

ARTÍCULO ORIGINAL

Lean Construction y su repercusión en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno

RESUMEN

Tras la crisis sanitaria del COVID-19 se impulsó la reactivación económica mediante políticas del gobierno peruano, esto trajo consigo una fuerte inversión en el sector construcción, especialmente en la ciudad de Puno; sin embargo, la demanda de proyectos de construcción desafió a muchas empresas a adoptar nuevas estrategias y metodologías. En ese sentido, el propósito del presente estudio fue determinar en qué medida el método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno. Para ello, se empleó una metodología de enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo-correlacional, con un diseño no experimental de corte transversal, utilizando un cuestionario validado que se aplicó a cinco representantes de 16 empresas constructoras habilitadas de la ciudad de Puno. Los resultados indicaron una correlación positiva fuerte de 0.912 entre las variables, así como en las dimensiones del modelo transformación, Flujo, Valor (TFV). Finalmente, se llegó a la conclusión que el método Lean Construction repercute de manera significativa en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno. Sin embargo, a pesar de la evidente correlación entre las variables, las empresas mostraron una limitada adopción de esta metodología, lo que se vio reflejado en la adopción de estas prácticas de forma ocasional, y esto se evidenció en los índices de productividad fluctuantes, lo cual sugiere un desafío significativo en el aprovechamiento pleno de las ventajas que el Lean puede ofrecer al ámbito constructivo.

Palabras clave: lean construction; productividad; construcción; teoría transformación; flujo; valor (TFV).

Julimar Ximena Aguilar Quenta

julimar.aguilar@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2136-9272>

Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Administrativas y Humanas, Puno, Perú

Presentado: 25/03/2024 - Aceptado: 21/08/2024 - Publicado: 30/12/2024

INTRODUCCIÓN

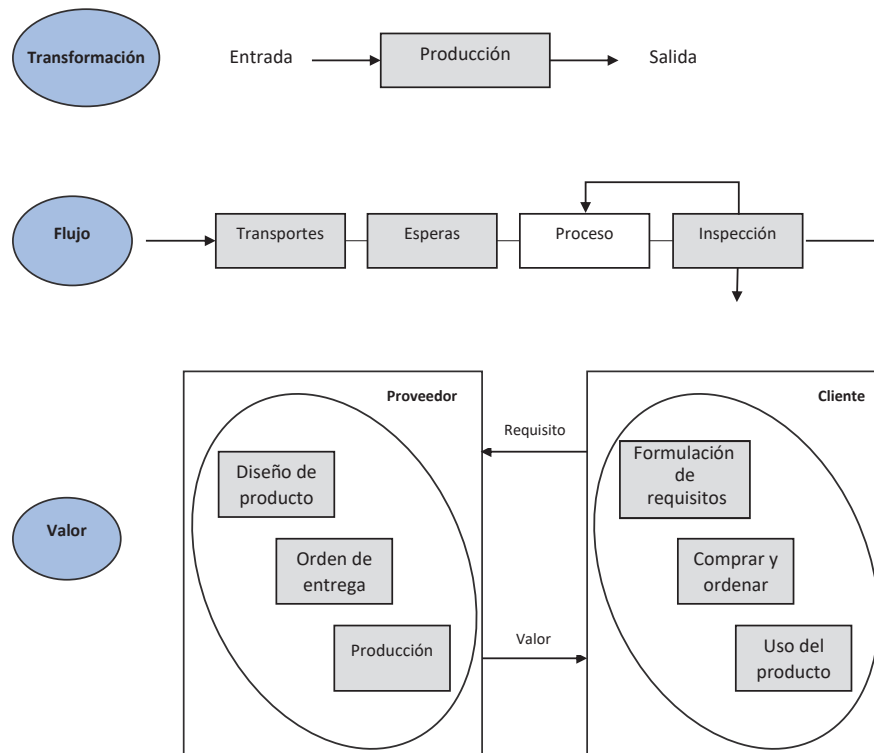
La industria de la construcción es una de las más importantes y omnipresentes a nivel mundial, está en constante evolución y búsqueda de métodos más eficientes y sostenibles para llevar a cabo los proyectos (Blandín, 2023; Pérez *et al.*, 2019); en ese contexto, surge el Lean Construction como una revolución de los paradigmas constructivos tradicionales (Li *et al.*, 2019a; Singh & Kumar, 2020).

El Lean Construction, o construcción ajustada, es una filosofía que emerge gracias a los efectos ventajosos de los principios de fabricación ajustada establecidos por el Sistema de Producción Toyota (TPS) en la industria manufacturera (Karatás & Budak, 2023; Koskela *et al.*, 2019; Saieg *et al.*, 2018). Sin embargo, el término fue acuñado por primera vez a principios de la década de 1990 por el profesor Lauri Koskela (Koskela, 1992, 2000); esto debido a las exigencias de la industria de la construcción, ya

que existía la necesidad de optimizar la competitividad, reduciendo los desperdicios, buscando la mejora continua y la optimización de los procesos para maximizar el valor y la eficiencia (Ghosh & Burghart, 2021). Tradicionalmente, el modelo de producción en la construcción era concebido como una serie de actividades de conversión (transformación de insumos), desconociendo las actividades que no agregan valor (esperas, reprocesos, etcétera), no presentes en los modelos de planificación y control tradicionales (Avelar *et al.*, 2019; Igwe *et al.*, 2022; Martínez *et al.*, 2019).

En ese sentido, el profesor Koskela, propuso el modelo de producción TFV como base del sistema Lean Construction, buscando eliminar todo tipo de desperdicio en el proceso productivo, mejorando así la eficiencia y efectividad del sistema de producción (Botero, 2021; Meng, 2019). En la Figura 1 se observa el modelo TFV. En primera instancia, se presenta el modelo de

Figura 1
Modelo TFV



Nota. El modelo de transformación facilita el control y mejora de los procesos productivos de manera más sencilla, mientras que el modelo de flujo busca optimizar la eficiencia al minimizar interrupciones, desperdicios y tiempos de espera, logrando una mejor sincronización de actividades. La perspectiva de valor, por su parte, se enfoca en garantizar que las actividades productivas generen valor para el cliente, alineando los objetivos del proyecto con sus expectativas y asegurando que cada operación contribuya efectivamente al resultado final. Adaptado de Koskela, 2000.

Transformación, el cual se enfoca en la conversión de insumos (materiales, mano de obra y maquinaria) en productos finales a través de procesos bien definidos y secuenciales; a continuación, el modelo de Flujo se centra en la eficiencia del proceso, minimizando interrupciones y eliminando desperdicios y, finalmente, se presenta el modelo de Valor que se enfoca en la creación de productos y servicios que cumplan con las expectativas y necesidades del cliente (Schonberger, 2019). Al aplicar este sistema de producción correctamente, las empresas pueden mejorar significativamente la calidad, los plazos y los costos de sus proyectos (Ahmed & Sobuz, 2019; Albalkhy & Sweis, 2021; Carvajal *et al.*, 2019).

En la Tabla 1 se observa el resumen del modelo de producción Lean, basado en sus principios, metodología y aplicaciones prácticas.

Sin embargo, aunque esta metodología lleva décadas en vigencia y actualización, solo ha sido ampliamente desarrollada y aplicada con éxito en países desarrollados. En los países de América Latina ha enfrentado varios desafíos, como la resistencia al cambio debido a una cultura organizacional arraigada en métodos tradicionales y la falta de conocimiento y capacitación en los principios Lean (Enshassi *et al.*, 2021). Además, la comunicación y colaboración deficientes entre los actores del proyecto, junto con estructuras organizacionales jerárquicas y rígidas, dificultan la adopción efectiva de estas prácticas innovadoras (De Sousa & Muller, 2022).

En el ámbito peruano, el sector construcción, durante el año 2020, tras la crisis de la pandemia de COVID-19, se vio considerablemente reducido debido a la paralización de proyectos de construcción y a la disminución en la demanda de bienes raíces (Aguilar y Vértiz, 2023). Aunado a esto, las medidas de confinamiento, la falta de disponibilidad de materiales, la poca capacidad de trabajo y las interrupciones en la cadena de suministro global, afectaron la ejecución de proyectos, llevando a una contracción generalizada en el sector (Delgado & Grados, 2022).

Sin embargo, en el año 2021, el gobierno peruano propició la reactivación económica; y aprovechando tales políticas, numerosas empresas y población en general de la ciudad de Puno, decidieron invertir sus recursos en la construcción o remodelación de sus establecimientos y viviendas. Este fenómeno generó una demanda significativa de empresas, materiales y mano de obra para la construcción civil, impulsando así la actividad económica en el sector.

No obstante, frente a esta demanda, surgieron muchas empresas constructoras privadas, pero solo pocas contaban con la habilitación legal adecuada y con la capacidad y los recursos necesarios para hacer frente a los diversos proyectos de construcción. Aunado a esto, se observaron retrasos en la entrega, variaciones en el presupuesto, y la disminución de la calidad del trabajo, lo que generó el descontento y la insatisfacción de muchos ciudadanos de Puno.

Tabla 1
Modelo de producción Lean

Características del diseño	Transformación	Flujo	Generación de valor
Conceptualización	Transformación de datos de entrada: información y requerimientos en el diseño del producto.	El flujo de información paralelo a las transformaciones afectado por movimientos, esperas, reprocesos.	El valor es agregado a partir de los requerimientos del cliente en el diseño.
Principios	Descomposición jerárquica.	Eliminación de pérdidas, reducción de tiempo e incertidumbre en el diseño.	Riguroso y sistemático análisis y optimización de los requerimientos.
Métodos y prácticas	Estructuras de descomposición del trabajo, método de una ruta crítica, carta organizacional.	Matriz estructurada de diseño, herramientas de integración, trabajo en equipo.	Ingeniería del valor, despliegue de la función de calidad.
Contribución práctica	Consideraciones para que todo este "bien hecho"	Consideraciones para que lo innecesario se presente lo menos posible.	Consideraciones para que los requerimientos del cliente estén presentes en el diseño.

Nota. Adaptado Koskela, 2000.

Esto venía siendo un problema recurrente, ya que la complejidad y demanda de los proyectos frente a los requerimientos de los clientes, usuarios o inversionistas, hacían que los modelos tradicionales de entrega de proyectos se vean limitados frente a las necesidades de generación de valor, de comunicaciones efectivas, de eficiencia y productividad (Bhamu & Singh, 2014).

En ese sentido, ante una situación turbulenta, la base para la supervivencia y éxito de una empresa es la reducción de costos y la eliminación de pérdidas improductivas, lo cual son principios de la filosofía Lean Construction (Herrera *et al.*, 2021; Rashidian *et al.*, 2023; Uvarova *et al.*, 2023).

Una empresa constructora que adopte esta metodología podría experimentar beneficios sustanciales, ya que la reducción de desperdicios conlleva a una gestión más eficiente de recursos, mientras que la mejora del flujo permite una entrega más rápida y eficiente de proyectos; al mismo tiempo, la calidad se vería favorecida al centrarse en actividades valiosas, y esto aumentaría la satisfacción del cliente. A su vez, esto daría una mayor competitividad a la empresa, y le daría la capacidad de adaptarse rápidamente a cambios en el mercado, promoviendo su sostenibilidad a largo plazo.

No obstante, se desconocía cual era la aplicación y la repercusión de esta metodología en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno. Frente a esto, se planteó el siguiente objetivo de investigación: Determinar en qué medida el método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- Determinar en qué medida el modelo de transformación del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.
- Determinar en qué medida el modelo de flujo del método Lean Construction repercute en la productividad de las

empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.

- Determinar en qué medida el modelo de generación de valor del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.

Para ello, se realizó una revisión bibliográfica, tomando en cuenta los siguientes antecedentes:

Aristizábal *et al.* (2022) abordaron la falta de enfoque en la sostenibilidad durante la fase de construcción de edificios, proponiendo al Lean Construction como solución. Sin embargo, encontraron una comprensión limitada de esta metodología, lo que obstaculizó su implementación. Su investigación reveló un desconocimiento conceptual sobre los beneficios del Lean Construction para reducir los daños ambientales.

Evans *et al.* (2021), investigaron los Factores Críticos de Éxito (CSF) que mejoran la integración entre las prácticas de Modelado de Información de Construcción (BIM) y la Construcción Eficiente (LC) en megaproyectos de construcción. Para ello utilizaron una encuesta Delphi con 16 expertos, analizando sus respuestas con técnicas estadísticas. Se identificaron 30 factores críticos, siendo el más importante la “colaboración en el diseño, construcción y gestión de ingeniería”. Otros factores clave se centraron en personas, datos y tecnología. Los resultados son valiosos para quienes implementan estas prácticas en megaproyectos, como organizaciones, contratistas, ingenieros y autoridades locales.

Xing *et al.* (2021) presentaron un caso de Suzhou, donde se demostró que la implementación de prácticas Lean, como el sistema Last Planner, Kanban, Just-In-Time, gestión de calidad y seguridad, y mejora continua, mejoraron el desempeño del proyecto. Para ello emplearon entrevistas con partes interesadas y encuestas a expertos globales en Lean. Se reveló que estas prácticas reducían tiempos de espera y defectos, mejoraban el flujo de trabajo, la productividad y la calidad del proyecto. Sin embargo, identificaron que la falta de confianza y las

capacidades de las partes interesadas son los mayores desafíos.

Aslam *et al.* (2020) destacaron que, a pesar de la innovación que representa el Lean Construction en la gestión de proyectos de construcción para la sostenibilidad, las empresas enfrentaron dificultades en lograr éxitos iniciales. Para abordar esto, propusieron brindar herramientas Lean que permitieran alcanzar resultados inmediatos desde el inicio de un proyecto, mediante un cuestionario y una revisión sistemática de la literatura. Los resultados subrayaron la necesidad de un enfoque claro y el compromiso de todos los participantes, así como la selección adecuada de herramientas compatibles con los procesos de construcción.

Bajjou & Chafi (2020) investigaron los factores críticos de residuos en proyectos de construcción mediante la revisión de la literatura, entrevistas con expertos, y un cuestionario estructurado respondido por 330 participantes en Marruecos. Los principales factores identificados incluyen retrasos en el inicio de actividades, retrabajo, falta de utilización de la creatividad de los empleados, procesos de aprobación prolongados y espera debido a trabajos no completados. El análisis destacó la gestión ineficiente del sitio, planificación deficiente, comunicación inadecuada, retrabajos y problemas de calidad como factores subyacentes.

Carvajal *et al.* (2019) destacaron el creciente interés de los profesionales de la construcción por la sustentabilidad y el uso del Lean Construction para mejorar la eficiencia en los procesos. Tras analizar 171 artículos, concluyeron que el Lean Construction y la construcción sostenible están estrechamente relacionados, compartiendo objetivos como la reducción de desperdicios y el aumento de la productividad.

Li *et al.* (2019b) argumentaron que las técnicas de Lean Construction podían reducir desperdicios y aumentar ganancias en la construcción. Evaluaron la madurez de cinco herramientas Lean y encontraron que la Gestión de la Calidad Total (TQM) fue la más desarrollada en desempeño. Concluyeron que su estudio ofrecía orientación para que las empresas eligieran las mejores herramientas Lean para sus proyectos.

Moaveni *et al.* (2019) revisaron la teoría de la construcción lean desde la perspectiva de la seguridad y propusieron un modelo híbrido que integrara la seguridad como un factor crítico para el éxito de los proyectos. La metodología incluyó la categorización de los desafíos identificados en investigaciones previas y la introducción de conceptos relacionados con la entrega eficiente de proyectos. Se explicaron los principios del marco de construcción eficiente y se discutieron los cambios necesarios para incorporar la seguridad en dicho marco. Los resultados mostraron un modelo que revisaba el enfoque TFV para enfatizar la seguridad en los proyectos de construcción. Este modelo conceptual se propuso para mejorar la situación de seguridad en los proyectos y optimizar los costos de seguridad y la eliminación de desperdicios.

Salem *et al.* (2005) probaron la efectividad de herramientas del Lean Construction en empresas de construcción medianas. Su campo de estudio evaluó herramientas como el último planificador, visualización, reuniones diarias, estudios de primera ejecución, proceso de las 5S y seguridad contra fallas de calidad. La recolección de datos incluyó observaciones directas, entrevistas, cuestionarios y análisis documental. Los resultados mostraron beneficios con la aplicación de estas herramientas, pero resaltaron la necesidad de brindar capacitación a los trabajadores para mejorar la efectividad.

Pillo (2021) argumentó que la aplicación de Lean Construction mejoró la eficiencia de la construcción de proyectos inmobiliarios, reduciendo el desperdicio de tiempo y costos. Concluyó que esta metodología optimizó el uso de recursos y aumentó la rentabilidad, sin comprometer la calidad, destacando la importancia de un ambiente laboral favorable para todos los involucrados.

Gómez y Morales (2016) investigaron la productividad en la construcción de viviendas en Bogotá, con el objetivo de reducir pérdidas en el proceso de construcción. Utilizaron muestreo en campo y encuestas para identificar factores como esperas de material y condiciones laborales que afectaban la productividad. Concluyeron que la falta de planificación y la insatisfacción laboral eran problemas comunes. La simulación

digital ayudó a proponer mejoras, ofreciendo una visión precisa antes de la implementación, y reduciendo la incertidumbre y los costos adicionales.

Latorre *et al.* (2019) presentaron un modelo para mejorar la eficiencia en la redacción de proyectos de construcción mediante la combinación de Lean Construction y BIM. Compararon la productividad en la construcción con otros sectores y propusieron este modelo tras un análisis bibliográfico y de investigación propia. Evaluaron el modelo en seis casos de estudio, mostrando mejoras significativas en productividad y calidad. Sin embargo, reconocen que el modelo aún puede mejorarse y destacan el desafío futuro de adaptarlo a métodos de desarrollo de proyectos más colaborativos.

Botero y Álvarez (2004) realizaron una prueba inicial en 2002 en 17 obras de 9 constructoras en Medellín y lanzaron un programa de mejora en la gestión de la construcción en 2003 basado en Lean Construction. Desarrollaron una guía para mejorar la productividad en proyectos habitacionales con el objetivo de aumentar la competitividad del sector. Los resultados mostraron que los enfoques de Lean contribuyeron a optimizar la productividad, pero se requerían condiciones específicas, como el compromiso de la alta dirección y la participación activa del personal, para lograr resultados positivos.

MÉTODOS

El estudio tuvo una metodología de tipo aplicada de enfoque cuantitativo, la cual es respaldada por Hernández y Mendoza (2018), quienes mencionan que este enfoque es apropiado cuando se busca calcular magnitudes o frecuencias de fenómenos. Además, posee un nivel descriptivo-correlacional y un diseño no experimental ya que no se intervino deliberadamente en las variables. De acuerdo a la dimensión temporal o al número de momentos o puntos en el tiempo en los cuales se recolectaron los datos, la investigación es transversal, ya que la recolección de datos se dio en un solo momento.

La población censal fue de un total de 80 personas. Bajo un muestreo no probabilístico intencional se seleccionó a cinco representantes

(arquitecto, ingeniero civil, ingeniero de seguridad, administrador, residente de obra) de las 16 empresas constructoras debidamente formalizadas en la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT) de la ciudad de Puno durante el año 2021. Durante el periodo de estudio se vivía la etapa post pandemia y, en ese entonces, muchas empresas constructoras emergieron para aprovechar las políticas de reactivación económica; sin embargo, esto originó una limitación relevante, ya que solo se consideró a las empresas formales, excluyendo a aquellas que no poseían dicha característica, provocando así que la población de la investigación se vea reducida y que los resultados se vean limitados a dicho contexto.

En ese sentido, se diseñó un cuestionario conformado por 27 ítems por cada variable de estudio, el cual obtuvo una validación mediante juicio de expertos por parte de dos magísteres de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. La confiabilidad del instrumento fue medida mediante el Alfa de Cronbach.

Posteriormente, debido a la cantidad de datos, se realizó la prueba de normalidad de Smirnov Kolmogorov, donde se determinó que los datos no provenían de una distribución normal. Por ello, se empleó la prueba no paramétrica de Rho de Spearman.

RESULTADOS

Análisis de confiabilidad

En la Tabla 2 se realizó el análisis de confiabilidad por medio del *software* SPSS, obteniendo los siguientes resultados para cada variable, comprobándose una fiabilidad buena de cada instrumento:

Tabla 2
Confiabilidad del instrumento

Variable	Alfa de Cronbach	Nro. de elementos
Lean Construction	0.933	27
Productividad	0.896	27

Nota. Elaboración propia, 2024.

Análisis estadístico descriptivo

Así mismo, en la Tabla 3 se muestra el estadístico descriptivo por medio del *software* SPSS,

Tabla 3

Frecuencias y porcentajes de las variables y dimensiones de estudio

Escala de Likert	Lean Construction		Productividad		Modelo de transformación		Modelo de flujo		Modelo de generación de valor	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
A veces	38	47.5%	30	37.5%	39	49%	39	49%	41	51%
Casi siempre	37	46.3%	45	56.3%	34	43%	32	40%	31	39%
Siempre	5	6.3%	5	6.3%	7	9%	9	11%	8	10%
Total	80	100%	80	100%	80	100%	80	100%	80	100%

Nota. Elaboración propia, 2024.

en donde se observó que en base al escalamiento tipo Likert se registraron datos solo en 3 niveles de la escala.

Por un lado, el 47.5% de los encuestados a veces aplica el método Lean Construction, mientras que el 46.3% sostuvo que casi siempre lo aplica, y solo el 6.3% afirma que siempre lo aplica. Esto evidencia que la metodología no es del todo predominante en las empresas de construcción civil de la ciudad de Puno.

Por otro lado, el 37.5% de los encuestados sostuvo que a veces tienen una productividad óptima en los proyectos de construcción de su empresa, mientras que el 56.5% afirma que casi siempre tienen buena productividad y solo el 6.3% afirmó que siempre hay productividad en su empresa. Estos resultados dejan claro que la productividad en las empresas de construcción civil de la ciudad de Puno no es constante.

Estos resultados evidencian que la metodología Lean Construction no se ha integrado de manera uniforme en las empresas. Aunque un grupo significativo de encuestados menciona que lo aplican de manera ocasional o frecuente, muy pocos lo hacen de manera constante. Esto podría reflejar desafíos como la falta de capacitación, resistencia al cambio, o limitaciones en los recursos, lo que impide una implementación completa y efectiva de la metodología. La baja adopción constante de Lean Construction sugiere que las empresas aún no han internalizado completamente los beneficios que esta metodología puede ofrecer, lo que podría estar limitando su potencial de mejora.

En cuanto a la productividad, las respuestas indican una falta de consistencia en su

optimización dentro del sector. Si bien algunas empresas logran mantener una productividad elevada en ciertas ocasiones, pocas lo logran de manera continua. Esta variabilidad podría estar relacionada con la aplicación irregular de metodologías como Lean Construction, así como con otros factores como la planificación y gestión de recursos. La inestabilidad en la productividad apunta a la necesidad de una mayor estandarización de procesos y posiblemente a un cambio en la cultura organizacional para alcanzar un rendimiento más sostenido.

En cuanto a las dimensiones, el 49% de los encuestados manifestó que solo a veces aplica el modelo de transformación, y el 43% afirmó que casi siempre lo aplica, y solo el 9% afirmó que siempre aplica dicho modelo. Eso evidencia, que dicho modelo no es empleado de forma continua en la mejora de los procesos de producción de cada proyecto de construcción de las empresas.

Mientras que el 49% de los encuestados sostiene que a veces aplican los principios del modelo de flujo, el 40% manifestó casi siempre lo aplica, y solo el 11 % afirma que aplica dicho modelo. Esto evidencia que el modelo de flujo no ayudó a reducir las pérdidas de manera óptima en los procesos de producción de cada proyecto de construcción de las empresas de la ciudad de Puno.

Finalmente, el 51% manifestó que solo a veces aplicó el modelo de generación de valor, y el 39% afirmó que casi siempre lo aplica, y solo el 10% afirma que siempre aplica dicho modelo; lo cual refleja que el modelo no es empleado de manera frecuente para dar mayor calidad a cada proyecto de construcción de las empresas.

Tales cifras revelan una aplicación inconsistente de los modelos de transformación, flujo y generación de valor en las empresas de construcción de Puno, lo que sugiere que estos enfoques no se han integrado plenamente en sus prácticas cotidianas. Esto refleja una oportunidad perdida para mejorar los procesos de producción, reducir pérdidas y aumentar la calidad de los proyectos. La falta de uso continuo y efectivo de estos modelos indica la necesidad de mayor capacitación, adaptación a las realidades locales y un compromiso más sólido por parte de las empresas para aprovechar las ventajas que estos modelos pueden ofrecer.

Análisis inferencial

Realizada la prueba de normalidad de Smirnov Kolmogorov y comprobando que los datos no provenían de una distribución normal, se procedió a realizar la prueba de hipótesis general e hipótesis específicas.

Teniendo en cuenta la regla de decisión:

- Sig. < 0.05, se acepta la H_a y se rechaza la H_0 .
- Sig. $\geq$ 0.05, se rechaza la H_a y se acepta la H_0 .

De la Tabla 4 se realizó la interpretación de los siguientes resultados:

El resultado del coeficiente de correlación de Rho Spearman de la hipótesis general fue de 0.912, lo que indicó que existe una correlación positiva perfecta entre las variables, siendo el nivel de significancia bilateral (Sig. = 0.000 < 0.05). En ese sentido, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna; se concluye así que el método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.

El resultado del coeficiente de correlación de Rho Spearman de la hipótesis específica 1 fue de 0.791, lo que indicó que existe una correlación positiva muy fuerte entre la dimensión Modelo de Transformación y la variable Productividad, siendo el nivel de significancia bilateral (Sig. = 0.000 < 0.05). En ese sentido, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyendo así que el modelo de transformación del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.

El resultado del coeficiente de correlación de Rho Spearman de la hipótesis específica 2 fue de 0.855, lo que indicó que existe una correlación positiva muy fuerte entre la dimensión Modelo de Flujo y la variable Productividad, siendo el nivel de significancia bilateral (Sig. = 0.000 < 0.05). En ese sentido, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipóte-

Tabla 4

Correlación entre la variable Lean Construction y el modelo de producción TFV con la variable productividad

		Productividad
Lean Contruction	Coeficiente de correlación Rho de Spearman	.912**
	Sig. (bilateral)	0
	N	80
Modelo de Transformación	Coeficiente de correlación Rho de Spearman	.791**
	Sig. (bilateral)	0
	N	80
Modelo de Flujo	Coeficiente de correlación Rho de Spearman	.855**
	Sig. (bilateral)	0
	N	80
Modelo de Generación de Valor	Coeficiente de correlación Rho de Spearman	.800**
	Sig. (bilateral)	0
	N	80

Nota. Elaboración propia, 2024.

sis alterna, concluyendo así que el modelo de flujo del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.

El resultado del coeficiente de correlación de Rho Spearman de la hipótesis específica 3 fue de 0.800, lo que indicó que existe una correlación positiva muy fuerte entre la dimensión Modelo de Generación de Valor y la variable Productividad, siendo el nivel de significancia bilateral ($\text{Sig.} = 0.000 < 0.05$). En ese sentido, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyendo así que el modelo de generación de valor del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.

En síntesis, las correlaciones muy fuertes observadas en las dimensiones específicas del modelo de transformación, de flujo y de valor indican que estos componentes son fundamentales para mejorar la eficiencia operativa, reducir desperdicios y maximizar el valor generado en los proyectos de construcción. Estos resultados refuerzan la idea de que la adopción rigurosa de Lean Construction puede ser un factor determinante en la mejora continua y en el éxito de las empresas del sector.

DISCUSIÓN

Los resultados respaldan la idea de que el Lean Construction impacta positivamente en la productividad general de las empresas. Esta conclusión coincide con las afirmaciones de Pillo (2021), quien encontró que la aplicación del Lean Construction condujo a una mayor eficiencia y rentabilidad en proyectos de construcción, lo que sugiere que la metodología no solo puede reducir el desperdicio de tiempo y costos, sino que también puede aumentar la productividad global.

Además, los resultados específicos de las correlaciones entre las diferentes dimensiones del Lean Construction (Modelo de Transformación, Modelo de Flujo y Modelo de Generación de Valor) y la productividad refuerzan la idea de que cada aspecto de esta metodología contribuye de manera significativa a mejorar los resultados operativos. Esto se encuentra en línea con los hallazgos de Latorre *et al.* (2019),

quienes presentaron un modelo que combinaba Lean Construction y BIM para mejorar la eficiencia en la redacción de proyectos de construcción, demostrando mejoras significativas en productividad y calidad.

Sin embargo, a pesar de estos resultados positivos, es importante reconocer los desafíos y barreras de esta metodología como la falta de estandarización, el conocimiento insuficiente, el control mínimo de todo el flujo de valor, y la visión limitada (Tezel *et al.*, 2016). Estudios previos como los de Aristizábal *et al.* (2022) y Aslam *et al.* (2020) también destacaron esta comprensión limitada y las dificultades para lograr el éxito inicial en la implementación del Lean Construction, subrayando la necesidad de un enfoque claro, el compromiso de todos los participantes y la selección adecuada de herramientas compatibles con los procesos de construcción.

Además, Salem *et al.* (2005) encontraron beneficios con la aplicación de herramientas Lean en empresas de construcción, pero resaltaron la necesidad de capacitación para mejorar la efectividad, lo que sugiere que el éxito a largo plazo del Lean Construction puede depender en gran medida de la preparación y el desarrollo de habilidades de los equipos involucrados.

En síntesis, los resultados dieron evidencia sólida de que el Lean Construction tiene un impacto positivo en la productividad de las empresas de construcción civil en la ciudad de Puno. Sin embargo, muchas empresas todavía luchan por lograr una implementación Lean exitosa y duradera. Las investigaciones existentes indican que las barreras tanto organizativas como técnicas son cruciales, como la falta de apoyo y compromiso de la dirección, la escasa participación de los empleados, la falta de voluntad para cambiar la cultura existente, la falta de compromiso de la gerencia, la naturaleza fragmentada y cíclica del proyecto de construcción y la comunicación insuficiente entre todos los participantes del proyecto (Ahmed *et al.*, 2020; Albalkhy & Sweis, 2021; Lodgaard *et al.*, 2016). Por ello, se requerirá un compromiso continuo de todas las partes interesadas y la selección cuidadosa de herramientas y enfoques que se alineen con los procesos de construcción específicos.

CONCLUSIONES

Los resultados revelaron una correlación evidente entre las variables de estudio; sin embargo, es preciso constatar que las empresas exhiben una adopción limitada de esta metodología, como se evidenció en la estadística descriptiva. El Lean Construction no se aplica de manera predominante en estas empresas, sino que su implementación es esporádica, lo cual se refleja en índices de productividad variables. Este hallazgo señala un desafío significativo en la optimización completa de los beneficios que el Lean puede aportar al ámbito constructivo. Las razones subyacentes a esta subutilización pueden ser diversas, abarcando desde barreras organizacionales hasta insuficiencias en capacitación o simplemente falta de conocimiento. Además, es plausible que factores económicos y de disponibilidad de recursos estén influyendo en la reticencia a adoptar prácticas más eficaces. Las empresas que no adopten consistentemente el Lean Construction corren el riesgo de permanecer menos competitivas y de perder oportunidades de optimización, por ello se sugiere que implementen programas de capacitación continuos sobre dicha metodología, enfocados en superar las barreras organizacionales y en la mejora de la gestión de recursos.

Con respecto al Modelo de Transformación del método Lean Construction se concluyó que existe una influencia significativa en la productividad de las empresas privadas de construcción civil en la ciudad de Puno. No obstante, según la estadística descriptiva, estos resultados sugieren que la mayoría de las empresas en este sector presentan índices considerables de desperdicio de recursos, una gestión del flujo de trabajo menos eficiente, una posible disminución en la calidad del trabajo y una menor competitividad en el mercado. Además, podrían enfrentar dificultades para cumplir con plazos establecidos, costos de producción más elevados y un mayor riesgo de insatisfacción por parte de los clientes. En resumen, la falta de aplicación del principio de transformación puede incidir de manera significativa en la eficiencia, productividad y rentabilidad de las empresas de construcción en la ciudad de Puno. La falta de aplicación del principio de transformación impacta negativamente en la eficiencia, productividad y rentabilidad de las empresas

de construcción en Puno; por ello, es recomendable que las empresas realicen auditorías regulares de sus procesos de construcción para identificar áreas de mejora en la gestión de recursos y se comprometan a adoptar el principio de transformación de manera integral para reducir el desperdicio y mejorar la calidad.

En cuanto al Modelo de Flujo del método Lean Construction, se concluyó que existe un impacto significativo en la productividad de las empresas privadas de construcción civil en la ciudad de Puno. Sin embargo, la parte descriptiva demostró que el Modelo de Flujo no se implementa de manera completa, lo cual podría traducirse en interrupciones, actividades no productivas y cuellos de botella en la ejecución de proyectos, resultando en retrasos y aumentos de costos. Además, la ineficiencia en la utilización de recursos y un mayor tiempo de ejecución podrían afectar la rentabilidad de cada proyecto, disminuyendo en última instancia la productividad general de las empresas constructoras. La implementación incompleta del Modelo de Flujo puede llevar a una mayor ineficiencia y a un incremento en los costos operativos, por ello es recomendable que las empresas busquen enfocarse en la optimización del flujo de trabajo mediante la implementación de herramientas Lean específicas, como el mapeo de procesos y la eliminación de cuellos de botella, para garantizar un flujo continuo y eficiente en los proyectos de construcción.

Por otro lado, el Modelo de Generación de Valor del método Lean Construction tiene un impacto significativo en la productividad de las empresas privadas de construcción civil en la ciudad de Puno. Asimismo, según la estadística descriptiva, no se emplea de manera frecuente para mejorar la calidad de cada proyecto de construcción, lo cual podría traducirse en una falta de consideración adecuada de los requisitos de cada cliente. Esto afecta no solo el resultado final del producto, sino también la productividad y la reputación de la empresa en la industria de la construcción. La falta de enfoque en la generación de valor afecta la satisfacción del cliente, ante eso se sugiere que las empresas constructoras implementen un enfoque centrado en el cliente, alineando sus procesos con los valores y necesidades específicos de cada proyecto, y promoviendo una cultura

de mejora continua que priorice la calidad y satisfacción.

Finalmente, la implementación de la metodología Lean Construction en las empresas de construcción civil en la ciudad de Puno ejerce un impacto significativo en su productividad. La ausencia de una aplicación coherente de este enfoque se refleja directamente en una disminución notoria de la eficiencia operativa, afectando la capacidad de entrega oportuna y con calidad óptima de los proyectos. La falta de adherencia constante a los principios Lean deja una marca tangible en el desempeño global de las operaciones constructivas. Además, se observa que el modelo de producción TFV (Transformación, Flujo y Valor) a menudo queda relegado, ya sea por falta de conocimiento sobre sus potencialidades o por la carencia de una estructura organizativa óptima para su aplicación efectiva. Esta situación destaca la necesidad urgente de fomentar una mayor difusión y comprensión de las prácticas Lean en la industria de la construcción de la ciudad de Puno. La adopción plena de estos métodos tiene el potencial de catalizar mejoras sustanciales en eficiencia, calidad y competitividad en las empresas constructoras en la región y su entorno. Es esencial promover una cultura organizacional que abrace y aplique de manera sistemática los principios Lean, reconociendo su capacidad para potenciar radicalmente la productividad y la ejecución de los procesos constructivos en la región de Puno.

Recomendaciones

Para futuras investigaciones, se recomienda mantenerse a la vanguardia en los avances tanto en la metodología Lean Construction como en la productividad del sector de la construcción. El International Group for Lean Construction (IGLC) presenta, año tras año, enfoques innovadores y actualizados que responden a las crecientes demandas de la industria de la construcción. Estos enfoques no solo buscan optimizar los procesos, sino también reducir los tiempos y costos mediante un mayor enfoque en el cuidado del capital humano, apoyado en la adopción de tecnologías avanzadas.

En el contexto de la ciudad de Puno, donde numerosas empresas constructoras emergen anualmente en respuesta al crecimiento

demográfico, es esencial que estas empresas busquen su formalización e implementen el sistema de producción Lean Construction. Esto debe ir acompañado de un programa de capacitación continua que parte desde la planeación de un proyecto hasta su entrega final, y que debe tener la participación de todos sus miembros, desde los niveles directivos hasta el personal operativo, con el fin de optimizar la calidad y eficiencia de los servicios ofrecidos.

Asimismo, se sugiere la realización de estudios comparativos entre diferentes regiones del Perú donde se ha implementado la metodología Lean Construction. Estos estudios permitirían identificar tanto las fortalezas como las debilidades de su aplicación, proporcionando un panorama más claro y una visión estratégica para orientar el desarrollo del sector en los próximos años. Dichos avances no solo beneficiarían a los actores directos de la industria, sino también a los agentes indirectos y a la población en general, promoviendo un crecimiento sostenible y eficiente en el ámbito de la construcción.

REFERENCIAS

- Aguilar, T., & Veliz, W. (2023). *Análisis de la reactivación del sector construcción en el Perú debido al impacto originado por la pandemia del COVID-19: Caso de dos obras privadas y dos obras estatales*. [Tesis de pregrado, Pontificie Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/24156>
- Ahmed, S., & Sobuz, M. (2019). Challenges of implementing lean construction in the construction industry in Bangladesh. *Smart and Sustainable Built Environment*, 9(2), 174–207. <https://doi.org/10.1108/SASBE-02-2019-0018>
- Ahmed, S.; Hossain, M., & Haq, I. (2020). Implementation of lean construction in the construction industry in Bangladesh: awareness, benefits and challenges. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 39(2), 368–406. <https://doi.org/10.1108/IJBPA-04-2019-0037>
- Albalkhy, W., & Sweis, R. (2021). Barriers to adopting lean construction in the construction industry: a literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*, 12(2), 210–236. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2018-0144>
- Aristizábal, P.; Vásquez, A., & Botero, L. (2022). Perceptions on the processes of sustainable rating systems and their combined application with

- Lean construction. *Journal of Building Engineering*, 46, 103627. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103627>
- Aslam, M.; Gao, Z., & Smith, G. (2020). Exploring factors for implementing lean construction for rapid initial successes in construction. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123295. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123295>
- Avelar, W.; Meiriño, M., & Tortorella, G. (2019). The practical relationship between continuous flow and lean construction in SMEs. *The TQM Journal*, 32(2), 362–380. <https://doi.org/10.1108/TQM-05-2019-0129>
- Bajjou, M., & Chafi, A. (2020). Identifying and Managing Critical Waste Factors for Lean Construction Projects. *Engineering Management Journal*, 32(1), 2–13. <https://doi.org/10.1080/10429247.2019.1656479>
- Bhamu, J., & Singh, K. (2014). Lean manufacturing: literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(7), 876–940. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>
- Blandín, F. (2023). La metodología Lean Construction: una revisión sistemática a la bibliografía (2019-2023). *South Florida Journal of Development*, 4(6), 2413–2431. <https://doi.org/10.46932/sfjdv4n6-016>
- Botero, L. (2021). *Principios, herramientas e implementación de Lean Construction*. Editorial EAFIT. <https://doi.org/10.17230/9789587207040lr0>
- Botero, L., & Álvarez, M. (2004). Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean construction como estrategia de mejoramiento). *Revista Universidad EAFIT*, 40(136), 50–64. <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/864>
- Carvajal, D.; Bahamón, S.; Aristizábal, P.; Vásquez, A., & Botero, L. (2019). Relationships between lean and sustainable construction: Positive impacts of lean practices over sustainability during construction phase. *Journal of Cleaner Production*, 234, 1322–1337. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.216>
- De Sousa, P., & Muller, B. (2022). Desafios e barreiras do BIM e do Lean na construção civil brasileira. *Revista Pensamento Contemporâneo Em Administração*, 16(3), 181–198. <https://doi.org/10.12712/rpca.v16i3.54259>
- Delgado, M., & Grados, M. (2022). *Aplicación de la metodología Lean Construction en un proyecto de infraestructura educativa para optimizar los rendimientos ante las medidas sanitarias impuestas por COVID-19, Trujillo* [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/9709>
- Enshassi, A.; Saleh, N., & Mohamed, S. (2021). Barriers to the application of lean construction techniques concerning safety improvement in construction projects. *International Journal of Construction Management*, 21(10), 1044–1060. <https://doi.org/10.1080/15623599.2019.1602583>
- Evans, M.; Farrell, P.; Mashali, A., & Zewein, W. (2021). Critical success factors for adopting building information modelling (BIM) and lean construction practices on construction mega-projects: a Delphi survey. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 19(2), 537–556. <https://doi.org/10.1108/JEDT-04-2020-0146>
- Ghosh, S., & Burghart, J. (2021). Lean Construction: Experience of US Contractors. *International Journal of Construction Education and Research*, 17(2), 133–153. <https://doi.org/10.1080/15578771.2019.1696902>
- Gómez, A., & Morales, D. (2016). Análisis de la productividad en la construcción de vivienda basada en rendimientos de mano de obra. *INGECUC*, 12(1), 21–31. <https://doi.org/10.17981/ingecuc.12.1.2016.02>
- Hernández, R., y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas: cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill Educación.
- Herrera, R.; Mourgues, C.; Alarcón, L., & Pellicer, E. (2021). Comparing Team Interactions in Traditional and BIM-Lean Design Management. *Buildings*, 11(10), 447. <https://doi.org/10.3390/buildings11100447>
- Igwe, C.; Hammad, A., & Nasiri, F. (2022). Influence of lean construction wastes on the transformation-flow-value process of construction. *International Journal of Construction Management*, 22(13), 2598–2604. <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1812153>
- Karatas, I., & Budak, A. (2023). Investigating the impact of lean-BIM synergy on labor productivity in the construction execution phase. *Journal of Engineering Research*, 11(4), 322–333. <https://doi.org/10.1016/j.jer.2023.10.021>
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. Stanford University.
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. VTT Publications.

- Koskela, L.; Ferrantelli, A.; Niiranen, J.; Pikas, E., & Dave, B. (2019). Epistemological Explanation of Lean Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(2). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001597](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001597)
- Latorre, A.; Sanz, C., & Sánchez, B. (2019). Aplicación de un modelo Lean-BIM para la mejora de la productividad en redacción de proyectos de edificación. *Informes de la Construcción*, 71(556), 313. <https://doi.org/10.3989/ic.67222>
- Li, L.; Li, Z.; Li, X., & Wu, G. (2019b). A review of global lean construction during the past two decades: analysis and visualization. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 26(6), 1192-1216. <https://doi.org/10.1108/ECAM-03-2018-0133>
- Li, S.; Fan, M., & Wu, X. (2019a). Lean Construction Techniques and Individual Performance. Proc. 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC) , 1469-1478. doi.org/10.24928/2019/0136
- Lodgaard, E.; Ingvaldsen, J.; Gamme, I., & Aschehoug, S. (2016). Barriers to Lean Implementation: Perceptions of Top Managers, Middle Managers and Workers. *Procedia CIRP*, 57, 595-600. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.103>
- Martínez, E.; Reid, C., & Tommelein, I. (2019). Lean construction for affordable housing: a case study in Latin America. *Construction Innovation*, 19(4), 570-593. <https://doi.org/10.1108/CI-02-2019-0015>
- Meng, X. (2019). Lean management in the context of construction supply chains. *International Journal of Production Research*, 57(11), 3784-3798. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1566659>
- Pérez, G.; Del Toro, H., & López, A. (2019). Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: caso de estudio. *Revista de Investigación en Tecnologías de La Información*, 7(14), 110-121. <https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.010>
- Pillo, D. (2021). *Mejora de la productividad en la construcción de proyectos inmobiliarios en la ciudad de Quito mediante la aplicación de Lean Construction*. [Tesis de maestría, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/25927>
- Rashidian, S.; Drogemuller, R., & Omrani, S. (2023). Building Information Modelling, Integrated Project Delivery, and Lean Construction Maturity Attributes: A Delphi Study. *Buildings*, 13(2), 281. <https://doi.org/10.3390/buildings13020281>
- Saieg, P.; Sotelino, E.; Nascimento, D., & Caiado, R. (2018). Interactions of Building Information Modeling, Lean and Sustainability on the Architectural, Engineering and Construction industry: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 174, 788-806. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.030>
- Salem, O.; Solomon, J.; Genaidy, A., & Luegring, M. (2005). Site Implementation and Assessment of Lean Construction Techniques. *Lean Construction Journal*. 2. https://www.researchgate.net/publication/228676008_Site_implementation_and_assessment_of_lean_construction_techniques/citation/download
- Schonberger, R. (2019). The disintegration of lean manufacturing and lean management. *Business Horizons*, 62(3), 359-371. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.01.004>
- Singh, S., & Kumar, K. (2020). Review of literature of lean construction and lean tools using systematic literature review technique (2008-2018). *Ain Shams Engineering Journal*, 11(2), 465-471. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.08.012>
- Tezel, A.; Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2016). Visual management in production management: A literature synthesis. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27, 766-799. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2015-0071>
- Uvarova, S.; Orlov, A., & Kankhva, V. (2023). Ensuring Efficient Implementation of Lean Construction Projects Using Building Information Modeling. *Buildings*, 13(3), 770. <https://doi.org/10.3390/buildings13030770>
- Xing, W.; Hao, J.; Qian, L.; Tam, V., & Sikora, K. (2021). Implementing lean construction techniques and management methods in Chinese projects: A case study in Suzhou, China. *Journal of Cleaner Production*, 286, 124944. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124944>

Conflicto de intereses

El autor declara que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Julimar Ximena Aguilar Quenta (autor principal): conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, visualización, redacción (borrador original, revisión y edición).