

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Uso Bim y su identificación en fase de planificación
y diseño del proyecto de una edificación de 08
pisos en la ciudad de Huancayo, 2024**

Ronald Rodolfo Sanchez Pacheco

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2025

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Ma. Edinson José Porras Arroyo
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 18 de julio de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

USOS BIM Y SU IDENTIFICACIÓN EN FASE DE PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DEL PROYECTO DE UNA EDIFICACIÓN DE 08 PISOS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO, 2024

Autores:

1. Ronald Rodolfo Sanchez Pacheco – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 15 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía

SI ☒ NO ☐

- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores

SI ☒ NO ☐

Nº de palabras excluidas (en caso de elegir "SI"): 20

- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante

SI ☐ NO ☒

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

DEDICATORIA

A mis padres y familiares por su apoyo constante y haberme apoyado en cumplir mi sueño de ser Ingeniero.

Bach. Ronald Rodolfo Sanchez Pacheco

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios por darme la vida y fortaleza para cumplir cada objetivo que me propongo.

A mi familia por su apoyo y confianza.

A mis maestros y mi asesor por guiarme durante mi proceso de titulación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	14
1.1. Planteamiento y formulación del problema	14
1.1.1. Planteamiento del problema	14
1.1.2. Formulación del problema	15
1.2. Objetivos	15
1.2.1. Objetivo general	15
1.2.2. Objetivos específicos	15
1.3. Justificación e importancia	16
1.3.1. Tecnológica	16
1.3.2. Social	16
1.3.3. Ambiental	16
1.3.4. Práctica	16
1.3.5. Metodológica	16
1.4. Delimitación del proyecto	17
1.5. Hipótesis y variables	17
1.5.1. Hipótesis	17
1.5.2. Descripción y operacionalización de las variables	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes de la investigación	20
2.1.1. Nacionales	20
2.1.2. Internacionales	24
2.2. Bases teóricas	28
2.2.1. Building Information Modeling (BIM)	28
2.2.2. Revit como herramienta BIM	43
2.2.3. Método Delphi como herramienta de validación contextual	44
	iv

2.2.4. Lean Construction	44
2.2.5. Last Planner System	47
2.2.6. Sinergia de Bim y Lean Construction	48
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	50
3.1. Método, tipo y alcance de la investigación	50
3.1.1. Método de la investigación	50
3.1.2. Tipo de investigación	50
3.1.3. Nivel o alcance de la investigación	50
3.2. Diseño de la investigación	50
3.3. Población y muestra	50
3.3.1. Población	50
3.3.2. Muestra	50
3.4. Materiales y métodos	50
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
4.1. Presentación de resultados	52
4.1.1. Información preliminar	52
Discusión de resultados	55
4.1.2. Superar la resistencia al cambio	55
4.1.3. Formación y desarrollo de habilidades	56
4.1.4. Mejora de la eficiencia del proyecto	56
4.1.5. Sostenibilidad y responsabilidad ambiental	56
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1. Conclusiones	58
5.2. Recomendaciones	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
ANEXOS	62
Anexo N° 01: Matriz de consistencia	63
Anexo N° 02: Matriz de operacionalización de variables	65
Anexo N° 03: Modelamiento en Revit	67
Anexo N° 04: Plano de Arquitectura	74
Anexo N° 05: Plano de estructura	79
Anexo N° 06: Plano de instalaciones eléctricas	89
Anexo N° 07: Fotografías	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Operacionalización de las variables</i>	19
Tabla 2. <i>Evolución porcentual de la adopción de BIM entre 2017 y 2020 en la ciudad de Huancayo</i>	54
Tabla 3. <i>Herramientas de gestión</i>	55
Tabla 4. <i>Matriz de consistencia.</i>	64
Tabla 5. <i>Operacionalización de las variables.</i>	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Modelo del programa</i>	29
Figura 2. <i>Ejemplo de BIM, imagen en 2D</i>	30
Figura 3. <i>Ejemplo de BIM, imagen en 3D.</i>	31
Figura 4. <i>Comparación del BIM</i>	34
Figura 5. <i>Los tres campos entrelazados de la actividad BIM</i>	38
Figura 6. <i>Aplicación del BIM</i>	39
Figura 7. <i>Beneficios del BIM</i>	40
Figura 8. <i>Etapas del diseño</i>	41
Figura 9. <i>Proceso constructivo en un modelo BIM</i>	42
Figura 10. <i>BIM en el Perú</i>	43
Figura 11. <i>Revit</i>	44
Figura 12. <i>BIM en el Perú</i>	45
Figura 13. <i>Flujo de valor de la Producción</i>	45
Figura 14. <i>Lean Project Delivery System</i>	46
Figura 15. <i>Herramientas de Lean Construction</i>	47
Figura 16. <i>Formación de las tareas en el proceso de LPS</i>	48
Figura 17. <i>Aplicación LPS y BIM</i>	49

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo general identificar los usos más adecuados del Building Information Modeling (BIM) durante la fase de planificación y diseño de un proyecto de edificación de ocho pisos en la ciudad de Huancayo, correspondiente al año 2024. El estudio parte de una problemática real y urgente: el sector construcción en el Perú continúa siendo afectado por retrasos, sobrecostos, escasa integración entre especialidades y baja adopción tecnológica, lo que genera una ejecución ineficiente de proyectos tanto públicos como privados.

A partir de esta situación, se plantea como problema central: ¿Cuáles son los usos BIM aplicables durante la fase de planificación y diseño en un proyecto de estas características? En respuesta, el objetivo general es formular un plan estructurado que permita identificar y aplicar dichos usos, alineándolos con las necesidades específicas del proyecto en estudio. Para ello, se tomaron como referencia los 16 usos definidos en la Guía Nacional BIM, y se evaluaron en función de su aplicabilidad dentro de tres dimensiones clave de la fase de planificación y diseño: el presupuesto de obra, la generación de planos y modelos, y la estimación de cantidades y costos.

El enfoque metodológico fue de tipo aplicado, con un diseño no experimental y un abordaje mixto. Se combinó revisión documental, entrevistas con especialistas en BIM y gestión de proyectos, así como la aplicación de matrices de priorización para seleccionar los usos más relevantes. La unidad de análisis fue un edificio de ocho pisos destinado a uso multifamiliar en Huancayo, el cual se encontraba en etapa inicial de planificación.

Entre los resultados más relevantes se identificaron los siguientes usos como prioritarios: modelado del diseño, revisión del diseño, coordinación 3D, detección de interferencias, estimación de cantidades y costos, programación 4D y planificación del sitio. Estos usos demostraron tener un impacto directo en la optimización de recursos, la prevención de errores constructivos y la mejora en la toma de decisiones durante las fases iniciales del proyecto. Por ejemplo, la implementación de coordinación 3D junto con detección de interferencias permitió prever conflictos entre especialidades antes de llegar a obra, lo que se traduce en una reducción importante de reprocesos y tiempos de ejecución. Asimismo, el uso de herramientas para estimación de cantidades directamente desde el modelo generó presupuestos más precisos, reduciendo desviaciones en el control de costos.

Las conclusiones del estudio refuerzan la idea de que el éxito de la implementación de BIM no depende únicamente de contar con software o herramientas, sino de promover un cambio organizacional que valore la innovación, fomente el aprendizaje continuo y favorezca la colaboración entre disciplinas desde las fases más tempranas del proyecto. Se identificó también la necesidad de establecer métricas

claras que permitan medir el impacto del uso de BIM en términos de ahorro de tiempo, costos y mejora en la calidad del diseño.

Finalmente, se recomienda desarrollar programas de formación adaptados a los distintos niveles de experiencia del personal involucrado, consolidar equipos multidisciplinarios que trabajen con modelos compartidos, e invertir estratégicamente en tecnologías compatibles con el entorno BIM. El estudio concluye que una correcta identificación y aplicación de usos BIM en planificación y diseño puede traducirse no solo en una gestión más eficiente y sostenible del proyecto, sino también en una transformación positiva de la cultura organizacional dentro del sector construcción.

Palabras clave: Building Information Modeling (BIM), planificación, diseño, edificación.

ABSTRACT

The general objective of this research is to identify the most appropriate uses of Building Information Modeling (BIM) during the planning and design phase of an eight-story building project in the city of Huancayo, corresponding to the year 2024. The study is based on a real and urgent problem: the construction sector in Peru continues to be affected by delays, cost overruns, poor integration between specialties, and low technological adoption, which generates inefficient execution of both public and private projects.

Based on this situation, the central problem is: What are the applicable BIM uses during the planning and design phase of a project of these characteristics? In response, the general objective is to formulate a structured plan that allows for the identification and application of these uses, aligning them with the specific needs of the project under study. To this end, the 16 uses defined in the National BIM Guide were taken as a reference and evaluated based on their applicability within three key dimensions of the planning and design phase: construction budgeting, drawing and model generation, and quantity and cost estimation.

The methodological approach was applied, with a non-experimental design and a mixed-methods approach. Document review, interviews with BIM and project management specialists, and the application of prioritization matrices were combined to select the most relevant uses. The unit of analysis was an eight-story multi-family building in Huancayo, which was in the initial planning stage.

Among the most relevant results, the following uses were identified as priority: design modeling, design review, 3D coordination, interference detection, quantity and cost estimation, 4D scheduling, and site planning. These uses were shown to have a direct impact on resource optimization, the prevention of construction errors, and improved decision-making during the initial phases of the project. For example, the implementation of 3D coordination along with interference detection made it possible to anticipate conflicts between specialties before arriving on site, resulting in a significant reduction in rework and execution times. Likewise, the use of tools for estimating quantities directly from the model generated more accurate budgets, reducing deviations in cost control.

The study's conclusions reinforce the idea that the success of BIM implementation depends not only on having software or tools, but also on promoting an organizational change that values innovation, encourages continuous learning, and fosters collaboration between disciplines from the earliest stages of the project. The need was also identified to establish clear metrics that allow measuring the impact of BIM use in terms of time and cost savings and improved design quality.

Finally, it is recommended to develop training programs tailored to the different experience levels of the personnel involved, consolidate multidisciplinary teams that work with shared models, and invest

strategically in technologies compatible with the BIM environment. The study concludes that proper identification and application of BIM uses in planning and design can translate not only into more efficient and sustainable project management, but also into a positive transformation of organizational culture within the construction sector.

Keywords: Building Information Modeling (BIM), Planning, Design, Building.

INTRODUCCIÓN

En todo el mundo, la industria de la construcción se enfrenta a desafíos cada vez más complejos, especialmente cuando se trata de mejorar la eficiencia, incorporar prácticas sostenibles y adoptar tecnologías modernas. Aunque esta actividad es clave para el desarrollo económico, aún muestra cierta resistencia al uso de herramientas digitales, lo que ha generado retrasos, sobrecostos y problemas en la calidad final de las obras. Algunos estudios recientes han demostrado que la digitalización puede traer beneficios reales, como una mejor coordinación entre equipos y decisiones más acertadas en tiempo real; sin embargo, también se han identificado barreras como la falta de entrenamiento del personal y la resistencia al cambio.

En el caso del Perú, estos problemas se manifiestan de forma notoria. Según un análisis de proyectos de infraestructura en el país, más del 40% de los proyectos paralizados se debieron al uso de métodos tradicionales poco eficaces en la etapa de planificación y ejecución. Este panorama revela la urgencia de aplicar metodologías más modernas y colaborativas que mejoren el control y la gestión de los proyectos constructivos.

Una de estas metodologías es el **Building Information Modeling (BIM)**, que se ha posicionado como una alternativa innovadora para enfrentar los problemas más comunes en el rubro de la construcción. BIM permite trabajar con modelos digitales tridimensionales que integran información técnica de todas las áreas de un proyecto, ayudando en la coordinación, el diseño y la gestión desde la etapa inicial hasta el cierre del mismo. Diversos estudios han resaltado que usar BIM no solo reduce errores y retrabajos, sino que también mejora la eficiencia operativa y fomenta prácticas sostenibles.

En Perú, el uso de BIM ha ido creciendo, sobre todo en proyectos de gran tamaño financiados tanto por el Estado como por empresas privadas. El **Plan BIM Perú**, promovido por el Ministerio de Economía y Finanzas, plantea una hoja de ruta clara para implementar progresivamente esta metodología en las entidades públicas, con metas definidas para los años 2025 y 2030. A pesar de estos avances, aún existen limitaciones vinculadas a la falta de capacitación y a la integración incompleta de BIM en los procesos habituales de gestión de proyectos.

La presente investigación se enfoca en estudiar cómo se están utilizando las herramientas BIM específicamente en las etapas de planificación y diseño de un edificio de ocho pisos ubicado en la ciudad de Huancayo. El objetivo principal es proponer un modelo de gestión que permita aprovechar al máximo los beneficios del BIM, mejorando así los resultados del proyecto. Para ello, se analizarán aspectos clave como la eficiencia del cronograma, la estimación de costos y el uso de plataformas digitales como Revit, Navisworks, Autodesk Docs y Cost-It.

Estructura propuesta del documento de tesis

Esta tesis se ha organizado en cinco capítulos, cada uno con un propósito específico para desarrollar de manera clara el contenido de la investigación.

Capítulo I: Planteamiento del problema

En esta sección se explica la problemática central del estudio, se establecen los objetivos principales, se justifica la importancia del tema, se define el alcance tanto espacial como temporal, y se formulan las hipótesis y variables que guiarán el desarrollo de la investigación.

Capítulo II: Revisión de antecedentes y marco teórico

Aquí se abordan investigaciones previas tanto del contexto nacional como internacional, además de desarrollar las bases teóricas necesarias para sustentar el estudio y precisar los conceptos clave que serán utilizados.

Capítulo III: Metodología

Este capítulo describe el enfoque adoptado, el tipo y nivel de investigación, así como el diseño metodológico, la población y muestra seleccionada, junto con las técnicas e instrumentos empleados para recolectar y analizar los datos.

Capítulo IV: Resultados y análisis

En esta parte se presentan los hallazgos obtenidos a partir del trabajo de campo, se analizan en función de los objetivos propuestos y se discuten los resultados más relevantes.

Capítulo V: Conclusiones y propuestas

Finalmente, se exponen las conclusiones extraídas del estudio y se plantean sugerencias concretas para facilitar la implementación efectiva del modelo BIM en futuros proyectos constructivos de características similares.

Además, al final del documento se incluyen las referencias bibliográficas utilizadas y los anexos que respaldan la información desarrollada a lo largo de los capítulos anteriores.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

La industria de la construcción representa uno de los pilares económicos fundamentales en cualquier nación; sin embargo, continúa enfrentando importantes limitaciones vinculadas a su baja adopción tecnológica. Este rezago se traduce en errores de planificación, inconsistencias en el diseño, interferencias entre especialidades y una deficiente articulación entre los actores del proyecto, lo que genera sobrecostos, ampliaciones de plazo y deficiencias en la calidad final de las obras.

En el caso del Perú, esta problemática es particularmente crítica en el ámbito de la inversión pública. Según el Instituto de Infraestructura Institucional y Gestión (IIG), entre 2006 y 2019, el Estado peruano no ejecutó ni un tercio del Presupuesto Institucional Modificado (PIM) anual promedio. Además, la Contraloría General de la República reportó en 2018 más de S/ 16,870 millones en obras paralizadas, muchas de ellas con avances físicos menores al 20 %, lo que evidencia una clara deficiencia en la planificación y diseño de los proyectos desde su etapa inicial.

En la ciudad de Huancayo, estas deficiencias también se hacen visibles. Muchos proyectos de edificación presentan interferencias técnicas desde el diseño, cambios constantes en obra por ausencia de coordinación entre especialidades y limitadas capacidades de previsión desde las entidades públicas y privadas. Estos problemas se originan, en gran medida, por una gestión fragmentada que no prioriza la planificación integrada ni el diseño colaborativo.

Ante este escenario, el uso de metodologías innovadoras como Building Information Modeling (BIM) se presenta como una oportunidad clave para transformar esta realidad. BIM permite integrar las especialidades desde etapas tempranas, facilitando la toma de decisiones y reduciendo incertidumbres durante la ejecución. No obstante, en Huancayo, su adopción es aún incipiente, y existe escasa información sobre cómo identificar y aplicar los usos BIM específicamente en la fase de planificación y diseño de edificaciones.

En este contexto, surge la necesidad de desarrollar un estudio que permita proponer un plan de identificación de usos BIM en las fases de planificación y diseño de un proyecto de edificación en Huancayo, a fin de optimizar el desarrollo técnico de los proyectos desde

su concepción, reducir errores recurrentes y fomentar una cultura de trabajo colaborativo apoyado en tecnología.

1.1.2. Formulación del problema

Problema general

¿Cuáles son los usos BIM en fase de planificación y diseño del proyecto de una edificación de 08 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024?

Problemas específicos

- a) ¿Cuáles serán las variables y herramientas relevantes de gestión de proyectos y usos BIM para aplicarlos durante la fase de planificación y diseño del proyecto de una edificación de 08 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024?
- b) ¿Cuáles serán las técnicas o herramientas de gestión de proyectos e identificación de problemas valorados por el staff de obra del proyecto de una edificación de 08 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024?
- c) ¿Cómo sería un esquema conceptual de usos BIM con los factores valorados en el proyecto de una edificación de 08 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Proponer un plan de identificación de usos BIM en fase de planificación y diseño del proyecto de una edificación de 08 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024.

1.2.2. Objetivos específicos

- a) Determinar las variables y herramientas relevantes de gestión de proyectos y usos BIM para aplicarlos durante la fase de planificación y diseño del proyecto de una edificación de 08 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024.
- b) Determinar las técnicas o herramientas de gestión de proyectos e identificación de problemas valorados por el staff de obra del proyecto de una edificación de 08 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024.

- c) Desarrollar un esquema conceptual de usos BIM con los factores valorados en el proyecto de una edificación de 08 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Tecnológica

Este estudio se justifica tecnológicamente porque permite identificar de manera práctica los modelos y usos del BIM conforme a la Guía Nacional, fortaleciendo así su aplicación en proyectos constructivos reales.

1.3.2. Social

Desde el ámbito social, esta investigación aporta a los profesionales del sector construcción al mostrar con evidencia cómo el uso de BIM mejora la coordinación, reduce errores y promueve un trabajo colaborativo más eficiente.

1.3.3. Ambiental

En lo ambiental, el proyecto permite identificar ciertos riesgos existentes en el entorno de trabajo y, a partir de ello, sugiere alternativas de solución que pueden contribuir a una ejecución más sostenible.

1.3.4. Práctica

A nivel práctico, los resultados obtenidos ayudan a entender cómo aplicar BIM de forma efectiva, permitiendo resolver problemas frecuentes que se presentan en la gestión y ejecución de obras.

1.3.5. Metodológica

Desde el punto de vista metodológico, este trabajo contribuye al desarrollo académico sobre BIM, generando nuevo conocimiento que podrá ser consultado en futuras investigaciones similares.

En cuanto a la importancia del proyecto radica en mejorar la productividad a través del empleo de la metodología BIM en un proyecto de edificación, de tal manera se comprenda con mayor precisión cuáles son los aspectos relevantes relacionados a BIM, contribuyendo así a la mejora en la ejecución de proyectos, de tal manera los resultados y propuestas puedan complementarse a

futuro con investigaciones adicionales, enmarcándonos así en la tecnología correspondiente y alinearnos a la directiva N° 289-2019-EF, y la incorporación progresiva de BIM en el Perú.

1.4. Delimitación del proyecto

La delimitación del proyecto se centra específicamente en la identificación de usos BIM en una edificación de 08 pisos en el distrito de Huancayo, provincia de Huancayo, región Junín, durante el año 2024, utilizando herramientas del BIM. Este enfoque permitirá una evaluación exhaustiva de los factores que pueden servir para la identificación de los usos BIM en la fase de planificación y diseño, a fin de poder tener una ejecución de obra adecuada reduciendo los inconvenientes propios de una construcción.

1.5. Hipótesis y variables

1.5.1. Hipótesis

Hipótesis general

La identificación de los usos BIM en la fase de planificación y diseño permitirá proponer lineamientos que contribuyan a optimizar la gestión técnica del proyecto de una edificación de 08 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024.

Hipótesis específicas

- a) Al identificar las variables y herramientas relevantes de gestión de proyectos y usos BIM en la fase de planificación y diseño del proyecto permitirá mejorar la gestión y ejecución de una edificación de 08 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024.
- b) Al determinar las técnicas o herramientas de gestión de proyectos e identificación de problemas valorados por el staff de obra, se logrará mejorar la gestión y ejecución de una edificación de 08 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024.
- c) Al desarrollar un esquema conceptual de usos BIM con los factores valorados, permitirá mejorar la gestión del proyecto de una edificación de 08 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024.

1.5.2. Descripción y operacionalización de las variables

En la Tabla 1, se presenta la operacionalización de las variables en conjunto con los dimensiones e indicadores que componen a cada una, las mismas que fueron estudiadas en la realización de la presente tesis.

Tabla 1. Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Variable 1: <i>Usos BIM.</i>	Los usos de la metodología BIM hacen referencia a las formas específicas en que se aplica esta herramienta digital dentro de un proyecto de construcción. Estos usos se definen por medio de procesos técnicos que se relacionan con distintas fases del ciclo de vida de una obra, permitiendo una mejor toma de decisiones y coordinación entre equipos. (Guía Nacional BIM 2023).	Identificar qué usos de la metodología BIM se requieren para ejecutar correctamente un proyecto de edificación de ocho niveles	Usos 1, 2, 3, 4, 5, ,6 ,7 ,8 ,9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16 de la Guía nacional BIM
Variable 2: <i>Fase de planificación y diseño de una edificación</i>	Esta fase del proyecto está orientada a planificar las distintas etapas que componen una edificación. Abarca desde la definición de los procesos, el diseño de los sistemas constructivos y la toma de decisiones estratégicas que permitirán ejecutar la obra de manera ordenada y eficiente. (Guía Nacional BIM 2023).	Desarrollar modelos digitales que sirvan para estimar cantidades, costos, planos y demás elementos que permitan gestionar de manera eficiente esta etapa.	Presupuesto de obra
			Planos y modelos
			Estimación de costos y cantidades

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Nacionales

Flores (2020) abordó la interacción entre la metodología BIM y la filosofía Lean Construction en proyectos de edificación. Su propósito principal fue identificar de qué manera ambas herramientas pueden complementarse para generar beneficios en la ejecución de proyectos multifamiliares. Mediante un enfoque cuantitativo y un diseño experimental, la investigación concluyó que la implementación de BIM permite reducir significativamente el tiempo de ejecución, gracias a la automatización de tareas y a una mejor organización mediante iteraciones digitales. Este trabajo señaló que el uso de BIM no solo mejora la planificación, sino que también fortalece los principios de Lean Construction, generando sinergias positivas en obras de construcción.

Por otro lado, en la tesis titulada *“Implementación visual del sistema Last Planner mediante el modelado BIM en la ejecución del proyecto: centro comercial La Estación”*, se evidenció que el empleo conjunto de BIM y Last Planner System, dentro de la fase constructiva, permitió un control más preciso del avance de obra. A través del modelado digital, los autores lograron representar de forma clara las tareas y secuencias constructivas, lo que mejoró la planificación y programación del proyecto. Además, se demostró que a medida que aumenta la variabilidad en la planificación, también se incrementan los impactos negativos en cronograma y presupuesto, por lo que el uso de BIM ayudó no solo a prever dichos impactos, sino a tomar decisiones correctivas oportunas con base en indicadores de avance real.

Vargas (2023) aborda la problemática de la lentitud en la construcción de infraestructura hospitalaria pública en Perú, donde algunos proyectos superan los diez años en ejecución. Frente a esta situación, el estudio propone la implementación de usos de Building Information Modeling (BIM) específicamente para la etapa de construcción de proyectos hospitalarios públicos, con el fin de optimizar la gestión de la información y mejorar la eficiencia durante el ciclo de inversión. El trabajo parte de una revisión de literatura internacional y nacional para identificar los usos BIM relevantes, adaptándolos según las necesidades del cliente y motivaciones internas de la empresa constructora. Asimismo, se desarrollan propuestas específicas de usos BIM para las distintas fases de la construcción, evaluando sus beneficios mediante factores controlables y métricas

establecidas. La validación del método se realiza mediante resultados prácticos, permitiendo ajustes para mejorar la implementación en el contexto peruano. El estudio concluye que la adopción de BIM contribuye a una gestión más eficiente y estructurada de la información en proyectos hospitalarios públicos, favoreciendo la reducción de demoras y mejorando la calidad en la ejecución de obras.

Dávila y Polo (2021) abordan el problema relacionado con la inadecuada gestión de las obras públicas de saneamiento en el Perú. En su estudio, evidencian que aproximadamente 4,6 millones de ciudadanos no tienen acceso a agua potable y casi un millón carecen del servicio de alcantarillado, según información oficial del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2021). Este déficit en la infraestructura básica genera impactos negativos en la salud pública y en la calidad de vida, lo que refleja la urgencia de encontrar soluciones eficaces.

Entre las dificultades más frecuentes que enfrentan estas obras se encuentran: deficiencias en la elaboración de expedientes técnicos, falta de disponibilidad de partidas presupuestales, y una pobre coordinación entre los distintos actores del proyecto. Estas condiciones generan retrasos, sobrecostos y afectan directamente a las poblaciones beneficiarias.

Como respuesta a esta problemática, los autores sugieren el uso de la metodología Building Information Modeling (BIM) como una alternativa para mejorar la gestión de proyectos públicos. El enfoque BIM permite integrar la información generada por todos los participantes durante todo el ciclo de vida del proyecto, promoviendo mayor eficiencia y claridad en la toma de decisiones. A pesar de su uso extendido en el ámbito internacional, en el Perú su implementación aún es incipiente, especialmente en empresas pequeñas o proyectos regionales.

El Estado, a través del Plan BIM Perú, impulsado por el Ministerio de Economía y Finanzas, ha iniciado acciones para promover esta metodología. Sin embargo, aún se requiere mayor difusión y capacitación para su adopción efectiva.

La investigación tiene como propósito principal diseñar un plan de aplicación del modelo BIM en proyectos públicos de saneamiento durante la fase de ejecución. Para ello, se toma como base una revisión bibliográfica nacional e internacional sobre las ventajas de BIM, así como la identificación de los factores más relevantes que influyen en la gestión de proyectos. Asimismo, se aplicará un cuestionario dirigido a profesionales del sector con

experiencia directa, a fin de reconocer patrones comunes, herramientas aplicables y puntos críticos que suelen repetirse en la ejecución de este tipo de obras.

Flores y Huamani (2021) desarrollaron una investigación orientada a evidenciar los beneficios de combinar la metodología Building Information Modeling (BIM) con el enfoque del Sistema Last Planner (LPS) en la etapa de ejecución de obras. El propósito principal fue identificar cómo esta integración puede mejorar el rendimiento de los proyectos en curso.

En el contexto peruano, el uso de BIM ha venido ganando impulso gracias al Plan BIM Perú, promovido por el Ministerio de Economía y Finanzas, el cual tiene como meta incorporar progresivamente esta metodología dentro del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones con miras al año 2030. En su estudio, los autores evaluaron la implementación del BIM en proyectos reales, seleccionando como caso de análisis la obra "Certus II – Arequipa".

El desarrollo del proyecto inició con la elaboración de un Plan de Ejecución BIM (BEP), documento clave donde se establecieron los alcances, procesos y estándares necesarios para guiar el trabajo colaborativo entre disciplinas. Se definieron flujos de trabajo y lineamientos para el modelado 3D de especialidades como: estructuras, arquitectura, instalaciones sanitarias, eléctricas, electrónicas y mecánicas, utilizando principalmente el software Revit. (Integrated Concurrent Engineering).

Con los modelos coordinados y validados, se extrajeron metrados y Análisis de Precios Unitarios (APU) utilizando herramientas como Dynamo, obteniendo así una comparación entre el presupuesto contractual original (S/383,173.61) y el del modelo coordinado (S/426,650.44). Asimismo, se calcularon los costos y tiempos asociados a los retrabajos derivados de las interferencias críticas. Se identificó un ahorro económico de S/9,005.73, al evitar retrabajos gracias a la implementación temprana de BIM.

Adicionalmente, se estableció una sectorización óptima para balancear recursos clave como acero, concreto y encofrado, lo cual permitió desarrollar un tren de actividades más eficiente. Con esta información, se elaboraron histogramas comparativos de horas hombre que permitieron evaluar tres escenarios: planificación contractual tradicional, planificación con sobrecostos y sobretiempos usando BIM, y planificación optimizada con trenes de trabajo bajo el enfoque LPS. Los resultados evidencian una reducción de 15 días (11.11%) en la duración total del proyecto y una optimización del recurso humano del 14%, disminuyendo el personal máximo requerido de 243 a 209 personas.

Por último, los autores integraron los modelos y la planificación 4D en una plataforma de visualización y análisis de datos mediante Power BI, lo que permitió generar dashboards interactivos con métricas clave, visualizaciones 3D, y secuencias temporales por sectores y fases, facilitando una gestión visual accesible y eficiente para la toma de decisiones en obra.

La integración de BIM con planificación 4D y el sistema Last Planner permite no solo mejorar la coordinación técnica del proyecto, sino también optimizar tiempos, costos y recursos humanos. Esta sinergia metodológica representa una estrategia altamente efectiva para elevar la productividad y eficiencia en la ejecución de proyectos de construcción en el Perú

Gallegos (2021) desarrolló una investigación orientada a determinar si existe una relación significativa entre el uso de la metodología Building Information Modeling (BIM) en la fase de diseño y la productividad de las micro y pequeñas empresas (MYPES) del sector construcción en la región Arequipa. A través de un diseño de investigación no experimental, de nivel descriptivo relacional, el autor plantea la hipótesis de que a mayor uso de BIM en dicha etapa del ciclo de vida del proyecto, mayor será el nivel de productividad en las empresas evaluadas.

La muestra de estudio fue de 306 MYPES del sector construcción, seleccionadas a partir de una población total de 1,498 empresas, con un nivel de confianza del 95%. Se empleó la técnica de encuesta para recolectar datos de ambas variables: el nivel de uso de BIM y los indicadores de productividad. Para ello, se aplicó un cuestionario estructurado, cuyos resultados fueron luego organizados en tablas y gráficos. El análisis estadístico fue realizado mediante regresión lineal, la prueba Chi cuadrado y el coeficiente de correlación de Pearson.

El marco conceptual de la investigación expone el contexto del uso de BIM en el Perú, señalando su introducción progresiva desde el año 2010 y su reciente impulso normativo a partir de 2019 gracias a iniciativas como el Comité BIM de CAPECO y el Plan BIM Perú. El autor destaca que si bien BIM es una metodología colaborativa que puede aplicarse en todo el ciclo de vida de una edificación, su mayor adopción en el país se concentra actualmente en la fase de diseño, debido principalmente al desconocimiento general y la falta de capacitación en etapas más avanzadas.

En el análisis de resultados se identificó una correlación positiva y significativa ($r = 0.771$) entre las variables, lo cual confirma que a mayor nivel de uso de BIM en la fase de

diseño, se incrementa de forma proporcional la productividad de las MYPES. Esta relación se fundamenta en los beneficios observados de la metodología, tales como una mejor gestión de la información técnica, mayor precisión en la documentación y una planificación más clara y eficiente de los proyectos.

Además, como parte de la propuesta final, se planteó un plan de implementación BIM dirigido a las MYPES, que incluye herramientas digitales, capacitación técnica, protocolos colaborativos, integración de equipos de trabajo, y documentación estandarizada, con el fin de facilitar su adopción en empresas con limitados recursos tecnológicos o humanos.

El estudio demuestra que existe una relación directa y significativa entre el uso del BIM en fase de diseño y la productividad en las MYPES del sector construcción. La implementación de esta metodología no solo mejora la eficiencia en la elaboración de proyectos, sino que representa una oportunidad concreta para modernizar el sector y fortalecer la competitividad de las pequeñas empresas en la región.

2.1.2. Internacionales

Cajas (2023) (Universidad Nacional de Colombia) formuló y experimentó un proceso de innovación para abordar problemas reales en la industria de la construcción mediante la integración de Design Thinking como método creativo y Canvas como modelo de implementación y desarrollo. Su estudio parte de la premisa que, en sectores como la construcción en Colombia y Ecuador, persiste una visión tradicional y conservadora que limita la innovación debido a factores administrativos, resistencia al cambio y falta de gestión orientada a la competitividad.

Mediante una revisión bibliográfica inicial, Cajas Matute identificó problemas estructurales recurrentes en la construcción, que luego fueron validados y ampliados durante un taller práctico realizado en Santo Domingo, Ecuador, con la participación de veinte actores claves del sector público y privado. En este taller, se aplicaron herramientas específicas de Design Thinking para promover la participación activa, la colaboración y la generación de ideas creativas enfocadas en los problemas reales que enfrentan los profesionales del sector.

Posteriormente, las soluciones propuestas fueron analizadas con la metodología Canvas para estructurar su implementación estratégica, permitiendo identificar oportunidades de desarrollo tanto en procesos como en productos, con un enfoque especial en la sostenibilidad y educación. Entre las propuestas destacan la integración de estudiantes de

arquitectura e ingeniería civil para supervisar obras y el diseño de cubiertas ligeras para mitigar problemas de humedad.

Los resultados evidencian que la combinación de Design Thinking y Canvas no solo fomenta la creatividad, sino que también contribuye a un cambio de mentalidad en el sector, promoviendo una industria de la construcción más dinámica, adaptable e innovadora. Este enfoque dual responde a la necesidad de superar barreras culturales y administrativas, posicionándose como una alternativa valiosa para enfrentar los retos estructurales y mejorar la competitividad del sector en contextos latinoamericanos. Este antecedente ofrece un marco conceptual y metodológico relevante para investigaciones que buscan implementar soluciones innovadoras en la construcción, aportando herramientas prácticas para la identificación y resolución de problemáticas complejas desde una visión integral y participativa.

Restrepo (2025) investiga la problemática de la industria de la construcción en Colombia, caracterizada por una resistencia persistente a la adopción de tecnologías digitales y prácticas innovadoras que permitan avanzar hacia una cultura de innovación. La investigación destaca que esta resistencia ha limitado la capacidad del sector para mejorar la estimación de plazos y presupuestos, lo que se traduce en frecuentes retrasos y sobrecostos en la ejecución de proyectos. Además, el estudio señala que el ciclo de vida de los proyectos constructivos presenta una marcada fragmentación, factor que dificulta la generación de aprendizajes adaptativos y la utilización efectiva de datos históricos para la previsión y toma de decisiones.

Frente a este escenario, Restrepo (2025) propone la aplicación de modelamiento y simulación computacional como herramientas clave para fomentar la predictibilidad y la optimización del tiempo y costo en proyectos de construcción. Su enfoque se basa en la integración de datos documentados y la utilización de tecnologías digitales para desarrollar prácticas que aumenten la confiabilidad en la planificación y ejecución de obras. Asimismo, el estudio plantea la importancia de articular el sector de la construcción con otros actores del ecosistema de innovación, mediante la creación de escenarios Clúster-Academia-Empresa (CAE), como una estrategia para consolidar criterios técnicos y promover el uso de tecnologías emergentes.

Los resultados de esta investigación evidencian que la implementación de estas tecnologías no solo ayuda a reducir los sobrecostos y retrasos típicos de la industria, sino que también contribuye a superar las barreras culturales y técnicas que han frenado la innovación en el sector Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Operaciones (AEEO) en

Colombia. En consecuencia, el estudio aporta un marco metodológico que puede ser replicado o adaptado para mejorar la gestión de proyectos constructivos en contextos similares, brindando un camino hacia una industria más eficiente, confiable y competitiva.

Barreto (2023) analiza la importancia crucial de la interventoría en proyectos y obras de construcción en Colombia, enfatizando que esta función es fundamental para garantizar que los proyectos se ejecuten conforme a los intereses del propietario, dentro de los plazos y presupuestos establecidos, y cumpliendo con la normativa vigente. Sin embargo, la investigación destaca que la interventoría tradicionalmente ha fallado en alcanzar sus objetivos, principalmente debido a la contratación tardía de sus servicios —frecuentemente sólo en la etapa de ejecución— y no durante la supervisión y control de los diseños. Esta práctica resulta en problemas significativos de ineficiencia, ya que la falta de intervención temprana dificulta la corrección oportuna de errores en los diseños, lo que genera sobrecostos y reprocesos costosos durante la construcción.

El estudio identifica también que la ausencia de metodologías y herramientas tecnológicas adecuadas limita la capacidad del interventor para realizar una supervisión efectiva. En respuesta a esta problemática, Barreto (2023) propone la implementación de metodologías como el Integrated Project Delivery (IPD) y el uso de Building Information Modeling (BIM), que, al integrarse desde las fases iniciales del proyecto, facilitan la gestión eficiente de la información mediante modelos de datos relacionados. Esta integración permite un control riguroso y colaborativo del proyecto, mejorando la coordinación entre los diferentes actores involucrados.

A partir del análisis del caso de la Ciudadela de Occidente, desarrollado por la Empresa de Desarrollo Urbano (EDU), el autor evidencia las falencias en la interventoría de diseño y sus consecuencias en sobrecostos y reprocesos, los cuales podrían haberse minimizado con una adecuada implementación de BIM. Los hallazgos resaltan que la aplicación integral de BIM y IPD, involucrando a todos los actores del proyecto, potencia los resultados y el impacto positivo de la interventoría, mejorando significativamente la reducción y prevención de costos adicionales y correcciones durante la ejecución.

En conclusión, Barreto (2023) aporta un marco conceptual y metodológico que evidencia cómo la adopción temprana de tecnologías y metodologías colaborativas puede transformar la interventoría en un proceso más eficiente, transparente y efectivo, alineado con las exigencias normativas y funcionales del sector construcción en Colombia

Osorio (2021) aborda el papel fundamental que desempeñan los subcontratos en la industria de la construcción, donde estos llegan a representar más del 80% del trabajo total de un proyecto, generando una alta complejidad en la gestión y control por parte de los contratistas generales. El autor señala que la multiplicidad y diversidad de subcontratistas dificulta el seguimiento oportuno y el pago adecuado de sus respectivos contratos, afectando el progreso eficiente de la obra. Además, identifica que la ausencia de procesos estandarizados y sistemas de monitoreo eficaces en la industria conlleva a un manejo lento y poco confiable de la información, con excesiva dependencia en el juicio humano, lo cual genera retrasos y errores en el control de avances.

En este contexto, Osorio propone la implementación de Building Information Modeling (BIM) como una herramienta tecnológica que puede mejorar sustancialmente la gestión de la información, la coordinación y el control en la construcción. Explica que BIM permite la representación digital integrada de las características físicas y funcionales de un proyecto, facilitando la colaboración, la actualización automática de datos y la reutilización de la información a lo largo del ciclo de vida de la obra. Sin embargo, también reconoce que la adopción de BIM durante la fase de construcción enfrenta resistencias debido a los cambios necesarios en los flujos de trabajo y la actualización continua del modelo para reflejar los subcontratos.

Mediante entrevistas a expertos, encuestas y estudios retrospectivos en proyectos de construcción en Chile, el trabajo desarrolla y valida un método BIM específico para apoyar el seguimiento y pago de subcontratos. Un estudio de caso demuestra que el uso adecuado de BIM contribuye a evitar pagos indebidos y a reducir los tiempos del proceso de pago, evidenciando así beneficios claros en la eficiencia administrativa. No obstante, se identifican desafíos vinculados al alcance y actualización del modelo BIM para que incluya todos los paquetes de trabajo subcontratados, lo que requiere una gestión rigurosa y coordinación constante.

En conclusión, Osorio (2021) destaca que BIM representa una oportunidad significativa para enfrentar los problemas actuales en la gestión de subcontratos en construcción, mejorando la transparencia, la precisión y la eficiencia en el control y pago, lo cual repercute positivamente en la ejecución exitosa de los proyectos.

Herrera (2021) analiza la interacción entre los equipos de diseño en proyectos de construcción, destacando la complejidad derivada de la alta especialización y fragmentación propia de la industria AEC. El estudio se centra en el impacto conjunto de las metodologías Lean Design Management (LDM) y Building Information Modeling

(BIM) sobre la colaboración y comunicación en la fase de diseño. La investigación desarrolla herramientas para evaluar la aplicación de prácticas LDM y usos de BIM, además de un método para comprender las interacciones en equipos de diseño.

Basado en datos empíricos de 64 proyectos, el autor identifica 33 relaciones significativas entre el uso de BIM y la aplicación de prácticas Lean, evidenciando que la adopción de BIM promueve una mayor implementación de LDM. Los proyectos que aplican la gestión BIM-Lean muestran interacciones más fluidas, transparentes y estandarizadas, fomentando un entorno colaborativo basado en la confianza, el aprendizaje y el compromiso del equipo. En contraste, los proyectos sin esta gestión presentan interacciones limitadas y menos eficaces.

El estudio concluye que la integración de BIM y Lean en la fase de diseño mejora significativamente la coordinación y eficiencia del equipo, impactando positivamente en el desempeño del proyecto y en la reducción de actividades que no agregan valor, como reprocesos y tiempos de espera

2.2. Bases teóricas

Las características del son: El riesgo puede ser tanto objetivo como subjetivo, pudiendo ser identificado de forma inmediata o basado en la percepción del analista. Este sujeto a sujeto al juicio personal; incluso los riesgos objetivos se consideran y cuantifican según la importancia que el evaluador les otorgue. Por último, Es posible tanto aceptar como rechazar el riesgo; una vez identificado, cada organización tiene la libertad de gestionarlo de la manera que considere más adecuada (Paredes, 2019).

2.2.1. Building Information Modeling (BIM)

El Building Information Modeling (BIM) es una metodología moderna que permite gestionar de manera eficiente la información de un proyecto de construcción a lo largo de todo su ciclo de vida. Se basa en el uso de software especializado que trabaja con modelos tridimensionales, los cuales integran datos geométricos, espaciales, estructurales y cuantitativos en un entorno digital colaborativo.

Gracias a esta tecnología, es posible desarrollar representaciones virtuales detalladas de una obra desde su fase inicial de diseño hasta su ejecución, operación y mantenimiento. Uno de los principales beneficios del uso de BIM es la reducción del tiempo y costos asociados, ya que permite detectar interferencias entre especialidades antes de construir, optimizar la planificación de actividades y mejorar la toma de decisiones. (Retete, 2016).

Además, los programas BIM facilitan la coordinación entre los diferentes actores del proyecto, como arquitectos, ingenieros, contratistas y supervisores, al permitirles trabajar de forma simultánea sobre un mismo modelo digital actualizado en tiempo real. Esto no solo agiliza los procesos constructivos, sino que también mejora la calidad del producto final y reduce la probabilidad de errores o retrabajos en obra.

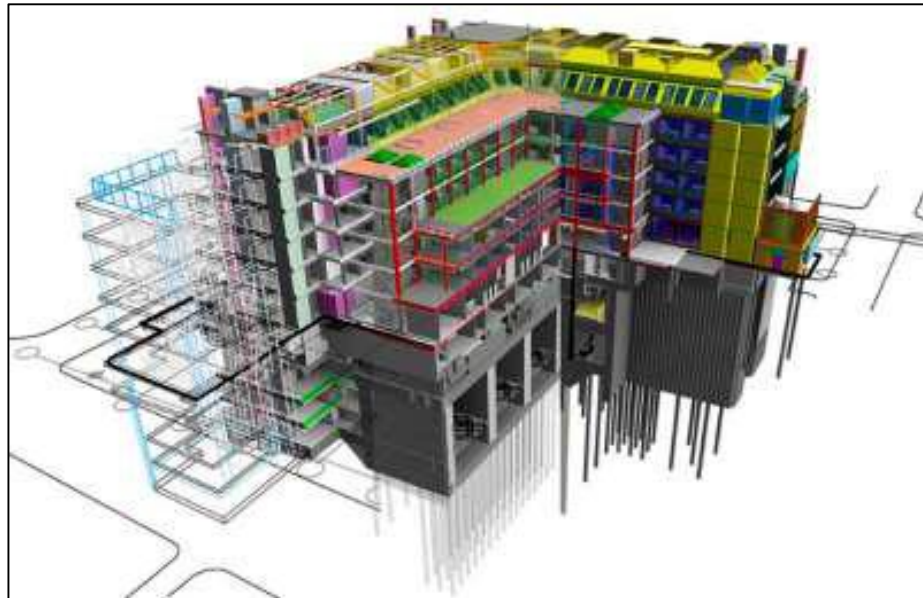


Figura 1. *Modelo del programa*
Fuente: IBuildBIM

Historia del BIM

El desarrollo del software relacionado con la metodología BIM ha estado liderado principalmente por empresas especializadas en soluciones digitales para arquitectura y construcción. Una de las pioneras fue la firma húngara Graphisoft, que en 1987 lanzó el programa ArchiCAD, el cual es considerado uno de los primeros softwares capaces de trabajar modelos en 2D y 3D, orientado a computadoras personales. Este avance marcó un hito al permitir la creación de edificaciones virtuales, conocidas como *Virtual Building*.

Posteriormente, en el año 2002, Autodesk, reconocida por su liderazgo en software de diseño, adquirió la empresa texana Revit Technology Corporation por aproximadamente 133 millones de dólares. Esta adquisición marcó el inicio de la adopción oficial del concepto BIM por parte de Autodesk. De forma paralela, académicos como Charles M. Eastman, del Georgia Tech, comenzaron a publicar investigaciones que sentaron las bases teóricas del modelado de información para la construcción, anticipando lo que hoy se conoce como BIM.

Un personaje clave en la consolidación del término fue Jerry Laiserin, quien propuso el uso formal del nombre *Building Information Modeling*, resaltando su utilidad para integrar datos computarizados en la construcción y mejorar la gestión de proyectos en formato digital. Gracias a su difusión, el concepto BIM se volvió ampliamente aceptado en el sector AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción).

Actualmente, existen múltiples desarrolladores que ofrecen soluciones BIM. Entre ellos destacan: Nemetschek, Sigma Design, Autodesk, StruCad, AceCad Software, Bentley Systems, ACCA Software y CADDDetails. Cada uno ofrece herramientas con distintos enfoques, como el modelado detallado, la coordinación entre disciplinas o la planificación del ciclo de vida del proyecto.

Es importante mencionar que, en 1978, apareció una de las primeras soluciones gráficas para diseño arquitectónico, elaborada por Sigma Design International. Esta versión fue la base de lo que luego, en 1984, se denominaría ARRIS CAD, un software diseñado para arquitectos y proyectistas. Más adelante, surgieron versiones orientadas a instalaciones eléctricas y análisis de redes, como UNIX*UNIXENIX, expandiendo el campo de aplicación del modelado digital en edificaciones e infraestructura. (Retete, 2016).

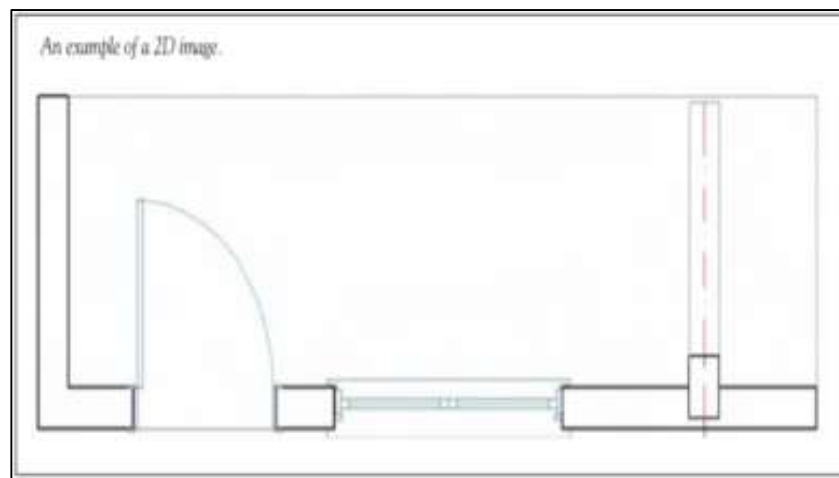


Figura 2. *Ejemplo de BIM, imagen en 2D*
Fuente: See 2007

Figure 2 – A simple example of BIM objects, properties and relationships.³

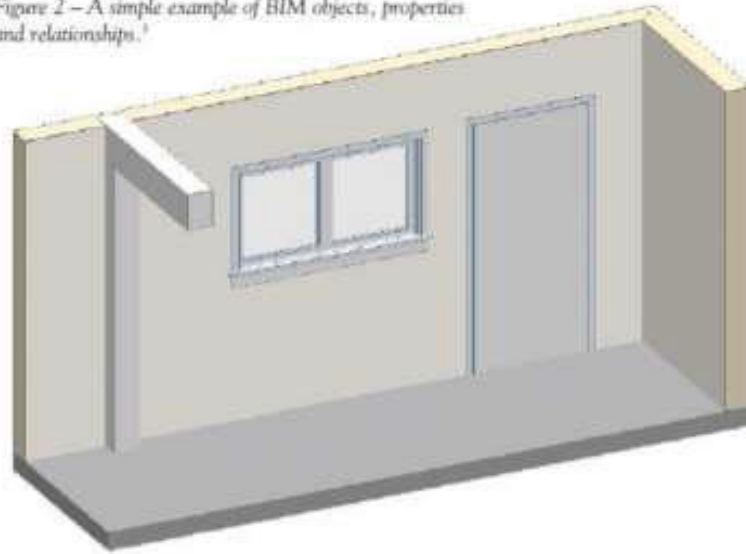


Figura 3. Ejemplo de BIM, imagen en 3D.
Fuente: See 2007

Importancia del BIM

El sector de la construcción ha experimentado avances importantes gracias a la incorporación de nuevas tecnologías. En particular, el enfoque BIM (*Building Information Modeling*) representa un cambio significativo al combinar herramientas de hardware y software que permiten una mejor gestión de los proyectos desde sus primeras etapas. Esta metodología requiere que los profesionales del rubro reciban capacitación técnica adecuada para poder aprovechar su potencial y aplicarla de manera eficiente en cada fase del proyecto.

Adoptar BIM no implica únicamente usar herramientas digitales, sino también rediseñar las formas tradicionales de trabajo. Esto requiere un cambio en la cultura organizacional y en la forma de gestionar los proyectos. No basta con implementar la tecnología; es imprescindible conformar equipos de trabajo capacitados y comprometidos que entiendan cómo integrarla efectivamente. Solo así se podrán alcanzar resultados óptimos frente a los desafíos propios del rubro constructivo.

Uno de los aportes clave de BIM es su capacidad para mantener un flujo continuo de información desde las primeras etapas del diseño hasta la entrega final del proyecto. Esta continuidad permite reducir errores comunes, como la falta de coordinación entre especialidades técnicas, que suelen generar sobrecostos y retrasos durante la etapa constructiva (Eastman et al., 1975).

Además, BIM introduce una nueva manera de visualizar el proceso constructivo. En lugar de pensar en un edificio solo cuando ya está construido, la metodología permite planificarlo desde el modelo digital, evaluando desde etapas tempranas aspectos como: costos, tiempos y compatibilidades técnicas. Esto reduce considerablemente los errores asociados al diseño y ejecución de obras, permitiendo una mejor toma de decisiones desde el inicio del proyecto.

La metodología Building Information Modeling (BIM) juega un papel crucial para abordar los desafíos tradicionales de la construcción, al tiempo que agrega un valor significativo a los procesos de desarrollo de proyectos. Aunque su implementación puede realizarse de forma aislada en todas las etapas de un proyecto, es esencial integrarla desde las etapas iniciales de diseño. Esta anticipación permite identificar y corregir errores que puedan surgir en etapas posteriores, optimizando el cronograma de construcción, reduciendo costos y asegurando que se cumplan los plazos. Una de las principales ventajas de BIM es que toda la información está centralizada en un modelo digital, facilitando el control y la gestión de la documentación. Esta claridad y accesibilidad de la información permite al contratista ejercer un mayor control sobre el proyecto en su conjunto. Además, al contar con datos claros y actualizados, el cliente puede involucrarse en el proceso de toma de decisiones y las estrategias asociadas. Esto fomenta una coordinación efectiva desde la gerencia hasta el personal operativo en la obra, asegurando que todos los niveles del equipo estén alineados y trabajando hacia un objetivo común.

¿Qué es el BIM?

Según Farfan y Chavil (2016) existen diversas definiciones de BIM que han sido recogidas en fuentes académicas especializadas. Cada una de ellas resalta diferentes aspectos de esta metodología según el enfoque de quien la describe:

- **Autodesk** (2008) define el BIM como un sistema que permite desarrollar tanto la concepción inicial como la administración de la información relacionada a una edificación, abarcando desde el diseño hasta su ejecución.
- Esta metodología también se considera una forma organizada de representar digitalmente una construcción, incluyendo elementos geométricos, propiedades, datos espaciales y cantidades, aspectos clave para su análisis técnico y gestión.
- Por su parte, el manual *Handbook* detalla que BIM permite trabajar con

modelos tridimensionales que integran el diseño técnico, ordenamiento de procesos constructivos y análisis mediante software especializados, todo orientado a un control personalizado del proyecto.

- Desde una perspectiva académica, la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSIE) resalta que BIM no solo gestiona planos y modelos, sino también administra eficazmente los procesos constructivos desde la etapa de diseño hasta la planificación de la obra.
- Finalmente, hay definiciones que señalan que el BIM no debe entenderse únicamente como un software, sino como una nueva filosofía de trabajo colaborativa. Esta se apoya en modelos virtuales paramétricos que permiten gestionar todas las fases del proyecto, desde el diseño hasta la operación, asegurando coherencia, precisión y eficiencia en la toma de decisiones.
- El enfoque BIM no solo implica una herramienta técnica, sino también una filosofía de trabajo que permite simular digitalmente una edificación antes de construirla físicamente. Esto significa que se puede ejecutar virtualmente un proyecto completo, lo que facilita la identificación de posibles errores o fallas que, al no generar costos reales, pueden ser corregidas de manera anticipada. Este proceso permite además aplicar optimizaciones al diseño, garantizando así una mayor eficiencia al momento de llevarlo a la realidad.
- De este modo, el modelo BIM se comporta como una réplica digital del proyecto, que permite observar y analizar cada modificación directamente en los planos 2D, para luego representarlos tridimensionalmente (3D), como se ejemplifica en la figura 2 y su correspondiente representación en la figura

¿Qué no es BIM?

Si bien los avances tecnológicos han permitido la creación de herramientas que incluyen visualizaciones en 3D y funciones similares a las de BIM, no todas estas herramientas califican como un entorno BIM auténtico. Es importante diferenciar estas aplicaciones para evitar confusiones comunes en su uso profesional. (Farfan y Chavil, 2016)

- Existen casos donde se presentan modelos tridimensionales sin integración real de información, lo que impide que el sistema reaccione adecuadamente ante cambios durante el desarrollo del proyecto. Este tipo de herramientas no incorpora inteligencia paramétrica ni control de versiones, factores esenciales en BIM.
- Asimismo, se identifican plataformas que solo permiten visualizar modelos o planos, sin ofrecer conexión entre ellos ni generar datos útiles para la gestión o construcción. Aunque parezcan similares, su utilidad queda limitada a la representación visual y no al soporte técnico del diseño.
- Finalmente, hay herramientas que generan automatizaciones o animaciones, pero no actualizan la información en todas las vistas simultáneamente, lo que puede generar errores difíciles de detectar. Estas fallas comprometen la integridad del modelo, especialmente en etapas avanzadas del diseño o construcción.



Figura 4. *Comparación del BIM*
Fuente: BIM Management

Tipos

El desarrollo tecnológico aplicado al software ha permitido una evolución significativa, posicionando al entorno BIM como una herramienta reconocida a nivel internacional. Gracias a sus múltiples funcionalidades, este entorno permite trabajar con distintas

dimensiones de la información, lo que transforma la manera en que se gestionan los datos y se procesan los proyectos.

Las dimensiones que maneja el entorno BIM van más allá del espacio físico. No solo se modela en 3D, sino que se incorporan otros niveles que abarcan desde la idea inicial del proyecto hasta la gestión final del ciclo de vida. Estas dimensiones se suelen clasificar como: 1D, 2D, 3D, 4D, 5D, 6D y 7D, cada una de ellas relacionada con una etapa específica del desarrollo constructivo.

A continuación, se explica brevemente cada una de estas dimensiones:

– **1D = La idea:**

Todo proyecto inicia con una idea. Por ejemplo, al pensar en construir una vivienda, es necesario imaginar su función, ubicación y el entorno donde se desarrollará. En esta etapa preliminar, se definen conceptos como el propósito del diseño, se elabora un esquema base y se trazan los primeros objetivos generales.

– **2D = El boceto:**

En este nivel, se comienza a representar gráficamente el proyecto. Se realizan planos básicos que muestran las plantas, alzados y secciones. Estos documentos sirven como una primera guía visual para entender el volumen del proyecto y sus dimensiones generales.

– **3D = Modelo de información del edificio:**

Aquí se construye un modelo tridimensional que integra los datos recopilados. Este modelo permite observar con mayor claridad los componentes estructurales, instalaciones y otros elementos relevantes del edificio. Aunque a veces se cree que BIM solo consiste en el modelado 3D, en realidad este nivel es solo una parte del sistema completo, ya que lo esencial es cómo se usa la información dentro del modelo para tomar decisiones informadas.

– **4D = Tiempo:**

La cuarta dimensión del entorno BIM permite asociar la información del proyecto con un cronograma detallado. Esto significa que, además del modelo tridimensional, se puede visualizar cómo evoluciona la construcción a lo largo del tiempo. Gracias a esta dimensión, es posible identificar las fases constructivas, programar actividades y

anticipar el uso de recursos en fechas específicas, considerando variables como duración, clima o disponibilidad de materiales.

– **5D = Coste:**

La dimensión 5D está enfocada en el aspecto económico del proyecto. Se integra información relacionada con los costos estimados, reales y proyectados, tanto de materiales como de mano de obra, maquinaria y otros recursos. Esta dimensión permite tener un control más eficiente del presupuesto, generar comparativos de escenarios económicos y evitar sobrecostos innecesarios, apoyando la toma de decisiones en tiempo real.

– **6D = Simulación:**

Esta dimensión se vincula generalmente con el análisis de sostenibilidad, y en ocasiones es referida como "Green BIM". A través de herramientas especializadas, se simulan distintas alternativas para evaluar el desempeño energético del edificio, el uso eficiente de recursos o la reducción del impacto ambiental. Con ello, se optimizan las decisiones desde las etapas tempranas, considerando criterios de eficiencia y ecoeficiencia.

– **7D = Manual de instrucciones:**

La séptima dimensión amplía el alcance del BIM hacia la gestión de todo el ciclo de vida del activo construido. Aquí se integran datos esenciales para el mantenimiento preventivo y correctivo, inspecciones, rehabilitaciones y hasta su eventual demolición o reciclaje. Esta dimensión se convierte en un manual digital de operación del edificio, proporcionando información actualizada para el Facility Management, lo cual resulta clave para asegurar el funcionamiento óptimo a largo plazo.

Debemos tener en consideración que en el proceso del periodo de ejecución de la obra.

Un dato muy importante a tener en cuenta es que, durante todo el ciclo de vida del proyecto, a partir de inicio a final considerando el reciclaje produciéndose un método continuo sobre retroinformación con esto se refiere a que a que el ejemplar del BIM este se va cambiando consecutivamente la cual evolucionara a tal punto que los cualquier, momento realidad y modelo son semejantes. (Bintool, 2021)

Marco para la implementación BIM

Según Liliana Román y Salinas Saavedra (2013), el marco para la implementación del BIM contempla a todos los actores que participan en la industria de la construcción y en las etapas de operación, identificadas como AEC(O): Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Operación. Este enfoque permite comprender con claridad el rol que cada participante desempeña dentro del entorno BIM, así como los procesos de activación y los requisitos necesarios para su correcta puesta en funcionamiento.

– **Campos BIM:**

La implementación del software BIM se estructura en torno a tres campos fundamentales: Tecnología, procesos y políticas. Cada uno de estos pilares posee características, requisitos y entregables propios, así como actores responsables de su ejecución.

– **Tecnología:**

Este campo agrupa a las herramientas digitales y equipos de software necesarios para el diseño, modelado, ejecución y supervisión de los procesos constructivos. Es el eje técnico que respalda la aplicación práctica del BIM en proyectos de edificación e infraestructura.

– **Procesos:**

Los procesos BIM se refieren a los flujos de trabajo, protocolos y metodologías utilizadas en el desarrollo del proyecto. Este campo involucra a propietarios, proyectistas, ingenieros, contratistas, subcontratistas y demás agentes que forman parte del ciclo de vida del proyecto, estableciendo roles y responsabilidades claras.

– **Políticas:**

Este ámbito comprende los marcos normativos, contractuales y regulatorios que orientan la implementación del BIM. Incluye desde la normativa vigente hasta los acuerdos legales entre las partes involucradas. Las políticas permiten garantizar la trazabilidad de la información, el cumplimiento de los entregables y la adecuada transferencia de responsabilidades entre los actores del proyecto.

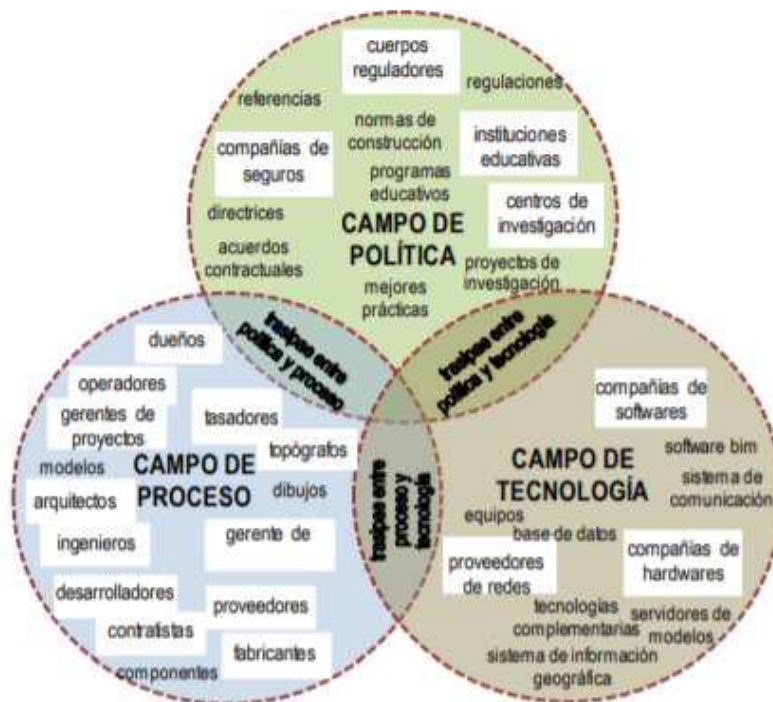


Figura 5. *Los tres campos entrelazados de la actividad BIM*

Fuente: Succer 2008

Aplicaciones del BIM en la industria de la construcción

Farfan y Chavil (2016) mencionan que uno de los factores más determinantes para asegurar una implementación exitosa de la metodología BIM en cualquier proyecto constructivo es la colaboración fluida entre todos los integrantes del equipo, incluyendo al cliente, al diseñador, al contratista, así como a subcontratistas y proveedores. Esta colaboración debe basarse en un flujo continuo y transparente de información durante todo el ciclo de vida del proyecto, permitiendo aprovechar al máximo los beneficios del enfoque BIM.

En ese sentido, las aplicaciones de BIM son diversas y se adaptan a las distintas etapas del proyecto. A continuación, se describen algunas de las principales áreas en las que esta metodología puede ser aplicada:

Visualización

- Diseño
- Simulación / Análisis
- Costo de ciclo de vida
- Prevención de conflictos e inconsistencias
- Metrados

- Planificación de a seguridad
- Procura
- Planificación de la producción / Planificación 4D
- Gestión de la cadena de suministro
- Logística
- Gestión de las instalaciones
- Diseño de modelado inteligente
- Gestión de registros

La valía de BIM durante la etapa de diseño o ingeniería se denota en el proyecto pues de este se debe desprender calidad e innovación.

“El BIM permite visualizar el modelo del proyecto, modelar la constructibilidad, cuantificar metrados, integrar el modelo con la planificación de obra (4D), integrar el modelo con el costo (5D), elaborar una secuencia constructiva y logística, mejorar la efectividad de la ingeniería de valor, planificar la seguridad, entre otros”.

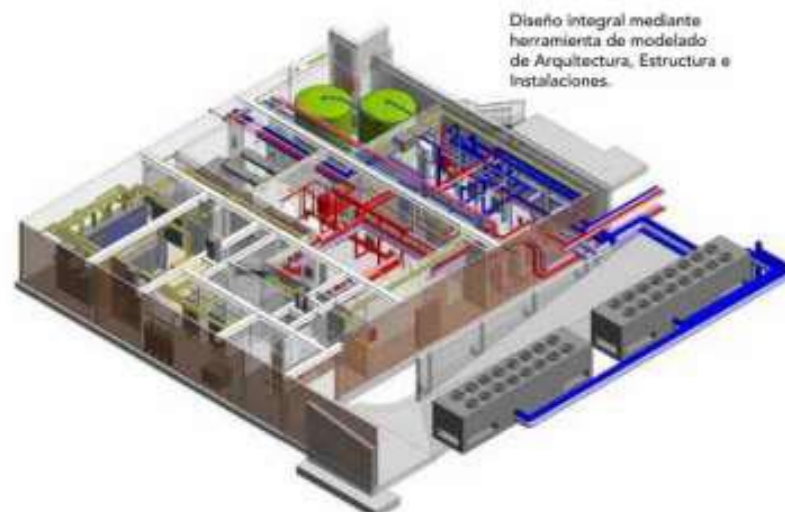


Figura 6. *Aplicación del BIM*

Fuente: ETSIE 2010

Beneficios

Actualmente en el Perú el beneficio más apreciado y perceptible durante la construcción de un proyecto es la reducción de conflictos y de errores de inconsistencia en los planos.

A continuación, se enumeran los beneficios más importantes de la implementación BIM durante las etapas de diseño/ingeniería y construcción.



Figura 7. *Beneficios del BIM*

Fuente: BIM HR

a. Durante la etapa de diseño/ingeniería

- “Permite el diseño colaborativo y técnicas constructivas”
- “Permite el diseño colaborativo y técnicas constructivas”
- “Incrementa la comunicación entre clientes, especialidades, constructores y proveedores”
- “Mejora la información compartida entre los stakeholders”
- “Facilita la toma de decisiones en el diseño de las especialidades”
- “Reduce cantidad de RFI’s y órdenes de cambio”
- “Agiliza la evaluación de escenarios “What if””
- “Agiliza la reacción a los cambios de diseño”
- “Agiliza la generación de planos 2D más exactos y consistentes”
- “Obtención de costos estimados”
- “Permite la fijación de precios de las modificaciones en tiempo real”
- “Agiliza la productividad de staff debido a la facilidad de obtención de información”
- “Analiza el sistema de la edificación (flujo de aire, edificación sostenible, modelamiento de energía, etc.)”
- “Mejora la visualización de la edificación para diseñadores, constructores y clientes/propietarios”

- “Permite trasladar la “Revisión de Plano/Permiso” desde los planos a un medio Electrónico”

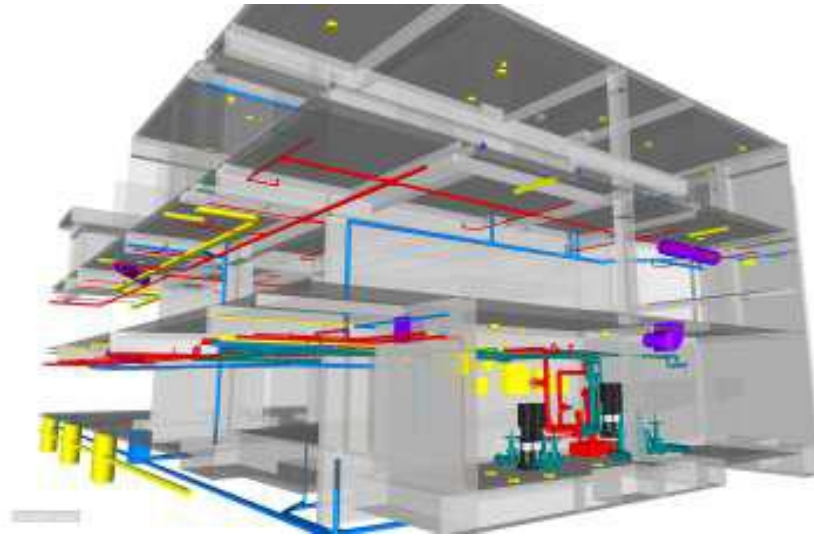


Figura 8. *Etapas del diseño*
Fuente: Todo 3D

b. Durante la etapa de construcción

Considerando estas optimizaciones las cuales se llegan a observar en el proceso del proyecto:

- “Permite tener la visualización virtual y completa de la edificación”
- “Permite buscar técnicas y secuencias constructivas”
- “Clarifica el riesgo del proyecto (permite reducir riesgos)”
- “Reduce conflictos y errores en documentos contractuales”
- “Agiliza detección de conflictos y evita re-trabajos”
- “Permite trabajar con condiciones térmicas y acústicas”
- “Reduce cantidad de RFI's y órdenes de cambio”
- “Reduce costos de construcción”
- “Agiliza la productividad de staff debido a la facilidad de obtención de información”
- “Mejora la comprensión del personal obrero respecto de las labores diarias”



Figura 9. *Proceso constructivo en un modelo BIM*

Fuente: ETSIE, 2010

Adopción del BIM en entorno nacional

De acuerdo con declaraciones del gerente de Autodesk Perú, Alejandro De León, actualmente muchas empresas ya cuentan con herramientas tecnológicas avanzadas; sin embargo, el verdadero reto radica en lograr que las organizaciones adopten plenamente la metodología BIM en todas las etapas de sus proyectos, desde la concepción hasta la operación.

En el contexto peruano, la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) ha asumido un rol activo en la promoción del uso del BIM. Esta entidad impulsa diversas iniciativas como: talleres, conferencias y capacitaciones dirigidas por especialistas nacionales e internacionales, con el objetivo de difundir los beneficios del BIM, mejorar las capacidades técnicas de los actores del sector y fomentar una cultura organizacional alineada con esta nueva metodología.

Empresas peruanas como: COSAPI, Graña y Montero y Marcan, entre otras, han comenzado a incorporar esta metodología en sus operaciones. Gracias a ello, están desarrollando una mayor experiencia técnica y acumulando conocimiento práctico que les permite aplicar BIM de manera progresivamente más eficiente en sus proyectos de infraestructura y edificación.



Figura 10. *BIM en el Perú*

Fuente: IBuildBIM

2.2.2. Revit como herramienta BIM

Autodesk Revit es una plataforma BIM especializada en el modelado tridimensional paramétrico de edificaciones. Es ampliamente utilizada en todas las fases de un proyecto: planificación, diseño, documentación, construcción y operación. Revit permite centralizar toda la información técnica en un único modelo digital que puede ser compartido y editado por diferentes disciplinas, lo que mejora la colaboración y la toma de decisiones.

En el contexto del presente proyecto de un edificio de ocho pisos en Huancayo, Revit se implementa como herramienta clave para la modelación arquitectónica, estructural y MEP, lo que facilita:

- La generación automática de planos constructivos y cálculos métricos. Esto reduce significativamente el tiempo invertido en documentación técnica.
- La visualización previa del edificio. A través de recorridos virtuales, se logra una comprensión espacial más clara por parte de todos los actores.
- La identificación de interferencias. Con apoyo de herramientas como Navisworks, que complementan a Revit, se detectan conflictos entre instalaciones, estructuras y arquitectura antes de la etapa constructiva.
- La trazabilidad de cambios. Cada modificación realizada en el modelo se actualiza automáticamente en todos los planos asociados, lo que minimiza errores y duplicidades.



Figura 11. *Revit*

Fuente: RevitBIM

2.2.3. Método Delphi como herramienta de validación contextual

El método Delphi es una técnica de investigación cualitativa y de consenso, utilizada para obtener la opinión experta en temas complejos o con información limitada. Su aplicación se basa en encuestas sucesivas a un panel de especialistas, quienes responden de forma anónima y revisan sus respuestas con base en los resultados grupales obtenidos en cada ronda.

En esta investigación, el método Delphi se emplea para validar la selección de los usos BIM más viables durante la fase de planificación y diseño del edificio. La aplicación del Delphi se justifica por dos razones principales:

- Primero, en Huancayo no existen suficientes datos previos ni documentación técnica consolidada sobre la implementación efectiva de BIM en proyectos de edificación de mediana escala.
- Segundo, se requiere comprender las capacidades reales del sector constructor local, lo cual solo puede lograrse mediante la consulta a ingenieros, arquitectos y especialistas que operan directamente en este entorno.

El Delphi permite entonces obtener una visión realista y consensuada sobre qué usos BIM son factibles de implementar en función de factores como: tipo de proyecto, disponibilidad de software, capacitación del personal, nivel de digitalización de las empresas y restricciones presupuestarias

2.2.4. Lean Construction

La metodología Lean Construction surge como una adaptación del enfoque Lean Production, originalmente desarrollado en la industria manufacturera, con el propósito de mejorar la eficiencia y productividad, pero aplicada al sector de la construcción.

Lean Production fue implementada con notable éxito por la empresa japonesa Toyota, destacando por su capacidad para minimizar desperdicios a lo largo de todo el proceso productivo. Su filosofía se centra en la reducción de actividades que no generan valor, incrementando la eficiencia operativa y orientando cada etapa del proceso hacia la satisfacción plena del cliente.

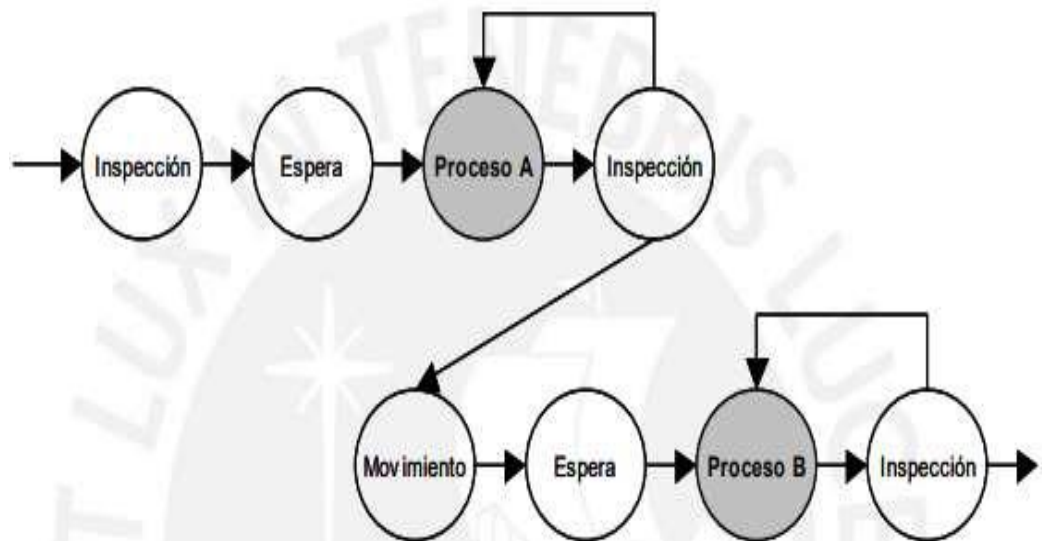


Figura 12. BIM en el Perú

Fuente: IBuildBIM



Figura 13. Flujo de valor de la Producción

Fuente: Achell Pons (2014)

Además, este enfoque fue originalmente concebido para optimizar procesos en la producción industrial. Sin embargo, debido a sus resultados positivos, fue progresivamente adoptado también en las etapas constructivas de los proyectos, lo cual contribuyó a incrementar su confiabilidad y a consolidar su uso como una herramienta esencial en la gestión moderna de obras.

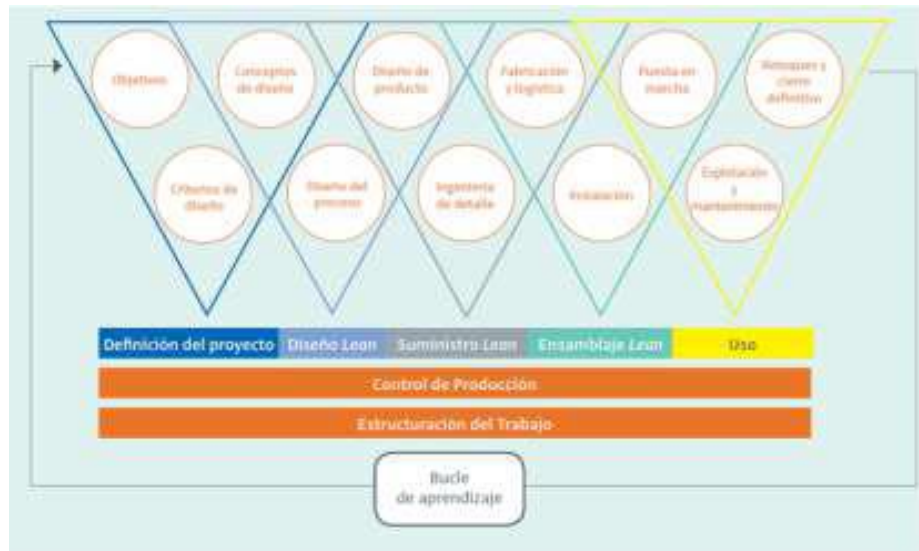


Figura 14. *Lean Project Delivery System*

Fuente: Achell Pons (2014)

En el contexto constructivo, Lean Construction considera la edificación como un flujo de procesos interrelacionados, en contraposición a la visión tradicional centrada únicamente en la transformación de materiales. Su propuesta se enfoca en la identificación y eliminación de pérdidas dentro de los procesos de construcción, ya que estas representan un alto porcentaje de ineficiencia operativa y pueden comprometer significativamente los resultados finales del proyecto.

Este modelo propone un enfoque sistemático de mejora continua, promoviendo la colaboración temprana entre los diferentes actores del proyecto, desde la fase de planificación hasta la entrega final, asegurando así una mayor eficiencia, reducción de costos, cumplimiento de plazos y calidad en la ejecución.

Es necesario denominar las 7 pérdidas a considerar en la obra, los cuales son:

- Sobreproducción
- Esperas
- Transporte

- Sobre procesamiento
- Inventario
- Movimientos
- Defectos (trabajos)

Herramientas

De los tres enfoques antes mencionados, se han visto reflejados en diversas herramientas, no necesariamente creadas para Lean, como se ve en lo siguiente:



Figura 15. *Herramientas de Lean Construction*

Fuente: Achell Pons (2014)

2.2.5. Last Planner System

El sistema Last Planner es una herramienta de control usada en obra para planificar tareas en periodos cortos. Se enfoca en reducir la incertidumbre, involucrando a quienes ejecutan directamente las actividades, como el capataz o encargado.

Su propósito es lograr que el trabajo fluya sin interrupciones, coordinando mejor lo que se puede y debe hacer cada semana. A diferencia de métodos tradicionales, este sistema

ajusta los planes a la realidad de la obra, asegurando que los compromisos asumidos sean cumplibles.

(Pons Achell & Perez, Colección guías prácticas de lean construction, 2019).



Figura 16. *Formación de las tareas en el proceso de LPS*

Fuente: Achell Pons (2014)

Aplicaciones en obra

El sistema Last Planner se ha consolidado como una herramienta clave en la ejecución de proyectos, permitiendo planificar tareas con mayor certidumbre y control. Su aplicación en obra permite definir ritmos de trabajo claros, mejorar la productividad y garantizar el cumplimiento de plazos. A través de reuniones semanales con ingenieros y maestros de obra, se ajustan los planes de trabajo, identificando restricciones y promoviendo decisiones colaborativas que impactan positivamente en la ejecución diaria.

2.2.6. Sinergia de Bim y Lean Construction

La integración de BIM y Lean Construction optimiza cada etapa del proyecto mediante planificación colaborativa y uso eficiente de la información. BIM aporta modelos detallados y actualizados en tiempo real, mientras que Lean permite reducir desperdicios y mejorar la coordinación entre disciplinas. Esta sinergia reduce retrabajos y mejora la comunicación entre los actores involucrados, incrementando la eficiencia global del proyecto.

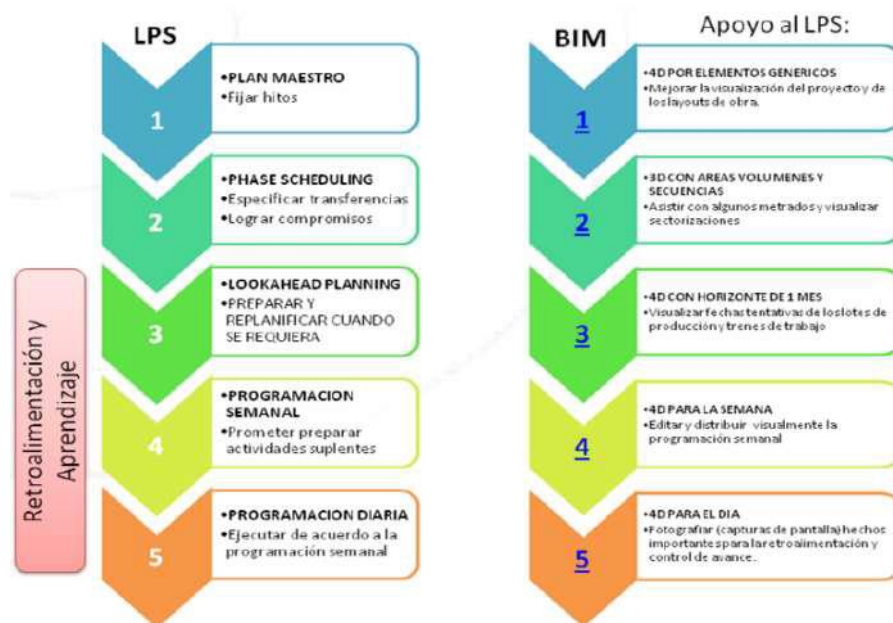


Figura 17. Aplicación LPS y BIM

Fuente: Achell Pons (2014)

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método, tipo y alcance de la investigación

3.1.1. Método de la investigación

Para alcanzar el objetivo de determinar los usos de BIM en la fase de planificación y diseño, se aplicó el método científico, el cual brinda un marco sistemático basado en la formulación de hipótesis, recolección y análisis de datos, interpretación de resultados y elaboración de conclusiones con respaldo empírico (Ricsh, 2019). Este enfoque permite una evaluación rigurosa y objetiva.

3.1.2. Tipo de investigación

La investigación es de tipo aplicada, ya que emplea conceptos, guías y procedimientos de la metodología BIM para proponer soluciones prácticas en proyectos reales.

3.1.3. Nivel o alcance de la investigación

El enfoque es descriptivo, al centrarse en identificar y detallar los usos de BIM durante la planificación y diseño de edificaciones, sin manipular variables.

3.2. Diseño de la investigación

El estudio se enmarca en un diseño no experimental de corte transversal, dado que no se manipulan variables, sino que se observa el fenómeno en un solo punto del tiempo.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población está constituida por todos los proyectos de edificación desarrollados en Huancayo, dentro de la región Junín.

3.3.2. Muestra

La muestra seleccionada corresponde a una edificación de 8 pisos ubicada en la ciudad de Huancayo.

3.4. Materiales y métodos

Para la realización del proyecto se emplearán materiales que estén relacionados con softwares que permitan el uso de la metodología BIM, como Autodesk Revit, SketchUp, etc. Se desarrollarán los modelos correspondientes en base a los usos BIM y las dimensiones correspondientes, tomando como referencia la Guía Nacional BIM Perú vigente a la fecha, partiendo como tal de la planificación del proyecto, realizar un Plan de Ejecución BIM que detalle los estándares, responsabilidades y procedimientos a seguir, complementando a los modelos de información a emplear en las distintas disciplinas que conforma dicho proyecto de edificación.

CAPÍTULO IV:

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación de resultados

El plan de ejecución BIM permite optimizar el proceso constructivo al promover un enfoque colaborativo en lugar de uno individualista, facilitando así el intercambio efectivo de información. Este intercambio se da principalmente en tres niveles:

Análisis constructivo: Se basa en el uso de modelos que contienen información geométrica, estructural y de elementos complementarios como instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias. Estos modelos, desarrollados bajo plataformas BIM, permiten descomponer los elementos conforme a una estructura basada en el sistema de Clasificación Unifomat II, facilitando la gestión y transferencia de datos durante todas las fases del proyecto.

Estructura de desglose: Se definen los elementos claves que permiten el flujo de información dentro del proceso BIM. En esta etapa se emplean los niveles de desarrollo (LOD) tanto al inicio como al cierre del diseño, determinando los tipos de archivos y plataformas de software requeridos para gestionar adecuadamente la información.

Responsabilidades y organización de datos: Se asignan responsables para la administración de los modelos y el uso adecuado del entorno BIM, asegurando que la información crítica esté estructurada y diferenciada según el contenido analítico de cada módulo.

Se ha añadido la información necesaria en el apartado de notas para diferenciar los elementos del modelo que contienen su modelo analítico y los que no lo contienen.

4.1.1. Información preliminar

La investigación sobre la implementación de Building Information Modeling (BIM) en la fase de planificación y diseño de un proyecto de edificación de ocho pisos en Huancayo, 2024, ha revelado hallazgos significativos que destacan tanto los beneficios como los desafíos asociados a esta metodología. A continuación, se presentan los resultados más relevantes, organizados en diferentes categorías con cuadros e imágenes que ilustran los hallazgos.

Identificación de variables y herramientas relevantes

Se identificaron las siguientes variables y herramientas que son esenciales para la gestión de proyectos utilizando BIM:

a. Usos BIM

Se identificaron múltiples aplicaciones de BIM, que incluyen la visualización 3D, la detección de interferencias, y la gestión del ciclo de vida del proyecto. Estas aplicaciones son esenciales para mejorar la comunicación entre las partes interesadas y reducir errores durante la construcción.

Los usos de BIM en este contexto incluyen:

- **Modelado 3D:** Facilita la visualización del proyecto en tres dimensiones, permitiendo a todos los involucrados entender mejor el diseño.
- **Detección de interferencias:** Ayuda a identificar conflictos entre diferentes sistemas (estructurales, eléctricos, etc.) antes del inicio de la construcción.
- **Gestión del ciclo de vida:** Permite un seguimiento continuo del edificio desde su diseño hasta su operación y mantenimiento.

Técnicas y herramientas valoradas por el personal de obra

a. Planificación colaborativa

La planificación colaborativa se centra en el uso de plataformas digitales que permiten a arquitectos, ingenieros y contratistas trabajar juntos desde las etapas iniciales. Esto asegura que todos estén alineados con los objetivos del proyecto.

b. Análisis predictivo

El análisis predictivo se basa en datos históricos y modelos analíticos para prever problemas potenciales. Esto permite a los equipos tomar decisiones informadas y reducir el riesgo de retrasos o sobrecostos.

c. Esquema conceptual de usos BIM

El esquema conceptual desarrollado incluye varios componentes clave:

- Visualización 3D
- Detección de interferencias
- Gestión del ciclo de vida

Este enfoque integral no solo mejora la calidad del proyecto final, sino que también optimiza los recursos utilizados durante el proceso constructivo.

Resultados cuantitativos

Los resultados cuantitativos obtenidos a partir del estudio indican una tendencia positiva en la adopción de BIM en proyectos recientes:

Tabla 2. *Evolución porcentual de la adopción de BIM entre 2017 y 2020 en la ciudad de Huancayo*

Año	Porcentaje de Adopción BIM	Proyectos Ejecutados
2017	25%	100
2018	30%	150
2019	35%	200
2020	39%	250

Impacto en costos y tiempos

La implementación efectiva de BIM ha mostrado un impacto significativo en la reducción de costos y tiempos:

- Reducción de costos: Se estima que las empresas que adoptaron BIM lograron un retorno positivo sobre la inversión, generando ahorros significativos en costos materiales.
- Acortamiento de tiempos: Proyectos ejecutados con BIM han demostrado ciclos más cortos debido a una mejor coordinación y planificación.

Impacto en costos

1. Detección temprana de incompatibilidades

Uno de los hallazgos más destacados es la capacidad de BIM para detectar incompatibilidades antes del inicio físico del proyecto. En un caso analizado:

- Se identificaron 400 incompatibilidades antes del inicio de la construcción.
- Esto permitió realizar ajustes necesarios sin afectar el cronograma ni aumentar los costos.

Herramientas de gestión

Las herramientas utilizadas para implementar BIM son igualmente importantes:

Tabla 3. *Herramientas de gestión*

Herramienta	Descripción
Autodesk Revit	Software para modelado arquitectónico que permite crear modelos 3D detallados.
Navisworks	Herramienta para la revisión del modelo y detección de interferencias.
BIM 360	Plataforma en la nube que facilita la colaboración y gestión del proyecto.
Primavera P6	Software para la gestión de proyectos que permite integrar cronogramas con BIM.

Evaluación cualitativa

Además de los resultados cuantitativos, se realizó una evaluación cualitativa sobre cómo el uso de BIM ha impactado positivamente las percepciones del personal involucrado:

- Mejora en la comunicación: Los encuestados reportaron una mejora notable en la comunicación entre equipos gracias al uso compartido del modelo digital.
- Satisfacción general: Un alto porcentaje (más del 80%) expresó satisfacción con las herramientas utilizadas, destacando su utilidad para facilitar tareas diarias.
- Aumento en la productividad: Muchos participantes señalaron un aumento significativo en su productividad debido a procesos más organizados y claros.

Discusión de resultados

4.1.2. Superar la resistencia al cambio

La resistencia al cambio es un fenómeno común en cualquier industria que introduce nuevas tecnologías, y la construcción no es una excepción. Muchos profesionales pueden sentir que sus habilidades actuales se están volviendo obsoletas con la llegada de BIM. Esta resistencia puede manifestarse de diversas formas, desde apatía hacia el aprendizaje de nuevas herramientas hasta una actitud escéptica hacia la tecnología. Para afrontar este desafío, es fundamental implementar programas de sensibilización que destaquen los beneficios concretos de BIM, como la mejora de la calidad del trabajo, la reducción de errores y el aumento de la eficiencia. Además, es importante crear un entorno donde los empleados se sientan cómodos expresando sus inquietudes y donde se valore el aprendizaje continuo. La comunicación abierta y el liderazgo proactivo son clave para reducir esta resistencia y facilitar una transición más fluida al uso de BIM.

4.1.3. Formación y desarrollo de habilidades

La falta de capacitación adecuada representa uno de los principales obstáculos para la implementación exitosa de BIM en el Perú. Sin una comprensión sólida de las herramientas y procesos involucrados, los trabajadores pueden sentirse inseguros y desmotivados para adoptar esta tecnología. La formación debe ir más allá del uso técnico del software; También es necesario centrarse en cómo integrar BIM en los flujos de trabajo existentes y mejorar la colaboración entre diferentes disciplinas. Se recomienda desarrollar programas de capacitación accesibles y continuos que incluyan tanto teoría como práctica, así como recursos en línea que permitan a los empleados aprender a su propio ritmo. Involucrar a expertos en BIM como mentores durante este proceso puede resultar muy beneficioso para guiar a los trabajadores en su aprendizaje.

4.1.4. Mejora de la eficiencia del proyecto

La metodología BIM mejora la eficiencia en los proyectos constructivos al optimizar la gestión de recursos, plazos y entregas. Esto se logra mediante la integración de todas las partes interesadas arquitectos, ingenieros y contratistas en un entorno colaborativo, donde se minimizan errores y retrabajos desde las fases tempranas. La detección anticipada de interferencias y conflictos reduce significativamente los sobrecostos y mejora la satisfacción del cliente. Para maximizar estos beneficios, es fundamental establecer protocolos claros de uso del BIM a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.

4.1.5. Sostenibilidad y responsabilidad ambiental

BIM se posiciona como una herramienta clave para fortalecer la sostenibilidad en la construcción. Permite evaluar el impacto ambiental desde las fases iniciales del diseño, facilitando decisiones informadas sobre materiales, consumo energético y eficiencia operativa. El análisis del ciclo de vida, junto con el modelado preciso, permite identificar mejoras sostenibles en la operación, mantenimiento y reciclaje de edificaciones. De esta manera, BIM promueve prácticas responsables que contribuyen a mitigar los efectos ambientales negativos a largo plazo.

CAPÍTULO V:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Para que la implantación de BIM tenga éxito, es fundamental que las organizaciones del sector de la construcción experimenten un profundo cambio cultural. Esto supone crear un entorno en el que se valore la innovación y se fomente una actitud proactiva hacia el aprendizaje y la adopción de nuevas tecnologías. Este cambio debe empezar desde arriba, garantizando que todos, desde los directivos hasta los empleados, comprendan no solo los beneficios económicos, sino también las mejoras en calidad y sostenibilidad que puede aportar BIM.
- La formación continua es fundamental para garantizar que cada miembro del equipo tenga las competencias necesarias para utilizar BIM de forma eficaz. No se trata solo de mejorar la calidad del trabajo, sino también de aumentar la confianza del personal ante los nuevos retos tecnológicos. Por ello, las organizaciones deben invertir en programas educativos inclusivos y accesibles a todos los empleados, garantizando que nadie se quede atrás en este proceso de transformación.
- Los beneficios tangibles de la implantación de BIM son claros: reducción de costes, plazos de entrega más cortos y mejora de la calidad del producto final. Sin embargo, para que estos beneficios se hagan realidad, es crucial que exista un compromiso colectivo con su uso efectivo. Esto implica no solo adoptar las herramientas tecnológicas adecuadas, sino también establecer procesos claros que faciliten su integración en cada etapa del proyecto.
- BIM juega un papel clave en la promoción de prácticas sostenibles en el sector de la construcción, ya que permite a los diseñadores evaluar el impacto ambiental desde las primeras etapas del proyecto. Esta capacidad no solo ayuda a cumplir con las regulaciones ambientales más estrictas, sino que también responde a una creciente demanda social de edificios más respetuosos con el medio ambiente. Al integrar BIM, las organizaciones pueden contribuir a un futuro más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

5.2. Recomendaciones

- Es fundamental desarrollar campañas informativas que lleguen a todos los niveles de la organización para dar a conocer los beneficios y oportunidades que ofrece la metodología BIM. Estas iniciativas deben incluir testimonios reales de proyectos anteriores donde se haya utilizado BIM con éxito, mostrando de manera clara cómo esta tecnología puede simplificar y mejorar el trabajo diario de todos.

- Es crucial crear rutas de capacitación bien definidas y accesibles para que todos los empleados puedan formarse adecuadamente en BIM. Esto podría abarcar desde cursos presenciales y talleres prácticos hasta recursos digitales como tutoriales y webinars, adaptados a diferentes niveles de experiencia, asegurando que cada persona tenga la oportunidad de aprender y crecer.
- Promover un enfoque colaborativo desde el inicio del proyecto puede marcar una gran diferencia en los resultados finales. Se sugiere formar equipos multidisciplinarios que integren arquitectos, ingenieros y contratistas, trabajando juntos desde las primeras fases del proyecto con modelos compartidos. Esto no solo mejora la comunicación, sino que también asegura una comprensión común del proyecto entre todos los involucrados.
- Establecer métricas claras para evaluar el impacto del uso de BIM en los proyectos es esencial para hacer ajustes estratégicos basados en datos concretos que maximicen los beneficios. Las organizaciones deberían llevar a cabo revisiones periódicas para analizar tanto los logros como las áreas que necesitan mejoras, garantizando así un proceso continuo de aprendizaje e innovación que impulse el éxito en futuros proyectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SANCHEZ, J. H., et al. Diseño y modelación de proyectos en dos y tres dimensiones con la metodología BIM (Building Information Modeling) soportado en herramienta AUTODESK REVIT. 2020.
2. HERNANDEZ, D. C. et al. Implementación de la metodología BIM para la empresa W&D obras y servicios SAS, en la postulación de proyecto de infraestructura educativa. 2019.
3. GIRALDO, J. D. Propuesta para la implementación de la metodología BIM en el desarrollo de nuevos proyectos de infraestructura en la policía nacional de Colombia. 2019.
4. VERA, C. Aplicación de la metodología BIM a un proyecto de construcción de un corredor de transporte para un complejo industrial. Modelo BIM 5D Costes. 2018.
5. JULCAMORO, P. M. Implementación de la metodología Bim con Revit en la fase de diseño de expediente técnico de edificaciones del Gobierno Regional de Cajamarca–2018. 2019.
6. FLOREZ, D. G. Interacción entre BIM y Lean Construction analizadas en proyectos de edificación. 2020.
7. SOTO, K. E. Implementación visual del sistema Last Planner mediante el modelado BIM en la ejecución del proyecto: Centro Comercial La Estación. 2020.
8. PONS, J. F. et al. Lean Construction. Las 10 claves del éxito para su implantación. Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, CGATE, 2021.
9. BOHORQUEZ, H. A. Implementación de la metodología BIM en el diseño de las instalaciones sanitarias de un condominio multifamiliar de 15 niveles y 3 sótanos ubicado en el distrito de José Luis Bustamante y Rivero-Arequipa. 2022.
10. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO DEL PERÚ. 2023. Guía Nacional BIM Perú. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú.
11. CAJAS, D. K. Formulación y experimentación de un proceso de innovación para abordar problemas reales en la construcción mediante la integración de Design Thinking como método creativo de diseño y Canvas como modelo de implementación y oportunidad de desarrollo en la industria. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Artes, 2023.
12. RESTREPO, A. F. Aplicación de modelamiento y simulación computacional para la predicción y optimización del tiempo-costo en proyectos y procesos constructivos. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, 2025.
13. BARRETO G. A. El BIM en la interventoría de proyectos: aportes para la reducción de sobrecostos y reprocesos desde la etapa de diseño. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia,

Facultad de Ingeniería, 2023.

14. OSORIO, C. Oportunidades y desafíos en el uso de BIM para apoyar el seguimiento y pago de subcontratos de obras. Santiago de Chile: Universidad Católica de Chile, 2021.
15. HERRERA, R. F. Impact of BIM/LEAN on the interaction of construction project design teams. Santiago de Chile: Universidad Católica de Chile, 2021.
16. VARGAS, E. A. Propuesta de usos BIM en proyectos hospitalarios públicos en el Perú en la etapa de construcción. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2023.
17. DÁVILA, J. A. y POLO, C. F. Propuesta de un plan de uso BIM en un proyecto público de saneamiento durante la etapa de ejecución, 2021.
18. FLORES, H. A., HUAMANI, T. Y. Ventajas de la planificación 4D usando BIM y el sistema Last Planner aplicado en el proyecto: Certus II – Arequipa.2021.
19. GALLEGOS, R. L. Uso del BIM en fase de diseño y su relación con la productividad de las MYPES del sector construcción de la región Arequipa. 2021.
20. GALLEGOS, R. L. Uso del BIM en fase de diseño y su relación con la productividad de las MYPES del sector construcción de la región Arequipa. 2021.

ANEXOS

Anexo N° 01: Matriz de consistencia

Tabla 4. Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	V1		Método: Científico Tipo: Aplicada Diseño: No experimental, de corte transversal POBLACION: Proyectos de edificación en Huancayo MUESTRA: Una edificación de 8 pisos. TECNICAS E INSTRUMENTOS: Técnicas: revisión bibliográfica, guía nacional BIM. Instrumentos: Softwares (Excel, Word, Revit, etc),
¿Cuáles son los usos BIM en fase de planificación y Diseño del proyecto de una Edificación de 08 pisos en la ciudad de Huancayo 2024?	Proponer un plan de identificación de usos BIM en fase de Planificación y Diseño del proyecto de una Edificación de 08 pisos en la Ciudad de Huancayo, 2024	El plan de identificación de usos BIM en fase de Planificación y Diseño, mejorará la gestión y ejecución del proyecto de una Edificación de 08 pisos en la Ciudad de Huancayo, 2024	Usos BIM	Usos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16 de la Guía Nacional BIM	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	V2	INDICADORES	
¿Cuáles serían las variables y herramientas relevantes de gestión de proyectos y usos BIM para aplicarlos durante la fase de Planificación y Diseño del proyecto de una Edificación de 08 pisos en la ciudad de Huancayo 2024?	Determinar las variables y herramientas relevantes de gestión de proyectos y usos BIM para aplicarlos durante la fase de Planificación y Diseño del proyecto de una Edificación de 08 pisos en la Ciudad de Huancayo, 2024.	Al identificar las variables y herramientas relevantes de gestión de proyectos y usos BIM en la fase de Planificación y Diseño del proyecto permitirá mejorar la gestión y ejecución de una Edificación de 08 pisos en la Ciudad de Huancayo, 2024	Fase de planificación y diseño de una edificación	Presupuesto de obra	
¿Cuáles serían las técnicas o herramientas de gestión de proyectos e identificación de problemas valorados por el staff de obra del proyecto de una Edificación de 08 pisos en la ciudad de Huancayo 2024?	Determinar las técnicas o herramientas de gestión de proyectos e identificación de problemas valorados por el staff de obra del proyecto de una Edificación de 08 pisos en la Ciudad de Huancayo, 2024.	Al determinar las técnicas o herramientas de gestión de proyectos e identificación de problemas valorados por el staff de obra, se logrará mejorarla gestión y ejecución de una Edificación de 08 pisos en la Ciudad de Huancayo, 2024.		Planos y modelos	
¿Cómo sería un esquema conceptual de usos BIM con los factores valorados en el proeycto de una Edificación de 08 pisos en la ciudad de Huancayo, 2024?	Desarrollar un esquema conceptual de usos BIM con los factores valorados en el proyecto de una Edificación de 08 pisos en la Ciudad de Huancayo, 2024.	Al desarrollar un esquema conceptual de usos BIM con los factores valorados, permitirá mejorar la gestión del proyecto de una Edificación de 08 pisos en la Ciudad de Huancayo, 2024.		Estimación de cantidades y costos	

Anexo N° 02: Matriz de operacionalización de variables

Tabla 5. Operacionalización de las variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Variable 1: <i>Usos BIM.</i>	Los usos BIM son métodos de aplicación BIM que se definen a través de procesos que se pueden ubicar, orientar y relacionar con cada fase del ciclo de inversión en una inversión determinada. (Guía Nacional BIM 2023).	Determinar los usos BIM necesarios para la correcta ejecución del proyecto de 08 niveles.	Usos 1, 2, 3, 4, 5, ,6 ,7 ,8 ,9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16 de la Guía nacional BIM
Variable 2: <i>Fase de planificación y diseño de una edificación</i>	La planificación de la fase de ejecución refiere al proceso de determinar las fases o etapas constructivas de la inversión, el diseño consiste en la elaboración de los sistemas de construcción complementarios con el objetivo de optimizar procesos constructivos. (Guía Nacional BIM 2023).	Desarrollar los modelos, estimar cantidades, costos y consideraciones correspondientes a las fases indicadas.	Presupuesto de obra
			Planos y modelos
			Estimación de costos y cantidades

Anexo N° 03: Modelamiento en Revit

✚ Vista de modelamiento en Revit



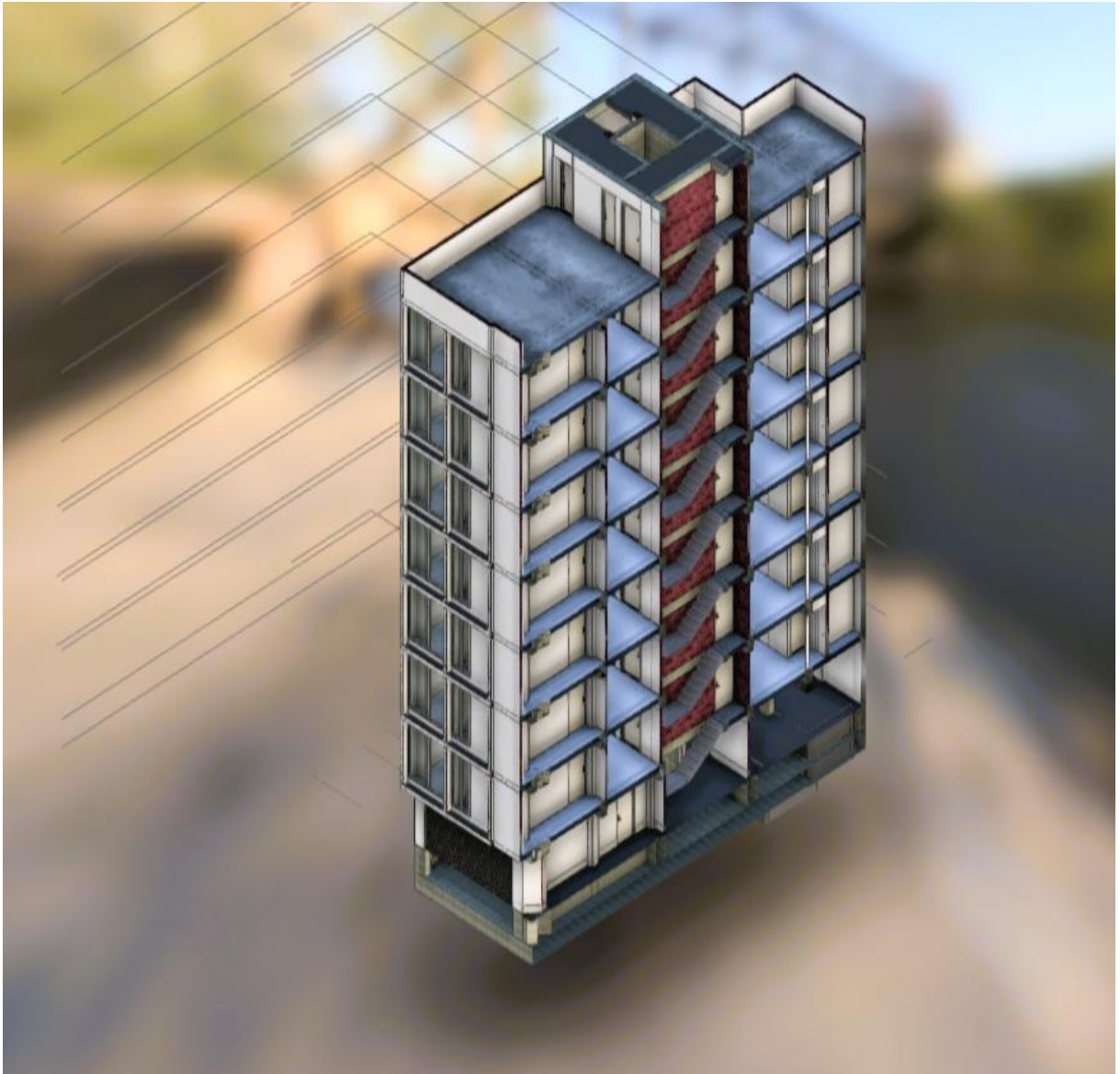
✚ Vista de modelamiento en Revit



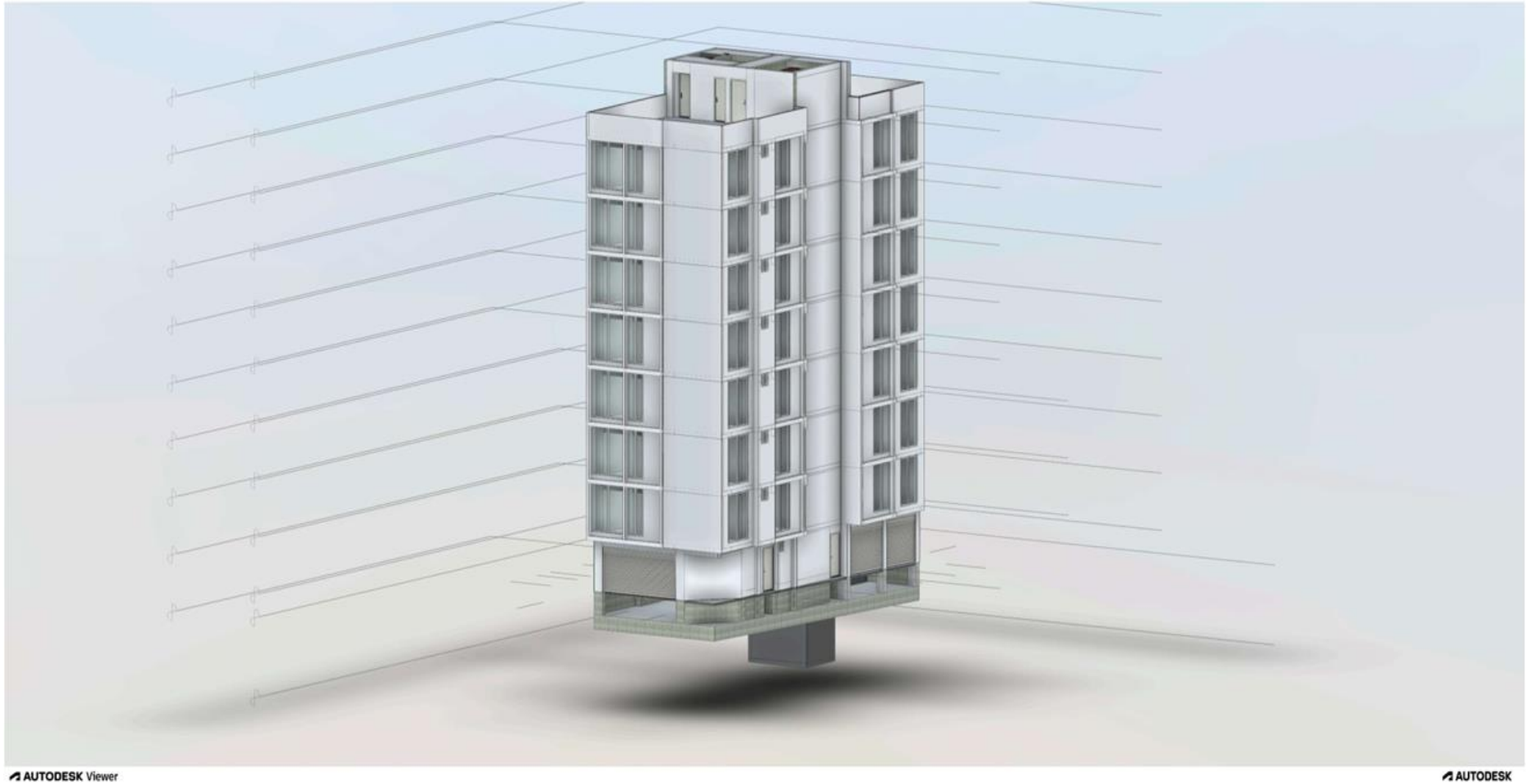
✚ Vista de modelamiento en Revit



✚ Vista de gradas modelamiento en Revit



 Vista de modelamiento en Revit



✚ Vista de cimentación modelamiento en Revit

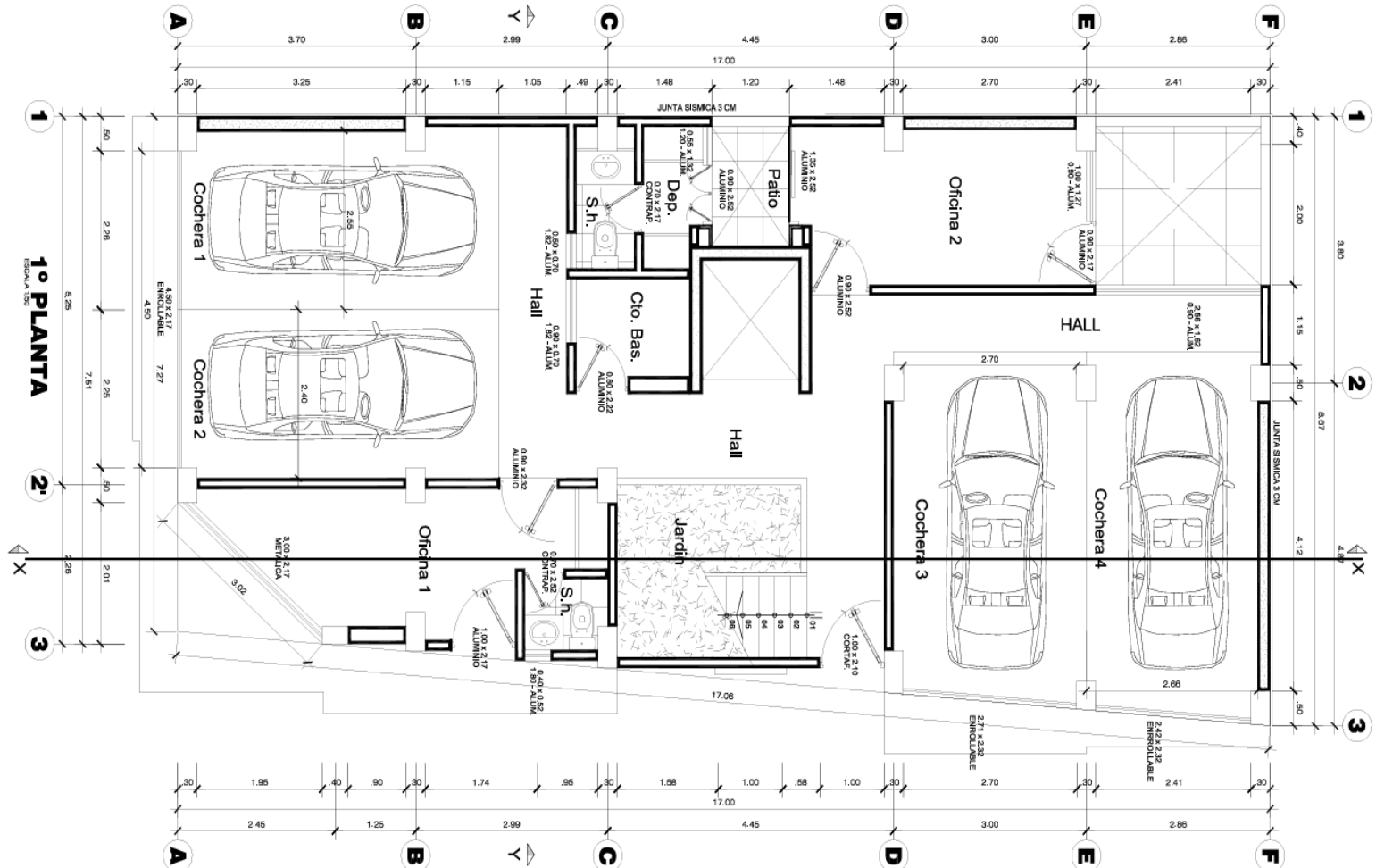


Anexo N° 04: Plano de Arquitectura

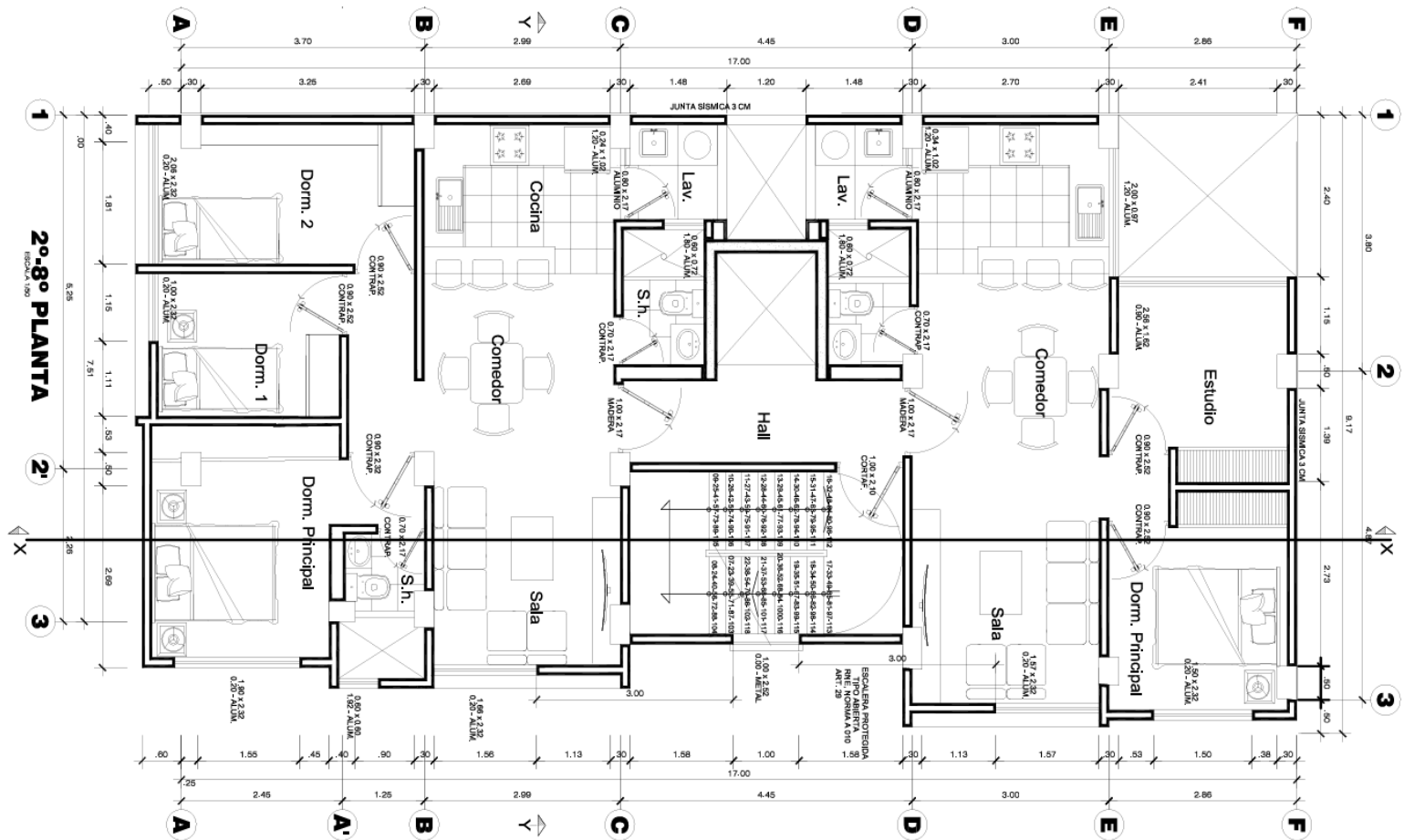
✚ Plano de Arquitectura en elevación frontal y lateral



Plano de Arquitectura primera planta

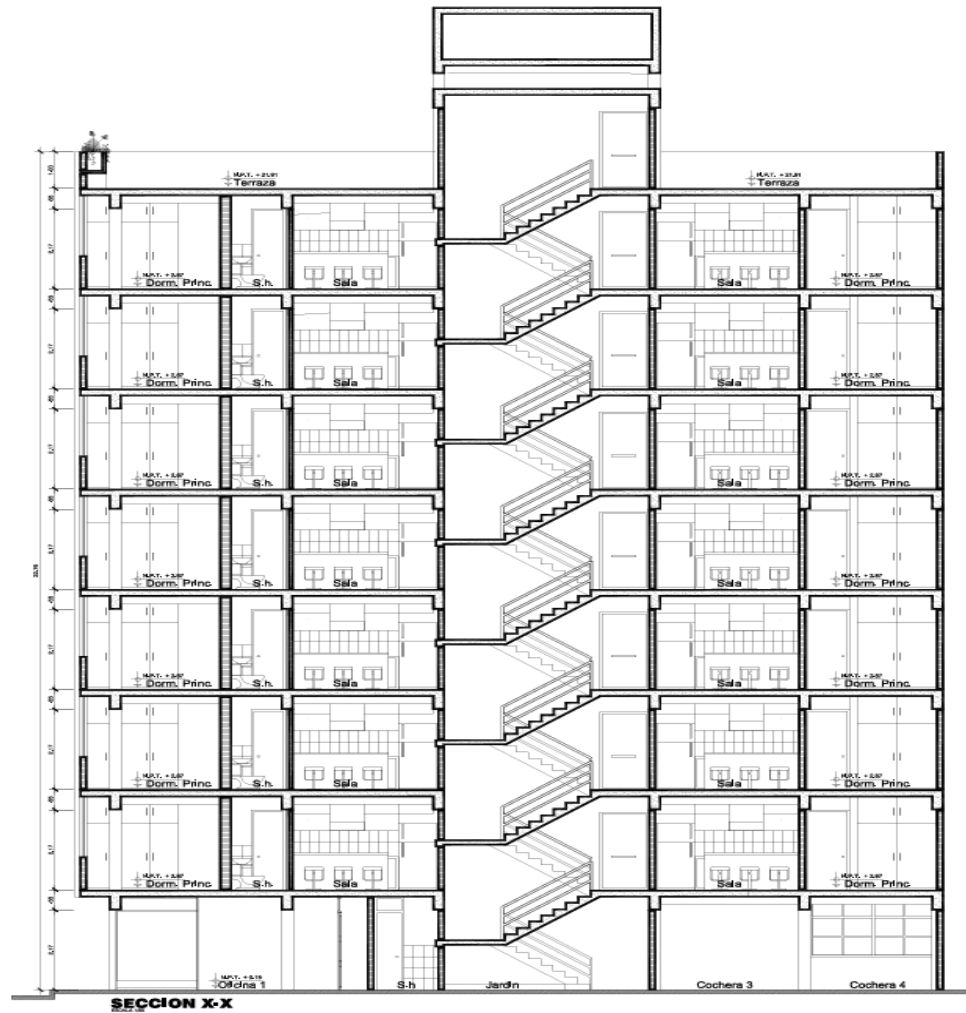
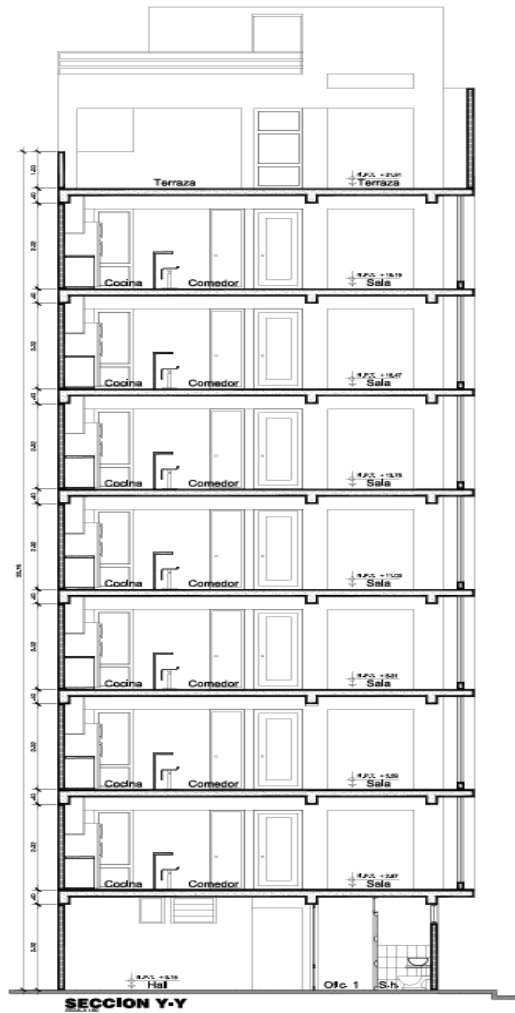


Plano de Arquitectura primera planta



A-01

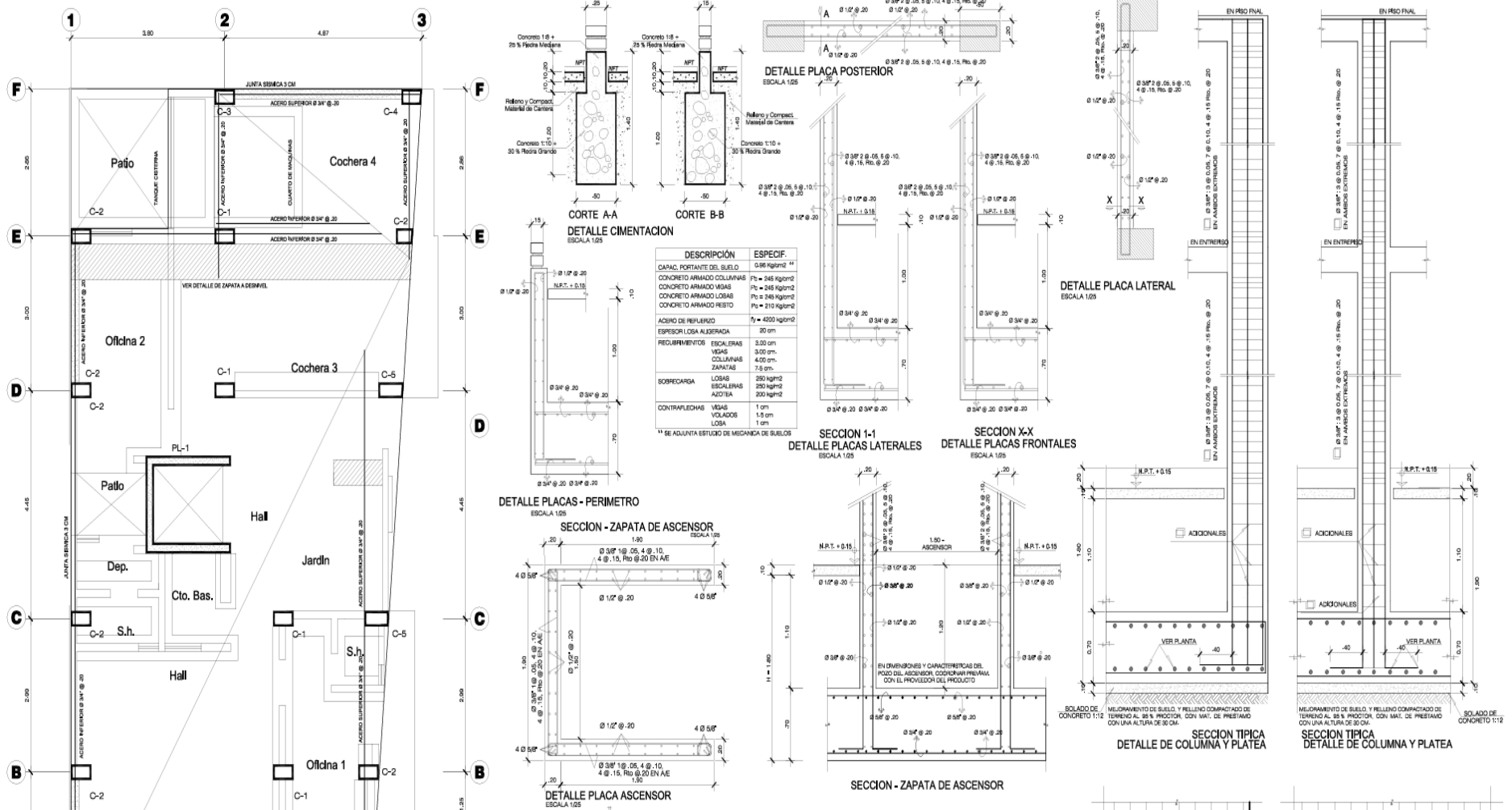
Plano de Arquitectura por secciones

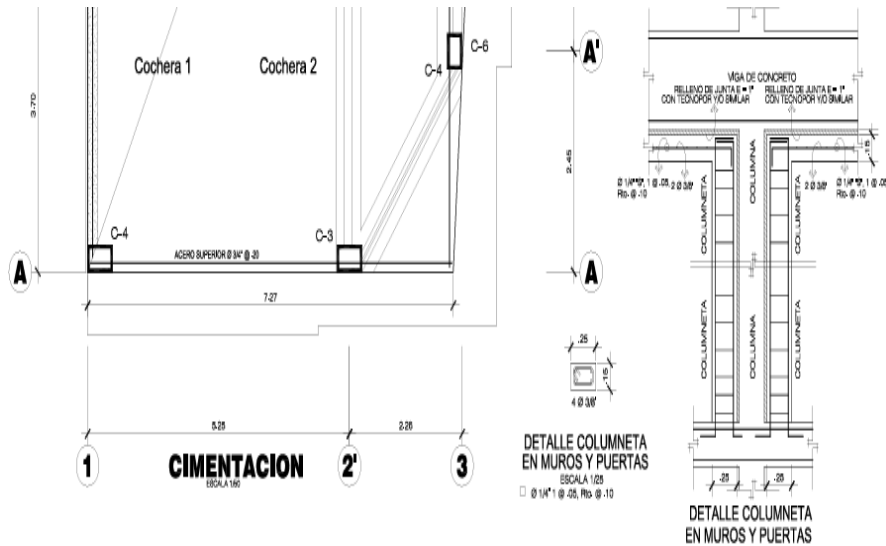


A-02

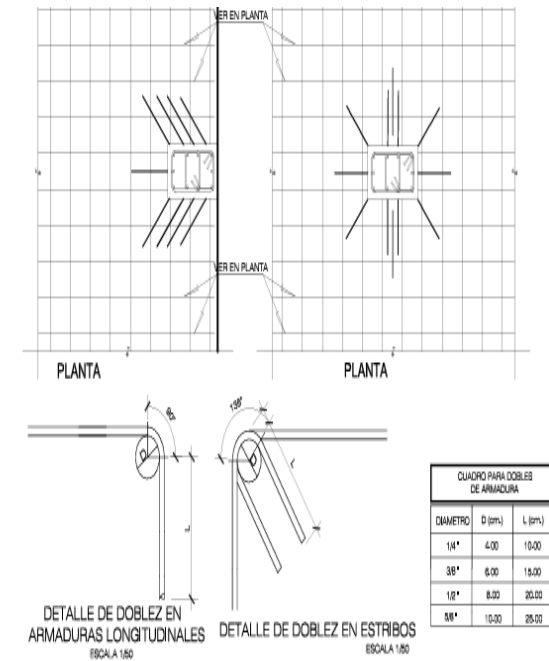
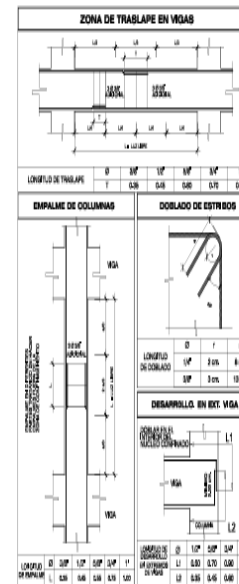
Anexo N° 05: Plano de estructura

Plano de Estructura primera planta, detalles de cimentación y columnas





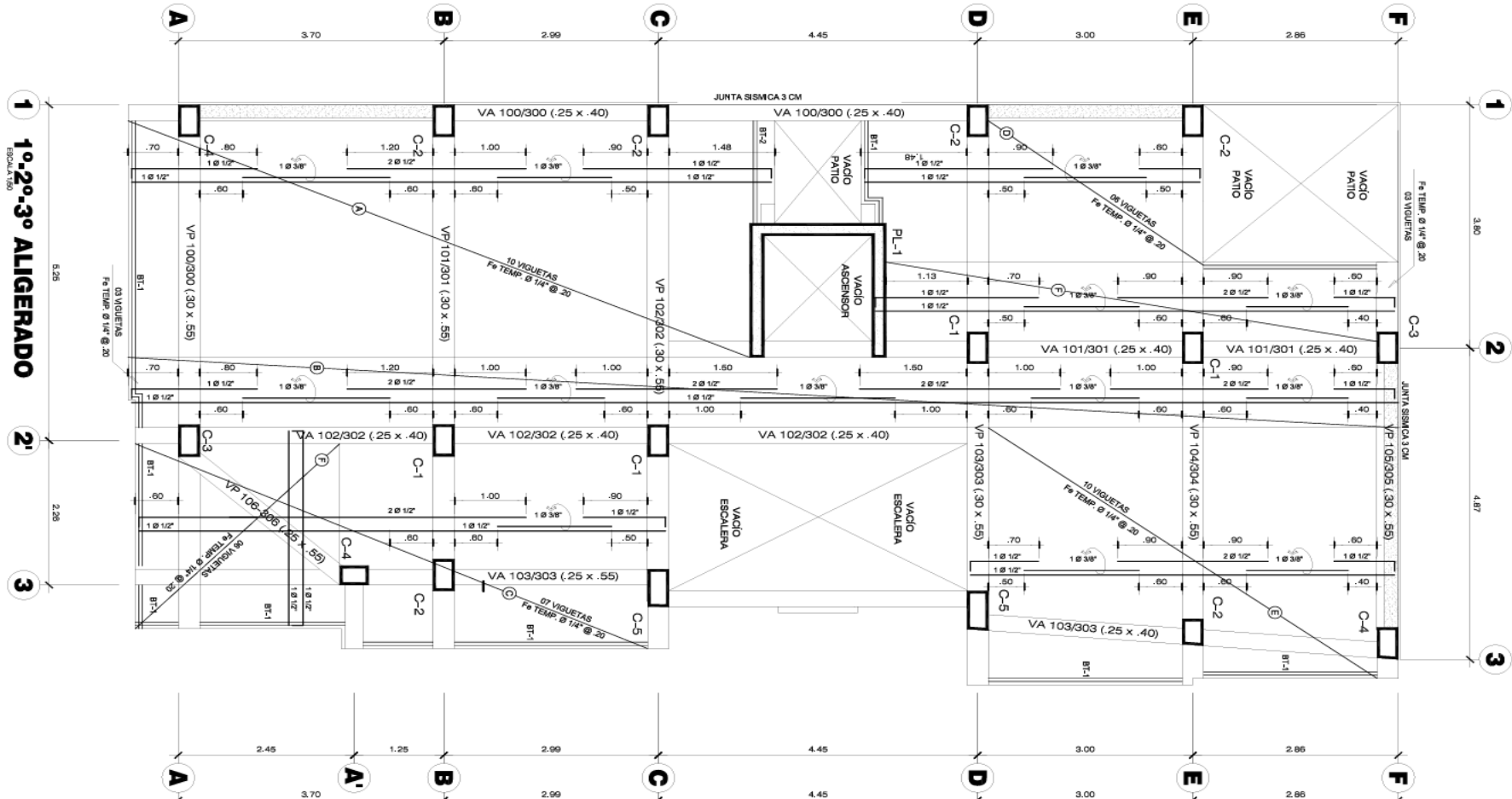
CUADRO DE COLUMNAS						
DIMENSION	0.30 x 0.50	0.30 x 0.50	0.30 x 0.50	0.30 x 0.50	0.30 x 0.50	0.30 x 0.40
ARMADURA	6 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8"	6 Ø 3/4" + 4 Ø 5/8"	6 Ø 3/4" + 4 Ø 5/8"	4 Ø 3/4" + 4 Ø 5/8" + 2 Ø 1/2"	6 Ø 3/4" + 4 Ø 5/8"	4 Ø 3/4" + 4 Ø 5/8"
NOMENC.	C1	C2	C3	C4	C5	C6
DISEÑO	6 Ø 3/4" 2 Ø 5/8"	6 Ø 3/4" 4 Ø 5/8"	6 Ø 3/4" 4 Ø 5/8"	4 Ø 3/4" 4 Ø 5/8"	6 Ø 3/4" 4 Ø 5/8"	4 Ø 3/4" 4 Ø 5/8"
1º al 8º Piso y Azotea						
ESTRIBOS SOT. y PISOS	□ Ø 3/8": 3 @ .05, 7 @ .10, 4 @ .15 Rls. @ .20 EN AMBOS EXTREMOS	□ Ø 3/8": 3 @ .05, 7 @ .10, 4 @ .15 Rls. @ .20 EN AMBOS EXTREMOS	□ Ø 3/8": 3 @ .05, 7 @ .10, 4 @ .15 Rls. @ .20 EN AMBOS EXTREMOS	□ Ø 3/8": 3 @ .05, 7 @ .10, 4 @ .15 Rls. @ .20 EN AMBOS EXTREMOS	□ Ø 3/8": 3 @ .05, 7 @ .10, 4 @ .15 Rls. @ .20 EN AMBOS EXTREMOS	□ Ø 3/8": 3 @ .05, 7 @ .10, 4 @ .15 Rls. @ .20 EN AMBOS EXTREMOS



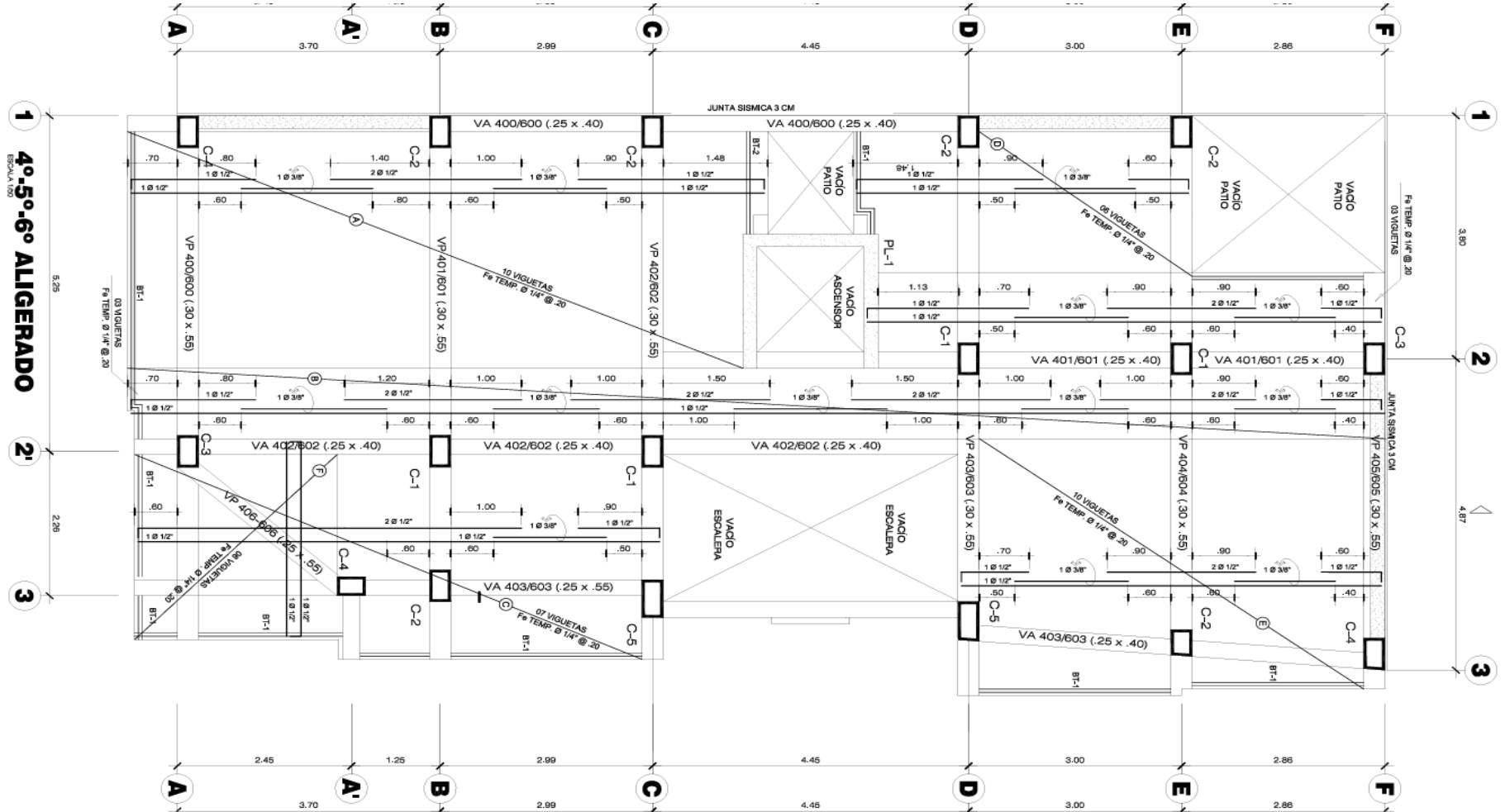
CUADRO DE ZAPATAS					
TIPO	DIMENSION	ARMADURA	h	H	CANT.
PLATEA	VER PLANTA	A. SUP. Ø 3/4" @ 0.20, EN A/S A. INF. Ø 3/4" @ 0.20, EN A/S	0.70	1.90	01

E-01

Plano de Estructura primera, segunda y tercera planta

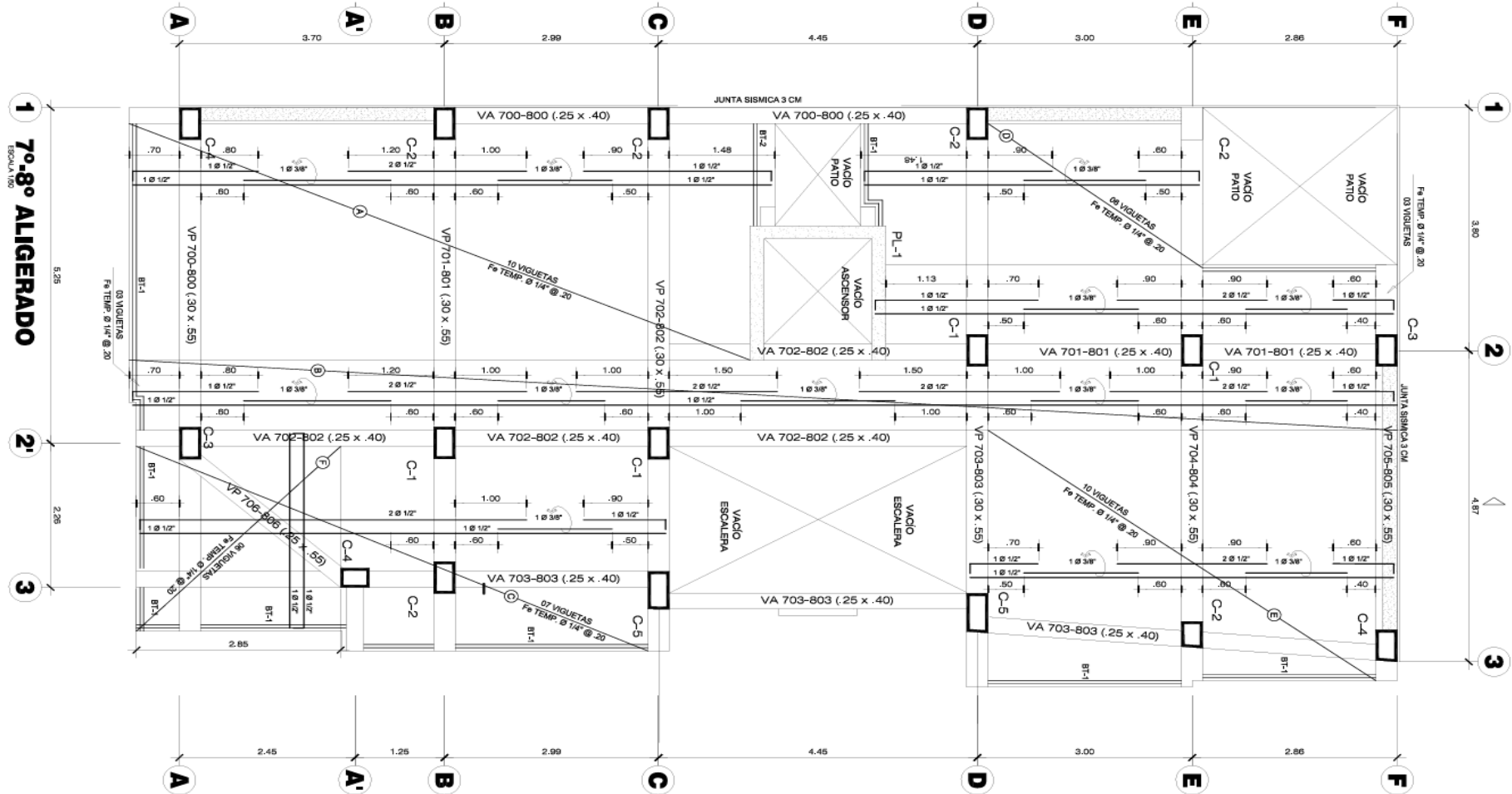


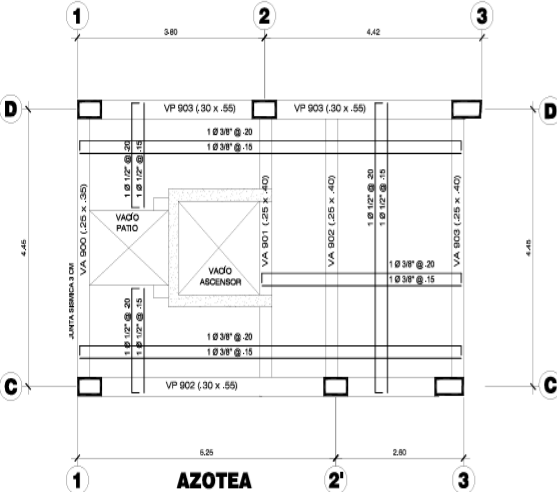
 Plano de Estructura cuarta, quinta y sexta planta



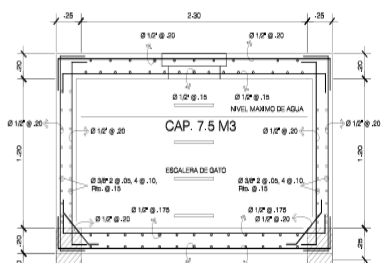
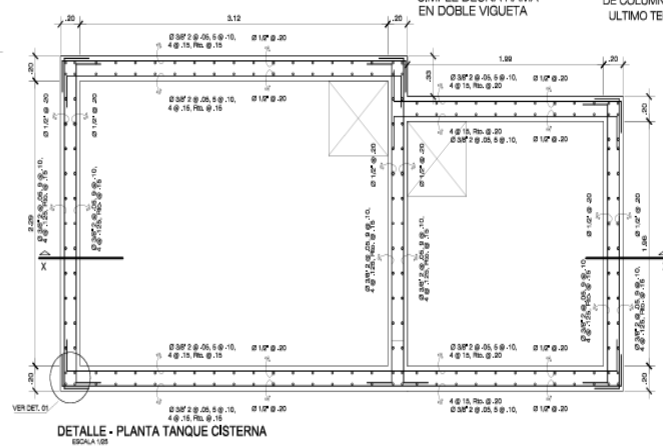
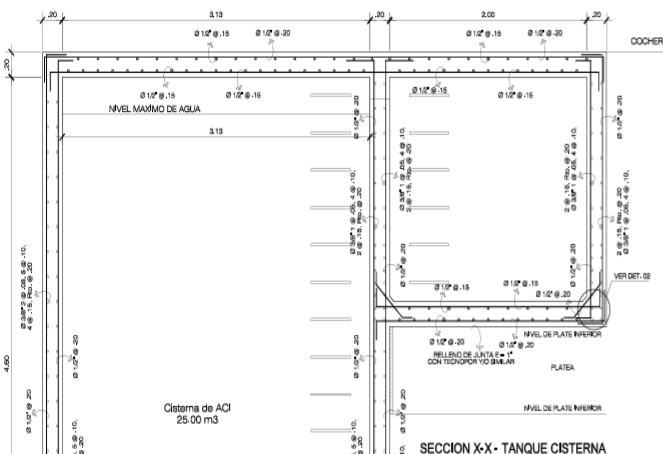
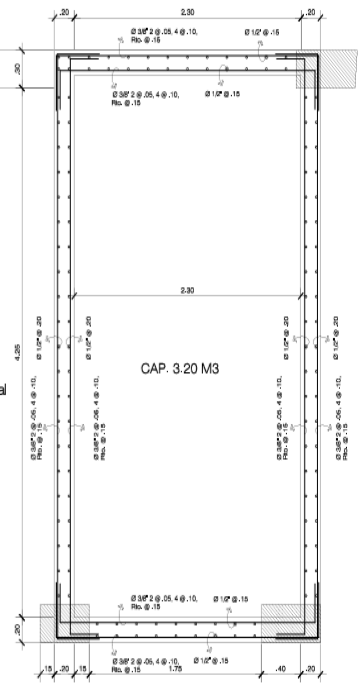
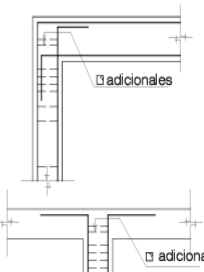


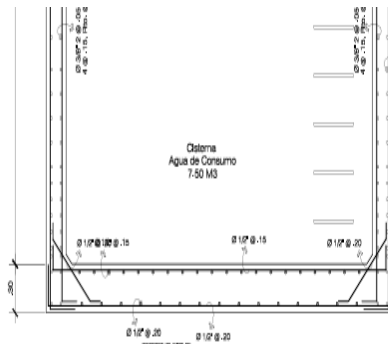
Plano de Estructura septima y octava planta





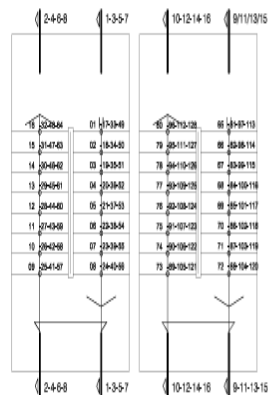
VALORES DE m		
DIAMETRO	REF. INFERIOR	REF. SUP.
1/2"	0.40	0.50
5/8"	0.50	0.60



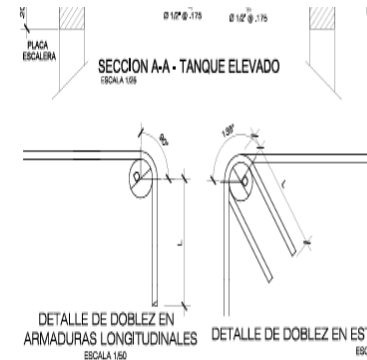
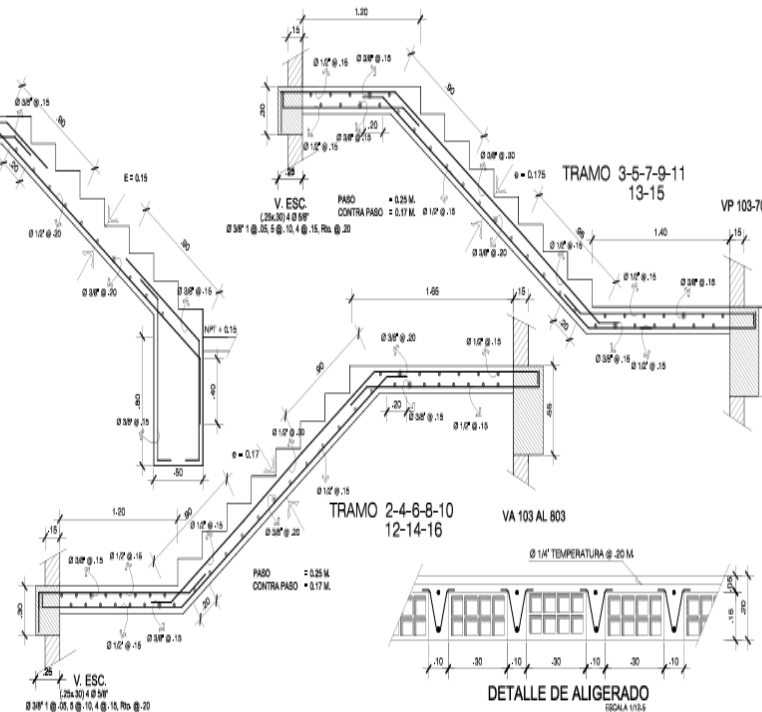
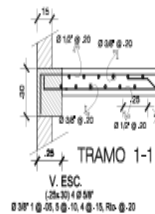


DESCRIPCIÓN	ESPECIF.
CAPAC. PORTANTE DEL SUELO	3.98 kg/cm ² **
CONCRETO ARMADO COLUMNAS	f _c = 245 kg/cm ²
CONCRETO ARMADO VIGAS	f _c = 245 kg/cm ²
CONCRETO ARMADO LOSAS	f _c = 245 kg/cm ²
CONCRETO ARMADO RIGIDO	f _c = 210 kg/cm ²
ACERO DE REFUERZO	f _y = 4200 kg/cm ²
ESPESOR LOSA ALJERADA	20 cm
REQUERIMIENTOS:	
ESCALERAS	3.00 cm
VIGAS	3.00 cm
COLUMNAS	4.00 cm
ZAPATAS	7.5 cm.
SOBRE CARGA:	
LOSAS	250 kg/m ²
ESCALERAS	250 kg/m ²
AZOTEAS	250 kg/m ²
CONTRAFLUCHAS:	
VIGAS	1 cm
VOLADOS	1.5 cm
LOSA	1 cm

** SE ADJUNTA ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS



DETALLE DE ESCALERA
ESCALA 1:25



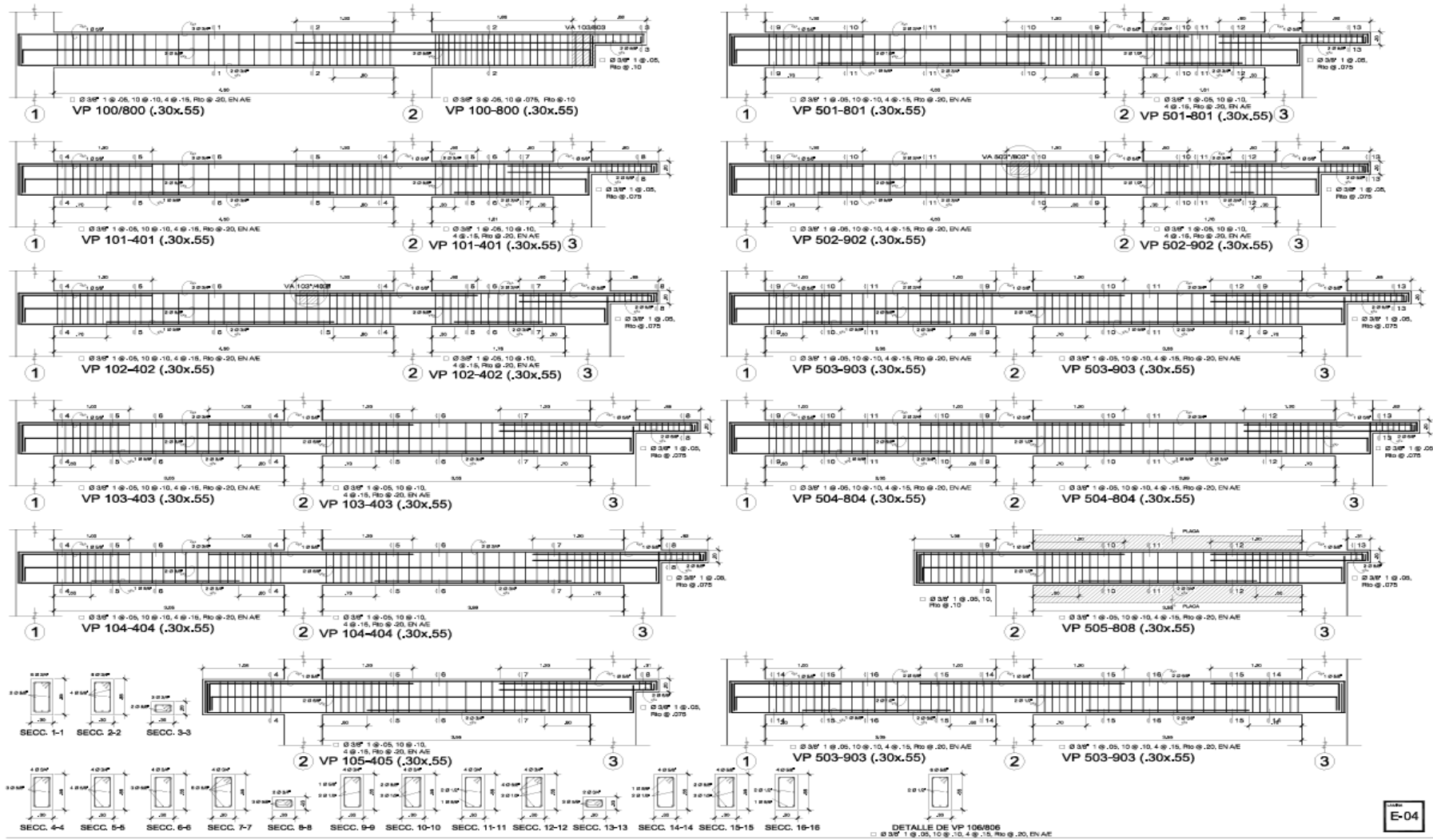
DETALLE DE DOBLEZ EN
ARMADURAS LONGITUDINALES
ESCALA 1:50

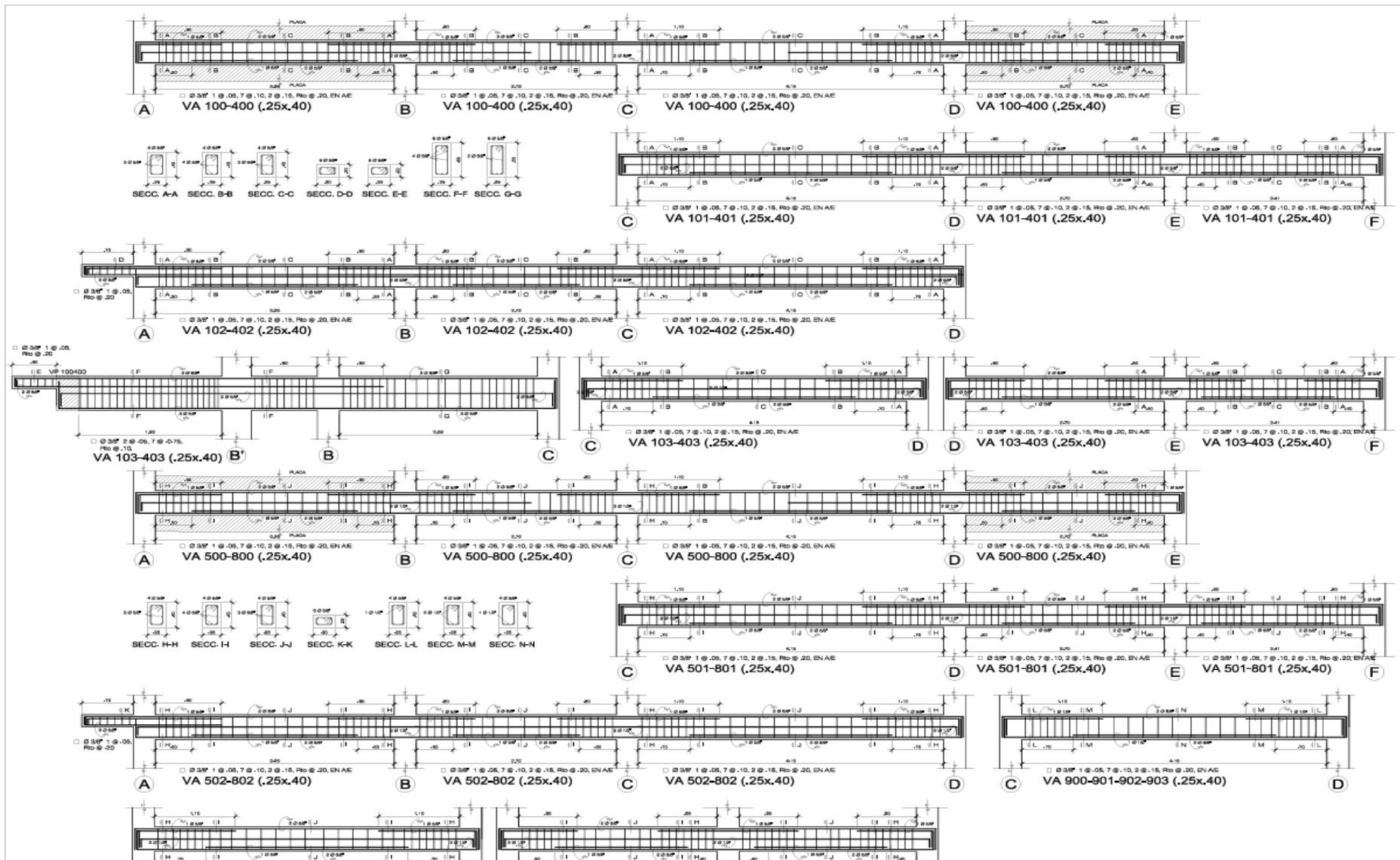
CUADRO PARA DOBLES DE ARMADURA		
DIAMETRO	D (mm.)	L (mm.)
1/4"	4.00	10.00
3/8"	6.00	15.00
1/2"	8.00	20.00
5/8"	10.00	25.00

DETALLE DE ALIGERADO
ESCALA 1:10.5

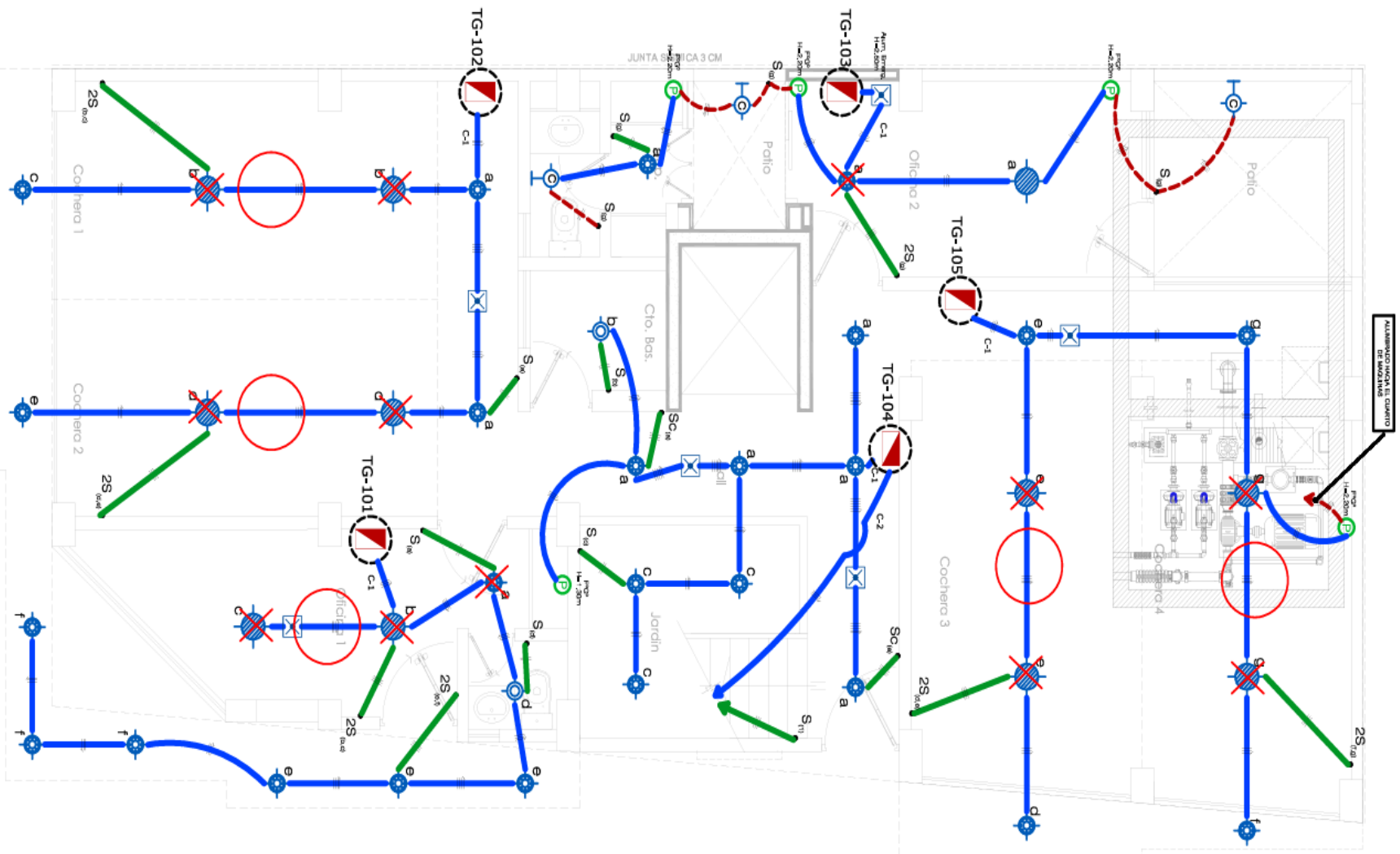
JANIA
E-03

Plano de Estructura vigas





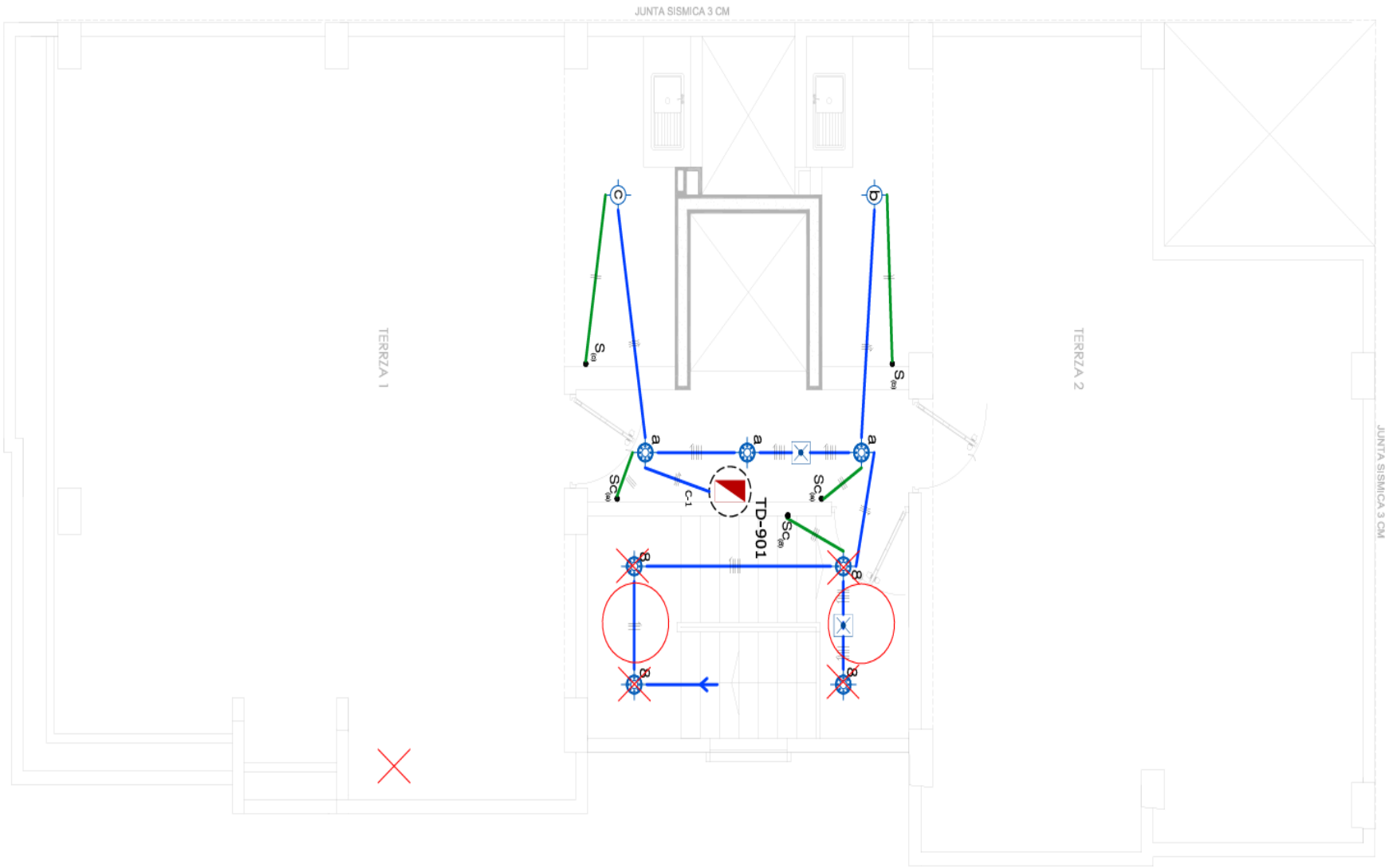
Anexo N° 06: Plano de instalaciones eléctricas



LEYENDA		
SÍMBOLO	DESCRIPCION	COTA S.N.P.T.
	TABLERO GENERAL	1.80m
	TABLERO DE CONTROL	1.80m
	CAJA DE PASO	INDICADO
S, 2S, 3S, Sc	INTERRUPTOR SIMPLE, DOBLE, TRIPLE, COMUTACION	1.20m
 Sa	DIMMER TRIAC, PARA LUMINARIAS LED, 400W	1.20m
	NÚMERO DE CONDUCTORES CON TOMA A TIERRA	
	CAJA DE PASO RECTANGULAR	INDICADO
	EQUIPO AUTÓNOMO DE EMERGENCIA	2.20m
	SPOT HERMETICO 8W, LUMINA	TECHO
	LUMINARIA LED 7W, PARA SUSPENDER	TECHO
	LUMINARIA SPOT ORIENTABLE LED 4W, PARA EMPOTRAR	TECHO
	LUMINARIA LED PARA ADOSSAR, DOWNLIGHT 24W	TECHO
	LUMINARIA LED TIPO APILQUE BIDIRECCIONAL DE 12W PARA SOBREPONER	TECHO
	APILQUE LED 20W, 14424 LUMICENTER	TECHO

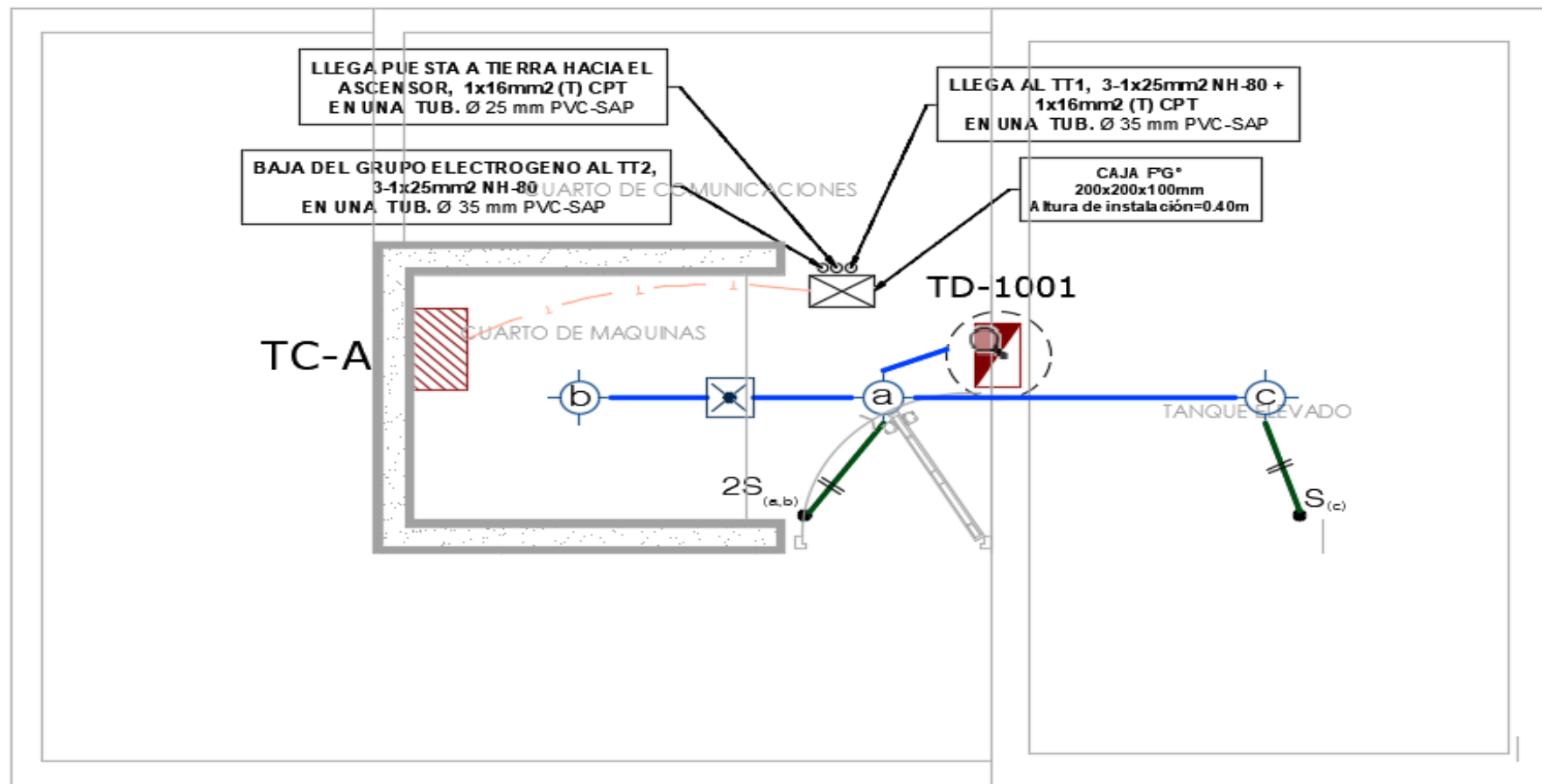
LEYENDA DE CIRCUITOS	
	TUBERÍA EMPOTRADA EN EL TECHO O PARED Ø 20 mm PVC-SAP
	TUBERÍA EMPOTRADA EN EL PISO O PARED Ø 20 mm PVC-SAP
	TUBERÍA CONDUIT FLEXIBLE Ø 20 mm (3/4")
	TUBERÍA EMPOTRADA EN EL TECHO O PARED Ø 20 mm PVC-SAP (INTERRUPTORES)

CAJAS Y MATERIALES		
SÍMBOLO	DESCRIPCION	MATERIAL
	GABINETE CON PUERTA Y CHAPA INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS TERMOMAGNETICOS 10 KA	PLANCHA DE FIERRO GALVANIZADO DE 1/16" DE ESPESOR PESADA
     	CAJA OCTOGONAL DE 100x100x50 mm	PLANCHA DE FIERRO GALVANIZADO DE 1/16"
S 2S 3S Sc 	CAJA RECTANGULAR DE 100x55x50 mm. CON TAPA CIEGA DE PVC	PLANCHA DE FIERRO GALVANIZADO DE 1/16"
	DIMENSIONES INDICADO EN EL PLANO	PLANCHA DE FIERRO GALVANIZADO DE 1/16"



PLANTA: AZOTEA

INSTALACIONES ELÉCTRICAS: ALUMBRADO



PLANTA: TECHO DE LA AZOTEA

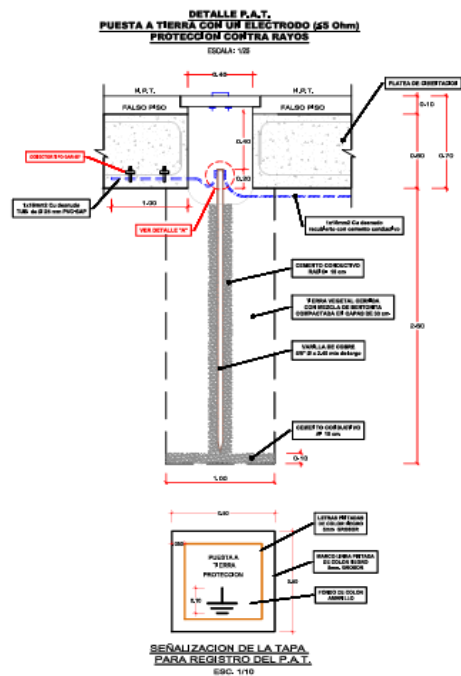
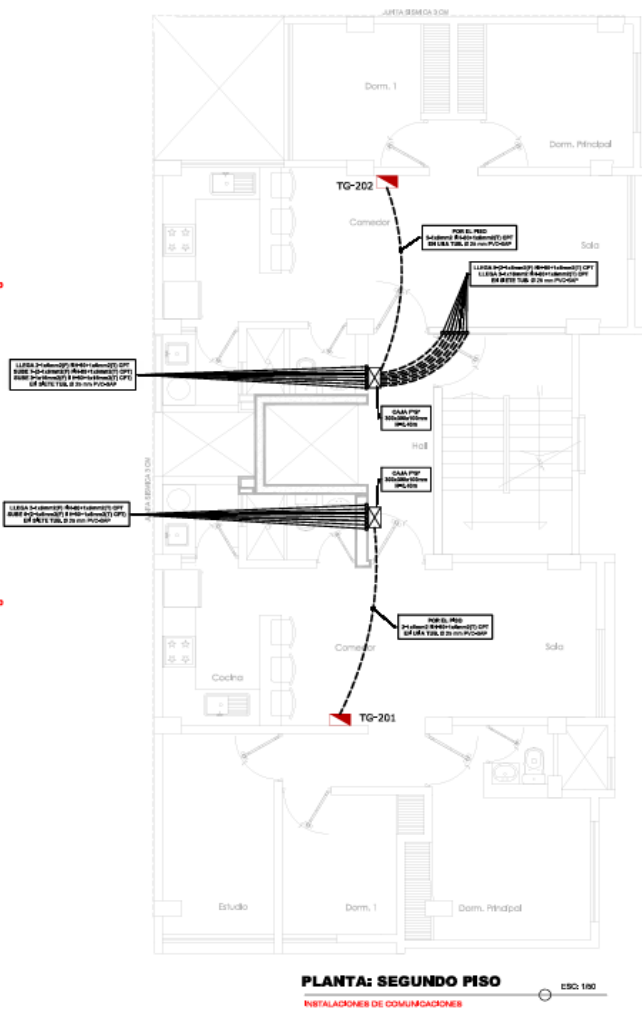
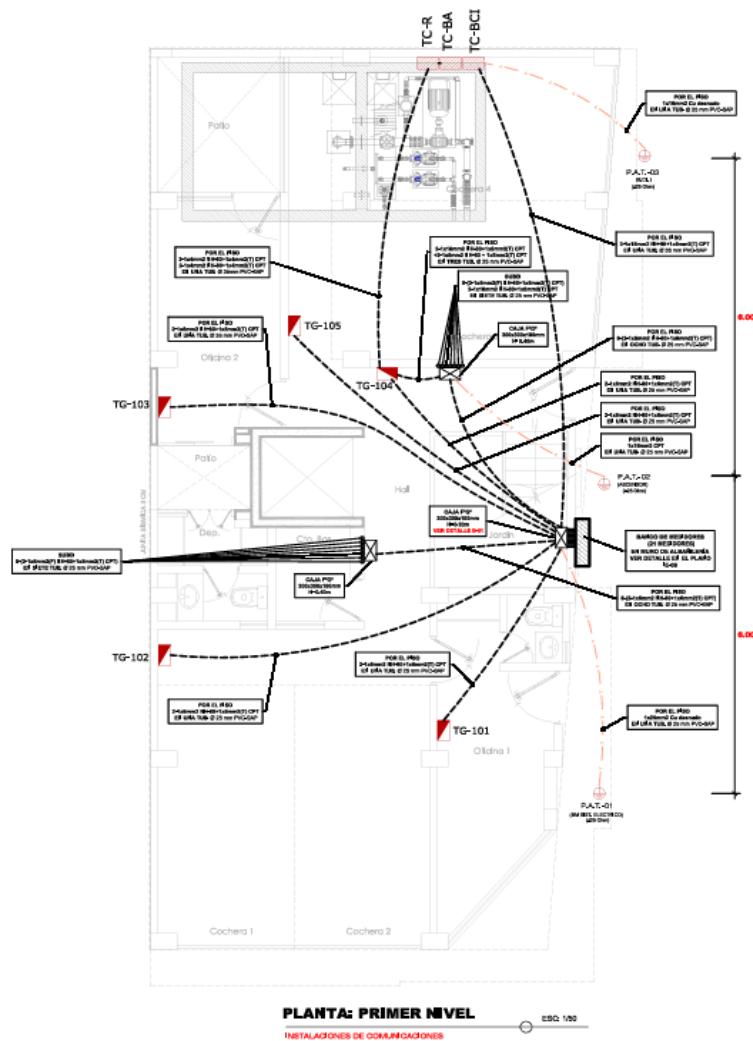
INSTALACIONES ELÉCTRICAS: ALUMBRADO



ESC: 1/50



INSTALACIONES ELÉCTRICAS: TOMACORRIENTES





Anexo N° 07: Fotografías

Fotografía 1. Vista principal de la edificación



Fotografía 2. Vista lateral de la edificación



Fotografía 3. Vista lateral de la edificación



Fotografía 4. Vista lateral de la edificación



Fotografía 5. Vista frontal de la edificación



Fotografía 6. Vista frontal de la edificación



Fotografía 7. Vista frontal y lateral de la edificación

