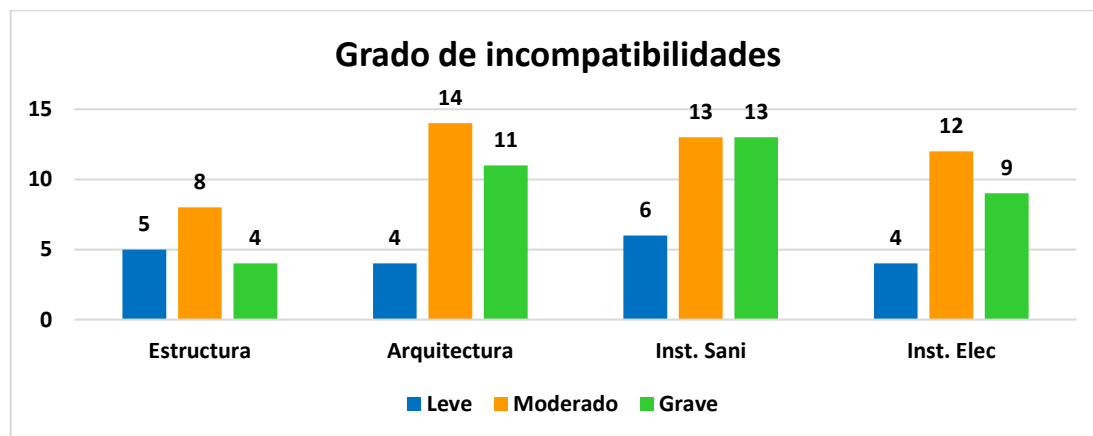
Tabla 10

Grados de incompatibilidades presentes en las especialidades

Incompatibilidad	Grados de incompatibilidad			Total
	Leve	Moderado	Grave	
Estructura	5	8	4	17
Arquitectura	4	14	11	29
Inst. Sani	6	13	13	32
Inst. Elec	4	12	9	25
Total	19	47	37	103
%	18.45%	45.63%	35.92%	100.00%

Figura 32

Grados de incompatibilidades presentes en las especialidades



Se detalla los grados de incompatibilidades identificadas en el modelamiento con Archicad, clasificándolas en leves, moderadas y graves. En total, se registraron 103 incompatibilidades. El 45.63% de estas incompatibilidades son de grado moderado, siendo la categoría más común, mientras que el 35.92% se clasifican como graves y el 18.45% como leves. En términos específicos, (Inst. Sani) presenta el mayor número de incompatibilidades graves, con 13 casos, seguido por Arquitectura con 11 y (Inst. Elec) con

9. Estructura muestra un menor número de incompatibilidades graves (4 casos) pero un alto número de incompatibilidades moderadas (8 casos).

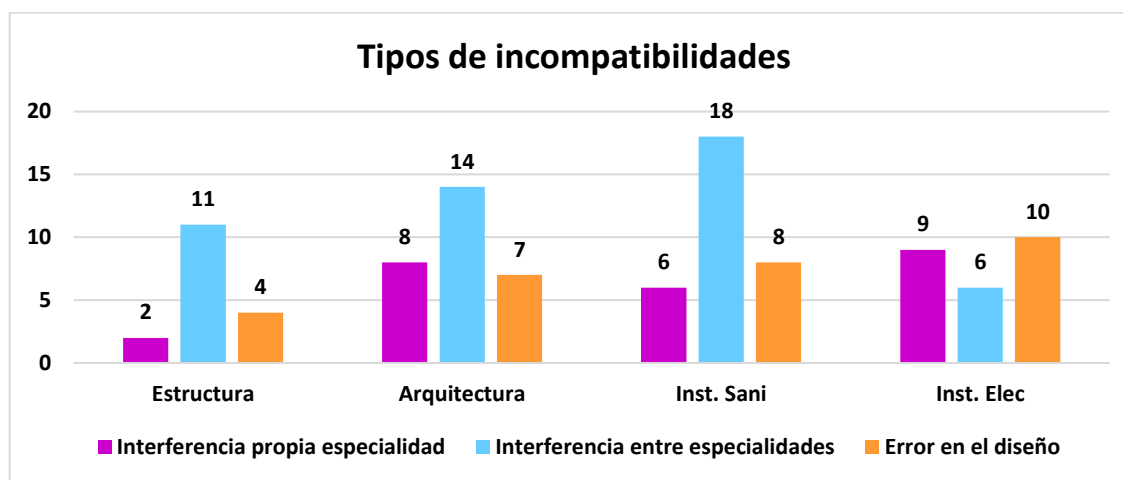
Tabla 11

Tipos de incompatibilidades presentes en las especialidades

Incompatibilidad	Tipos de incompatibilidad			Total
	Interferencia propia especialidad	Interferencia entre especialidades	Error en el diseño	
Estructura	2	11	4	17
Arquitectura	8	14	7	29
Inst. Sani	6	18	8	32
Inst. Elec	9	6	10	25
Total	25	49	29	103
%	24.27%	47.57%	28.16%	100.00%

Figura 33

Tipos de incompatibilidades presentes en las especialidades



Se muestra los tipos de incompatibilidades detectadas en el modelamiento con Archicad, categorizadas en interferencias propias de la especialidad, interferencias entre especialidades y errores en el diseño. De un total de 103 incompatibilidades, el 47.57% corresponde a interferencias entre especialidades, siendo el tipo más frecuente. Las interferencias propias de cada especialidad representan el 24.27% de los casos, mientras que los errores en el diseño constituyen el 28.16%. En particular, (Inst. Sani) presenta el mayor número de interferencias entre especialidades (18 casos), seguido por Arquitectura

con 14 casos y Estructura con 11 casos. Instalaciones Eléctricas, por otro lado, tiene un alto número de errores en el diseño (10 casos).

4.1.3 Costo y tiempo al implementar la metodología BIM

En el presente estudio, se llevó a cabo un proceso de búsqueda de incompatibilidades o interferencias en los diseños finales creados en AutoCAD. De la misma manera, se realizó el análisis de incompatibilidades en el modelado utilizando el software ArchiCAD 2021. A través del análisis de los datos, se identificaron diferentes tipos de incompatibilidades, las cuales fueron clasificadas en:

❖ Costos por interferencia en el componente de estructuras

Tabla 12

Gasto generado a causa de las incompatibilidades en estructuras

Descripción	Und	Cant.	PU	Parcial
ESTRUCTURAS				S/ 10,636.95
Cimiento Corrido	M3	4.33	179.36	S/ 776.63
Sobrecimiento Y Sardineles	M3	4.62	296.51	S/ 1,369.88
Zapatas	M3	3.87	319.81	S/ 1,237.66
Vigas De Cimentación	M3	4.97	318.73	S/ 1,584.09
Sobrecimientos	M3	3.63	318.45	S/ 1,155.97
Columnas	M3	6.57	339.18	S/ 2,228.41
Placas	M3	2.87	319.78	S/ 917.77
Vigas	M3	3.62	326.58	S/ 1,182.22
Ladrillo En Losa Aligerada	Und	36	5.12	S/ 184.32

La tabla muestra los costos adicionales derivados de las incompatibilidades en el componente de estructuras. Los elementos estructurales considerados incluyen

cimentaciones corridas, sobrecimientos, zapatas, vigas de cimentación, columnas, placas, vigas y losas aligeradas. Cada rubro se detalla con su unidad de medida (M3 o Und), cantidad, precio unitario (PU) y el costo parcial en soles (S/). El costo total por las incompatibilidades en estructuras asciende a S/ 10,636.95.

❖ **Costos por interferencia en el componente de arquitectura**

Tabla 13

Gasto generado a causa de las incompatibilidades en arquitectura

Descripción	Und	Cant.	Pu	Parcial
Arquitectura				S/ 2,774.61
Muros De Albañilería king Kong	M2	11.24	66.4	S/ 746.34
Tarrajeo En Interiores	M2	8.24	17.23	S/ 141.98
Tarrajeo En Exteriores	M2	7.68	14.54	S/ 111.67
Tarrajeo En Sup De Vigas	M2	4.67	21.7	S/ 101.34
Vestidura De Derrames	M	5.23	6.15	S/ 32.16
Bruñas	M	4.56	4.39	S/ 20.02
Falso Cielo Rasos	M2	5.21	50.55	S/ 263.37
Falso Piso De 4"	M2	4.35	22.59	S/ 98.27
Piso Cerámico	M2	2.54	45.09	S/ 114.53
Zócalo De Cerámico 45x45 Cm	M2	5.07	54.59	S/ 276.77
Puerta De Madera Tipo I	M2	2	338.26	S/ 676.52
Vidrio Incoloro	P2	8.74	15.47	S/ 135.21
Pintura En Exteriores	M2	4.56	12.38	S/ 56.45

La tabla presenta los costos adicionales ocasionados por incompatibilidades en el componente arquitectónico. Se detallan los elementos afectados, como muros de albañilería, tarrajeo en interiores y exteriores, tarrajeo en superficies de vigas, vestiduras de derrames, bruñas, falso cielo raso, falso piso, piso cerámico, zócalos, puertas de madera, vidrio incoloro y pintura en exteriores. Cada rubro se muestra con su unidad de medida (M2, M, o P2), cantidad, precio unitario (PU) y el costo parcial en soles (S/). El costo total derivado de estas incompatibilidades en arquitectura asciende a S/ 2,774.61.

❖ **Costos por interferencia en instalaciones sanitarias****Tabla 14***Gasto generado a causa de las incompatibilidades en instalaciones sanitarias*

Descripción	Und	Cant.	P.U.	Parcial
Instalaciones Sanitarias				S/ 944.52
Colocación De Aparatos Sanitarios	Pza	2	27.21	S/ 54.42
Colocación De Accesorios Sanitarios	Pza	1	36.29	S/ 36.29
Salida De Agua Fría	Pto	3	28.96	S/ 86.88
Red De Alimentación Principal	M	2.45	6.3	S/ 15.44
Accesorios De Redes De Agua Codos Pvc	Pza	4	3.91	S/ 15.64
Válvula Compuesta Bronce De 1/2"	Und	3	89.54	S/ 268.62
Tubería De Bajada	M	2	12.65	S/ 25.30
Salida De Pvc Sap Para Desagüe De 4"	Pto	3	53.87	S/ 161.61
Accesorios De Tuberías Codos Pvc	Pza	4	5.85	S/ 23.40
Accesorios De Redes: Codo Pvc Sap 2"X90"	Pza	2	10.65	S/ 21.30
Accesorios De Redes: Tee Pvc Sal De 2"X2"	Und	3	10.59	S/ 31.77
Accesorios De Redes: Yees Pvc Sap 2" X 2"	Und	4	15.73	S/ 62.92
Accesorios De Redes: Yees Pvc Sap 4"X2"	Und	2	10.58	S/ 21.16
Redes Colectoras: Tubería Pvc Sal/ Con Cama De Apoyo	M	4.52	12.52	S/ 56.59
Redes Colectoras: Excavación De Zanjas	M3	1.54	38.13	S/ 58.72
Redes Colectoras: Relleno Y Compactación	M	0.68	6.57	S/ 4.47

La tabla presenta los costos adicionales generados por las incompatibilidades en las instalaciones sanitarias. Se detallan los diversos componentes afectados, como la colocación de aparatos y accesorios sanitarios, salida de agua fría, red de alimentación principal, accesorios de redes de agua, válvulas, tuberías, y redes colectoras. Cada elemento se desglosa con su unidad de medida (Pza, Pto, M, Und, M3), cantidad, precio unitario (P.U.) y el costo parcial en soles (S/). El costo total asociado a las incompatibilidades en las instalaciones sanitarias asciende a S/ 944.52.

❖ **Costos por interferencia en instalaciones eléctricas****Tabla 15***Gasto generado a causa de las incompatibilidades en instalaciones eléctricas*

Descripción	Und	Cant.	Pu	Parcial
Instalaciones Eléctricas				S/ 980.28
Cable Eléctrico Nh-80 Libre De Alogenos-Lsoh 15mm ²	M	3.1	14.43	S/ 44.73
Salida Para Interruptor Simple	Pto	5	29.27	S/ 146.35
Salida P/Tomacorriente Bipolar Doble C/Linea A Tierra	Pto	8	45.14	S/ 361.12
Tubería Pvc-Sap Para Eléctricas De Ø 20 Mm	M	21.56	4.36	S/ 94.00
Cableado Conductor Nh-80 - 2.5 Mm ²	M	8.62	5.31	S/ 45.77
Luminaria Panel Led Cuadrado De 0.60x0.60 1x85w	Und	3	96.1	S/ 288.30

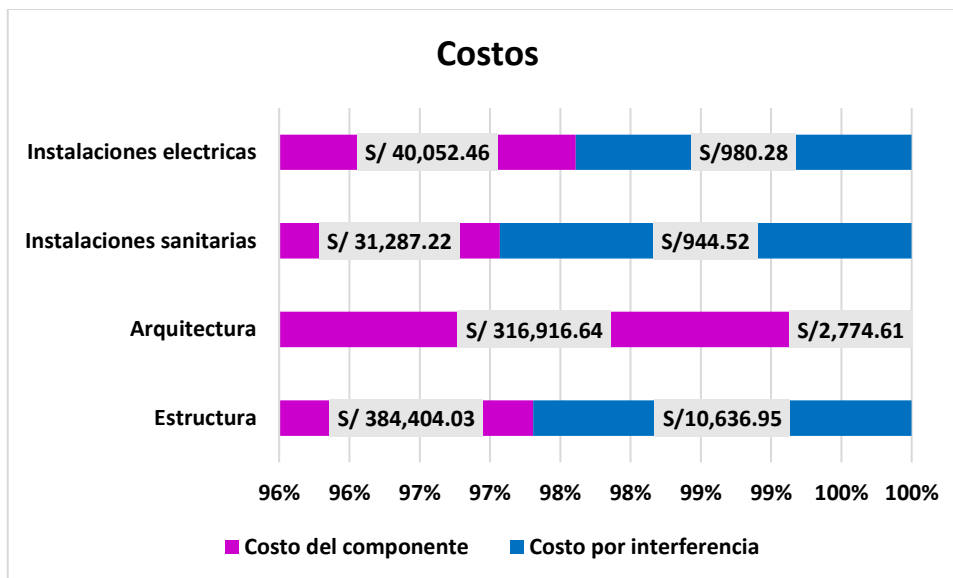
La tabla detalla los costos adicionales causados por incompatibilidades en las instalaciones eléctricas. Los elementos considerados incluyen cables eléctricos de diferentes tipos y diámetros, salidas para interruptores y tomacorrientes, tuberías para instalaciones eléctricas, cableado conductor y luminarias LED. Cada componente se presenta con su unidad de medida (M, Pto, Und), cantidad, precio unitario (PU) y costo parcial en soles (S/). El costo total generado por estas incompatibilidades en las instalaciones eléctricas asciende a S/ 980.28.

Tabla 16*Costos del componente y costos por interferencia*

Componentes	Costo del componente	Costo por interferencia	Total de interferencia	Valor porcentual
Estructura	S/ 384,404.03	S/ 10,636.95		69.36%
Arquitectura	S/ 316,916.64	S/ 2,774.61		18.09%
Instalaciones sanitarias	S/ 31,287.22	S/ 944.52	S/ 15,336.36	6.16%
Instalaciones eléctricas	S/ 40,052.46	S/ 980.28		6.39%

Figura 34

Tipos de incompatibilidades presentes en las especialidades



Se muestra el desglose de los costos de los diferentes componentes, así como los costos adicionales generados por interferencias. Se presentan los costos de cada componente (estructura, arquitectura, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas) junto con sus respectivos costos derivados de interferencias. Además, se indica el total de los costos por interferencia y su valor porcentual en relación con el costo del componente. Los costos adicionales más significativos corresponden al componente estructural, representando el 69.36% del total de las interferencias.

❖ Beneficios en el tiempo

Uno de los inconvenientes más frecuentes en el ámbito de la construcción son los retrasos en los tiempos de entrega. En la actualidad, es común que los contratistas pidan extensiones de plazo o enfrenten litigios debido al incumplimiento de los tiempos establecidos. Este análisis tiene como objetivo identificar los intervalos improductivos del proyecto originados por incompatibilidades, tomando como base el cronograma de construcción.

Para determinar la duración en días, se aplicó un método que consistió en dividir la cantidad de trabajo que necesitaba ser corregido entre los rendimientos observados.

Tabla 17

Días por la interferencia

Especialidad	Días
Estructuras	3.4
Arquitectura	3.2
Instalaciones Sanitarias	2.7
Instalaciones Eléctricas	1.9
TOTAL	11.2

Esta tabla presenta el número de días perdidos debido a interferencias en distintas especialidades del proyecto. Se desglosa el impacto en el tiempo causado por interferencias en los siguientes componentes: estructuras, arquitectura, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas. La suma total de días perdidos debido a estas interferencias es de 11.2 días.

4.2 Discusión de resultados

La metodología Building Information Modeling (BIM) fue aplicada al estudio de infraestructura pública realizado por Cusirimay (2022). El estudio llegó a la conclusión de que la institución pública que estaba a cargo del proyecto tenía varias deficiencias en cuanto a la utilización de la tecnología y la ejecución de los procedimientos. Se destacó como necesidad la previsión de recursos materiales para la adquisición de software y hardware, así como la gestión de la formación de los profesionales que trabajan en la institución, la promoción de la adopción de procedimientos, la documentación de BIM, la adquisición de nuevas tecnologías y la utilización de herramientas BIM. Además, se determinó que el equipo de cinco especialistas que está disponible para la inspección y administración de las obras es insuficiente. Es esencial contar con delineantes, planificadores y asistencia técnica para garantizar una reacción rápida durante la construcción. En este contexto, la adopción de la metodología BIM, ya sea en parte o en

su totalidad, redundará en una mejora de la velocidad de respuesta y en una reducción del número de horas-hombre necesarias. Esto es posible gracias a la variedad y capacidad de programas informáticos como Revit.

En el estudio de Diaz et al., (2024) se propuso la implementación de la metodología BIM en el diseño de una infraestructura educativa. Como resultado, se generó un informe de interferencias que identificó un total de 60 colisiones entre distintas disciplinas, evidenciando problemas de coordinación que podrían afectar el desarrollo del proyecto. Además, al realizar el presupuesto utilizando los metrados obtenidos a partir del modelo BIM, se observó una variación de aproximadamente S/. 30,000, lo que representa un 13% del presupuesto del expediente técnico. La aplicación de la metodología BIM permitió una reducción significativa en el tiempo de diseño, disminuyendo aproximadamente 4 días laborables, equivalente a un 25% menos de tiempo en comparación con los métodos tradicionales. Asimismo, se logró generar un mayor número de contenedores de información, lo que facilitó la gestión de datos y mejoró la toma de decisiones en cada fase del proyecto. Estos resultados demuestran que la implementación de BIM no solo optimiza el uso de recursos, sino que también mejora la eficiencia en la planificación y ejecución de proyectos de infraestructura educativa, promoviendo una mejor coordinación entre las distintas disciplinas involucradas y minimizando posibles errores o retrasos durante la construcción.

En el estudio de Vásquez, (2024), se realizó una evaluación del diseño de una institución educativa, llegando a las siguientes conclusiones: mediante el modelado 3D en Revit, se identificaron un total de 55 incompatibilidades en los planos, distribuidas de la siguiente manera: 22 en estructura, 14 en arquitectura, 10 en detalles, 7 en instalaciones eléctricas (II.EE.) y 2 en instalaciones sanitarias (II.SS.). Estas incompatibilidades representan el 50% del total de los planos compatibilizados (111), siendo la especialidad de arquitectura la que presentó el mayor número de incompatibilidades. Además, con el uso del programa Navisworks y su herramienta "Clash Detective", se lograron identificar



647 interferencias entre las diferentes especialidades de diseño de los planos de la Institución Educativa N° 010. Las interferencias se distribuyeron de la siguiente manera: 259 entre estructuras y arquitectura, 222 entre estructuras e instalaciones sanitarias (II.SS.), 143 entre estructuras e instalaciones eléctricas (II.EE.), y 23 entre instalaciones sanitarias (II.SS.) e instalaciones eléctricas (II.EE.). Las especialidades de estructuras y arquitectura fueron las que presentaron la mayor cantidad de interferencias, lo que evidencia la necesidad de mejorar la coordinación y compatibilidad entre estas disciplinas en el proceso de diseño. Esta evaluación resalta la importancia del uso de herramientas BIM como Revit y Navisworks para detectar y resolver incompatibilidades e interferencias de manera temprana, mejorando la eficiencia y calidad del diseño en proyectos educativos.

En nuestro estudio, se realizó un análisis de la metodología de gestión de formación en construcción para el diseño de la infraestructura del Palacio Municipal de Calapuja. El análisis abarcó las fases de implementación de la metodología BIM, comenzando con la revisión y validación de datos. Posteriormente, se llevó a cabo la elaboración del modelado BIM de las estructuras, seguido por el modelado de las instalaciones sanitarias. Después, se realizó el renderizado y la presentación del modelo. Una vez completado el modelado, se identificaron las incompatibilidades tanto en los planos de AutoCAD como en el modelado en 3D. El costo total generado por estas interferencias ascendió a S/ 15,336.36, y el tiempo adicional requerido debido a las interferencias fue de 11.2 días. Este análisis demuestra la importancia de una correcta implementación y gestión de la metodología BIM para minimizar incompatibilidades y reducir costos y tiempos adicionales en el proceso de diseño y construcción.



CONCLUSIONES

Primera, las fases para la aplicación de la metodología BIM en el diseño del proyecto de infraestructura del Palacio Municipal del distrito de Calapuja iniciaron con la revisión y validación de datos. A continuación, se procedió al diseño de las especialidades, seguido por la elaboración del diseño final del proyecto, donde se definieron los componentes evaluados en la creación de los modelos en 2D y 3D, para posteriormente unificarlos en el diseño colaborativo por especialidades.

Segunda, las incompatibilidades en el diseño del proyecto de infraestructura del Palacio Municipal del distrito de Calapuja incluyeron 43 discrepancias en los planos elaborados con AutoCAD. En comparación, se identificaron un total de 103 incompatibilidades utilizando ArchiCAD, lo que evidencia una mayor cantidad de incompatibilidades en el modelado en 3D.

Tercera, la variación en el costo y el tiempo en el diseño del proyecto de infraestructura del Palacio Municipal del distrito de Calapuja resultó en un incremento de S/ 15,336.36 debido a las incompatibilidades. Además, el proyecto experimentó una extensión de 11 días en su plazo, también a causa de estas incompatibilidades.



RECOMENDACIONES

Primera, emplear la metodología BIM en la elaboración de planos, dado que permite identificar errores en etapas tempranas del proyecto. Esto contribuye a obtener resultados más precisos y de alta calidad, al ofrecer planos optimizados y bien elaborados desde el inicio.

Segunda, al aplicar por primera vez la metodología BIM 3D en un proyecto, es esencial contar con conocimientos adecuados del software utilizado. Esto ayudará a evitar retrasos en el modelado y a identificar de manera eficiente incompatibilidades e interferencias.

Tercera, llevar a cabo más investigaciones enfocadas en la metodología BIM, con el objetivo de que estos estudios sirvan como base para la estandarización de dicha metodología.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Alvarado Acuña, L., Iturra Molina, R., Gómez Valdés, M., & Acevedo Acevedo, S. (2023). Impacto de la metodología BIM en la gestión de proyectos de construcción. *Tecnología en Marcha*, 36(Extra 7), 66-77.
- Alviry Huacasi, C. Y. (2022). Diseño estructural de viviendas masivas enfocadas con la metodología modelado de información para la construcción en Juliaca—2022. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/105159>
- Amórtegui Guzmán, E. (2022). *Análisis comparativo de la implementación de la metodología BIM en un proyecto de vivienda en la ciudad de Bogotá*.
<http://hdl.handle.net/11349/30211>
- Bocanegra Baca, M. L., Paucar Payva, J. Á., Ricalde Sarmiento, F., Aguilar Araos, J. A., & Cusirimay Centeno, E. B. (2023). Implementación de la Metodología BIM para optimizar el tiempo de revisión en la etapa de Diseño de una infraestructura educativa gestionada bajo contrato NEC3 OPCION F Caso de estudio: Institución Educativa Inicial -Primaria Santiago Requena, Catacaos -Piura. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/673777>
- Castillo, C. C. del, Orozco, S. O., & García, M. G. (2014). *Metodología de la Investigación*. Grupo Editorial Patria.
- Cusirimay Centeno, E. B. (2022). Implementación de la metodología BIM en el proyecto de infraestructura pública: Instalación del Centro Rural de Formación en Alternancia Agoiganaera Maganiro de la Comunidad de Shimaa, Distrito de Echarate, La Convención - Cusco. *Universidad Continental*.
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11788>



- Diaz Varas, K. E., Diaz Varas, J. J., & García Curisinche, M. A. (2024). *Propuesta de implementación de un proceso integral del diseño de una infraestructura educativa utilizando la metodología BIM*.
<http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/7827>
- Flores Ruiz, Y. I. (2023). *Aplicación de la metodología BIM 3D en la detección de interferencias e incompatibilidades de las especialidades de estructuras e instalaciones sanitarias del proyecto: Mejoramiento del servicio de movilidad urbana en La Apv. Villa Paraíso – San Sebastián, Cusco, Cusco, 2021-2022*.
<http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/5570>
- Huaricallo Vilca, Y., & Montesinos Gallegos, L. (2020). Implementación de BIM en obras de edificaciones en la Municipalidad Provincial de Puno. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/653409>
- Iglesias, M. E. (2021). *Metodología de la investigación científica: Diseño y elaboración de protocolos y proyectos*. Noveduc.
- Istaña Flores, L. A., & Pinto Canchari, K. G. (2021). *Implementación de la metodología de procesos Building Information Modeling (BIM) y análisis comparativo de variabilidad con el proceso tradicional, en la etapa de planificación y diseño del proyecto de construcción: Edificio Pabellón "E" de la Universidad Peruana Unión – Filial Juliaca – Puno - Perú*. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/4770>
- Macedo Medina, V., Medina Gonzales, G. Y., Cacsire Bautista, A. D., & Gonzalez Acha, J. A. (2020). Utilización de la metodología BIM en la fase de diseño de la infraestructura educativa N°2026 Simón Bolívar—Distrito de Comas—Lima, en la empresa Chung y Tong Ingenieros SAC.
- Moreno, F. S., Higuera, J. F., López, A. D. R., Bernal, Y. A. N., & Muñoz, J. O. S. (2020). Análisis de la implementación de metodología BIM en edificaciones de baja complejidad en Colombia, mediante IDM y mapas de procesos. *Revista Boletín Redipe*, 9(11), Article 11. <https://doi.org/10.36260/rbr.v9i11.1122>



- Quino Bueno, R. (2022). Metodología BIM y su incidencia en la gestión de proyectos de edificación en una empresa constructora privada, Lima 2021. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/87375>
- Sandoval Grández, G. P. (2022). Uso de la metodología BIM para optimizar la calidad de los proyectos de inversión pública en la Municipalidad Provincial de Requena, 2021. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/95381>
- Urteaga Esparza, L. M. (2023). Impacto de la Implementación de la Metodología BIM en la Etapa de Diseño de Proyectos de Vivienda, desarrollados por Empresas de Consultoría de Obras—Cajamarca 2021. *Universidad Nacional de Cajamarca*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5319>
- Vargas Luis, I. J. (2023). La metodología BIM y el desarrollo, gestión de expedientes técnicos en una gerencia regional de infraestructura, 2023. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/123746>
- Vásquez Mejía, G. F. (2024). Evaluación del diseño de la I.E. N° 010 – Pueblo Joven Miraflores, Jaén –Cajamarca con el uso de la metodología BIM. *Universidad Nacional de Cajamarca*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6774>



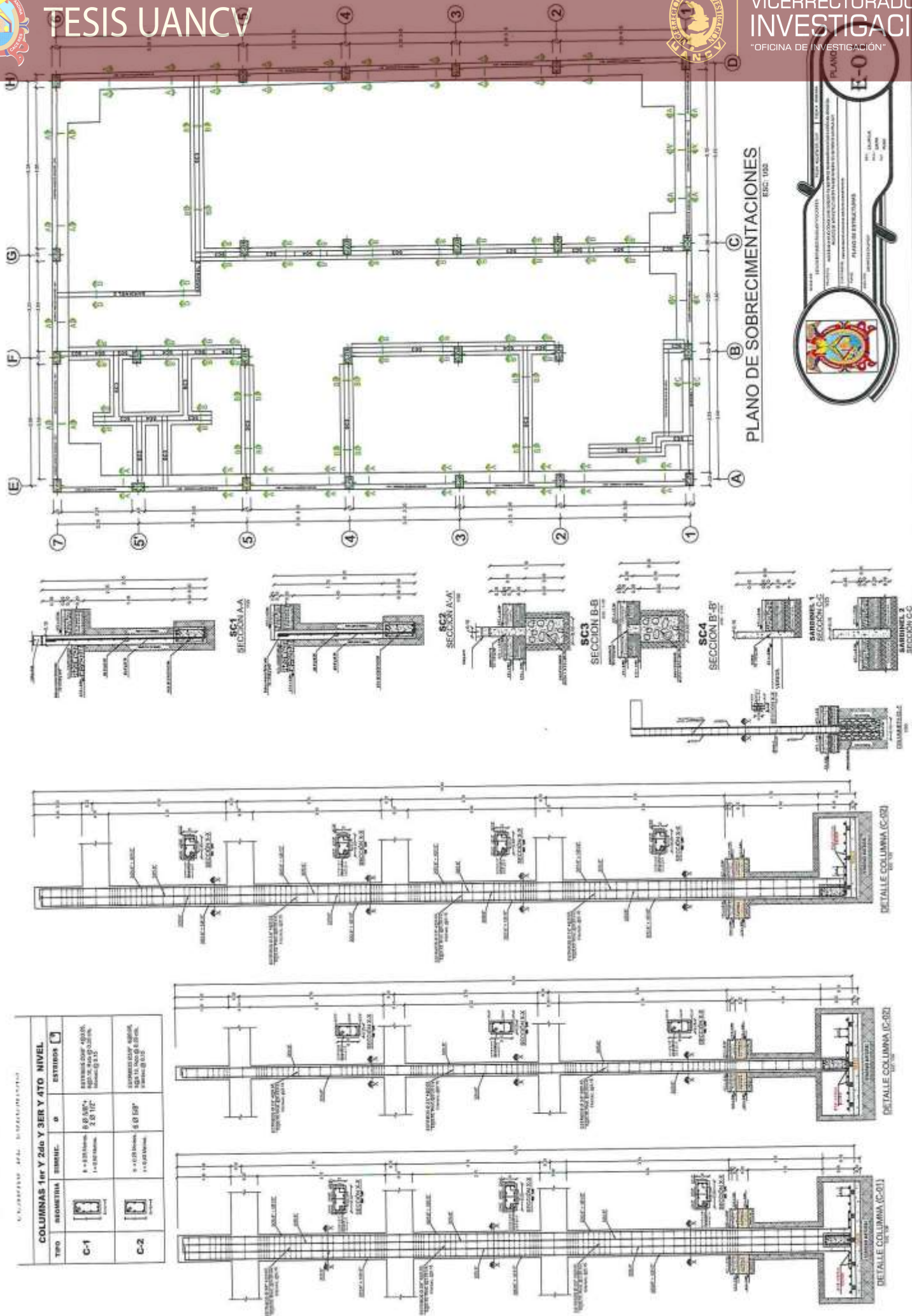
ANEXOS



Anexo. Matriz de Consistencia

Título de la tesis: "ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN CONSTRUCCIÓN DEL DISEÑO DEL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA DEL PALACIO MUNICIPAL DEL DISTRITO DE CALAPUJA 2024"

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
¿De qué manera la aplicación de la metodología de gestión de información en construcción incide en el diseño del proyecto de infraestructura del palacio municipal del distrito de Calapuja 2024?	Analizar la aplicación de la metodología de gestión de información en construcción incide en el diseño del proyecto de infraestructura del palacio municipal del distrito de Calapuja 2024.	La aplicación de la metodología de gestión de información en construcción, específicamente la metodología BIM, tiene un impacto positivo en el diseño del proyecto de infraestructura del Palacio Municipal del distrito de Calapuja 2024.	VI: Metodología de Gestión de Información en Construcción (BIM)	Programas de diseño en 2D y 3D.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
¿Cuáles son las fases previas para la implementación de la metodología BIM en el diseño del proyecto de infraestructura del palacio municipal del distrito de Calapuja 2024?	Establecer las fases previas para la implementación de la metodología BIM en el diseño del proyecto de infraestructura del palacio municipal del distrito de Calapuja 2024.	Las fases previas para la implementación de la metodología BIM en el diseño del proyecto de infraestructura del Palacio Municipal del distrito de Calapuja 2024 serán diversas, incluyendo planificación, capacitación, y adaptación tecnológica.		
¿Cuáles serán las incompatibilidades encontradas según la aplicación de la metodología BIM en el diseño del proyecto de infraestructura del palacio municipal del distrito de Calapuja 2024?	Determinar las incompatibilidades encontradas según la aplicación de la metodología BIM en el diseño del proyecto de infraestructura del palacio municipal del distrito de Calapuja 2024.	La implementación de la metodología BIM en el diseño del proyecto de infraestructura del Palacio Municipal del distrito de Calapuja 2024 permitirá identificar las incompatibilidades que de otro modo no serían detectadas en etapas tempranas del diseño.	VD: Diseño del Proyecto de Infraestructura del Palacio Municipal	Programa de análisis de interferencias.
¿Existen ventajas en cuanto a reducción de costos y tiempos al implementar la metodología BIM en el diseño del proyecto de infraestructura del palacio municipal del distrito de Calapuja 2024?	Estimar las ventajas en cuanto a reducción de costos y tiempos al implementar la metodología BIM en el diseño del proyecto de infraestructura del palacio municipal del distrito de Calapuja 2024.	La implementación de la metodología BIM en el diseño del proyecto de infraestructura del Palacio Municipal del distrito de Calapuja 2024 resultará en una reducción significativa de costos y tiempos de construcción, comparado con métodos tradicionales de gestión de proyectos.		



PLANO E-0

PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA UANCY

FECHA: 15/05/2018

ESCALA: 1:100

PROYECTISTA: [Nombre]

REVISOR: [Nombre]

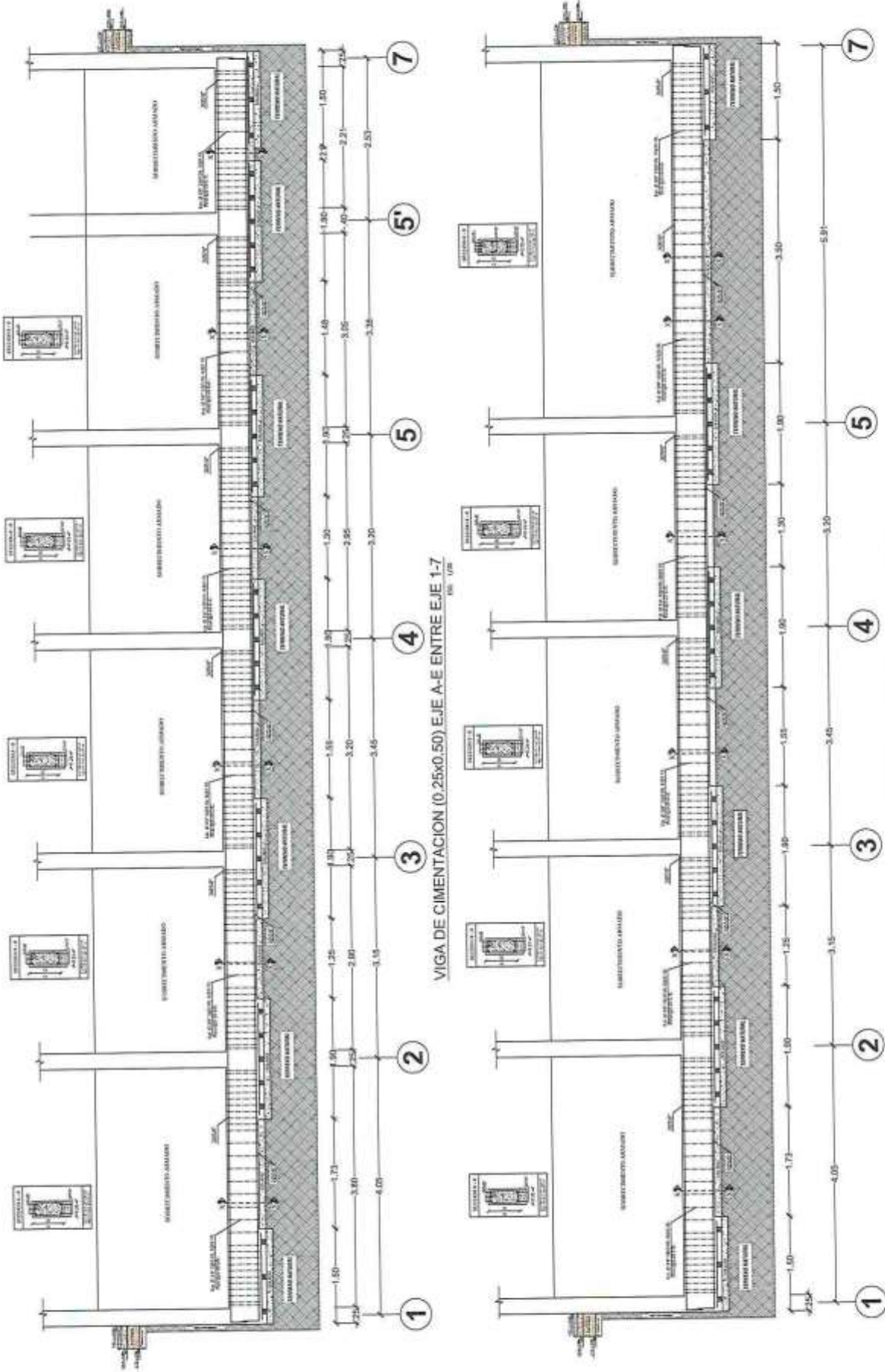
APROBADO: [Nombre]

PLANO DE SOBRECIMENTACIONES

COLUMNAR 4º y 5º NIVEL

COLUMNAS 1er Y 2do Y 3er Y 4to NIVEL

TIPO	GEOMETRÍA	SEMIE.	Ø	ESTRIBOS
C-1		8 x 30x30cm 1 x 20x20cm	Ø 30 CM	ESTRIBOS 20x20 CM ESPACIO 10x10 CM
C-2		8 x 40x40cm 1 x 20x20cm	Ø 40 CM	ESTRIBOS 20x20 CM ESPACIO 10x10 CM



PLANO: E-08

PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA UANCV
 CLIENTE: UANCV
 AUTOR: [Nombre del Autor]
 FECHA: [Fecha]

ESPECIFICACIONES GENERALES

1	ACERO	ACERO BARRIDO # 4
2	ACERO	ACERO BARRIDO # 6
3	ACERO	ACERO BARRIDO # 8
4	ACERO	ACERO BARRIDO # 10
5	ACERO	ACERO BARRIDO # 12
6	ACERO	ACERO BARRIDO # 14
7	ACERO	ACERO BARRIDO # 16

ESTRADO

1	ACERO	ACERO BARRIDO # 4
2	ACERO	ACERO BARRIDO # 6
3	ACERO	ACERO BARRIDO # 8
4	ACERO	ACERO BARRIDO # 10
5	ACERO	ACERO BARRIDO # 12
6	ACERO	ACERO BARRIDO # 14
7	ACERO	ACERO BARRIDO # 16

NOTA GENERAL: CONSULTAR PLANOS DE ESTRUCTURA DEL PROYECTO.

1. Este documento es una especificación de requisitos para la ejecución de las obras de reconstrucción del Centro de Investigaciones y Desarrollo Tecnológico de la UANCV. El contratista deberá cumplir con todos los requisitos aquí mencionados, así como con los planos de estructura y los estándares de calidad aplicables.

2. El contratista deberá proporcionar evidencia documental de la conformidad con los requisitos aquí mencionados.

3. El contratista deberá mantener actualizado un registro de cumplimiento de los requisitos aquí mencionados.

4. El contratista deberá proporcionar evidencia documental de la conformidad con los requisitos aquí mencionados.

5. El contratista deberá mantener actualizado un registro de cumplimiento de los requisitos aquí mencionados.

DETALLE DE REQUISITOS DE EJECUCIÓN

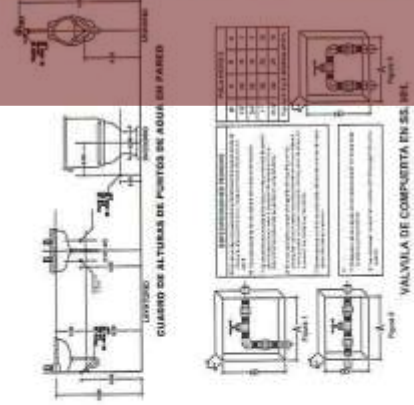
TIPO	ALTEZA EN CM	DIAMETRO EN CM	ACERO DE REFORZO EN CM ² (M)
Z1	0.40	1.00	1.00
Z2	0.40	1.00	1.00
Z3	0.40	1.00	1.00



LEYENDA

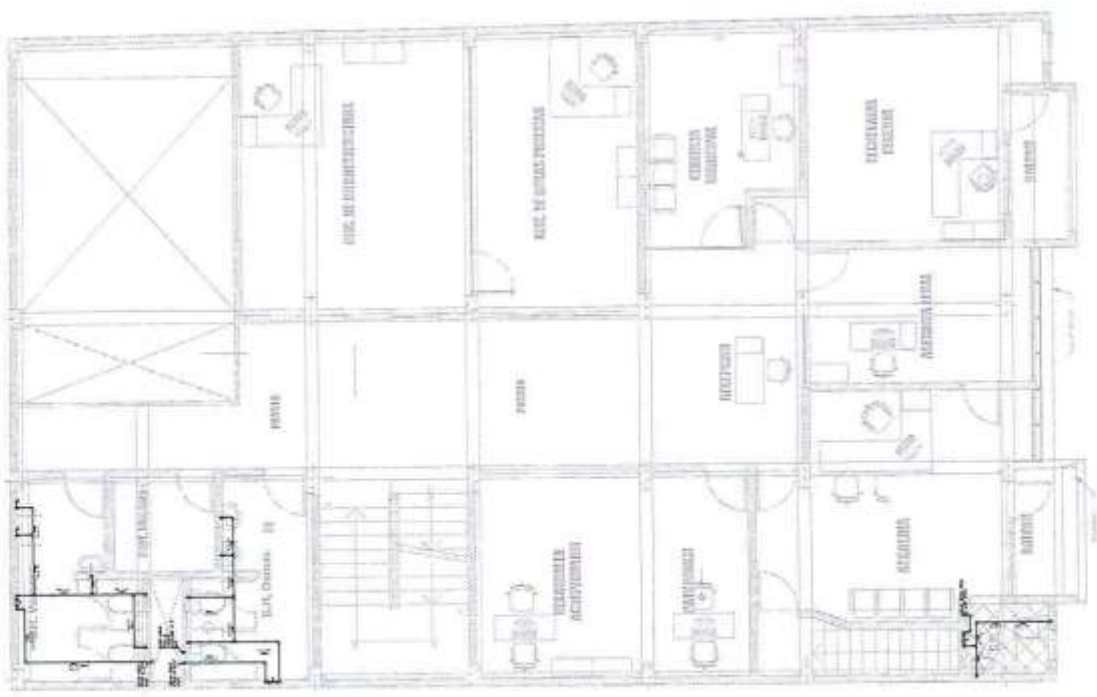
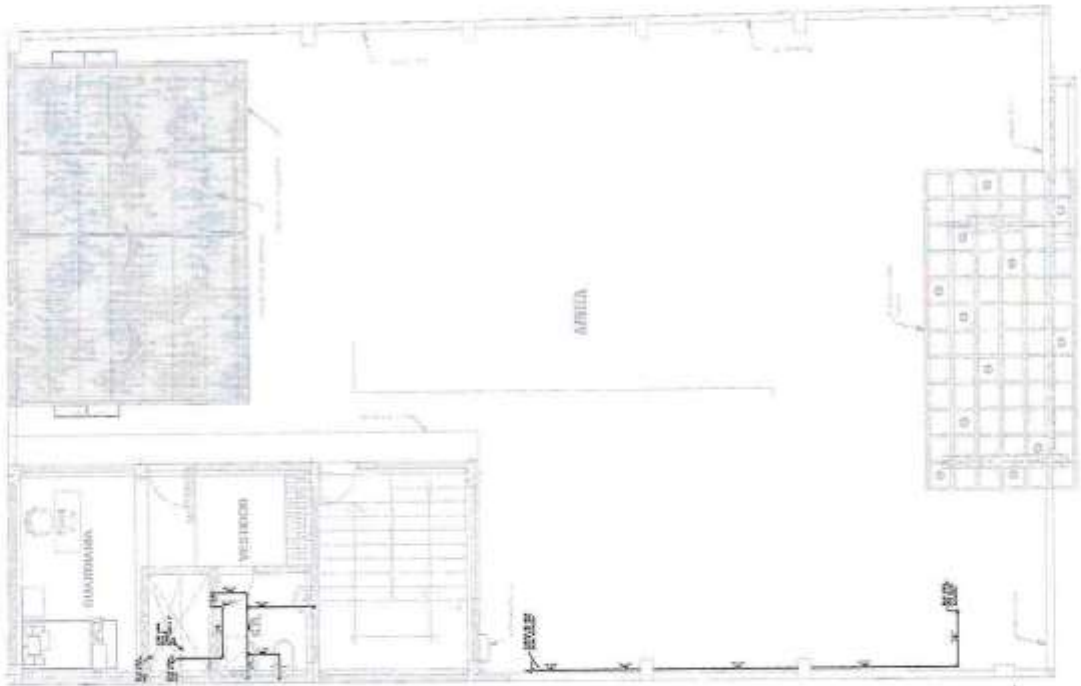
INSTALACIONES SANITARIAS - AGUA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	RED DE AGUA FRÍA - PVC
	VALVULA DE PUERTO CON DISPOSITIVO AUTOMATICO
	CODO DE 90°
	CODO DE 45°
	TEE CON VALVULA
	TEE CON VALVULA Y UNION
	UNION
	UNION CON VALVULA
	UNION CON VALVULA Y UNION



CUADRO GENERAL DE ACCESORIOS

Nº	DESCRIPCION	UND.	CANT.
1	VALVULA DE COMPUERTA Ø 3/4"	UND.	3
2	TEE UNIVERSAL Ø 3/4"	UND.	16
3	TEE PVC SAP Ø 1/2"	UND.	59
4	TEE PVC SAP Ø 3/4"	UND.	2
5	TEE PVC SAP Ø 1"	UND.	1
6	TEE PVC SAP Ø 1 1/2"	UND.	1
7	CODO 90° DE PVC SAP 1/2"	UND.	1
8	CODO 90° DE PVC SAP 3/4"	UND.	1
9	RESACON DE PVC SAP 3/4" A 1/2"	UND.	1
10	TUBERIA DE PVC SAP Ø 1/2"	M.L.	10.270
11	TUBERIA DE PVC SAP Ø 3/4"	M.L.	10.270
12	TUBERIA DE PVC SAP Ø 1"	M.L.	10.270



SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA FRIA

3RO Y AZOTEA

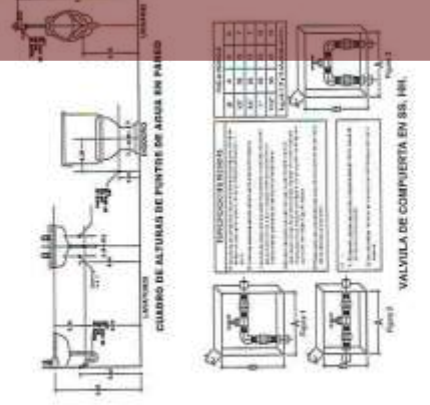
ESC: 1/50





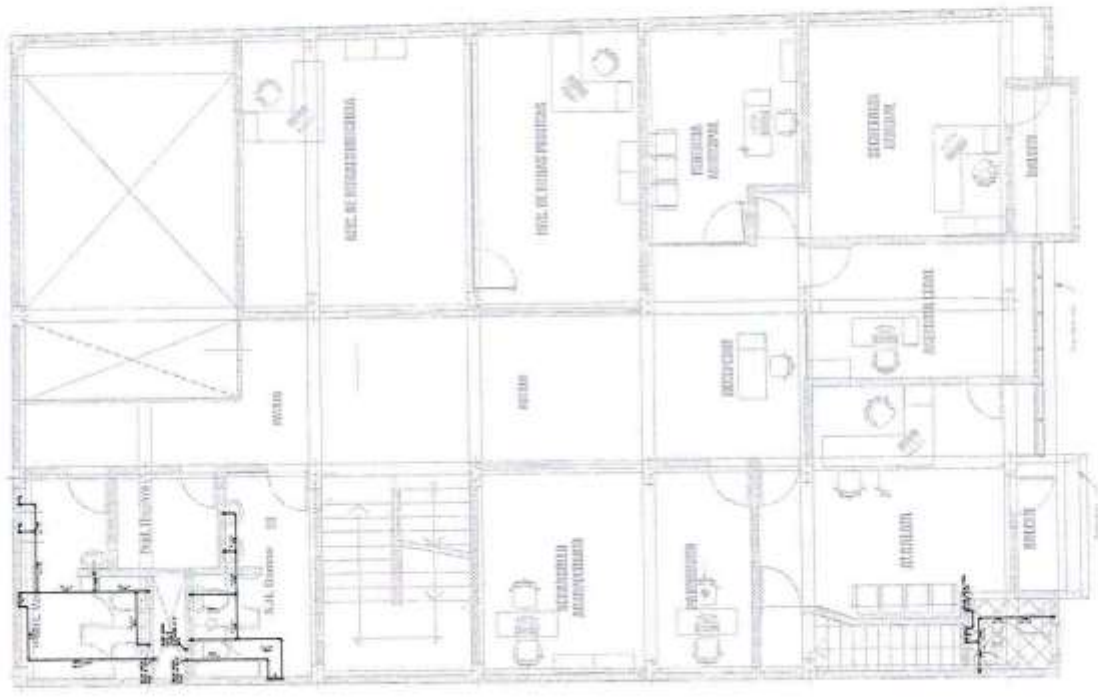
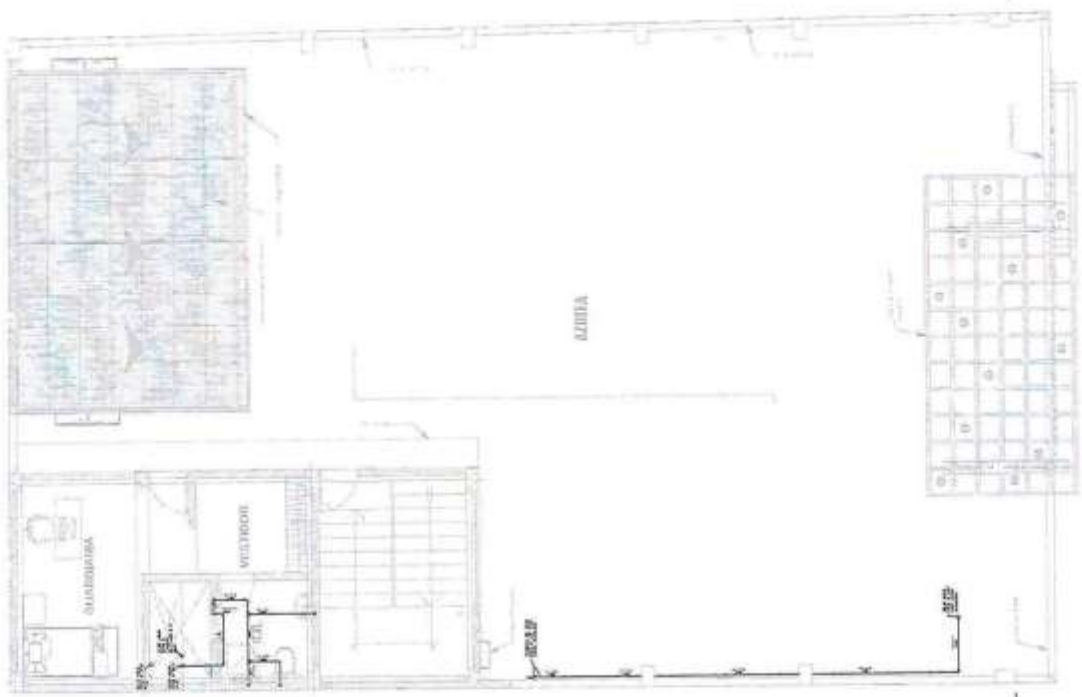
LEYENDA

SIMBOLIO	DESCRIPCIÓN
	MEDIDOR DE AGUA
	CAJÓN DE AGUA
	CAJÓN DE AGUA CON VALVULA
	CAJÓN DE AGUA CON VALVULA Y MEDIDOR
	CAJÓN DE AGUA CON VALVULA Y MEDIDOR Y TUBERIA
	CAJÓN DE AGUA CON VALVULA Y MEDIDOR Y TUBERIA Y CODO
	CAJÓN DE AGUA CON VALVULA Y MEDIDOR Y TUBERIA Y CODO Y TEE
	CAJÓN DE AGUA CON VALVULA Y MEDIDOR Y TUBERIA Y CODO Y TEE Y UNION
	CAJÓN DE AGUA CON VALVULA Y MEDIDOR Y TUBERIA Y CODO Y TEE Y UNION Y REDUCCION
	CAJÓN DE AGUA CON VALVULA Y MEDIDOR Y TUBERIA Y CODO Y TEE Y UNION Y REDUCCION Y TUBERIA



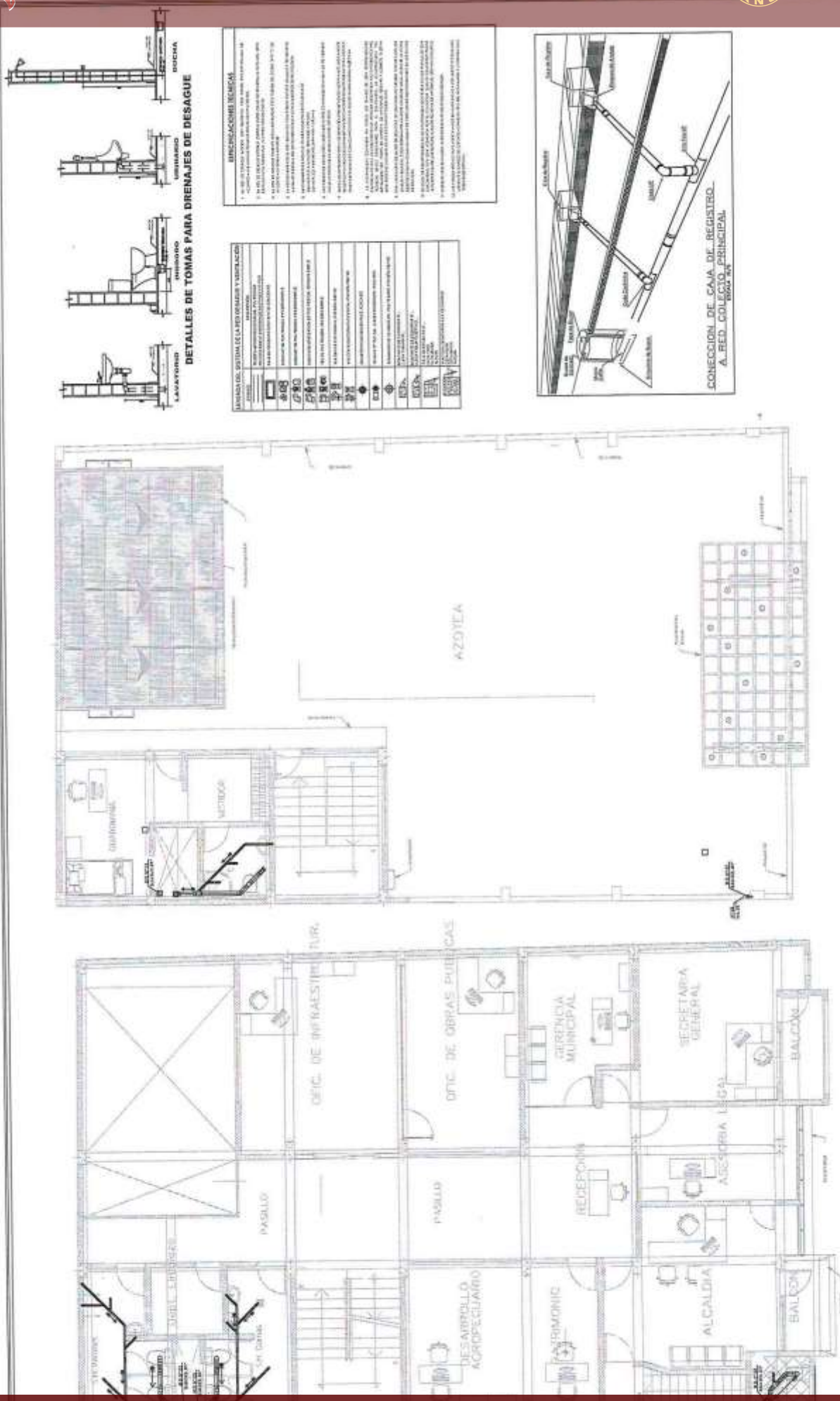
CUADRO GENERAL DE ACCESORIOS

Nº	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.
1	VALVULA DE COMPUERTA Ø 3/4"	UNID.	3
2	UNION UNIVERSAL Ø 3/4"	UNID.	30
3	TEE PAC SAP Ø 1/2"	UNID.	30
4	TEE PAC SAP Ø 1/4"	UNID.	30
5	TEE PAC SAP Ø 1/8"	UNID.	30
6	CODO 90° DE PAC SAP 1/2"	UNID.	30
7	CODO 90° DE PAC SAP 1/4"	UNID.	30
8	CODO 90° DE PAC SAP 1/8"	UNID.	30
9	REDUCCION DE PAC SAP 3/4" A 1/2"	UNID.	30
10	TUBERIA DE PAC SAP Ø 1/2"	RE. 20	10.20
11	TUBERIA DE PAC SAP Ø 3/4"	RE. 1	1.00
12	TUBERIA DE PAC SAP Ø 1"	RE. 1	1.00



SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA FRIA
3RO Y AZOTEA
 ESC: 1/50

PLANO: E-01



PLANO: SD-02

PROYECTO: PLAN DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL PABILLO DE LA OFICINA DE INVESTIGACION

PROYECTISTA: ING. JUAN CARLOS BARRERA

FECHA: 2014

ESCALA: 1/50

SISTEMA DESAGUE AZOTEA
ESC: 1/50

SISTEMA DESAGUE TERCER NIVEL
ESC: 1/50



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital [X]

Fecha de entrega: 19-12-2024

I. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: EDWIN ROMARIO MAMANI VILCAPAZA

Dirección: Jr. ECHENIQUE 507

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70819415

Teléfono: 941 238 332 email: eromario.mu@gmail.com

Nombres y Apellidos:

Dirección:

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:

Teléfono: email:

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Asesor: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación [] Tesis [X] Trabajo de Suficiencia Profesional [] Trabajo Académico []

Título: ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN

EN CONSTRUCCIÓN DEL DISEÑO DEL PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA

DEL PALACIO MUNICIPAL DEL DISTRITO DE CALAPUJA 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): BIM, PROYECTOS, PALACIO MUNICIPAL, DISEÑO 2D Y 3D

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV 1,2?

1

1 Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

2 Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Titulo 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
 Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
 No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

Sí autorizo
 No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

Firma de Autor



huella digital

19-12-2024

Fecha