



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

**Evaluación del desempeño constructivo mediante la integración de
la metodología BIM 4D/5D en la planificación y control de galpones
industriales: estudio comparativo de casos en Ecuador**

AUTORES:

Alcívar Mancheno, Eduardo David

Salazar Narea, Joshua Aron

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de

INGENIERO CIVIL

TUTOR:

Ing. González Carrillo, Fausto Gabriel M.Sc.

Guayaquil, Ecuador

31 de agosto del 2026



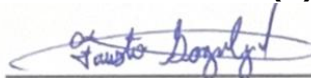
UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente **componente práctico del trabajo de titulación**, fue realizado en su totalidad por **Alcívar Mancheno, Eduardo David y Salazar Narea, Joshua Aaron**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Civil**.

REVISOR (A)

f. 

Ing. González Carrillo, Fausto Gabriel, M.Sc.

DIRECTORA DE LA CARRERA

f. 
Validar únicamente en FirmadC.
Firmado electrónicamente por:
**STEFANY ESTHER
ALCIVAR BASTIDAS**

Ing. Alcívar Bastidas, Stefany Esther PhD.

Guayaquil, a los 31 días del mes de agosto del año 2026



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **Alcívar Mancheno, Eduardo David y Salazar Narea, Joshua Aaron**

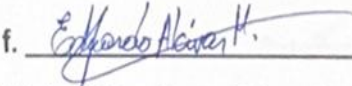
DECLARO QUE:

El componente práctico del trabajo de titulación, **Evaluación del desempeño constructivo mediante la integración de la metodología BIM 4D/5D en la planificación y control de galpones industriales: estudio comparativo de casos en Ecuador** previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 31 días del mes de agosto del año 2026

LOS AUTORES

f. 
Alcivar Mancheno Eduardo David

f. 
Salazar Narea Joshua Aron



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

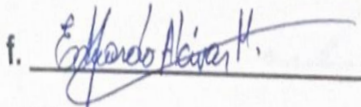
AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Alcívar Mancheno, Eduardo David y Salazar Narea, Joshua Aaron**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Evaluación del desempeño constructivo mediante la integración de la metodología BIM 4D/5D en la planificación y control de galpones industriales: estudio comparativo de casos en Ecuador**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 31 días del mes de agosto del año 2026

LOS AUTORES

f. 
Alcivar Mancheno Eduardo David

f. 
Salazar Narea Joshua Aron



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

REPORTE DE COMPILATION



Certificado de análisis

Compilatio Magister+ | UCSG-EC- Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

Informe - Eduardo Alcivar y Joshua Salazar

ID : e406ca227c61dc3b9f09e4fc8cdb8c0b022efd26



9%

Textos sospechosos

Nombre del fichero : Informe - Eduardo Alcivar y Joshua Salazar.txt
Tamaño del archivo original : 3,87 MB
Número de palabras : 17.366

Depositante : Clara Catalina Glas Cevallos
Fecha de depósito : 6 de septiembre de 2026
Tipo de carga : interface
fecha de fin de análisis : 6 de septiembre de 2026

Resumen (sección 1/2)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :



Similitudes

<1%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Detección de IA

9%

Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.

Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.



Idiomas no reconocidos

4%

Pasajes en los que parte del vocabulario utilizado no forma parte del diccionario de la lengua.

Puede tratarse de un intento del autor de modificar el texto para evitar ser detectado.



No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :



Textos entre comillas

<1%

Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos por Joshua Aron Salazar Narea

Terminar esta etapa de mi vida, me resulta imposible mirar todo el camino recorrido sin pensar en las personas que estuvieron detrás de cada paso. Fueron años de estudio, sacrificios, preocupaciones, noches largas y momentos en los que continuar no siempre fue sencillo. Por eso, llegar hasta aquí no representa solamente un logro personal, sino también el resultado del apoyo de quienes caminaron conmigo.

Primero, agradezco a Dios, por darme vida, salud y fortaleza para seguir adelante. Gracias por acompañarme en los momentos buenos y, especialmente, en aquellos en los que necesité fuerzas para no rendirme.

A mi mamá, Edita María Narea Sánchez, gracias por ser la fuerza que me impulsó durante toda mi carrera. Por creer en mí, preocuparte por mí y estar presente incluso cuando las cosas se complicaban. Gracias por enseñarme que rendirse nunca debía ser la primera opción y por hacer tuyas también mis preocupaciones y mis alegrías. Todo el esfuerzo realizado durante estos años tiene mucho de ti.

A mi papá, Luis Alberto Salazar Salazar, gracias por ser uno de los pilares que sostuvo este camino. Por tu esfuerzo, tus enseñanzas y por todas aquellas formas de apoyo que muchas veces no necesitan palabras para sentirse. Gracias por contribuir a construir las bases que me permitieron llegar hasta este momento.

A mi hermana, Nathaly Justine Salazar Narea, gracias por acompañarme, por tu paciencia y por estar presente durante todos estos años. Tener una hermana con quien compartir las diferentes etapas de la vida ha sido una bendición y me alegra profundamente poder compartir también contigo este logro.

A mi novia, Noelia Gioconda Villacís Intriago, gracias por caminar a mi lado durante una etapa tan exigente de mi vida. Gracias por comprender cuando la universidad consumía gran parte de mi tiempo, por escucharme cuando estaba cansado o preocupado y por ayudarme incluso con mis deberes y responsabilidades

cuando sentía que no podía con todo. Gracias por tu paciencia, tu cariño y por permanecer conmigo hasta ver cumplida esta meta.

A la Ing. Clara Catalina Glas Cevallos PhD., mi sincero agradecimiento por convertirse en una mentora importante durante mi carrera. Gracias por sus consejos, por compartir sus conocimientos y por orientarme en diferentes momentos de mi formación. Sus enseñanzas no se quedaron solamente dentro de un aula, sino que también contribuyeron a mi crecimiento profesional.

A mi compañero de tesis, Eduardo David Alcivar Mancheno, gracias por compartir conmigo este último desafío de nuestra formación universitaria. Fueron meses de trabajo, reuniones, correcciones, cambios y muchas horas dedicadas a conseguir un mismo objetivo. Esta tesis no habría sido posible sin el compromiso y esfuerzo que pusiste para sacarla adelante. Después de todo lo vivido, finalmente podemos decir que lo logramos.

Al Ing. Fausto Gabriel González Carrillo M. Sc., mi tutor de tesis, gracias por guiarnos durante todo este proceso. Por cada observación, corrección y recomendación que permitió que nuestro trabajo fuera tomando forma. Gracias por su paciencia y por orientarnos hasta conseguir culminar esta investigación.

Finalmente, gracias a todas aquellas personas que, aunque no estén mencionadas individualmente, estuvieron presentes durante mi carrera y aportaron con una palabra, un consejo, una oportunidad o simplemente con su apoyo.

Después de tantos años, finalmente puedo decir que llegué a la meta. Sin embargo, sé que nunca caminé solo. Como futuro ingeniero civil aprendí que ninguna estructura puede levantarse sin buenos cimientos y que, para mantenerse firme, necesita pilares capaces de sostenerla.

Mi familia y las personas que estuvieron a mi lado fueron esos cimientos y esos pilares. Este logro lleva mi nombre, pero una parte de él siempre les pertenecerá a ustedes.

Gracias por creer en mí y, sobre todo, gracias por ayudarme a construir este sueño.

Agradecimientos por Eduardo David Alcivar Mancheno

En primer lugar, a mis padres, el motor fundamental de este gran logro. Gracias por su amor incondicional, su guía constante y por ser el pilar que me sostuvo en cada momento de este camino. Sin ustedes, este sueño simplemente no habría sido posible.

Asimismo, agradezco a mis abuelos, por su cariño infinito, sus sabias palabras y sus bendiciones que siempre me acompañaron a lo largo de esta etapa.

En este recorrido, también extendiendo mi gratitud a mis compañeros de universidad, ese grupo que me acogió y por quienes sé que sin ellos no hubiera podido avanzar hasta donde estoy hoy. Gracias de corazón a quienes nunca me negaron ayuda en las materias, brindándome su apoyo desinteresado. Y un recuerdo especial para aquellos con quienes tantas veces quisimos armar la "formación tortuga" y, aunque al final nunca se dio la oportunidad, su compañía y camaradería marcaron profundamente este trayecto. A todos ustedes, compañeros, gracias sinceras.

De igual manera, quiero agradecer a mi compañero de tesis, por estar ahí peleando a la par conmigo este último gran desafío.

Por otro lado, a mis amigos y compañeros de trabajo, quienes no dudaron en enseñarme y en integrarme desde el primer momento en su equipo.

A aquellas primeras personas y a cada empresa que me abrieron las puertas, me dieron la oportunidad de aprender y depositaron su voto de confianza en mí.

También agradezco a cada profesor que confió en mi talento y me dio la oportunidad de mejorar. Un agradecimiento muy especial a esos docentes que no me dejaron pasar hasta que realmente aprendí su materia; gracias por exigirme y obligarme a entenderla, pues hoy comprendo que cada uno de esos conocimientos me ha servido enormemente en la vida real. Les agradezco de todo corazón.

A su vez, a cada persona que apareció en mi vida durante esta etapa universitaria; de una u otra manera, cada una de ellas fomentó e impulsó mi deseo de seguir adelante.

Un agradecimiento muy especial a esa persona a quien llamo amigo, hermano, colega e ingeniero, quien ha estado ahí en mis momentos más difíciles. De igual forma, a esa persona quien me ayudó en estos últimos pasos para convertirme en ingeniero, a la que le tengo un enorme cariño y respeto, y que siempre me ayudó a seguir adelante.

Finalmente, un agradecimiento muy especial a mi tutor, el Ing. Fausto González, quien hizo todo lo posible para que este último trabajo se pudiera concretar. Gracias a su mentoría, guía y paciencia, pude adentrarme y aprender una nueva área de gran importancia en la era actual. Le agradezco profundamente por permitirme desenvolverme con libertad, impulsarme a crecer y transformar mi mentalidad profesional.

DEDICATORIA

Dedicatoria por Joshua Aron Salazar Narea

Dedico este logro, en primer lugar, a Dios, por darme la fortaleza para continuar cuando el camino se volvió difícil, por acompañarme en cada etapa de mi vida y por permitirme llegar hasta este momento que durante tantos años parecía tan lejano.

A mi mamá, Edita María Narea Sánchez, mi mayor ejemplo de amor, fortaleza y perseverancia. Este logro es especialmente para ti, porque has estado conmigo desde el comienzo, sosteniéndome en los momentos difíciles y celebrando cada pequeño paso que me acercaba a esta meta. Gracias por creer siempre en mí y por nunca dejarme rendir. Si hoy estoy aquí, es en gran parte por ti.

A mi papá, Luis Alberto Salazar Salazar, por su esfuerzo, sus enseñanzas y por ser parte fundamental de mi vida. Gracias por enseñarme, a tu manera, que las cosas importantes requieren trabajo, sacrificio y constancia. Este título también representa todo aquello que recibí de ti durante mi camino.

A mi hermana, Nathaly Justine Salazar Narea, por crecer a mi lado, por acompañarme y por ser una persona con quien siempre he podido contar. Gracias por estar presente en cada etapa y por formar parte de los momentos que finalmente me trajeron hasta aquí.

A ustedes, mi familia, les dedico el resultado de tantos años de esfuerzo. En Ingeniería Civil aprendí que toda gran estructura necesita buenos cimientos para mantenerse firme. Ustedes han sido los míos.

Este título llevará mi nombre, pero siempre tendrá una parte de ustedes. Con todo mi amor, este logro es para mi familia.

Dedicatoria por Eduardo David Alcivar Mancheno

Dedico este logro, en primer lugar, a Dios, por darme la fortaleza, la salud y la guía espiritual para sostener mis pasos en los momentos más difíciles de este camino. Y a mí mismo, por la constancia, la resiliencia y la dedicación para no rendirme ante los obstáculos.

A mis padres, el motor fundamental de mi vida. Gracias por su amor incondicional y por sostener mis pasos en cada instante difícil; sin su sacrificio y su guía, alcanzar esta meta simplemente no habría sido posible.

A mis abuelos y familiares, por sus bendiciones y sus palabras de aliento que siempre me devolvían el ánimo. Comprendí que, al igual que en la ingeniería, toda gran estructura necesita bases firmes para no venirse abajo; ustedes han sido esos cimientos inquebrantables.

A los ingenieros y profesores que cumplieron su labor de forma honorable, asegurándose de no dejarme pasar hasta que realmente comprendí cada materia. Su rigor y vocación moldearon mi criterio profesional.

A mis amigos, a quienes confiaron en mí cuando las dudas pesaban más.

A Constructora Semperfi S.A., por abrirme las puertas, integrarme a su equipo y darme la oportunidad de crecer profesionalmente.

A cada persona que cruzó mi camino en esta etapa universitaria y dejó una huella en mi vida. Este título lleva mi nombre, pero lleva tatuado el esfuerzo, el corazón y el apoyo de todos ustedes.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Von Buchwald De Janon Federico Guillermo, Ph.D.
DECANO DE CARRERA

Ing. Glas Cevallos, Clara Catalina
DOCENTE DE LA CARRERA

Ing. Vera Armijos, Jorge Xavier, Msc.
OPONENTE

Tabla de contenido

Resumen	VIII
Abstract	IX
INTRODUCCIÓN	2
Antecedentes	2
Objetivos	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos	4
Proposición de estudio	4
Planteamiento del problema	5
Formulación del Problema	6
Sistematización del Problema	7
Justificación	7
Alcance y delimitación del estudio	9
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	11
1.1. Planificación tradicional de obra	11
1.1.1. Cronograma, metrados y presupuesto tradicional	12
1.1.2. Limitaciones de la planificación tradicional en obra	12
1.2. Metodología BIM	13
1.2.1. Definición de BIM	13
1.2.2. Características de la metodología BIM	14
1.2.3. Diferencias entre BIM y CAD	14
1.2.4. Ventajas del uso de BIM	15
1.2.5. Limitaciones del uso de BIM	16
1.3. Evolución y adopción del BIM	16

1.3.1.	Evolución general del BIM	16
1.3.2.	Crecimiento del BIM en Latinoamérica	17
1.3.3.	Crecimiento del BIM a nivel nacional	18
1.4.	Dimensiones BIM aplicadas a la construcción	18
1.4.1.	BIM 3D: modelo digital	18
1.4.2.	BIM 4D: planificación y secuencia constructiva	19
1.4.3.	BIM 5D: cantidades, costos y presupuesto	19
1.5.	Marco normativo e institucional	20
1.5.1.	Normas internacionales para la gestión de información BIM	20
1.5.2.	Estándares BIM aplicables a planificación y control de obra	20
1.5.3.	Normativa ecuatoriana relacionada con proyectos de construcción	21
1.5.4.	Relación con políticas de innovación, sostenibilidad y desarrollo	22
1.6.	BIM aplicado a galpones industriales	24
1.7.	Indicadores de desempeño para planificación y control de obra	25
CAPÍTULO 2: Caso de estudio: galpones industriales en Ecuador		27
2.1.	Metodología	27
2.2.	Descripción del proyecto	27
2.2.1.	Ubicación del proyecto	28
2.2.2.	Zonificación y áreas del proyecto	29
2.2.3.	Estado actual del proyecto	30
2.3.	Información disponible del proyecto	31
2.3.1.	Planos disponibles	31
2.3.2.	Metrados tradicionales	31
2.3.3.	Presupuesto base	32
2.3.4.	Cronograma tradicional	33

2.3.5. Planillas de valorización	35
2.4. Análisis de la planificación tradicional	37
2.5. Problemas identificados en la información tradicional.....	37
2.5.1. Inconsistencias entre planos y metrados.....	38
2.5.2. Dificultades de coordinación	39
2.5.3. Riesgos de retrasos y reprocesos	40
2.6. Desarrollo del modelo BIM	40
2.6.1. Modelado arquitectónico.....	41
2.6.2. Modelado estructural	41
2.6.3. Modelado hidrosanitario	42
2.6.4. Parametrización de elementos Revit	42
2.6.5. Adaptación del presupuesto y generación de código de montaje	43
2.6.6. Entorno común de datos (CDE).....	45
2.6.7. Vinculación 4D: Cronograma en Plexos	45
2.6.8. Vinculación 5D: Cantidades y costos unitarios en Plexos	46
2.6.9. Indicadores de desempeño generados en Plexos	47
CAPÍTULO 3. RESULTADOS	49
3.1. Comparativa de metrados	49
3.2. Comparativa de presupuestos	50
3.3. Comparativa de indicadores de desempeño (KPI)	51
3.4 Comparativa de tiempos de programación (Tradicional vs. BIM 4D/5D)	56
CONCLUSIONES.....	59
Recomendaciones	60
Bibliografía	62
Anexos	67

Anexo A. Planos del proyecto.....	67
Anexo B. Presupuesto detallado del contrato tradicional.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Áreas del proyecto.....	29
Tabla 2. Metrado tradicional de acero estructural.	32
Tabla 3. Presupuesto base del proyecto por capítulo – Tradicional	33
Tabla 4. Valor Planificado, Valor Ganado, Costo Real, SPI e CPI por planilla - Escenario 1: Planificación tradicional.	36
Tabla 5. Indicadores de desempeño (SPI y CPI) obtenidos en Plexos - Escenario BIM	48
Tabla 6. Comparativa de metrados - rubros representativos.....	49
Tabla 7. Comparativa de presupuesto por capítulo - Tradicional vs BIM 5D.....	50
Tabla 8. Diferencias entre escenarios por control.	56
Tabla 9. Comparativa de duración por capítulo - Tradicional vs. BIM 4D.....	56
Tabla 10. Presupuesto base del proyecto – Tradicional.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de problemas asociado a la baja confiabilidad en la planificación y control de proyectos industriales de construcción.	3
Figura 2. Flujo general de la planificación tradicional de obra.	11
Figura 3. Componentes principales de la planificación tradicional de obra	12
Figura 4. Limitaciones principales de la planificación tradicional de obra	13
Figura 5. Diferencias principales entre CAD y BIM.	15
Figura 6. Línea de tiempo de la evolución general del BIM.	17
Figura 7. Diagrama normativo y lineamientos para la implementación BIM 4D/5D en galpones industriales.	23
Figura 8. Proceso metodológico - comparacion de escenarios	27
Figura 9. Ubicación general del galpón industrial objeto de estudio.	29
Figura 10. Esquema de distribución de espacios en planta y áreas exteriores.	30
Figura 11. Proyecto Industrial de Naves Industriales, Caso 1 - Tradicional	31
Figura 12. Plano Arquitectónico de planta - Parque Industrial PIADY	31
Figura 13. Presenta el cronograma valorado tradicional del proyecto, organizado por capítulo.	35
Figura 14. Evolución del Valor Planificado (PV), Valor Ganado (EV) e Índice de Desempeño del Cronograma (SPI) en el escenario tradicional.	36
Figura 15. Flujo de interoperabilidad y transferencia de datos entre software para la planificación BIM 4D/5D	40
Figura 16. Modelo tridimensional del galpón industrial desarrollado en Autodesk Revit	41
Figura 17. Modelo BIM de la estructura metálica del galpón industrial.	41
Figura 18. Modelo tridimensional de las redes hidrosanitarias y aparatos sanitarios en Autodesk Revit	42
Figura 19. Extracción de cantidades y pesos de las vigas metálicas del mezzanine mediante el modelo BIM en Autodesk Revit.	43
Figura 20. Código de montaje de la cubierta metálica y asignación de información técnica en Autodesk Revit	44

Figura 21. Extracción de cantidades y área total de la cubierta metálica desde Autodesk Revit.	44
Figura 22. Integración de modelos IFC de las distintas disciplinas del proyecto mediante BIMserver.center	45
Figura 23. Seguimiento del cronograma y evaluación del desempeño mediante EVM en Plexos.....	46
Figura 24. Integración de cantidades, costos y elementos BIM para el control 5D del proyecto en Plexos.....	47
Figura 25. Valor Planificado (PV) por control, Tradicional vs BIM	53
Figura 26. Valor Ganado (EV) por control, Tradicional vs BIM.....	53
Figura 27. Costo Real (AC) por control, Tradicional vs BIM	54
Figura 28. Índice de Desempeño del Cronograma (SPI) por control, Tradicional vs BIM.	54
Figura 29. Índice de Desempeño del Costo (CPI) por control, Tradicional vs. BIM...	55
Figura 30. Distribución arquitectónica del proyecto: planta baja y planta alta– mezzanine	67
Figura 31. Distribución arquitectónica de la planta baja del galpón industrial	68
Figura 32. Distribución estructural, elevaciones y detalles de conexiones del galpón industrial	69
Figura 33. Planta de cubierta, elevaciones y detalles estructurales del galpón industrial	70
Figura 34. Distribución en planta y detalles constructivos de instalaciones del galpón industrial	71

Resumen

La planificación tradicional de obra gestiona planos, metrados, presupuesto y cronograma como documentos independientes, misma condición que dificulta la identificación de inconsistencias, desviaciones e interferencias, mientras que la metodología BIM 4D y 5D integra el cronograma y el presupuesto en un modelo digital para fortalecer el control conjunto del proyecto, por lo cual este estudio evaluó el desempeño constructivo de un galpón industrial del Parque Industrial PIADY, ubicado en Yaguachi, Ecuador, mediante el contraste entre la ejecución con metodología tradicional y una simulación 3D desarrollada en Revit con vinculación del cronograma 4D y presupuestos 5D en Plexos, cuyos resultados registraron una variación de +2,8 % en los metrados y una facturación 4,27 % inferior al valor contractual de USD 730.000,00, con lo cual se determinó que la planificación BIM 4D y 5D aportó superior precisión en el conteo de metrados, en la planificación y el control de obra respecto al enfoque tradicional, mediante una función complementaria entre ambas metodologías.

Palabras clave: BIM, BIM 4D, BIM 5D, planificación de obra, galpones industriales, indicadores de desempeño.

Abstract

Traditional construction planning manages drawings, quantity takeoffs, budgets, and schedules as independent documents, a condition that makes it difficult to identify inconsistencies, deviations, and interferences. In contrast, BIM 4D and 5D methodology integrates the schedule and budget into a digital model to strengthen the overall control of the project. Therefore, this study evaluated the construction performance of an industrial warehouse located in the PIADY Industrial Park in Yaguachi, Ecuador, by comparing execution under the traditional methodology with a 3D simulation developed in Revit, linking the 4D schedule and 5D budget in Plexos. The results showed a +2.8% variation in quantity takeoffs and billing 4.27% lower than the contractual value of USD 730,000.00. It was determined that BIM 4D and 5D planning provided greater accuracy in quantity takeoffs, planning, and construction control compared with the traditional approach, through a complementary function between both methodologies.

Keywords: BIM, BIM 4D, BIM 5D, construction planning, industrial warehouses, performance indicators.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

La planificación de obra organiza actividades, recursos, tiempos y costos antes y durante la ejecución de un proyecto de construcción. Los galpones industriales exigen un nivel de coordinación superior al de otras tipologías, porque intervienen varias actividades relacionadas entre sí: la preparación del terreno, la cimentación, el montaje de la estructura metálica, la cubierta, los cerramientos y las instalaciones básicas

En muchos proyectos de este tipo todavía maneja actividades como preparación del terreno, cimentación, montaje de estructura metálica cubierta y cerramiento. La planificación de obra mediante planos, cronogramas, presupuestos y metrados elaborados por separado sustenta la organización del proyecto, aunque presenta limitaciones ante modificaciones, inconsistencias documentales o ausencia de actualización de la información, condiciones asociadas con atrasos, reprocesos, variaciones en las cantidades y ajustes económicos durante la ejecución constructiva.

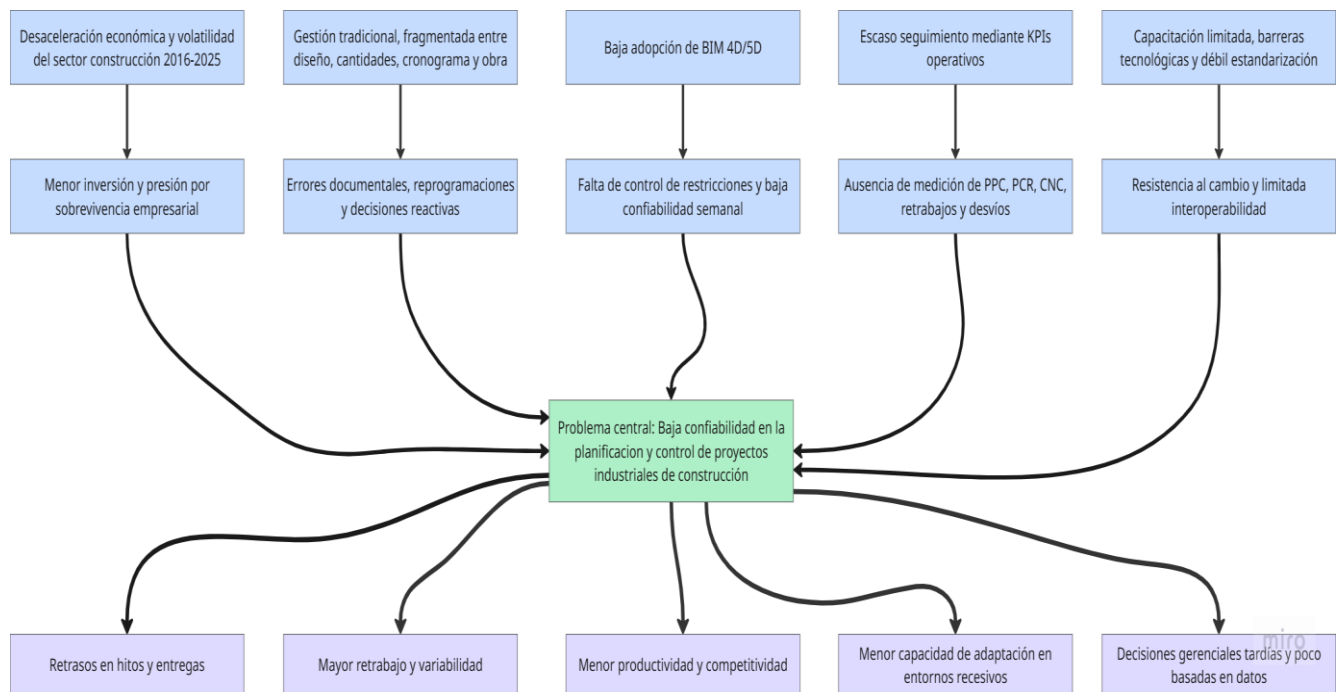
La metodología BIM constituye una alternativa para integrar la información del proyecto mediante un modelo digital que relaciona los elementos constructivos con datos técnicos, cantidades, costos y programación, donde BIM 4D vincula el modelo con el cronograma de obra y BIM 5D lo articula con los metrados y el presupuesto, lo que fortalece el control de la planificación y del costo del proyecto.

La investigación analiza la aplicación de BIM 4D y 5D en la planificación y el control de galpones industriales en Ecuador, con un galpón del Parque Industrial y Acopio PIADY como caso de estudio, cuya ejecución se desarrolló con una gestión basada en documentos independientes para establecer un contraste con la integración digital propuesta mediante BIM. Sobre ese proyecto se desarrolla, de forma retrospectiva, un modelo BIM en Revit posteriormente vinculado en Plexos con el cronograma y los costos, con la finalidad de simular su planificación bajo metodología BIM 4D/5D y evaluar las diferencias relacionadas con tiempo, metrados, presupuesto,

interferencias y trazabilidad de la información entre el escenario real ejecutado y el escenario simulado.

Este trabajo no plantea BIM como una solución automática a los problemas de obra, sino como una metodología que puede ayudar a mejorar la organización y el control de la información del proyecto. A partir de la comparación entre el escenario real y el escenario simulado, se busca identificar el aporte de BIM 4D/5D en la planificación constructiva, el control de costos, la coordinación entre disciplinas y la toma de decisiones en proyectos de galpones industriales.

Figura 1. Árbol de problemas asociado a la baja confiabilidad en la planificación y control de proyectos industriales de construcción.



Fuente: Elaboración propia con base en International Organization for Standardization [ISO] (2018).

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el impacto de la implementación de la metodología BIM 4D/5D en la planificación y control de tiempo y costo de galpones industriales, mediante un análisis comparativo entre la ejecución real bajo metodología tradicional y una simulación

retrospectiva desarrollada con apoyo de BIM del mismo galpón industrial, para mejorar el control de obra, optimizar la planificación y reducir interferencias en proyectos industriales en Ecuador.

Objetivos específicos

- Analizar la información técnica y el desempeño constructivo del galpón industrial ejecutado bajo metodología tradicional, considerando planos, cronograma, presupuesto, metrados y proceso de ejecución, para identificar limitaciones en el control de tiempo, costo y coordinación de la obra.
- Desarrollar un modelo BIM del galpón industrial en Revit, con nivel de desarrollo LOD 350 e incorporando arquitectura, estructura e hidrosanitario, para integrar la información técnica del proyecto en un entorno digital coordinado.
- Vincular el modelo BIM del galpón en estudio con el cronograma y presupuesto mediante Plexos, para generar una simulación BIM 4D/5D retrospectiva, que permita controlar la secuencia constructiva, cantidades y costos del proyecto.
- Comparar los resultados de la ejecución real bajo metodología tradicional y de la simulación BIM 4D/5D del mismo galpón industrial, mediante indicadores de tiempo, costo, metrados, interferencias y trazabilidad, para evaluar el aporte de BIM en la mejora de la planificación, control de obra y competitividad técnica en el mercado constructivo

Proposición de estudio

Se plantea como proposición de este estudio que la simulación retrospectiva del galpón industrial mediante metodología BIM 4D/5D permite identificar mejoras en el desempeño constructivo; en cumplimiento de cronograma, control de costos, precisión de metrados, reducción de interferencias y trazabilidad de la información con respecto de la planificación y ejecución real registrada bajo metodología tradicional. Esta proposición se verifica mediante la comparación directa de indicadores de desempeño entre ambos escenarios, consistente con el enfoque metodológico de estudios de caso (Yin, 2017) .

Planteamiento del problema

De acuerdo con fuentes del sector, en Ecuador se identifican dificultades recurrentes en la planificación y el control de proyectos de construcción industrial asociadas con retrasos, sobrecostos y afectaciones al desempeño constructivo, situación respaldada por Erazo Santillán (2025), quien documenta que ocho de cada diez procesos de licitación de obra analizados superaron la fecha contractual y registraron una extensión promedio equivalente al 70 % del plazo establecido, problemática especialmente relevante en los galpones industriales debido a la necesidad de coordinar actividades, recursos, cronogramas y presupuestos para alcanzar los objetivos de alcance, plazo y costo, dado que una planificación fragmentada favorece retrabajos, conflictos de programación, ajustes económicos y afectaciones para inversionistas, propietarios y entidades vinculadas con la infraestructura productiva.

En el ámbito internacional, los retrasos y sobrecostos constituyen problemas frecuentes en los proyectos constructivos de gran escala, como señalan Dussud et al. (2023) a partir de un estudio de McKinsey con una muestra superior a 500 proyectos de capital, cuyos resultados registraron sobrecostos promedio del 79 % respecto al presupuesto establecido y desviaciones del cronograma equivalentes al 52 %, datos que evidencian dificultades en el control de costos y plazos relacionadas con deficiencias de planificación, modificaciones del alcance, ineficiencias de diseño y condiciones no previstas, mientras que Da Graça (2025), mediante el análisis de 480 proyectos de infraestructura, identificó retrasos en aproximadamente el 70 % de los casos y una concentración cercana a la mitad de la muestra en América Latina, con factores asociados con estudios de viabilidad insuficientes, alcance poco definido y deficiencias financieras.

En Ecuador, la gestión de proyectos de construcción presenta dificultades relacionadas con productividad, planificación y cumplimiento de objetivos, puesto que Intriago Pincay et al. (2025) sostienen que la falta de rigor en la planificación y las deficiencias en la administración del proyecto se relacionan con pérdidas económicas y con una probabilidad superior de incumplimiento físico y financiero de la obra.

La problemática adquiere especial relevancia en la construcción industrial y en los galpones debido a las exigencias de coordinación entre actividades, recursos, costos y especificaciones técnicas, puesto que la ausencia de integración entre estos componentes favorece dilaciones, modificaciones presupuestarias y dificultades para cumplir los requisitos estructurales, sísmicos y de calidad aplicables a este tipo de infraestructura.

La principal limitación de los métodos convencionales radica en la gestión segmentada de la información del proyecto, debido a que Intriago Pincay et al. (2025) identifican la administración ineficiente de los procesos y la ausencia de una planificación integral como factores relacionados con retrasos y sobre costos en el sector de la construcción ecuatoriano, situación que refleja una separación entre la programación de actividades, el control de cantidades y la gestión de costos.

La metodología BIM 4D y 5D plantea una integración digital entre el modelo constructivo, el cronograma, los metrados y el presupuesto, estructura que favorece la coordinación técnica, la identificación de inconsistencias, el seguimiento de cantidades y la comparación entre la programación física y financiera del proyecto bajo un entorno unificado de información.

La presente investigación analiza el impacto de la integración de BIM 4D y 5D en la planificación y el control de galpones industriales en Ecuador mediante la comparación entre el escenario ejecutado con una gestión basada en documentos independientes y un escenario simulado con herramientas digitales, con el propósito de aportar evidencia empírica sobre su utilidad para optimizar cronogramas, contrastar presupuestos, controlar costos, fortalecer la coordinación técnica y respaldar la toma de decisiones en proyectos de construcción industrial.

Formulación del Problema

¿Cómo contribuye la integración de la metodología BIM 4D y 5D a mejorar la planificación y control de tiempo y costo en galpones industriales, en comparación con la metodología tradicional de gestión de obra?

Sistematización del Problema

1. ¿Cuáles son las limitaciones en el control de tiempo, costo y coordinación de la planificación tradicional del galpón industrial en estudio?
2. ¿Cómo se desarrolla un modelo BIM (LOD350) que integre arquitectura, estructura e hidrosanitario del galpón en estudio?
3. ¿Cómo se vincula el modelo BIM con el cronograma y presupuesto mediante Plexos para generar la simulación BIM 4D/5D retrospectiva?
4. ¿Qué diferencias existen entre el escenario real (metodología tradicional) y el escenario simulado (BIM 4D/5D) en términos de tiempo, costos y metrados?

Justificación

La metodología BIM en sus dimensiones 4D y 5D articula el modelo 3D del proyecto con el cronograma y el presupuesto, lo cual facilita simular la ejecución de la obra antes de construirla. Al vincular los elementos del modelo con las actividades del plan de obra como lo es BIM 4D se anticipan interferencias y optimizar las secuencias constructivas, mientras que al incorporar el factor económico como lo hace el BIM 5D se logran estimaciones de costo dinámicas y trazabilidad presupuestaria en tiempo real. (Gómez Valdés et al., 2023) documentan que la aplicación de BIM en proyectos de construcción redujo tiempos y costos al minimizar retrabajos y detectar colisiones entre especialidades, mejorando así la calidad final de la obra con impacto directo sobre el cronograma, los costos y los márgenes de ejecución. Estos hallazgos indican que la adopción de BIM 4D y 5D puede mejorar notablemente el desempeño constructivo mediante la optimización de cronogramas, el control presupuestario automatizado, la coordinación interdisciplinaria y el aumento de la productividad.

La mejora del desempeño constructivo conlleva beneficios sociales y económicos significativos. Como se señaló anteriormente, la mayoría de los procesos de licitación de obras en Ecuador no logra completarse dentro del plazo previsto, con tiempos de ejecución que en promedio superan en un 70% lo originalmente planificado (Erazo Santillán, 2025), lo cual afecta a inversores, contratistas y usuarios finales. A escala regional, Da Graça (2025) identificó que cerca del 70 % de los proyectos de infraestructura analizados registró atrasos significativos, con una proporción

considerable de casos localizada en América Latina, situación asociada con desperdicio de recursos y demoras en la puesta en funcionamiento de infraestructura productiva, por lo que la integración de BIM 4D y 5D se relaciona con una gestión eficiente de la planificación y el control de obra, además de guardar correspondencia con el ODS 12 sobre producción y consumo responsables mediante el uso eficiente de recursos y la gestión de residuos, así como con el ODS 9 orientado al desarrollo de infraestructuras resilientes, industrialización sostenible e innovación (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

La optimización de los procesos de planificación y control en el sector de la construcción aporta beneficios económicos, sociales y académicos, puesto que Naula-Ochoa et al. (2025) identificaron que el 93,46 % de los profesionales afiliados a la Cámara de la Construcción de Cuenca conoce alguna herramienta asociada con BIM, aunque dicho conocimiento se concentra principalmente en el modelado 3D y la incorporación de las dimensiones 4D y 5D mantiene una presencia limitada en Ecuador, mientras que estudios como el de Taco Hernández (2024) abordan aplicaciones específicas de BIM en edificaciones sin establecer una evaluación conjunta de BIM 4D y 5D mediante indicadores de gestión del valor ganado como SPI y CPI en galpones industriales, aspecto que sustenta el aporte científico de esta investigación mediante el análisis de indicadores vinculados con costo, programación y coordinación de obra.

El desarrollo de la investigación también guarda relación con el artículo 388 de la Constitución de la República del Ecuador, cuyo contenido establece responsabilidades estatales vinculadas con la ciencia, la tecnología, la innovación y los saberes orientados al desarrollo productivo, por lo que el análisis de BIM 4D y 5D se inserta en un marco institucional que promueve la incorporación de herramientas tecnológicas aplicadas al fortalecimiento de la productividad y la gestión de proyectos (Asamblea Constituyente, 2008).

La integración de un gemelo digital de la obra facilita la visualización conjunta del proyecto y la coordinación de información entre arquitectos, ingenieros y contratistas, además de aportar una referencia metodológica para proyectos de

galpones industriales en Ecuador mediante un esquema replicable de planificación y control, cuyos resultados comparativos entre una gestión basada en documentos independientes y BIM 4D y 5D ofrecen insumos para sustentar decisiones empresariales relacionadas con capacitación, software, control de desviaciones, coordinación técnica y competitividad del sector constructivo.

La investigación responde a lineamientos institucionales relacionados con innovación, productividad y sostenibilidad en los sectores público y privado, mediante una propuesta de integración tecnológica aplicada a la gestión de obras industriales que mantiene correspondencia con disposiciones constitucionales, objetivos nacionales y compromisos internacionales asumidos por Ecuador

Alcance y delimitación del estudio

El presente trabajo tiene como alcance comparar la planificación y ejecución convencional de un galpón industrial en Ecuador con una simulación del mismo proyecto desarrollada mediante metodología BIM 4D y 5D, dentro de la sublínea de tecnologías de la construcción, debido a que examina el uso de herramientas digitales aplicadas a la planificación, el control y la coordinación de obra.

El caso de estudio corresponde al proyecto industrial del Parque Industrial de Acopio y Distribución de Yaguachi (PIADY), ubicado en el km 10,5 de la vía Durán, cantón Yaguachi, provincia del Guayas, Ecuador, integrado por tres naves industriales identificadas como B#1, B#2 y B#3 bajo un mismo contrato de construcción, por lo que constituye un caso único integrado sobre el cual se desarrolla un modelo BIM con nivel de desarrollo LOD 350 en Revit y vinculación en Plexos con el cronograma mediante BIM 4D y con el presupuesto mediante BIM 5D, bajo una comparación intra-caso entre el escenario documentado en obra mediante una gestión convencional y el escenario simulado con BIM 4D y 5D, con atención a planificación, cronograma, presupuesto, metrados, secuencia constructiva, interferencias y trazabilidad de la información.

La investigación incorpora un modelo BIM con nivel de desarrollo LOD 350 que integra componentes arquitectónicos, estructurales y la red hidrosanitaria general, cuya vinculación con el cronograma mediante BIM 4D y con el presupuesto mediante

BIM 5D establece una representación conjunta de la secuencia constructiva, las cantidades, las actividades y los costos asociados con el proyecto.

A partir de esta integración se establecen indicadores de desempeño destinados a comparar ambos escenarios de planificación, con un alcance centrado en programación, costos, metrados y control constructivo del caso seleccionado, sin incluir cálculo estructural, rediseño arquitectónico, diseño sísmico, diseño técnico detallado de instalaciones, seguridad industrial, operación, mantenimiento, evaluación del ciclo de vida, sistema eléctrico ni sistema contra incendios, debido a que estas dos disciplinas no forman parte del contrato de ejecución analizado y carecen de información de referencia suficiente para establecer una comparación equivalente entre ambos escenarios.

La delimitación del análisis del escenario documentado adopta como fecha de corte el 8 de agosto de 2026 e incorpora la información de planificación, cronograma, presupuesto y avance físico registrada para el proyecto, cuyo contrato establece el periodo comprendido entre el 20 de abril y el 20 de octubre de 2026, por lo que los resultados corresponden al estado parcial de ejecución registrado en la fecha de corte y no al cierre integral de la obra.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

1.1. Planificación tradicional de obra

La planificación en construcción se basa en esquemas convencionales que se apoyan en documentos independientes tales como diagramas de Gantt, tablas de cantidades y presupuestos por partidas. Para definir actividades, cronogramas y costos.

Según Abad Aveiga et al. (2025), la eficiencia en la planificación de un proyecto de construcción resulta determinante para el control de costos, tiempos y calidad de la obra. Es decir, el desarrollo de un proyecto se apoya en dividir el alcance en entregables y asignarles plazos y recursos. En esta etapa se identifican los planos, se cuantifican los insumos y se asigna un cronograma lineal que refleja el orden previsto de las actividades.

Figura 2. Flujo general de la planificación tradicional de obra.

Flujo general de la planificación tradicional de obra



Fuente: Elaboración propia con base en Hendrickson y Au (1989)

1.1.1. Cronograma, metrados y presupuesto tradicional

Bajo el enfoque tradicional mostrado en la FIGURA 3, el cronograma se elabora de forma separada al presupuesto, que a su vez se fundamenta en metrados estáticos de materiales y unidades de obra. Según estándares de gestión de proyectos (PMI, 2025), estas áreas de alcance, tiempo y costo son fundamentales, pero en la práctica clásica se planifican de manera aislada. Cada disciplina como la arquitectura, estructura, instalaciones, etc. elabora sus métricos y costos por separado, y el cronograma resultante refleja un avance ideal sin intercambios dinámicos con el presupuesto.

Figura 3. Componentes principales de la planificación tradicional de obra

DOCUMENTO TRADICIONAL	FUNCIÓN PRINCIPAL	RELACIÓN CON LA PLANIFICACIÓN
 Planos	Representan la información gráfica y técnica del proyecto	Sirven como base para interpretar el alcance
 Metrados	Cuantifican las partidas de obra	Permiten estimar materiales y cantidades
 Presupuesto	Estima el costo del proyecto	Relaciona cantidades con precios
 Cronograma	Ordena actividades en el tiempo	Permite controlar plazo y avance
 Especificaciones técnicas	Definen criterios de calidad y ejecución	Complementan planos y presupuesto

Fuente: Elaboración propia con base en McKinney y Fischer (1998), Feng et al. (2010) y Wahab y Wang (2022).

1.1.2. Limitaciones de la planificación tradicional en obra

Según Abad Aveiga et al., (2025) señalan que la alta variabilidad en obra, producida por factores humanos, administrativos, tecnológicos y externos como el clima o los cambios imprevistos, influye directamente el flujo de trabajo y la productividad. En consecuencia, Encinas Arciga et al., (2025) señalan que la interrupción del flujo del proceso constructivo, ocasionada por la falta de coordinación entre mano de obra, materiales y equipos, representa uno de los principales factores que afectan la productividad, por lo que necesita un control riguroso. Cuando los flujos de materiales y de información carecen de sincronización se generan desperdicios que afectan el avance de la obra, mientras que los métodos convencionales presentan una estructura rígida y reactiva debido a que un cronograma estático pierde vigencia ante

modificaciones del proyecto y los presupuestos carecen de integración inmediata con los cambios registrados, situación que favorece retrasos, sobrecostos, interferencias entre actividades y desviaciones en los rendimientos cuya identificación ocurre fuera del momento oportuno para el control constructivo. Por ejemplo, Abad Aveiga et al., (2025) observan que la falta de automatización y de criterios estandarizados continúan siendo un obstáculo relevante para la eficiencia del sector de la construcción en la región, junto con la resistencia al cambio y los costos derivados de la incorporación de nuevas tecnologías esto se observa en FIGURA 4, estos factores permiten comprender por qué los métodos tradicionales de planificación no siempre aseguran el cumplimiento de los plazos y presupuestos establecidos.

Figura 4. Limitaciones principales de la planificación tradicional de obra



Fuente: Elaboración propia con base en Feng et al. (2010) y Kang et al. (2007).

1.2. Metodología BIM

1.2.1. Definición de BIM

“Building Information Modeling” (BIM) se entiende como un enfoque digital para gestionar toda la información de un proyecto de construcción. Según Haro Menacho (2025), BIM “es un proceso digital integral para crear, gestionar y compartir datos relacionados con proyectos de construcción a lo largo de todas sus fases” (p. 105). Esta definición coincide con las normas internacionales ISO, que conciben BIM como

una metodología para la gestión de información de obras e instalaciones mediante modelos digitales compartidos, de modo que su alcance supera la representación tridimensional al constituir un entorno colaborativo en el cual cada elemento constructivo se configura como un objeto paramétrico con propiedades físicas, funcionales, geométricas y técnicas asociadas con el diseño y la gestión del proyecto. Mientras que CAD representa la geometría mediante líneas y superficie, BIM incorpora datos estructurados y funcionales directamente en los elementos del modelo (Semjén & Szép, 2025).

1.2.2. Características de la metodología BIM

Diversos autores destacan que BIM integra la colaboración interdisciplinaria y la interoperabilidad de datos. Según la International Organization for Standardization (ISO, 2018) el modelo BIM se basa en estándares abiertos tipo IFC que permiten que arquitectos, ingenieros, contratistas y demás actores compartan un mismo modelo con versiones unificadas. Según Semjén & Szép (2025, p. 2), BIM permite la detección de colisiones entre disciplinas desde la etapa de diseño, el cálculo de cantidades de materiales durante la construcción, y la planificación del mantenimiento en la fase de operación, integrando de esta manera información estructurada a lo largo de todo el ciclo de vida del edificio. Además, la norma (ISO, 2018) establece procesos coordinados de entrega de información mediante flujos de intercambio con estructuras LOD y LBS, etc., asegurando la calidad y coherencia de los datos. Por lo tanto, BIM se caracteriza por centralizar la información, eliminar redundancias y facilitar la comunicación entre disciplinas, lo que redundará en proyectos más coherentes desde la fase de diseño hasta la construcción y operación.

1.2.3. Diferencias entre BIM y CAD

Aunque CAD es un diseño asistido por computadora, ha sido la base del diseño arquitectónico por décadas, la metodología BIM introduce cambios sustanciales. En los sistemas CAD cada vista o plano constituye una representación gráfica cuya modificación exige ajustes manuales en los documentos relacionados, mientras que BIM emplea objetos paramétricos vinculados dentro de un modelo integrado, como señala Haro-Menacho (2025) al describir esta metodología mediante elementos

digitales que representan componentes constructivos con propiedades asociadas, entre ellas dimensiones, materiales, costos y relaciones con otros elementos, de modo que una modificación geométrica actualiza la información vinculada dentro del modelo y favorece su interoperabilidad con análisis de instalaciones, simulaciones energéticas y procesos de control mediante BIM 4D y 5D..

Figura 5. Diferencias principales entre CAD y BIM.



Fuente: Elaboración propia con base en Sacks et al. (2018).

1.2.4. Ventajas del uso de BIM

La implementación de BIM aporta múltiples beneficios al desarrollo de los proyectos, sobre todo porque facilita la planificación y permite llevar un mejor control durante su ejecución. Haro Menacho (2025, p. 106) documenta que, en el ámbito de las obras públicas, la implementación de BIM que permite aplicar diferentes herramientas y estrategias que facilitan el desarrollo de los proyectos, entre ellas la posibilidad de identificar y anticipar posibles conflictos entre las distintas disciplinas antes de que lleguen a la etapa de ejecución, calcular con mayor exactitud el presupuesto y las cantidades de materiales, y disminuir tanto los retrabajos como el desperdicio de recursos, todo lo cual eleva el rendimiento operativo del proyecto. En concreto, el modelo BIM facilita generar simulaciones de obra con BIM 4D y presupuestos actualizables con BIM 5D, lo que apoya la toma de decisiones informadas. Como señala Haro Menacho (2025), “*un modelo BIM contiene datos*

físicos y funcionales de la infraestructura, organizados mediante objetos inteligentes que representan componentes reales, integrando información del comportamiento, uso y mantenimiento esperado de la instalación” (p. 106), lo cual favorece la colaboración y la reducción de errores. Estas ventajas han sido demostradas en proyectos internacionales especialmente en países desarrollados, donde la implementación BIM se relaciona con un mayor control y confiabilidad en el cumplimiento de plazos y costos previstos (Haro Menacho, 2025)

1.2.5. Limitaciones del uso de BIM

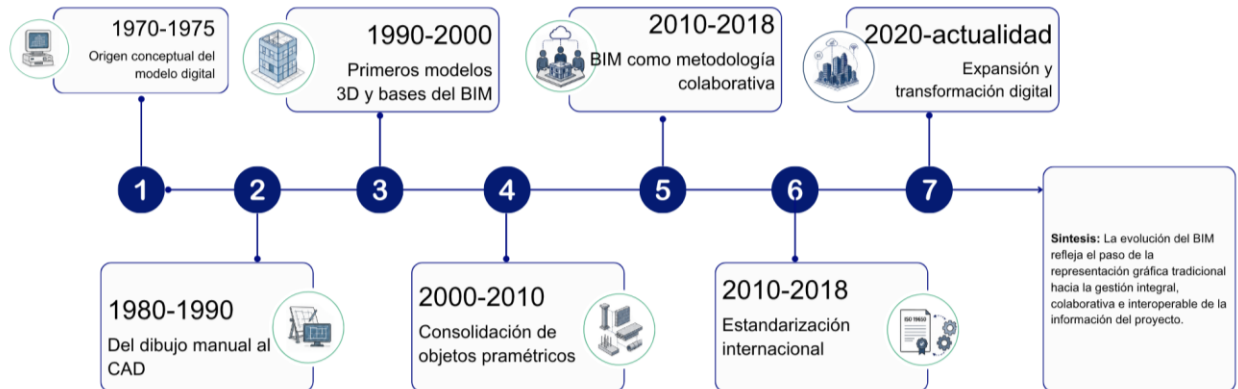
La adopción de BIM presenta limitaciones asociadas con la inversión en software especializado, la capacitación del personal técnico y la estandarización de protocolos internos, factores que favorecen resistencia organizacional y dificultades de implementación, mientras que Abad Aveiga et al. (2025) identifican desafíos vinculados con costos, gestión de calidad, integración tecnológica y automatización, y Soto y Manríquez (2023) señalan que la incorporación de las dimensiones BIM 4D y 5D mantiene un nivel incipiente en mercados emergentes como el ecuatoriano.

1.3. Evolución y adopción del BIM

1.3.1. Evolución general del BIM

La evolución del BIM puede evidenciarse mediante una línea de tiempo, debido a que su desarrollo responde a un desarrollo progresivo de transformación tecnológica y metodológica en el sector de la construcción. Como se muestra en la FIGURA 6 se puede apreciar la evolución desde el uso del dibujo asistido por computadora hasta la incorporación de modelos digitales inteligentes, que permiten trabajar de manera colaborativa, intercambiar información y gestionarla a lo largo de las diferentes etapas del proyecto.

Figura 6. Línea de tiempo de la evolución general del BIM



Fuente:(Historia Del Building Information Modeling (BIM) | Ardor, 2025)

Como se observa en la línea de tiempo, la evolución del BIM no corresponde únicamente al avance de herramientas de modelado, sino a una transformación en la forma de producir, coordinar y gestionar información en los proyectos de construcción. En sus primeras etapas, el desarrollo tecnológico se enfocó en optimizar la representación gráfica, sin embargo, con la integración de objetos paramétricos, estándares de interoperabilidad y procesos colaborativos, BIM pasó a constituirse en un enfoque integral de gestión de información. En el contexto de la presente investigación, esta evolución resulta importante porque permite comprender la importancia de BIM 4D y 5D para vincular el modelo digital con la planificación, los costos, las cantidades y el control de obra en galpones industriales

1.3.2. Crecimiento del BIM en Latinoamérica

En América Latina el avance de BIM ha sido diverso pero progresivo. Un estudio de Soto & Manríquez(2023) sobre 15 países de la región señala que la mayoría desarrolla estrategias formales, específicamente, todos los países latinoamericanos con iniciativas públicas de BIM (excepto México) han utilizado normas ISO relacionadas con el BIM al inicio de 2022. Perú constituye un referente regional en la adopción de BIM debido a su aplicación en el diseño y la construcción de infraestructura vinculada con los Juegos Panamericanos Lima 2019, experiencia asociada con mejoras en el control del diseño y la ejecución de las obras y que impulsó

la consolidación del Plan BIM Perú dentro de la política nacional de competitividad, mientras que Brasil, Chile y Costa Rica también cuentan con estrategias nacionales orientadas a la incorporación de esta metodología en el sector de la construcción.. El reporte de CAF destaca además que en la región se están realizando muchas iniciativas públicas y privadas entre ellos BIM Forums nacionales, para fomentar la capacitación y la aplicación de BIM en proyectos de infraestructura y edificación.

1.3.3. Crecimiento del BIM a nivel nacional

En Ecuador, la aplicación de BIM aún se encuentra en etapas tempranas. Según Soto & Manríquez (2023), Ecuador contaba con un capítulo local *BIM Fórum Ecuador*, pero éste era todavía emergente a comienzos de 2022. El gobierno nacional ha comenzado a reconocer la relevancia de BIM adaptando normas ISO al marco local, pero no existe aún una política pública clara de obligación de uso en obras estatales. En la práctica, aunque un porcentaje considerable de profesionales del sector conoce alguna herramienta asociada a BIM, principalmente en su fase de modelado 3D (Naula-Ochoa et al., 2025) la mayoría de las empresas constructoras ecuatorianas continúa aplicando procesos tradicionales de planificación, con baja incidencia real de las dimensiones avanzadas 4D y 5D en la práctica cotidiana. Este contexto local sugiere que el potencial de mejora mediante BIM 4D y 5D está aún por demostrar en la realidad del país. Por tanto, la investigación propuesta se alinea con un momento oportuno, busca generar evidencia empírica sobre los beneficios que BIM puede aportar a obras industriales ecuatorianas específicas a naves industriales, en un entorno que carece de datos cuantitativos previos.

1.4. Dimensiones BIM aplicadas a la construcción

1.4.1. BIM 3D: modelo digital

EL aspecto fundamental del BIM es el modelo 3D, que integra la geometría detallada de la edificación los datos relacionados. En este modelo tridimensional, cada elemento constructivo existe como un objeto “inteligente” que conoce sus propiedades. Gracias a esto, el modelo BIM 3D sirve como repositorio único de toda la información del proyecto antes de la obra. Luego, es la base sobre la que se construyen las demás dimensiones 4D y 5D. El modelo 3D permite además visualizar la obra de forma virtual,

facilitando la detección temprana de conflictos espaciales entre disciplinas con sus interferencias geométricas y la revisión de diseño colaborativa antes de la ejecución real.

1.4.2. BIM 4D: planificación y secuencia constructiva

El BIM 4D implementa la dimensión temporal al modelo 3D. Como describe Trejo Ponte (2022), BIM 4D *“incorpora una planificación del proyecto a través del tiempo mediante el modelo 3D”* y posibilita *“una simulación virtual del avance físico del proyecto”* (p. 2). En la práctica, BIM 4D vincula cada elemento del modelo digital con una actividad del cronograma, de forma que las modificaciones del proyecto se reflejan en la secuencia constructiva y facilitan la identificación de impactos asociados con la programación, como ocurre cuando la entrega tardía de vigas afecta actividades sucesivas, relación que favorece la detección anticipada de interferencias temporales y dependencias entre tareas antes de su ejecución en obra. Además, la actualización continua del cronograma desde el modelo reduce la dependencia de informes manuales, el equipo puede obtener en tiempo real indicadores de porcentaje de avance físico o predicciones de fecha de finalización. De esta forma, BIM 4D transforma la planificación en un proceso interactivo y dinámico, mejorando la coordinación del flujo de trabajo.

1.4.3. BIM 5D: cantidades, costos y presupuesto

El BIM 5D implementa la dimensión económica al vincular el modelo BIM con la estimación presupuestaria. En este enfoque, cada objeto del modelo BIM 3D incorpora información asociada con costos, recursos y rendimientos, de manera que su vinculación con la dimensión 4D relaciona la secuencia constructiva con el comportamiento económico del proyecto, tal como señala Trejo Ponte (2022) al indicar que BIM 5D integra estos componentes con el modelado tridimensional, lo que favorece la actualización coordinada de cantidades y presupuesto ante modificaciones del diseño o de la programación, el contraste entre valores planificados y registrados, la identificación de desviaciones económicas y la aplicación de indicadores de valor ganado a partir de información vinculada con el modelo, mientras que la integración

de BIM 4D y 5D configura un entorno digital conjunto para el análisis del cronograma, los costos y la toma de decisiones financieras.

1.5. Marco normativo e institucional

1.5.1. Normas internacionales para la gestión de información BIM

La serie ISO 19650 constituye una referencia internacional para la gestión de información mediante BIM, debido a que la ISO 19650-1:2018 establece conceptos y principios, la ISO 19650-2:2018 define requisitos aplicables a la fase de entrega de los activos y la ISO 19650-4:2022 desarrolla criterios relacionados con el intercambio y la calidad de la información, conjunto normativo que sustenta la comprensión de BIM 4D y 5D como parte de un proceso estructurado de producción, revisión, intercambio y utilización de información y no únicamente como un modelo tridimensional con atributos asociados.

La ISO 19650-5:2020 complementa este marco mediante principios orientados a la seguridad de la información dentro de los procesos BIM, aspecto relevante en proyectos industriales que incorporan datos relacionados con distribución espacial, procesos, documentación técnica y localización de componentes, por lo que la gestión de accesos, versiones y difusión de información forma parte de la gobernanza documental necesaria para preservar la integridad y el uso controlado de los datos del proyecto.

1.5.2. Estándares BIM aplicables a planificación y control de obra

En BIM 4D y 5D, la interoperabilidad y el control de requisitos constituyen componentes esenciales para la gestión integrada de la información, contexto en el cual IFC funciona como estándar abierto para el intercambio de datos entre aplicaciones BIM y cuenta con respaldo normativo mediante ISO 16739-1:2024, mientras que IDS establece requisitos de información comprensibles para usuarios y sistemas informáticos y BCF estructura la comunicación de incidencias y observaciones entre plataformas, de modo que IFC organiza el intercambio, IDS define el contenido requerido y BCF articula las correcciones y coordinaciones asociadas con el modelo.

En el ámbito regional, la guía del Banco Interamericano de Desarrollo para proyectos piloto BIM aporta instrumentos operativos como los requisitos de intercambio de información, el Plan de Ejecución BIM, los usos BIM y los tipos de información, elementos que sustentan la definición de entregables como modelos, documentación y planes de ejecución vinculados con objetivos de costos, planificación y control, por lo que BIM 4D y 5D se conciben como dimensiones orientadas a estructurar información temporal y económica verificable dentro del proyecto.

El Estándar BIM para Proyectos Públicos de Planbim Chile constituye una referencia regional para la definición de solicitudes de información, planes de ejecución BIM, trabajo colaborativo, interoperabilidad, COBie y criterios de entrega de información, debido a que establece convenciones sobre información geométrica y no geométrica y requisitos mínimos para la estructuración documental, aspectos útiles para sustentar fichas de usos BIM, entregables y criterios de calidad del modelo en proyectos industriales.

La Guía Nacional BIM y la Guía Técnica BIM del Ministerio de Economía y Finanzas del Perú desarrollan conceptos relacionados con el nivel de información necesaria, los estados de avance del modelo, los roles BIM y la producción colaborativa de información, mientras que el Decreto Supremo N.º 289-2019-EF incorpora BIM dentro de la política pública de inversión, conjunto normativo que ofrece una referencia para traducir estándares internacionales en matrices de uso, fases, control y madurez organizacional aplicables a proyectos de construcción.

1.5.3. Normativa ecuatoriana relacionada con proyectos de construcción

En Ecuador, el soporte normativo aplicable a una investigación sobre galpones industriales se estructura principalmente en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, la normativa de contratación pública y la regulación ambiental, debido a que la NEC constituye el instrumento técnico obligatorio que establece requisitos mínimos para diseño, construcción, supervisión y control de obras, con contenidos organizados en seguridad estructural, habitabilidad, salud y servicios básicos, por lo que un estudio BIM aplicado a galpones debe considerar los capítulos relacionados con las características técnicas de este tipo de infraestructura.

El capítulo NEC-SE-AC resulta pertinente para galpones industriales por su aplicación a estructuras de acero, mientras que la NEC-HS-CI establece requisitos vinculados con diseño, instalación, operación y mantenimiento de sistemas de protección contra incendios, disposiciones que guardan relación directa con las características constructivas y funcionales de este tipo de edificaciones y ofrecen un marco técnico para interpretar la información incorporada en los modelos BIM.

En materia de contratación pública, los modelos de pliegos del Servicio Nacional de Contratación Pública incorporan componentes como tabla de rubros, análisis de precios unitarios, metodología constructiva y cronograma valorado de trabajos, además de establecer relaciones entre secuencia de actividades, frentes de trabajo, disponibilidad de equipos, personal y programación contractual, elementos que guardan correspondencia con BIM 4D y 5D debido a que el modelo digital integra información asociada con actividades, cantidades y costos dentro de una misma estructura de gestión.

En materia ambiental, el Código Orgánico del Ambiente y su reglamento establecen disposiciones para la regularización de obras, proyectos y actividades según su nivel de impacto, incluida la licencia ambiental en los casos sujetos a esta categoría, por lo que una investigación aplicada a galpones industriales debe reconocer que los requisitos ambientales forman parte de la viabilidad regulatoria del proyecto y se relacionan con la planificación de actividades, costos, secuencias constructivas y trazabilidad documental.

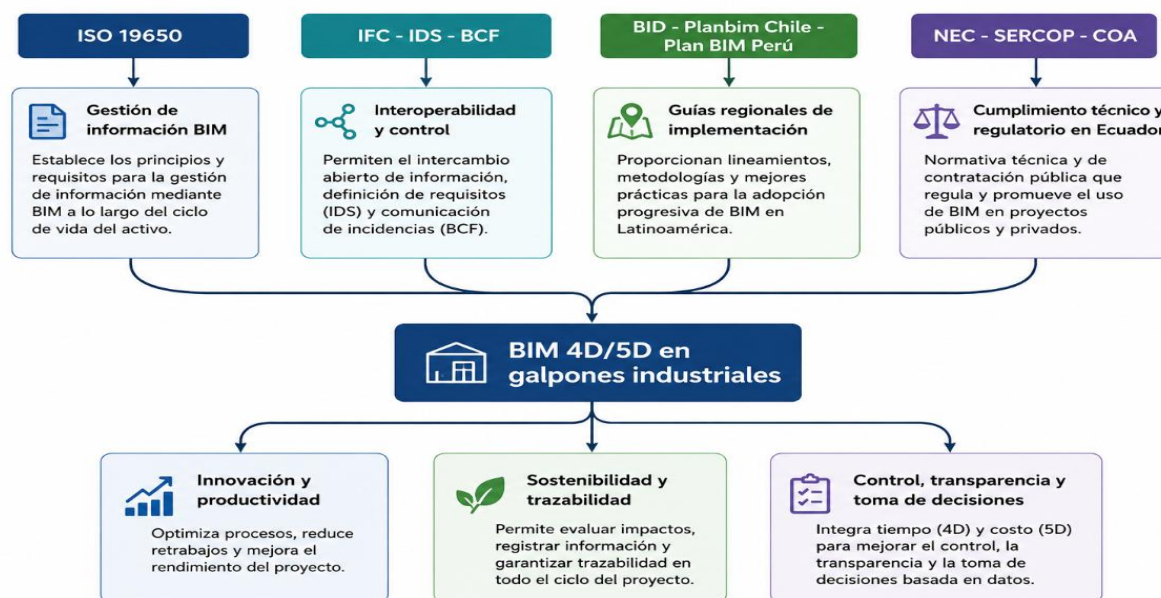
1.5.4. Relación con políticas de innovación, sostenibilidad y desarrollo

A escala internacional y regional, BIM se relaciona con productividad, innovación pública, sostenibilidad y uso eficiente de recursos, debido a que el EU BIM Task Group lo reconoce como una herramienta vinculada con liderazgo público y armonización de procesos, mientras que el Banco Interamericano de Desarrollo asocia su implementación con eficiencia del gasto en infraestructura, colaboración digital, desempeño de proyectos, transparencia, coordinación técnica y fortalecimiento de la toma de decisiones.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos reconoce la digitalización como un componente vinculado con una economía eficiente en el uso de recursos y orientada hacia principios de circularidad, contexto en el cual BIM constituye una tecnología asociada con optimización del diseño y gestión de materiales, por lo que BIM 5D adquiere relevancia para el control de costos, la trazabilidad del consumo de recursos, la reducción de reprocesos y la selección fundamentada de materiales y secuencias constructivas.

En Ecuador, esta relación guarda correspondencia con instrumentos institucionales vinculados con desarrollo económico, conectividad, infraestructura, ambiente, eficiencia estatal, innovación, emprendimiento, control de costos y crecimiento sostenible, junto con la Norma Ecuatoriana de la Construcción, cuyos objetivos comprenden seguridad, calidad, eficiencia energética y sostenibilidad, aunque el capítulo NEC-HS-EE concentra su alcance en edificaciones residenciales, razón por la cual su consideración en galpones industriales posee carácter orientador y requiere correspondencia con las características específicas del proyecto.

Figura 7. Diagrama normativo y lineamientos para la implementación BIM 4D/5D en galpones industriales.



Fuente: Elaboración propia con base en Rodríguez Gamboa et al. (2023).

El diagrama de la Figura 7. Resume una idea metodológica útil para: la legitimidad de BIM 4D/5D en el caso del galpón no depende de una sola norma, sino

de la convergencia entre estándares internacionales, guías regionales y cumplimiento regulatorio ecuatoriano. Esa convergencia es la que permite argumentar que el modelo digital agrega valor en programación, cantidades, costos y control, al tiempo que dialoga con políticas públicas de innovación, eficiencia y sostenibilidad.

1.6. BIM aplicado a galpones industriales

Los galpones industriales típicamente requieren una secuencia constructiva repetitiva: cimentación, estructura (a menudo metálica), cerramientos, cubierta, instalaciones e instalación de equipos de montaje. En este contexto, el modelado BIM 4D/5D puede aportar ventajas significativas. Al crear un modelo digital integrado con información temporal y de costos, el equipo de proyecto puede visualizar gráficamente la secuencia constructiva completa y anticipar problemas antes de la obra (Doukari et al., 2022; Castillo Ramos & Chávez Soria, 2024). Por ejemplo, la simulación 4D BIM permite animar la construcción fase a fase, facilitando el análisis logístico (movimiento de equipos, acceso, disposición de materiales) y asegurando que las actividades de cimentación, estructura y techumbre estén correctamente coordinadas. De hecho, la simulación 4D facilita la detección temprana de conflictos espaciales entre disciplinas y mejora la comunicación visual del cronograma frente a los procedimientos de planificación convencional (Encinas Arciga et al., 2025).

Asimismo, BIM 5D vincula el modelo digital con el presupuesto y fortalece el control de cantidades y costos, debido a que los objetos paramétricos contienen información geométrica para obtener superficies, longitudes y volúmenes de los elementos constructivos, mientras que Carrizales Lujan y Astocaza Camargo (2023) identificaron variaciones relevantes en cantidades y costos mediante el uso de BIM frente a procedimientos de cuantificación manual, característica especialmente pertinente en galpones industriales por la relación existente entre estructura metálica, materiales, mano de obra, actividades asociadas y presupuesto del proyecto.

La coordinación interdisciplinaria constituye otro aporte de BIM, debido a que la integración de arquitectura, estructura e instalaciones hidrosanitarias dentro de un mismo modelo facilita la identificación de incompatibilidades entre disciplinas y reduce errores de diseño, rediseños y reclamaciones vinculadas con problemas de

coordinación, aspecto respaldado por Castillo Ramos y Chávez Soria (2024), quienes aplicaron BIM en una planta de tratamiento de agua potable e identificaron una reducción significativa de errores mediante la detección de interferencias entre especialidades, mientras que Luzuriaga Viñan et al. (2025) relacionan esta metodología con ahorro de recursos económicos y eficiencia operativa derivada de una coordinación interdisciplinaria estructurada.

En galpones industriales, BIM 4D y 5D integra la representación del montaje de la estructura metálica y los cerramientos, la identificación de interferencias entre tuberías y otros componentes, la secuencia constructiva, el cronograma y el presupuesto dentro de un mismo entorno digital, estructura que aporta una base organizada para comparar escenarios de planificación mediante indicadores relacionados con interferencias, reprocesos, secuencia de actividades, costos y desempeño constructivo.

1.7. Indicadores de desempeño para planificación y control de obra

Para comparar el desempeño entre la gestión convencional y BIM 4D y 5D se emplean indicadores vinculados con cronograma y costos, debido a que Doukari et al. (2022) identifican la programación y el control económico como componentes centrales de la gestión de proyectos, por lo que el análisis incorpora la desviación del cronograma o *Schedule Variance* (SV), el índice de desempeño del cronograma o *Schedule Performance Index* (SPI), la desviación de costos o *Cost Variance* (CV) y el índice de desempeño del costo o *Cost Performance Index* (CPI), indicadores derivados de la metodología de Valor Ganado que cuantifican el comportamiento de la programación y la eficiencia financiera respecto a los valores planificados.

El análisis también incorpora indicadores relacionados con la precisión de los metrados y la coordinación técnica, entre ellos el porcentaje de desviación entre las cantidades estimadas y las ejecutadas como medida de concordancia del metrado, así como el número de interferencias identificadas entre disciplinas, debido a que Castillo Ramos y Chávez Soria (2024) relacionan el uso de BIM con la detección anticipada de conflictos espaciales y con la reducción de errores de coordinación asociados con reprocesos constructivos.

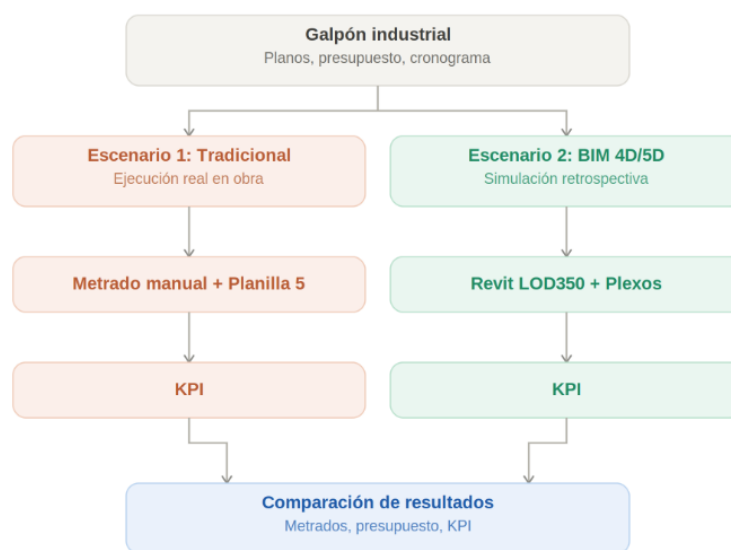
El control de la planificación se evalúa mediante indicadores relacionados con el cumplimiento de actividades e hitos establecidos, entre ellos el porcentaje de actividades actualizadas y el *Percent Plan Complete* cuando la información disponible sustente su cálculo, de forma que estos parámetros, junto con SV, SPI, CV, CPI, desviación de metrados e interferencias detectadas, conforman una base cuantitativa para contrastar ambos escenarios sin asumir de forma anticipada superioridad de alguno de ellos y con fundamento en criterios de gestión de proyectos, trazabilidad de cambios y coordinación de recursos.

CAPÍTULO 2: Caso de estudio: galpones industriales en Ecuador

2.1. Metodología

El desarrollo del proyecto partió de la información técnica disponible bajo metodología tradicional: planos, presupuesto, metrados y cronograma. Sobre esa base se construyó un modelo BIM del galpón industrial en Autodesk Revit, con nivel de desarrollo LOD350, que incorporó arquitectura, estructura e hidrosanitario, además de una adaptación del presupuesto tradicional a la estructura de rubros del modelo. El paso siguiente fue vincular ese modelo en Plexos con el cronograma y el presupuesto, dando lugar a la simulación BIM 4D/5D (Figura 8. Proceso metodológico - comparación de escenarios). Con los dos escenarios ya definidos, se compararon mediante indicadores de tiempo, costo, metrados, interferencias y trazabilidad de la información.

Figura 8. Proceso metodológico - comparación de escenarios



Fuente: Elaboración propia con base en Scheer et al. (2014) y Alzraiee (2018).

2.2. Descripción del proyecto

El caso de estudio corresponde a un conjunto de galpones industriales desarrollado bajo un mismo contrato de construcción, integrado por tres naves identificadas como B#1, B#2 y B#3, con estructura principal de acero y elementos de hormigón armado, cuyo plazo contractual comprende del 20 de abril al 20 de octubre

de 2026 y cuya ejecución se gestiona mediante planos, metrados, presupuesto y cronograma elaborados de forma independiente.

Sobre este proyecto se construyó un modelo BIM en Autodesk Revit con nivel de desarrollo LOD 350 que incorpora las disciplinas de arquitectura, estructura e instalaciones hidrosanitarias, con el propósito de representar su planificación y control mediante BIM 4D y 5D, bajo una comparación intra-caso entre el escenario documentado en obra con información disponible hasta el 8 de agosto de 2026 y el escenario simulado correspondiente a la aplicación de BIM 4D y 5D desde el inicio contractual, mientras que Revit integra los componentes modelados y la información asociada con cada disciplina dentro de un entorno digital coordinado.

La integración BIM 4D y 5D se estableció mediante Plexos, donde la dimensión 4D relaciona los elementos del modelo con las actividades del cronograma y la dimensión 5D los vincula con cantidades, rubros y costos, por lo que el análisis comprende programación, costos, metrados, interferencias y trazabilidad de la información, sin incluir rediseño estructural ni cálculo detallado de instalaciones debido a que la base documental disponible se compone de planos, metrados, presupuesto contractual y cronograma del proyecto.

2.2.1. Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en el Parque Industrial PIADY, km 10.5 vía Durán, cantón Yaguachi como se presenta en la Figura 9. Ubicación general del galpón industrial objeto de estudio., provincia del Guayas. Esta ubicación permite contextualizar accesos, logística de ingreso de materiales, disponibilidad de espacio para montaje, circulación de equipos y organización de frentes de trabajo.

Figura 9. Ubicación general del galpón industrial objeto de estudio.



Fuente 1. Tomado de Google Earth (2026)

2.2.2. Zonificación y áreas del proyecto

El conjunto de tres naves responde a usos diferenciados, no a un mismo destino repetido tres veces. Las naves B#1 (1,309.15 m²) y B#2 (1,322.00 m²) se conciben como bodegas de arrendamiento, resueltas como espacios de gran luz sin partición interior. La nave B#3 (1,034.12 m²), en cambio, concentra la operación propia de la imprenta: en planta baja alberga imprenta, bodega, diseño y plotters, y sobre ella se desarrolla un mezanine en dos niveles (373.54 m², adicional a la huella de B#3) con zonas de producción y calidad en planta baja, y área administrativa, cafetería y consultorio en planta alta. Dentro de la misma nave B#3, de forma independiente, se ubica además el área de exportadora (373.54 m²), con patio de maniobras y sistema contra incendios propios. El área total de construcción del conjunto asciende a 4,038.81 m². La distribución completa de naves, niveles y zonas se muestra en la

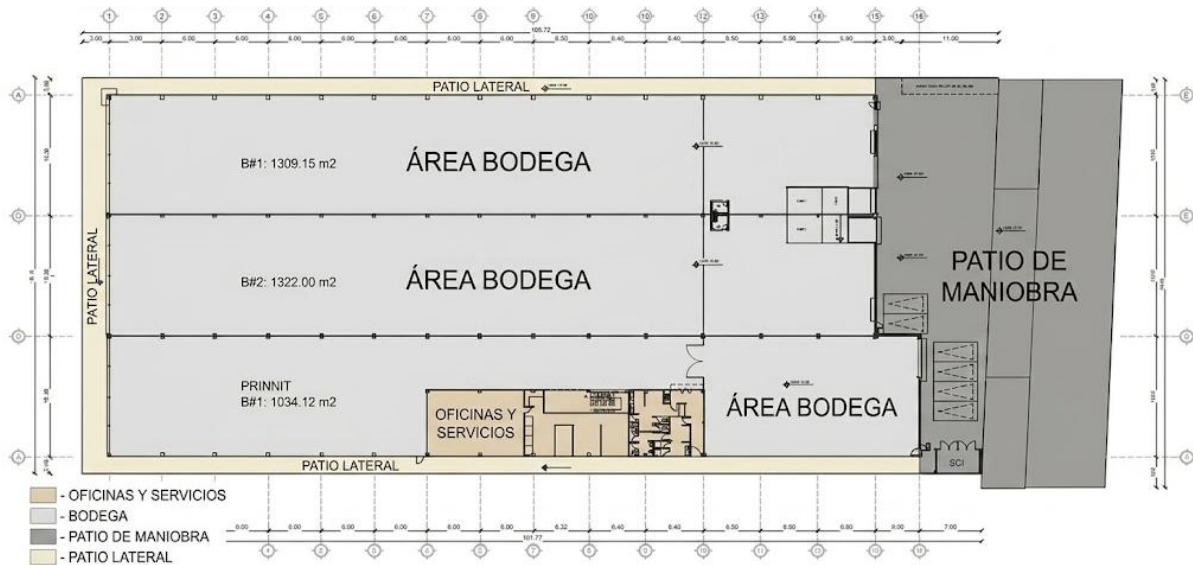
Figura 10.

Tabla 1. Áreas del proyecto

Componente	Área	
Galpón B#1	1309.15	m2
Galpón B#2	1322	m2
Galpón B#3	1034.12	m2

Área mezzanine	373.54	m2
Área total de construcción	4038.81	m2

Figura 10. Esquema de distribución de espacios en planta y áreas exteriores.



Fuente 2. Elaboración propia.

2.2.3. Estado actual del proyecto

A la fecha de corte, la obra registra avances significativos en cimentación, estructura metálica, Steel Panel, entepiso (mezzanine) y levantamiento de paredes, ya enlucidas en su mayoría; quedan pendientes principalmente los detalles arquitectónicos finales. Bajo esta secuencia constructiva, cualquier modificación o retraso en una actividad repercute en las etapas posteriores, lo que exige relacionar actividades, cantidades, costos y restricciones de ejecución dentro de una misma planificación.

Figura 11. Proyecto Industrial de Naves Industriales, Caso 1 - Tradicional

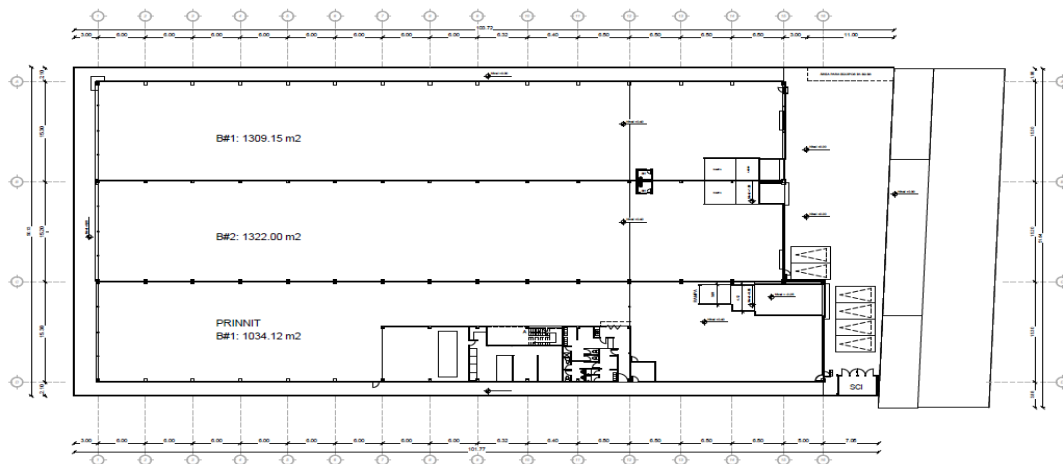


2.3. Información disponible del proyecto

2.3.1. Planos disponibles

Los planos disponibles corresponden al arquitectónico, estructurales e hidrosanitarios, utilizados como base para la planificación tradicional y para el desarrollo del modelo BIM en Autodesk Revit. La Figura 12 presenta el plano arquitectónico de planta del proyecto, correspondiente al conjunto de naves industriales objeto de este estudio. Los planos estructurales e hidrosanitarios, así como las vistas complementarias del plano arquitectónico, se incluyen en la sección de Anexo A. Planos del proyecto.

Figura 12. Plano Arquitectónico de planta - Parque Industrial PIADY



2.3.2. Metrados tradicionales

Los metrados tradicionales del proyecto fueron cuantificados mediante el método convencional de cálculo manual a partir de planos, sin apoyo de un modelo digital. Estas cantidades constituyen la base del presupuesto contractual detallado en

la sección [2.2.3](#), y comprenden 83 rubros distribuidos en 9 capítulos, entre los que destacan por su incidencia el pavimento interior (4,038.81 m²), la estructura metálica para cubierta (4,038.81 m²) y la cimentación en hormigón armado (159.30 m³).

El acero estructural total del proyecto, obtenido mediante cálculo manual a partir de los planos estructurales, asciende a 90,305.69 kg, distribuido según se detalla en la Tabla 2. Esta cuantificación en kilogramos se elaboró como referencia técnica interna, independientemente de que el rubro correspondiente en el presupuesto contractual se haya cotizado por metro cuadrado, según se detalla en la sección 2.3.3.

Tabla 2. Metrado tradicional de acero estructural.

Categoría	Componente	Peso (kg)
Estructura metálica galpón	Columnas (P1, P2, P3)	26,320.25
	Pórticos (cerchas)	18,686.29
	Correas de cubierta	19,396.82
	Subtotal galpón	64,403.36
Estructura metálica mezzanine	Vigas (VA, VC, VC-1, VP)	10,542.78
	Accesorios (placas, conectores, canal de borde, escalera, pilaretes)	1,515.08
	Subtotal mezzanine	12,057.86
Estructura de soporte de paredes	Cerrajería (pilaretes, parantes, correas de Steel Panel y bloque)	13,844.47
TOTAL ACERO ESTRUCTURAL		90,305.69

Fuente 3. Elaboración propia, con base en cálculo manual de cantidades (2026)

El detalle completo de unidades y cantidades por rubro del presupuesto se presenta integrado en el Anexo B. Presupuesto detallado del contrato tradicional.

2.3.3. Presupuesto base

El presupuesto base del proyecto corresponde al valor contractual de \$730,000.00 (sin IVA), pactado con la constructora encargada bajo metodología tradicional, con planilla registrada entre el 18 de julio y el 8 de agosto de 2026. El presupuesto se organiza en 9 capítulos, desde obras preliminares y cimentación hasta acabados e instalaciones hidrosanitarias, conforme se detalla en la Tabla 3.

Como se adelantó en la sección Metrados tradicionales, el rubro de estructura metálica para cubierta (6.1.3) se contrató por metro cuadrado y no por kilogramo, a

diferencia de lo que suele esperarse en un presupuesto detallado de acero estructural. La constructora decidió cotizar por metro cuadrado para agilizar el inicio de la obra, atendiendo a la solicitud del cliente de acortar los plazos de contratación. La constructora estableció un precio referencial a nivel de mercado por m² de estructura, en lugar de esperar a completar el metrado pieza por pieza antes de firmar el contrato. La cuantificación detallada por perfil, la misma que se presenta en la Tabla 2 de la sección Metrados tradicionales, se inició antes de la firma del contrato, pero se concluyó entre una y dos semanas después, ya con la obra en ejecución.

Tabla 3. Presupuesto base del proyecto por capítulo – Tradicional

N°	Capítulo	Presupuesto (\$)
1	Cerramiento perimetral	25002
2	Obras preliminares del terreno	3250
3	Relleno de terreno	5000
4	Cimentación	53086.5
5	Pavimento interior	127222.51
6	Galpón y mezzanine	367811.16
7	Acabados y carpintería	68386.58
8	Exteriores y cisterna	53289.78
9	Instalaciones hidrosanitarias	33221.03
	Subtotal (sin IVA)	736269.56
	Descuento	-6269.56
	TOTAL CONTRATO	730000

El detalle completo de rubros, unidades, cantidades y costos unitarios del presupuesto contractual se presenta en el Anexo B. Presupuesto detallado del contrato tradicional.

2.3.4. Cronograma tradicional

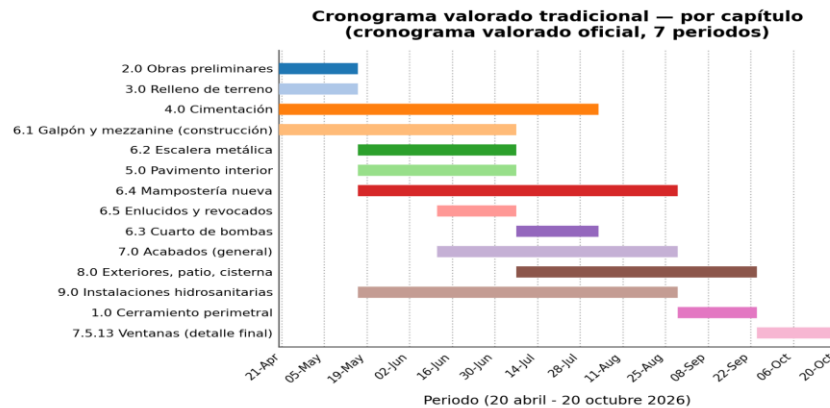
La Figura 13 muestra el cronograma valorado tradicional presentado del proyecto organiza las actividades de construcción según la misma estructura de capítulos

utilizada en el presupuesto base (sección Presupuesto base), con una granularidad mensual distribuida en 7 periodos, correspondientes al plazo de ejecución de 6 meses comprendido entre el 20 de abril y el 20 de octubre de 2026. Cada capítulo del cronograma se vincula con su valor monetario dentro del presupuesto de \$730,000.00, de manera que el avance físico programado por periodo se traduce directamente en un valor planificado (PV) acumulado, utilizado como base de comparación frente al avance real reportado en las planillas de valorización mensual del contratista.

Si bien el cronograma valorado permite establecer, para cada capítulo, el periodo o los periodos en que se concentra su ejecución, no desagrega fechas de inicio y fin por actividad individual dentro de dicho periodo. Esta característica es consistente con lo señalado en la sección 1.1.2 respecto a la planificación tradicional: el control se organiza en función del avance presupuestario por tramo de tiempo, y no de una programación detallada actividad por actividad.

Para efectos de la comparación desarrollada en el Capítulo 3, la duración de cada capítulo dentro del escenario tradicional se estimó a partir del periodo o rango de periodos en que dicho capítulo registra valor planificado, se toma como inicio el primer día del periodo más temprano en que aparece, y como último día del periodo más tardío en que concluye. Esta aproximación por ventana de periodo constituye, en sí misma, un punto de contraste frente al nivel de detalle alcanzado en el escenario BIM 4D, donde cada actividad cuenta con fecha de inicio y fin propias dentro del cronograma vinculado en Plexos.

Figura 13. Presenta el cronograma valorado tradicional del proyecto, organizado por capítulo.



Fuente 4. Elaboración propia, con base en cronograma contractual, Constructora encargada (2026).

2.3.5. Planillas de valorización

El avance del proyecto bajo metodología tradicional se controla mediante planillas de valorización mensual, elaboradas por el contratista. Con base en esas planillas se calculó, para cada corte, el Valor Planificado (VP), el Valor Ganado (VG) y el SPI (VG/VP). A esto se sumó una estimación del Costo Real (CR), obtenida con un margen dado por el contratista al Valor Ganado de cada planilla, con lo cual se obtuvo también el CPI (VG/CR). La Tabla 4 Tabla 4. Valor Planificado, Valor Ganado, Costo Real, SPI e CPI por planilla - Escenario 1: Planificación tradicional.reúne estos valores por planilla; esta misma información retoma en el

CAPÍTULO 3. RESULTADOS para compararla con el escenario simulado BIM 4D y 5D.

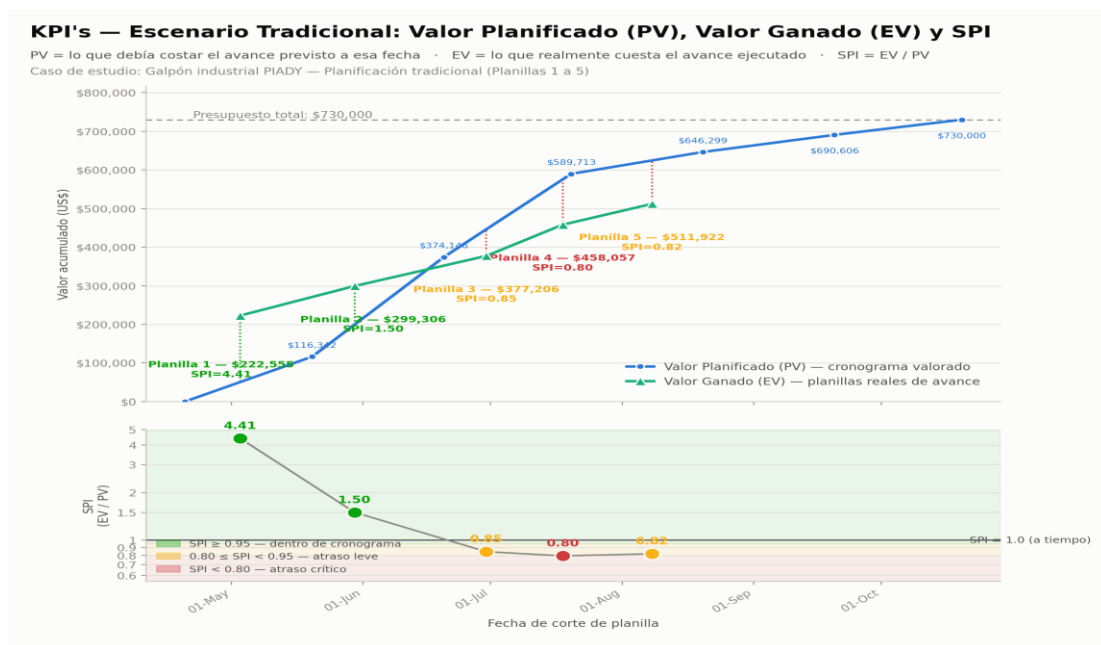
Tabla 4. Valor Planificado, Valor Ganado, Costo Real, SPI e CPI por planilla - Escenario 1: Planificación tradicional.

Planilla	Fecha de corte	VP	VG	CR	SPI (VG/VP)	CPI (VG/CR)
Planilla 1	2 de mayo de 2026	\$50,704.61	\$222,645.66	\$209,286.92	4.41	1.064
Planilla 2	30 de mayo de 2026	\$201,149.61	\$299,167.04	\$287,200.35	1.5	1.042
Planilla 3	30 de junio de 2026	\$449,422.91	\$377,202.74	\$362,114.62	0.85	1.042
Planilla 4	18 de julio de 2026	\$579,749.70	\$458,072.98	\$435,169.32	0.8	1.053
Planilla 5	8 de agosto de 2026	\$629,162.42	\$511,890.77	\$496,534.03	0.82	1.031

Nota: El valor elevado de la Planilla 1 (SPI=4.41) responde a que la valorización de esa fecha incorporó de una sola vez el costo de los materiales adquiridos para los rubros de cimentación y estructura metálica, contabilizados durante la primera semana del proyecto, y no a un avance físico proporcional de la obra ejecutada a esa fecha.

Fuente 5. Elaboración propia, con base en cronograma valorado y planillas 1 a 5 del contratista (2026)

Figura 14. Evolución del Valor Planificado (PV), Valor Ganado (EV) e Índice de Desempeño del Cronograma (SPI) en el escenario tradicional.



Fuente: Elaboración propia, con base en con base en cronograma valorado y planillas 1 a 5 del contratista (2026)

2.4. Análisis de la planificación tradicional

La planificación del galpón industrial bajo metodología tradicional se organizó mediante documentos independientes de planos, presupuestos, cronogramas y metrados. El presupuesto base de \$730,000.00 se estructuró en 9 capítulos con 83 rubros, cuantificados mediante cálculo manual a partir de planos, mientras que el cronograma se desarrolló de forma independiente al presupuesto, con el control de avance sostenido en las planillas de valorización mensual como punto de verificación periódica entre ambos documentos.

Esta forma de organización es representativa del enfoque en el Capítulo 1 (sección Cronograma, metrados y presupuesto tradicional), donde el cronograma, los metrados y el presupuesto se gestionan mediante documentos separados, cuya consistencia depende de la revisión manual del equipo técnico en cada corte de valorización, en lugar de una verificación automática entre documentos. Bajo este esquema, cualquier modificación en obra, por ejemplo, un ajuste de cantidades en un rubro de estructura metálica, requiere actualizar el presupuesto y el cronograma de forma independiente, con la coordinación entre ambos sujeta a los tiempos de revisión del equipo de obra.

La coordinación entre disciplinas (arquitectura, estructura e hidrosanitario) sigue el mismo esquema, cada una se documenta por separado, y la detección de posibles interferencias entre ellas depende de la revisión cruzada realizada por el equipo técnico, en lugar de una verificación geométrica automática dentro de un modelo compartido.

2.5. Problemas identificados en la información tradicional

A partir del análisis desarrollado en la sección 2.4, se identificaron cuatro problemas recurrentes en la gestión de la información tradicional del proyecto como son las inconsistencias entre planos y metrados, limitaciones del cronograma valorado, dificultades de coordinación entre disciplinas, y riesgos de retrasos y reprocesos derivados de estas limitaciones. Cada uno se desarrolla a continuación.

2.5.1. Inconsistencias entre planos y metrados

Durante la ejecución del proyecto bajo metodología tradicional se identificaron diversas inconsistencias entre la información contenida en los planos y los metrados utilizados para la planificación y adquisición de materiales, las cuales generaron ajustes no previstos en obra.

En primer lugar, el volumen de hormigón para cimentación efectivamente consumido en obra difirió de manera significativa del metrado utilizado para la planificación del presupuesto tradicional, evidenciando una imprecisión en la estimación de cantidades para esta partida y su consecuente efecto sobre la asignación de recursos del proyecto.

En segundo lugar, se presentó una discrepancia entre el plano arquitectónico y la normativa del Parque Industrial PIADY respecto a la distancia de retiro del cerramiento. El plano arquitectónico establecía una distancia de 2.00 m medida desde la cara exterior del cerramiento hasta la pared del galpón, mientras que la normativa del parque industrial exige que dicha distancia se mida de pared interior a pared interior, lo que en la práctica requería un retiro de 2.10 m desde el lindero. Esta inconsistencia, no detectada durante la primera fase de modelado en la cual se utilizó el plano arquitectónico como referencia, se agravó posteriormente cuando el proceso continuó apoyándose únicamente en el plano estructural. Como consecuencia, fue necesario correr las paredes 10 cm durante la ejecución para cumplir con la normativa del parque industrial, lo que ocasionó una pérdida de área útil en la bodega que pudo haberse prevenido de haberse trabajado de manera federada con la totalidad de los planos del proyecto.

En tercer lugar, los planos estructurales en formato 2D no permitieron anticipar la necesidad de modificar la cota de las riostras delanteras en función del andén de descarga proyectado, cuya altura de diseño respecto al nivel de acera no fue coordinada oportunamente con dichas riostras. Esta falta de visualización de la interferencia entre ambos elementos obligó a bajar la cota de las riostras delanteras en obra.

Finalmente, se presentó una limitación similar en el metrado de las áreas de pared destinadas a mampostería y enlucido. La ausencia de un mecanismo preciso y confiable para determinar la superficie total de paredes del proyecto generó una estimación insuficiente de los materiales requeridos, incluidos bloques y mortero para enlucido, situación que derivó en la necesidad de adquirir cantidades complementarias para cubrir los requerimientos constructivos establecidos.

En conjunto, los cuatro casos evidencian una limitación estructural de la planificación basada en documentos independientes, debido a que la separación entre planos, metrados y decisiones de compra dificulta la verificación integral de la información, mientras que la ausencia de un modelo digital centralizado favorece la identificación de inconsistencias dentro del proceso constructivo, con consecuencias asociadas con costos adicionales, afectaciones en la programación y pérdidas de área útil susceptibles de identificación mediante una gestión integrada de datos.

6.5.2. Limitaciones del cronograma tradicional

El cronograma valorado del proyecto se estructura en seis periodos principales sin niveles adicionales de desagregación de las actividades, característica que limita la identificación de desviaciones dentro de cada periodo debido a que las variaciones solo se reflejan en las planillas de avance correspondientes, mientras que la relación entre cronograma y presupuesto se establece mediante dichas planillas con base en porcentajes de avance físico estimados por el contratista, sin un mecanismo integrado de actualización que facilite el seguimiento detallado del desempeño de la obra.

2.5.2. Dificultades de coordinación

La planificación tradicional documenta cada disciplina, es decir arquitectura, estructura e hidrosanitario, de forma independiente, sin un modelo compartido que permita verificar automáticamente la compatibilidad entre ellas. Esta fragmentación dificulta la identificación temprana de conflictos entre elementos de distintas disciplinas, ya que la coordinación depende de la revisión manual y cruzada de documentos separados por parte del equipo de obra, en lugar de una verificación sistemática apoyada en un entorno digital único.

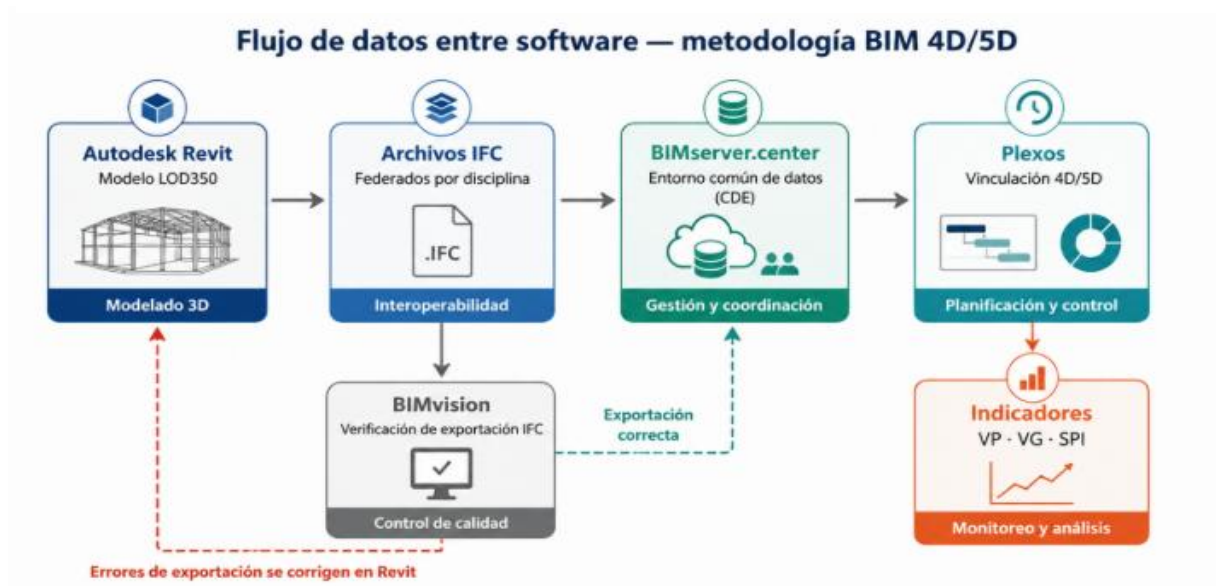
2.5.3. Riesgos de retrasos y reprocesos

El análisis del índice de Desempeño de Cronograma ($SPI=0.82$, sección Análisis de la planificación tradicional) confirma que estos riesgos no son solo teóricos: a la fecha de corte de la Planilla 5, el proyecto ya presentaba una desviación real respecto al cronograma valorado, sin que existiera, dentro de la documentación tradicional revisada, un mecanismo de alerta temprana que hubiera permitido anticipar esta desviación antes de que se acumulara.

2.6. Desarrollo del modelo BIM

Frente a las limitaciones identificadas en la planificación tradicional del proyecto, se desarrolla de forma retrospectiva un modelo BIM del mismo galpón industrial, con el propósito de establecer el escenario simulado presentado en el flujo de datos en la Figura 15 que permitirá, en el CAPÍTULO 3. RESULTADOS, evaluar el aporte de la metodología BIM 4D/5D frente a los problemas descritos en la sección anterior.

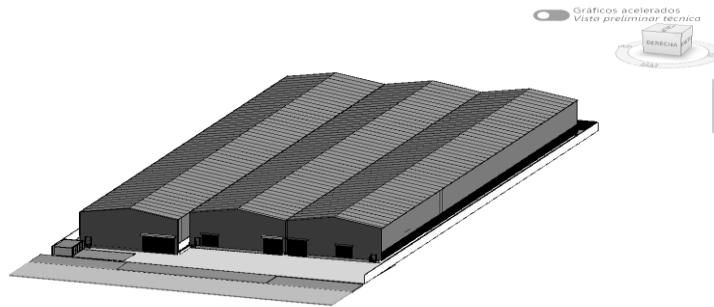
Figura 15. Flujo de interoperabilidad y transferencia de datos entre software para la planificación BIM 4D/5D



2.6.1. Modelado arquitectónico

El modelo arquitectónico se desarrolló en Autodesk Revit con nivel de desarrollo LOD350 como se ilustra en Figura 16, incorporando muros, cerramientos, cubiertas y elementos de acabado. La clasificación de elementos se realizó mediante el parámetro EDAM_Codigo asignado a nivel de instancia, lo que permite identificar cada componente arquitectónico de forma individual y trazable dentro del modelo federado.

Figura 16. Modelo tridimensional del galpón industrial desarrollado en Autodesk Revit

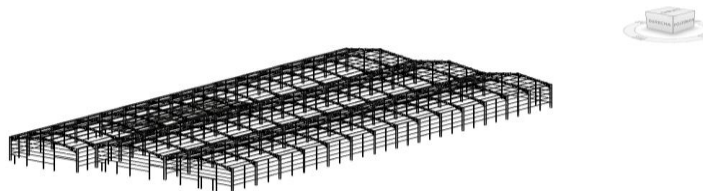


Fuente: Elaboración propia a partir de los planos arquitectónicos y estructurales del proyecto.

2.6.2. Modelado estructural

El modelado estructural (Figura 17) comprende aproximadamente 7,118 elementos clasificados, incluyendo estructura metálica de columnas y vigas, así como elementos de cimentación. El peso total de acero estructural, extraído del modelo BIM y vinculado en Plexos, asciende a 92,858.48 kg, distribuido entre la estructura del galpón (60,121.34 kg), la estructura del mezanine (11,721.99 kg) y la estructura de soporte para paredes de Steel Panel (21,015.15 kg).

Figura 17. Modelo BIM de la estructura metálica del galpón industrial.

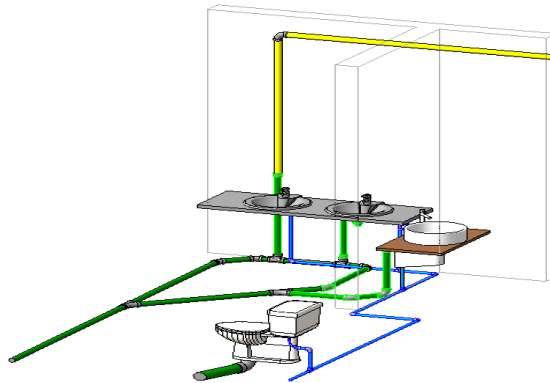


Fuente: Elaboración propia con base en el diseño y los planos estructurales del proyecto.

2.6.3. Modelado hidrosanitario

La Figura 18 muestra el modelo hidrosanitario que incorpora los elementos correspondientes a bombas y tanque de almacenamiento, clasificados mediante el parámetro EDAM_Codigo asignado a nivel de instancia. La distinción entre tuberías enterradas y elementos sobre nivel de piso se realiza mediante comparación geométrica de coordenadas.

Figura 18. Modelo tridimensional de las redes hidrosanitarias y aparatos sanitarios en Autodesk Revit



Fuente: Elaboración propia con base en el diseño de instalaciones hidrosanitarias del proyecto.

2.6.4. Parametrización de elementos Revit

La clasificación y trazabilidad de cada elemento del modelo se gestiona mediante el sistema de parámetros compartidos EDAM, particularmente EDAM_Codigo como se aprecia en Figura 19, asignado a nivel de instancia, y Código de Montaje.

La restricción de tiempo disponible para el modelado de perfiles estructurales llevó a aprovechar una de las ventajas centrales de la metodología BIM: su capacidad de funcionar como base de datos paramétrica. En lugar de remodelar geométricamente cada perfil según su sección real, se definió el parámetro EDAM_Peso mostrado en la Figura 19, correspondiente al peso por metro lineal de la sección estructural especificada en el diseño, multiplicado automáticamente por la longitud de cada elemento en Revit. La incorporación de este parámetro integró al modelo la información estructural especificada en el proyecto sin requerir la

armadas soldadas indicadas en los planos, de modo que el peso obtenido corresponde al perfil definido en el diseño estructural y no al perfil de catálogo empleado únicamente como referencia geométrica para la construcción del modelo., y no al perfil de catálogo utilizado como referencia geométrica durante la etapa inicial de modelado.

Vista 3D
<6.1.1 - Vigas Mezzanine - Peso Corregido>
3D-ESTRUCTURAL X

A	B	C	D	E
wht	Familia y tipo	Longitud	EDAM_Codigo	EDAM-Peso Verfic
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 1.00	6.1.1	59.6	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 3.34	6.1.1	101.34	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 1.08	6.1.1	64.37	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 6.42	6.1.1	194.78	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 6.42	6.1.1	194.78	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 6.42	6.1.1	194.78	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 6.42	6.1.1	194.78	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 6.66	6.1.1	202.06	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 6.42	6.1.1	194.78	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 6.42	6.1.1	194.78	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 6.42	6.1.1	194.78	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 6.42	6.1.1	194.78	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 6.42	6.1.1	194.78	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 6.42	6.1.1	194.78	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 6.28	6.1.1	190.53	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 6.28	6.1.1	190.53	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 6.28	6.1.1	190.53	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 6.28	6.1.1	190.53	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 2.66	6.1.1	80.7	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 7.79	6.1.1	454.28	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 5.84	6.1.1	177.19	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 5.84	6.1.1	177.19	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 5.84	6.1.1	177.19	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 5.84	6.1.1	177.19	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 5.84	6.1.1	177.19	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 5.95	6.1.1	180.52	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 5.95	6.1.1	180.52	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 5.95	6.1.1	180.52	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 5.95	6.1.1	180.52	
Viga de Mezzanine	H_Perfiles de ala an 5.95	6.1.1	180.52	
Total general			11695.78	

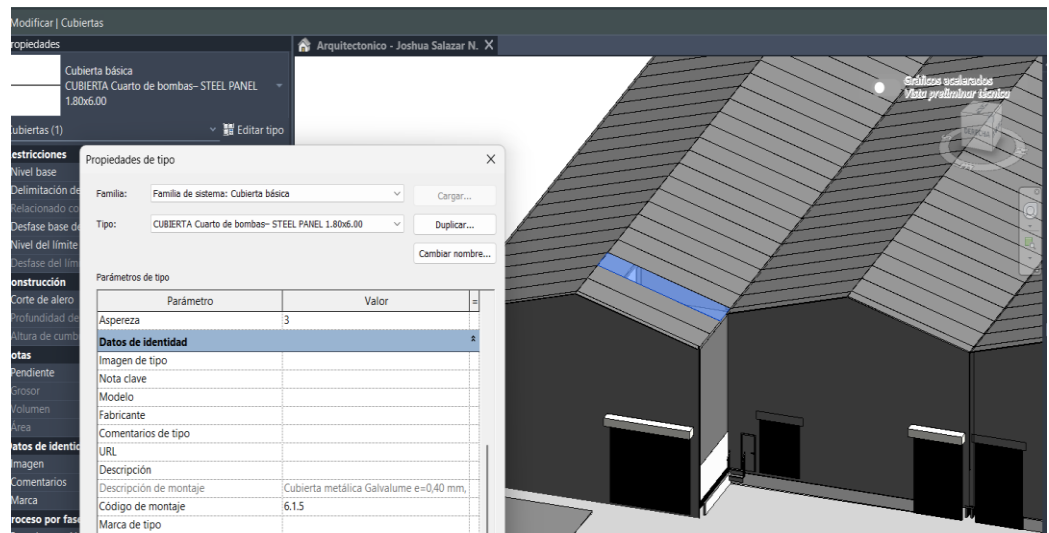
Aslar/Ocultar temporalmente

2.6.5. Adaptación del presupuesto y generación de código de montaje

43

paredes de galpón frente a paredes de mezanine, por ejemplo, se generaron tipos independientes para preservar esa clasificación como se aprecia en Figura 19.

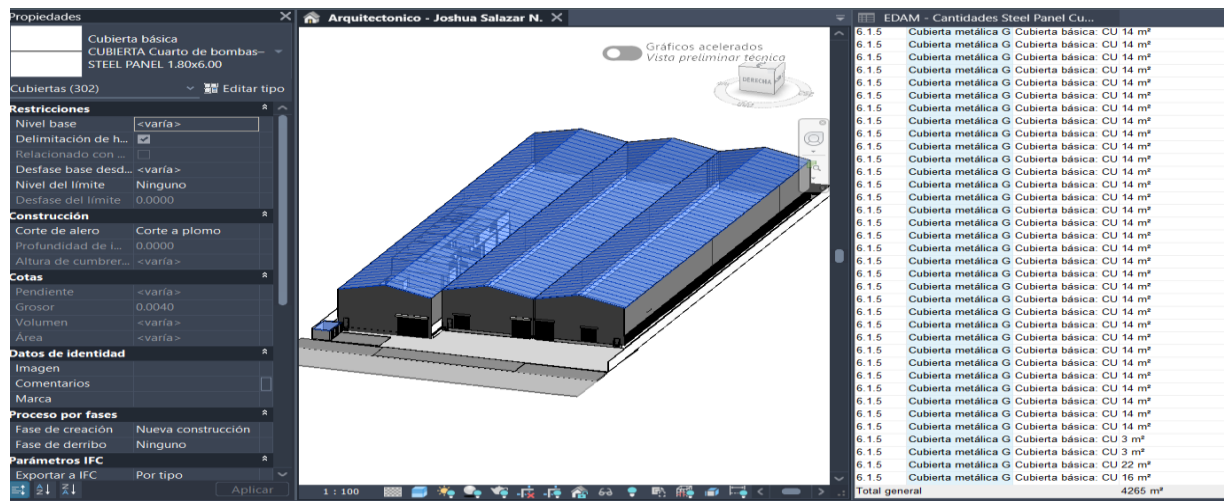
Figura 20. Código de montaje de la cubierta metálica y asignación de información técnica en Autodesk Revit



Fuente: Elaboración propia con base en la información paramétrica del modelo BIM del proyecto.

Los códigos de montaje asignados se verificaron mediante tablas de cantidades, contrastando la sumatoria de elementos por tipo contra lo esperado según la clasificación de cada rubro.

Figura 21. Extracción de cantidades y área total de la cubierta metálica desde Autodesk Revit.

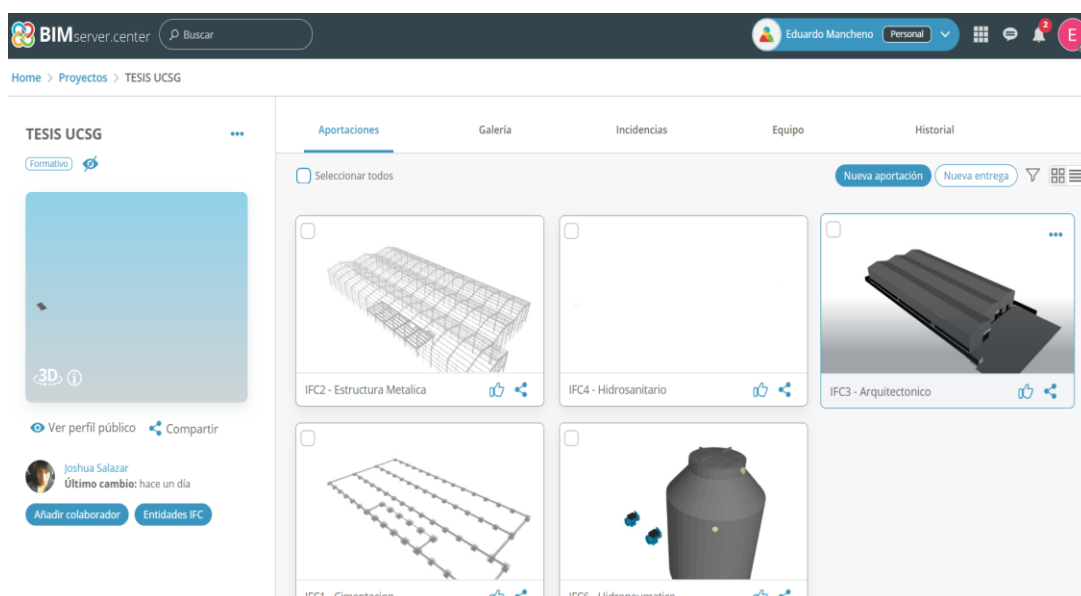


Fuente: Elaboración propia con base en el modelo arquitectónico BIM del proyecto.

2.6.6. Entorno común de datos (CDE)

Los modelos de arquitectura, estructura e hidrosanitario se organizaron como archivos IFC federados independientes, exportados desde Revit. Esta estrategia de federación, en lugar de un modelo único, responde a la recomendación de descomponer el sistema de clasificación por grupos de capítulos presupuestarios, lo que optimiza el rendimiento al trabajar con archivos más ligeros. Cada exportación se verificó en BIMvision antes de cargarse a BIMserver.center como se ilustra en Figura 22, que funge como entorno común de datos (CDE) del proyecto.

Figura 22. Integración de modelos IFC de las distintas disciplinas del proyecto mediante BIMserver.center

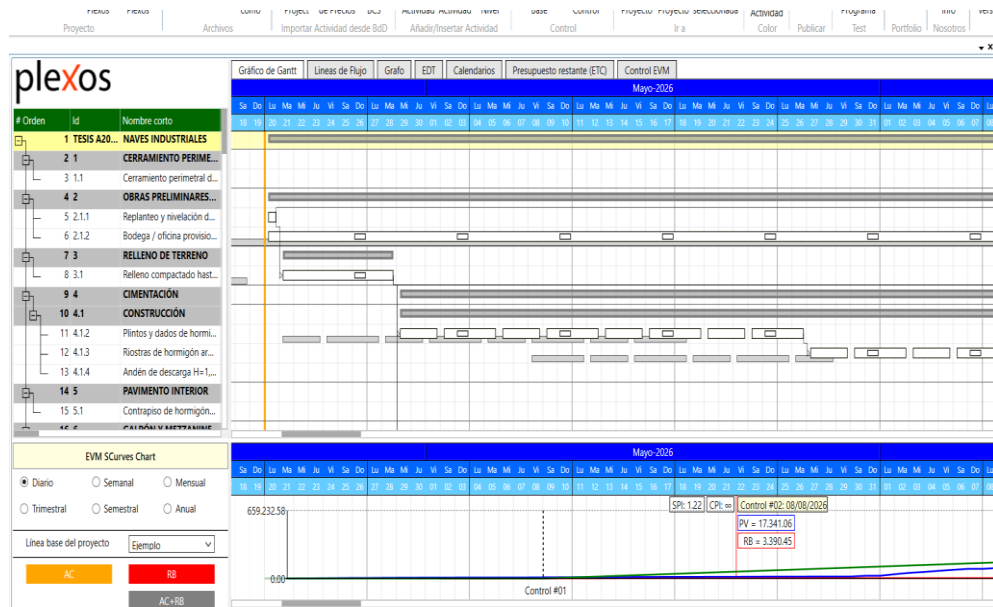


Fuente: Elaboración propia a partir del entorno común de datos del proyecto en BIMserver.center.

2.6.7. Vinculación 4D: Cronograma en Plexos

Dentro de Plexos se generaron las actividades del cronograma BIM a partir de los códigos de montaje exportados. Las dependencias entre actividades permitieron simular el cronograma bajo BIM 4D, vinculando cada elemento del modelo con su respectiva tarea y secuencia constructiva Figura 23.

Figura 23. Seguimiento del cronograma y evaluación del desempeño mediante EVM en Plexos.

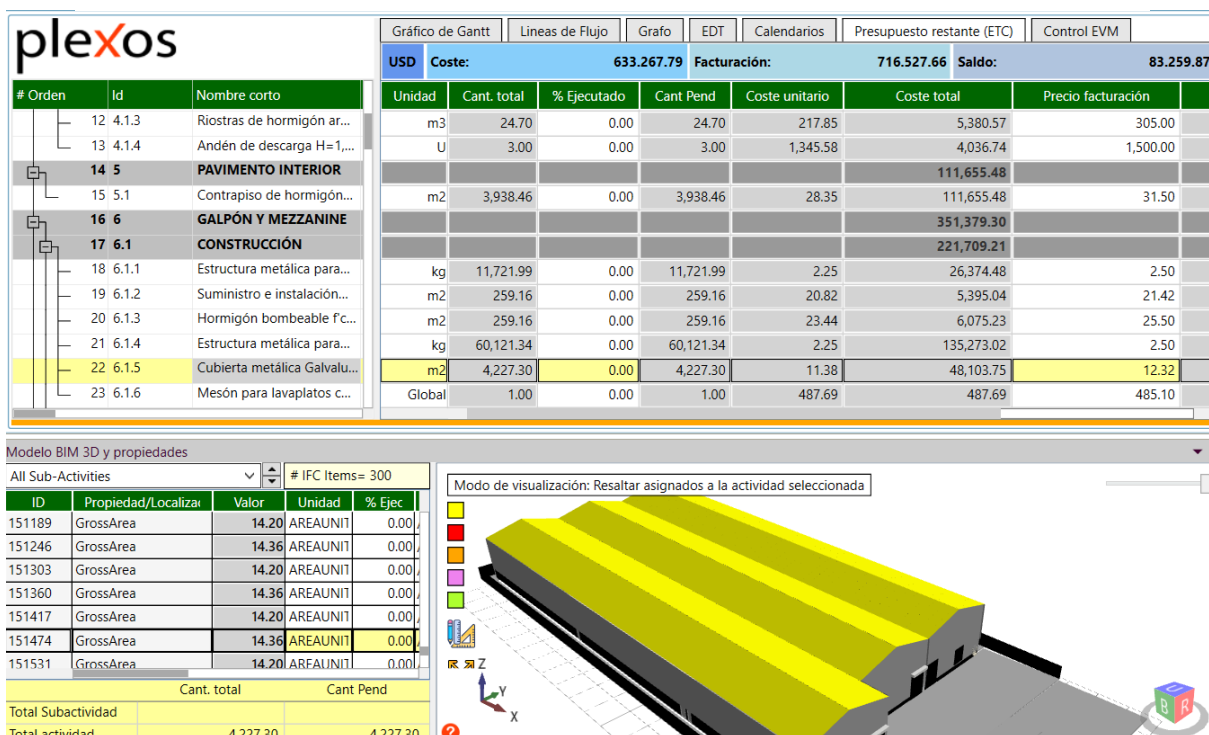


Fuente: Elaboración propia con base en los datos de planificación y avance del proyecto.

2.6.8. Vinculación 5D: Cantidades y costos unitarios en Plexos

Las cantidades de cada rubro correspondieron a las propiedades geométricas extraídas directamente del modelo en Revit, según el tipo de elemento: peso en kilogramos, área en metros cuadrados, volumen en metros cúbicos o longitud en metros lineales. Sobre estas cantidades, los costos unitarios se asignaron directamente en Plexos, como se muestra en la Figura 24, mediante la reproducción de los valores consignados en el presupuesto de obra para los rubros con correspondencia directa, mientras que en los rubros de acero estructural sin precio unitario independiente el valor se obtuvo a partir de la división entre el costo total del rubro y la cantidad en kilogramos proporcionada por la constructora, y en los casos donde un mismo rubro agrupaba estructura de soporte y Steel Panel se efectuó una separación económica y cuantitativa, con asignación del área al rubro de Steel Panel y del costo residual a la estructura de soporte expresada en kilogramos.

Figura 24. Integración de cantidades, costos y elementos BIM para el control 5D del proyecto en Plexos.



Fuente: Elaboración propia a partir del modelo BIM y del presupuesto del proyecto integrados en Plexos.

2.6.9. Indicadores de desempeño generados en Plexos

Plexos vincula el modelo BIM del galpón con el cronograma y el presupuesto del proyecto, y a partir de esa vinculación permite registrar controles periódicos de avance. En cada fecha de control se ingresan dos datos por partida: la cantidad actualizada ejecutada y el costo real unitario alcanzado en obra. Con esa información, y con el costo unitario planificado y la cantidad planificado que ya tiene cargados desde la línea base del modelo, el software calcula automáticamente el Valor Planificado (PV), el Valor Ganado (PV), el Valor Ganado (EV) y el Costo Real (AC) de cada partida, y los agrega en la pestaña “Control EVM” a nivel del proyecto.

Sobre esos tres valores, Plexos construye dos indicadores por cada control: el Índice de Desempeño del Cronograma ($SPI=EV/PV$) y el Índice de Desempeño del Costo ($CPI=EV/AC$). Estos indicadores quedan disponibles tanto a nivel de partida de partida individual como en el resumen general del control, y se actualizan cada vez que se cierra un nuevo control dentro del cronograma del proyecto.

Los cinco controles registrados en el escenario BIM arrojaron los siguientes valores:

Tabla 5. Indicadores de desempeño (SPI y CPI) obtenidos en Plexos - Escenario BIM

Control	PV (Valor Planificado)	EV / VG (Valor Ganado)	AC / CR (Costo Real)	SPI	CPI
Control #01	\$19,066.83	\$193,245.94	\$182,991.58	10.14	1.06
Control #02	\$34,582.35	\$249,209.07	\$231,425.80	7.21	1.08
Control #03	\$258,797.75	\$328,930.70	\$305,386.31	1.27	1.08
Control #04	\$396,791.56	\$400,015.68	\$371,485.84	1.01	1.08
Control #05	\$479,168.73	\$439,924.74	\$409,176.56	0.92	1.08

Fuente 6. Elaboración propia a partir de los controles de obra registrados en Plexos (2026).

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

3.1. Comparativa de metrados

La Tabla 6 presenta la comparación de cantidades cuantificadas entre el escenario tradicional y el escenario BIM para los rubros de mayor incidencia constructiva del proyecto. Las cantidades tradicionales corresponden al metrado manual realizado desde planos, mientras que las cantidades BIM fueron extraídas del modelo Revit LOD350 mediante Plexos. La correspondencia entre rubros de ambos escenarios se estableció por alcance constructivo, conforme a lo señalado en la sección 2.3.2.

Tabla 6. Comparativa de metrados - rubros representativos

Rubro representativo	Unidad	Metrado Tradicional	Metrado BIM	Diferencia	Dif. (%)
Estructura metálica de galpón (columnas, pórticos, correas)	kg	64,403.36	60,121.34	-4,282.02	-6.6%
Estructura metálica de mezzanine (vigas VA, VC, VC-1, VP)	kg	10,542.78	11,721.99	1,179.21	+11.2%
Estructura de soporte de paredes (cerrajería: pilaretes, parantes, correas)	kg	13,844.47	21,015.15	7,170.68	+51.8%
Steel Panel en paredes y fachadas (perímetro + fachadas frontal/posterior)	m ²	3,154.28	3,177.33	23.05	+0.7%
Cubierta metálica Galvalume e=0,40 mm	m ²	4,171.75	4,227.30	55.55	+1.3%
Pavimento interior de hormigón (contrapiso de galpón)	m ²	4,038.81	3,937.93	-100.88	-2.5%
Hormigón de cimentación (plintos, dados y riostras)	m ³	159.30	78.38	-80.92	-50.8%

Losa de mezzanine (Steel Deck + hormigón bombeable)	m ²	219.44	259.16	39.72	+18.1%
Paredes de galpón, bloque PL-9	m ²	945.00	870.20	-74.80	-7.9%
Paredes de mezzanine, bloque PL-9	m ²	820.00	789.18	-30.82	-3.8%
Enlucido interior de oficinas (PB y PA)	m ²	1,640.00	1,390.73	-249.27	-15.2%
Total acero estructural (galpón + mezzanine + soporte de paredes)	kg	90,305.69	92,858.48	2,552.79	+2.8%

3.2. Comparativa de presupuestos

La Tabla 7 presenta la comparativa de presupuesto entre el escenario tradicional y el escenario BIM 5D, organizada por capítulo. El presupuesto tradicional corresponde al valor contractual pactado con la constructora, mientras que la facturación BIM se obtiene de las actividades vinculadas en Plexos a partir de las cantidades extraídas del modelo Revit. Los precios unitarios empleados en ambos escenarios son equivalentes; las diferencias registradas en la columna de reducción corresponden a la variación en las cantidades resultantes de la cuantificación paramétrica del modelo frente al metrado manual del contrato.

Tabla 7. Comparativa de presupuesto por capítulo - Tradicional vs BIM 5D

Nº	Capítulo	Presupuesto	Facturación BIM	Reducción (\$)	Reducción
1	Cerramiento perimetral	\$ 25.002,00	\$ 25.862,60	\$ 860,60	+3.4%
2	Obras preliminares del terreno	\$ 3.250,00	\$ 3.125,00	\$ 125,00	-3.8%
3	Relleno de terreno	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00	\$ 0,00	+0.0%
4	Cimentación	\$ 53.086,50	\$ 28.404,64	\$ 24.681,86	-46.5%
5	Pavimento interior	\$ 127.222,51	\$ 124.044,85	\$ 3.177,66	-2.5%
6	Galpón y mezzanine	\$ 367.811,16	\$ 387.457,13	\$ 19.645,97	+5.3%
7	Acabados y carpintería	\$ 68.386,58	\$ 49.408,57	\$ 18.978,01	-27.7%

8	Exteriores y cisterna	\$ 53.289,78	\$ 63.334,30	\$ 10.044,52	+18.8%
9	Instalaciones hidrosanitarias	\$ 33.221,03	\$ 29.090,44	\$ 4.130,59	-12.4%
	Subtotal por capítulos (suma rubros BIM)	\$ 736.269,56	\$ 716.527,66	\$ 19.741,90	-2.7%
	Valor del contrato original	\$ 730.000,00	\$ 716.527,66	\$ 13.472,34	-1.8%

3.3. Comparativa de indicadores de desempeño (KPI)

Este apartado retoma el diseño de caso único con análisis intra caso que se planteó para la investigación. Los dos escenarios, Tradicional y BIM, se miden con el mismo instrumento: los indicadores de la Gestión del Valor Ganado (PV, EV, AC, SPI y CPI), tomados en las cinco fechas de control definidas para el seguimiento de la obra. Como el instrumento y la periodicidad de medición son iguales en ambos casos, lo que varía entre uno y otro es únicamente el método de planificación aplicado.

La

Figura 27. Costo Real (AC) por control, Tradicional vs BIM

,

Figura 26 y

Figura 27. Costo Real (AC) por control, Tradicional vs BIM

recogen el comportamiento de PV, EV y AC en cada control, expresados en dólares. La

Figura 28 y

Figura 29 muestran el SPI y el CPI que se calculan a partir de esos mismos valores.

Figura 25. Valor Planificado (PV) por control, Tradicional vs BIM

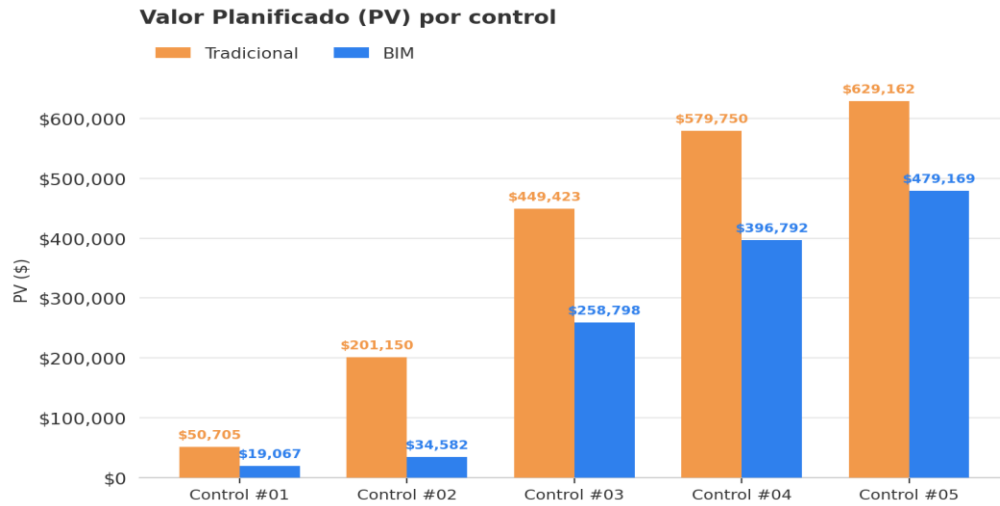


Figura 26. Valor Ganado (EV) por control, Tradicional vs BIM

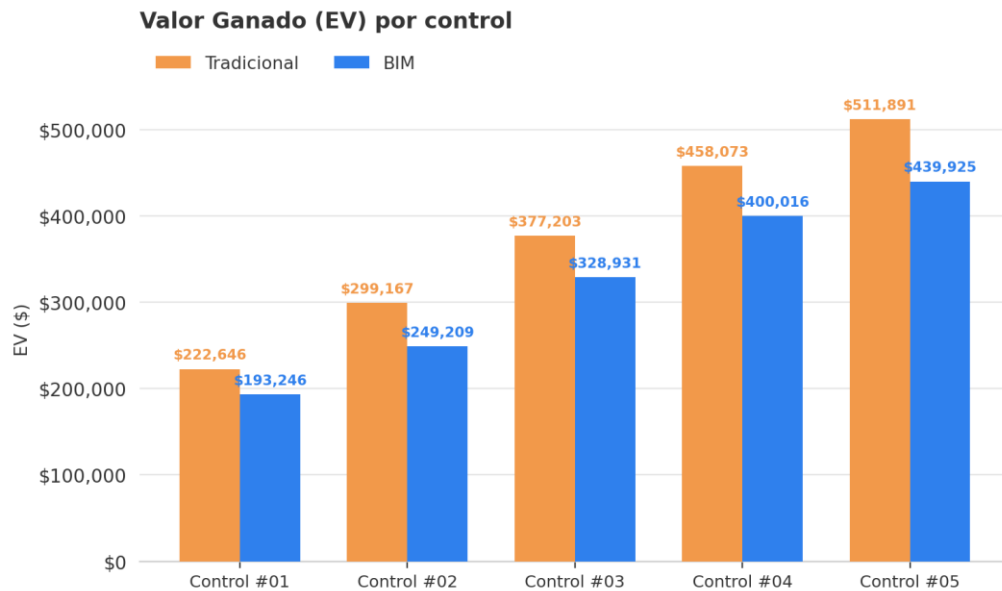
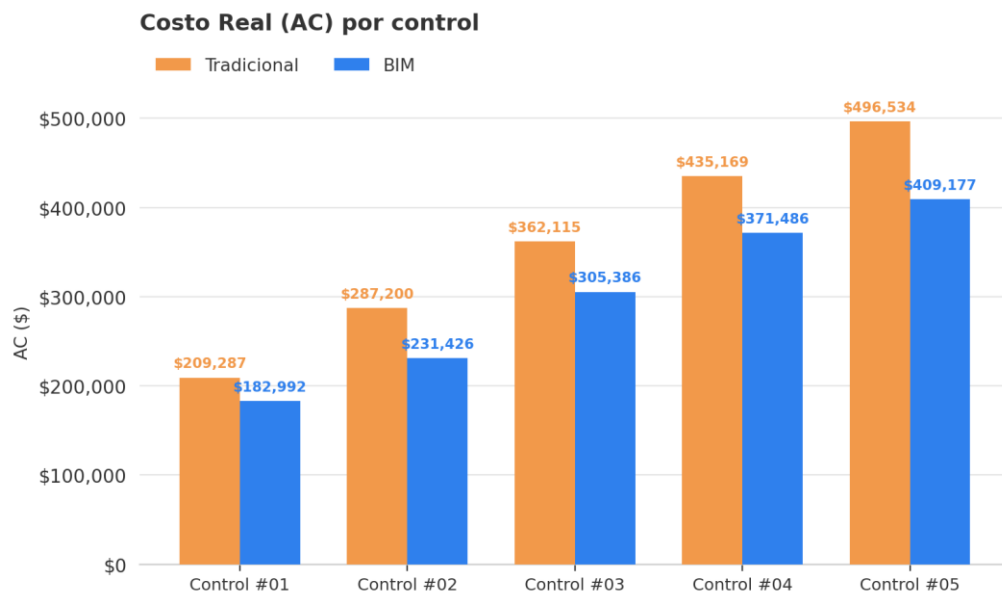


Figura 27. Costo Real (AC) por control, Tradicional vs BIM



Figura

28. Índice de Desempeño del Cronograma (SPI) por control, Tradicional vs BIM.

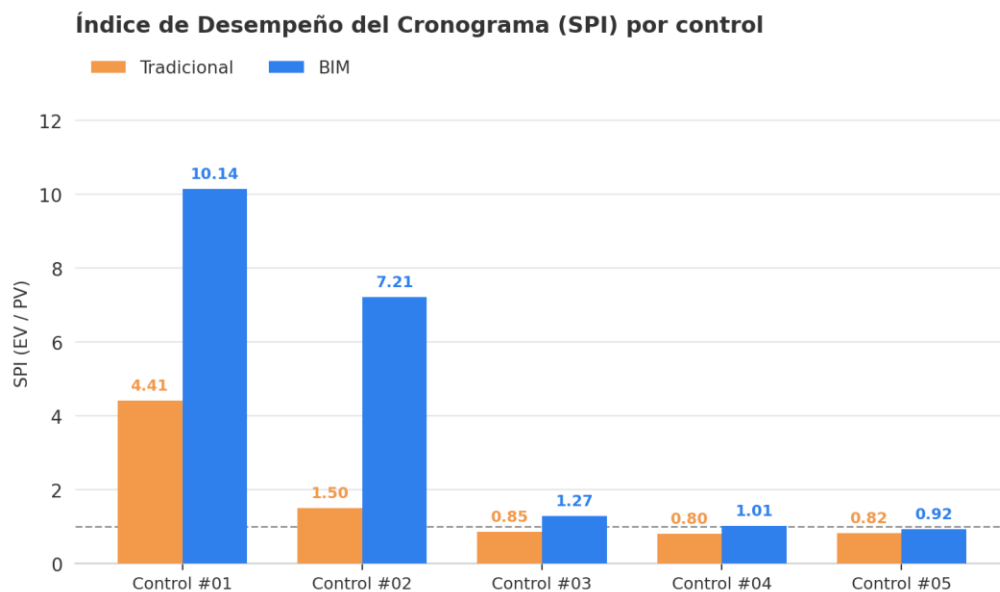


Figura 29. Índice de Desempeño del Costo (CPI) por control, Tradicional vs. BIM.

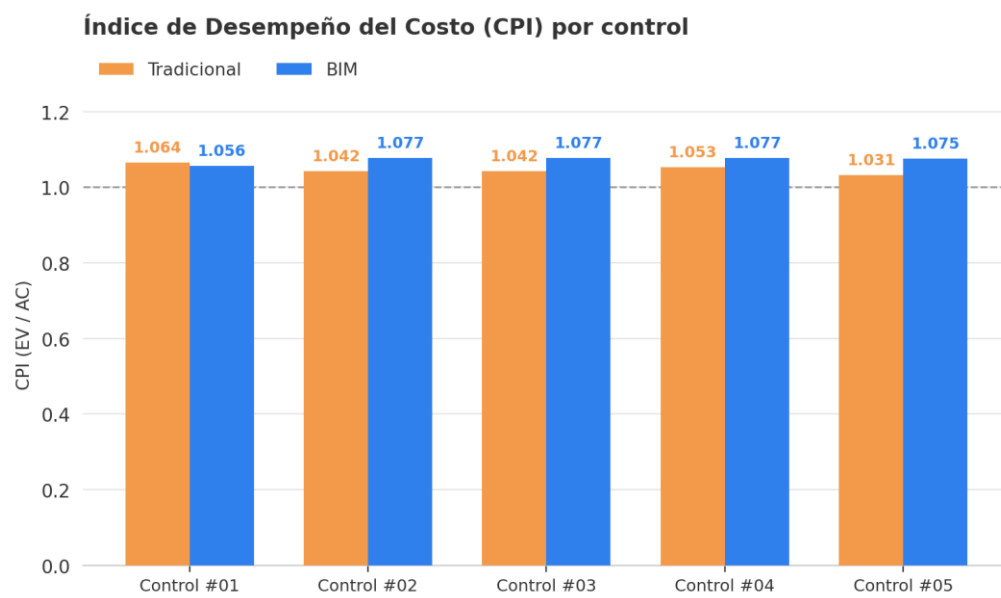


Tabla 8. Diferencias entre escenarios por control.

Control	PV BIM (\$)	AC BIM (\$)	Δ AC (BIM – Trad)	Δ SPI (BIM – Trad)	Δ CPI (BIM – Trad)
#01	19,066.83	182,991.58	-26,295.34	5.73	-0.008
#02	34,582.35	231,425.80	-55,774.55	5.71	0.035
#03	258,797.75	305,386.31	-56,728.31	0.42	0.035
#04	396,791.56	371,485.84	-63,683.48	0.21	0.024
#05	479,168.73	409,176.56	-87,357.47	0.10	0.044

En el Control #05, que corresponde a la última planilla de avance registrada, el escenario Tradicional llegó a un PV de \$629,162.42, un EV de \$511,890.77 y un AC de \$496,534.03; su SPI fue de 0.82 y su CPI de 1.031. El escenario BIM, en esa misma fecha, registró un PV de \$479,168.73, un EV de \$439,924.74 y un AC de \$409,176.56; su SPI fue de 0.92 y su CPI de 1.075.

3.4 Comparativa de tiempos de programación (Tradicional vs. BIM 4D/5D)

La reducción de cantidades identificada en la comparativa de metrados (sección 3.1) puede incidir directamente sobre los plazos de ejecución de cada capítulo, en la medida en que un menor volumen de obra tiende a requerir menos tiempo de trabajo en campo para su materialización. A partir de esta relación, se compara la duración de cada capítulo entre el escenario tradicional, estimado según la metodología descrita en la sección 2.3.4, y el escenario BIM 4D, obtenido directamente del cronograma vinculado en Plexos.

Tabla 9. Comparativa de duración por capítulo - Tradicional vs. BIM 4D

Capítulo	Días Tradicional	Días BIM (Plexos)	Diferencia (días)
1.0 Cerramiento perimetral	26	24	2
2.0 Obras preliminares	26	79	-53
3.0 Relleno de terreno	26	8	18
4.0 Cimentación	105	49	56
5.0 Pavimento interior	52	6	46

6.1 Galpón y mezzanine	78	50	28
6.2 Escalera metálica	52	7	45
6.3 Cuarto de bombas	27	6	21
6.4 Mampostería nueva	105	47	58
6.5 Enlucidos y revocados	26	41	-15
7.0 Acabados (general)	79	38	41
8.0 Exteriores/cisterna	79	60	19
9.0 Instalaciones hidrosanitarias	105	115	-10
Duración total del proyecto	183	124	+59 (-32.2%)

Fuente 7. Elaboración propia, a partir del cronograma valorado tradicional (Figura 13) y del cronograma BIM 4D vinculado en Plexos.

Dado que las actividades de ambos escenarios se ejecutan de forma parcialmente traslapada, la diferencia por capítulo no es acumulable como suma directa, reflejando en cada valor la variación de la ventana de ejecución propia de ese capítulo, no una porción independiente del plazo total. El indicador comparable a nivel de proyecto corresponde exclusivamente a la fila de duración total, donde el escenario BIM 4D reduce el plazo de ejecución de 183 a 124 días, equivalente a una disminución de 59 días (-32.2%) respecto al escenario tradicional.

Esta reducción puede explicarse por dos factores que actúan de forma combinada. Por un lado, la disminución de cantidades en capítulos como Cimentación (-46.5%) y La variación de -27,7 % registrada en el capítulo de acabados y carpintería, descrita en la sección correspondiente, se relaciona con una reducción del volumen

de trabajo asociado con estas partidas, mientras que el modelo BIM 4D integra las dependencias entre actividades dentro del entorno digital y facilita la organización de frentes de trabajo paralelos con sustento en la secuencia constructiva y en la verificación de interferencias, a diferencia de una planificación basada en documentos independientes donde estos ajustes dependen principalmente del criterio del equipo de obra, por lo que la combinación entre la variación de cantidades y la coordinación de actividades contribuye a explicar la reducción observada en la duración total del proyecto.

CONCLUSIONES

Este estudio analizó el impacto de la metodología BIM 4D y 5D sobre la planificación, el control del cronograma y la gestión de costos de un galpón industrial mediante la comparación entre la ejecución documentada con métodos convencionales y una simulación desarrollada en Revit con vinculación a Plexos, cuyos resultados se presentan conforme a los objetivos establecidos.

El análisis del escenario convencional identificó inconsistencias entre los planos y las cantidades contractuales, además de dificultades de coordinación entre disciplinas asociadas con la gestión de documentos independientes, mientras que el modelo BIM del galpón se desarrolló en Revit con nivel de desarrollo LOD 350 e integró arquitectura, estructura e instalaciones hidrosanitarias dentro de un entorno común de información, con vinculación posterior al cronograma y al presupuesto mediante Plexos para estructurar la simulación BIM 4D y 5D utilizada en la comparación.

La comparación entre ambos escenarios mediante indicadores de cronograma, costo y metrados identificó una variación global de +2,8 % en las cantidades respecto al metrado manual del contrato, con desviaciones por rubro entre +51,8 % y -50,8 %, diferencias asociadas, entre otros aspectos, con el volumen de hormigón de cimentación, debido a que el metrado de plintos y riostras del escenario convencional utilizó secciones sobredimensionadas como margen de seguridad frente a la incertidumbre del cálculo manual, mientras que el modelo BIM reprodujo las dimensiones especificadas en los planos estructurales, por lo que la variación corresponde al contraste entre un criterio de estimación conservador y la cuantificación derivada de la geometría paramétrica del modelo.

En cuanto al desempeño del proyecto, el escenario BIM registró un SPI de 0,92 y un CPI de 1,075 frente a valores de 0,82 y 1,031 en el escenario convencional, mientras que los valores elevados de SPI observados en los primeros controles se relacionan con la incorporación de compras de materiales de cimentación y estructura metálica dentro del valor planificado antes de su correspondencia con el avance físico

de la obra, motivo por el cual la lectura del indicador adquiere superior representatividad desde la tercera planilla.

El tiempo de ejecución es de 124 días en la programación BIM 4D frente a 183 días establecidos en el cronograma tradicional. Esto da una reducción de hasta 59 días o el 32,2%. La mayor parte de esta disminución se observan los metrados de cimentaciones, cerramientos y carpintería y a la reorganización de las secuencias de la construcción. El cambio en el cronograma también tuvo un impacto positivo en el presupuesto del proyecto. Esto dio un valor de USD 716.527,66 con respecto a la programación BIM, pero los ahorros en la contratación de mano de obra durante un periodo total de 59 días un equipo de una cuadrilla total de hasta 10 personas que trabajan a un costo por persona por día de USD 30,00 genera otra reducción al monto igual a USD 17.700,00. La sumatoria final en la programación BIM fue de USD 698.827,66, inferior al presupuesto del contrato USD 730.000,00, lo cual corresponde a una variación de -4,27%. Estos resultados demuestran que la implementación de BIM 4D no solo dio como resultado una mejor coordinación y secuencia para las actividades de construcción, sino que también produjo una reducción en términos de costos por tiempo de ejecución.

La simulación BIM 4D y 5D complementó la gestión constructiva mediante la automatización del cálculo de cantidades, la integración entre cronograma y presupuesto y el seguimiento detallado de actividades, mientras que en el caso analizado estos procesos se asociaron con superior precisión en planificación, costos y metrados respecto al escenario convencional, aunque los resultados corresponden a un estudio de caso único y su extrapolación hacia galpones con otras características estructurales, contractuales o funcionales requiere validación específica.

Recomendaciones

- Desarrollar la simulación BIM 4D/5D de forma prospectiva, integrándola desde la fase de diseño y antes del inicio de obra, en contraste con el enfoque retrospectivo adoptado en el presente caso.

- Explorar el modelo geométrico completo de los perfiles estructurales como complemento al uso del parámetro de peso por metro lineal empleado en este estudio. Esta alternativa habilitaría la extracción automática de cantidades desde la geometría real.
- Definir métricas cuantificables de interferencias y trazabilidad mediante herramientas de detección de colisiones, contrastando los conflictos identificados en el modelo con las incidencias registradas efectivamente en obra.
- Incorporar requisitos de información (EIR) desde la etapa de licitación, ampliando el alcance contractual a las disciplinas eléctrica y de sistema contra incendios.
- Replicar este estudio comparativo en proyectos industriales de mayor escala y número de disciplinas. El aporte de la comparativa cuantificada de los KPI podría resultar más significativo cuanto mayor sea la complejidad del proyecto.
- Establecer controles de obra con periodicidad semanal o quincenal cuando se empleen plataformas 4D/5D, dado que la resolución mensual utilizada en este estudio y proyecciones podría hacer la detección temprana de desviaciones.

Bibliografía

- Abad Aveiga, D. A., Cabeza, I. R. Z., Paredes, J. P. L., Pilay, F. J. G., & Calle, V. A. L. (2025). Factores que afectan la productividad en construcción: estrategias para mejorar eficiencia en planificación, un análisis textual discursivo. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 6(1), ág. 2000-2017-ág. 2000 – 2017. <https://doi.org/10.60100/RCMG.V6I1.51>
- Alzraiee, H. (2018). Integrating BIM and earned value management system to measure construction progress. *Construction Research Congress 2018*, 684–693. <https://doi.org/10.1061/9780784481264.067>
- Ardoc. (2025, April 27). *Historia del Building Information Modeling (BIM) | Ardoc*. <https://www.ardoc.es/historia-del-building-information-modeling-bim/>
- Asamblea Constituyente. (2008). *CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR*.
- Castillo Ramos, A. A., & Chávez Soria, G. C. (2024). *Aplicación de la Metodología BIM para reducir errores en la etapa de diseño del proyecto Creación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable en el Distrito de Uchumayo, Provincia de Arequipa, 2024*.
- Carrizales Lujan, E. A., & Astocaza Camargo, S. J. (2023). Optimización de costos y metrados en ingeniería civil: Análisis comparativo BIM vs. procesos tradicionales en instituciones educativas. *Revissta Científica Pakamuros*, 36-48.
- Da Graça, M. (2025, May 20). *Factores que impulsan los retrasos en la infraestructura: ¿Qué nos enseñan 480 proyectos en tres continentes? | CoST – Iniciativa para la Transparencia en la Infraestructura*. CoST. <https://infrastructuretransparency.org/es/2025/05/20/drivers-of-infrastructure-delays/>
- Doukari, O., Seck, B., & Greenwood, D. (2022). The efficient generation of 4D BIM construction schedules: A case study of the Nanterre 2 CESI project in France.

Frontiers in Built Environment, 8, 998309.

<https://doi.org/10.3389/FBUIL.2022.998309/TEXT>

Dussud, M., Fuchs, S., Kernick, O., Pikul, P., & Schmitz, C. (2023). *Seize the decade: Maximizing value through preconstruction excellence.*

Encinas Arciga, J., Lugo, R. A. C., Chávez, O. L., Beltrán, A. C., & Flores, M. D. (2025). Optimización de la Productividad en la Construcción: Técnicas y Herramientas de Lean Construction para la Eficiencia Operacional. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(4), 4848–4865.
https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V9I4.19124

Erazo Santillán, J. D. (2025). *TÉCNICAS DE GESTIÓN DE PROYECTOS PARA LA MITIGACIÓN DE RIESGOS DE RETRASO EN CONTRATOS DE OBRAS EN ECUADOR.*

Feng, C.-W., Chen, Y.-J., & Huang, J.-R. (2010). Using the MD CAD model to develop the time–cost integrated schedule for construction projects. *Automation in Construction*, 19(3), 347–356. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2009.12.009>

Gómez Valdés, M., Acevedo Acevedo, S., Alvarado Acuña, L., & Iturra Molina, R. (2023). Impacto de la metodología BIM en la gestión de proyectos de construcción. *Revista Tecnología En Marcha*, 36, ág. 66-77.
<https://doi.org/10.18845/TM.V36I7.6860>

Haro Menacho, R. E. (2025). Beneficios, estrategias y mejoras en proyectos públicos con el uso de la herramienta BIM. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 29(129), 105–114. <https://doi.org/10.47460/UCT.V29I129.1015>

Hendrickson, C., & Au, T. (1989). *Project management for construction: Fundamental concepts for owners, engineers, architects, and builders.* Prentice Hall.

International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, 455–462.
<https://doi.org/10.1061/9780784413616.057>

International Organization for Standardization. (2018). Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM)—Information management using building

information modelling—Part 1: Concepts and principles (ISO 19650-1:2018). International Organization for Standardization.

Intriago Pincay, G. M., Quinatoa Chavéz, E. J., Centeno Alcívar, J. A., & Lino Calle, V. A. (2025). Vista de Gestión de riesgos en planificación de obras civiles: mitigación de retrasos y sobrecostos en construcción, un análisis textual discursivo. *Revista Ingenio Global*, 4(1), 160–174.

<https://editorialinnova.com/index.php/rig/article/view/203/569>

ISO. (2018, December). *ISO 19650-2:2018*. <https://www.iso.org/standard/68080.html>

Kang, J. H., Anderson, S. D., & Clayton, M. J. (2007). Empirical study on the merit of web-based 4D visualization in collaborative construction planning and scheduling. *Journal of Construction Engineering and Management*, 133(6), 447–461.

Luzuriaga Viñan, M. C., Manuel, V., Baloy¹, P., Maritza, G., Bravo¹, V., & Calle¹, A. L. (2025). Uso de modelos BIM en la planificación de obras civiles: un análisis textual discursivo de artículos de investigación. *Revista Ingenio Global*, 4(1), 175–189. <https://doi.org/10.62943/RIG.V4N1.2025.209>

McKinney, K., & Fischer, M. (1998). Generating, evaluating and visualizing construction schedules with CAD tools. *Automation in Construction*, 7(6), 433–447. [https://doi.org/10.1016/S0926-5805\(98\)00053-3](https://doi.org/10.1016/S0926-5805(98)00053-3)

-Naula-Ochoa, L., -Vásquez-Quiroz, P., & Toledo-Toledo, J.-F. (2025). Análisis y evolución de la implementación de la metodología BIM, en la Cámara de la Construcción de Cuenca - Ecuador. *South Florida Journal of Development*, 6(8), e5733. <https://doi.org/10.46932/sfjdv6n8-045>

Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>

PMI. (2025). *PMBOK Guide | Project Management Institute*. Instituto de Gestión de Proyectos. <https://www.pmi.org/standards/pmbok>

- Redmond, A., Hore, A., Alshawi, M., & West, R. (2012). Exploring how information exchanges can be enhanced through Cloud BIM. *Automation in Construction*, 24, 175–183. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.02.003>
- Rodríguez Gamboa, F., Álvarez Romero, S., & Gómez, M. (2023). Análisis de estrategias nacionales de implementación BIM, para la creación de un marco de referencia para la implementación de BIM en México. *Revista Ingeniería de Construcción*, 38(3). <https://doi.org/10.7764/ric.00078.21>
- Scheer, S., Mendes Jr., R., Campestrini, T. F., & Garrido, M. C. (2014). On-site BIM model use to integrate 4D/5D activities and construction works: A case study on a Brazilian low income housing enterprise. *Proceedings of the 2014*.
- Semjén, Á., & Szép, J. (2025a). Integrating generative and parametric design with BIM: A literature review of challenges and research gaps in construction design. *Applications in Engineering Science*, 23, 100253. <https://doi.org/10.1016/J.APPLES.2025.100253>
- Semjén, Á., & Szép, J. (2025b). Integrating generative and parametric design with BIM: A literature review of challenges and research gaps in construction design. *Applications in Engineering Science*, 23. <https://doi.org/10.1016/j.apples.2025.100253>
- Soto, C., & Manríquez, S. (2023). *Panorama general del avance de BIM en América Latina y el Caribe*. <https://Scioteca.Caf.Com/Bitstream/Handle/123456789/2022/Panorama%20General%20del%20Avance%20de%20BIM%20en%20Ame%cc%81rica%20Latina%20y%20el%20Caribe.Pdf?IsAllowed=y&sequence=1>.
- Trejo Ponte, A. B. (2022). *Implementación de las dimensiones 4D y 5D del BIM en un proyecto inmobiliario durante la etapa de casco estructural*. <https://Repositorio.Pucp.Edu.Pe/Items/004b5921-Fa81-423f-A2af-292e3297e7f5>.
- Yin, R. (2017). Case Study and Applications: Design and Methods (6th ed.). *Theory and Methods of Metallurgical Process Integration*, 11(1), 179–272.

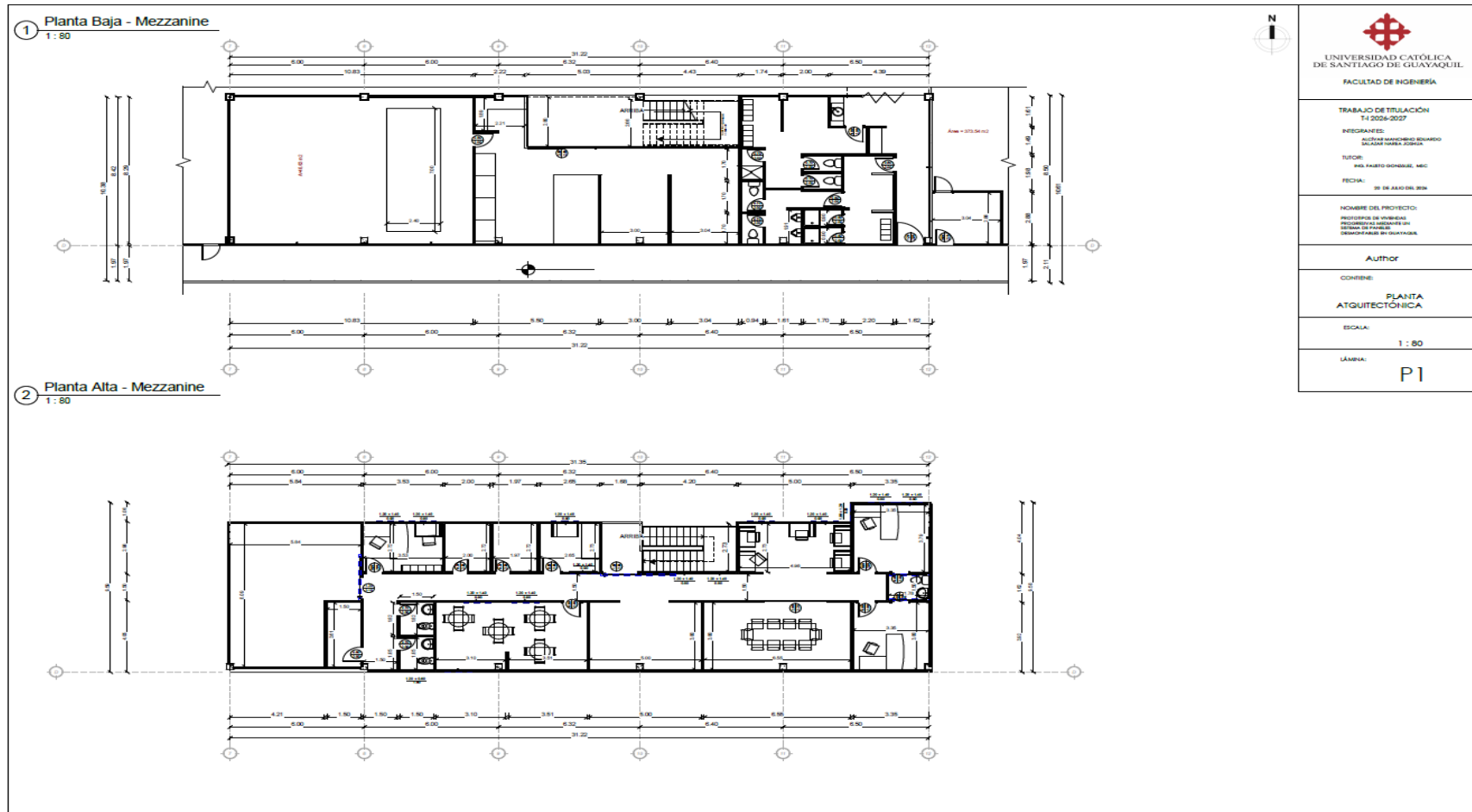
<https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/case-study-research-and-applications/book250150>

Wahab, A., & Wang, J. (2022). Factors-driven comparison between BIM-based and traditional 2D quantity takeoff in construction cost estimation. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 29(2), 702–715.
<https://doi.org/10.1108/ECAM-10-2020-0823>

Anexos

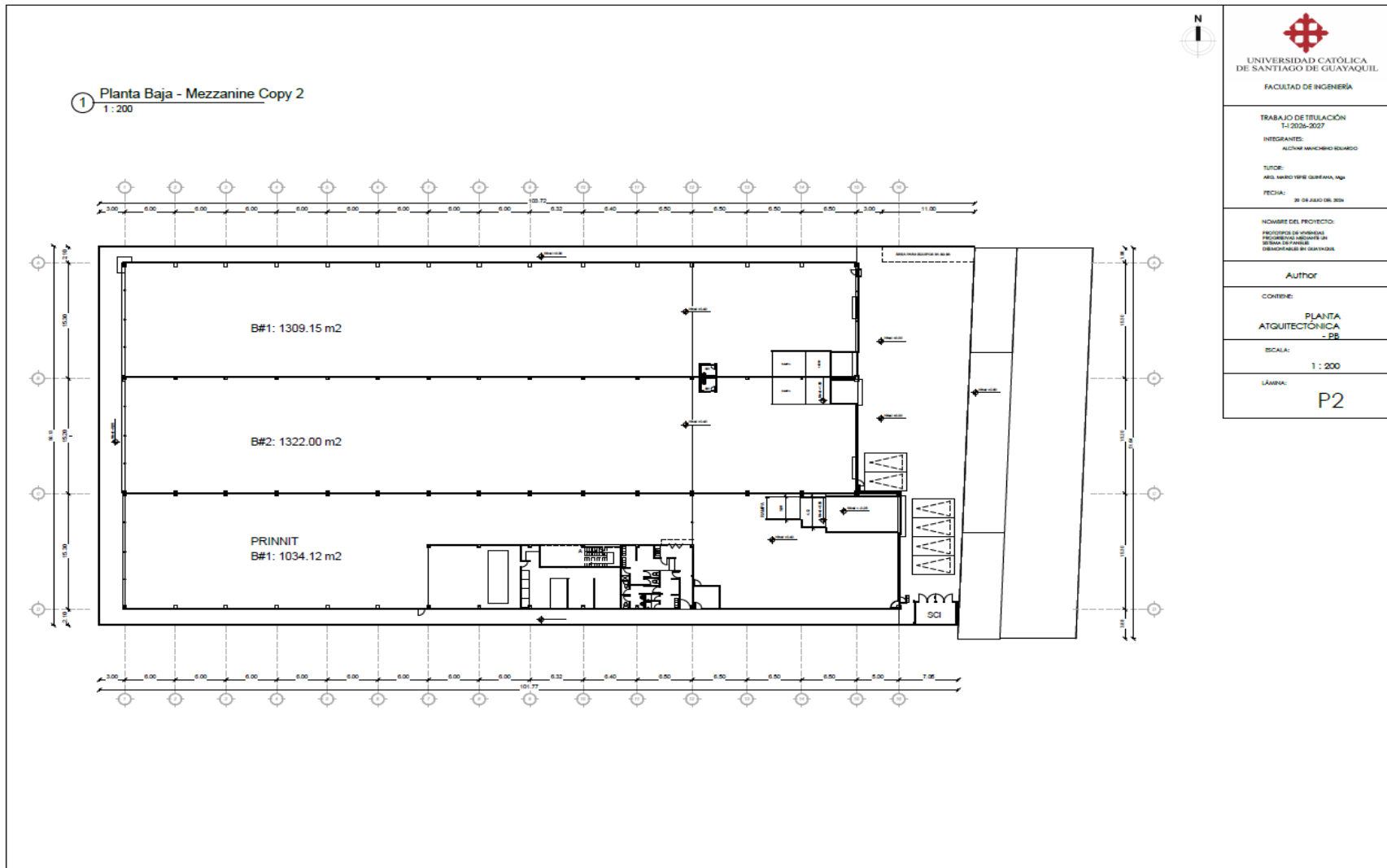
Anexo A. Planos del proyecto.

Figura 30. Distribución arquitectónica del proyecto: planta baja y planta alta-mezzanine



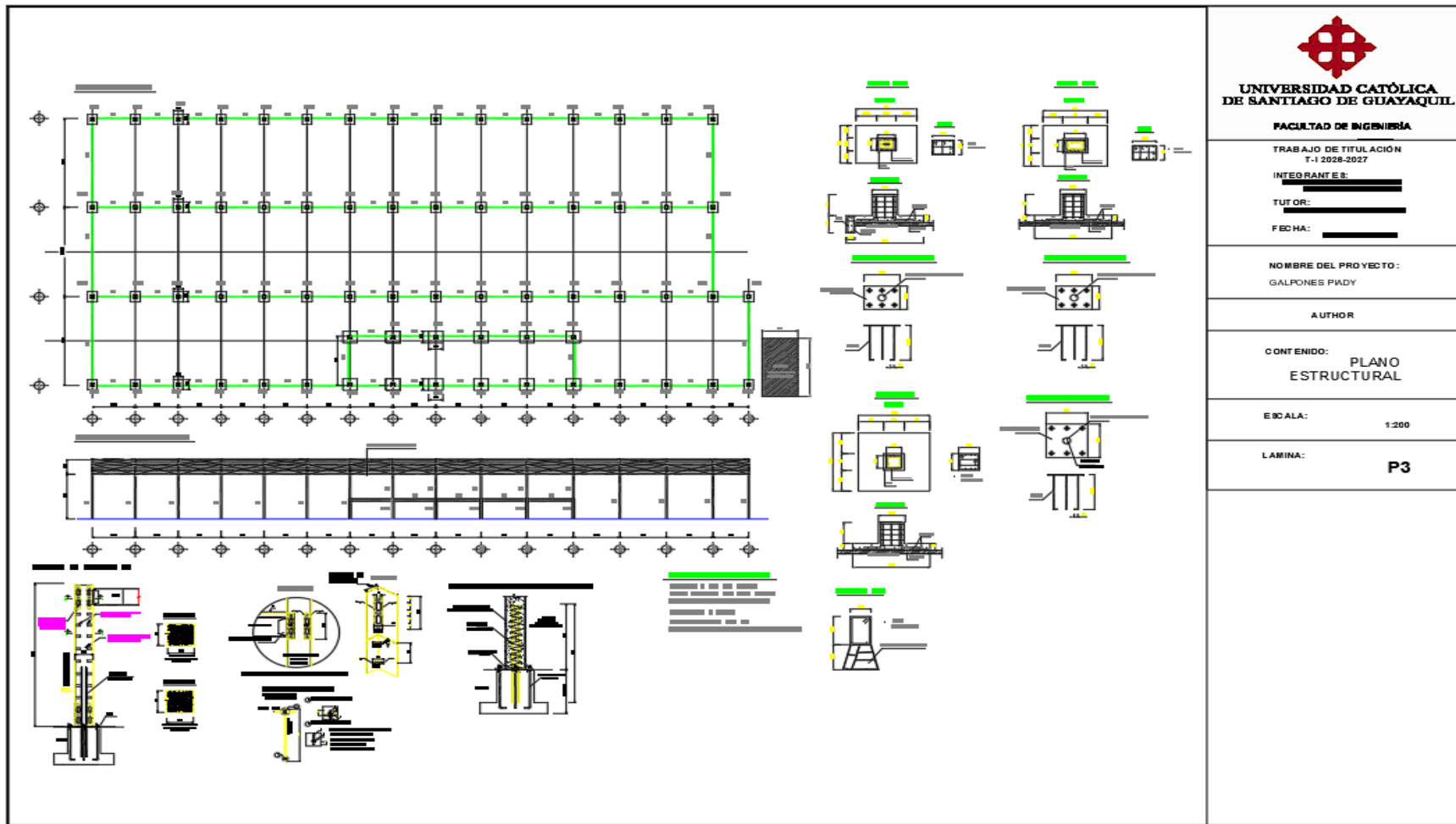
Fuente: Elaboración propia a partir de los planos arquitectónicos del proyecto.

Figura 31. Distribución arquitectónica de la planta baja del galpón industrial



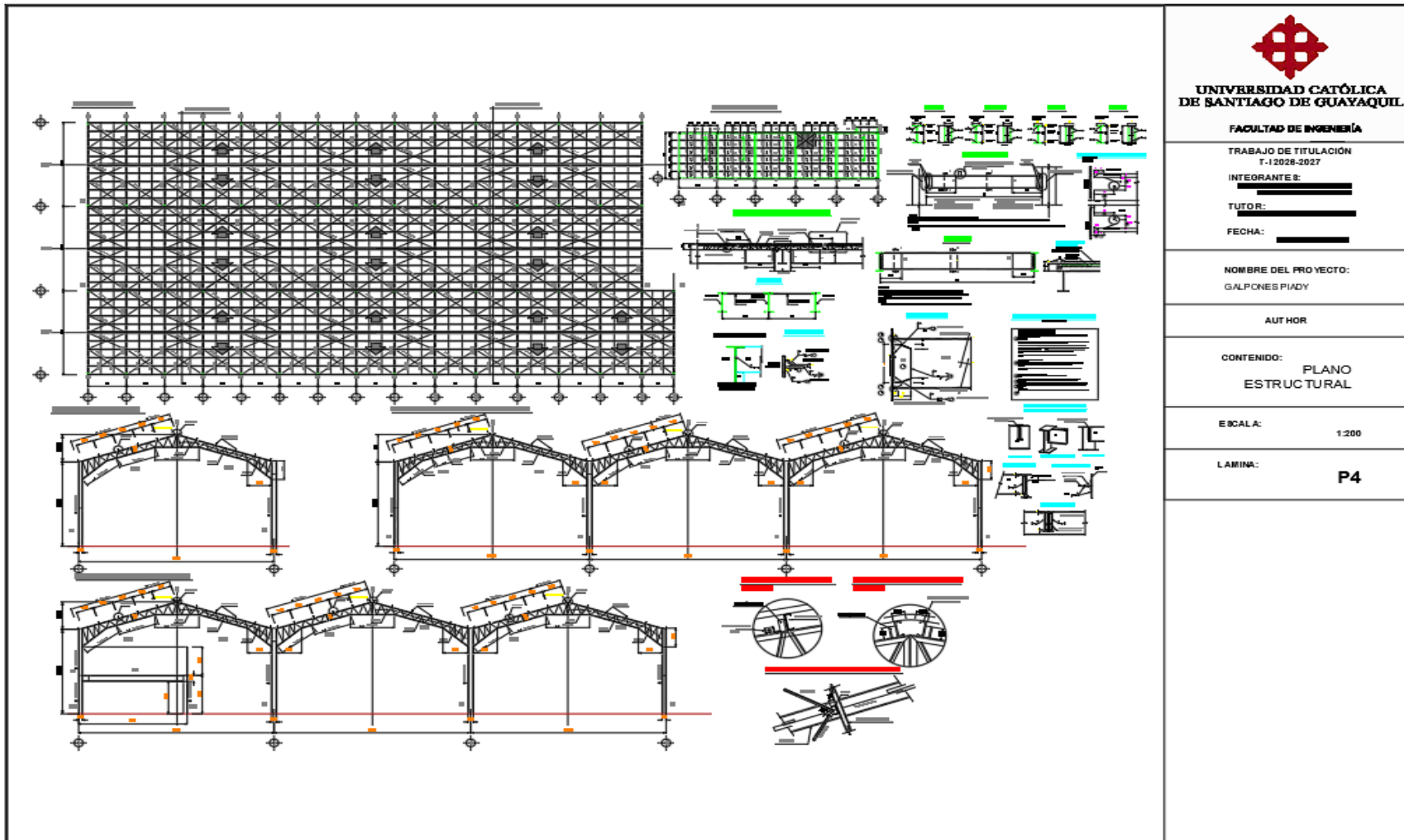
Fuente: Elaboración propia a partir de los planos arquitectónicos del proyecto.

Figura 32. Distribución estructural, elevaciones y detalles de conexiones del galpón industrial



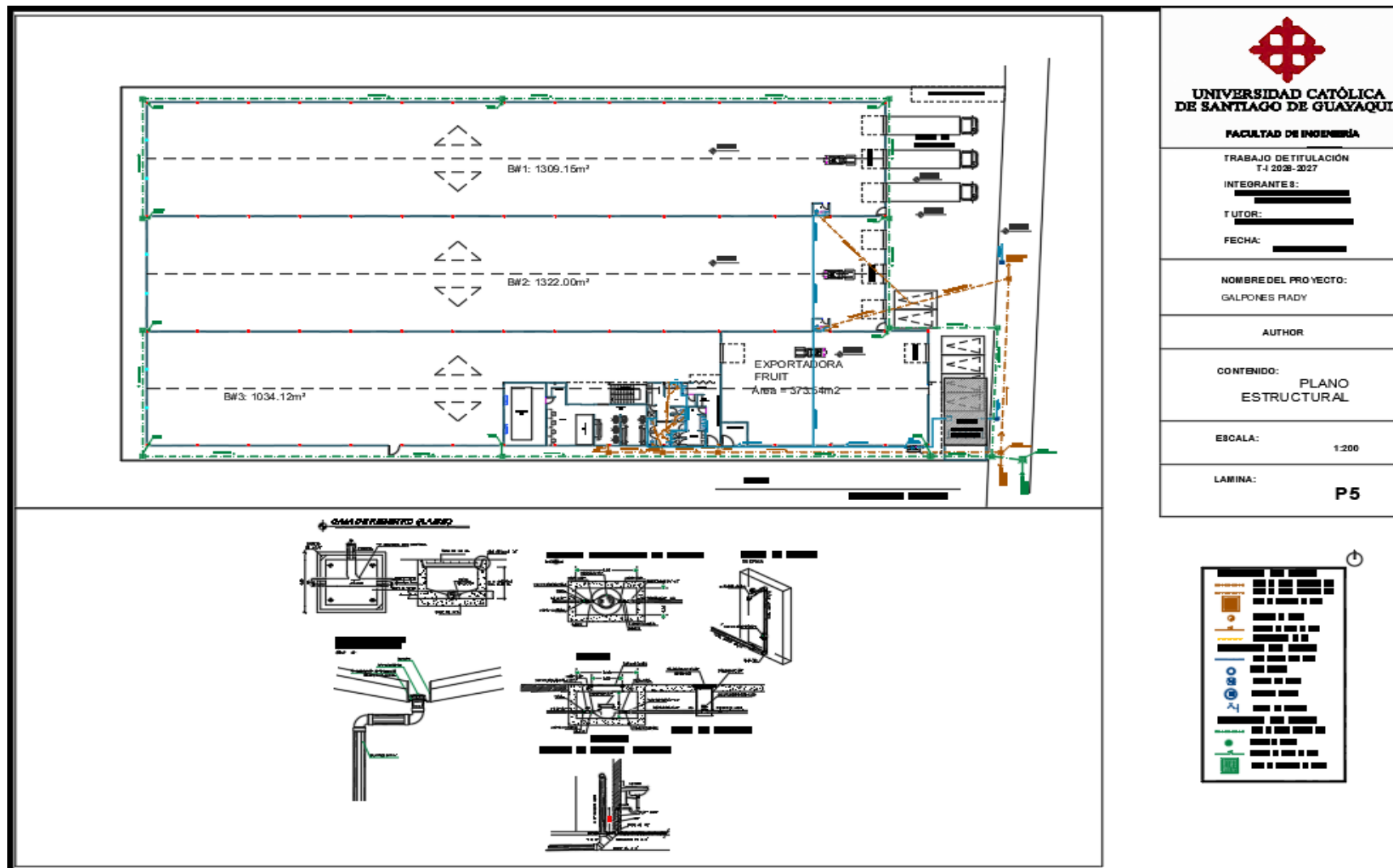
Fuente: Elaboración propia a partir del diseño estructural del proyecto

Figura 33. Planta de cubierta, elevaciones y detalles estructurales del galpón industrial



Fuente: Elaboración propia a partir del diseño estructural del proyecto

Figura 34. Distribución en planta y detalles constructivos de instalaciones del galpón industrial



Fuente: Elaboración propia a partir de los planos técnicos del proyecto.

Anexo B. Presupuesto detallado del contrato tradicional

Tabla 10. Presupuesto base del proyecto – Tradicional.

Item	Rubro	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
1.0	CERRAMIENTO PERIMETRAL				
1.1	Cerramiento perimetral (bloque H=2,40m)	M2	600.00	41.67	25,000.02
2.0	OBRAS PRELIMINARES DEL TERRENO				
2.1	REPLANTEO				
2.1.1	Replanteo y nivelación	M2	5,000.00	\$0.25	1,250.00
2.1.2	Bodega / Oficina con infraestructura de madera y luz eléctrica	Global	1.00	\$2,000.00	2,000.00
3.0	RELLENO DE TERRENO				
3.1	Relleno compactado hasta cota de proyecto 0.20	Global	1.00	\$5,000.00	5,000.00
4.0	CIMENTACIÓN				
4.1	CONSTRUCCIÓN				
4.1.1	Plintos y Riostras de Hormigón Armado f'c= 240 Kg/cm2. Incluye placas e= 12mm (según diseño). Incluye excavación y relleno. Hormigón f'c=240 kg/cm2 en plinto y dado (Incluye encofrado) Hormigón f'c=240 kg/cm2 en riostra (Incluye encofrado)	m3	159.30	\$305.00	48,586.50
4.1.2	Anden de descarga H= 1.20 (3x3) + rampas de acceso, incluye muro de hormigón ciclopeo.	U	3.00	\$1,500.00	4,500.00
5.0	PAVIMENTO INTERIOR				
5.1	Contrapiso en GALPÓN de hormigón simple F'c= 240 kg/cm2. E=15cm, Hormigón pre mezclado. Incluye malla electrosoldada de 6mm para contrapiso. Nivelación de hormigón premezclado utilizando regla vibratoria, bumper cutter y flotadores, Suministro y colocación de Cuarzo gris natural y paleteado fino del piso con maquinarias alisadoras simples, dobles con platos de flotación, colocación de malla electrosoldada. Corte de juntas de contracción longitudinales y transversales con máquina cortadora de hormigón SOFF-CUT.	m2	4,038.81	\$31.50	127,222.52
6.0	GALPÓN Y MEZZANINE				
6.1	CONSTRUCCIÓN				

6.1.1	Losa Steel Deck e=0,65mm Incluye malla electrosoldada 5,5mm cada 15cm con estructura.	M2	219.44	128.63	28,226.57
6.1.2	Hormigón bombeable para losa mezzanine f'c=240kg/cm2	M2	219.44	25.50	5,595.72
6.1.3	Estructura metálica para cubierta de Galpón, incluye pintura anticorrosiva. (columnas H= 8.20m y 11m en el centro) + la ampliación del Galpón frontal EXPORTADORA ISLAND FRUIT (15.30X5m).	m2	4,038.81	\$40.00	161,552.40
6.1.4	Cubierta metálica galvalume e=0.4mm	M2	4,171.75	12.32	51,395.96
6.1.5	Mesón para lavaplatos con recubrimiento de porcelanato	ML	2.20	245.00	539.00
6.2	ESCALERA DE ESTRUCTURA METALICA CON PELDAÑOS RELLENO DE HORMIGÓN				
6.2.1	Hormigón f'c=240kg/cm2, (Incluye encofrado)	M3	1.37	280.37	384.11
6.2.2	Acero estructural f'y=4200 kg/cm2	KG	444.06	2.50	1,110.15
6.2.3	Acero de refuerzo f'y=4200 kg/cm2 en descanso y escalones	KG	82.03	2.00	164.06
6.2.4	Pasamanos de acero	ML	8.48	200.00	1,696.00
6.3	CUARTO DE BOMBAS				
6.3.1	Paredes de bloque de 10cm	M2	8.70	16.80	146.16
6.3.2	Pilaretes y viguetas	ML	10.70	15.00	160.50
6.3.3	Enlucido interior	M2	8.70	8.50	73.95
6.3.4	Enlucido exterior desde H=0,00-4,00m	M2	9.30	9.00	83.70
6.3.5	Puerta exterior metálica (0,70x2,00)	U	1.00	325.00	325.00
6.3.6	Empaste y pintura exterior (Incluye dos manos de pintura elastomérica)	M2	9.30	13.66	127.04
6.3.7	Cubierta metálica galvalume e=0.4mm	M2	2.31	12.32	28.46
6.4	MAMPOSTERÍA NUEVA				
6.4.1	Paredes de galpón de bloque PL-9 Tipo Victoria; H= 2.20 m revocado, incluye sellador semibrillante de exterior MAXICLEAR para concreto y revestimientos porosos unicamente en paredes exteriores perimetrales laterales del Galpón (390m2) - INTACO o Similar.	m2	945.00	\$16.80	15,876.00
6.4.3	Suministro e instalación de STELL PANEL 0.40 para Paredes de Galpón H=6m	m2	2,234.28	\$12.32	27,526.33
6.4.4	Estructura metálica para paredes de STELL PANEL de Galpón. incluye pintura anticorrosiva.	m2	2,234.28	\$14.64	32,709.86
6.4.5	Paredes de mezzanine de bloque PL-9 Tipo Victoria	M2	820.00	\$16.80	13,776.00
6.4.6	Pilaretes y viguetas	ML	442.00	\$15.00	6,630.00
6.5	ENLUCIDOS Y REVOCADOS VERTICALES				

6.5.1	Enlucido interior paredes de oficinas planta baja y planta alta	m2	1,640.00	\$8.50	13,940.00
6.5.2	Bloque revocado interior de bodega	M2	945.00	1.50	1,417.50
6.5.3	Bloque revocado exterior	M2	945.00	1.50	1,417.50
6.5.4	Filos y franjas	ML	727.30	4.00	2,909.20
7	ACABADOS, PINTURA, TUMBADO, PUERTAS, SANITARIOS, ANAQUELES				
7.1	EMPASTE Y PINTURA				
7.1.1	Empaste y pintura interior (Incluye dos manos de pintura)	M2	820.00	7.50	6,150.00
7.1.2	Sellado y pintura exterior (Incluye dos manos de pintura elastomérica)	M2	820.00	8.10	6,642.00
7.2	ACABADOS EN PISOS Y PAREDES				
7.2.1	Porcelanato nacional en piso de baños (Incluye picada, Bondex y emporado)	M2	51.48	25.30	1,302.44
7.2.2	Porcelanato nacional en paredes de baños (Incluye picada, Bondex y emporado) H=1.20m	M2	191.18	22.95	4,387.58
7.2.3	Rastreras de porcelanato 10cm	ML	263.09	7.50	1,973.18
7.2.4	Paredes frontales de Steel Panel en fachada frontal y posterior 3 galpones. (Incluye estructura de soporte)	M2	920.00	\$12.32	11,334.40
7.3	CAFETERIA				
7.3.1	Anaqueles bajo espesor 15mm, laminados colores directos, prefabricados	ML	2.20	395.60	870.32
7.3.2	Lavaplatos con escurridor incluye grifería	U	1.00	478.33	478.33
7.4	TUMBADOS				
7.4.1	Tumbado de Gypsum tipo losa (Incluye instalación y perfilera de aluminio)	M2	382.97	20.55	7,870.03
7.5	CARPINTERÍA METÁLICA				
7.5.1	Puertas enrollables manuales ancho 2.5m H=3m.	U	8.00	\$650.00	5,200.00
7.5.2	Puerta interior de madera de Edimca prefabricada (0,70x2,00) (Incluye barnizado y cerradura)	U	10.00	180.00	1,800.00
7.5.3	Puerta interior de madera de Edimca prefabricada (0,80x2,00) (Incluye barnizado y cerradura)	U	12.00	200.00	2,400.00
7.5.4	Puerta interior de madera de Edimca prefabricada (1,00x2,00) (Incluye barnizado y cerradura)	U	2.00	250.00	500.00
7.5.5	Puerta interior corrediza (0,80x2,00) (Incluye barnizado y cerradura)	U	2.00	350.00	700.00
7.5.6	Puerta interior corrediza (1,30x2,00) (Incluye barnizado y cerradura)	U	2.00	410.00	820.00

7.5.7	Puerta interior corrediza (1,50x2,00) (Incluye barnizado y cerradura)	U	1.00	450.00	450.00
7.5.8	Puerta exterior metálica ingreso frontal (1,00x2,00)	U	2.00	325.00	650.00
7.5.9	Puerta exterior metálica ingreso lateral (1,20x2,00)	U	1.00	300.00	300.00
7.5.10	Puerta exterior metálica ingreso lateral (1,30x2,00)	U	1.00	360.00	360.00
7.5.11	Puerta exterior metálica desechos (1,30x2,00)	U	1.00	455.00	455.00
7.5.12	Puerta exterior metálica SCI (4 puertas) (1,00x2,00)	U	4.00	250.00	1,000.00
7.5.13	Ventana 6mm de aluminio similar tipo euro y vidrio	M2	67.07	190.00	12,743.30
8.00	EXTERIORES, PATIO DE MANIOBRAS, ACERA, CISTERNA				
8.1	EXTERIORES				
8.1.1	Contrapiso en retiros posterior y laterales E=8cm, hormigón simple F'c= 210 kg/cm2	m2	470.00	20.25	9,517.50
8.1.2	Contrapiso en GALPÓN de hormigón simple F'c= 280 kg/cm2. E=15cm, Hormigón pre mezclado. Incluye malla electrosoldada de 6mm para contrapiso. Nivelación de hormigón premezclado utilizando regla vibratoria, bumper cutter y flotadores, Suministro y colocación de Cuarzo gris natural y paletado fino del piso con maquinarias alisadoras simples, dobles con platos de flotación, colocación de malla electrosoldada. Corte de juntas de contracción longitudinales y transversales con máquina cortadora de hormigón SOFF-CUT.	m2	478.85	41.50	19,872.28
8.1.3	Reforzamiento en acera de hormigón simple F'c= 280 kg/cm2. E=20cm, Hormigón pre mezclado. Incluye excavación profundidad de 1.10 m, 70cm de mejoramiento compactado, 20cm de material base clase 1 compactado, encamisado de tuberías bajo rampas con recubrimiento de 5 cm de arena, malla electrosoldada de 6mm para contrapiso.	m2	0.00	0.00	0.00
8.2	CISTERNA CON CAPACIDAD DE 90M3				
8.2.1	Cisterna (12x4x2) de incendios + enlucido interior + impermeabilizada (90m3)	GLB	1.00	23,900.00	23,900.00

9.00	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS				
9.1	SISTEMA DE AGUA POTABLE				
9.1.1	Punto de agua potable 1/2"	PUNTO	24.00	36.00	864.00
9.1.2	Suministro e instalación de tubería PVC roscable, agua potable 1/2"	ML	60.00	5.90	354.24
9.1.3	Suministro e instalación de tubería PVC roscable, agua potable 3/4"	ML	212.00	8.48	1,797.76
9.1.4	Suministro e instalación de inodoro incluye grifería	U	9.00	152.00	1,368.00
9.1.5	Suministro e instalación de lavamanos con pedestal incluye grifería	U	10.00	120.00	1,200.00
9.1.6	Suministro e instalación de urinario incluye grifería	U	2.00	200.00	400.00
9.1.7	Suministro e instalación de ducha incluye grifería	U	3.00	148.69	446.06
9.1.8	Pruebas hidrostáticas	GLB	1.00	900.00	900.00
9.2	EQUIPO HIDRONEUMÁTICO				
9.2.1	Instalación de Equipo de Presión Constante (incluye bomba 3HP, tanque de presión 120 galones 50 PSI, tablero de control)	GLB	1.00	3,800.00	3,800.00
9.2.2	Tubería y accesorios para cisterna y equipo de bombeo	GLB	1.00	1,200.00	1,200.00
9.3	SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS				
9.3.1	Punto de agua servidas	PUNTO	24.00	45.17	1,084.03
9.3.2	Suministro e instalación de tubería PVC, desagüe 50mm	ML	90.00	8.00	720.00
9.3.3	Suministro e instalación de tubería PVC, desagüe 110mm	ML	160.00	11.78	1,884.16
9.3.4	Suministro e instalación de tubería PVC, desagüe 160mm	ML	168.00	22.51	3,782.02
9.3.5	Suministro e instalación de tubería PVC, ventilación 50mm	ML	30.00	7.25	217.44
9.3.6	Replantillos y recubrimiento de arena	M3	34.00	19.20	652.80
9.3.7	Relleno compactado mecánicamente con material del sitio	M3	108.00	7.71	832.90
9.3.8	Caja AASS con tapa de H.A.	U	5.00	231.82	1,159.12
9.3.9	Pruebas de continuidad y flujo	ML	150.00	1.60	240.00
9.4	SISTEMA DE AGUAS LLUVIAS				
9.4.1	Suministro en instalación de tubería anillada PVC alcantarillado D=110mm	ML	320.00	9.98	2,494.00
9.4.2	Excavación de zanja para tubería y cámaras	M3	120.00	4.84	580.80
9.4.3	Desalojo de material (incluye esponjamiento)	M3	144.00	5.98	860.54
9.4.4	Replantillos y recubrimiento de arena	M3	34.00	19.20	652.80

9.4.5	Relleno compactado mecánicamente con material del sitio	M3	144.00	7.71	1,110.53
9.4.6	Caja AALL con rejilla	U	18.00	200.00	3,600.00
9.4.7	Pruebas de continuidad y flujo	ML	200.00	1.60	320.00
	PRECIOS NO INCLUYEN: 15% IVA			SUB-TOTAL	\$735,567.77
	Desc. 1			Descuento	-5,567.77
	TOTAL CONTRATO			SUB-TOTAL	\$730,000.00

Fuente 8. Contrato de construcción tradicional, Constructora encargada (2026)



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Alcívar Mancheno, Eduardo David y Salazar Narea, Joshua Aaron**, con C.C: # 0926077728 y 0921011292 autores del Trabajo de Titulación: **Evaluación del desempeño constructivo mediante la integración de la metodología BIM 4D/5D en la planificación y control de galpones industriales: estudio comparativo de casos en Ecuador** previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaramos tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizamos a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 31 días de agosto de 2026

f. 

Alcivar Mancheno Eduardo David

0926077728

f. 

Salazar Narea Joshua Aron

0921011292

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	Evaluación del desempeño constructivo mediante la integración de la metodología BIM 4D/5D en la planificación y control de galpones industriales: estudio comparativo de casos en Ecuador		
AUTOR(ES)	Alcívar Mancheno, Eduardo David y Salazar Narea, Joshua Aaron		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. González Carrillo, Fausto Gabriel, M.Sc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Ingeniería		
CARRERA:	Ingeniería Civil		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniería Civil		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	31 días de agosto de 2026	No. DE PÁGINAS:	100
ÁREAS TEMÁTICAS:	Programación de obra, Control de obra, Análisis de Costos		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	BIM, BIM 4D, BIM 5D, planificación de obra, galpones industriales, indicadores de desempeño		
RESUMEN/ABSTRACT La planificación tradicional de obra gestiona planos, metrados, presupuesto y cronograma como documentos independientes, misma condición que dificulta la identificación de inconsistencias, desviaciones e interferencias, mientras que la metodología BIM 4D y 5D integra el cronograma y el presupuesto en un modelo digital para fortalecer el control conjunto del proyecto, por lo cual este estudio evaluó el desempeño constructivo de un galpón industrial del Parque Industrial PIADY, ubicado en Yaguachi, Ecuador, mediante el contraste entre la ejecución con metodología tradicional y una simulación 3D desarrollada en Revit con vinculación del cronograma 4D y presupuestos 5D en Plexos, cuyos resultados registraron una variación de +2,8 % en los metrados y una facturación 4,27 % inferior al valor contractual de USD 730.000,00, con lo cual se determinó que la planificación BIM 4D y 5D aportó superior precisión en el conteo de metrados, en la planificación y el control de obra respecto al enfoque tradicional, mediante una función complementaria entre ambas metodologías.			
ADJUNTO PDF:	☒ SI	NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-979662907 +593-998575793	E-mail: emancheno17@gmail.com jasnlight@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Clara Glas Cevallos		
	Teléfono: +593-984616792		
	E-mail: clara.glas@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			