

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

*“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA EN EL USO DE LA
METODOLOGÍA BIM VS. EL USO DE LA METODOLOGÍA TRADICIONAL
PARA LA ELABORACIÓN DE EXPEDIENTES TÉCNICOS”*

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

BACH. OCAMPO MARRUFO HANS MICHAEL

ASESOR:

DR. ING. AMORÓS DELGADO JAIME OCTAVIO

CAJAMARCA, PERÚ

2026

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. **Investigador:** HANS MICHAEL OCAMPO MARRUFO

DNI: 76821108

Escuela Profesional: Ingeniería Civil

2. **Asesor:** Jaime Octavio Amoros Delgado

Facultad: Ingeniería

3. **Grado académico o título profesional**

☐ Bachiller

☒ Título profesional

☐ Segunda especialidad

☐ Maestro

☐ Doctor

4. **Tipo de Investigación:**

☒ Tesis

☐ Trabajo de investigación

☐ Trabajo de suficiencia profesional

☐ Trabajo académico

5. **Título de Trabajo de Investigación:**

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA EN EL USO DE LA METODOLOGÍA BIM VS. EL USO DE LA METODOLOGÍA TRADICIONAL PARA LA ELABORACIÓN DE EXPEDIENTES TÉCNICOS

6. **Fecha de evaluación:** 26/02/2026

7. **Software antiplagio:**

☒ TURNITIN

☐ URKUND (OURIGINAL) (*)

8. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 7 %

9. **Código Documento:** trn: oid:::3117:561425089

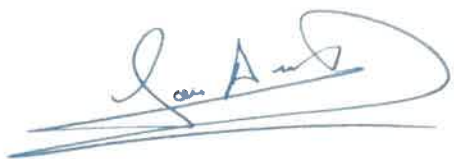
10. **Resultado de la Evaluación de Similitud:**



APROBADO

☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 27/02/2026



FIRMA DEL ASESOR

Nombres y Apellidos: Jaime Octavio Amoros Delgado
DNI: 26618473



UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI

Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20148258001 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 27/02/2026 08:29:40-0500

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

ACTA N° 0109-2026

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Art. 035 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, da a conocer que, a los **cinco días del mes de marzo de 2026**, siendo las once horas (11:00 a.m.) en la Sala de Audiovisuales (Edificio 1A – Segundo Piso), de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Cajamarca, se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : M.Cs. Arqto. Juan Francisco Urteaga Becerra.
Vocal : Mag. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada.
Secretario : Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA EN EL USO DE LA METODOLOGÍA BIM VS. EL USO DE LA METODOLOGÍA TRADICIONAL PARA LA ELABORACIÓN DE EXPEDIENTES TÉCNICOS**, presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil **HANS MICHAEL OCAMPO MARRUFO**, asesorado por el Dr. Ing. Jaime Octavio Amorós Delgado, para la obtención del Título Profesional.

Los Señores Miembros del Jurado replicaron al sustentante, debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA : ⁶ PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA : ¹¹ PTS.
EVALUACIÓN FINAL : ¹⁷ PTS ^{DIECISIETE} (En letras)

En consecuencia, se lo declara ^{APROBADO} con el calificativo de ^{17 (DIECISIETE)} acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las ^{12:20} horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

M.Cs. Arqto. Juan Francisco Urteaga Becerra.
Presidente

Mag. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada.
Vocal

Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo.
Secretario

Dr. Ing. Jaime Octavio Amorós Delgado.
Asesor

Copyright © 2026
By Hans Michael Ocampo Marrufo
Todos los derechos reservados.

AGRADECIMIENTO:

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible llevar a cabo este proyecto.

En primer lugar, a mi madre, Norma Claribel, cuyo amor, dedicación y apoyo incondicional han sido el motor que me impulsa y la mayor fuente de motivación en mi vida. A mis hermanos, Cristian, Antony, Diego y Stephanie, por estar a mi lado en los momentos complicados y por brindarme siempre su afecto y confianza, que me han alentado a seguir adelante.

Finalmente, mi especial agradecimiento al Dr. Ing. Jaime Octavio Amorós Delgado, mi asesor, por su invaluable orientación, paciencia y aportes significativos que fueron cruciales durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo especialmente a mi madre la Ing. Norma Claribel Marrufo Avellaneda, a mi padre que en paz descanse Ing. José Alberto Ocampo Cedillo y a mi difunto abuelo. Dr. Víctor Eladio Marrufo Cabrera, quienes fueron, son y siempre serán mi impulso para ser mejor persona a cada momento.

Ocampo Marrufo Hans Michael

CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
GLOSARIO	xiv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.1.1. Contextualización	1
1.2. Formulación del problema	1
1.3. Hipótesis.....	1
1.4. Objetivos	1
1.4.1. Objetivo general.....	1
1.4.2. Objetivos específicos	1
1.5. Justificación de la investigación.....	2
1.6. Alcances:	2
1.7. Delimitaciones	2
1.8. Limitaciones.....	3
1.9. Organización del trabajo.....	3
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Antecedentes.....	4
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	4
2.1.2. Antecedentes nacionales	6
2.1.3. Antecedentes locales	8
2.2. Bases teóricas.....	9

2.2.1. Expedientes técnicos	9
2.2.2. Eficiencia	20
2.2.3. Productividad	22
2.2.4. Rentabilidad - Eficiencia económica	22
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1. Ubicación	24
3.2. Tiempo de realización de investigación.....	24
3.3. Metodología de la investigación.....	24
3.3.1. Tipo, nivel y métodos de investigación	24
3.3.2. Población.....	24
3.3.3. Muestra	25
3.3.4. Unidad de análisis	25
3.4. Definición de variables	25
3.4.1. Variables independientes:	25
3.4.2. Variables dependientes:	25
3.5. Procedimiento.....	25
3.5.1. Proceso de selección de empresas.....	25
3.5.2. Selección de muestra.....	26
3.5.3. Toma de datos	26
3.6. Procesamiento y análisis de la información.....	27
3.7. Análisis cuantitativo.....	27
3.7.1. Análisis estadístico descriptivo.....	27
3.8. Análisis cualitativo	34
3.8.1. Integración de resultados:	34
CAPITULO IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	35

4.1. Resultados	35
4.1.1. Resultados cuantitativos	35
4.1.2. Resultados cualitativos	48
4.2. Discusión de resultados	54
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
5.1. Conclusiones	60
5.2. Recomendaciones	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXOS:	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características principales de las empresas seleccionadas.	26
Tabla 2. Criterios de selección al tomar la muestra de los expedientes técnicos.....	26
Tabla 3. Expedientes técnicos seleccionados.....	35
Tabla 4. Eficiencia de costos, tiempos y productividad.....	36
Tabla 5. Resultados de estadísticas descriptivas de la eficiencia de tiempos, costos y productividad de ambas metodologías.	37
Tabla 6. Resultados de la prueba t-Student de las eficiencias de tiempos, costos y productividad.....	39
Tabla 7. Cálculo de los valores Z de los datos de eficiencia de tiempos y costos, adicionalmente los valores de IEG.	40
Tabla 8. Prueba t-Student para comparar los IEG	40
Tabla 9. Datos estadísticos descriptivos indispensables para cálculo de correlación.	41
Tabla 10. Correlación de Pearson entre productividad de cada expediente técnico e índices de eficiencias generales.....	41
Tabla 11. Definición de variables estudiadas para el modelo 1 (IEG vs. Metodología)	42
Tabla 12. Resumen modelo 1.....	42
Tabla 13. Resultados del análisis de varianza (ANOVA) del modelo 1.....	43
Tabla 14. Coeficientes del modelo 1 de regresión lineal simple.	43
Tabla 15. Definición de variables estudiadas para el modelo 2 (IEG vs. Productividad)	44
Tabla 16. Resumen del modelo 2.....	44
Tabla 17. Resultado del análisis de varianza (ANOVA) del modelo 2.	44
Tabla 18. Coeficientes del modelo 2 de regresión línea simple.....	45
Tabla 19. Variables estudiadas en el modelo 3 (IEG vs. Metodología y Productividad)	46

Tabla 20. Resultados del análisis del modelo 3	46
Tabla 21. Resultados del análisis de varianza (ANOVA) del modelo 3.....	46
Tabla 22. Coeficientes del modelo 3 de regresión lineal múltiple.....	47
Tabla 23. Rentabilidad de costos por m2.....	48
Tabla 24. Rentabilidad de productividad ajustado al costo diario.	48
Tabla 25. Principales Características de las empresas seleccionadas	67
Tabla 26. Selección de expedientes técnicos	68
Tabla 27. Datos de los expertos	69
Tabla 28. Resultados de evaluación de pertinencia	69
Tabla 29. Resultados de fiabilidad de la prueba por el método de Cronbach.....	70
Tabla 30. Resultados de evaluación de adecuación	70
Tabla 31. Resultados de fiabilidad de la prueba por el método de Cronbach.....	71
Tabla 32. Aprobación y observaciones de los expertos.....	72
Tabla 33. Prueba de normalidad para eficiencia de tiempos (día/m2).....	93
Tabla 34. Prueba de normalidad para eficiencia de costos (soles/m2).	93
Tabla 35. Prueba de normalidad para eficiencia de costos (m2/día).	93
Tabla 36. Datos para el modelo 1 de regresión lineal.....	94
Tabla 37. Datos para el modelo 2 de regresión lineal.....	95
Tabla 38. Datos para el modelo 3 de regresión lineal.....	96
Tabla 39. Suma de cuadrados de error y regresión.....	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujo de trabajo de la elaboración de expediente técnico con metodología tradicional.....	12
Figura 2. Dimensiones de BIM.....	15
Figura 3. Nivel de desarrollo y significado LOD.	17
Figura 4. Nivel de información necesaria.....	17
Figura 5. Flujo de trabajo de la elaboración de expediente técnico con metodología BIM.	20
Figura 6. Obstáculos identificados al implementar BIM en la elaboración de expedientes técnicos en las empresas estudiadas.	50
Figura 7. Percepción del nivel de desafío al capacitar los equipos en el uso de BIM en las empresas estudiadas.	51
Figura 8. Problemas frecuentes de compatibilidad entre diferentes softwares BIM utilizados en los expedientes técnicos participados por las empresas estudiadas.	51
Figura 9. Nivel de accesibilidad de los recursos y guías para aplicar el PLAN BIM PERÚ en las empresas estudiadas.	52
Figura 10. Medidas para superar los obstáculos en la adopción de BIM en las empresas estudiadas	53
Figura 11. Percepción del impacto de BIM en la eficiencia y calidad de los expedientes técnicos elaborados por las empresas estudiadas	53
Figura 12. Muestreo del expediente 1 de la empresa Advanced Ingenieros SCRL.....	99
Figura 13. Muestreo del expediente 2 de la empresa Advanced Ingenieros SCRL.....	100
Figura 14. Muestreo del expediente 1 de la empresa CSC Ingeniería y Construcción.....	101
Figura 15. Muestreo del expediente 2 de la empresa CSC Ingeniería y Construcción.....	102

Figura 16. Muestreo del expediente 1 de la empresa LinePro Bienes y Servicios EIRL	103
Figura 17. Muestreo del expediente 2 de la empresa LinePro Bienes y Servicios EIRL	104
Figura 18. Muestreo del expediente 1 de la empresa Luana y Capella Constructores EIRL	105
Figura 19. Muestreo del expediente 2 de la empresa Luana y Capella Constructores EIRL	106
Figura 20. Muestreo del expediente 1 de la empresa Pyramid Structures	107
Figura 21. Muestreo del expediente 2 de la empresa Pyramid Structures	108

GLOSARIO

- **Metodología BIM:** metodología de construcción digital orientada al trabajo colaborativo a través del modelado de información técnica de la construcción.
- **Metodología tradicional:** metodología convencional de elaborar un expediente técnico basada principalmente en planos 2D, procesos manuales o semimanuales y documentos separados, con coordinación limitada entre especialidades.
- **Expediente técnico:** documentos técnicos, legales y económicos necesarios para ejecutar una obra.
- **Eficiencia:** Relación entre resultados y recursos utilizados.
- **Productividad:** Cantidad de producción técnica generada por unidad de tiempo y/o por recurso invertido.
- **Rentabilidad:** Medida económica que evalúa el beneficio obtenido respecto al costo invertido.
- **Índice de Eficiencia General (IEG):** Indicador sintético que integra, en un solo valor, el desempeño global del proceso de elaboración del expediente técnico a partir de la normalización y combinación de variables (eficiencia de tiempos y eficiencia de costos).
- **Interoperabilidad:** Capacidad de diferentes programas y plataformas para intercambiar información sin pérdida de datos (por ejemplo, intercambio mediante IFC).
- **IFC (Industry Foundation Classes)** Estándar abierto para el intercambio de información BIM entre diferentes softwares, facilitando interoperabilidad.
- **LOD (Level of Development):** Nivel de desarrollo del modelo BIM que define el grado de detalle geométrico e información asociada para un uso específico (diseño, metrados, coordinación, etc.).
- **GL:** Grados de libertad para análisis estadístico

- **Coordinación BIM:** Proceso de integración y revisión de modelos de distintas especialidades (arquitectura, estructuras, instalaciones) para detectar incompatibilidades y asegurar coherencia del proyecto.
- **Clash detection (Detección de interferencias):** Identificación de colisiones o incompatibilidades entre elementos de distintas especialidades dentro del modelo BIM, para corregirlas antes de la ejecución.
- **ECD (Entorno Común de Datos):** Lugar digital (plataforma) donde se guarda y organiza toda la información del proyecto: modelos, planos, documentos y versiones, para que todos trabajen con lo mismo.
- **ICE (Ingeniería Concurrente Integrada):** Forma de trabajar en equipo donde varias especialidades se reúnen y deciden juntas al mismo tiempo, para resolver problemas más rápido y evitar retrabajos.
- **BEP (Plan de Ejecución BIM):** Documento que explica cómo se usará BIM en el proyecto: quién hace qué, qué se entregará y cómo se trabajará (reglas, formatos y coordinación).
- **RFI (Solicitud de Información):** Pregunta formal que se envía cuando hay una duda o falta información en planos/modelos, para que alguien la aclare por escrito.
- **Prueba de normalidad:** Procedimiento estadístico para evaluar si una variable sigue una distribución normal, condición importante para aplicar pruebas paramétricas.
- **t de Student:** Prueba estadística que compara promedios entre dos grupos asociada a los grados de libertad (GL).
- **Correlación (Pearson/Spearman)** Medida estadística que indica la relación entre dos variables (por ejemplo, productividad y eficiencia).
- **Regresión lineal:** Modelo estadístico que permite estimar el efecto de una variable (p. ej., productividad) sobre otra (p. ej., eficiencia), controlando factores.

RESUMEN

En el Cajamarca, los problemas en ejecución de obras son muy recurrentes y suelen originarse por una deficiente planificación durante la elaboración del expediente técnico, por ese motivo, la presente investigación tuvo como objetivo general comparar la eficiencia en la elaboración de expedientes técnicos con BIM frente al método tradicional debido a que teóricamente BIM ofrece mayores beneficios al momento de elaborar los expedientes técnicos ya que tiene mucha semejanza con la realidad; esta comparación fue realizada mediante indicadores de tiempo, costo, productividad, rentabilidad y los obstáculos que presenta la implementación de BIM. Se empleó un enfoque mixto, de diseño no experimental descriptivo para 10 expedientes técnicos de instituciones educativas elaborados por 5 consultoras de Cajamarca. Las pruebas de normalidad, t de Student, correlaciones y regresión lineal se hicieron en SPSS V.27. Los resultados evidenciaron mayor eficiencia con BIM: el tiempo se redujo en 38,6% y el costo en 43,15%. El hallazgo más relevante fue la productividad diaria con BIM (61,5% superior a la metodología tradicional); mostrándose como factor determinante de la eficiencia por medio del índice de eficiencia general. Concluyendo que, al controlar la productividad, el tipo de metodología deja de ser significativo, es decir, BIM mejora la eficiencia indirectamente al potenciar la productividad, Sin embargo, su adopción enfrenta obstáculos como la limitada formación técnica, la infraestructura tecnológica insuficiente y las incompatibilidades de software. A pesar de ello, BIM resulta viable y rentable a largo plazo para optimizar la elaboración de expedientes técnicos.

PALABRAS CLAVES:

Eficiencia, productividad, rentabilidad, Modelado de información de la construcción.

ABSTRACT

In Cajamarca, construction execution issues are recurrent and are often rooted in poor planning during the preparation of the technical project file. Accordingly, this study aimed to compare the efficiency of preparing technical project files using Building Information Modeling (BIM) versus the traditional approach, given that BIM is theoretically expected to provide greater benefits by more accurately representing real-world project conditions. The comparison was conducted using indicators of time, cost, productivity, profitability, and barriers to BIM implementation. A mixed-methods, non-experimental descriptive design was applied to 10 technical project files for public educational facilities developed by five consulting firms in Cajamarca. Normality tests, Student's t-tests, correlation analysis, and linear regression were performed using SPSS v27. Results showed higher efficiency with BIM: preparation time decreased by 38.6% and costs by 43.15%. The most notable finding was daily productivity under BIM, which was 61.5% higher than under the traditional methodology, and emerged as the key driver of overall efficiency as measured by the General Efficiency Index. Once productivity was controlled for, the methodology type was no longer statistically significant, indicating that BIM improves efficiency indirectly by enhancing productivity. However, adoption is constrained by limited technical training, insufficient technological infrastructure, and software interoperability issues. Despite these challenges, BIM appears to be a feasible and cost-effective long-term strategy for optimizing the preparation of technical project files.

KEYWORDS:

Efficiency, productivity, profitability, Building Information Modeling.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Contextualización

En el contexto actual, la elaboración de expedientes técnicos enfrenta limitaciones asociadas al desconocimiento en la implementación de BIM (Murguía et al., 2021) y a debilidades en la formulación y gestión de proyectos, donde el 74.5 % de municipalidades requirió capacitación administrativa y el 67.7 % en gestión de proyectos (INEI, 2023). Estas condiciones afectan la eficiencia del proceso, particularmente bajo la metodología tradicional, caracterizada por deficiencias en planificación y coordinación interdisciplinaria que derivan en retrabajos y variaciones presupuestales. Ante la progresiva adopción de BIM en el sector público, resulta necesario evaluar comparativamente su eficiencia frente al enfoque tradicional en términos de tiempo, costo y productividad.

1.2. Formulación del problema

¿Qué tan eficiente es la metodología BIM en comparación con la metodología tradicional en la elaboración de expedientes técnicos?

1.3. Hipótesis

El uso de la metodología BIM es más eficiente en comparación con la metodología tradicional en la elaboración de expedientes técnicos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Comparar la eficiencia entre el uso de la metodología BIM frente a la metodología Tradicional durante la elaboración de expedientes técnicos.

1.4.2. Objetivos específicos

- Comparar la productividad entre la metodología BIM y la tradicional durante la elaboración de los expedientes técnicos.

- Identificar los principales obstáculos que enfrentan la adopción de la metodología BIM al elaborar expedientes técnicos.
- Comparar la rentabilidad de la metodología BIM vs. la tradicional al momento de elaborar expedientes técnicos.

1.5. Justificación de la investigación

En el contexto local y nacional, la elaboración de expedientes técnicos presenta deficiencias en la planificación que se traducen en sobrecostos y ampliaciones de plazo, afectando la eficiencia en el uso de recursos institucionales. En este marco, el presente estudio se justifica al analizar comparativamente la eficiencia, en términos de tiempo y costo, de la metodología BIM frente a la metodología tradicional en la elaboración de expedientes técnicos, aportando evidencia técnica para optimizar los procesos en consultoras del contexto local.

1.6. Alcances:

El estudio analiza comparativamente la eficiencia en la fase de elaboración de expedientes técnicos de obra mediante metodología BIM y metodología tradicional en empresas del sector construcción de la ciudad de Cajamarca. La muestra comprende expedientes técnicos de instituciones educativas desarrollados bajo enfoque tradicional y bajo metodología BIM 5D con niveles de desarrollo LOD 300-350, limitándose exclusivamente a la etapa de producción documentaria.

1.7. Delimitaciones

La investigación considera diez expedientes técnicos de obra, seleccionados por características similares. Se comparan organizaciones con al menos dos años de adopción de BIM frente a aquellas que emplean metodología tradicional, evaluando tres dimensiones: tiempo, costo y productividad. El análisis se limita a consultoras de Cajamarca, a proyectos de envergadura media y al período 2023–2024, excluyéndose obras de gran escala para asegurar la viabilidad en la comparación.

1.8. Limitaciones

Las empresas participantes autorizaron el acceso a planos y documentación técnica para fines de análisis; sin embargo, por políticas de confidencialidad y derechos de autor, dicha información no puede ser publicada, presentándose únicamente datos procesados y consolidados. En la presente investigación, no se identificaron antecedentes que evalúen la eficiencia en la elaboración de expedientes técnicos mediante una comparación directa entre metodología tradicional y BIM utilizando, de forma conjunta, ratios normalizadas por unidad de producto (S/m^2 , $días/m^2$ y $m^2/día$) y el mismo procedimiento estadístico aplicado en este estudio. En consecuencia, la contrastación con la literatura se realizó principalmente a nivel de tendencia y mecanismo (mejora de coordinación, control del diseño y reducción de retrabajos, ahorro de tiempo y costos y aumento de productividad), dado que los trabajos revisados revisaron el impacto de BIM con indicadores diferentes (presupuestos globales, interferencias, productividad general o percepción de calidad). Por ello, las comparaciones con antecedentes no deben interpretarse como equivalencias exactas de variables, sino como un respaldo contextual del comportamiento observado en los indicadores de eficiencia empleados.

1.9. Organización del trabajo

- CAPÍTULO I: Introducción.
- CAPÍTULO II: Marco teórico.
- CAPÍTULO III: Materiales y métodos.
- CAPÍTULO IV: Análisis y discusión de resultados.
- CAPÍTULO V: Conclusiones y recomendaciones
- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
- ANEXOS:

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En el Perú, el Ministerio de Economía y Finanzas viene desarrollando normativas, guías y programas de capacitación orientados a la integración de la metodología BIM en el ciclo de inversión pública. De acuerdo con las estrategias de implementación BIM de la Red BIM LATAM (2019), se proyecta la adopción obligatoria de esta metodología hacia el año 2030, con una transición progresiva desde la metodología tradicional hacia un enfoque basado en BIM. En este contexto, resulta necesario que determinados proyectos incorporen requerimientos BIM desde la fase de elaboración del expediente técnico, a fin de mejorar la calidad y eficiencia de los procesos.

2.1.1. Antecedentes internacionales

En el ámbito internacional, diversos estudios han analizado la aplicación de la metodología BIM como herramienta para mejorar la precisión técnica y la eficiencia en proyectos de construcción. En este contexto, Das et al. (2025) desarrollaron un estudio basado en estudios de caso con el objetivo de evaluar el impacto de la metodología BIM en el desempeño del tiempo y los costos en proyectos de construcción, considerando factores críticos como errores de diseño, cambios no presupuestados, solicitudes de información (RFIs) y programación de obra. La investigación empleó un enfoque cuantitativo, analizando indicadores comparativos de desempeño entre proyectos que implementaron BIM y aquellos desarrollados bajo prácticas tradicionales. Los resultados evidenciaron que la aplicación de BIM permitió una reducción promedio del 20 % en los plazos de ejecución y del 15 % en los costos del proyecto. Asimismo, se registró una disminución del 30 % en los errores de diseño y del 25 % en las RFIs, lo que demuestra que la metodología BIM contribuye de manera significativa a mejorar la eficiencia, el control del proyecto y la toma de decisiones frente a los métodos tradicionales.

Por su parte, Rehman et al. (2025) realizaron una revisión sistemática de la literatura con el objetivo de identificar y analizar los beneficios de la metodología BIM 4D en la planificación y gestión del tiempo en proyectos de construcción. Para ello, se revisaron 69 artículos científicos arbitrados, a partir de los cuales se identificaron 57 beneficios clasificados en diversas taxonomías, tales como visualización y comunicación, programación y planificación, y monitoreo del avance del proyecto. Los resultados evidenciaron que la implementación de BIM, particularmente en su dimensión 4D, contribuye significativamente a mejorar la coordinación entre especialidades, la programación de actividades y el control del avance de obra. En ese sentido, el estudio concluye que BIM 4D fortalece la eficiencia del proyecto al optimizar procesos directamente relacionados con la productividad y el desempeño temporal, aspectos que se vinculan de manera directa con la eficiencia asociada a esta metodología.

Además, Věrný y Žák (2025) realizaron un análisis costo-beneficio sobre la implementación de la metodología BIM en proyectos del sector público en la República Checa, con el objetivo de evaluar su impacto en términos de eficiencia en tiempo, costos y gestión frente a la metodología tradicional basada en documentación 2D. El estudio se desarrolló a partir del análisis de datos correspondientes a tres proyectos públicos ejecutados bajo el enfoque BIM. Los resultados evidenciaron una reducción significativa del retrabajo, así como mejoras sustanciales en la coordinación y en la gestión de los proyectos. Asimismo, el análisis económico arrojó una relación beneficio-costos superior a 4.5, lo que demuestra que la implementación de BIM genera retornos positivos y eficiencias operacionales que justifican su adopción en el sector público. En ese sentido, el estudio respalda las comparaciones de eficiencia entre la metodología BIM y la metodología 2D tradicional, evidenciando ventajas claras en el desempeño integral de los proyectos de construcción.

2.1.2. Antecedentes nacionales

A nivel nacional, la aplicación de la metodología BIM ha sido estudiada principalmente en relación con la elaboración de expedientes técnicos y su impacto en la precisión presupuestal. En ese sentido, Álvarez y Pérez (2024) desarrollaron una investigación aplicada con el objetivo de evaluar las ventajas de la metodología BIM 4D-5D en la fase de elaboración del expediente técnico del colegio Manuel Benito Linares, ubicado en el distrito de Socabaya. El estudio se basó en la comparación entre el expediente técnico existente y un modelo BIM desarrollado mediante la modelación y federación de especialidades. Los resultados evidenciaron la identificación inicial de 92 incompatibilidades en el expediente técnico tradicional; no obstante, tras la federación de modelos BIM, se detectaron 165 interferencias que fueron coordinadas y resueltas durante la etapa de diseño. En términos de eficiencia, se reportó una optimización del plazo de 159 días en la especialidad de estructuras y de 44 días en arquitectura. Asimismo, la comparación presupuestal mostró que el expediente elaborado con BIM alcanzó un costo de S/ 9 949 305.12 frente a S/ 10 491 590.48 de la metodología tradicional, lo que representa un ahorro de S/ 542 285.36, equivalente al 5,17 %. Estos resultados demuestran que la aplicación de BIM 4D-5D mejora significativamente la eficiencia en tiempo y costo no solo durante la elaboración del expediente técnico sino también en la ejecución propiamente dicha.

De igual manera, Llanos y Orbegoso (2023) desarrollaron un estudio aplicado de tipo correlacional con enfoque cuantitativo, con el objetivo de establecer la relación entre la metodología BIM y la productividad en la elaboración del expediente técnico de la Institución Educativa N° 2199 “Rayito de Luz”, ubicada en la ciudad de Trujillo. La metodología incluyó el modelamiento tridimensional mediante el software Revit 2022 y la comparación entre el presupuesto elaborado con BIM y el presupuesto tradicional del expediente técnico. Los resultados evidenciaron una reducción presupuestal favorable de S/ 87 367.32, equivalente al

7,60 %, al emplear la metodología BIM. Asimismo, se concluyó que la implementación de BIM optimiza el uso del tiempo, los recursos y los costos, generando un incremento en la productividad y, en consecuencia, en la eficiencia del proceso de elaboración del expediente técnico.

En una línea similar, Mena y Timaná (2022) aplicaron la metodología BIM en el proyecto de la Institución Educativa Inicial N° 1373 - 26 de octubre, ubicada en la ciudad de Piura, con un enfoque centrado en el diagnóstico temprano de errores del expediente técnico mediante el modelamiento y la revisión de incompatibilidades entre especialidades. Los resultados evidenciaron que la aplicación de BIM permitió identificar incompatibilidades que impactaban directamente en el desarrollo del proyecto, registrándose una diferencia de S/ 59 407.19 en el costo total inicial y una variación de 41 días calendario en la duración prevista. En ese sentido, el estudio concluye que la metodología BIM optimiza la detección y corrección temprana de incompatibilidades, influyendo de manera directa en los indicadores de costo y tiempo en comparación con la metodología tradicional debido a que se hagan retrabajos durante la elaboración del expediente técnico.

Asimismo, Arango y Pineda (2023) señalaron en una investigación realizada en Lima que, el Plan BIM Perú promueve la integración de la metodología BIM y sus procesos en los proyectos de infraestructura pública. Con ello, se busca corregir deficiencias en la gestión de la información y fortalecer la documentación técnica a lo largo del ciclo de vida del proyecto. A partir de estas disposiciones, se exige a las empresas consultoras y ejecutoras incorporar BIM en las fases de diseño y ejecución. De manera particular, las pequeñas y medianas empresas resultan directamente afectadas; por consiguiente, deben ajustar y poner en marcha nuevos procesos organizativos y tecnológicos para cumplir con los requisitos establecidos por el Plan BIM Perú.

2.1.3. Antecedentes locales

De acuerdo con Carrera (2025) desarrolló una investigación aplicada con el objetivo de analizar la contribución de la metodología BIM 5D en la identificación de inconsistencias de planificación y metrados durante la elaboración del expediente técnico de la Institución Educativa N° 82696, ubicada en la provincia de San Marcos, región Cajamarca. La metodología empleada se basó en el modelamiento BIM de las especialidades, el análisis de interferencias y el uso de simulaciones 4D para la programación por sectorización del proyecto. Los resultados evidenciaron la detección de 628 interferencias, las cuales fueron clasificadas en falsas interferencias, errores de modelado y deficiencias de diseño. Asimismo, la aplicación de BIM 5D permitió fortalecer la programación del proyecto y mejorar la precisión de los metrados y del presupuesto. En ese sentido, el estudio concluye que la metodología BIM 5D optimiza la elaboración del expediente técnico al mejorar la planificación temporal y económica, reduciendo los riesgos de sobrecostos y retrasos, limitaciones recurrentes de la metodología tradicional.

Por su parte, Asencio (2025) realizó un estudio comparativo con el objetivo de evaluar la incidencia de la metodología BIM 5D en el presupuesto de costo directo durante la etapa de diseño del proyecto de la Institución Educativa Pública N° 10455, ubicada en la ciudad de Chota, región Cajamarca. El análisis consistió en la comparación entre el presupuesto elaborado mediante la metodología tradicional y el presupuesto obtenido a partir de BIM 5D, utilizando la herramienta Cost-It. Los resultados evidenciaron una diferencia del 6.78 % entre ambos presupuestos, indicando que el presupuesto tradicional se encontraba sobreestimado en relación con el presupuesto obtenido mediante BIM. En consecuencia, el estudio concluye que la aplicación de BIM 5D contribuye a reducir los sobrecostos en la elaboración del expediente técnico, al incrementar la precisión de los metrados, disminuir los reprocesos y mejorar la productividad frente a la metodología tradicional.

Por otro lado, Urteaga (2022) señaló que, en proyectos de edificación con fines residenciales, la metodología BIM presenta ventajas sustantivas frente al enfoque tradicional. En particular, se observa una reducción significativa del tiempo de diseño, un uso más eficiente de los recursos y una disminución notable de las entregas no conformes; además, se eleva la percepción de calidad y la comprensión del proyecto por parte de clientes y ejecutores. De igual modo, la adopción de BIM repercute positivamente en los ingresos de las empresas, dado que el valor del servicio puede incrementarse sin menoscabar la satisfacción del cliente, beneficiando tanto a las firmas de diseño como a los agentes ejecutores.

De manera complementaria, Caro (2022) documentó que, el 26.7 % de las empresas locales y el 25 % de los profesionales utilizan BIM de manera esporádica. Asimismo, la adopción tecnológica se ubica entre niveles medio y bajo, con refuerzos insuficientes; por otra parte, las capacitaciones resultan mayoritariamente extemporáneas. De igual modo, la institucionalización de procesos es moderadamente baja y la adopción de políticas internas es tenue. En conjunto, estos hallazgos permiten inferir que el nivel de adopción de BIM en el sector construcción de la ciudad de Cajamarca se sitúa en un rango medio-bajo.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Expedientes técnicos

El expediente técnico reúne el conjunto de documentos que detallan las características y requisitos del proyecto, incluyendo planos por especialidad, especificaciones técnicas, memorias y estudios específicos, y sustenta la ejecución de la obra (MVCS, 2021).

En términos mínimos, el expediente técnico incluye la memoria descriptiva, las especificaciones técnicas, los planos, los metrados, el presupuesto base con análisis de costos y los cronogramas de adquisiciones y de obra (Contraloría General de la República, 1988). La memoria descriptiva integra la concepción, justificación y desarrollo del proyecto, así como el contexto, la normativa aplicable, los datos generales, el área de intervención, los estudios

preliminares, el alcance, los criterios de diseño, las especialidades, las medidas ambientales y los plazos de ejecución (MEF, 2024).

Las especificaciones técnicas establecen las condiciones relativas a materiales, procesos constructivos, controles de calidad, seguridad, mediciones y formas de pago, y sirven como soporte contractual y de supervisión de la obra (MTC, 2013). Los planos representan el diseño ejecutivo del proyecto (MVCS, 2021); los metrados definen y estandarizan las cantidades de obra a ejecutar (MVCS, 2011); y el presupuesto se estructura a partir del análisis de precios unitarios, considerando costos directos, gastos generales, utilidades, impuestos y fórmulas polinómicas vinculadas a índices oficiales (INEI, 1992).

Finalmente, en el sector público se promueve la elaboración de expedientes técnicos bajo lineamientos BIM, alineados al Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (SNPMGI). En los contratos bajo la modalidad de “solo construcción”, el contratista evalúa el expediente técnico y comunica los riesgos identificados al supervisor dentro de los plazos reglamentarios, con excepción de los contratos internacionales estandarizados (Ley General de Contrataciones Públicas, 2024).

2.2.1.1. Metodología tradicional

La metodología tradicional se define como un método de trabajo empleado en el estudio y análisis de planos bidimensionales (2D) y sus especificaciones técnicas, ya sea en formato físico o digital, cuyo objetivo es determinar las cantidades de obra y materiales, el costo del proyecto y el tiempo de ejecución con procesos manuales y coordinación limitada. El desarrollo de esta metodología se realiza de manera secuencial e independiente en cada una de sus etapas, donde los datos necesarios son gestionados principalmente de forma manual (Aragón & Flores, 2018, p. 22).

2.2.1.1.1. Flujo de trabajo de metodología tradicional

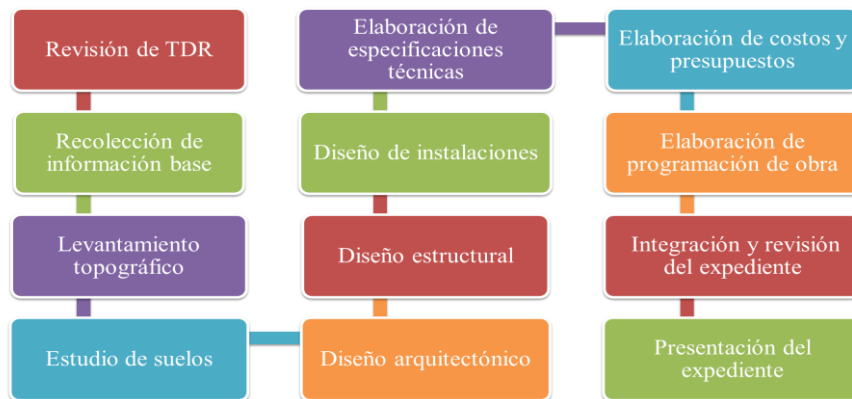
La elaboración de expedientes técnicos bajo la metodología tradicional se desarrolla siguiendo una secuencia lineal y dependiente, en la cual cada etapa constituye un insumo para la siguiente, con el objetivo de salvaguardar la coherencia técnica y la integridad documentaria del proyecto. En este sentido, el flujo de trabajo tradicional se rige de la siguiente manera:

- Revisión de TDR (términos de referencia): se interpretan objetivos, alcances, entregables, restricciones y requisitos normativos del proyecto.
- Recopilación de información base: se reúnen planos y estudios previos, catastros y normativa vigente.
- Levantamiento topográfico y estudio de suelos: se obtiene la base geográfica y geotécnica para el diseño.
- Diseño arquitectónico: se formula el anteproyecto y, luego, el diseño definitivo con planos, cortes, elevaciones, detalles y criterios constructivos.
- Diseño estructural. Se define la configuración inicial y, posteriormente, el cálculo y dimensionamiento definitivos.
- Diseños de instalaciones. Se desarrollan sanitarias (agua, desagüe, drenaje) y eléctricas (fuerza, alumbrado, puesta a tierra) con cumplimiento normativo.
- Metrados, costos y presupuesto. Se cuantifican partidas por especialidad, se elaboran APU y se integra el presupuesto (valor referencial) con costos directos, gastos generales, utilidades, impuestos (IGV), costos variables y de elaboración del expediente; se incluye fórmula polinómica para actualización de precios.
- Especificaciones técnicas. Se detallan materiales, procesos, estándares de calidad, mediciones y formas de pago.
- Programación de obra. Se establece la secuencia, los plazos y los recursos de ejecución.

- Integración y revisión. Se coordinan disciplinas, se verifica consistencia y se subsanan observaciones.
- Presentación. Se entrega formalmente el expediente técnico que respalda la viabilidad y ejecución del proyecto.

Figura 1.

Flujo de trabajo de la elaboración de expediente técnico con metodología tradicional.



2.2.1.2. Metodología BIM

BIM se define como el empleo de una representación digital (visual y no visual) compartida de un activo construido, destinada a facilitar los procesos de diseño, construcción, operación y mantenimiento, y a proporcionar una base confiable para la toma de decisiones (INACAL, 2021).

Los principios de la Metodología BIM según el BuildingSMART (2023) son:

- La colaboración y trabajo en equipo cuyo objetivo es compartir información efectiva.
- El modelado de información que contienen datos detallados sobre cada componente del expediente técnico.
- La coordinación temprana para detectar de forma pronta los posibles conflictos y problemas potenciales reduciendo costos y retrasos
- La integración de datos interdisciplinaria en un modelo de estudio centralizado que mejora y optimiza la coherencia de información precisa y actualizada.

- Estándares y protocolos que pueden variar según la región pero que son basados en los estándares ISO (como ISO 19650 y sus distintas actualizaciones) y la colaboración coordinada con BuildingSMART para promover la interoperabilidad.
- Capacitación y actualización continua para los profesionales de la construcción debido al avance tecnológico que está en continuo cambio.

2.2.1.2.1. Normativas BIM

2.2.1.2.1.1. ISO 19650

A nivel mundial, la mayoría de los marcos normativos BIM se basan en adaptaciones de la serie ISO 19650, entre las que destacan la ISO 19650-1, referida a conceptos y principios; la ISO 19650-2, orientada a la fase de entrega de activos; la ISO 19650-3, correspondiente a la fase de operación; la ISO 19650-4, relacionada con el intercambio de información; y la ISO 19650-5, enfocada en la seguridad de la información, junto con sus respectivas actualizaciones. Diversos países presentan avances significativos en su implementación, entre los que se incluyen Australia, Corea del Sur, Finlandia, Países Bajos, Noruega, Nueva Zelanda, Singapur y Estados Unidos.

En el contexto peruano, se participa en el Fondo de Prosperidad del Reino Unido y se colabora con el Global Infrastructure Programme, con el propósito de impulsar una integración progresiva y efectiva de la metodología BIM en la inversión pública. Asimismo, el país integra la Red BIM LATAM, iniciativa regional orientada a acelerar la adopción gubernamental de BIM mediante la definición de directrices comunes, el intercambio de conocimiento y el desarrollo conjunto de capacidades institucionales (Morales, 2024).

El marco normativo vigente se encuentra liderado por la Guía Nacional BIM (2023), aprobada mediante la Resolución Directoral N.º 0003-2023-EF/63.011, la cual sistematiza la aplicación de la metodología BIM en las inversiones públicas y establece los lineamientos para la documentación técnica de los proyectos estatales. Entre sus principales disposiciones,

incorpora estándares de referencia, tales como la ETP-ISO/TS 12911:2018 y las NTP-ISO 29481-1:2018 y 2019, así como las NTP-ISO 19650-1:2021 y NTP-ISO 19650-2:2021. Asimismo, anuncia la elaboración de documentos complementarios, entre los que se incluyen la Guía técnica BIM para edificaciones e infraestructura, casos de aplicación y especificaciones sectoriales.

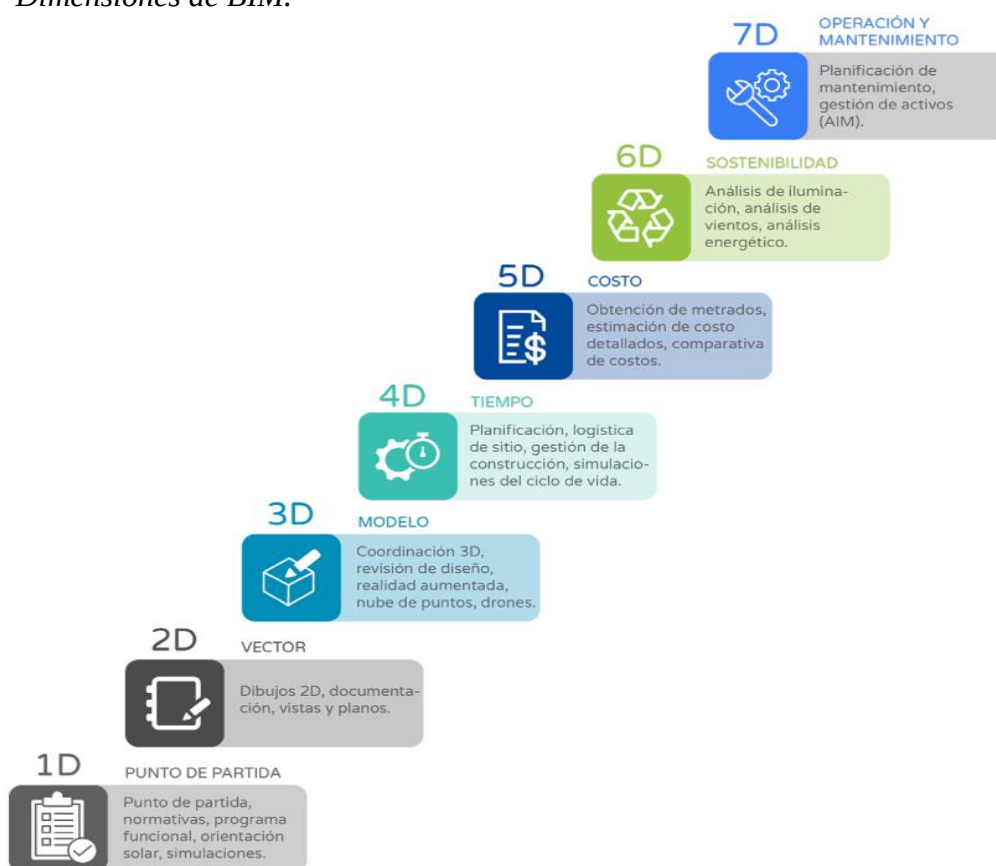
Finalmente, el Plan BIM Perú, concebido como una política pública de modernización y digitalización del sector construcción, tiene como finalidad elevar la calidad, eficiencia, competitividad y productividad de las inversiones públicas, con un horizonte de implementación proyectado al año 2030. De manera complementaria, la Nota técnica de introducción a BIM (Adopción en la Inversión Pública) orienta la integración de esta metodología con el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (SNPMGI) e introduce el concepto de LOIN (Level of Information Needed), entendido como la combinación del nivel de desarrollo geométrico (LOD) y del nivel de información (LOI). Asimismo, la Guía técnica BIM para edificaciones e infraestructura proporciona lineamientos operativos específicos para las entidades del sector público (Guía Nacional BIM, 2023).

2.2.1.2.2. Dimensiones BIM

En la literatura especializada, las dimensiones de la metodología BIM se organizan de manera jerárquica de la siguiente forma: 1D (idea), 2D (boceto), 3D (modelo), 4D (programación del tiempo), 5D (gestión de costos), 6D (sostenibilidad) y 7D (operación y gestión del ciclo de vida del activo). De manera adicional, diversos autores han propuesto dimensiones complementarias, tales como 8D (seguridad en la construcción), 9D (construcción sin pérdidas o enfoque Lean) y 10D (industrialización); no obstante, estas dimensiones no cuentan aún con una reglamentación formal ni con una implementación generalizada en el ámbito normativo (González & Lesmes, 2017).

Por su parte, en el marco del Plan BIM Perú, la metodología BIM se estructura en siete dimensiones orientadas a gestionar de manera integral la información a lo largo del ciclo de vida del activo. En este sentido, se dispone de un marco escalonado que articula la planificación, la gestión de costos, el desempeño ambiental y la administración del activo, en concordancia con los estándares nacionales e internacionales vigentes (Guía Nacional BIM, 2023).

Figura 2.
Dimensiones de BIM.



Fuente: obtenida de la Guía Nacional BIM, 2023 (Adaptado de Mott MacDonald).

2.2.1.2.3. Nivel de información necesaria (LOIN)

El Nivel de Información Necesaria (LOIN) se define como la cantidad, calidad y grado de detalle de la información requerida en cada hito e intercambio a lo largo del ciclo de inversión, con el propósito de cumplir los objetivos de gestión interdisciplinaria en entornos BIM. Esta información integra componentes gráficos (tales como la geometría y el nivel de

detalle tridimensional) y componentes no gráficos (como especificaciones técnicas, procedimientos constructivos, metrados, presupuestos y cronogramas), permitiendo la articulación coherente entre las fases de diseño, construcción, operación y mantenimiento del activo (Guía Nacional BIM, 2023).

Asimismo, de acuerdo con la British Standards Institution (2013), a través de la norma PAS 1192-2 y su evolución en la ISO 19650-1, los requerimientos de información **se** operacionalizan mediante dos ejes complementarios: el LOD (Level of Development), que establece el grado de desarrollo geométrico del modelo, y el LOI (Level of Information), que define los atributos y datos alfanuméricos asociados a cada elemento. En este sentido, la adecuada definición y verificación de los niveles LOD y LOI requiere la participación de profesionales con experiencia en procesos constructivos, a fin de garantizar la correspondencia entre la representación geométrica del modelo y la información técnica que lo respalda (BSI, 2013; ISO, 2018).

Desde un enfoque conceptual, la visualización del LOIN puede expresarse como una función de ambos componentes, donde el nivel de información necesaria resulta de la integración del desarrollo geométrico y del contenido informativo del modelo:

$$\text{"Visualización de LOIN"} = f(Lod; Loi) \Rightarrow LOIN = Lod + Loi$$

Según el BIM Forum (2022), los niveles de desarrollo (LOD) del modelo BIM **se** estructuran en seis grados que representan el incremento progresivo del detalle y la precisión del proyecto. El LOD 100 (conceptual) proporciona una representación esquemática y aproximada de la geometría, orientada a expresar la intención del diseño. El LOD 200 (genérico) define con mayor claridad la forma y las dimensiones, facilitando la comprensión espacial del proyecto. En el LOD 300 (definitivo de diseño) se establecen con precisión las dimensiones, formas y ubicaciones de los elementos, incorporando criterios técnicos de materiales y uniones, lo que lo hace adecuado para la documentación de diseño.

El LOD 350 (coordinación) incorpora detalles de conexiones e interfaces entre sistemas, fundamentales para la coordinación interdisciplinaria y la detección de interferencias. Por su parte, el LOD 400 (fabricación e instalación) incluye la información necesaria para la prefabricación, el montaje y la elaboración de documentación ejecutiva con un alto nivel de precisión. Finalmente, el LOD 500 (as-built) representa las condiciones reales ejecutadas en obra, integrando información verificada que sirve como base para la operación y el mantenimiento del activo.

Esta jerarquización de niveles permite alinear el grado de definición geométrica y alfanumérica del modelo BIM con los distintos usos y requerimientos de información a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Figura 3.
Nivel de desarrollo y significado LOD.



Fuente: Obtenida de InesaTech, 2024

Por otro lado, según la Guía Nacional BIM (2023), El nivel de desarrollo está asociado a un conjunto de información alfanumérica y de una documentación específica dependiendo de las exigencias de cada proyecto; esta información complementaria estaría integrada dentro del Nivel de Información (LOI).

Figura 4.
Nivel de información necesaria



Fuente: Guía Nacional BIM (adaptado de Mott MacDonald)

2.2.1.2.4. Plan de ejecución BIM (BEP)

El Plan de Ejecución BIM (BEP) es el documento rector que define procesos, estándares y responsabilidades para desarrollar y gestionar proyectos bajo BIM a lo largo de su ciclo de vida. En el marco del Plan BIM Perú, el BEP se presenta como respuesta al EIR (Formato 04) en la etapa de ofertas; posteriormente, tras la adjudicación, se actualiza y permanece sujeto a ajustes durante el diseño y la construcción. En términos operativos, se formaliza mediante el Formato 05 y se estructura en tres secciones: aspectos generales de la inversión y del equipo; estrategia de entrega de información (organización, recursos TI, federación, movilización y estrategia de entrega del modelo); y normas y procedimientos para la producción de información. Asimismo, se articula con la matriz de responsabilidades (Formato 07), el MIDP (Formato 08) y el TIDP (Formato 09), implementados en un ECD (entorno común de datos), el ICE (Ingeniería concurrente integrada) y con LOIN (nivel de detalle) definidos por hito. En conjunto, estos instrumentos constituyen el marco colaborativo nacional para la adopción progresiva de BIM en el sector público (Guía Nacional BIM, 2023).

2.2.1.2.5. Flujo de trabajo de metodología BIM

La metodología BIM permite control y seguimiento continuos a lo largo del proceso, con flujos de trabajo estructurados que incrementan la productividad, reducen errores de coordinación y mejoran la eficiencia documental. La integración multidisciplinaria sobre un modelo central, la visualización 3D, la extracción automática de metrados y la trazabilidad de decisiones fortalecen la transparencia y el control del proyecto. Esta metodología se distingue por la actualización continua y automatizada debido a su interoperabilidad.

Dentro del Proceso propuesto se describe:

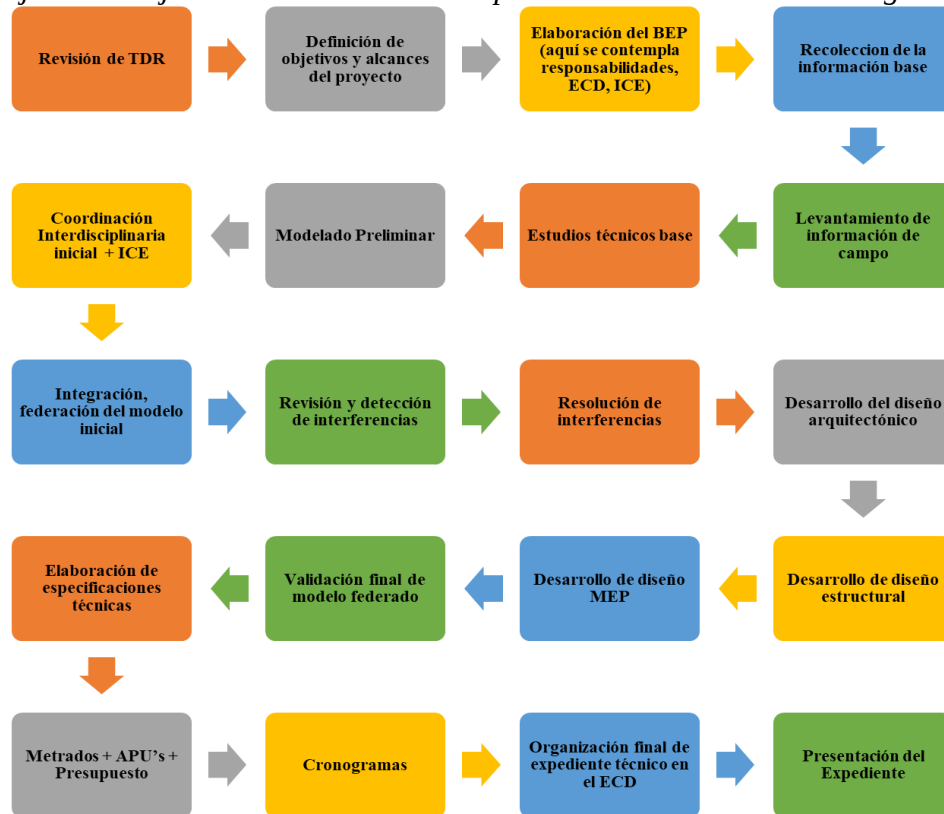
- Revisión de TDR. Análisis de objetivos, alcances, entregables y restricciones normativas.

- Definición de objetivos y alcance. Criterios de diseño, disciplinas involucradas, necesidades funcionales y restricciones.
- BEP (Plan de Ejecución BIM). Usos BIM, roles y responsabilidades, LOD/LOIN, flujos, plataformas colaborativas ECD y reglas de modelado.
- Acopio de información base. Planos, estudios previos, normativa, catastros, registros fotográficos.
- Levantamiento en campo y estudios. Escáner láser/fotogrametría, topografía y geotecnia según necesidad.
- Modelos preliminares (ARQ-EST-MEP). Representación esquemática inicial por disciplina.
- Coordinación inicial. Compatibilización temprana para prevenir interferencias, aquí se comienza a implementar el ICE hasta el término de la elaboración de expedientes técnicos.
- Federación y detección de choques. Integración de modelos, clash detection y resolución colaborativa.
- Desarrollo detallado. Modelos coordinados con especificaciones y cumplimiento normativo (por ejemplo, LOD 300-350).
- Metrados y especificaciones. Extracción automática de cantidades y redacción de criterios técnicos por especialidad.
- Costos y presupuesto. APU, presupuesto (valor referencial), gastos generales, utilidades, IGV y fórmula polinómica de actualización.
- Programación (4D). Secuencias, duraciones y relaciones (por ejemplo, diagrama de Gantt).
- Gestión en Entorno Común de Datos (ECD/CDE). Clasificación, versiones, permisos y trazabilidad.

- Validación y entrega. Verificación integral del expediente y presentación formal a la entidad contratante.

Figura 5.

Flujo de trabajo de la elaboración de expediente técnico con metodología BIM.



2.2.2. Eficiencia

Según el Project Management Institute (PMI, 2021), en su principio de desempeño y entrega de valor los proyectos son desarrollados para entregar valor a cualquier negocio por tal motivo debe medirse en función del valor entregado y de los recursos usados. Para gestión de proyectos la eficiencia se puede evaluar el desempeño de un proyecto en términos de optimización de recursos para alcanzar metas establecidas.

2.2.2.1. Eficiencia de costos

De acuerdo con los principios del Project Management Institute, la gestión eficiente de costos no se limita a ceñirse estrictamente al presupuesto, sino que exige maximizar el valor obtenido por cada unidad monetaria invertida. En esta línea, la Guía del PMBOK (7.^a ed.) enfatiza el principio de entrega de valor: los proyectos deben ejecutarse orientados a la

generación de beneficios sostenibles para las partes interesadas, empleando los recursos disponibles de manera eficaz. Por tanto, la evaluación del desempeño económico debe considerar simultáneamente la disciplina presupuestaria y la creación de valor (PMI, 2021).

Según Towey (2013), la comparación objetiva del desempeño de costos en construcción se estandariza mediante el indicador de costo por metro cuadrado, de modo que los resultados no dependan del tamaño ni del tipo de proyecto, sino de su costo unitario. En esta investigación, por tanto, se evaluó la eficiencia de costos con base a una ratio de costo unitario por m².

$$\text{Eficiencia de costo} = \frac{\text{Costo total del Expediente (soles)}}{\text{Área del proyecto}(m^2)}$$

2.2.2.2. Eficiencia de tiempos

Para efectos de esta investigación, la eficiencia de tiempos se propuso evaluar mediante la fórmula que se muestra a continuación, lo que se buscó fue correlacionar la cuantificación de diaria con una ratio de trabajo por metro cuadrado con la eficiencia de costos propuesta anteriormente:

$$\text{Eficiencia de tiempo} = \frac{\text{Tiempo total de elaboración de Expediente (días)}}{\text{Área del proyecto}(m^2)}$$

Este indicador cuantifica el número de días requeridos, en promedio, para desarrollar cada metro cuadrado de expediente técnico. Gracias a esta estandarización, se comparan proyectos de distinta escala bajo una métrica común, evaluando objetivamente el impacto de diversas metodologías de trabajo.

La validez del enfoque se sustenta en hallazgos recientes de Das et al. (2025), quienes reportaron que la implementación de BIM acortó los plazos de ejecución en un 20 %, disminuyó los errores de diseño en un 30 % y redujo las solicitudes de información (RFI) en un 25 %, atribuible a una mejor coordinación interdisciplinaria, la detección temprana de conflictos y una integración más fluida de procesos.

2.2.3. Productividad

La productividad en la construcción se define, de forma clásica, como la razón entre el área producida (m²) y el tiempo invertido (horas-hombre o días-hombre). Si bien este indicador ofrece una visión general del rendimiento, no captura la complejidad operativa. En consecuencia, la literatura reciente propone complementarlo con métricas de eficiencia (proporción de tiempo efectivamente productivo), efectividad (producción real lograda por unidad de tiempo) y con aproximaciones de productividad multifactorial (TFP) que integran mano de obra, materiales y capital (Soto & Manríquez, 2023). En conjunto, este enfoque ampliado proporciona una representación más precisa del desempeño global del proyecto y respalda decisiones de planificación, control y mejora continua.

$$Productividad = \frac{Producción (m^2 \text{ elaborado})}{recursos(tiempo)}$$

En Latinoamérica, se han documentado mejoras sustantivas en eficiencia, reducción de costos, calidad constructiva y trazabilidad de la información derivadas de la adopción de BIM (Soto & Manríquez, 2023).

De igual modo, la Red BIM Gob Latam reporta incrementos de productividad de hasta 13 %, disminuciones de plazos del 4 % y reducción de órdenes de cambio del 6 % en infraestructura pública, cuando su implementación es sistemática (Morales, 2024).

Por su parte, el Banco Interamericano de Desarrollo advierte que BIM facilita la planificación y la coordinación en proyectos de transporte y obras civiles de gran envergadura, aunque persisten barreras asociadas a la capacitación y a la resistencia cultural al cambio (Bayona et al., 2025).

2.2.4. Rentabilidad - Eficiencia económica

Según Cabrera & Quiroz (2020), el retorno sobre la inversión (ROI) es un indicador financiero de rentabilidad económica clave que permite determinar cuán rentable resulta un proyecto al comparar la ganancia neta obtenida con respecto al monto total invertido. Este

índice es fundamental para evaluar la eficiencia económica de las inversiones y constituye una herramienta útil para la toma de decisiones estratégicas. El cálculo se realiza mediante la siguiente expresión:

$$ROI(\%) = \left(\frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Inversión total}} \right) \cdot 100$$

En esta fórmula, el beneficio neto corresponde al total de ingresos generados por el proyecto una vez descontados todos los costos, mientras que la inversión total comprende los gastos directos e indirectos realizados para su ejecución.

En el ámbito de la construcción y la elaboración de expedientes técnicos, para ser específico, esta métrica se adaptó para comparar los métodos tradicionales con la metodología BIM, aplicando variaciones como:

$$Rent(\%) = \left(\frac{\text{ahorro por m}^2}{\text{Costo tradicional por m}^2} \right) \cdot 100$$

$$Rent(\%) = \frac{\text{Costo tradicional promedio/m}^2 - \text{Costo BIM promedio/m}^2}{\text{Costo tradicional promedio/m}^2} \cdot 100$$

Por otro lado, considerando que la productividad tiene un impacto directo en los costos y en la eficiencia, la rentabilidad también puede plantearse en función de este indicador, por ejemplo:

$$Rent = \frac{\text{Productividad BIM} - \text{Productividad Tradicional}}{\text{Costo promedio por día de trabajo BIM}} \cdot 100$$

Este planteamiento permite medir de forma cuantitativa el beneficio económico que se obtiene al utilizar BIM en comparación con los enfoques convencionales, reflejando los ahorros reales derivados de mejoras en la productividad y la reducción de costos operativos.

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

Las empresas consultoras de las que se recopiló la información para el estudio se ubican en la ciudad de Cajamarca, distrito y provincia del mismo nombre.

3.2. Tiempo de realización de investigación

La investigación se desarrolló entre 2024 y 2025, sustentada en una base de datos histórica recopilada durante 2023-2024.

3.3. Metodología de la investigación

3.3.1. Tipo, nivel y métodos de investigación

- **Tipo:** Se adoptó un diseño no experimental, orientado a describir y explicar el comportamiento asociado al uso de ambas metodologías y compararlas para evaluar la eficiencia de cada una.
- **Nivel:** descriptivo, dado que se pretende caracterizar el impacto en la eficiencia de la elaboración de expedientes técnicos en empresas que emplean la metodología BIM, en comparación con aquellas que utilizan la metodología tradicional.
- **Método de investigación:** Se adoptó un enfoque mixto, que integra análisis cuantitativos y cualitativos, con el propósito de obtener una comprensión más completa de la eficiencia encontrada en la elaboración de expedientes técnicos en empresas que emplean BIM en comparación con las que usan la metodología tradicional.

3.3.2. Población

La población de estudio estuvo constituida por la totalidad de los expedientes técnicos elaborados por las 5 consultoras de Cajamarca, tanto bajo la metodología BIM como mediante la metodología tradicional.

3.3.3. Muestra

Se empleó un muestreo no probabilístico de tipo intencional, seleccionando expedientes específicos con el propósito de incluir casos elaborados mediante BIM y mediante la metodología tradicional para comparar su eficiencia.

3.3.4. Unidad de análisis

La unidad fue el tiempo y costo de cada expediente técnico, elaborado con o sin la metodología BIM.

3.4. Definición de variables

3.4.1. Variables independientes:

- Metodología de elaboración de Expedientes

3.4.2. Variables dependientes:

- Eficiencia en la Elaboración de Expedientes Técnicos.
- Productividad
- Obstáculos que enfrentan las empresas consultoras al adoptar y utilizar la metodología BIM en comparación con la metodología tradicional.
- Rentabilidad

3.5. Procedimiento

3.5.1. Proceso de selección de empresas

Para el proceso de selección de las empresas se tuvo en cuenta algunas características específicas de estas, organizadas en una matriz de selección (véase Anexo 01) donde se identificaron 2 casos de empresas consultoras resumidas en la siguiente tabla:

Tabla 1.*Características principales de las empresas seleccionadas.*

Empresa	Experiencia en BIM
Pyramid Structures	Con experiencia
Luana y Capella Constructores EIRL	Con experiencia
CSC Ingeniería y Construcción EIRL	Sin Experiencia
Advanced Ingenieros SCRL	Sin Experiencia
LinePro Bienes y Servicios EIRL	Sin experiencia

3.5.2. Selección de muestra

Para seleccionar los expedientes técnicos de los proyectos en estudio se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de selección.

Tabla 2.*Criterios de selección al tomar la muestra de los expedientes técnicos.*

Criterios de Selección	Descripción
Tipo de obra civil	- Edificaciones de instituciones educativas.
Tamaño del Proyecto	- Metros cuadrados de construcción.
Complejidad del Proyecto	- Se estudiaron proyectos de pequeña a mediana envergadura para que no varíen los resultados.
Etapas del Proyecto	- Proyectos en fase de diseño.
Metodología	- Proyectos que han utilizado la metodología BIM. - Proyectos que han utilizado metodología tradicional.
Disponibilidad de Datos	- Disponibilidad de datos de los proyectos para el análisis - Acceso a información general de los expedientes técnicos.

Asimismo, se reconoció que la disponibilidad de datos es crucial para realizar un análisis exhaustivo y significativo de los proyectos seleccionados.

3.5.3. Toma de datos

Se seleccionaron dos expedientes técnicos de edificación por cada una de cinco empresas consultoras de Cajamarca que trabajan con metodología BIM y con enfoque tradicional; la muestra se definió en la selección de expedientes con similitud (véase Anexo 02). Para la recolección de datos, se registró el tiempo de elaboración mediante registros diarios de trabajo y se revelaron los costos por metodología, software, personal, hardware y estudios previos (suelos, topografía e impacto ambiental). Asimismo, se sistematizó información operativa (nombre y cargo del personal, metodología aplicada, actividades y tiempo efectivo), bajo el supuesto de seis días laborables por semana y ocho horas por día (véase Anexo 10).

Finalmente, se aplicaron encuestas estructuradas para estimar los obstáculos percibidos (véase Anexo 06); validadas por 5 expertos en BIM (véase Anexo 03, 04 y 05).

3.6. Procesamiento y análisis de la información

En este apartado se describe el procedimiento metodológico aplicado para analizar la eficiencia en la elaboración de expedientes técnicos bajo dos enfoques: BIM y metodología tradicional. Para el análisis cuantitativo, se empleó SPSS Vs 27 con el propósito de comparar tiempos, costos y niveles de productividad, así como de examinar las relaciones entre estas variables. El proceso se estructuró en una evaluación estadística descriptiva con el objetivo de obtener un resultado piloto para la comparación de ambas metodologías de manera general, seguidamente, se procedió a la construcción de indicadores de eficiencia; análisis de correlación; y estimación de modelos de regresión. En paralelo, el análisis cualitativo sistematizó las respuestas del personal de las empresas estudiadas respecto de la eficiencia percibida y de los obstáculos para la adopción y el uso de BIM, con el fin de complementar e interpretar los hallazgos cuantitativos desde la experiencia profesional.

3.7. Análisis cuantitativo

3.7.1. Análisis estadístico descriptivo

Previamente a la aplicación de pruebas inferenciales, se realizó un análisis estadístico descriptivo con el fin de caracterizar las variables del estudio, explorar su comportamiento y detectar valores atípicos. Este examen preliminar permitió evaluar supuestos de normalidad y homogeneidad, identificar diferencias iniciales entre metodologías, estimar medidas de tendencia central y dispersión, y dimensionar la variabilidad de los indicadores clave.

Con base en estos hallazgos, se definió la estrategia inferencial más adecuada (pruebas paramétricas o no paramétricas) y se valoró la pertinencia de transformaciones previas de los datos, asegurando así decisiones metodológicas sólidas antes del contraste formal de hipótesis.

Se harán pruebas de normalidad a cada uno de los resultados de eficiencia y productividad para su posterior evaluación (véase Anexo 08)

Las variables en estudio son:

- Eficiencia de costos (Costos x m²): esta eficiencia se midió con el uso de la siguiente formula:

$$C_i = \frac{\text{Costo total (soles)}}{\text{Área (m}^2\text{)}}$$

- Eficiencia de tiempos

$$T_i = \frac{\text{Tiempo total (días)}}{\text{Área (m}^2\text{)}}$$

- Productividad

$$P_i = \frac{\text{Área (m}^2\text{)}}{\text{Tiempo total (días)}}$$

El objetivo de esta fase fue describir, resumir y visualizar los datos relacionados con:

- Tiempo total requerido para la elaboración de cada expediente técnico.
- Costo total perteneciente a la elaboración de cada expediente técnico.
- Área del proyecto (en m²) de cada expediente técnico.
- Tipo de metodología aplicada (BIM o tradicional) para la elaboración del expediente técnico.
- Indicadores derivados: tiempo por m², costo por m² y productividad (m²/día).

Para cada variable cuantitativa se calcularon las siguientes medidas estadísticas descriptivas:

- Media muestral ($\bar{X}$): valor promedio de la variable.

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

- Desviación estándar muestral(S): medida de la dispersión de los datos respecto a la media.

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

- Coeficiente de variación (CV): relación porcentual entre la desviación estándar muestral y la media muestral. Permite comparar la variabilidad relativa de distintas variables.

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100$$

- Curtosis y Asimetría (Skewness): miden la forma de la distribución (simetría y "aplanamiento").

A. Comparación de tiempos, costos por m² y productividad

Se determinaron si existen diferencias estadísticamente significativas en los tiempos, costos requeridos por metro cuadrado y productividad entre los expedientes técnicos desarrollados con metodología BIM y aquellos desarrollados con metodología tradicional. Para este análisis se hicieron pruebas de normalidad de los datos. Los métodos usados fueron:

- Prueba de normalidad con el test de Shapiro-Wilk debido a que la muestra es moderada y no supera los 50 datos por grupo. El criterio de selección del método de comparación usado fue t de Student ya que el resultado de $p \geq 0.05$ indica que los datos siguen una distribución normal

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x_i)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}$$

Donde:

x_i : son los datos ordenados de mayor a menor

$\bar{X}$: es la media de los datos

a_i : son coeficientes que dependen del tamaño muestral y la varianza teórica de los datos normales.

- Comparación de medias mediante t de Student (El criterio de decisión $p < 0.05$ indica diferencia significativa entre las medias por lo tanto rechaza la hipótesis nula, caso contrario se acepta la hipótesis nula).

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

Donde:

$\bar{X}_1, \bar{X}_2$: medias de los dos grupos (Tradicional, BIM)

S_1^2, S_2^2 : varianzas de los grupos

n_1, n_2 : tamaños muestrales

B. Evaluación del índice de eficiencia

Se buscó construir un índice de eficiencia general que combine la eficiencia de tiempo (tiempo por m²) y la eficiencia de costo (costo por m²); esto te permitirá comparar globalmente qué metodología (BIM o tradicional) es más eficiente en términos generales.

Primero se estandarizó las variables debido a que tiempo y costo tienen escalas distintas antes de combinarlas. Para la estandarización se usó el método de normalización tipo Z ya que esta conserva la distribución.

La fórmula de la estandarización tipo Z score es la siguiente:

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S}$$

Donde:

X_i : valor individual (ej. tiempo por m² o costo por m²).

$\bar{X}$: media de la variable.

S : desviación estándar.

Después que se estandarizó las 2 variables, se las combinó en un solo índice, este índice es el Índice de Eficiencia General (IEG), la fórmula lleva el signo negativo debido a que se trató de buscar valores más altos que indiquen de forma directa la mayor eficiencia obtenida.

$$IEG_i = - \frac{Z_{tiempo,i} + Z_{costo,i}}{2}$$

Su propósito fue facilitar la comparación entre metodologías (BIM y tradicional) y determinar cuál presenta mayor eficiencia global, reduciendo la influencia de las diferentes escalas de medición de cada indicador. Una vez obtenido el IEG de cada expediente técnico, se compararon los promedios de IEG para ambos grupos (Metodología Tradicional y BIM); la comparación se hizo con el método t de Student.

C. Correlación entre productividad y eficiencia:

Se verificó si existe una relación estadísticamente significativa entre la productividad (m² por día) y la eficiencia general (IEG). Primero se verificó el tipo de distribución por el método del test de Shapiro-Wilk para cada variable.

Una vez verificado el tipo de distribución se eligió la prueba de correlación de Pearson ya que los datos tienen una distribución normal y por ende esta correlación es de tipo paramétrica.

$$r = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2 \sum(Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Donde:

X: Productividad

Y: Eficiencia general (IEG)

El coeficiente r midió la fuerza de la correlación y el valor de p obtenido midió el nivel de significancia de esta correlación.

D. Análisis de regresión lineal

Se estimó y predijo el efecto de una variable independiente (predictora) sobre una variable dependiente (respuesta). Se evaluaron 3 modelos, los cuales son muy importantes en la presente investigación:

- Modelo 1: tiene como variable independiente el tipo de metodología y como variable dependiente el índice de eficiencia general, lo que permitió saber si la metodología afecta la eficiencia.
- Modelo 2: este modelo tiene como variable independiente la productividad y como variable dependiente el índice de eficiencia general, esto permitió evaluar si la productividad explica la eficiencia.
- Modelo 3: finalmente, este modelo tiene como variable independiente a la metodología + la productividad y como variable dependiente el índice de eficiencia general, este modelo es de orden múltiple y permitió evaluar de forma conjunta ambos efectos.

Para esto se utilizaron tanto la regresión lineal simple como la regresión lineal múltiple, la simple se usó para evaluar el modelo 1 y 2, mientras que la regresión lineal múltiple se usó para evaluar el modelo 3:

- Regresión lineal simple:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \epsilon$$

Donde:

Y : variable dependiente (IED)

X : variable independiente (metodología o productividad)

β_0 : intercepto (valor de Y cuando $X = 0$)

β_1 : coeficiente de regresión (cuando Y cambia por cada unidad de X)

ϵ : error

- Regresión lineal múltiple:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \dots + \epsilon$$

Donde:

Y : variable dependiente (IED).

X_1 : variable independiente (metodología).

X_2 : variable independiente (productividad).

β_0 : intercepto (valor de Y cuando $X = 0$).

β_1 y β_2 : coeficientes de regresión.

ϵ : error.

E. Rentabilidad o eficiencia económica

Se usó herramientas de análisis financiero para calcular rentabilidad del uso de BIM como ahorro económico respecto a la metodología tradicional, esto permitió calcular cuánto menos costó (en promedio) realizar los expedientes técnicos con BIM respecto a la metodología tradicional, y expresar eso como un retorno sobre el costo tradicional.

$$Rent(\%) = \frac{\text{Costo tradicional promedio/m}^2 - \text{Costo BIM promedio/m}^2}{\text{Costo tradicional promedio/m}^2} \cdot 100$$

El costo tradicional promedio por m² es igual al promedio de la eficiencia de costos tradicionales y el costo BIM promedio por m² es promedio de la eficiencia de costos BIM.

Adicional a esto se hizo el análisis de rentabilidad como productividad adicional por unidad de tiempo invertido; esto hace referencia al beneficio en términos de productividad (m²/día) como una ganancia, frente al costo por día como una inversión, se calcularía con la siguiente fórmula:

$$Rent(\%) = \frac{\text{Productividad BIM} - \text{Productividad Tradicional}}{\text{Costo promedio por día de trabajo BIM}} \cdot 100$$

3.8. Análisis cualitativo

- a. Se realizó un análisis del contenido de las encuestas de percepción de obstáculos en el uso de la metodología BIM y a partir de esto elaborar recomendaciones de trabajo (*ver anexo 06*).

3.8.1. Integración de resultados:

- a. Se combinó los hallazgos cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión completa de la eficiencia y los obstáculos asociados con cada metodología durante la elaboración de expedientes técnicos.
- b. Se identificó la correlación entre el tiempo y costo usado en la elaboración de expedientes técnicos en relación con las metodologías utilizadas para cada caso.

CAPITULO IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1. Resultados cuantitativos

A. Datos de los expedientes técnicos seleccionados:

Tabla 3.

Expedientes técnicos seleccionados.

Empresa	Metodología	Expediente Técnico	área del proyecto	tiempo estimado de elaboración	costo de elaboración
Advanced Ingenieros SCRL	Tradicional	Mejoramiento del servicio educativo en la institución educativa colegio José María Arguedas - Chirinos, San Ignacio, Cajamarca	8345.75 m2	86 días	S/. 67,052.08
Advanced Ingenieros SCRL	Tradicional	Ampliación y mejoramiento de los servicios educativos de la institución educativa Icegecom monte grande de Montegrande, Huarango, San Ignacio, Cajamarca	9345.00 m2	103 días	S/. 72,977.08
CSC Ingeniería y Construcción EIRL	Tradicional	Mejoramiento del servicio educativo de la I.E. N° 10675 del centro poblado Achiramayo del distrito de Ninabamba - provincia de Santa Cruz - departamento de Cajamarca	9853.88 m2	105 días	S/. 57,362.50
CSC Ingeniería y Construcción EIRL	Tradicional	Mejoramiento y ampliación del servicio de educación secundaria en I.E. Señor de los Milagros de centro poblado Ninabamba distrito de Ninabamba de la provincia de Santa Cruz del departamento de Cajamarca	8588.16 m2	104 días	S/. 59,945.83
LinePro Bienes y Servicios EIRL	Tradicional	Mejoramiento del servicio en educación secundaria del colegio Alberto Turpaud del distrito de Tongod, San Miguel, Cajamarca	7288.75 m2	102 días	S/. 65,150.00
LinePro Bienes y Servicios EIRL	Tradicional	Mejoramiento del servicio en educación secundaria del colegio José Gabriel Condorcanqui Noguera del distrito de Yauyucan, Santa Cruz, Cajamarca	9376.47 m2	113 días	S/. 68,816.67
Luana y Capella Constructores EIRL	BIM	Mejoramiento del servicio educativo del local escolar IE. 82323, Cauday, Condebamba, Cajabamba, Cajamarca	10327.13 m2	78 días	S/. 39,637.50
Luana y Capella Constructores EIRL	BIM	Mejoramiento del servicio educativo del local escolar IE. 82366 Corralpampa, Cachachi, Cajabamba, Cajamarca	11798.73 m2	86 días	S/. 42,133.33
Pyramid Structures	BIM	Mejoramiento del servicio educativo en la institución educativa secundaria mixta N°. 82567 Toribio Álvarez Revilla - Tembladera, Yonan, Contumazá, Cajamarca	11325.37 m2	75 días	S/. 53,028.67
Pyramid Structures	BIM	Mejoramiento, construcción y ampliación de los servicios educativos de la institución educativa secundaria mixta N° Gran Guzmango Capac Chilete, Chilete, Contumazá, Cajamarca	10897.78 m2	79 días	S/. 53,774.50

Nota: Tabla elaborada a partir de los resultados obtenidos del anexo 10 donde está la cuantificación de área, tiempo y costos de cada expediente técnico evaluado.

De la tabla se observan variaciones de costo dentro de la misma empresa, principalmente en Advanced Ingenieros SCRL (9%) y Luana y Capella (6%): en Advanced se originan por retrabajos, rotación del personal y correcciones de errores arquitectónicos que ampliaron plazos y por ende sobrecostos; en Luana y Capella se deben a cambios de alcance solicitados por el contratista principal (Consorcio Fortuna), incorporando partidas no previstas (laboratorios y sótanos), lo que aumentó días de trabajo y costos, trabajando además sobre un anteproyecto arquitectónico entregado por la ARCC, ya que Luana y Capella fue una subcontrata específica solamente para elaboración de expediente técnico.

B. Datos de eficiencia de costos, tiempos y productividad de los expedientes seleccionados:

Tabla 4.

Eficiencia de costos, tiempos y productividad.

expediente técnico	eficiencia de costos	eficiencia de tiempo	productividad
Mejoramiento del servicio educativo en la institución educativa colegio José María Arguedas - Chirinos, San Ignacio, Cajamarca	8.03 Soles/m ²	0.0103 día/m ²	97.04 m ² /día
Ampliación y mejoramiento de los servicios educativos de la institución educativa Icegecom monte grande de Montegrande, Huarango, San Ignacio, Cajamarca	7.81 Soles/m ²	0.0110 día/m ²	90.73 m ² /día
Mejoramiento del servicio educativo de la I.E. N° 10675 del centro poblado Achiramayo del distrito de Ninabamba - provincia de Santa Cruz - departamento de Cajamarca	5.82 Soles/m ²	0.0107 día/m ²	93.85 m ² /día
Mejoramiento y ampliación del servicio de educación secundaria en I.E. Señor de los Milagros de centro poblado Ninabamba distrito de Ninabamba de la provincia de Santa Cruz del departamento de Cajamarca	6.98 Soles/m ²	0.0121 día/m ²	82.58 m ² /día
Mejoramiento del servicio en educación secundaria del colegio Alberto Turpaud del distrito de Tongod, San Miguel, Cajamarca	8.94 Soles/m ²	0.0140 día/m ²	71.46 m ² /día
Mejoramiento del servicio en educación secundaria del colegio José Gabriel Condorcanqui Noguera del distrito de Yauyucan, Santa Cruz, Cajamarca	7.34 Soles/m ²	0.0121 día/m ²	82.98 m ² /día
Mejoramiento del servicio educativo del local escolar IE. 82323, Cauday, Condebamba, Cajabamba, Cajamarca	3.84 Soles/m ²	0.0076 día/m ²	132.40 m ² /día
Mejoramiento del servicio educativo del local escolar IE. 82366 Corralpampa, Cachachi, Cajabamba, Cajamarca	3.57 Soles/m ²	0.0073 día/m ²	137.19 m ² /día
Mejoramiento del servicio educativo en la institución educativa secundaria mixta N°. 82567 Toribio Álvarez Revilla - Tembladera, Yonan, Contumazá, Cajamarca	4.68 Soles/m ²	0.0066 día/m ²	151.00 m ² /día
Mejoramiento, construcción y ampliación de los servicios educativos de la institución educativa secundaria mixta N° Gran Guzmango Capac Chilete, Chilete, Contumazá, Cajamarca	4.93 Soles/m ²	0.0072 día/m ²	137.95 m ² /día

Nota: Tabla derivada de los datos de los expedientes técnicos seleccionados.

De los 4 expedientes elaborados con BIM, los dos primeros fueron realizados en base a un proyecto arquitectónico ya que el cliente fue un contratista directo de ARCC, al comparar con anteproyecto (2 casos) vs sin anteproyecto (2 casos) se observó que: al comparar los expedientes elaborados con anteproyecto frente a los realizados sin anteproyecto, el costo unitario fue menor con anteproyecto (promedio 3.71 vs 4.81 S/m²), es decir 1.10 S/m² menor (equivalente a 23% menos); sin embargo, el tiempo unitario resultó ligeramente mayor (promedio 0.00745 vs 0.00690 días/m²), equivalente a 8% más, y la productividad fue menor (promedio 134.8 vs 144.5m²/día), aproximadamente 6.7% menos. Esto se debió a que el anteproyecto ayudó a bajar el costo por m², pero en estos casos no redujo el tiempo ni aumentó la productividad; más bien sugirió que, aunque ya hubo una base, igual se invirtió tiempo en ajustes/compatibilización y correcciones de diseño.

C. Estadísticas descriptivas

Tabla 5.

Resultados de estadísticas descriptivas de la eficiencia de tiempos, costos y productividad de ambas metodologías.

Metodología		Estadístico	Error estándar
eficiencia de tiempos (días/m ²)	TRADICIONAL	Media	,01168960
		Desviación estándar	,001345456
		Asimetría	1,023
		Curtosis	,858
	BIM	Media	,00717833
		Desviación estándar	,000394435
		Asimetría	-1,278
		Curtosis	2,399
eficiencia de costos (soles/m ²)	TRADICIONAL	Media	7,4871
		Desviación estándar	1,05483
		Asimetría	-,384
		Curtosis	,707
	BIM	Media	4,2565
		Desviación estándar	,65467
		Asimetría	-,015
		Curtosis	-4,508
productividad (m ² /día)	TRADICIONAL	Media	86,4388
		Desviación estándar	9,34912
		Asimetría	-,654
		Curtosis	-,136
	BIM	Media	139,6363
		Desviación estándar	7,96744
		Asimetría	1,412
		Curtosis	2,623

Nota: Tabla derivada del análisis estadístico realizado con los datos de la tabla 4 exportados al programa SPSS versión 27.

Los resultados estadísticos descriptivos mostraron diferencias consistentes entre la metodología tradicional y BIM en los tres indicadores evaluados en esta sección de la investigación (tiempo, costo y productividad) para expedientes técnicos de instituciones educativas del sector público en Cajamarca.

En ratios de eficiencia de tiempos (días/m²), la metodología tradicional registró una media de 0.01168960, mientras que BIM alcanzó 0.00717833. Esta reducción del tiempo por unidad de área confirmó que, bajo BIM, el proceso de elaboración del expediente técnico requirió menos tiempo relativo, lo que se traduce en mayor eficiencia temporal. Además, la dispersión fue notablemente menor en BIM (Desv. estándar = 0.000394435) frente al método tradicional (Desv. estándar = 0.001345456), sugirió que los resultados con BIM fueron más homogéneos y estables entre expedientes.

En cuanto al ratio de eficiencia de costos (S/ m²), el método tradicional presentó una media de 7.4871, superior a la media obtenida con BIM (4.2565). Esta diferencia mostró que BIM permitió estimaciones con menor costo por m², aportando una mejora clara en la eficiencia económica. De manera similar al indicador de tiempo, BIM mostró menor variabilidad (Desv. estándar = 0.65467) respecto al tradicional (Desv. estándar = 1.05483), lo cual reforzó la idea de una estimación de costos más consistente.

Finalmente, la ratio de productividad (m²/día), BIM alcanzó una media de 139.63, mientras que la metodología tradicional registró 86.44. Esto evidenció un rendimiento significativamente superior bajo BIM, lo que resultó especialmente relevante, ya que la productividad representa el componente operativo que más impactó en la eficiencia general del proceso.

D. Comparación de eficiencias y productividad

a) Comparación de eficiencias y productividad

Tabla 6.

Resultados de la prueba t-Student de las eficiencias de tiempos, costos y productividad.

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F (valor de levene)	Sig. (valor p de levene)	t (calculado)	gl	Sig. bilateral (valor p de la prueba t)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
eficiencia de tiempos (días/m ²)	Se asumen varianzas iguales	3,787	,088	6,407	8	,000208	,0045113	,0007041	,0028877	,0061349
	No se asumen varianzas iguales			7,730	6,201	,000209	,0045113	,0005836	,0030943	,0059282
eficiencia de costos (soles/m ²)	Se asumen varianzas iguales	,462	,516	5,409	8	,000639	3,230614	,59726	1,85332	4,60791
	No se asumen varianzas iguales			5,972	7,997	,000334	3,230614	,54092	1,98318	4,47805
productividad (m ² /día)	Se asumen varianzas iguales	,353	,569	-9,306	8	,000014	-53,1975	5,71671	-66,38026	-40,01476
	No se asumen varianzas iguales			-9,642	7,330	,000020	-53,1975	5,51704	-66,12518	-40,26984

Nota: derivado de la prueba t-Student realizado con los datos de la tabla 4 exportados al programa SPSS v.27.

El resultado de la prueba t de Student confirmó las diferencias entre BIM y el método tradicional fueron reales y no producto del azar, usando tres medidas: ratios de tiempo (días/m²), ratios de costo (S/ m²) y ratios de productividad (m²/día).

Primero, la prueba de Levene indicó que ambos grupos fueron comparables (las variaciones son similares), así que la comparación fue válida. Los resultados mostraron diferencias claras y significativas a favor de BIM en los tres aspectos:

- Tiempo: con BIM se requirió menos días por m², es decir, se elabora el expediente técnico más rápido (p = 0.000208).
- Costo: con BIM el costo por m² es menor que con el método tradicional (p = 0.000639).
- Productividad: con BIM se logró más avance por día (mayor m²/día), o sea, el equipo produjo más en el mismo tiempo (p = 0.000014).

b) Evaluación de índice de eficiencia general (IEG)

Tabla 7.

Cálculo de los valores Z de los datos de eficiencia de tiempos y costos, adicionalmente los valores de IEG.

 Z_tiempos	 Z_costos	 IEG
,1648	,9771	,57
,4466	,8575	,65
,3027	-,1984	,05
,8738	,4171	,65
1,6140	1,4573	1,54
,8509	,6079	,73
-,9160	-1,2518	-1,08
-1,0197	-1,3937	-1,21
-1,2815	-,8034	-1,04
-1,0353	-,6695	-,85

Nota: derivada de la normalización tipo Z de los datos ubicados en la tabla 4 exportados a SPSS v. 27.

Para construir el IEG, primero se calcularon los valores Z de tiempos y costos, los cuales permiten estandarizar ambos indicadores y expresarlos en una misma escala comparable. En términos prácticos, un valor Z positivo indica que el expediente presenta un desempeño por encima del promedio (mayor eficiencia), mientras que un valor Z negativo refleja un desempeño por debajo del promedio (menor eficiencia).

Tabla 8.

Prueba t-Student para comparar los IEG

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
Indice de Eficiencia General	Se asumen varianzas iguales	1,058	,334	7.0	8	<.001	1,74397	,25058	1,16614	2,32181
	No se asumen varianzas iguales			8.4	6.31	<.001	1,74397	,20838	1,24006	2,24789

Nota: derivada de la evaluación de IEG con los datos de la tabla 11 en el programa SPSS versión 27.

Se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes con el objetivo de determinar si existieron diferencias significativas en la eficiencia general entre expedientes elaborados con BIM y con metodología tradicional. Previamente, la prueba de Levene mostró que no existen diferencias significativas en la varianza entre ambos grupos ($p = 0.334$), por lo que se asumieron varianzas iguales para la comparación de medias. Los resultados

evidenciaron una diferencia altamente significativa entre metodologías ($t(8\text{ gl}) = 7,0$; $p < 0,001$). La diferencia de medias del IEG fue de 1.74397, con un intervalo de confianza al 95% de [1.16614; 2.32181], lo que confirma que la brecha observada es consistente y no atribuible al azar.

Dicho esto, se observó que, al consolidar los indicadores de tiempo y costo en un único índice, la eficiencia general de los expedientes técnicos elaborados con BIM fueron significativamente superior a la de aquellos elaborados con el enfoque tradicional.

c) Correlación entre productividad y IEG

Dado que ambos son de distribución normal, ya no fue necesario calcular la normalidad de los datos con Shapiro Wilk, el análisis se hizo directo verificando la correlación adecuada, en este caso Pearson por la normalidad de los datos.

Tabla 9.

Datos estadísticos descriptivos indispensables para cálculo de correlación.

	Media	Desviación estándar	N
productividad	107,717782	28,7120006	10
Indice de Eficiencia General	,000018011	,97211	10

Nota: derivados de la tabla 4 y tabla 10 para hacer la correlación de Pearson.

Tabla 10.

Correlación de Pearson entre productividad de cada expediente técnico e índices de eficiencias generales.

		productividad	Indice de Eficiencia General
productividad	Correlación de Pearson	1	-,960**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	10	10
Indice de Eficiencia General	Correlación de Pearson	-,960**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	10	10

Nota: derivada de la tabla 13

Se encontró una correlación negativa muy fuerte entre productividad e IEG ($r = -0.960$; $p < 0.001$), lo que indica que, a mayor productividad, menor valor del índice. Esto es coherente debido a que el IEG fue construido con ratios de eficiencia de tiempo (tiempo en días/m² →

mientras más bajo, mejor) y costo (costo en S/ m² → mientras más bajo, mejor), donde valores menores representan mejor desempeño; por tanto, una disminución del valor del IEG refleja mayor eficiencia global.

d) Análisis de regresión lineal

- **Modelo 1: regresión lineal simple**

Tabla 11.

Definición de variables estudiadas para el modelo 1 (IEG vs. Metodología)

Variables entradas/eliminadas ^a			
Modelo	Variables entradas	Variables eliminadas	Método
1	Metodología ^b	.	Introducir

a. Variable dependiente: Índice de Eficiencia General

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Nota: derivada de las variables exportadas del SPSS versión 27.

Con este modelo se buscó evaluar si el tipo de metodología por sí solo causa cambios en el IEG.

Tabla 12.

Resumen modelo 1.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Estadísticos de cambio				Sig. Cambio en F
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	
1	,926 ^a	,858	,841	,38819	,858	48,439	1	8	<.001

a. Predictores: (Constante), Metodología.

Nota: tabla derivada del análisis de regresión lineal exportado del programa SPSS versión 27.

El modelo presentó una relación muy alta entre metodología e IEG ($R = 0.926$). Además, el $R^2 = 0.858$ indicó que la metodología explica aproximadamente el 85.8% de la variación del IEG en los expedientes evaluados ($N=10$). En términos simples, este resultado sugirió que, cuando se analiza el IEG, el tipo de metodología utilizada está fuertemente asociado al desempeño de eficiencia.

Tabla 13.*Resultados del análisis de varianza (ANOVA) del modelo 1.*

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	7,299	1	7,299	48,439	<.001 ^b
	Residuo	1,206	8	,151		
	Total	8,505	9			

a. Variable dependiente: Índice de Eficiencia General

b. Predictores: (Constante), Metodología

Nota: derivada del análisis de varianza exportado del programa SPSS versión 27.

Este análisis confirma que el modelo es estadísticamente significativo ($F = 48.439$; $p < 0.001$). Esto significa que el IEG cambia de forma sistemática según la metodología aplicada y que el ajuste del modelo no se debe al azar. Este resultado respalda que la diferencia global de eficiencia entre BIM y el método tradicional es consistente en la muestra analizada.

Tabla 14.*Coefficientes del modelo 1 de regresión lineal simple.*

Coeficientes ^a								
		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		95.0% intervalo de confianza para B		
Modelo		B	Desv. Error	Beta	t	Sig.	Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	,698	,158		4,402	,002	,332	1,063
	Metodología	-1.744	,251	-.926	-6.960	<.001	-2.322	-1.166

a. Variable dependiente: Índice de Eficiencia General

Nota: derivada del análisis de modelo 1 exportado por el programa SPSS versión 27.

El modelo se resume en la siguiente ecuación:

$$Y = 0.698 - 1.744 * \text{metodología} + 0.39$$

El coeficiente de Metodología resultó negativo y significativo ($B = -1.744$; $p < 0.001$), con un intervalo de confianza al 95% $[-2.322; -1.166]$. Esto indica que, al pasar de una metodología a la otra el IEG disminuye en promedio 1.744 unidades. El modelo 1 de regresión simple demostró que la metodología utilizada (BIM o tradicional) es un predictor fuerte y significativo del índice de eficiencia general, explicando el 85,8% de su variabilidad, por lo

tanto, la eficiencia de forma global mediante el IEG mantiene una diferencia clara entre metodologías, favorable al enfoque BIM.

- **Modelo 2: regresión lineal simple**

Tabla 15.

Definición de variables estudiadas para el modelo 2 (IEG vs. Productividad)

Variables entradas/eliminadas ^a			
Modelo	Variables entradas	Variables eliminadas	Método
1	productividad ^b	.	Introducir

a. Variable dependiente: Índice de Eficiencia General

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Nota: derivada de las variables exportadas del SPSS versión 27.

Este modelo buscó medir directamente cuánto cambia el IEG cuando cambia la productividad del equipo durante la elaboración del expediente técnico.

Tabla 16.

Resumen del modelo 2.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Cambio en R cuadrado	Estadísticos de cambio			Sig. Cambio en F
						Cambio en F	gl1	gl2	
1	,960 ^a	,921	,911	,28996	,921	93,154	1	8	<.001

a. Predictores: (Constante), productividad

Nota: tabla derivada del análisis de regresión lineal exportado del programa SPSS versión 27.

Tabla 17.

Resultado del análisis de varianza (ANOVA) del modelo 2.

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	7,832	1	7,832	93,154	<.001 ^b
	Residuo	,673	8	,084		
	Total	8,505	9			

a. Variable dependiente: Índice de Eficiencia General

b. Predictores: (Constante), productividad

Nota: derivada del análisis de modelo 2 exportado por el programa SPSS versión 27.

El modelo mostró una relación muy fuerte entre productividad e IEG ($R = 0.960$). El $R^2 = 0.921$ indica que la productividad explica aproximadamente el 92.1% de las variaciones del IEG (con R^2 ajustado = 0.911). En términos simples: casi toda la eficiencia global medida

por el IEG está asociada a la productividad, además, el modelo fue estadísticamente significativo (Cambio en F = 93.154, $p < 0.001$), lo que confirma que esta relación no se debe al azar.

Tabla 18.

Coefficientes del modelo 2 de regresión línea simple.

		Coeficientes ^a						
		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados			95.0% intervalo de confianza para B	
Modelo		B	Desv. Error	Beta	t	Sig.	Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	3,500	,374		9,357	<.001	2,637	4,362
	productividad	-,032	,003	-,960	-9,652	<.001	-,040	-,025

a. Variable dependiente: Índice de Eficiencia General

Nota: derivada del análisis de modelo 2 exportado por el programa SPSS versión 27.

El modelo se resume en la siguiente ecuación:

$$Y = 3.501 - 0.032 * \text{productividad} + 0.289$$

El coeficiente de productividad resultó negativo y significativo ($B = -0.032$; $p < 0.001$), con un intervalo de confianza del 95% $[-0.040; -0.025]$. Es decir, por cada 1 m²/día adicional de productividad, el IEG disminuyó en 0.032 puntos (en promedio). Por ejemplo, si la productividad sube 10 m²/día, el IEG bajaría aproximadamente 0.32 puntos.

Este modelo confirmó con evidencia estadística que la productividad es el factor más determinante de la eficiencia global en la elaboración de expedientes técnicos. El signo negativo es coherente con el IEG, ya que este está construido con indicadores donde “menos es mejor” (tiempo y costo por m²), es decir, cuando el equipo produce más por día, el desempeño global mejora y el IEG tiende a bajar.

- **Modelo 3: regresión lineal múltiple**

Tabla 19.

Variables estudiadas en el modelo 3 (IEG vs. Metodología y Productividad)

Variables entradas/eliminadas ^a			
Modelo	Variables entradas	Variables eliminadas	Método
1	productividad, Metodología ^b	.	Introducir

a. Variable dependiente: Índice de Eficiencia General

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

Nota: derivada de las variables exportadas del SPSS versión 27.

Este modelo permitió analizar el efecto de cada variable controlando la influencia de la otra, lo cual fue clave para determinar si la metodología (BIM/tradicional) sigue siendo importante cuando se toma en cuenta la productividad.

Tabla 20.

Resultados del análisis del modelo 3

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Cambio en R cuadrado	Estadísticos de cambio			
						Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	,960 ^a	,922	,899	,30840	,922	41,210	2	7	<.001

a. Predictores: (Constante), productividad, Metodología.

Nota: tabla derivada del análisis de regresión lineal exportado del programa SPSS versión 27.

El modelo presentó un ajuste alto ($R = 0.960$) y explicó aproximadamente el 92.2% de la variación del IEG ($R^2 = 0.922$; R^2 ajustado = 0.899). Es decir, entre productividad y metodología se explica casi toda la eficiencia global observada.

Tabla 21.

Resultados del análisis de varianza (ANOVA) del modelo 3.

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	7,839	2	3,920	41,210	<.001 ^b
	Residuo	,666	7	,095		
	Total	8,505	9			

a. Variable dependiente: Índice de Eficiencia General

b. Predictores: (Constante), productividad, Metodología.

Nota: derivada del análisis de modelo 2 exportado por el programa SPSS versión 27.

La prueba ANOVA confirmó que el modelo completo fue significativo ($F = 41.210$; $p < 0.001$), lo que significa que, en conjunto, productividad y metodología están asociadas al comportamiento del IEG.

Tabla 22.

Coefficientes del modelo 3 de regresión lineal múltiple.

Coeficientes ^a								
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	95.0% intervalo de confianza para B	
		B	Desv. Error	Beta			Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	3,233	1,072		3,017	,019	,699	5,767
	Metodología	-,184	,685	-,098	-,268	,796	-1,802	1,435
	productividad	-,029	,012	-,866	-2,382	,049	-,058	,000

a. Variable dependiente: Índice de Eficiencia General

Nota: derivada del análisis de modelo 3 exportado por el programa SPSS versión 27.

De forma resumida, este modelo está descrito por la siguiente formula:

$$Y = 3.233 - 0.184 * \text{metodología} - 0.029 * \text{productividad} + 0.308$$

La Metodología no resultó significativa ($p = 0.796$). Esto indicó que, una vez que se controla la productividad, el tipo de metodología (BIM o tradicional) ya no explica diferencias adicionales en el IEG. Por otro lado, la productividad sí resultó significativa ($B = -0.029$; $p = 0.049$, beta estandarizada = -0.866). Esto significa que, manteniendo constante la metodología, si la productividad aumenta, el IEG disminuye.

Este Modelo 3 es uno de los resultados más fuertes, confirmó que las diferencias de eficiencia general entre BIM y el método tradicional se explican principalmente por la productividad. En otras palabras, BIM por sí mismo no “garantiza” eficiencia si no se traduce en equipos más productivos; su ventaja aparece porque tiende a aumentar la productividad, y esa productividad es la que finalmente determinó el IEG.

e) Rentabilidad

Rentabilidad de costos por m²:

Tabla 23.

Rentabilidad de costos por m².

Metodología	Media
Tradicional	74,871.00 S/m ²
BIM	42,565.00 S/m ²
Rentabilidad	43.15%

Nota: derivada de los datos de la tabla 3, adaptada y analizada por el programa SPSS versión 27.

Usar la metodología BIM para la elaboración de expedientes técnicos permitió ahorrar un 43.15% en costos por metro cuadrado en comparación con el uso de la metodología tradicional.

Rentabilidad de productividad ajustado al costo diario:

Tabla 24.

Rentabilidad de productividad ajustado al costo diario.

Metodología	Productividad media	Costo promedio por día
Tradicional	86.44 m ² /día	643.10 S/día
BIM	139.64 m ² /día	596.46 S/día
Rentabilidad	8.92%	

Nota: derivada de la tabla 3 y 4, adaptada y analizada por el programa SPSS versión 27.

BIM produjo más m² por día de trabajo que la metodología tradicional, dicho esto, se infirió que, por cada sol que se invierte en un día de trabajo utilizando la metodología BIM, se obtuvo un incremento del 8.919% en productividad (m²/día) respecto a la metodología tradicional. Por ende, la rentabilidad con BIM no solo ofrece reducción de costos, sino que también mejora la capacidad de producción diaria por unidad invertida.

4.1.2. Resultados cualitativos

Las encuestas se enviaron a cinco empresas (tres tradicionales y dos BIM), obteniéndose 43 respuestas válidas de gerentes generales, ingenieros civiles, arquitectos, cadistas y modeladores, de los cuales 24 usan metodología tradicional y 19 metodología BIM.

A. Experiencia laboral

a. Experiencia con metodología tradicional:

En relación con la experiencia laboral elaborando expedientes técnicos de manera tradicional (n=24), los resultados fueron: el 20.8% tiene menos de 2 años (n=5), el 37.5% entre 2-3 años (n=9), el 33.3% entre 3-5 años (n=8) y el 8.3% más de 5 años (n=2).

b. Experiencia con metodología BIM:

En el grupo que trabaja con BIM (n=19) se obtuvo los siguientes resultados: el 42.1% tiene menos de 2 años (n=8), el 26.3% entre 2-3 años (n=5), el 21.1% entre 3-5 años (n=4) y el 10.5% más de 5 años (n=2). Además, el nivel de conocimiento de BIM de quienes elaboran expedientes técnicos con esta metodología fue del 26.3% básico, 42.1% intermedio y 31.6% avanzado; con este perfil, los participantes describieron los principales obstáculos para adoptar BIM en sus empresas (*véase anexo 07*).

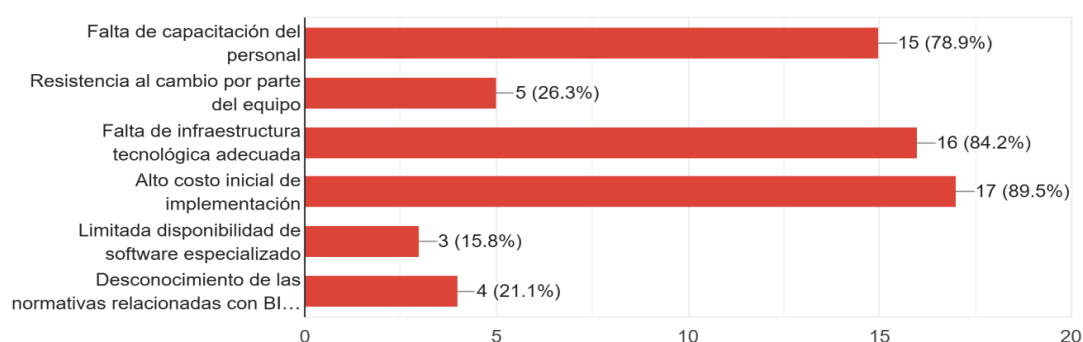
B. Obstáculos de la implementación de BIM

Aunque BIM puede mejorar la eficiencia del expediente técnico, la encuesta muestra que su adopción se percibe limitada principalmente por el alto costo inicial (89.5%), la falta de infraestructura tecnológica/metodológica (84.2%) y la falta de capacitación (78.9%), además de resistencia al cambio (26.3%) y desconocimiento normativo (21.1%) (*ver figura 6*); esta percepción se sustenta con la valorización referencial de los expedientes técnicos BIM estudiados cuyos costos se encuentran en el anexo 10 (licencias, CDE y soporte de infraestructura TI), donde el costo BIM por expediente varía entre S/ 2,703.67 y S/ 6,420.83, que equivale entre 5.0%-12.4% del costo total de elaboración del ET (S/51,975.00-S/ 54,804.17), específicamente los expedientes desarrollados por la empresa Luana y Capella donde el costo BIM del primer expediente corresponde a S/.6,420.83 de S/.51,975.00 (12.4%), y segundo expediente corresponde a S/.6,420.83 de S/.54,804.17 (11.7%) y los expedientes elaborados por la empresa Pyramid cuyo costo BIM fue S/.2,787.00 de S/.53,028.67 (5.3%) y

S/.2,703.67 de S/.53,774.50 (5.0%); además, se evidencia que el mayor impacto del “costo BIM” proviene de la infraestructura TI (con relación a los expedientes estudiados esto corresponde entre 79%-91%) más que de las licencias/CDE, por lo que, si estos rubros no se cubren adecuadamente, influyen directamente en aumento retrabajos y plazos (y por ende costos), mientras que al contar con soporte mínimo se reducen iteraciones y sobrecostos en el desarrollo del expediente.

Figura 6.

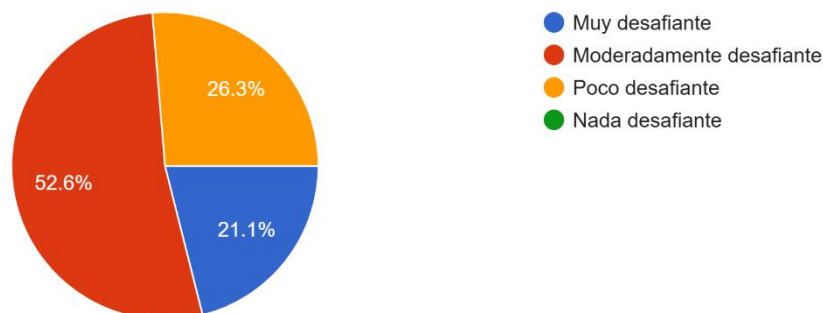
Obstáculos identificados al implementar BIM en la elaboración de expedientes técnicos en las empresas estudiadas.



Según los resultados, la formación en BIM dependió principalmente de la iniciativa individual, lo que generó diferencias en el dominio de herramientas y procesos colaborativos. En general, las empresas no contaron con programas de capacitación sistemáticos, lo que limitó una aplicación homogénea y eficaz de la metodología. Aun así, los encuestados reconocieron su importancia: el 21.1% consideró muy desafiante implementar capacitación interna, el 52.6% lo percibió moderadamente desafiante y el 26.3% poco desafiante, lo que sugirió que las barreras podían superarse con planificación y recursos. Los resultados mostraron que fortalecer la capacitación en BIM constituyó una oportunidad clave para mejorar la eficiencia y calidad de los expedientes técnicos, reducir errores y aumentar la competitividad en el sector construcción.

Figura 7.

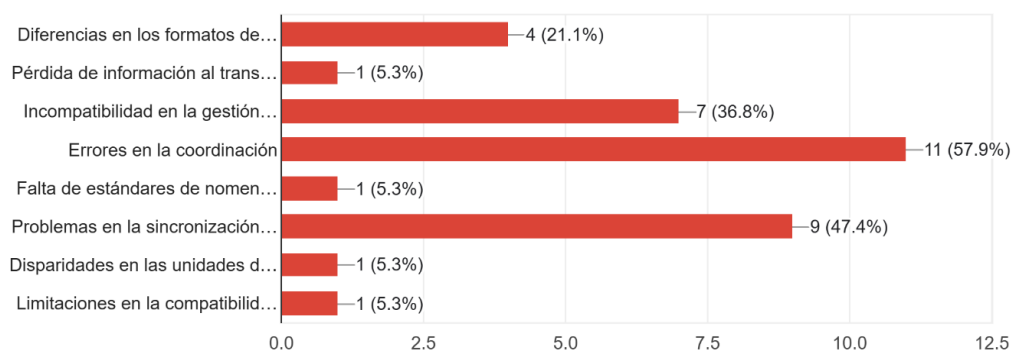
Percepción del nivel de desafío al capacitar los equipos en el uso de BIM en las empresas estudiadas.



Dentro de los errores en la adopción de BIM encontramos los que fueron principalmente causados por la falta de estandarización y planificación adecuada. Entre los problemas más comunes, el 21.1% de los encuestados destacó las incompatibilidades de formatos de archivo entre softwares, mientras que el 36.8% señaló problemas con la gestión de familias y bibliotecas. La comunicación deficiente y la falta de experiencia de los coordinadores BIM también fueron factores clave que afectaron la coordinación y la eficiencia. Además, errores en la sincronización de datos (47.4%) y disparidades en las unidades de medida (5.3%) agravaron los problemas. Estos obstáculos resaltaron la necesidad de una planificación detallada y una estructura organizacional alineada con los principios colaborativos y técnicos de BIM, para maximizar su eficiencia en la elaboración de expedientes técnicos (véase la siguiente figura).

Figura 8.

Problemas frecuentes de compatibilidad entre diferentes softwares BIM utilizados en los expedientes técnicos participados por las empresas estudiadas.

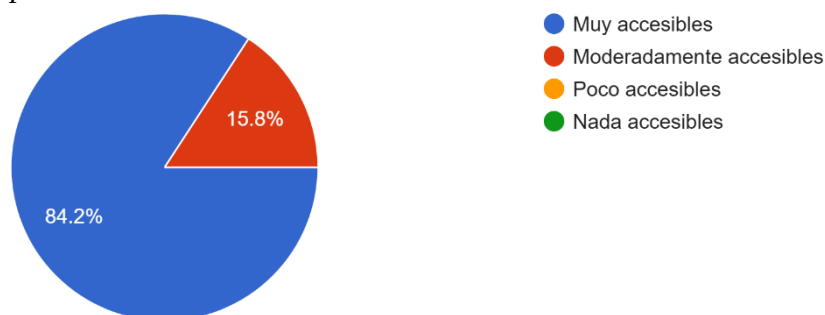


El Plan BIM Perú elaboró documentos guía basados en la ISO 19650 para estandarizar la implementación de BIM en el país, definiendo roles, flujos de información y estructuras de colaboración. Su aplicación contribuyó a mejorar la gestión de expedientes técnicos, fortalecer la interoperabilidad y reducir errores por falta de criterios comunes.

Según el estudio, el 84.2% consideró que estos recursos fueron fácilmente accesibles, lo que evidenció una buena difusión; sin embargo, el 15.8% los percibió solo moderadamente accesibles, lo que sugirió que aún se requirió mayor orientación técnica, capacitación y acciones de sensibilización para asegurar su uso efectivo durante la elaboración de expedientes técnicos y en otras fases del proyecto.

Figura 9.

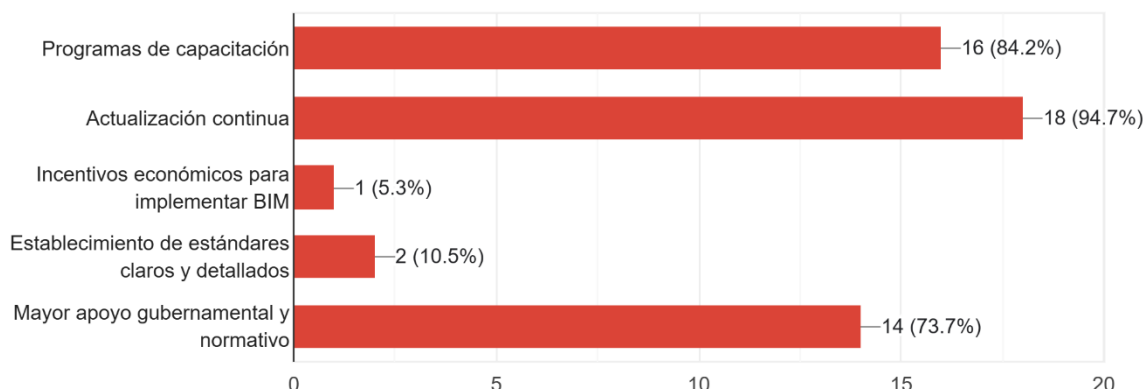
Nivel de accesibilidad de los recursos y guías para aplicar el PLAN BIM PERÚ en las empresas estudiadas.



La superación de los obstáculos para la adopción de la metodología BIM se basó en varias estrategias propuestas por los encuestados. El 84.2% consideró que los programas de capacitación, junto con un 94.7% que destacó la importancia de la actualización continua, fueron clave para mantener al personal actualizado frente a las constantes evoluciones de las herramientas y normativas BIM. Solo el 5.3% mencionó los incentivos económicos como una estrategia viable, mientras que el 10.5% subrayó la necesidad de estándares claros y detallados para asegurar la aplicación homogénea de BIM. Además, el 73.7% indicó que se requiere un mayor apoyo gubernamental y normativo, incluyendo normativas claras, incentivos fiscales, programas de difusión y la inclusión de requisitos BIM en licitaciones públicas, lo que impulsaría su adopción en todo el país, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 10.

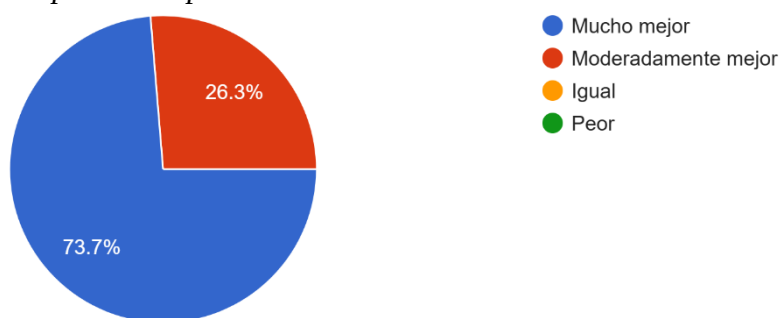
Medidas para superar los obstáculos en la adopción de BIM en las empresas estudiadas



La percepción de los profesionales sobre el uso de BIM en la elaboración de expedientes técnicos indicó un impacto positivo en la calidad del producto final. El 73.7% consideró que BIM es significativamente superior a los métodos tradicionales (planos 2D y documentos separados), principalmente por una mayor precisión, menor presencia de errores u omisiones y mejor integración entre disciplinas, lo que generó expedientes más consistentes y coordinados. Por su parte, el 26.3% lo percibió como moderadamente mejor, señalando oportunidades de mejora relacionadas con la curva de aprendizaje, la interoperabilidad entre softwares y la necesidad de capacitación continua. Los encuestados coincidieron en que BIM no solo elevó la calidad técnica, sino que también mejoró la comunicación, redujo incertidumbres y facilitó el análisis de alternativas, fortaleciendo la toma de decisiones durante el ciclo de vida del proyecto.

Figura 11.

Percepción del impacto de BIM en la eficiencia y calidad de los expedientes técnicos elaborados por las empresas estudiadas



4.2. Discusión de resultados

Esta investigación aporta un enfoque de evaluación que no se observó aplicado de manera equivalente en los antecedentes revisados: un análisis comparativo de la eficiencia en la elaboración de expedientes técnicos entre metodología tradicional y BIM mediante indicadores normalizados (S/m^2 , $días/m^2$ y $m^2/día$) y verificación estadística de diferencias. Dado que la literatura disponible aborda BIM con indicadores distintos (presupuestos globales, interferencias o percepción de calidad), los antecedentes se utilizan en esta discusión como sustento del mecanismo común reportado (mejor coordinación y control del diseño, con menor reproceso), más que como una réplica exacta de variables. En ese marco, en este estudio se compararon ambas metodologías con métricas por m^2 para controlar diferencias de tamaño y se evidenció un mejor desempeño con BIM en los indicadores analizados, lo cual es coherente con la dirección de los hallazgos previos, aunque con una operacionalización distinta de la eficiencia.

Los resultados de la presente investigación evidencian que la metodología BIM supera significativamente al enfoque tradicional en la elaboración de expedientes técnicos de instituciones educativas públicas en Cajamarca, mostrando mejoras sustanciales en eficiencia temporal, eficiencia económica y productividad. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0.001$) y se reflejaron en el Índice de Eficiencia General (IEG), donde BIM presentó una ventaja estructural frente al método convencional.

Estos hallazgos son consistentes con la evidencia internacional y se interpretan mejor si se expresan como ahorro. Das et al. (2025) evaluaron proyectos en fase de ejecución y reportaron que BIM genera un ahorro promedio del 15% en el costo total del proyecto y un ahorro del 20% en plazos, asociado a menos errores de diseño y menos RFIs, lo que mejora la coordinación y reduce retrabajos. En la presente investigación, el análisis no se orienta al costo total de la obra, sino al proceso de elaboración del expediente técnico, por lo que el indicador

utilizado fue la ratio de costo unitario (S/ m²). Bajo esa base, la metodología tradicional registró una media de 74,871 S/ m² frente a 42,565 S/ m² con BIM, lo que equivale a un ahorro relativo del 43.15% (véase *tabla 27*). Por tanto, el resultado no significa que BIM reduzca el presupuesto total de la obra en 43.15%, sino que reduce el costo por metro cuadrado producido a nivel de expediente técnico, confirmando que BIM aporta eficiencias medibles en el desempeño técnico; en ese sentido, aunque los porcentajes no son directamente equivalentes por tratarse de alcances distintos, ambos estudios coinciden en el mismo mecanismo: mejor coordinación, menos inconsistencias y menor retrabajo, reflejándose como ahorro en costos y tiempos.

Enfocándonos en las medidas de tiempo, los resultados también se alinean con lo señalado por Rehman et al. (2025), quienes, concluyeron que BIM 4D fortalece la planificación, la programación y el control del avance. En esta investigación, la productividad alcanzó 139.63 m²/día con BIM frente a 86.44 m²/día con el método tradicional (véase *tabla 5*), diferencia que resultó determinante en el modelo de regresión múltiple, donde la productividad explicó el 92.2% de la variación del IEG (véase *tabla 20*). Este hallazgo amplía la literatura previa al demostrar estadísticamente que la eficiencia global no depende únicamente de la adopción tecnológica, sino del incremento en la productividad que dicha metodología permite alcanzar.

Desde la perspectiva económica, los resultados guardan coherencia con el análisis desarrollado por Věrný y Žák (2025), quienes identificaron una relación beneficio-costo superior en proyectos públicos que implementaron BIM. De manera similar, el presente estudio evidencia no solo una reducción significativa en el costo por metro cuadrado, sino también un incremento del 8.92% en productividad ajustada al costo diario, lo que demuestra una mejora en la generación de valor por unidad monetaria invertida (véase *tabla 24*).

Existen factores contextuales que influyen en la eficiencia durante la elaboración de expedientes con BIM. En esta investigación, de los cuatro expedientes elaborados con BIM, los dos primeros se desarrollan sobre un anteproyecto arquitectónico (cliente contratista directo de la ARCC). Al comparar los 2 casos con anteproyecto versus los 2 sin anteproyecto, el anteproyecto se asocia con un menor costo unitario (3.71 vs 4.81 S/ m²; 23% menos), pero con un ligero aumento del tiempo unitario (0.00745 vs 0.00690 días/m²; 8% más) y menor productividad (134.8 vs 144.5 m²/día; 6.7% menos). Esto sugiere que, aunque el anteproyecto reduce parte del esfuerzo de producción (y por ello el costo), todavía demanda ajustes, compatibilización y correcciones, lo que puede incrementar el tiempo y afectar la productividad.

En el contexto nacional, los antecedentes respaldan que BIM genera ahorros y mejoras de desempeño en la elaboración de expedientes: Álvarez y Pérez (2024) reportaron 5.17% de ahorro al comparar presupuesto tradicional vs BIM 4D-5D y evidenciaron que la coordinación BIM permitió identificar y resolver interferencias desde el diseño; de forma similar, Llanos y Orbegoso (2023) hallaron una reducción de 7.60% y mejoras en productividad al elaborar el expediente con BIM; y Mena y Timaná (2022) concluyeron que la detección temprana de incompatibilidades reduce variaciones de costo y tiempo. En esa misma línea, mis resultados confirman el efecto con ratios de eficiencia en tiempo, costo y productividad: el costo unitario del expediente bajó de 7.4871 S/m² a 4.2565 S/m² (equivalente a 43.15% de ahorro), el tiempo unitario disminuyó de 0.0116896 días/m² a 0.0071783 días/m², y la productividad aumentó de 86.44m²/día a 139.64m²/día (véase *table 5*). Además, con BIM se observa mayor estabilidad en la elaboración de expediente técnico (menor variación en tiempos y productividad), lo cual es coherente con lo señalado por los estudios nacionales: al mejorar la coordinación y anticipar correcciones en la etapa de diseño, se reducen retrabajos y se mejora el control del expediente, reflejándose en ahorro y mejor desempeño.

A nivel local, los resultados se alinean con lo que reportan los estudios de Cajamarca respecto a que BIM mejora el desempeño en la etapa de diseño y elaboración del expediente, aunque cada investigación lo mide con distintos indicadores. Carrera (2025) evidencia que la coordinación y planificación apoyadas en BIM (análisis de interferencias y programación 4D) fortalecen el proceso de elaboración del expediente técnico, lo cual es consistente con nuestros hallazgos de mayor eficiencia operativa (véase la tabla 5): el costo unitario de elaboración se redujo en 43.15% ($7.4871 \rightarrow 4.2565 \text{ S/m}^2$), el tiempo unitario disminuyó 38.6% ($0.0116 \rightarrow 0.0071 \text{ días/m}^2$) y la productividad aumentó 61.5% ($86.44 \rightarrow 139.64 \text{ m}^2/\text{día}$). Por su parte, Asencio (2025) no evalúa el costo del proceso de elaborar el expediente como en este estudio, sino la diferencia en el presupuesto de diseño con BIM 5D (6.78%), por lo que se usa como soporte local de que BIM aporta mayor control y consistencia en la fase de diseño, sin asumir equivalencia directa con nuestro ahorro en S/ m^2 . Finalmente, lo señalado por Urteaga (2022) sobre mejora de calidad y reducción de tiempos se refuerza con nuestros resultados, tanto por la reducción del tiempo unitario como por la percepción: la reducción de tiempo está relacionada directamente con nuestro estudio por que los resultados de regresión lineal muestran que el aumento de productividad reduce los tiempos y costos de producción haciendo de BIM más eficiente, adicionalmente, el 73.7% de los encuestados considera que BIM es superior en calidad e integración disciplinaria (*ver figura 11*).

Los resultados cualitativos de esta investigación se alinean con el diagnóstico local de Caro (2022), quien señaló que en Cajamarca el uso de BIM es esporádico (26.7% de empresas y 25% de profesionales) y que el nivel de adopción se mantiene medio-bajo por debilidades en capacitación, procesos e institucionalización. En efecto, en nuestras encuestas las principales barreras percibidas fueron el alto costo inicial (89.5%), la falta de infraestructura tecnológica/metodológica (84.2%) y la falta de capacitación (78.9%), además de resistencia al cambio (26.3%) y desconocimiento normativo (21.1%) (*ver figura 6*), lo que explica por qué

la adopción no se consolida como práctica sostenida. Cabe precisar que “aplicar BIM en un expediente” no equivale necesariamente a “tener BIM plenamente implementado y maduro como sistema de trabajo”: en los casos analizados BIM sí se utilizó, pero bajo condiciones todavía incompletas (madurez parcial), lo que justifica que las barreras sigan siendo altas; siendo tan alto el costo de implementación de BIM en un inicio, se hace más rentable con el transcurso del tiempo que lleva implementado permitiendo ahorro de tiempo y costo en su uso. Esta percepción también se sustenta con la valorización referencial de los expedientes analizados (*ver Anexo 10*): el costo BIM por expediente (licencias, CDE e infraestructura TI) varía entre S/.2,703.67 y S/.6,420.83, equivalente a 5.0%-12.4% del costo total de elaboración del expediente (S/.51,975.00-S/.54,804.17), observándose que el mayor peso proviene de la infraestructura TI (79%-91%), más que de licencias/CDE. Asimismo, los problemas reportados por los encuestados (por ejemplo, sincronización de datos 47.4%, gestión de familias/bibliotecas 36.8% e incompatibilidades de formato 21.1%) evidencian falta de estandarización y planificación, lo que coincide con Caro (2022) sobre refuerzos insuficientes y procesos internos débiles. En este contexto, lo planteado por Arango y Pineda (2023) en Lima ayuda a explicar la presión actual sobre el sector: el Plan BIM Perú busca integrar BIM en proyectos públicos para mejorar la gestión de información y documentación técnica, exigiendo a consultoras y ejecutoras incorporar BIM en diseño y ejecución; por ello, las pequeñas y medianas empresas deben ajustar procesos organizativos y tecnológicos para cumplir estos requisitos, lo que se refleja directamente en las barreras identificadas en esta investigación (costos, infraestructura y capacitación). A pesar de estas limitaciones, los encuestados en esta investigación reconocen el potencial de mejora: priorizan capacitaciones (84.2%), actualización continua (94.7%) y mayor soporte institucional (*ver figura 10*), y además perciben un impacto positivo en el producto, ya que 73.7% considera que BIM es superior en calidad e integración disciplinaria. En conjunto, los antecedentes y los resultados convergen en

que BIM mejora la calidad del expediente, pero su adopción sostenida requiere fortalecer infraestructura, capacitación y estandarización, especialmente en empresas locales que están adaptándose a las exigencias del Plan BIM Perú.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La metodología BIM demuestra una eficiencia significativamente superior frente a la metodología tradicional en la elaboración de expedientes técnicos, al requerir menor tiempo y menor costo por metro cuadrado. En particular, BIM registra un promedio de 0.0071 días/m² frente a 0.01169 días/m² del método tradicional, así como un costo promedio de 4.25 soles/m² frente a 7.48 soles/m². Asimismo, presenta una menor variabilidad en los resultados, lo que evidencia mayor consistencia, control y previsibilidad del proceso, consolidando a BIM como una metodología más eficiente para la optimización de recursos y tiempos.

La productividad obtenida mediante la metodología BIM resulta sustancialmente mayor, alcanzando un promedio de 139.64 m²/día, lo que representa un incremento superior al 60% respecto a los 86.44 m²/días registrados con la metodología tradicional. El análisis del Índice de Eficiencia General (IEG) confirma que la productividad explica al 92.2 % de la eficiencia global, mientras que la metodología, de forma aislada, no resulta estadísticamente significativa. Esto evidencia que BIM mejora la eficiencia principalmente a través de su capacidad para incrementar la productividad, reduciendo el tiempo y el costo por metro cuadrado.

Desde el punto de vista económico, la metodología BIM presenta una alta rentabilidad, reflejada en un ahorro del 43.15 % en costos por metro cuadrado y un incremento del 8.92 % en productividad diaria ajustada al costo. Estos resultados confirman que BIM no solo optimiza el desempeño técnico, sino que genera beneficios económicos y operativos sostenibles, haciendo viable su implementación a largo plazo en la elaboración de expedientes técnicos.

No obstante, a pesar de los beneficios demostrados, la adopción de la metodología BIM enfrenta obstáculos relevantes, entre los que destacan la limitada digitalización de

procesos, deficiencias en la documentación técnica, falta de formación continua del personal, infraestructura tecnológica insuficiente e incompatibilidades entre softwares. Sin embargo, se evidencia una transición progresiva hacia BIM, impulsada por su mayor eficiencia y por el compromiso de los profesionales del sector, lo que representa una oportunidad estratégica para fortalecer su implementación mediante políticas públicas, programas de capacitación técnica y la estandarización normativa y tecnológica en el contexto del estado peruano.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda que futuras investigaciones planifiquen desde el inicio la selección de empresas consultoras y entidades que garanticen acceso completo y verificable a la documentación técnica y económica (metrados, presupuestos, cronogramas, memorias, planos, RFI, cambios y reportes de coordinación), a fin de contrastar resultados con mayor precisión y reducir limitaciones por información restringida.

Asimismo, en caso los expedientes técnicos sean aprobados y ejecutados, se sugiere ampliar el análisis hacia la fase de ejecución de obra para evaluar si los beneficios identificados en la etapa de diseño se mantienen durante el ciclo de vida del proyecto.

Finalmente, se recomienda que futuras investigaciones midan y controlen variables que pueden influir en la eficiencia independientemente de la metodología, en especial la experiencia del equipo elaborando expedientes técnicos y el nivel de conocimiento/experiencia en BIM, ya que en esta muestra la mayoría tiene experiencia menor o igual a 5 años en expedientes y, entre quienes trabajan con BIM, predominan niveles intermedio (42.1%) y avanzado (31.6%). Asimismo, se sugiere controlar el LOD, el número de especialidades, las herramientas empleadas, el grado de estandarización (BEP, plantillas, CDE) y la madurez organizacional, para atribuir con mayor certeza los efectos observados a BIM o al enfoque tradicional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, L. & Pérez, D. (2024). Ventajas de la aplicación de la metodología BIM 4D-5D para la optimización de la gestión del tiempo y costo en la fase de elaboración del expediente técnico del colegio Manuel Benito Linares en Socabaya. Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín. Repositorio Institucional UNSA. <https://hdl.handle.net/20.500.12773/19201>
- Asencio, D. (2025). Incidencia de la metodología tradicional con la metodología BIM a nivel 5D - Cost It, en la etapa de diseño del proyecto: I.E.P N.º 10455 - C.P. El Naranjo - Tacabamba - Chota - Cajamarca. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cajamarca. Repositorio Institucional UNC. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/7585>
- Aragón, D. & Flores, P. (2018). Análisis comparativo entre las metodologías BIM y tradicional implementadas en gestión de tiempo y gestión de costo del proyecto edificio central panadería corazón de oro. Universidad Nacional de Ingeniería. <http://ribuni.uni.edu.ni/id/eprint/2504>
- Arango, A. & Pineda, A. (2023). Propuesta de una guía para mejorar el proceso de elaboración de expedientes técnicos para PYMES que licitan en proyectos lineales de inversión pública utilizando la metodología BIM (Tesis de pregrado, título de Ingeniero Civil). UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, Facultad de Ingeniería. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/671072>
- Bautista, L. & Duque, A. (2018). Sener, pionera en la implementación de metodología BIM aplicada a infraestructuras. Revista de Obras Públicas: Órgano profesional de los ingenieros de caminos, canales y puertos, N°3597: 98-105. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6882416>
- Bayona, M., Dalaison, W., Figueroa, C., & Tala, N. (2025, 12 de junio). Building Information Modeling (BIM) en proyectos del sector transporte en América Latina y el Caribe: una realidad. Moviliblog - Banco Interamericano de Desarrollo. <https://blogs.iadb.org/transporte/es/building-information-modeling-bim-en-proyectos-del-sector-transporte-en-america-latina-y-el-caribe-una-realidad/>
- BIM Forum. (2022). Especificación del nivel de desarrollo - Forum BIM. <https://bimforum.org/wp-content/uploads/2023/01/Supplement-to-LOD-Spec-2022-Supplement.pdf>

- British Standards Institution (BSI). (2013). PAS 1192-2:2013: Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling (BIM). BSI Group.
- BuildingSMART. (2023). Utilice el Manual para la Nomenclatura de BIM. Building SMART. España. <http://www.buildingsmart.es/recursos/nomenclatura-documentos-bim>
- Cabrera, J. & Quiroz, L. (2020). Análisis del retorno de inversión al aplicar Building Information Modeling (BIM) en un proyecto inmobiliario (Tesis de pregrado, título de Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/17033>
- Carrera Terrones, Y. L. (2025). Aplicación de la metodología BIM 5D para optimizar la planificación y el control de costos en la I.E. N° 82696 Carbón Alto, Gregorio Pita, San Marcos, Cajamarca. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cajamarca. Repositorio Institucional UNC. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/9007>
- Caro, A. (2023). Nivel de adopción de BIM en el sector construcción en la ciudad de Cajamarca, 2022 (Tesis de pregrado, título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6068#:~:text=Por%20lo%20que%20se%20concluye,de%20Cajamarca%20es%20medio%20bajo.>
- Contraloría General de la República del Perú. (1988). Resolución de Contraloría N.º 195-1988-CG (pág. 1). <https://www.gob.pe/institucion/contraloria/normas-legales/2304038-195-1988-cg>
- Das, K., Khursheed, S., & Paul, V. K. (2025). The impact of BIM on project time and cost: Insights from case studies. Discover Materials. Springer. <https://doi.org/10.1007/s43939-025-00200-2>
- González, W. & Lesmes, C. (2017). Siete dimensiones de un proyecto de construcción con la metodología Building Information Modeling. L'esprit Ingénieur, 8(1). <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieur/article/view/1659>
- Guía Nacional BIM (2023). Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM. Ministerio de Economía y Finanzas. https://mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/anexos/anexo_RD003_2023EF6301.pdf
- Instituto Nacional de Calidad. (2021a). NTP-ISO 19650-1:2021. Organización y digitalización de la información sobre edificios y obras de ingeniería civil incluyendo el modelado

- de la información de la construcción (BIM). Parte1: Conceptos y principios. Lima: INACAL.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (1992). Perú: Metodología de los índices unificados de precios de la construcción. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/6_1.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2023). Perú: Indicadores de Gestión Municipal 2023 (pág. 44). <https://www.gob.pe/institucion/inei/informes-publicaciones/5665613-peru-indicadores-de-gestion-municipal-2023>
- International Organization for Standardization (ISO). (2018). ISO 19650-1:2018: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Part 1: Concepts and principles. ISO.
- Llanos, M. & Orbegoso, S. (2023). Implementación de la metodología BIM para optimizar la productividad en el proyecto de construcción Institución Educativa 2199 - Rayito de Luz en El Porvenir, 2023. Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/33664>
- Ley General de Contrataciones Públicas, Ley N° 32069 (2024). Diario el Peruano (pág. 15-16). https://cdn.gacetajuridica.com.pe/laley/LEY%20N%C2%BA30225_LALEY.pdf
- Mena, K. & Timaná, B. (2022). Aplicación de la metodología BIM en el proyecto institución educativa inicial N°1373 - Ollanta Humala, 26 de octubre, Piura, 2022. Tesis de grado, Universidad César Vallejo. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/126984>
- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). (2017). Pautas y recomendaciones para la elaboración de expedientes técnicos. https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacitaciones/Guia_Instruccion/4_Pautas_y_recomendaciones_para_la_elaboracion_de_expedientes_tecnicos.pdf
- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). (2023). Instructivo del Formato N.º 05: Registro del Plan de Ejecución BIM - BEP. Dirección General de Programación Multianual de Inversiones. https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/anexos/instructivo_formato5_RD0005_2021EF6301.pdf
- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). (2024). Guía general para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión. Dirección General de Programación Multianual de Inversiones.

https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/Metodologias_Generales_PI/GUIA_EX_ANTE_InviertePe.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). Manual de especificaciones técnicas generales para construcción (EG-2013).

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%2028Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013%29.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2010). Norma técnica de metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas.

<https://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2011/Mayo/18/RD-073-2010-VIVIENDA-VMCS-DNC.pdf>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). Reglamento nacional de edificaciones.

<https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

Morales, R. (2024). BIM y la transformación digital de la construcción: impulso a la eficiencia en Latinoamérica. Red BIM Gob Latam.

<https://redbimgoblatam.com/en/2024/10/09/bim-y-la-transformacion-digital-de-la-construccion-impulso-a-la-eficiencia-en-latinoamerica/>

Murguía, D., Vasquez, C., Balboa, M., Lara, W. 2021. Segundo Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao. Informe técnico. Lima, Perú. Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú. 26 p.

<https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/176216>

Project Management Institute. (2021). A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK guide 7th ed.). Newtown Square, Pensilvania. PMI Institute. 28-30.

Rehman, I., Mazher, K., & Wuni, I. (2025). Systematic review of 4D BIM benefits in construction projects. Results in Engineering, 28, 107091.

<https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.107091>.

Soto, C., & Manríquez, S. (2023). Panorama general del avance de BIM en América Latina y el Caribe (p. 11). CAF - Banco de Desarrollo de América Latina.

<https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/2022/Panorama%20General%20del%20Avance%20de%20BIM%20en%20Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20el%20Caribe.pdf>

- Towey, D. (2013). Cost management of construction projects. Oxford, United Kingdom: Wiley-Blackwell.
- Urteaga, L. (2022). Impacto de la implementación de la metodología BIM en la etapa de diseño de proyectos de vivienda, desarrollados por empresas de consultoría de obras - Cajamarca 2021 (Tesis de pregrado, título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5319>
- Valdivieso, F. & Valdivieso, R. (2023). Metodología BIM para la elaboración del Expediente Técnico del proyecto “Puente Huanchuy y Accesos” (Casma, 2020) (Tesis de pregrado, título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/19610>
- Věrný, L., & Žák, J. (2025). A cost-benefit analysis of BIM methodology implementation in the preparation and construction phase of public sector projects. Buildings, 15(21), 3837. <https://doi.org/10.3390/buildings15213837>

ANEXOS:

Anexo 01: Matriz de las características de las empresas seleccionadas.

Tabla 25.

Principales Características de las empresas seleccionadas

Empresa	Historial y Experiencia en BIM	Proyectos Destacados con BIM	Colaboración y Asociaciones
Pyramid Structures	Experimentada con 5 años de experiencia	- Proyecto Puesto de Salud en la localidad de Huambos. - Numerosos proyectos elaborados para Cementos Pacasmayo en la localidad de Yonan.	Asociaciones con Autodesk, empresa líder de software a nivel internacional en el continente americano; asociada para la capacitación continua sobre BIM dentro de la región Cajamarca.
Luana y Capella Constructores EIRL	Adopción con más de 2 años de experiencia	Construcción de IE 82323, Cauday-Condebamba, Cajabamba-Cajamarca. CÓDIGO ARCC N.º 2710	Participación en grupos de trabajo (Consortio Fortuna) colaborativo de diseño y ejecución
CSC Ingeniería y Construcción EIRL	No cuenta con experiencia en BIM	Sin proyectos previos de BIM destacados	Sin colaboraciones conocidas en el ámbito de BIM
Advanced Ingenieros SCRL	No cuenta con experiencia en BIM	Sin proyectos previos de BIM destacados	Sin colaboraciones conocidas en el ámbito de BIM
LinePro Bienes y Servicios EIRL	No cuenta con experiencia en BIM	Sin proyectos previos de BIM destacados	Sin colaboraciones conocidas en el ámbito de BIM

Nota: La matriz ofrece una visión integral del posicionamiento de cada empresa frente a los distintos aspectos del uso de la metodología BIM y la elaboración de expedientes técnicos de obra. Asimismo, facilita la comprensión del contexto y de las capacidades de las empresas seleccionadas en el estudio.

Anexo 02: Selección de expedientes técnicos

Tabla 26.

Selección de expedientes técnicos

MPRESA	METODOLOGÍA	EXPEDIENTE TÉCNICO
Advanced Ingenieros SCRL	Tradicional	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA INSTITUCION EDUCATIVA COLEGIO JOSE MARIA ARGUEDAS - CHIRINOS, SAN IGNACIO, CAJAMARCA
Advanced Ingenieros SCRL	Tradicional	AMPIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCION EDUCATIVA ICEGECOM MONTE GRANDE DE MONTEGRANDE, HUARANGO, SAN IGNACIO, CAJAMARCA
CSC Ingeniería y Construcción EIRL	Tradicional	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO DE LA I.E. N° 10675 DEL CENTRO POBLADO ACHIRAMAYO DEL DISTRITO DE NINABAMBA - PROVINCIA DE SANTA CRUZ - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA
CSC Ingeniería y Construcción EIRL	Tradicional	"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN I.E. SENOR DE LOS MILAGROS DE CENTRO POBLADO NINABAMBA DISTRITO DE NINABAMBA DE LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ DEL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA
LinePro Bienes y Servicios EIRL	Tradicional	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EN EDUCACIÓN SECUNDARIA DEL COLEGIO ALBERTO TURPAUD DEL DISTRITO DE TONGOD, SAN MIGUEL, CAJAMARCA
LinePro Bienes y Servicios EIRL	Tradicional	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EN EDUCACIÓN SECUNDARIA DEL COLEGIO JOSÉ GABRIEL CONDORCANQUI NOGUERA DEL DISTRITO DE YAUYUCAN, SANTA CRUZ, CAJAMARCA
Luana y Capella Constructores EIRL	BIM	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO DEL LOCAL ESCOLAR IE. 82323, CAUDAY, CONDEBAMBA, CAJABAMBA, CAJAMARCA
Luana y Capella Constructores EIRL	BIM	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO DEL LOCAL ESCOLAR IE. 82366 CORRALPAMPA, CACHACHI, CAJABAMBA, CAJAMARCA
Pyramid Structures	BIM	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SECUNDARIA MIXTA N°. 82567 TORIBIO ALVAREZ REVILLA TEMBLADERA, YONAN, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA
Pyramid Structures	BIM	MEJORAMIENTO, CONSTRUCCIÓN Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SECUNDARIA MIXTA N° GRAN GUZMANGO CAPAC CHILETE, CHILETE, CONTUMAZÁ, CAJAMARCA

Nota: los expedientes fueron seleccionados de acuerdo a una ubicación cercana para generalizar los datos obtenidos.

Anexo 03: Validación de encuesta

1. Datos de los Expertos

Tabla 27.

Datos de los expertos

Experto	Grado Académico	Profesión	Cargo y Empresa	Centro de Estudios de Procedencia
Luis Arias Campos	Bachiller	Ingeniero Civil	Gerente de PMO en CCA	Universidad Nacional de Cajamarca
Cristian Zamora Huamán	Titulado	Ingeniero Civil	Gerente especialista BIM en Monta Engil	Universidad Nacional de Cajamarca
José Tapia Alfaro	Titulado	Ingeniero Civil	Coordinador BIM en CCECC PERU	Universidad Nacional de Cajamarca
Jeanpierre Diaz Vásquez	Titulado	Ingeniero Civil	Analista BIM en CCECC PERU	Universidad Privada Antenor Orrego
Janet Carolyn Pérez Escalante	Titulado	Arquitecta	Coordinadora BIM en Inmobiliaria Quadraespacios	Universidad Privada del Norte

Nota: derivada de la ficha de evaluación de los expertos.

2. Calificación de pertinencia de expertos

Tabla 28.

Resultados de evaluación de pertinencia

Ítem	Pregunta	E1 (Luis Arias)	E2 (Cristian Zamora)	E3 (José Tapia)	E4 (Jeanpierre Diaz)	E5 (Janet Pérez)
1	Nombres y Apellidos	3	4	3	3	3
2	Nombre de la empresa	3	3	3	3	3
3	Cargo	4	4	4	4	4
4	Experiencia laboral	3	3	3	3	3
5	Sueldo mensual	4	3	4	3	4
6	Nivel de conocimiento y experiencia en BIM	4	4	3	4	4
7	Obstáculos identificados	3	3	4	3	3
8	Dificultades en Ley N°32069	4	3	4	3	3
9	Nivel de desafío en capacitación	3	3	3	3	4
10	Problemas de compatibilidad de software	3	3	3	3	3
11	Accesibilidad de recursos Plan BIM Perú	4	3	3	4	4
12	Medidas clave para superar obstáculos	4	4	4	4	4
13	Mejoras Ley N°32069	4	4	4	4	4
14	Necesidad de software proporcionado por el Estado	4	4	4	4	4
15	Impacto de BIM en eficiencia y calidad	3	4	3	3	3
16	Comentarios adicionales	4	4	4	4	4

Nota: derivada de la ficha de evaluación de los expertos, escala: 1 = Poco pertinente, 2 = Medianamente pertinente, 3 = Pertinente, 4 = Muy pertinente

Tabla 29.

Resultados de fiabilidad de la prueba por el método de Cronbach

Estadísticas de fiabilidad de pertinencias		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
.850	.851	16

Nota: derivada de la tabla 32, exportada y analizada al SPSS versión 27

En conclusión, el resultado confiabilidad para la pertinencia de la encuesta realizada fue del 85.1%, demostrando que la prueba es recomendable para cuestionarios de investigación.

3. Calificación de adecuación/claridad de los ítems por los expertos

Tabla 30.

Resultados de evaluación de adecuación

Ítem	Pregunta	E1 (Luis Arias)	E2 (Cristian Zamora)	E3 (José Tapia)	E4 (Jeanpierre Diaz)	E5 (Janet Pérez)
1	Nombres y Apellidos	4	4	4	4	4
2	Nombre de la empresa	4	4	4	4	4
3	Cargo	3	3	3	3	3
4	Experiencia laboral	3	3	3	3	3
5	Sueldo mensual	4	4	3	4	3
6	Nivel de conocimiento y experiencia en BIM	4	4	3	4	4
7	Obstáculos identificados	3	3	4	3	3
8	Dificultades en Ley N°32069	4	3	4	3	3
9	Nivel de desafío en capacitación	4	4	4	4	4
10	Problemas de compatibilidad de software	4	4	4	4	4
11	Accesibilidad de recursos Plan BIM Perú	4	3	3	4	4
12	Medidas clave para superar obstáculos	3	3	3	3	3
13	Mejoras Ley N°32069	4	4	4	4	4
14	Necesidad de software proporcionado por el Estado	3	3	3	3	3
15	Impacto de BIM en eficiencia y calidad	3	4	3	3	3
16	Comentarios adicionales	4	4	4	4	4

Nota: derivada de la ficha de evaluación de los expertos, Escala: 1 = Poco claro, 2 = Medianamente claro, 3 = Claro, 4 = Muy claro

Tabla 31.

Resultados de fiabilidad de la prueba por el método de Cronbach

Estadísticas de fiabilidad de adecuación		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
.894	.895	16

Nota: derivada de la tabla 34, exportada y analizada al SPSS versión 27

En conclusión, el resultado confiabilidad para la adecuación de la encuesta realizada fue del 89.5%, demostrando que la prueba es recomendable para cuestionarios de investigación.

4. Observación y aprobación de expertos

Tabla 32.

Aprobación y observaciones de los expertos.

Evaluación Final de Encuesta							
Ítem	Pregunta	E1	E2	E3	E4	E5	Observación Final
1	Nombres y Apellidos	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Ítem aprobado por todos los expertos.
2	Nombre de la empresa	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada; E3 sugiere verificar coherencia en las opciones de empresas.
3	Cargo	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Ítem aprobado; todas las categorías son pertinentes.
4	Experiencia laboral	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	E4 recomienda unificar rangos para mayor claridad.
5	Sueldo mensual	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Ítem aprobado; opción “otro” permite flexibilidad.
6	Nivel de conocimiento y experiencia en BIM	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Ítem aprobado; clasificación clara y pertinente.
7	Obstáculos identificados	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada; se sugiere revisar la opción “otros” para evitar ambigüedad.
8	Dificultades en Ley N°32069	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada; E3 recomienda clarificar relación con normas peruanas.
9	Nivel de desafío en capacitación	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Ítem aprobado; categorías de la escala adecuadas.
10	Problemas de compatibilidad de software	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada; E4 sugiere simplificar opciones para evitar sobrecarga.
11	Accesibilidad de recursos Plan BIM Perú	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Ítem aprobado; escala clara y pertinente.
12	Medidas clave para superar obstáculos	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada; E2 sugiere revisar redacción de “actualización continua”.
13	Mejoras Ley N°32069	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Ítem aprobado; categorías relevantes y comprensibles.
14	Necesidad de software proporcionado por el Estado	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Ítem aprobado; respuesta simple y clara.
15	Impacto de BIM en eficiencia y calidad	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada; escala adecuada para percepción de resultados.
16	Comentarios adicionales	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Aprobada	Ítem aprobado; permite capturar información cualitativa adicional.

Anexo 04: Ficha para validación de encuestas

Validación de: "Encuesta para evaluar los obstáculos que presentan la implementación de la metodología BIM en empresas que elaboran expedientes técnicos".

La finalidad de estudio de esta encuesta tiene por finalidad recopilar información en empresas que elaboran expedientes técnicos, para detectar obstáculos que tienen o podrían tener al implementar BIM para la operación de sus procesos. La encuesta se divide en 2 secciones, la primera comprende la identificación de los encuestados y la segunda comprende la percepción de los obstáculos que estos encontraron durante la elaboración de expedientes técnicos.

* Indica que la pregunta es obligatoria

1. Nombre *

2. Grado Académico *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Bachiller
☐ Titulado

3. Profesión

Marca solo un óvalo.

- ☐ Arquitecto
☐ Administrador de empresas
☐ Ing. Civil
☐ Ing. Industrial

4. Cargo y empresa

5. Centro de estudios de procedencia

Indicaciones

Con base en la descripción de la encuesta, se solicita calificar en una escala de Likert el grado de pertinencia y adecuación de las preguntas que se presentan a continuación.

- Pertinencia:** se refiere a qué tanto la pregunta permite obtener información relevante para la investigación en curso. (Escala: 1 = Poco pertinente, 2 = Medianamente pertinente, 3 = Pertinente, 4 = Muy pertinente)
- Adecuación:** hace referencia a cuán clara resulta la redacción de la pregunta para los destinatarios de la encuesta. (Escala: 1 = Poco claro, 2 = Medianamente claro, 3 = Claro, 4 = Muy claro)

En caso lo considere necesario, puede incluir recomendaciones y/o sugerencias en el apartado de comentarios.

6. Pregunta 01: *

Nombres y Apellidos *

Texto de respuesta breve

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4
Pertinencia	☐	☐	☐	☐
Adecuación	☐	☐	☐	☐

CCA
CCA PERU SAC
GERENTE DE PMO
LUIS ANGEL ARIAS CAMPOS
12-11-25

CRISTHÁN DANIEL ZAMORA HUAMAN
CIP: 335520
ESPECIALISTA BIM
27-10-25

CCECC PERU
JOSÉ EDUARDO TAPIA ALFARO
CIP: 338798
COORDINADOR BIM
12-11-25

JEANPIERRE C.L DIAZ VÁSQUEZ
ANALISTA BIM
CIP: 247028
CCECC-PERU
12/11/25

JANET CAROLYN PEREZ ESCALANTE
CAP: 30828
COORDINADORA BIM
QUADRA ESPACIOS
19/11/25

7. Pregunta 02: *

Nombre de la empresa donde labora *

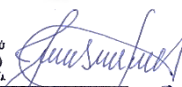
- ☐ Advanced Ingenieros SCRL
- ☐ CSC Ingeniería y Construcción EIRL
- ☐ Luana y Capella Constructores EIRL
- ☐ LinePro Bienes y Servicios EIRL
- ☐ Pyramid Structures

Marca solo un óvalo por fila.

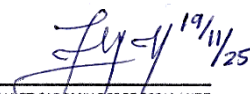
	1	2	3	4
Pertinencia	☐	☐	☐	☐
Adecuación	☐	☐	☐	☐


CCA PERU SAC
 GERENTE DE PMO
 LUIS ANGEL ARIAS CAMPOS
 12-11-25


CRISTHÁN DANIEL ZAMORA HUAMAN
 CIP: 335520
 ESPECIALISTA BIM
 27-10-25


CCBOC PERÚ
JOSÉ EDUARDO TAPIA ALFARO
 CIP: 336798
 COORDINADOR BIM
 12-11-25


CCBOC PERÚ
JEANPIERRE C. L. DIAZ VÁSQUEZ
 ANALISTA BIM
 CIP: 247028
 CCBOC - PERÚ
 12/11/25


JANET CAROLYN PEREZ ESCALANTE
 CAP: 30828
 COORDINADORA BIM
 QUADRA ESPACIOS

8. Pregunta 03: *

Cargo *

- ☐ Gerente General / Director General
- ☐ Gerente de Proyectos
- ☐ Gerente de Finanzas / Administrativo
- ☐ Jefe de Proyecto / Project Manager
- ☐ Ingeniero de Costos, Presupuestos y planeamiento
- ☐ Ingeniero de diseño - Estructuras
- ☐ Arquitecto / Ingeniero de diseño - Arquitectura
- ☐ Ingeniero de diseño - Instalaciones
- ☐ Ingeniero asistente de diseño
- ☐ Jefe BIM / Analista BIM
- ☐ Coordinador BIM
- ☐ Modelador BIM
- ☐ Otros: _____

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4
Pertinencia	☐	☐	☐	☐
Adecuación	☐	☐	☐	☐

9. Pregunta 04: *

Experiencia laboral *

- ☐ Menos de 2 años
- ☐ 2 - 3 años
- ☐ 3 - 5 años
- ☐ Más de 5 años

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4
Pertinencia	☐	☐	☐	☐
Adecuación	☐	☐	☐	☐

10. Pregunta 05: *

Sueldo mensual *

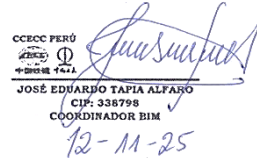
- ☐ Menor a S/.2500
- ☐ S/.2500 - S/.3500
- ☐ S/.3500 - S/.4500
- ☐ S/.4500 - S/.5500
- ☐ Mayor a S/.5500

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4
Pertinencia	☐	☐	☐	☐
Adecuación	☐	☐	☐	☐



CRISTHIAN DANIEL ZAMORA HUAMAN
CIP: 335520
ESPECIALISTA BIM
27-10-25



JEANPIERRE C.I. DIAZ VÁSQUEZ
ANALISTA BIM
CIP: 247028
CCECC PERU
12/11/25

JANET CAROLYN PÉREZ ESCALANTE
CAP: 30828
COORDINADORA BIM
QUADRA ESPACIOS
19/11/25

11. Pregunta 06: *

Nivel de conocimiento y experiencia en BIM *

- ☐ Básico
- ☐ Intermedio
- ☐ Avanzado

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4
Pertinencia	☐	☐	☐	☐
Adecuación	☐	☐	☐	☐

12. Pregunta 07: *

¿Cuáles de los siguientes obstáculos ha identificado al implementar BIM en la elaboración de expedientes técnicos en su empresa? (Selección múltiple) *

- ☐ Falta de capacitación del personal
- ☐ Resistencia al cambio por parte del equipo
- ☐ Falta de infraestructura tecnológica adecuada
- ☐ Alto costo inicial de implementación
- ☐ Limitada disponibilidad de software especializado
- ☐ Desconocimiento de las normativas relacionadas con BIM (Plan BIM Perú)
- ☐ Otros: _____

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4
Pertinencia	☐	☐	☐	☐
Adecuación	☐	☐	☐	☐

13. Pregunta 08: *

¿Qué dificultades ha encontrado al aplicar BIM en el contexto de la Ley General de Contrataciones Públicas N°32069? (Opción múltiple)

- ☐ Falta de claridad en las especificaciones técnicas
- ☐ Limitaciones en la integración con requisitos legales
- ☐ Insuficiente alineación entre los estándares BIM y las normas peruanas
- ☐ Otros: _____

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4
Pertinencia	☐	☐	☐	☐
Adecuación	☐	☐	☐	☐

14. Pregunta 09: *

¿Qué tan desafiante considera usted capacitar al equipo en el uso de BIM en la empresa donde labora?

- ☐ Muy desafiante
- ☐ Moderadamente desafiante
- ☐ Poco desafiante
- ☐ Nada desafiante

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4
Pertinencia	☐	☐	☐	☐
Adecuación	☐	☐	☐	☐

15. Pregunta 10: *

¿Qué problemas frecuentes de compatibilidad entre diferentes softwares BIM utilizados en los proyectos donde ha participado encuentra? (Opción múltiple)

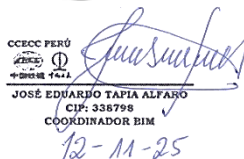
- ☐ Diferencias en los formatos de archivo
- ☐ Pérdida de información al transferir modelos
- ☐ Incompatibilidad en la gestión de familias o bibliotecas
- ☐ Errores en la coordinación
- ☐ Falta de estándares de nomenclatura comunes
- ☐ Problemas en la sincronización de datos para costos, programaciones y planeamiento
- ☐ Disparidades en las unidades de medida
- ☐ Limitaciones en la compatibilidad con software de análisis
- ☐ Otros: _____

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4
Pertinencia	☐	☐	☐	☐
Adecuación	☐	☐	☐	☐



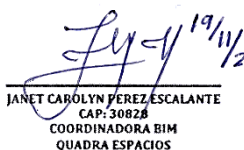
CRISTIAN DANIEL ZAMORA HUAMAN
CIP: 335520
ESPECIALISTA BIM
27-10-25



JOSÉ EDUARDO TAPIA ALFARO
CIP: 338798
COORDINADOR BIM
12-11-25



JEANPIERRE C. L. DIAZ VASQUEZ
ANALISTA BIM
CIP: 247028
CCECC - PERU
12/11/25



JANET CAROLYN PEREZ ESCALANTE
CAP: 30826
COORDINADORA BIM
QUADRA ESPACIOS
19/11/25

16. Pregunta 11: *

¿Qué tan accesibles considera los recursos y guías para aplicar el PLAN BIM PERÚ en su empresa?

- ☐ Muy accesibles
- ☐ Moderadamente accesibles
- ☐ Poco accesibles
- ☐ Nada accesibles

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4
Pertinencia	☐	☐	☐	☐
Adecuación	☐	☐	☐	☐



Launuraf
CRISTHIAN DANIEL ZAMORA HUAMAN
 CIP: 335520
 ESPECIALISTA BIM
 27-10-25

17. Pregunta 12: *

¿Qué medidas considera clave para superar los obstáculos en la adopción de BIM en su empresa donde trabaja?

- ☐ Programas de capacitación
- ☐ Actualización continua
- ☐ Incentivos económicos para implementar BIM
- ☐ Establecimiento de estándares claros y detallados
- ☐ Mayor apoyo gubernamental y normativo
- ☐ Otros: _____

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4
Pertinencia	☐	☐	☐	☐
Adecuación	☐	☐	☐	☐

CCECC PERÚ
JOSÉ EDUARDO TAPIA ALFARO
 CIP: 338798
 COORDINADOR BIM

12-11-25

ANALISTA BIM
JEANPIERRE C. L. DIAZ VÁSQUEZ
 CIP: 247028
 CCECC - PERÚ

Ly = 19/11/25
JANET CAROLYN PEREZ ESCALANTE
 CAP: 30828
 COORDINADORA BIM
 QUADRA ESPACIOS

18. Pregunta 13: *

¿Qué mejoras sugeriría en la Ley General de Contrataciones Públicas N°32069 para facilitar el uso de BIM en la empresa donde labora?

- ☐ Mayor especificación técnica sobre el uso de BIM
- ☐ Inclusión de lineamientos específicos para procesos BIM
- ☐ Fomento de alianzas público-privadas para capacitación
- ☐ Otros: _____

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4
Pertinencia	☐	☐	☐	☐
Adecuación	☐	☐	☐	☐

19. Pregunta 14: *

¿Considera necesario que el Estado proporcione software o herramientas BIM a las empresas contratistas y entidades estatales para tener mayor compatibilidad, eficiencia y disponibilidad al momento de revisar los expedientes técnicos?

- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Tal vez

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4
Pertinencia	☐	☐	☐	☐
Adecuación	☐	☐	☐	☐

20. Pregunta 15: *

¿Cómo percibe el impacto de BIM en la eficiencia y calidad de los expedientes técnicos en comparación con los métodos tradicionales después de haber implementado esta metodología en su empresa?

- ☐ Mucho mejor
- ☐ Moderadamente mejor
- ☐ Igual
- ☐ Peor

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4
Pertinencia	☐	☐	☐	☐
Adecuación	☐	☐	☐	☐

21. Pregunta 16: *

¿Desea agregar algún comentario sobre su experiencia con BIM y su impacto en la eficiencia de la empresa?

Texto de respuesta largo

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4
Pertinencia	☐	☐	☐	☐
Adecuación	☐	☐	☐	☐

CCA Perú SAC
GERENTE DE PMO
1105 AMIGOS ARIAS CAMINO
12-11-25

CRISTHIAN DANIEL ZAMORA HUAMAN
CIP: 335520
ESPECIALISTA BIM
27-10-25

CCECC PERÚ
JOSÉ EDUARDO TAPIA ALFARO
CIP: 336798
COORDINADOR BIM
12-11-25

JEANPIERRE C. L. DIAZ VÁSQUEZ
ANALISTA BIM 12/11/25
CIP: 247028
CCECC - PERÚ

JANET CAROLYN PEREZ ESCALANTE
CAP: 30828
COORDINADORA BIM
QUADRA ESPACIOS
19/11/25

Google no creó ni aprobó este contenido.

Google Formularios

Anexo 05: Respuesta de los expertos

Validación de: *"Encuesta para evaluar los obstáculos que presentan la implementación de la metodología BIM en empresas que elaboran expedientes técnicos".*

5 respuestas

[Publicar análisis](#)

Nombre

5 respuestas

Cristian Zamora Huamán

José Tapia Alfaro

Jeanpierre Diaz Vásquez

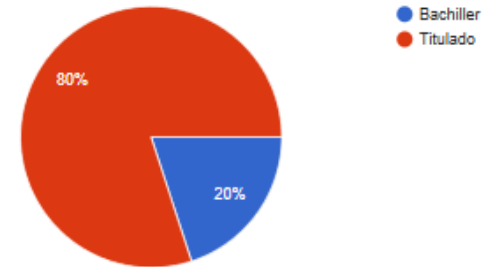
Luis Angel Arias Campos

Janet Carolyn Pérez Escalante

Grado Académico

5 respuestas

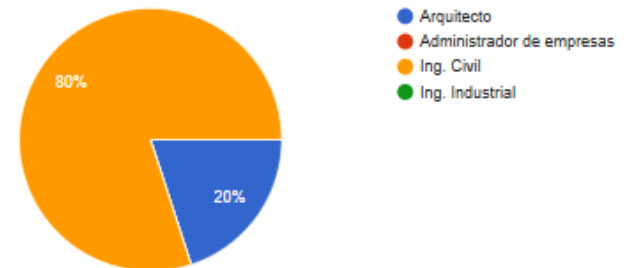
[Copiar](#)



Profesión

5 respuestas

[Copiar](#)



Cargo y empresa

5 respuestas

Gerente especialista BIM en Monta Engil

Coordinador BIM en CCECC PERU

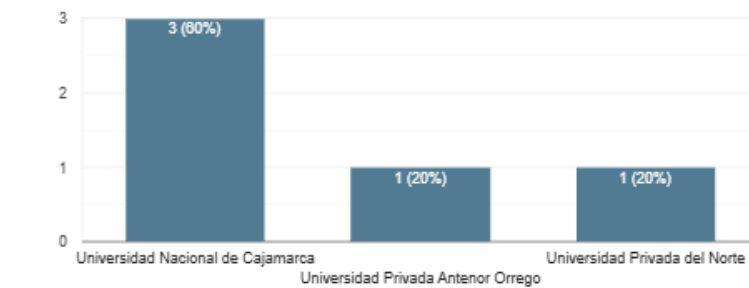
Analista BIM en CCECC PERU

Gerente de PMO en CCA

Coordinadora BIM en Inmobiliaria Quadraespacios

Centro de estudios de procedencia

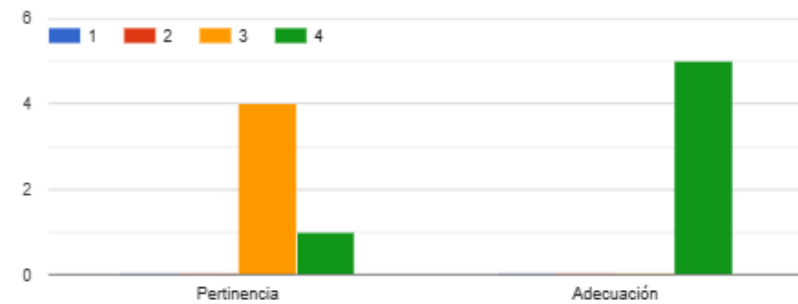
5 respuestas



Indicaciones

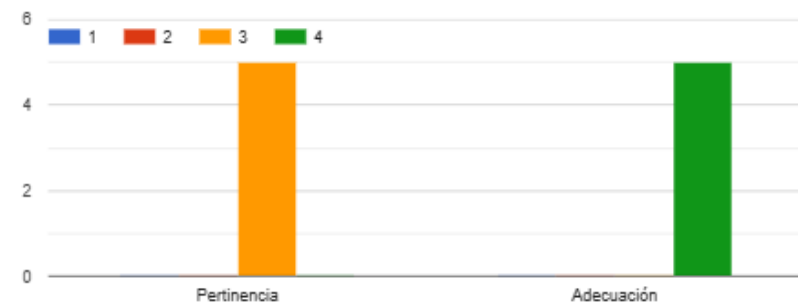
Pregunta 01:

[Copiar](#)



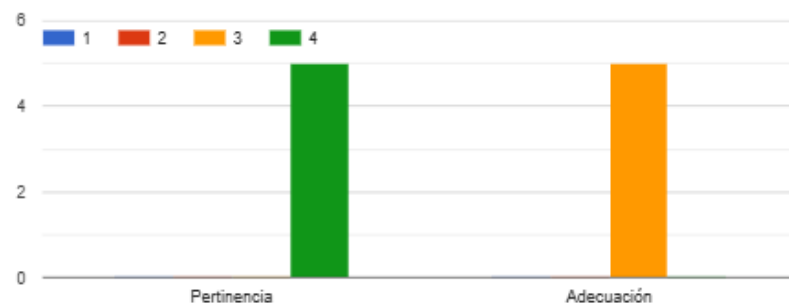
Pregunta 02:

[Copiar](#)



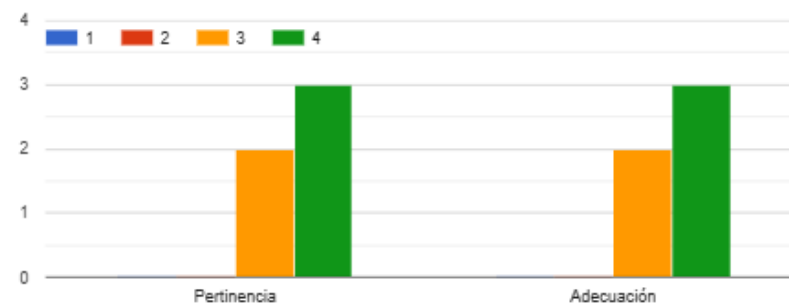
Pregunta 03:

 Copiar



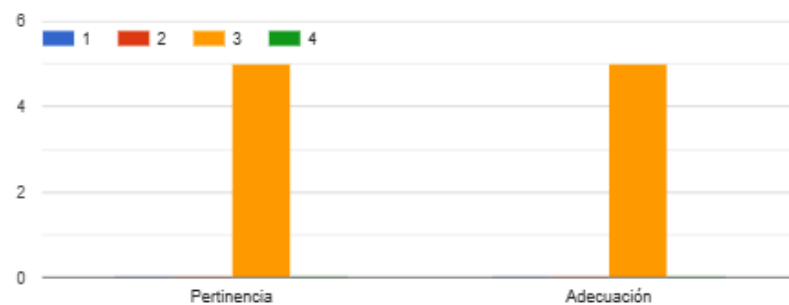
Pregunta 05:

 Copiar



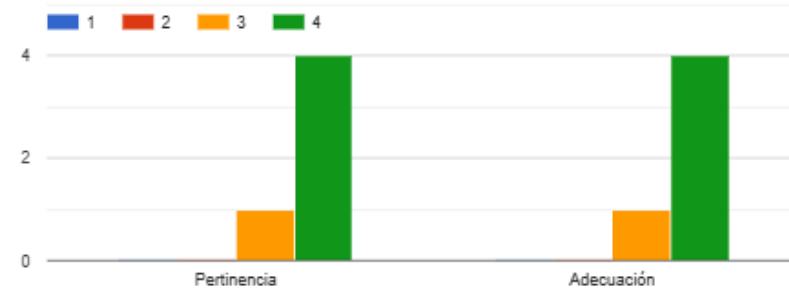
Pregunta 04:

 Copiar



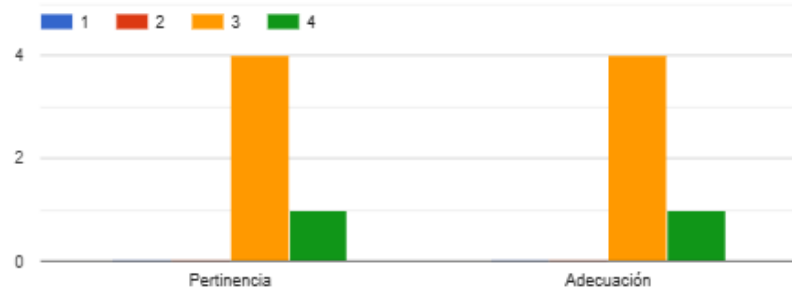
Pregunta 06:

 Copiar



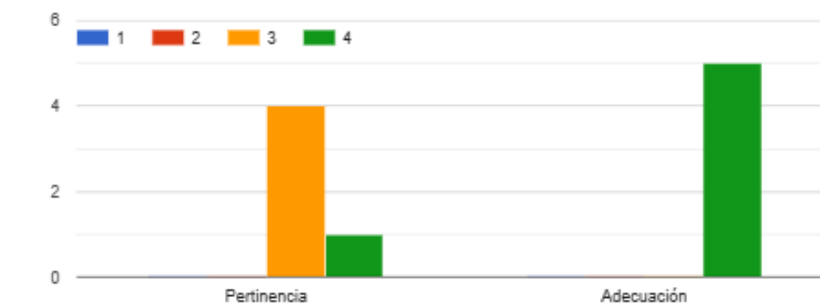
Pregunta 07:

 Copiar



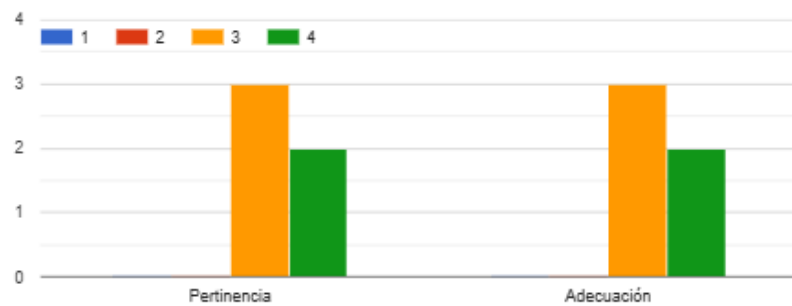
Pregunta 09:

 Copiar



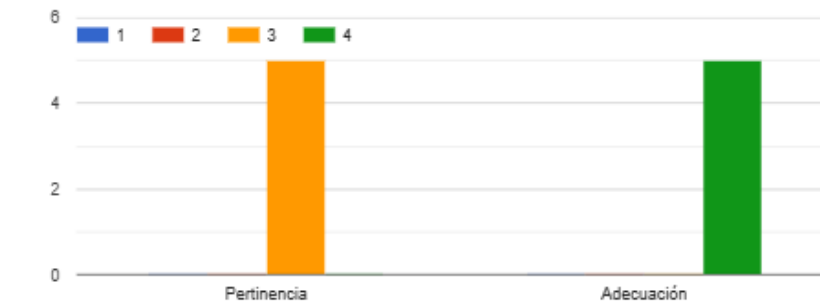
Pregunta 08:

 Copiar



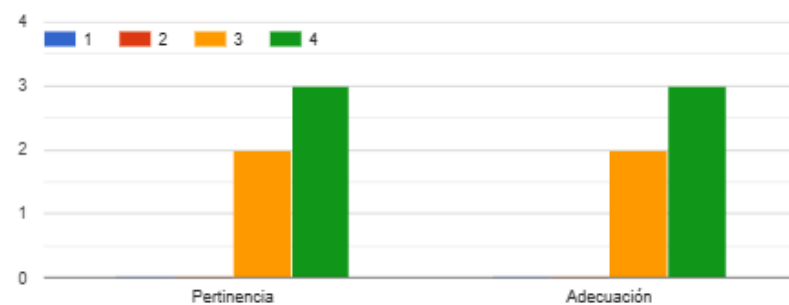
Pregunta 10:

 Copiar



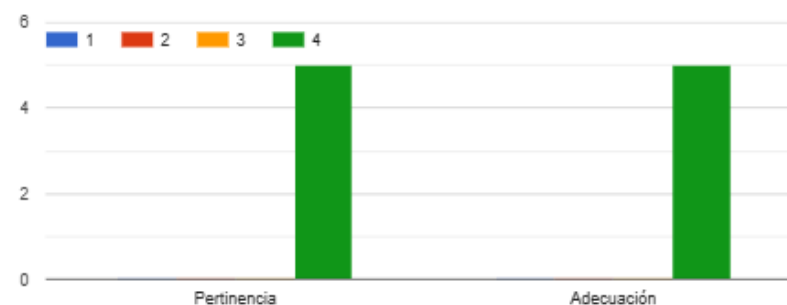
Pregunta 11:

 Copiar



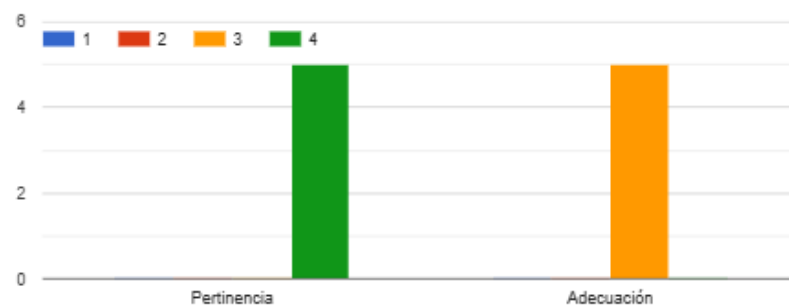
Pregunta 13:

 Copiar



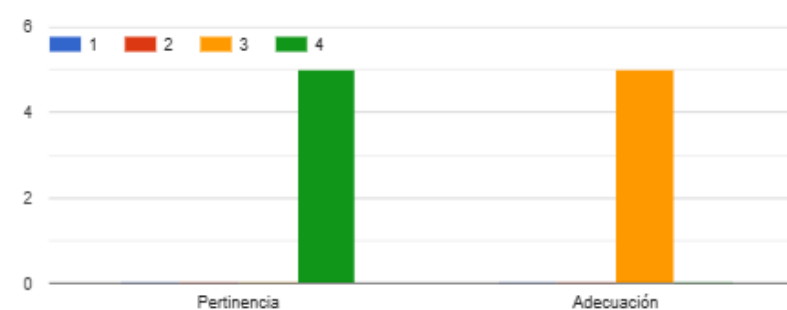
Pregunta 12:

 Copiar



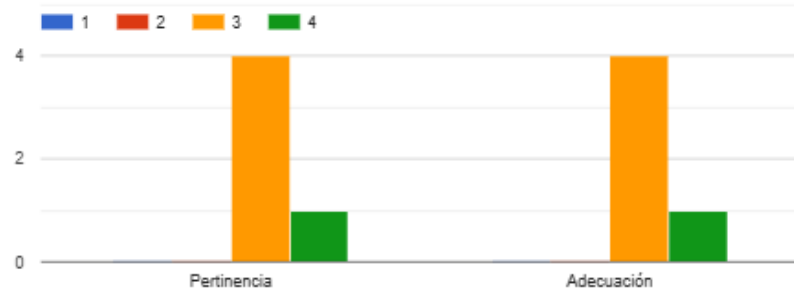
Pregunta 14:

 Copiar



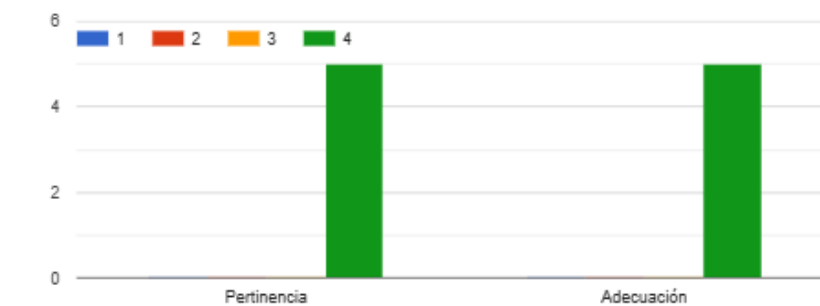
Pregunta 15:

 Copiar



Pregunta 16:

 Copiar



Anexo 06: Encuesta para evaluar los obstáculos percibidos con el uso de la metodología BIM

Encuesta para evaluar los obstáculos que presentan la implementación de la metodología BIM en empresas que elaboran expedientes técnicos.

Objetivo de la Entrevista: Recopilar información en una empresa que elaboran expedientes técnicos, para detectar obstáculos que tienen o podrían tener al implementar BIM.

**Indica que la pregunta es obligatoria*

1. Nombres y Apellidos *

2. Nombre de la empresa donde labora *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Advanced Ingenieros SCRL
- ☐ CSC Ingeniería y Construcción EIRL
- ☐ Luana y Capella Constructores EIRL
- ☐ LinePro Bienes y Servicios EIRL
- ☐ Pyramid Structures

3. Cargo *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Gerente General / Director General
- ☐ Gerente de Proyectos
- ☐ Gerente de Finanzas / Administrativo
- ☐ Jefe de Proyecto / Project Manager
- ☐ Ingeniero de Costos, Presupuestos y planeamiento
- ☐ Ingeniero de diseño - Estructuras
- ☐ Arquitecto / Ingeniero de diseño - Arquitectura
- ☐ Ingeniero de diseño - Instalaciones
- ☐ Ingeniero asistente de diseño
- ☐ Jefe BIM / Analista BIM
- ☐ Coordinador BIM
- ☐ Modelador BIM
- ☐ Otros: _____

4. Experiencia laboral *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Menos de 2 años
- ☐ 2 - 3 años
- ☐ 3 - 5 años
- ☐ Más de 5 años

5. **Sueldo mensual ***

Marca solo un óvalo.

- ☐ Menor a S/.2500
- ☐ S/.2500 - S/.3500
- ☐ S/.3500 - S/.4500
- ☐ S/.4500 - S/.5500
- ☐ Mayor a S/.5500

6. **Nivel de conocimiento y experiencia en BIM ***

Marca solo un óvalo.

- ☐ Básico
- ☐ Intermedio
- ☐ Avanzado

Obstáculos en la implementación y uso de BIM durante la elaboración de expedientes técnicos

7. **¿Cuáles de los siguientes obstáculos ha identificado al implementar BIM en la elaboración de expedientes técnicos en su empresa? (Selección múltiple) ***

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- ☐ Falta de capacitación del personal
- ☐ Resistencia al cambio por parte del equipo
- ☐ Falta de infraestructura tecnológica adecuada
- ☐ Alto costo inicial de implementación
- ☐ Limitada disponibilidad de software especializado
- ☐ Desconocimiento de las normativas relacionadas con BIM (Plan BIM Perú)
- ☐ Otros: _____

8. **¿Qué dificultades ha encontrado al aplicar BIM en el contexto de la Ley General de Contrataciones Públicas N°32069? (Opción múltiple) ***

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- ☐ Falta de claridad en las especificaciones técnicas
- ☐ Limitaciones en la integración con requisitos legales
- ☐ Insuficiente alineación entre los estándares BIM y las normas peruanas
- ☐ Otros: _____

9. **¿Qué tan desafiante considera usted capacitar al equipo en el uso de BIM en la empresa donde labora? ***

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy desafiante
- ☐ Moderadamente desafiante
- ☐ Poco desafiante
- ☐ Nada desafiante

10. ¿Qué problemas frecuentes de compatibilidad entre diferentes softwares BIM utilizados en los proyectos donde ha participado encuentra? (Opción múltiple) *

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- ☐ Diferencias en los formatos de archivo
- ☐ Pérdida de información al transferir modelos
- ☐ Incompatibilidad en la gestión de familias o bibliotecas
- ☐ Errores en la coordinación
- ☐ Falta de estándares de nomenclatura comunes
- ☐ Problemas en la sincronización de datos para costos, programaciones y planeamiento
- ☐ Disparidades en las unidades de medida
- ☐ Limitaciones en la compatibilidad con software de análisis
- ☐ Otros: _____

11. ¿Qué tan accesibles considera los recursos y guías para aplicar el PLAN BIM PERÚ en su empresa? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Muy accesibles
- ☐ Moderadamente accesibles
- ☐ Poco accesibles
- ☐ Nada accesibles

12. ¿Qué medidas considera clave para superar los obstáculos en la adopción de BIM en la empresa donde trabaja? *

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- ☐ Programas de capacitación
- ☐ Actualización continua
- ☐ Incentivos económicos para implementar BIM
- ☐ Establecimiento de estándares claros y detallados
- ☐ Mayor apoyo gubernamental y normativo
- ☐ Otros: _____

13. ¿Qué mejoras sugeriría en la Ley General de Contrataciones Públicas N°32069 para facilitar el uso de BIM en la empresa donde labora? *

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- ☐ Mayor especificación técnica sobre el uso de BIM
- ☐ Inclusión de lineamientos específicos para procesos BIM
- ☐ Fomento de alianzas público-privadas para capacitación
- ☐ Otros: _____

14. ¿Considera necesario que el Estado proporcione software o herramientas BIM a las empresas contratistas y entidades estatales para tener mayor compatibilidad, eficiencia y disponibilidad al momento de revisar los expedientes técnicos? *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Tal vez

15. **¿Cómo percibe el impacto de BIM en la eficiencia y calidad de los expedientes técnicos en comparación con los métodos tradicionales después de haber implementado esta metodología en su empresa?** *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Mucho mejor
- ☐ Moderadamente mejor
- ☐ Igual
- ☐ Peor

16. **¿Desea agregar algún comentario sobre su experiencia con BIM y su impacto en la eficiencia de la empresa?**

¡Gracias por su colaboración! Su opinión es valiosa para mejorar la implementación de BIM en el sector de la construcción pública en Perú.

Google no creó ni aprobó este contenido.

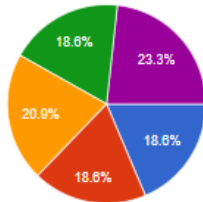
Google Formularios

Anexo 07: Resultados las encuestas

Nombre de la empresa donde labora

43 respuestas

 Copiar gráfico

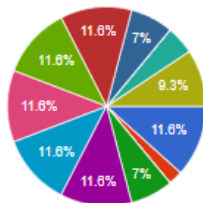


- Advanced Ingenieros SCRL
- CSC Ingeniería y Construcción EIRL
- Luana y Capella Constructores EIRL
- LinePro Bienes y Servicios EIRL
- Pyramid Structures

Cargo

43 respuestas

 Copiar gráfico



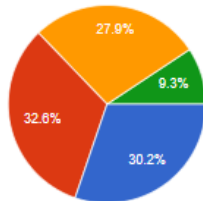
- Gerente General / Director General
- Gerente de Proyectos
- Gerente de Finanzas / Administrativo
- Jefe de Proyecto / Project Manager
- Ingeniero de Costos, Presupuestos y...
- Ingeniero de diseño - Estructuras
- Arquitecto / Ingeniero de diseño - Arq...
- Ingeniero de diseño - Instalaciones

▲ 1/2 ▼

Experiencia laboral

43 respuestas

 Copiar gráfico

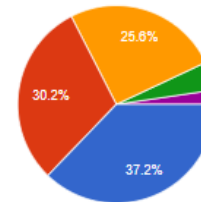


- Menos de 2 años
- 2 - 3 años
- 3 - 5 años
- Más de 5 años

Sueldo mensual

43 respuestas

 Copiar gráfico

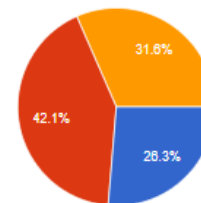


- Menor a S/2500
- S/2500 - S/3500
- S/3500 - S/4500
- S/4500 - S/5500
- Mayor a S/5500

Nivel de conocimiento y experiencia en BIM

43 respuestas

 Copiar gráfico

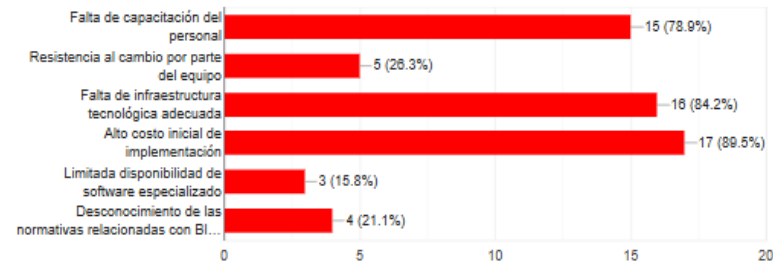


- Básico
- Intermedio
- Avanzado

¿Cuáles de los siguientes obstáculos ha identificado al implementar BIM en la elaboración de expedientes técnicos en su empresa? (Selección múltiple)

[Copiar gráfico](#)

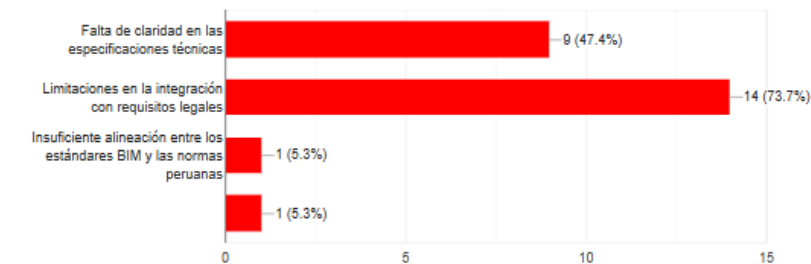
43 respuestas



¿Qué dificultades ha encontrado al aplicar BIM en el contexto de la Ley General de Contrataciones Públicas N°32069? (Opción múltiple)

[Copiar gráfico](#)

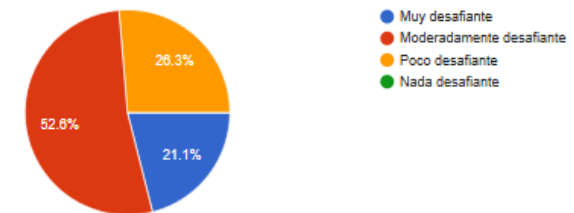
43 respuestas



¿Qué tan desafiante considera usted capacitar al equipo en el uso de BIM en la empresa donde labora?

[Copiar gráfico](#)

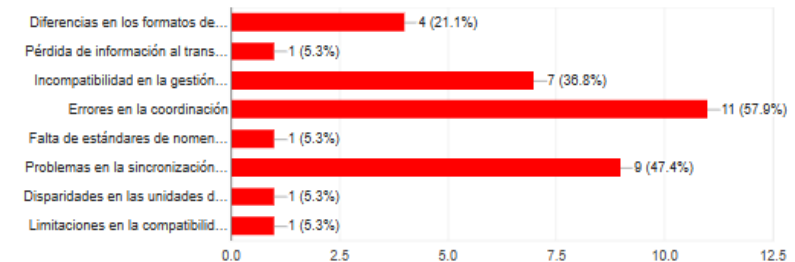
43 respuestas



¿Qué problemas frecuentes de compatibilidad entre diferentes softwares BIM utilizados en los proyectos donde ha participado encuentra? (Opción múltiple)

[Copiar gráfico](#)

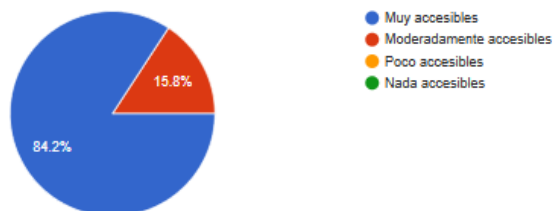
43 respuestas



¿Qué tan accesibles considera los recursos y guías para aplicar el PLAN BIM PERÚ en su empresa?

[Copiar gráfico](#)

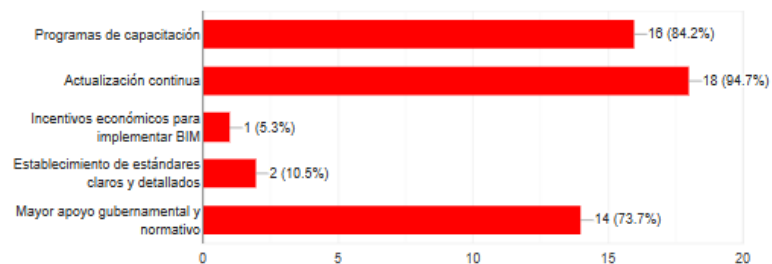
43 respuestas



¿Qué medidas considera clave para superar los obstáculos en la adopción de BIM en la empresa donde trabaja?

[Copiar gráfico](#)

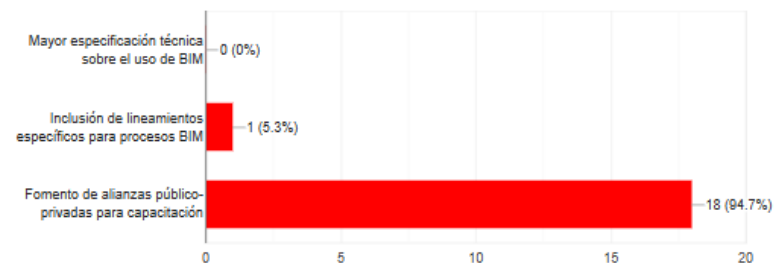
43 respuestas



¿Qué mejoras sugeriría en la Ley General de Contrataciones Públicas N°32069 para facilitar el uso de BIM en la empresa donde labora?

[Copiar gráfico](#)

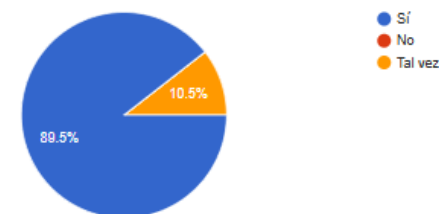
43 respuestas



¿Considera necesario que el Estado proporcione software o herramientas BIM a las empresas contratistas y entidades estatales para tener mayor compatibilidad, eficiencia y disponibilidad al momento de revisar los expedientes técnicos?

[Copiar gráfico](#)

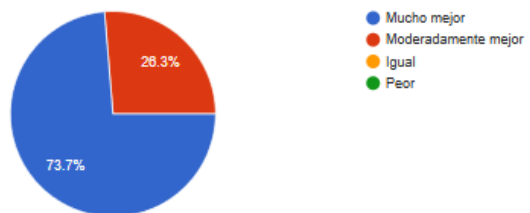
43 respuestas



¿Cómo percibe el impacto de BIM en la eficiencia y calidad de los expedientes técnicos en comparación con los métodos tradicionales después de haber implementado esta metodología en su empresa?

 Copiar gráfico

43 respuestas



Anexo 08: Pruebas de normalidad de datos

Se hicieron las pruebas de normalidad para seleccionar el método de comparación de resultados

A. Normalidad para eficiencia de tiempos:

Tabla 33.

Prueba de normalidad para eficiencia de tiempos (día/m2).

		Shapiro-Wilk		
	Metodología	Estadístico	gl	Sig. (valor p)
eficiencia de tiempos	TRADICIONAL	,911	6	,442
	BIM	,895	4	,405

Nota: Derivado del análisis estadístico realizado con los datos de la tabla 4 exportados al programa SPSS versión 27.

Se evidencia que los datos son normales debido a que ambos valores $p > 0.05$.

B. Normalidad para la comparación de eficiencia de costos:

Tabla 34.

Prueba de normalidad para eficiencia de costos (soles/m2).

		Shapiro-Wilk		
	Metodología	Estadístico	gl	Sig. (valor p)
eficiencia de costos	TRADICIONAL	,986	6	,976
	BIM	,903	4	,445

Nota: Derivado del análisis estadístico realizado con los datos de la tabla 4 exportados al programa SPSS versión 27.

Se verifica la normalidad de los datos debido a que los valores $p > 0.05$.

C. Normalidad para la comparación de productividad

Tabla 35.

Prueba de normalidad para eficiencia de costos (m2/día).

		Shapiro-Wilk		
	Metodología	Estadístico	gl	Sig. (valor p)
productividad	TRADICIONAL	,943	6	,681
	BIM	,875	4	,320

Nota: Derivado del análisis estadístico realizado con los datos de la tabla 4 exportados al programa SPSS versión 27.

Se evidencia que los datos son normales debido a que ambos valores $p > 0.05$.

Anexo 09: Correlación de regresión lineal

Modelo 01:

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \epsilon$$

Donde:

X_1 : Metodología - variable independiente

Y_1 : Índice de eficiencia general - variable dependiente

La metodología llevará la siguiente codificación: Tradicional es equivalente a “0” y BIM “1”

Tabla 36.

Datos para el modelo 1 de regresión lineal.

Expediente	IEG (y)	metodología (x)	x²	x*y	y²
Tradicional	0.57	0	0	0	0.3249
Tradicional	0.65	0	0	0	0.4225
Tradicional	0.05	0	0	0	0.0025
Tradicional	0.65	0	0	0	0.4225
Tradicional	1.54	0	0	0	2.3716
Tradicional	0.73	0	0	0	0.5329
BIM	-1.08	1	1	-1.08	1.1664
BIM	-1.21	1	1	-1.21	1.4641
BIM	-1.04	1	1	-1.04	1.0816
BIM	-0.85	1	1	-0.85	0.7225
total	0.01	4	4	-4.18	8.5115
media	0.001	0.4	0.4	-0.418	0.85115

Calculamos:

Pendiente:

$$\beta_1(b) = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} = \frac{-4.18 - 10 * 0.4 * 0.001}{4 - 10 * 0.4} = -1.744$$

Ordenada:

$$\beta_0(a) = \bar{y} + b\bar{x} = 0.001 + (-1.744) * 0.4 = 0.698$$

Error estándar de estimación:

$$s_{xy} = \sqrt{\frac{\sum y^2 - a\sum y - b\sum xy}{n - 2}} = \sqrt{\frac{8.512 - 0.698 * 0.01 - (-1.744 * -4.18)}{10 - 2}}$$
$$s_{xy} = 0.39$$

Ecuación de la recta: $Y = 0.698 - 1.744 * \text{metodología} + 0.39$

R y R²:

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{(n\sum x^2 - (\sum x)^2)(n\sum y^2 - (\sum y)^2)}} = \frac{10 * (-4.18) - 4 * 0.01}{\sqrt{(10 * 4 - (4)^2)(10 * 8.512 - 0.01^2)}}$$

$$r = -0.926; r^2 = 0.86$$

Modelo 02:

$$Y_1 = \beta'_0 + \beta_2 \cdot X_2 + \epsilon$$

Donde:

X_2 : Productividad - variable independiente

Y_1 : Índice de eficiencia general - variable dependiente

Tabla 37.

Datos para el modelo 2 de regresión lineal.

Expediente	IEG (y)	Productividad (x)	x2	xy	y2
Tradicional	0.57	97.04	9416.76	55.31	0.32
Tradicional	0.65	90.73	8231.93	58.97	0.42
Tradicional	0.05	93.85	8807.82	4.69	0.00
Tradicional	0.65	82.58	6819.46	53.68	0.42
Tradicional	1.54	71.46	5106.53	110.05	2.37
Tradicional	0.73	82.98	6885.68	60.58	0.53
BIM	-1.08	132.40	17529.76	-142.99	1.17
BIM	-1.21	137.19	18821.10	-166.00	1.46
BIM	-1.04	151.00	22801.00	-157.04	1.08
BIM	-0.85	137.95	19030.20	-117.26	0.72
total	0.01	1077.18	123450.24	-240.01	8.51
media	0.001	107.72	12345.02	-24.00	0.85

Calculamos:

Pendiente:

$$\beta_2(b) = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} = \frac{-240.01 - 10 * 107.72 * 0.001}{123450.24 - 10 * 12345.02} = -0.032$$

Ordenada:

$$\beta'_0(a) = \bar{y} - b\bar{x} = 0.001 - (-0.0324) * 107.72 = 3.501$$

Error estándar de estimación:

$$s_{xy} = \sqrt{\frac{\sum y^2 - a\sum y - b\sum xy}{n - 2}} = \sqrt{\frac{8.512 - 3.501 * 0.01 - (-0.032 * (-240.01))}{10 - 2}}$$

$$s_{xy} = 0.289$$

Ecuación de la recta:

$$Y = 3.501 - 0.032 * \text{productividad} + 0.289$$

R y R²:

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{(n\sum x^2 - (\sum x)^2)(n\sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

$$r = \frac{10 * (-240.01) - 1077.18 * 0.01}{\sqrt{(10 * 123450.24 - (1077.18)^2)(10 * 8.512 - 0.01^2)}}$$

$$r = -0.96; r^2 = 0.92$$

Modelo 03:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \epsilon$$

Donde:

X₁: Metodología - variable independiente

X₂: Productividad - variable independiente

Y₁: Índice de eficiencia general - variable dependiente

Tabla 38.

Datos para el modelo 3 de regresión lineal.

<i>Expediente</i>	<i>IEG</i>	<i>productividad</i> <i>x₁</i>	<i>metodología</i> <i>x₂</i>	<i>x₁²</i>	<i>x₂²</i>	<i>x₁*x₂</i>	<i>x₁*y</i>	<i>x₂*y</i>
Tradicional	0.570	97.040	0.000	9416.762	0.000	0.000	55.313	0.000
Tradicional	0.650	90.730	0.000	8231.933	0.000	0.000	58.975	0.000
Tradicional	0.050	93.850	0.000	8807.823	0.000	0.000	4.693	0.000
Tradicional	0.650	82.580	0.000	6819.456	0.000	0.000	53.677	0.000
Tradicional	1.540	71.460	0.000	5106.532	0.000	0.000	110.048	0.000
Tradicional	0.730	82.980	0.000	6885.680	0.000	0.000	60.575	0.000
BIM	-1.080	132.400	1.000	17529.760	1.000	132.400	-142.992	-1.080
BIM	-1.210	137.190	1.000	18821.096	1.000	137.190	-166.000	-1.210
BIM	-1.040	151.000	1.000	22801.000	1.000	151.000	-157.040	-1.040
BIM	-0.850	137.950	1.000	19030.203	1.000	137.950	-117.258	-0.850
total	0.01	1077.18	4	123450.244	4	558.54	-240.008	-4.18
media	0.001	107.718	0.4	12345.0244	0.4	55.854	-24.0008	-0.418

Se encuentra con la siguiente matriz

$$\begin{bmatrix} a \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n & \sum x_1 & \sum x_2 \\ \sum x_1 & \sum x_1^2 & \sum x_1 x_2 \\ \sum x_2 & \sum x_1 x_2 & \sum x_2^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sum y \\ \sum x_1 y \\ \sum x_2 y \end{bmatrix}$$

$$\left| \begin{array}{ccc|c} a & 10.000 & 1077.180 & 4.000 & 0.010 \\ b_1 & 1077.180 & 123450.244 & 558.540 & -240.009 \\ b_2 & 4.000 & 558.540 & 4.000 & -4.180 \end{array} \right|$$

Calculamos la inversa de la matriz principal

$$\begin{array}{l} R1 \\ R2 \\ R3 \end{array} \left| \begin{array}{ccc} 10.000 & 1077.180 & 4.000 \\ 1077.180 & 123450.244 & 558.540 \\ 4.000 & 558.540 & 4.000 \end{array} \right| \left| \begin{array}{ccc} 1.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 1.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.000 & 1.000 \end{array} \right|$$

$$\begin{array}{l} R1/10 \\ -1077.18R1+R2 \\ -4R1+R3 \end{array} \left| \begin{array}{ccc} 1.000 & 107.718 & 0.400 \\ 0.000 & 7418.569 & 127.668 \\ 0.000 & 127.668 & 2.400 \end{array} \right| \left| \begin{array}{ccc} 0.100 & 0.000 & 0.000 \\ - & 107.718 & 1.000 & 0.000 \\ -0.400 & 0.000 & 1.000 \end{array} \right|$$

$$\begin{array}{l} -107.718R2-R1 \\ R2/7418.56876 \\ -127.668R2+R3 \end{array} \left| \begin{array}{ccc} 1.000 & 0.000 & -1.454 \\ 0.000 & 1.000 & 0.017 \\ 0.000 & 0.000 & 0.203 \end{array} \right| \left| \begin{array}{ccc} 1.664 & -0.015 & 0.000 \\ -0.015 & 0.000 & 0.000 \\ 1.454 & -0.017 & 1.000 \end{array} \right|$$

$$\begin{array}{l} -1.453*R3-R1 \\ -0.0172R3+R2 \\ R3/0.2029 \end{array} \left| \begin{array}{ccc} 1.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.000 & 1.000 & 0.000 \\ 0.000 & 0.000 & 1.000 \end{array} \right| \left| \begin{array}{ccc} 12.078 & -0.138 & 7.164 \\ -0.138 & 0.002 & -0.085 \\ 7.164 & -0.085 & 4.928 \end{array} \right|$$

$$\begin{array}{l} a \\ b1 \\ b2 \end{array} \left| \begin{array}{ccc} 12.078 & -0.138 & 7.164 \\ -0.138 & 0.002 & -0.085 \\ 7.164 & -0.085 & 4.928 \end{array} \right| \left| \begin{array}{c} 0.010 \\ -240.009 \\ -4.180 \end{array} \right|$$

$$\begin{array}{l} a \\ b1 \\ b2 \end{array} \left| \begin{array}{ccc} 0.121 & +33.074 & -29.945 \\ -0.001 & -0.383 & +0.354 \\ 0.072 & +20.354 & -20.598 \end{array} \right|$$

$$\begin{array}{l} a \\ b1 \\ b2 \end{array} \left| \begin{array}{c} 3.234 \\ -0.029 \\ -0.184 \end{array} \right|$$

Ecuación de la regresión:

$$\hat{y} = 3.234 - 0.029 * \text{productividad} - 0.184 * \text{metodología} + 0.308$$

Cálculo de suma de cuadrados para verificar error y valores de R y R².

Tabla 39.*Suma de cuadrados de error y regresión*

<i>Expediente</i>	<i>IEG</i>	<i>productividad</i> <i>x₁</i>	<i>metodología</i> <i>x₂</i>	<i>Regresión</i> <i>$\hat{y}$</i>	<i>error:</i> <i>$\bar{y} - \hat{y}$</i>	<i>SCE</i>	<i>SCR</i>
Tradicional	0.57	97.04	0.00	0.42	0.15	0.02	0.17
Tradicional	0.65	90.73	0.00	0.60	0.05	0.00	0.36
Tradicional	0.05	93.85	0.00	0.51	-0.46	0.21	0.26
Tradicional	0.65	82.58	0.00	0.84	-0.19	0.04	0.70
Tradicional	1.54	71.46	0.00	1.16	0.38	0.14	1.34
Tradicional	0.73	82.98	0.00	0.83	-0.10	0.01	0.68
BIM	-1.08	132.40	1.00	-0.79	-0.29	0.08	0.63
BIM	-1.21	137.19	1.00	-0.93	-0.28	0.08	0.87
BIM	-1.04	151.00	1.00	-1.33	0.29	0.08	1.77
BIM	-0.85	137.95	1.00	-0.95	0.10	0.01	0.91
media	0.001	107.718	0.4		Σ	0.68	7.69
					STC	8.38	

Error estándar de estimación:

$$S_y = \sqrt{\frac{SCE}{n - (k + 1)}} = \sqrt{\frac{0.68}{10 - (2 + 1)}} = 0.308$$

*Donde:**S_y: error estándar de estimación**SCE: Suma de cuadrados de error**n: número de datos**k: número de variables independientes*Cálculo de R y R²:

$$R^2 = \frac{SCR}{STC} = \frac{7.69}{8.38} = 0.92, \text{ por lo tanto } R = 0.96$$

Figura 12.
Muestreo del expediente 1 de la empresa Advanced Ingenieros SCRL.



Muestreo del expediente 2 de la empresa Advanced Ingenieros SCRL

Equipo de Técnico de Trabajo		Horas Trabajadas	Sueldos por Hora	Costo por profesionales	tiempo de elaboración
Cargo	Sueldo				
Gerente general	S/. 4,250.00	272 h	S/. 22.14	S/. 6,020.83	103 días
Jefe de proyecto	S/. 4,000.00	792 h	S/. 20.83	S/. 16,500.00	
Ingeniero estructural	S/. 3,500.00	448 h	S/. 18.23	S/. 8,166.67	
Arquitecto	S/. 2,600.00	408 h	S/. 13.54	S/. 5,525.00	
Ingeniero de instalaciones	S/. 2,750.00	368 h	S/. 14.32	S/. 5,270.83	
Ingeniero de costos, presupuestos y planeamiento	S/. 2,200.00	360 h	S/. 11.46	S/. 4,125.00	
Ingeniero asistente	S/. 3,000.00	816 h	S/. 15.63	S/. 12,750.00	
cadista	S/. 1,650.00	408 h	S/. 8.59	S/. 3,506.25	
Logística	S/. 1,500.00	104 h	S/. 7.81	S/. 812.50	
DIAS TRABAJADOS				S/. 62,677.08	

Muestreo del expediente 1 de la empresa CSC Ingeniería y Construcción

101

Muestreo del expediente 2 de la empresa CSC Ingeniería y Construcción

[illegible]

COSTOS DE AREA TÉCNICA Y TECNOLOGÍA				
Descripción	und	Precio Parcial	Precio Total	
Gastos por Estudios previos (tercerizados)				
Estudios de suelos	1	3500	S/.	3,500.00
Estudios topográficos	1	1500	S/.	1,500.00
Estudios de Impacto Ambiental	1	1200	S/.	1,200.00
Gastos de hardware				
5 pc estacionarias	1	1500	S/.	1,500.00
Mantenimiento	1	200	S/.	200.00
Costo de area técnica			S/.	52,045.83
Costo total por elaboración de ET			S/.	59,945.83

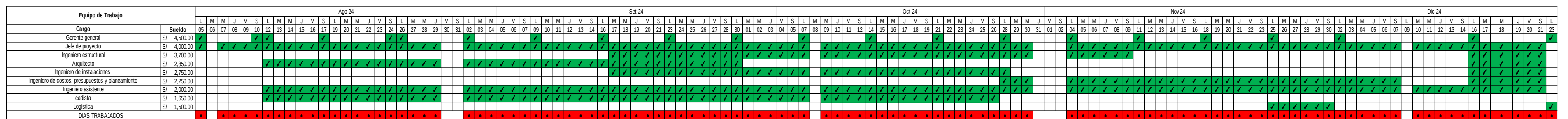
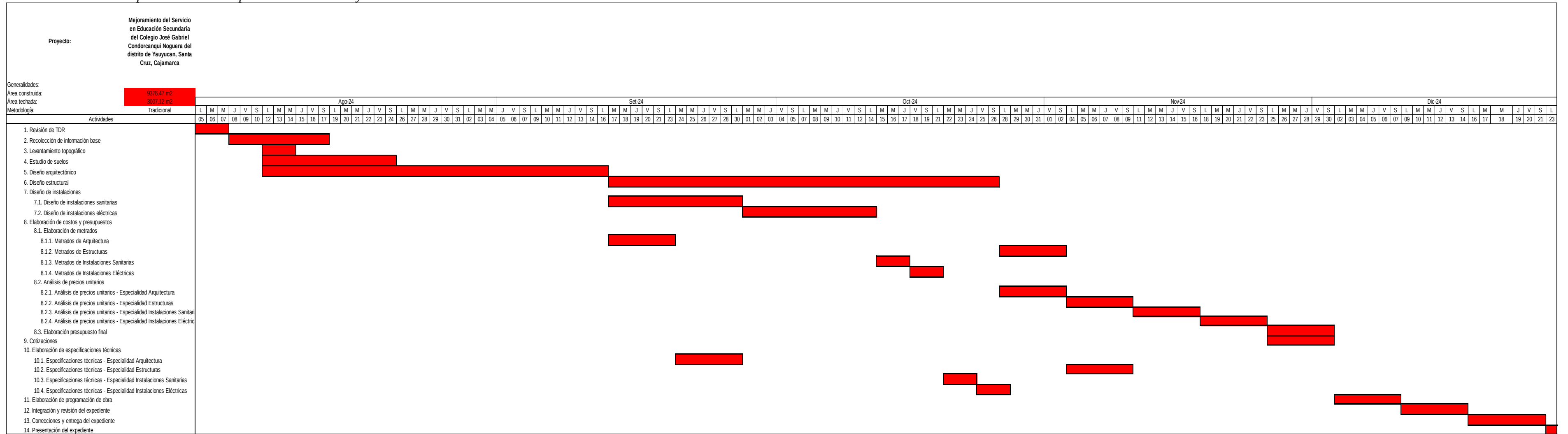
Figura 16.
Muestreo del expediente 1 de la empresa LinePro Bienes y Servicios EIRL

[illegible][illegible]

Equipo de Trabajo		Horas Trabajadas	Sueldos por Hora		Costo por profesionales		tiempo de elaboración
Cargo	Sueldo						
Gerente general	S/. 4,500.00	264 h	S/.	23.44	S/.	6,187.50	102 días
Jefe de proyecto	S/. 4,000.00	816 h	S/.	20.83	S/.	17,000.00	
Ingeniero estructural	S/. 3,700.00	312 h	S/.	19.27	S/.	6,012.50	
Arquitecto	S/. 2,850.00	320 h	S/.	14.84	S/.	4,750.00	
Ingeniero de instalaciones	S/. 2,750.00	360 h	S/.	14.32	S/.	5,156.25	
Ingeniero de costos, presupuestos y planeamiento	S/. 2,250.00	312 h	S/.	11.72	S/.	3,656.25	
Ingeniero asistente	S/. 2,000.00	768 h	S/.	10.42	S/.	8,000.00	
cadista	S/. 1,650.00	368 h	S/.	8.59	S/.	3,162.50	
Logística	S/. 1,500.00	48 h	S/.	7.81	S/.	375.00	
DIAS TRABAJADOS				S/.		54,300.00	

COSTOS DE AREA TÉCNICA Y TECNOLOGÍA			
Descripción	und	Precio Parcial	Precio Total
Gastos por Estudios previos (tercerizados)			
Estudios de suelos	1	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00
Estudios topográficos	1	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00
Estudios de Impacto Ambiental	1	S/. 1,250.00	S/. 1,250.00
Gastos de hardware			S/. -
3pc estacionarias	3	S/. 1,500.00	S/. 4,500.00
Mantenimiento	3	S/. 200.00	S/. 600.00
Costo de area técnica			S/. 54,300.00
Costo total por elaboración de ET			S/. 65,150.00

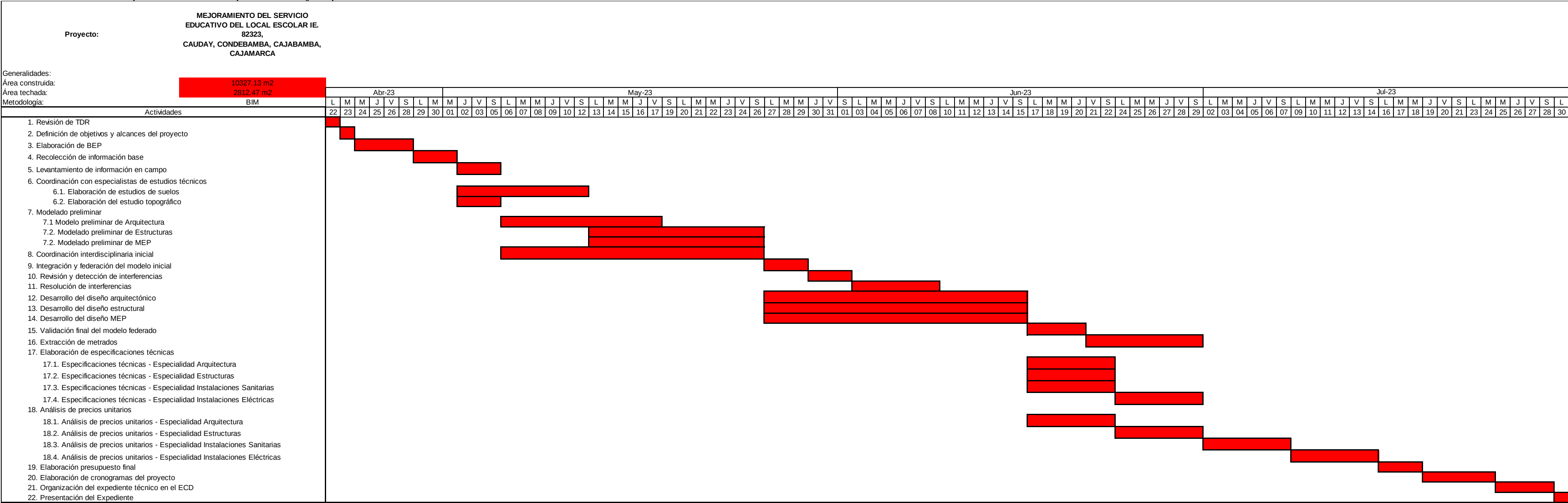
Figura 17.
Muestreo del expediente 2 de la empresa LinePro Bienes y Servicios EIRL



Equipo de Trabajo		Horas Trabajadas	Sueldos por Hora	Costo por profesionales	tiempo de elaboración
Cargo	Sueldo				
Gerente general	S/. 4,500.00	176 h	S/. 23.44	S/. 4,125.00	11.3 días
Jefe de proyecto	S/. 4,000.00	896 h	S/. 20.83	S/. 18,666.67	
Ingeniero estructural	S/. 3,700.00	392 h	S/. 19.27	S/. 7,554.17	
Arquitecto	S/. 2,850.00	376 h	S/. 14.84	S/. 5,581.25	
Ingeniero de instalaciones	S/. 2,750.00	328 h	S/. 14.32	S/. 4,697.92	
Ingeniero de costos, presupuestos y planeamiento	S/. 2,250.00	312 h	S/. 11.72	S/. 3,656.25	
Ingeniero asistente	S/. 2,000.00	856 h	S/. 10.42	S/. 8,916.67	
cadista	S/. 1,650.00	504 h	S/. 8.59	S/. 4,331.25	
Logística	S/. 1,500.00	56 h	S/. 7.81	S/. 437.50	
DIAS TRABAJADOS				S/. 57,966.67	

COSTOS DE AREA TÉCNICA Y TECNOLOGÍA			
Descripción	und	Precio Parcial	Precio Total
Gastos por Estudios previos (tercerizados)			
Estudios de suelos	1	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00
Estudios topográficos	1	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00
Estudios de Impacto Ambiental	1	S/. 1,250.00	S/. 1,250.00
Gastos de hardware			S/. -
5 pc estacionarias	3	S/. 1,500.00	S/. 4,500.00
Mantenimiento	3	S/. 200.00	S/. 600.00
Costo de area técnica			S/. 57,966.67
Costo total por elaboración de ET			S/. 68,816.67

Figura 18.
Muestreo del expediente 1 de la empresa Luana y Capella Constructores EIRL



Equipo de Trabajo

Cargo

Sueldo

Gerente general

S/. 6,500.00

Coordinador BIM

S/. 3,600.00

Ingeniero estructural

S/. 2,500.00

Arquitecto

S/. 2,500.00

Ingeniero de instalaciones

S/. 2,000.00

Ingeniero de costos, presupuestos y planeamiento

S/. 2,500.00

Ingeniero asistente

S/. 1,500.00

Modelador

S/. 1,800.00

Modelador

S/. 1,800.00

Logística

S/. 1,500.00

DIAS TRABAJOS

Horas Trabajadas

Sueldos por Hora

Costo por profesionales

tiempo de elaboración

Gerente general

S/. 6,500.00

120 h

S/. 33.85

S/. 4,062.50

78 dias

Coordinador BIM

S/. 3,600.00

624 h

S/. 18.75

S/. 11,700.00

78 dias

Ingeniero estructural

S/. 2,500.00

264 h

S/. 13.02

S/. 3,437.50

78 dias

Arquitecto

S/. 2,500.00

304 h

S/. 13.02

S/. 3,958.33

78 dias

Ingeniero de instalaciones

S/. 2,000.00

264 h

S/. 10.42

S/. 2,750.00

78 dias

Ingeniero de costos, presupuestos y planeamiento

S/. 2,500.00

248 h

S/. 13.02

S/. 3,229.17

78 dias

Ingeniero asistente

S/. 1,500.00

552 h

S/. 7.81

S/. 4,312.50

78 dias

Modelador

S/. 1,800.00

280 h

S/. 9.38

S/. 2,625.00

78 dias

Modelador

S/. 1,800.00

280 h

S/. 9.38

S/. 2,625.00

78 dias

Logística

S/. 1,500.00

120 h

S/. 7.81

S/. 937.50

78 dias

DIAS TRABAJOS

S/. 39,637.50

Costos de Area Técnica y Tecnología

Descripción

und

Precio Parcial

Precio Total

Gastos por Estudios previos (tercerizados)

Estudios de suelos

1

S/. 3,500.00

S/. 3,500.00

Estudios topográficos

1

S/. 1,500.00

S/. 1,500.00

Estudios de Impacto Ambiental

1

S/. 1,250.00

S/. 1,250.00

Gastos de hardware

pc estacionarias

5

S/. 1,000.00

S/. 5,000.00

Mantenimiento

5

S/. 100.00

S/. 500.00

Servidor local

1

S/. 333.33

S/. 333.33

Gastos de software

Licencia Arquimedes Cype

1

S/. 150.00

S/. 150.00

Licencias Autodesk

5

S/. 70.83

S/. 354.17

Autodesk cloud

1

S/. 83.33

S/. 83.33

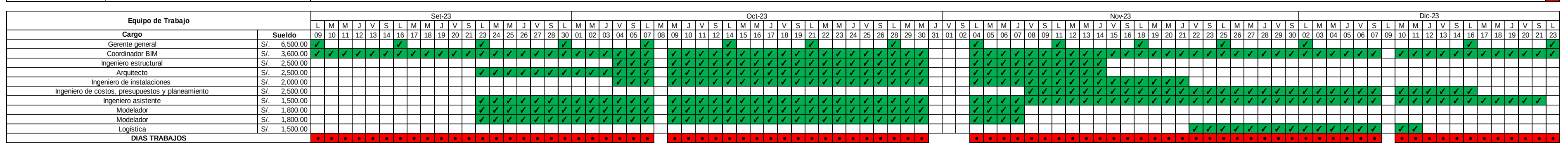
Costo por Area tecnica

S/. 39,637.50

Costo total por elaboración de ET

S/. 51,975.00

Muestreo del expediente 2 de la empresa Luana y Capella Constructores EIRL



COSTOS DE AREA TÉCNICA Y TECNOLOGÍA				
Descripción	und	Precio Parcial		Precio Total
Gastos por Estudios previos (tercerizados)				
Estudios de suelos	1	S/.	3,500.00	S/.
Estudios topográficos	1	S/.	1,500.00	S/.
Estudios de Impacto Ambiental	1	S/.	1,250.00	S/.
Gastos de hardware				
pc estacionarias	5	S/.	1,000.00	S/.
Mantenimiento	5	S/.	100.00	S/.
Servidor local	1	S/.	333.33	S/.
Gastos de software				
Licencia Arquimedes Cype	1	S/.	150.00	S/.
Licencias Autodesk	5	S/.	70.83	S/.
Autodesk cloud	1	S/.	83.33	S/.
Costo de area técnica				S/.
Costo total por elaboración de ET				S/.

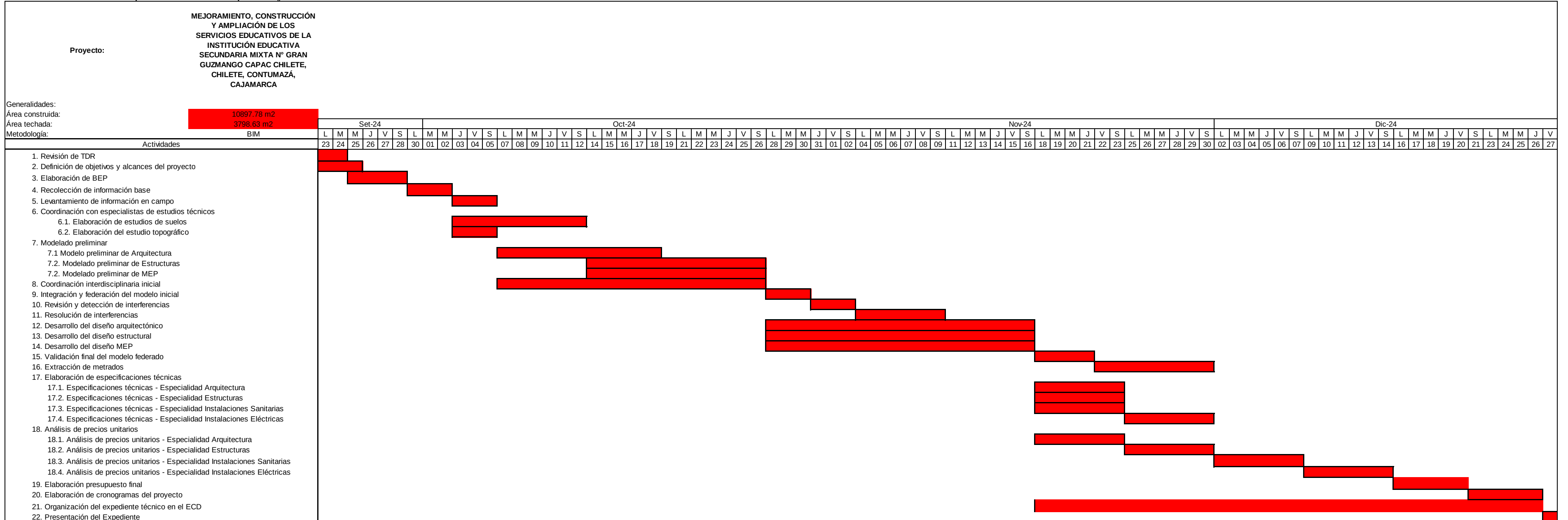
Figura 20.
Muestreo del expediente 1 de la empresa Pyramid Structures

[illegible][illegible]

Equipo de Trabajo			Horas	Sueldos por	Costo por	tiempo de elaboración
Cargo	Sueldo	Trabajadas	Hora	profesionales		
Gerente general	S/. 5,000.00	48 h	S/. 26.04	S/. 1,250.00	75 días	
Jefe de proyecto	S/. 3,500.00	240 h	S/. 18.23	S/. 4,375.00		
Coordinador BIM	S/. 3,500.00	600 h	S/. 18.23	S/. 10,937.50		
Ingeniero estructural	S/. 3,000.00	264 h	S/. 15.63	S/. 4,125.00		
Arquitecto	S/. 3,000.00	304 h	S/. 15.63	S/. 4,750.00		
Ingeniero de instalaciones	S/. 3,750.00	312 h	S/. 19.53	S/. 6,093.75		
Ingeniero de costos, presupuestos y planeamiento	S/. 3,000.00	240 h	S/. 15.63	S/. 3,750.00		
Ingeniero asistente	S/. 1,850.00	520 h	S/. 9.64	S/. 5,010.42		
Modelador	S/. 1,500.00	256 h	S/. 7.81	S/. 2,000.00		
Modelador	S/. 1,500.00	256 h	S/. 7.81	S/. 2,000.00		
Logística	S/. 1,500.00	64 h	S/. 7.81	S/. 500.00		
DIAS TRABAJOS				S/. 44,791.67		

COSTOS DE AREA TÉCNICA Y TECNOLOGÍA			
Descripción	und	Precio Parcial	Precio Total
Gastos por Estudios previos (tercerizados)			
Estudios de suelos	1	S/. 3,250.00	S/. 3,250.00
Estudios topográficos	1	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00
Estudios de Impacto Ambiental	1	S/. 1,000.00	S/. 1,000.00
Gastos de hardware			S/. -
pc estacionarias	2	S/. 1,000.00	S/. 2,000.00
Mantenimiento	2	S/. 100.00	S/. 200.00
Servidores locales	1		S/. -
Gastos de software			S/. -
Delphin Xpress	1	S/. 149.50	S/. 149.50
Licencias Autodesk	5	S/. 70.83	S/. 354.17
Autodesk cloud	1	S/. 83.33	S/. 83.33
Costo de area tecnica			S/. 44,791.67
Costo total por elaboración de ET			S/. 53,028.67

Figura 21.
Muestreo del expediente 2 de la empresa Pyramid Structures

[illegible]

COSTOS DE AREA TÉCNICA Y TECNOLOGÍA					
Descripción	und		Precio Parcial		Precio Total
Gastos por Estudios previos (tercerizados)					
Estudios de suelos	1	S/.	3,250.00	S/.	3,250.00
Estudios topográficos	1	S/.	1,200.00	S/.	1,200.00
Estudios de Impacto Ambiental	1	S/.	1,000.00	S/.	1,000.00
Gastos de hardware				S/.	-
pc estacionarias	2	S/.	1,000.00	S/.	2,000.00
Mantenimiento	2	S/.	100.00	S/.	200.00
Servidores locales	1			S/.	-
Gastos de software					
Delphin Xpress	1	S/.	149.50	S/.	149.50
Licencias Autodesk	5	S/.	70.83	S/.	354.17
Costo de área técnica				S/.	45,620.83
Costo total por elaboración de ET				S/.	53,774.50