



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

LEAN + BIM y su adopción para el mantenimiento futuro de edificios y  
el apoyo a la sostenibilidad

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:**

Bachiller en Ingeniería Civil

**AUTORES:**

Cabrera Paucar, Minerva Nicol ([orcid.org/0000-0001-5476-651X](https://orcid.org/0000-0001-5476-651X))

Vasquez Cabanillas, Mileny Angelita ([orcid.org/0000-0002-7916-976X](https://orcid.org/0000-0002-7916-976X))

**ASESOR:**

MSc. Murga Torres, Emzon Enrique ([orcid.org/0000-0002-7618-9650](https://orcid.org/0000-0002-7618-9650))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2024

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MURGA TORRES EMZON ENRIQUE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulado: "LEAN + BIM y su adopción para el mantenimiento futuro de Edificios y el Apoyo a la Sostenibilidad", cuyos autores son VASQUEZ CABANILLAS MILENY ANGELITA, CABRERA PAUCAR MINERVA NICOL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 7%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 04 de Julio del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MURGA TORRES EMZON ENRIQUE <b>DNI:</b> 70283659 <b>ORCID:</b> 0000-0002-7618-9650	Firmado electrónicamente por: EMURGATO el 04- 07-2024 20:51:20

Código documento Trilce: TRI - 0795172



**Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, VASQUEZ CABANILLAS MILENY ANGELITA, CABRERA PAUCAR MINERVA NICOL estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan el Trabajo de Investigación titulado: "LEAN + BIM y su adopción para el mantenimiento futuro de Edificios y el Apoyo a la Sostenibilidad", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que el Trabajo de Investigación:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado, ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
MILENY ANGELITA VASQUEZ CABANILLAS <b>DNI:</b> 74838568 <b>ORCID:</b> 0000-0002-7916-976X	Firmado electrónicamente por: MVASQUEZCAB el 04- 07-2024 21:13:05
MINERVA NICOL CABRERA PAUCAR <b>DNI:</b> 77353060 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5476-651X	Firmado electrónicamente por: MCABRERAPA13 el 04-07-2024 21:20:14

Código documento Trilce: TRI - 0795174

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Declaratoria de Autenticidad del Asesor .....	ii
Declaratoria de Originalidad de los Autores .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Resumen .....	v
Abstract .....	vi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. METODOLOGÍA .....	3
III. RESULTADOS .....	5
IV. CONCLUSIONES .....	12
REFERENCIAS .....	13
ANEXOS .....	1

## Resumen

En la industria de la construcción mundial se sufre un problema estructural fundamental: la fragmentación del diseño de proyectos, la construcción y los procesos operativos. La industria de la construcción peruana no es ajena a esta situación global ya que los requisitos del cliente se transmiten al equipo de diseño, luego al contratista y finalmente al operador del proyecto. La tecnología BIM se está implementando actualmente, pero aún está poco desarrollada en términos de gestión de edificios (FC) existente.

El objetivo principal de este artículo de revisión de literatura es implementar conceptos de Lean Construction (LC) y modelación con Building Information Modeling (BIM) a la gestión administrativa del proceso constructivo de edificios que se enfoca de manera única en las etapas de análisis y construcción. A través de una metodología cualitativa, detallando y buscando evidenciar cómo la adopción de estas estrategias puede aumentar la eficiencia, reducir el desperdicio y favorecer un futuro más sostenible en la industria de la construcción. Para concluir y evidenciar la importancia de la contribución al mantenimiento futuro de edificios y su relevancia en la sostenibilidad.

**Palabras clave:** Lean Construction, Building Information Modeling, Construcción Sostenible.

## **Abstract**

The global construction industry suffers from a fundamental structural problem: the fragmentation of project design, construction and operational processes. The Peruvian construction industry is no stranger to this global situation since the client's requirements are transmitted to the design team, then to the contractor and finally to the project operator. BIM technology is currently being implemented but is still underdeveloped in terms of existing building management (FC).

The objective of this literature review article is to implement concepts of Lean Construction (LC) and modeling with Building Information Modeling (BIM) to the administrative management of the building construction process that focuses uniquely on the analysis and construction stages. Through a qualitative methodology, detailing and seeking to demonstrate how the adoption of these strategies can increase efficiency, reduce waste and promote a more sustainable future in the construction industry. To conclude and demonstrate the importance of the contribution to the future maintenance of buildings and its relevance to sustainability.

**Keywords:** Lean Construction, Building Information Modeling, Sustainable Construction.

## I. INTRODUCCIÓN

La generación de siglos atrás ha enfocado todos los esfuerzos en el desarrollo humano de manera insostenible. Pero, ya desde el ciclo pasado, los problemas se empezaron a abordar en el sistema no solo ambiental, sino social. Es por ello, que se planteó que el desarrollo económico debe satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las futuras. De esta manera, se acuña la expresión construcción sostenible; el cual se desarrolla por ser respetuosa con los alrededores y se adapta a sus condiciones; así mismo involucra los aspectos económico, social y ambiental.

Por esta razón, la industria de la construcción ha empezado a implantar medidas. Con la finalidad de garantizar el desarrollo sostenible en la construcción, BIM cuenta con diversos modelos que ayudan al sector construcción a desarrollarse de manera efectiva para el cumplimiento de los tres aspectos de sostenibilidad según criterios diferentes.

La adopción BIM y Lean en proyectos de construcción ha tenido un progreso del 25% en 2017 hasta el 39% en 2020. De esta manera, algunos proyectos se han medido por utilizar el denominado <Entorno común de datos>. Esto nos dice que la madurez de esta metodología BIM se está trasladando del modelado basado en objetos, hasta la colaboración basada en modelos. (Murguía, 2021)

La combinación de Lean Construction y Building Information Modeling (BIM) ha revolucionado la forma en que diseñamos, construimos y, fundamentalmente, mantenemos edificios. En este contexto, exploraremos cómo la integración de estos enfoques puede no solo optimizar la eficiencia de la construcción, sino también respaldar el mantenimiento a largo plazo de edificios y promover la sostenibilidad en la industria de la construcción.

CAPECO y su comité BIM del Perú en el año 2020 ha trabajado con entidades públicas. Nos demuestra con la experiencia que si es factible lograr que aquellos que realizan proyectos puedan desarrollarse y confiar en BIM como su real fuente de información para así desarrollar procesos de manera eficiente. Sin importar la gran cantidad del uso de BIM, esta adopción será natural si se logra materializar las expectativas que tiene el cliente, de manera principal ya que las empresas que lo usen tendrán los resultados tangibles de tiempo, calidad y costo. (Quiroz & Salinas, 2021).

Se realizará un proceso de revisión sistemática, utilizando bases de datos de fuentes de información primarias establecidas, como Scopus, Google Scholar, así mismo sitios web, tesis, trabajos de grado como fuentes de literatura adicional.

Este artículo se justifica de manera teórica en que la implementación resulta beneficiosa en los proyectos porque reduce los sobrecostos, aumenta la participación de los involucrados, mejora la calidad final de las edificaciones, reduce los tiempos de entrega y le da gran relevancia a la sostenibilidad.

La modelación BIM beneficia de manera general a todos los peruanos ya que el sector construcción tiende a generar más de un millón de empleos anuales. Así mismo la mejora de calidad de materiales usados en los proyectos edificados hace que la seguridad no sea un problema y todo es gracias a la buena implementación de esta gestión.

Su objetivo general del artículo es exponer la adopción de los modelos, metodología y principios como Lean Construction y BIM; y de manera específica en la construcción sostenible sus posibles sinergias y adopción en la industria de la construcción; promoviendo la eficacia, rendimiento y reduciendo su impacto ambiental, mediante un enfoque multidisciplinar para la promoción de la construcción sostenible, nuevas áreas de conocimiento y soluciones que potencialicen la Industria de la Construcción (IC).



## II. METODOLOGÍA

La metodología de este artículo se basa en un enfoque cualitativo ya que fue basado en observar para poder detallar la realidad problemática actual en la sostenibilidad de edificios futuros y en base a ello nace la necesidad de implementar Lean y BIM, dos metodologías revolucionarias en el mundo de la construcción. Para ello se realizó una revisión de información en bases científicas y diversas fuentes. De acuerdo con Díaz (2019) “este enfoque no vela por una medición numérica, sino que busca expresiones sociales, culturales por medio de un proceso de interpretación entre el observado y el observador” (p. 124).

Este artículo se estableció en seis etapas descritas a continuación:

### **Etapas 01: Definición de la problemática:**

Establecí y definí el problema para poder efectuar una exploración en bases de datos relevantes que permita la revisión literaria, que una vez que fue establecida responda a los objetivos de la investigación.

### **Etapas 02: Opciones de base de datos para la identificación de artículos:**

En esta etapa dos se realiza la elección de la base de datos para identificar los artículos, revistas, tesis relevantes para las palabras claves: Lean Construction, Building Information Modeling, Construcción Sostenible, se eligieron publicaciones relacionadas en la base de datos Google Académico, Scopus, Scielo, Sciece; éstas bases de datos son de alta calidad a nivel mundial, proporcionan publicaciones de revistas, artículos, conferencias, humanidades, series de libros en investigaciones de editores a nivel mundial, tecnologías, artes; brindando así relevancia a los contenidos consultados.

Enlaces de bases de datos:

- <https://scielo.org/es/> – Scielo web
- <https://www.scopus.com> – Scopus web
- <https://scholar.google.es> – Google Académico

### **Etapas 03: Búsquedas primaria y palabras clave:**

La relación a la IC y las palabras claves son determinadas temas protagonistas y fueron: : Building information modeling, Lean construction, Construcción Sostenible; los principales criterios a partir de estas, fueron determinadas seis (06) exploraciones, con filtros y criterios de inclusión o exclusión, límites en las búsquedas como años de publicación y países, criterios y filtros de refinamiento, que lograron consolidar y así lograr un número mínimo de

resultados determinados, que se seleccionaron, evaluaron, y registraron para consolidar una muestra de gran importancia y relevancia.

**Etapa 04: Selección de criterios, evaluación y mejoramiento de artículos:**

Una vez que se estableció la búsqueda y los resultados mejorados, se establece escoger estudios primarios; la selección y resultado de selección de investigaciones, se ejecuta a través de la evaluación de los abstracts de cada artículo o documento seleccionado en la búsqueda, de los cuales se filtraron netamente en relación con “Building information modeling”, “lean construction” y “Construcción sostenible” en los títulos, los resúmenes o las palabras clave, los resultados se registran, y organizan para un control y posterior a eso un análisis de la información obtenida.

**Etapa 05: Analizar Información:**

En esta fase ya se analizaron los documentos en selección, donde se mostraron los aspectos más notables de investigación en relación con el tema abordado. De esta manera se procedió a la revisión detallada, en esta etapa se hizo una lectura completa de cada artículo, revista o documento seleccionado, pues así se logró identificar de manera precisa el método planteado. No se entró en la revisión a debatir o cuestionar si los hallazgos encontrados son evidentes o no, pero si se evidenció los hallazgos.

**Etapa 06: Conclusiones**

En esta última etapa se plantean las conclusiones de toda la información que se obtuvo a partir del análisis y que se busca resolver tanto en la problemática como en los objetivos (ANEXO 1 Y 2).

### **III. RESULTADOS**

El nacimiento de BIM (Building Information Modeling), LC (Lean Construction), criterios de sostenibilidad, o Construcción Sostenible, se han hecho muchas investigaciones para poder estudiar a mayor profundidad cada uno de los conceptos y, de tal manera, su relación por pares sea mutua. Aunque existe un creciente volumen de investigación en estos campos, aún hay pocas investigaciones que nos hable sobre la relación de estos tres conceptos o cómo se aplicaría la unión de estas en la industria. Considerando las posibles conexiones resultantes de la combinación de estos principios de dos en dos, este análisis tiene como objetivo explorar lo que se ha investigado acerca de estas interacciones, resaltando los temas y limitaciones identificados, con el propósito de contribuir a la mejora de la industria de la construcción. Esta revisión se lleva a cabo sin entrar en debates o cuestionamientos sobre la evidencia de las sinergias o hallazgos en los artículos, centrándose en resaltar las opiniones de expertos en estas áreas.

La investigación comienza con la identificación del problema, seguida de la elección de una base de datos de alto nivel científico e investigativo, seleccionada por su excelencia mundial. En Scopus, Scielo, Google académico, etc se aplican criterios de inclusión o exclusión para refinar el contenido, asegurando así la obtención de información pertinente y de calidad.

Después de definir la base de datos y considerando que esta investigación se centra en la Industria de la Construcción (IC), se seleccionaron palabras clave relacionadas con la IC y que son temas de última vanguardia. Estas palabras clave incluyen Building information modelling, Lean construction, Construcción Sostenible y siendo los criterios principales controlados en la búsqueda inicial.

**Tabla 3.** Cuadro de resumen por el filtro, buscador y resultados.

No.	FILTRO	BUSCADOR	RESULTADOS	LINK
1	BIM O BUILDING INFORMATION MODELING	SCOPUS	7	<a href="https://www.scopus.com/home.uri">https://www.scopus.com/home.uri</a>
2	LEANS CONSTRUCTION	SCIELO	13	<a href="https://scielo.org/es/">https://scielo.org/es/</a>
3	CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	GOOGLE ACADÉMICO	17	<a href="https://scholar.google.es/schhp?hl=es">https://scholar.google.es/schhp?hl=es</a>
4	TODOS LOS ANTERIORES	OTROS	13	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32250">https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32250</a>
TOTAL = 50				

Fuente: Elaboración Propia

Después de refinar la búsqueda y obtener resultados, la selección de estudios primarios se lleva a cabo evaluando los resúmenes de los documentos de una búsqueda inicial de 50 artículos. Se filtran los documentos que se centran exclusivamente en conexiones, especialmente aquellas entre las palabras clave.

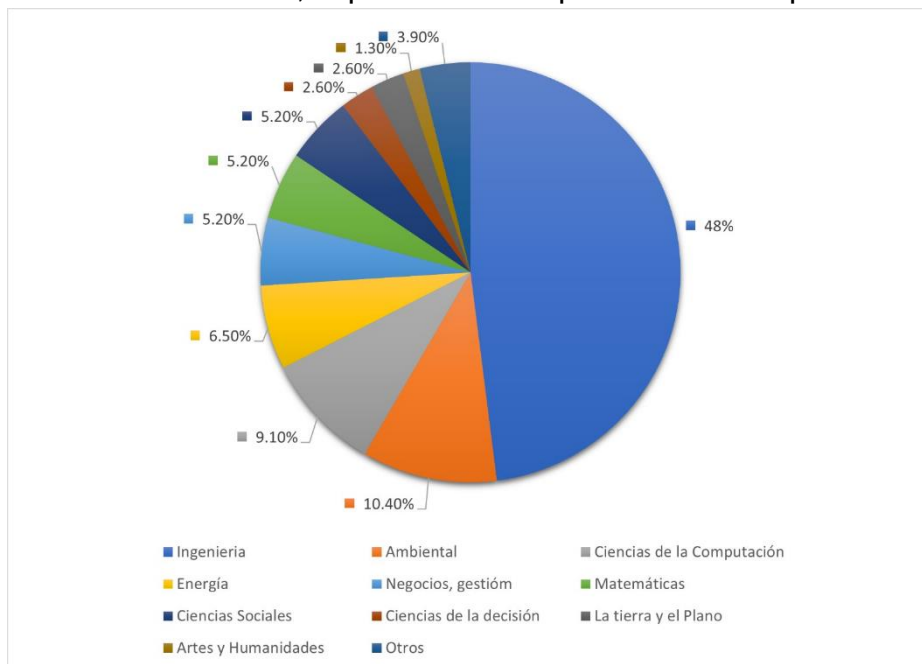


Figura 1: Búsqueda de artículos

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presentó 2 artículos destacados de BIM, 2 de Lean Construction, y 2 de la unión de ambos, por cada filtro mencionado con anterioridad con su conclusión correspondiente (ANEXOS 4, 5 Y 6).

ANALIZANDO LOS ARTÍCULOS DE ESTUDIO SELECCIONADOS:

### **Doc. 2: Filtro BIM**

El propósito de esta investigación fue validar la adecuación de proyectos mediante la metodología BIM, demostrando su relevancia en la mejora de la calidad de proyectos al prevenir errores que suelen manifestarse solo durante la ejecución de la obra.

Es importante señalar que, aunque la tecnología BIM es revolucionaria para la identificación de fallas, su implementación no es trivial y requiere conocimiento por parte del usuario. Este enfoque destaca la importancia de perfeccionar a los profesionales de la construcción, no solo en el uso tradicional, sino también en la herramienta en sí, promoviendo la formación continua debido a las actualizaciones constantes del software

En Brasil, persiste el uso común del modelo de diseño bidimensional, como CAD, en oficinas y programas de pregrado. Es crucial que las instituciones educativas capaciten a docentes y estudiantes en estas tecnologías para mantenerse al día en un mundo competitivo que demanda sostenibilidad. La inversión en la formación de equipos con BIM en el mercado de construcción contribuye significativamente a reducir fallas, errores y mejorar la calidad de los edificios, a pesar de la inversión inicial

### **Doc. 5: Filtro BIM**

Después de una extensa investigación, se puede concluir que el objetivo de demostrar la importancia del proceso de compatibilidad de proyectos se logró. Se destacaron los beneficios de la tecnología BIM en el modelado de una residencia familiar. A través de los programas QiBuilder y Navisworks, se observó que ambos mostraban claramente la visualización de interferencias entre proyectos, pero con diferencias en el rendimiento.

En QiBuilder, las incompatibilidades se obtenían mediante la navegación en un modelo tridimensional, lo que ralentizaba el proceso, aunque era válido. En Navisworks, las interferencias se detectaban automáticamente con la herramienta "Clash Detección", pero su informe automático exageraba algunas incompatibilidades, requiriendo un filtrado cuidadoso.

A pesar de las ventajas de estos programas, es esencial señalar que no sustituyen la experiencia profesional. La intervención de un experto es necesaria para visualizar e interpretar correctamente las interferencias, incluso ignorando algunas incompatibilidades.

Profesionales que adoptan la plataforma BIM experimentan beneficios en velocidad, intercambio de información y reducción de errores. La herramienta busca garantizar la calidad, rendimiento y cumplimiento de costos y plazos. Además, contribuye a la sostenibilidad global al evitar retrabajos y desperdicio de materiales.

Aunque el diseño BIM puede requerir más tiempo que el CAD, esta inversión se amortiza durante la ejecución del proyecto, haciéndolo más viable financieramente. La complejidad de la compatibilidad en BIM exige un alto nivel de conocimiento, pero al final, los detalles y documentos generados son más completos.

Para promover esta tendencia en la construcción, se debe innovar y simplificar las metodologías. Es crucial comprender que la compatibilidad es fundamental y que BIM es la mejor opción. Además, es esencial reconocer que el software de la plataforma BIM va más allá del modelado tridimensional, requiriendo una comprensión integral de la metodología para utilizar todas sus herramientas de manera efectiva.

#### **Doc. 12: Filtro Lean Construction**

La implementación de Lean Construction y herramientas ha permitido mejorar significativamente el progreso de la obra, superando en un 121.27% la programación prevista. Se logró un aumento del 18% en la productividad al analizar los módulos del casco estructural y optimizar la curva S semanal en un 14% más eficiente que los métodos tradicionales.

Para aplicar eficazmente Lean Construction, es esencial el compromiso del contratista y el personal técnico, garantizando la optimización del tiempo, costo y calidad sin restricciones. El empleo de Lean Construction y las herramientas de calidad en varios proyectos en la fase ejecución busca comparar la productividad y evaluar la situación actual de la zona en estudio.

#### **Doc. 14: Filtro Lean Construction**

Al implementar la filosofía Lean durante la ejecución del edificio Multifamiliar céntrico – Breña, se lograron rendimientos notables con un TP=42%, TC=30%, y TNC=28%, marcando una mejora visible en comparación con un proyecto similar ejecutado en 2016 por O2 contratistas ejecutores mediante el método tradicional, que

presentaba un TP=35%, TC=28%, y TNC=37%.

Utilizando las herramientas de planificación y control de la Filosofía Lean Construction, se obtienen mejores rendimientos al evitar sobreproducción, minimizar tiempos muertos y eliminar movimientos innecesarios. La aplicación de esta filosofía acorta los tiempos de entrega de actividades, mejorando así el tiempo total de ejecución del proyecto, destacando la eficiencia de las herramientas utilizadas. La reducción del tiempo de entrega con la calidad deseada hace que la empresa sea más competitiva.

La Filosofía Lean Construction eficientemente mejora la calidad de los entregables al permitir un mejor control de los trabajos, liberaciones ordenadas y oportunas, y un manejo efectivo de herramientas para identificar y dar seguimiento a no conformidades a tiempo, evitando que afecten el progreso del proyecto.

#### **Doc. 28: Filtro BIM y Lean Construction**

La implementación de Lean Construction (LC) ofrece oportunidades significativas para mejorar la eficiencia del sistema de producción al reducir actividades que no agregan valor. LC aborda problemas de producción mediante principios de eliminación de desperdicios, como la reducción del tiempo del ciclo, tamaño del lote, inventario y variabilidad. La sinergia entre LC y Building Information Modeling (BIM) permite la eliminación sistemática de desperdicios, facilitando avances tecnológicos con monitoreo en tiempo real. La revisión temática abarca áreas como gestión logística, Value Stream Mapping (VSM), Lean Project Scheduling (LPS), gestión del diseño, contratos relacionales y sostenibilidad ajustada. LC-BIM muestra beneficios en estabilidad de oferta y demanda, gestión de transporte, inventario y almacén. Sin embargo, la resistencia cultural y desafíos en la comprensión de BIM como proceso representan obstáculos. Las aplicaciones de contratos relacionales pueden fomentar una cultura de eliminación de residuos, pero las estructuras contractuales actuales carecen de definiciones explícitas. Se aborda la reducción de desechos ambientales mediante LC y BIM, mientras que la integración de VSM con herramientas como LCA y LCI se presenta como vital para diagnosticar sistemas de producción.

#### **Doc. 50: Filtro BIM y Lean Construction**

Este estudio se diferencia de investigaciones previas sobre Lean-BIM en la industria de la construcción en dos aspectos fundamentales. En primer lugar, se enfoca exclusivamente en la fase de ejecución de la construcción. En segundo lugar,

a diferencia de estudios anteriores que han resaltado el impacto de las sinergias Lean-BIM en la productividad laboral, este estudio se adentra en la medida de este impacto y su alcance específicamente en la fase de ejecución de la construcción.

Se ha evidenciado que existe una sinergia efectiva entre las funciones BIM y los principios Lean aplicados durante la fase de ejecución de la construcción. Esta sinergia se ve notablemente influenciada por la visualización 4D de la planificación y el proceso de construcción en el sistema BIM. La visualización 4D, al trabajar en conjunto con los principios de reducción de variabilidad y gestión visual, contribuye significativamente a evitar problemas anticipadamente y reducir la variabilidad durante la ejecución de la construcción, impactando positivamente en la productividad laboral.

El mayor impacto se observa en la sinergia entre la visualización 4D y la gestión visual, donde se determina que visualizar las producciones en proyectos de construcción hasta su conclusión mejora la productividad laboral durante la fase de ejecución. La reducción de la variabilidad resulta en una visualización 4D más precisa y clara. Para aumentar la productividad laboral en obras de construcción mediante Lean y BIM, la visualización completa de proyectos desde la planificación hasta la producción se revela de gran importancia.

Esta investigación indica que la combinación de sistemas Lean Construction y BIM puede potenciar la productividad laboral y perfeccionar la gestión de la construcción. Se concluye que la utilización conjunta de herramientas BIM 4D y herramientas de gestión visual de Lean Construction genera una mejora significativa en la productividad laboral. Para optimizar la productividad en el lugar de construcción, se recomienda el uso de herramientas de software como KanBIM y Visilan, integradas en el sistema Lean Construction y BIM, que ofrecen visualización BIM 4D y opciones de gestión visual, mejorando la transparencia durante las inspecciones.

A través de un sistema de gestión visual que muestra de manera concisa todas las actividades en el sitio de construcción, se proporcionan indicadores claros para los flujos de trabajo y planes de acción. Este sistema, que incorpora prácticas eficientes de construcción e integración BIM 4D, resulta en habilidades mejoradas de autogestión, reducción de desperdicios, mayor transparencia y menores barreras para la transferencia de conocimiento. La gestión visual, respaldada por explicaciones pictóricas e ilustraciones de diagramas de flujo, culmina en una gestión de



construcción eficaz y un aumento notable en la productividad laboral.

Análisis Resumido De Los 6 Documentos:

Seleccionar seis documentos de una matriz de cincuenta revela que la adopción de metodologías y buenas prácticas, como Lean Construction, centrada en la eliminación de pérdidas y residuos, reducción de costos, tiempo y mejora de la productividad del equipo, junto con BIM, que incrementa la productividad y precisión desde la fase de diseño y construcción mediante modelado, permite la integración simultánea para maximizar sus principios y mejorar el desempeño y la eficacia de los proyectos de construcción. Ambas abordan este aspecto, contribuyendo a la construcción sostenible que no solo protege el medio ambiente, sino que también conserva y reutiliza recursos, reduciendo así el consumo de energía y disminuyendo costos en las etapas constructivas y operativas. La construcción sostenible, en este contexto, actúa como un vínculo unificador entre Lean Construction y BIM.

#### **IV. CONCLUSIONES**

Durante la elaboración del documento, se determinó que la aplicación de la metodología BIM facilita la adopción de Lean Construction y contribuye eficazmente a las decisiones sostenibles en proyectos.

Para lograr la integración exitosa de Lean Construction, BIM y la metodología de Construcción Sostenible, se deben considerar factores clave como el compromiso de la dirección e interesados, cambio de sistemas, procesos de gestión, planificación eficaz, integración del recurso humano, trabajo colaborativo y comunicación, superando así obstáculos como la falta de gestión de compromiso, fragmentación de la industria, barreras culturales, resistencia al cambio, gestión de procesos y falta de confianza.

A lo largo del documento, se observó que la adopción de Lean Construction presenta cierta complejidad para las organizaciones, aunque los beneficios generan un interés constante en su aplicación.

En consecuencia, la investigación resalta que la implementación simultánea de Lean Construction, BIM y Construcción sostenible emerge como una de las formas más efectivas para que la industria de la construcción contribuya al medio ambiente, optimice sus proyectos y mejore su rendimiento al evitar repeticiones de tareas, reducir desperdicios y pérdida de tiempo.

En resumen, los resultados de esta investigación buscan consolidar y proporcionar bases teóricas para investigadores, estudiantes y profesionales que busquen contribuir al cambio y ofrecer nuevas soluciones en una industria desafiante.

## REFERENCIAS

- ABRIL ALFARO, Mariana. Impacto del Programa "Techo Propio" en la mejora de la calidad de vida del ciudadano del nivel socioeconómico C, en Ancash - Perú, a través de la Adquisición de Vivienda.. 2023. Disponible en: <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/18554>
- ADHI, Alvin Baskoro y Fadhilah MUSLIM. Development of Stakeholder Engagement Strategies to Improve Sustainable Construction Implementation Based on Lean Construction Principles in Indonesia. Sustainability . 2023, **15**(7), 6053. ISSN 2071-1050. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/7/6053>
- ALMENDÁRIZ RODRÍGUEZ, Christian Eduardo. Aplicación de la filosofía LEAN CONSTRUCTION para el cálculo de pérdidas por fuga económica en mano de obra previa a la construcción de una vivienda. Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación. 2022, **6**(45), 223–232. ISSN 2588-1000. Disponible en: <https://journalprosciences.com/index.php/ps/article/view/614>
- ARAYICI, Yusuf, Onur Behzat TOKDEMIR y Mohamad KASSEM. A quantitative, evidence-based analysis of correlations between lean construction and building information modelling. Smart and Sustainable Built Environment. 2022. ISSN 2046-6099. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85137447119&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=a1613d861418c57fe717102c26a31351&sot=b&sdt=b&cluster=cosubtype%2C%22ar%22%2Ct%2Bscosubjabbr%2C%22ENGI%22%2Ct%2Bscolang%2C%22English%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28bim+AND+lean%29&sl=38&sessionSearchId=a1613d861418c57fe717102c26a31351>
- ARRIAGADA D., Ricardo E. Improved building sustainability in seismic zones. Revista de la construcción. 2019, **18**(1). Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718915X2019000100167&lang=es](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718915X2019000100167&lang=es)
- CABRERA, Olenka et al. Un modelo de validación para reducir el tiempo no contributivo basado en herramientas Lean: Caso de una empresa constructora en Perú. 2023. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/23311916.2023.2236838>
- CALITZ, S. y J. A. WIUM. A proposal to facilitate BIM implementation across the South African construction industry. Journal of the South African Institution of Civil

- Engineering. 2022, 64(4), 1–9. ISSN 2309-8775. Disponible en: [http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S102120192022000400003&lang=es](http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S102120192022000400003&lang=es)
- CRUZ, Cesar. La Filosofía Lean Construction en la Ejecución del Edificio Multifamiliar Centrico - Breña. 2019. Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2185>
- DOS SANTOS, Freitas et al. Compatibility of design through BIM methodology. Revista Ingeniería de Construcción. 2021, 38(1). Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S071850732023000100080&lang=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071850732023000100080&lang=es)
- ELDEEP, Ahmed M., Moataz A. M. FARAG y L. M. ABD EL-HAFEZ. Using BIM as a lean management tool in construction processes – A case study. Ain Shams Engineering Journal. 2021. ISSN 2090-4479. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447921003075>
- FERNANDEZ GARCÍA, Roberto. Economía circular y BIM: optimización, sostenibilidad y construcción: A Case Study. TecnoLógicas. 2022, **25**(54). Disponible en: <https://oa.upm.es/71063/>
- FITSUM, Ayfokru et al. Evaluación de la implementación de técnicas Lean para reducir los residuos del proceso de construcción en empresas inmobiliarias en Addis Abeba, Etiopía. Construction Innovation. 2023. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/ace/2023/2379347/>
- GARCÉS, G. y C. PEÑA. A Review on Lean Construction for Construction Project Management. Revista Ingeniería de Construcción. 2023. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S071850732023000100043&lang=es](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071850732023000100043&lang=es)
- GRAVIT, Marina et al. Implementation of Elements of the Concept of Lean Construction in the Fire Protection of Steel Structures at Oil and Gas Facilities. Buildings. 2022, **12**(11). ISSN 2075-5309. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-5309/12/11/2016>
- GUERRA PASAPERA, Ashley Marleny. Influencia de la metodología Lean Construction en la productividad en proyectos del Programa Techo Propio, Cuatro Suyos, La Esperanza-2022. 2022. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/92146#:~:text=Se%20comprobó%20que%20la%20metodología,un%20R%20Cuadrado%3D0.902%20q>

[ue](#)

- HEYDARI, MohammadHossein y Gholamreza HERAVI. A BIM-based framework for optimization and assessment of buildings' cost and carbon emissions. Journal of Building Engineering. 2023, 107762. ISSN 2352-7102. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85171622776&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=a1613d861418c57fe717102c26a31351&sot=b&sdt=cl&cluster=cosubtype%2C%22ar%22%2Ct%2Bscosubjabbr%2C%22ENGI%22%2Ct%2Bscolang%2C%22English%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28bim%29&sl=38&sessionSearchId=a1613d861418c57fe717102c26a31351>
- IBARRA, José Fernando et al. BIM+Lean for integrating production and quality control at the construction site. Ambiente Construído. 2022, 22(2), 7–25. ISSN 1678-8621. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S16788621202200020007&lang=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S16788621202200020007&lang=es)
- INEIA, Adriano et al. global visions and future perspectives in teaching sustainability in engineering. Educação em Revista. 2023. ISSN 1982-6621. Disponible en: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/4792>
- JIMÉNEZ-ROBERTO, Yabin et al. Análisis de sostenibilidad ambiental de edificaciones empleando metodología BIM (Building Information Modeling). INGENIERÍA Y COMPETITIVIDAD. 2017, 19(1), 230. ISSN 2027-8284. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-30332017000100241&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30332017000100241&lang=es)
- KARAZ, Mahmoud y José Cardoso TEIXEIRA. Waste Elimination based on Lean Construction and Building Information Modelling: A Systematic Literature Review. U.Porto Journal of Engineering. 2023, 9(3). ISSN 2183-6493. Disponible en: [https://ijooes.fe.up.pt/index.php/upjeng/article/view/2183-6493\\_009-003\\_001808](https://ijooes.fe.up.pt/index.php/upjeng/article/view/2183-6493_009-003_001808)
- LEKAN, Amusan et al. Construction 4.0 Application: Industry 4.0, Internet of Things and Lean Construction Tools' Application in Quality Management System of Residential Building Projects. Buildings. 2022, 12(10). ISSN 2075-5309. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-5309/12/10/1557>

- LI, Shuquan, Yanqing FANG y Xiuyu WU. A systematic review of lean construction in Mainland China. *Journal of Cleaner Production*. 2020, **257**. ISSN 0959-6526. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620306284>
- MALDONADO-PINTO, Jorge Enrique. Construcción de un modelo de ecoturismo sostenible para el Norte de Santander. *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería*. 2022, **10**(2), 1–8. ISSN 2346-030X. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85144799731&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=a1613d861418c57fe717102c26a31351&sot=b&sdt=cl&cluster=cosubtype%2C%22ar%22%2Ct%2Bscosubjabbr%2C%22ENGI%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28construcci%C3%B3n+sostenible%29&sl=38&sessionSearchId=a1613d861418c57fe717102c26a31351>
- MARADZANO, Isabellah, Stephen MATOPE y Richmore Aron DONDOFEMA. APPLICATION OF LEAN PRINCIPLES IN THE SOUTH AFRICAN CONSTRUCTION INDUSTRY. *South African Journal of Industrial Engineering*. 2019, **30**(3).ISSN 2224-7890. Disponible en: [http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S22247890201900300019](http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S22247890201900300019)
- MARINELLI, Marina. Human–Robot Collaboration and Lean Waste Elimination: Conceptual Analogies and Practical Synergies in Industrialized Construction. *Buildings*. 2022, **12**(12), 2057. ISSN 2075-5309. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-5309/12/12/2057>
- MILLÁN-MARTÍNEZ, Marlón, Germán OSMA-PINTO y Julián JARAMILLO-IBARRA. Estimating a Building’s Energy Performance using a Composite Indicator: A Case Study. *Tecnológicas*. 2022, **25**(54). ISSN 2256-5337. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S012377992022000200204&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012377992022000200204&lang=es)
- MILLÁN-MARTÍNEZ, Marlón, Germán OSMA-PINTO y Julián JARAMILLO-IBARRA. Estimating a Building’s Energy Performance using a Composite Indicator: A Case Study. *Tecnológicas*. 2022, **25**(54). ISSN 2256-5337. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-77992022000200204&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-77992022000200204&lang=es)

- MORADI, Sina y Piia SORMUNEN. Integrating lean construction with BIM and sustainability: a comparative study of challenges, enablers, techniques, and benefits. *Construction Innovation*. 2023. ISSN 1471-4175. Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/CI-02-2023-0023/full/html>
- MORADI, Sina y Piia SORMUNEN. Integrating lean construction with BIM and sustainability: a comparative study of challenges, enablers, techniques, and benefits. *Construction Innovation*. 2023. ISSN 1471-4175. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85160028138&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=a1613d861418c57fe717102c26a31351&sot=b&sdt=b&cluster=cosubtype%2C%22ar%22%2Ct%2Bscosubjabbr%2C%22ENGI%22%2Ct%2Bscolang%2C%22English%22%2Ct&s=TITLE-ABS-KEY%28bim+AND+lean%29&sl=38&sessionSearchId=a1613d861418c57fe717102c26a31351>
- MORADI, Sina y PIIA, Sormunen Implementación de Lean Construction: un estudio bibliográfico sobre barreras, facilitadores e implicaciones. 2023. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-5309/13/2/556>
- MOREIRA JÚNIOR, Orlando Moreira Júnior et al. Sustentabilidade em edifício residencial no município de Dourados, MS. *Interações (Campo Grande)*. 2019, 475–486. ISSN 1984-042X. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/inter/a/KzHQQncYvXRBYndBDJsSctx/?lang=pt>
- MUÑOZ PÉREZ, Sócrates Pedro, Nelson Manuel GÓMEZ ORMEÑO y Jorge Reynerio TICONA JUÁREZ. Una revisión del impacto de la adopción de la metodología Lean Construction en los proyectos de construcción. *Cuaderno activa*. 2023, **14**(1). ISSN 2619-5232. Disponible en: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi92uuw4O6BAxUIRjABHTofC6QQFnoECBMQAQ&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F7855003.pdf&usg=AOvVaw1VcEZMV33IoESHf1k8GLI8&opi=89978449>
- MUÑOZ, Socrates et al. Beneficios de la aplicación de Lean Construction en la industria de la construcción. 2021. Disponible en: <https://rci.cujae.edu.cu/index.php/rci/article/view/819>
- PATCHING, Alan et al. Case study of the collaborative design of an integrated BIM,

- IPD and Lean university education program. *International Journal of Construction Management*. 2023, 1–10. ISSN 2331-2327. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85159904195&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=a1613d861418c57fe717102c26a31351&sot=b&sdt=b&cluster=cosubtype%2C%22ar%22%2C%2Bscosubjabbr%2C%22ENGI%22%2C%2Bscolang%2C%22English%22%2C&s=TITLE-ABS-KEY%28bim+AND+lean%29&sl=38&sessionSearchId=a1613d861418c57fe717102c26a31351>
- PEDROSA, Manuel et al. Barriers to Adopting Lean Methodology in the Portuguese Construction Industry. *Buildings*. 2023, 13(8). Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-5309/13/8/2047>
- PÉREZ, Gonzalo et al. Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: caso estudio. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*. 2019, 7(14), 110–121. ISSN 2387-0893. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7242765>
- PONS, Achell et al. Lean Construction y la planificación colaborativa. Metodología del Last Planner® System. *Revista*. 2019. Disponible en: <https://www.riarte.es/handle/20.500.12251/1064>
- PRASAD, Kudrekodlu V. y Venkatesan VASUGI. Readiness Factors for Sustainable Lean Transformation of Construction Organizations. *Sustainability*. 2023, 15(8), 6433. ISSN 2071-1050. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/8/6433>
- QUIROZ-FLORES, Juan Carlos et al. Lean Operations Management Model to Increase On-Time Project Delivery in a Construction Company. *International Journal of Civil Engineering*. 2023, 10(4), 22–28. ISSN 2348-8352. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Juan-Carlos-Quiroz-Flores/publication/371036125\\_Lean\\_Operations\\_Management\\_Model\\_to\\_Increase\\_On-time\\_Project\\_Delivery\\_in\\_a\\_Construction\\_Company/links/646f91570ed3704822c073c4/Lean-Operations-Management-Model-to-Increase-On-time-Project-Delivery-in-a-Construction-Company.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Juan-Carlos-Quiroz-Flores/publication/371036125_Lean_Operations_Management_Model_to_Increase_On-time_Project_Delivery_in_a_Construction_Company/links/646f91570ed3704822c073c4/Lean-Operations-Management-Model-to-Increase-On-time-Project-Delivery-in-a-Construction-Company.pdf)
- SALOMÃO, Pedro Emílio Amador et al. Modelagem e compatibilização de projetos de uma residência Minha Casa Minha Vida em software de plataforma



- BIM. Research, Society and Development. 2019, **8**(8), ISSN 2525-3409. Disponible en: <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/13412>
- SILVA, Jesus. Evaluación de la productividad mediante la filosofía Lean Construction en partidas de concreto armado de viviendas multifamiliares. 2023. Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/6120>
- SILVA, Paula Heloisa da, Julianna CRIPPA y Sergio SCHEER. BIM 4D no planejamento de obras: detalhamento, benefícios e dificuldades. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção. 2019, **10**, e019010. ISSN 1980-6809. Disponible en: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8650258/19196>
- SILVA, Roberto Caldeira da y Ludmila De Souza FREITAS. Diretrizes para a fase de projetos de edificações públicas sob o foco da sustentabilidade ambiental: Estudo de caso de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES) de acordo com o sistema de certificação LEED. Interações (Campo Grande). 2019. ISSN 1984-042X. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/inter/a/5fgdW4z3SzHWyFv8gf36L3t/?lang=pt>
- SINGH, Subhav y Kaushal KUMAR. Review of literature of lean construction and lean tools using systematic literature review technique (2008–2018). Ain Shams Engineering Journal. 2020, 11(2). ISSN 2090-4479. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447919301212>
- SOLÍS, Mariana y ABDELNOUR, Erick. Metodología para la gestión de recursos de consumo energético durante el proceso constructivo. Ingeniería. 2022, 32(2), 85–110 ISSN 2215-2652. Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S221526522022000200087&lang=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S221526522022000200087&lang=es)
- UVAROVA, Svetlana et al. Ensuring Efficient Implementation of Lean Construction Projects Using Building Information Modeling. Buildings. 2023, 13(3). ISSN 2075-5309. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-5309/13/3/770>
- UVAROVA, Svetlana et al. Ensuring Efficient Implementation of Lean Construction Projects Using Building Information Modeling. Buildings. 2023, 13(3). ISSN 2075-5309. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2075-5309/13/3/770>
- VALVERDE, Gerson et al. Lean Construction y herramientas de calidad para la productividad del casco estructural en la I.E N°2254, El Porvenir, Trujillo,

2022. 2022. Disponible en:  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/99240>
- VILLARREAL ARCHILA, Sylvia y CORREA GÓMEZ, Juan. Impacto del Programa "Techo Propio" en la mejora de la calidad de vida del ciudadano del nivel socioeconómico C, en Ancash - Perú, a través de la Adquisición de Vivienda. 2020. Disponible en:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8716483>
- VILLENA, Francisco y LUCENA, Carlos. Evaluación técnico-económica de modelación y coordinación bim en proyectos de edificación de mediana envergadura: un caso de estudio. 2019. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/332183261\\_EVALUACION\\_TECNICO-ECONOMICA\\_DE\\_MODELACION\\_Y\\_COORDINACION\\_BIM\\_EN\\_PROYECTOS\\_DE\\_EDIFICACION\\_DE\\_MEDIANA\\_ENVERGADURA\\_UN\\_CASO\\_DE\\_ESTUDIO](https://www.researchgate.net/publication/332183261_EVALUACION_TECNICO-ECONOMICA_DE_MODELACION_Y_COORDINACION_BIM_EN_PROYECTOS_DE_EDIFICACION_DE_MEDIANA_ENVERGADURA_UN_CASO_DE_ESTUDIO)
- WAQAR, Ahsan et al. Impediments in BIM implementation for the risk management of tall buildings. Results in Engineering. 2023, 20. ISSN 2590-1230. Disponible en: <https://www.scopus.com/home.uri?zone=header&origin>

## ANEXOS

### ANEXO 1: CUADRO DE CATEGORIZACIÓN DE BIM

**Tabla 1.** *Categorías y subcategorías de BIM.*

<b>CATEGORÍA</b>	<b>SUBCATEGORÍA</b>
Gestión de Proyectos de Construcción	<ul style="list-style-type: none"><li>• BIM (Modelado de Información de Construcción).</li><li>• Colaboración y Coordinación en Proyectos.</li><li>• Planificación y Programación en Proyectos.</li><li>• Análisis de Costos y Presupuestos.</li><li>• Gestión de Activos y Mantenimiento.</li></ul>
Diseño Arquitectónico e Ingeniería	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diseño Arquitectónico en 3D.</li><li>• Ingeniería Estructural y MEP (Mecánica, Eléctrica y Fontanería) en 3D.</li><li>• Simulación y Análisis de Diseño.</li></ul>
Documentación y Entrega	<ul style="list-style-type: none"><li>• Generación de Planos y Documentación Técnica.</li><li>• Coordinación de Proyectos y Evitación de Conflictos.</li></ul>
Construcción y Ejecución	<ul style="list-style-type: none"><li>• Secuenciación de Construcción.</li><li>• Control de Calidad y Seguridad.</li><li>• Programación de la Construcción.</li></ul>
Operación y Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gestión de Instalaciones y Activos.</li><li>• Mantenimiento Preventivo y Correctivo.</li></ul>

Fuente: Elaboración Propia

## ANEXO 2: CUADRO DE CATEGORIZACIÓN DE LEAN CONSTRUCTION

**Tabla 2.** *Categorías y subcategorías de LEAN CONSTRUCTION.*

<b>CATEGORÍA</b>	<b>SUBCATEGORÍA</b>
Gestión de Proyectos de Construcción	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eliminación de Desperdicios.</li><li>• Planificación y Programación Justo a Tiempo.</li><li>• Mejora Continua de Procesos.</li></ul>
Eficiencia en la Construcción	<ul style="list-style-type: none"><li>• Flujo de Trabajo Continuo.</li><li>• Reducción de Tiempos de Espera.</li></ul>
Colaboración y Coordinación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Colaboración entre Equipos y Subcontratistas.</li><li>• Gestión de la Cadena de Suministro.</li><li>• Comunicación Efectiva en el Proyecto.</li></ul>
Calidad y Eliminación de Errores	<ul style="list-style-type: none"><li>• Control de Calidad Integrado.</li><li>• Detección y Prevención de Errores.</li></ul>

Fuente: Elaboración Propia

## ANEXO 4: CUADRO CON LOS EJEMPLOS CON EL FILTRO DE BIM.

**Tabla 4.** Cuadro con los ejemplos con el filtro de BIM.

Nº	Autor y año	Título de artículo	Objetivo General	Principales resultados obtenido	Principal conclusión	Principales definiciones para cada variable	Principales Teorías	link
1	D. F. A Dos Santos, M. E. C. Ferreira, M. P. Ferreira (2023)	Compatibility of design through BIM methodology	Analizar la metodología BIM para realizar la compatibilidad de proyectos.	Se realizaron seis verificaciones entre diferentes elementos, cuatro obtuvieron interferencias, aunque cada proyecto se llevó a cabo en colaboración entre los autores, lo que apunta a la gran importancia de BIM. Tecnología en la compatibilidad de proyectos tanto para equipos colaborativos, como especialmente para oficinas que trabajan de forma aislada.	Un punto obvio es que el uso de esta metodología contribuye significativamente a la identificación y reparación de interferencias entre proyectos antes de la ejecución de la obra, facilitando la verificación de interferencias, ya sean simples o complejo, lo que hace que el proceso sea confiable e incluso necesario.	La adopción de esta metodología ayuda a identificar inconsistencias difíciles de identificar, pero que llevadas a la práctica causan problemas de grandes proporciones, generando retrabajos, pérdidas económicas, menor calidad del trabajo, además de retrasos.	Cabe señalar que si bien la tecnología BIM es revolucionaria y garantiza la verificación de proyectos simples y complejos fallas, no tiene un proceso simple, además de no trabajar solo, exigiendo que el usuario/profesional responsable tiene conocimiento del uso de la herramienta y sabe seleccionar los parámetros correctos.	<a href="http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S0718-50732023000100080&amp;lang=es">http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&amp;pid=S0718-50732023000100080&amp;lang=es</a>
2	Hugo Sávio Penna Aleixo y Ladir Antônio da Silva Junior (2019)	COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS UTILIZANDO A FERRAMENTA BIM APLICADA NA MODELAGEM DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR	Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo demostrar la efectividad del proceso de compatibilidad de proyectos utilizando la plataforma BIM (Building Information Modeling) y resaltar las ventajas y desventajas de esta metodología.	Está claro que la compatibilidad es fundamental para un mejor rendimiento en la construcción de un edificio, y que BIM es una herramienta completa y la mejor forma de conseguirlo. demás de detectar interferencias automáticamente y generar un informe, el modelado 3D permite una visualización rápida de las interferencias, lo que facilita la toma de decisiones eficientes para resolver los problemas descubiertos durante la fase de diseño.	es posible concluir que la investigación logró su objetivo de demostrar la relevancia del proceso de compatibilidad de proyectos, destacando los beneficios de la tecnología BIM en el modelado de una residencia familiar.	No hay software Navisworks de Autodesk, que es un software más completo, para verificar incompatibilidades de forma automática y también tiene la opción de elegir una disciplina y aún es posible obtener una relación de interferencias detallada.	El BIM puede ser utilizado para la compatibilización de proyectos que se resumen en un modo de averiguar todos los proyectos involucrados para el desarrollo de una edificación (arquitectónico, eléctrico, estructural, hidrossanitario), con el propósito de generar una interfaz entre disciplinas, buscando resolver as possíveis interferencias ocorridas entre as disciplinas de proyecto, evitando que esses problemas sejam resolvidos durante una obra.	<a href="https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/13412">https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/13412</a>

Fuente: Elaboración Propia

## ANEXO 5: CUADRO CON LOS EJEMPLOS CON EL FILTRO DE LEAN CONSTRUCTION.

**Tabla 5. Cuadro con los ejemplos con el filtro de LEAN CONSTRUCTION.**

Nº	Autor y año	Título de artículo	Objetivo General	Principales resultados obtenido	Principal conclusión	Principales definiciones para cada variable	Principales Teorías	link
12	Benites Valverde, Gerson y Benites Valverde, Nestor (2022)	Lean Construction y herramientas de calidad para la productividad del casco estructural en la I.E N°2254, El Porvenir, Trujillo, 2022	Determinar la eficacia de Lean Construction y las herramientas de calidad para la productividad del casco estructural en la I.E N° 2254, El Porvenir, Trujillo	Aumento del trabajo productivo y rendimientos de las partidas mayor al 20%, la eficiencia de la planificación tuvo un porcentaje de plan completados de 80%, 100% de los plazos previstos en la obra, 121.27% de avance de obra, 18% de porcentaje de mejora de productividad en el casco estructural, y en la curva S de 14% superior del nivel de eficiencia de un proceso tradicional	Mediante la filosofía lean y herramientas de calidad se mejoró el sistema de planificación, obteniendo un mejor control de obra, logrando cumplir las metas trazadas durante el mes analizado con un eficiente flujo de trabajo.	La filosofía Lean Construction transforma la forma de pensar tradicional, a través de una estructura de gestión innovadora, aplicado en el análisis de pérdidas en obra.	Nos permite reducir los desperdicios, mediante el uso de conceptos y teorías conectadas a la filosofía del lean construcción tomando en consideración los autores más importantes a este tema, los cuales están direccionados a incrementar los conocimientos y hacer sencillo el proceso	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/99240">https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/99240</a>
14	Cruz Rojas, Cesar (2019)	La Filosofía Lean Construction en la Ejecución del Edificio Multifamiliar Centrico - Breña (2019)	Determinar el beneficio de la aplicación de la Filosofía Lean Construction durante la etapa de ejecución del edificio multifamiliar Céntrico.	Mediante la aplicación de la Filosofía Lean Construction en la ejecución del Edificio Multifamiliar Céntrico – Breña, se logró obtener el efecto deseado en la obra, nos permitió conocer y crear procedimientos constructivos que benefician el avance del proyecto, generando mayores rendimientos debido a la secuencia de los trabajos y logrando trabajos que cumplan los estándares deseados de calidad.	Todos los participantes de la investigación tenían elementos de estrategia integrados en la cultura de su empresa y en sus operaciones comerciales. Ningún participante notó estrategias formalizadas de crecimiento o supervivencia.	Para poder obtener una definición más cercana a lo que es el Lean Construction, "definiremos previamente la metodología que le sirve de soporte, esto es la metodología o filosofía de trabajo Lean. Así pues, por Lean se le denomina y define al sistema de producción implementado por la empresa automotriz Toyota".	Entendida la metodología lean, como un precepto general, nos enfocaremos en intentar definir lo que, "Por Lean Construction se quiere decir la literatura autorizada. Así pues, desde la definición que se obtiene del (Lean Construction Institute, 2013)	<a href="https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2185">https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2185</a>

Fuente: Elaboración Propia

## ANEXO 6: CUADRO CON LOS EJEMPLOS CON EL FILTRO DE BIM Y LEAN CONSTRUCTION

**Tabla 6.** Cuadro con los ejemplos con el filtro de BIM y LEAN CONSTRUCTION.

N°	Autor y año	Título de artículo	Objetivo General	Principales resultados obtenido	Principal conclusión	Principales definiciones para cada variable	Principales Teorías	link
28	Mahmoud Karaz y Teixeira José (2023)	Waste Elimination based on Lean Construction and Building Information Modelling: A Systematic Literature Review	comprender los conceptos de "Residuos" y "eliminación de residuos" a través de perspectivas de LC y revisar factores de LC-BIM para la eliminación de residuos.	Se identificaron beneficios de LC-BIM, como oferta y demanda estables, gestión de transporte, gestión de inventario y almacén.	Se espera que las evaluaciones futuras se centren en las implicaciones de LC-BIM en la eliminación de residuos a partir de estudios de casos. A pesar de la poca literatura disponible, un análisis del desarrollo reciente en la investigación indica que para lograr el pensamiento de inventario cero es necesario adoptar más LC-BIM. desarrollado	La investigación empírica muestra que la efectividad de LPS-BIM para la eliminación de residuos es parcial sin seguimiento en tiempo real, que puede mejorarse mediante seguimiento digital, inteligencia artificial y datos entintados, entre otros (Dave y Sacks 2020).	Según el Sistema de Producción Toyota (SPT), los residuos se propagan en círculos viciosos y cadenas complejas. Al atacar la sobreproducción y reducir el inventario, es posible obtener ventajas operativas a nivel de producción y aumentar las ganancias a nivel organizacional con costos mínimos.	<a href="https://ijooes.fe.up.pt/index.php/ijooes/article/view/2183-6493_009-003_001808">https://ijooes.fe.up.pt/index.php/ijooes/article/view/2183-6493_009-003_001808</a>
50	Arayici, Y., Tokdemir, O.B., Kassem, M. (2022)	A quantitative, evidence-based analysis of correlations between lean construction and building information modelling	Identificar y medir las correlaciones entre los principios del modelado de información de construcción (BIM) y la construcción ajustada (LC) en las fases de diseño y construcción.	El análisis de correlación da como resultado 46 correlaciones, y las correlaciones entre los principios LC y los usos BIM se intensifican con los principios LC.	la conclusión de que su implementación combinada en proyectos puede mejorar la eficiencia y la eficacia.	Las prácticas BIM y LC representan enfoques para mejorar el desempeño en proyectos de construcción. Si bien BIM tiene perspectivas tanto de tecnología de la información (TI) como de procesos, el enfoque LC es principalmente una filosofía orientada a procesos y productos para la eficiencia y eficacia del proyecto y la eliminación de actividades y desperdicios que no agregan valor.	Este artículo llena ese vacío con un análisis basado en evidencia de la rigidez del acoplamiento y las correlaciones entre los usos de BIM y los principios de LC.	<a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85137447119&amp;origin=resultslist&amp;sort=plf">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85137447119&amp;origin=resultslist&amp;sort=plf</a> <a href="https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85137447119&amp;origin=resultslist&amp;sort=plf&amp;src=s&amp;sid=a1613d861418c57fe717102c26a313518&amp;ot=b&amp;sd=b&amp;cluster=scopus&amp;type=2C%22ar%22%2C%2Bscosubjabbr%2C%22ENGLISH%22%2C%2Bscolang%2C%22English%22%2C%2C8.s=TITLE-ABS-KEY%28bim+AND+lean%29&amp;si=38&amp;sessionSearchId=a1613d861418c57fe717102c26a31351">https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85137447119&amp;origin=resultslist&amp;sort=plf&amp;src=s&amp;sid=a1613d861418c57fe717102c26a313518&amp;ot=b&amp;sd=b&amp;cluster=scopus&amp;type=2C%22ar%22%2C%2Bscosubjabbr%2C%22ENGLISH%22%2C%2Bscolang%2C%22English%22%2C%2C8.s=TITLE-ABS-KEY%28bim+AND+lean%29&amp;si=38&amp;sessionSearchId=a1613d861418c57fe717102c26a31351</a>

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 7: Resultado de reporte de similitud de Turnitin

# LEAN + BIM y su adopción para el mantenimiento futuro de Edificios y el Apoyo a la Sostenibilidad

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>7</b> %	<b>7</b> %	<b>1</b> %	<b>1</b> %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2</b> %
<b>2</b>	<b>centrodeconocimiento.ccb.org.co</b> Fuente de Internet	<b>1</b> %
<b>3</b>	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>4</b>	<b>www.doccity.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>5</b>	<b>www.researchgate.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>6</b>	<b>repositorio.uniandes.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>7</b>	<b>www.aufop.org</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>8</b>	<b>www.coursehero.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1</b> %
<b>9</b>	<b>www.uv.mx</b> Fuente de Internet	