



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA DE POSGRADO
PROGRAMA ACADÉMICO DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA
CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS DE
LA CONSTRUCCIÓN

Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la construcción
de ambientes complementarios, Apurímac 2022

TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN
DE EMPRESAS DE LA CONSTRUCCIÓN

AUTORA:

Cardenas Vivanco, Jenny Carmen (orcid.org/0000-0002-9106-2068)

ASESOR:

Mg. Baquedano Cabrera, Luis Clemente (orcid.org/0000-0002-3890-0640)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Dirección de Empresas de la Construcción

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA — PERÚ

2022

Dedicatoria

A Dios por cuidarme y permitirme alcanzar uno de mis sueños, mi hijita que es mi fuerza para alcanzar mis metas y a mi madre por estar presente siempre en cada uno de mis logros.

Agradecimiento

Mi gratitud a las autoridades de la Universidad César Vallejo, mi agradecimiento sincero a mi asesor de tesis, Mg. Baquedano Cabrera, Luis Clemente por su esfuerzo y paciencia.

Índice de contenidos

	Pág.
Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGÍA	20
3.1 Tipo y diseño de investigación	20
3.2 Variables y operacionalización	20
3.3 Población, muestra y muestreo, unidad de análisis	22
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.5 Procedimientos	24
3.6 Método de análisis de datos	25
3.7 Aspectos éticos	25
IV. RESULTADOS	27
V. DISCUSIÓN	45
VI. CONCLUSIONES	55
VII. RECOMENDACIONES	57
REFERENCIAS	59
ANEXOS	65

Índice de tablas

	Pág.
TABLA 1 <i>DATOS PROCESADOS DE 3 INDICADORES</i>	27
TABLA 2 <i>FRECUENCIAS ESTADÍSTICAS</i>	29
TABLA 3 <i>CONSOLIDACIÓN DE LOS 3 INDICADORES</i>	30
TABLA 4 <i>PRUEBA DE NORMALIDAD CONSOLIDADA</i>	32
TABLA 5 <i>INDICADOR TIEMPO PROMEDIO - PRUEBA DE NORMALIDAD</i>	34
TABLA 6 <i>PRUEBA DE T-STUDENT – INDICADOR TIEMPO PROMEDIO</i>	35
TABLA 7 <i>PRUEBA DE T-STUDENT – PRUEBA DE MUESTRAS PARA EL INDICADOR TIEMPO PROMEDIO</i>	35
TABLA 8 <i>INDICADOR NIVEL DE CONFIABILIDAD - PRUEBA DE NORMALIDAD</i>	38
TABLA 9 <i>PRUEBA DE WILCOXON – INDICADOR NIVEL DE CONFIABILIDAD</i>	39
TABLA 10 <i>PRUEBA DE WILCOXON – PRUEBA DE MUESTRAS PARA EL INDICADOR NIVEL DE CONFIABILIDAD</i>	40
TABLA 11 <i>INDICADOR NIVEL DE PRODUCTIVIDAD - PRUEBA DE NORMALIDAD</i>	42
TABLA 12 <i>PRUEBA DE T-STUDENT – INDICADOR NIVEL DE PRODUCTIVIDAD</i>	43
TABLA 13 <i>PRUEBA DE T-STUDENT – PRUEBA DE MUESTRAS PARA EL NIVEL DE PRODUCTIVIDAD</i>	43

Índice de gráficos y figuras

	Pág.
FIGURA 1 <i>REPORTE DE LA CONSTRUCCIÓN - ZONA EUROPEA 2020</i>	2
FIGURA 2 <i>ÁRBOL DE PROBLEMAS</i>	4
FIGURA 3 <i>BENEFICIOS DE LA PRODUCTIVIDAD</i>	17
FIGURA 4 <i>CONSISTENCIA DEL INDICADOR TIEMPO PROMEDIO</i>	30
FIGURA 5 <i>CONSISTENCIA DEL INDICADOR NIVEL DE CONFIABILIDAD</i>	31
FIGURA 6 <i>CONSISTENCIA DEL NIVEL DE PRODUCTIVIDAD</i>	31
FIGURA 7 <i>TIEMPO PROMEDIO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO</i>	33
FIGURA 8 <i>REDUCCIÓN DEL TIEMPO PROMEDIO</i>	36
FIGURA 9 <i>NIVEL DE CONFIABILIDAD DEL PROCESO CONSTRUCTIVO</i>	37
FIGURA 10 <i>INCREMENTO DEL NIVEL DE CONFIABILIDAD</i>	40
FIGURA 11 <i>NIVEL DE PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO CONSTRUCTIVO</i>	41
FIGURA 12 <i>INCREMENTO DEL NIVEL DE PRODUCTIVIDAD</i>	44

Resumen

El estudio tuvo como objetivo demostrar como las herramientas de Lean manufacturing mejoran la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022. Respecto a la metodología, comprende un enfoque cuantitativo de tipo aplicada, con un diseño experimental, esta aplicación de los métodos analíticos, hipotéticos y deductivos. Se utilizó la técnica de observación para una población de 4 proyectos constructivos y 6 procesos parte de la línea base utilizando la metodología Lean Manufacturing.

Se recomienda ampliar el uso de las herramientas de Lean Manufacturing en todo el diseño organizacional, para mejorar la calidad total y resiliencia de sus procesos constructivos, debido a que las herramientas de Lean Manufacturing generan valor a los procesos constructivos en las 3 dimensiones como tiempo, confiabilidad y productividad, porque permite realizar correcciones de manera iterativa en la calidad total, disponibilidad, eficiencia, tiempo y confiabilidad, más aún, cuando se logra la eficiencia deseada en las actividades como parte de la maduración del proceso. Se concluyó que se aceptaron las hipótesis de investigación para los 3 objetivos específicos. Consecuentemente, se evidencio la mejora en los indicadores de la productividad en los procesos constructivos, utilizando Lean Manufacturing.

Palabras clave: Lean manufacturing, productividad, tiempo, confiabilidad, procesos constructivos.

Abstract

The study aimed to demonstrate how Lean manufacturing tools improve productivity in the construction of complementary environments, Apurímac 2022. Regarding the methodology, it includes an applied quantitative approach, with an experimental design, this application of analytical methods, hypothetical and deductive. The observation technique was used for a population of 4 construction projects and 6 processes part of the baseline using the Lean Manufacturing methodology.

It is recommended to expand the use of Lean Manufacturing tools throughout the organizational design, to improve the total quality and resilience of its construction processes, because the Lean Manufacturing tools generate value to the construction processes in the 3 dimensions such as time, reliability and productivity, because it allows corrections to be made iteratively in total quality, availability, efficiency, time and reliability, even more so when the desired efficiency is achieved in the activities as part of the maturation of the process. It was concluded that the research hypotheses for the 3 specific objectives were accepted. Consequently, the improvement in the productivity indicators in the construction processes was evidenced, using Lean Manufacturing.

Keywords: Lean manufacturing, productivity, time, reliability, construction processes.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las organizaciones del sector construcción tienen como premisa el crecimiento eficiente de sus operaciones y de sus trabajadores que, a su vez, les permita generar utilidades y madurar en el tiempo con el fin de diferenciarse de la competencia para consolidarse en el mercado. Por ello, es importante que la productividad de los procesos constructivos madure en el tiempo, generando un incremento de la eficiencia y confiabilidad, que se permita generar beneficios como la reducción de costos y tiempo en cada fase de la construcción. Para Shahpari et al. (2020), las compañías constructoras de los países en desarrollo presentan un bajo nivel de conocimiento y paradigmas erróneos en la productividad. Por ello, se plantea soluciones como metodologías y herramientas de vanguardia para su logro.

La metodología Lean manufacturing genera diversas ventajas considerables para las organizaciones. Según la agencia de noticias de la ciencia y tecnología (2018) informan que, el deseo de mejora de las empresas se alinea a la implementación de nuevas tecnologías, ya sean herramientas o metodologías comprobadas para su crecimiento. Por ello, la adopción de la manufactura esbelta trae consigo 4 beneficios como: (i) mayor satisfacción de los clientes; (ii) Incremento de la productividad; (iii) reducción de tiempo y costos; y por último (iv) reducción de desperdicios y defectos en los procesos constructivos. Es decir, mejora el desempeño productivo en las organizaciones.

En un estudio realizado en Beijing (China), mediante el aporte de un **artículo de investigación** se evidenciaron problemas de eficiencia y coordinación de los procesos humanos, y robotizados para las tareas de construcción. En el mismo esquema, se propuso un cambio de marco de trabajo utilizando un enfoque de fidelidad múltiple en los esfuerzos de HRC para los trabajos constructivos. Es decir, con el planteamiento de cambio basado en agentes, se mejoró un 22% en la eficiencia de la productividad para los procesos constructivos (Minghui, Jia-Rui, & Xin-Hao, 2022).

En Hong Kong, mediante el aporte de un **artículo de investigación** se evidenciaron problemas en la precisión de la construcción de dragas, los cuales

generaban pérdida de tiempo y bajos niveles de eficiencia en los trabajos operativos, que luego generaban sobrecostos. Como solución, se aplicó un nuevo enfoque bajo algoritmos de minería de datos que consistió en analizar los patrones del monitoreo para un total de 255 dimensiones en 23 ciclos de construcción, con el cual se logró un 90% de precisión generando un incremento de la eficiencia en las actividades de la construcción de dragas. Es decir, que aplicando un enfoque algorítmico como metodología de mejora basada en el modelo XGBoost permitió incrementar la productividad (Shuo, y otros, 2019).

La productividad en la zona de europea a nivel del sector constructor tendrá un incremento paulatino del 4% respecto al periodo entre abril y noviembre del 2020, debido al confinamiento restrictivo por pandemia en España y Francia como se evidencia en la figura 1.

Figura 1

Reporte de la construcción - zona europea 2020



Nota: Adaptado de Eurostat, Turkstat y ING Sector research para el periodo de abril a noviembre del 2020 (<https://www.interempresas.net>).

En un artículo científico iraní, se evidenciaron diversos problemas asociados a la baja productividad, en los procesos de construcción de prefabricados in situ a diferencia del proceso constructivo tradicional, que requiere de trabajadores calificados, y que denota que no es el más adecuado. Para ello, plantearon como solución del proceso de la toma de decisiones enfocados a múltiples variables. Es decir, se confirma que la selección de los sistemas de construcción prefabricados,

lograron alto nivel de productividad, mejorando la eficiencia y eficacia (Shahpari, Mehdizadeh, Saman, & Piri, 2020).

En un artículo científico ecuatoriano, se evidencio que aplicando la metodología de Lean manufacturing se depuró las falencias en la reducción del tiempo del ciclo productivo, además de eliminar las actividades no valoradas y organizar las actividades. Es decir, la herramienta de manufactura esbelta permite incrementar la eficiencia, confiabilidad, costos y reducir los tiempos de la productividad en los procesos de construcción (Palange y Dhatrak, 2021).

En un artículo científico chalaco, se evidenciaron que, aplicando un modelo de balance en línea mediante TOC, se logró mejorar la productividad en los procesos productivos. Su objetivo contempló la mejora de los costos y ratios como parte de los procesos mejorados (Escalante, 2021). Lo indicado coincide con la mejora de los ratios de tiempos productivos, contributivo y no contributivo. Por lo tanto, se implementó la metodología lean para incrementar en un 8% y 3% dichos valores que, convertidos en costos y eficiencia, corresponde a una evolución positiva e incremental (Luna, Soncco y Jara, 2022).

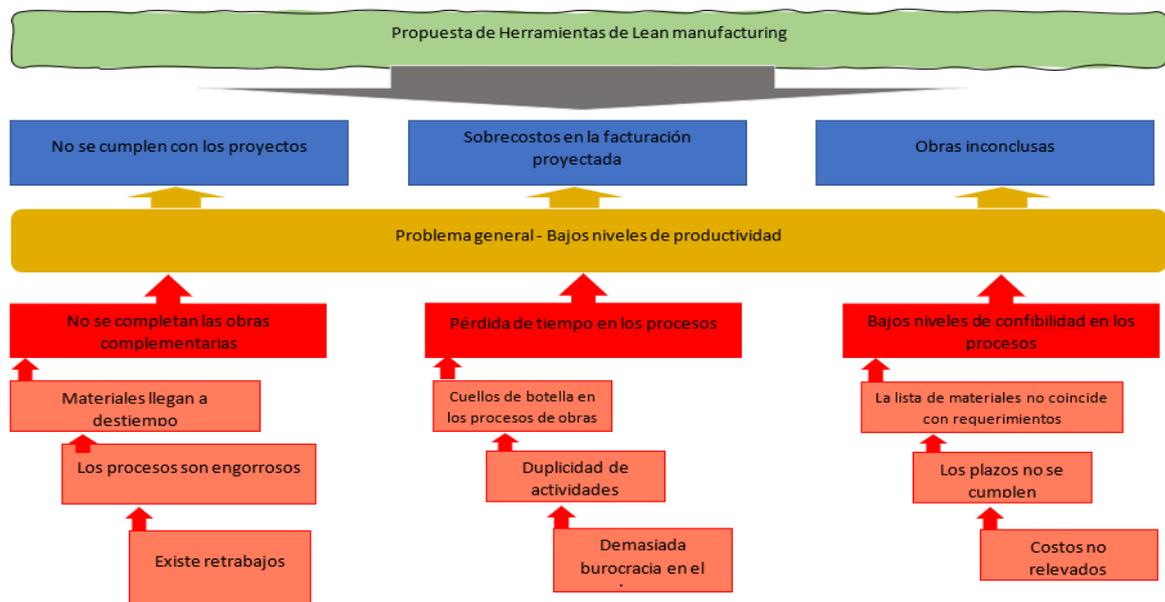
En un artículo científico limeño sobre la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para el incremento de la productividad, presento problemas asociados al tiempo “lead time” y productividad en procesos productivos. Con la aplicación de Lead Manufacturing y lead time se obtuvo una mejora significativa de 99% en lead time y 20 de la productividad a diferencia del proceso actual (Escudero, 2020). Lo indicado coincide con la mejora de los incrementos de un 51% en la productividad, 25.7% en la eficiencia y un 20% en la eficacia (Elizalde & Tisnado, 2021). Es decir, al implementar la metodología Lean, los procesos de la construcción de tableros, mejoraran en el ciclo productivo a nivel de productividad y tiempo.

Para la identificación de los diversos problemas que presenta la empresa privada, se planteó utilizar el árbol de problemas como se aprecia en la figura 2. Los problemas identificados en la empresa constructora asociada a la productividad

en la construcción de ambientes complementarios son: (i) pérdida de tiempo en los procesos de entrega del material para las obras en curso; (ii) sobrecostos en la ejecución de proyectos; (iii) actividades repetitivas en el flujo de las tareas de construcción que conllevan a un sobre trabajo del personal; (iv) bajos niveles de cumplimiento en las fases del proyecto constructivo; (v) ambientes de recepción y entrega de materiales desorganizados; (vi) falencia en los cálculos de material y esfuerzo de personal, en los trabajo de construcción complementaria; (vii) bajo nivel de eficiencia y confiabilidad en los indicadores operativos tanto para el almacén y ejecución de obra. En resumen, si estos problemas no son atendidos, presentaran diversas consecuencias que conllevan a insatisfacción de los clientes y proveedores en los proyectos de construcción, sobrecostos en niveles permisibles de los proyectos; y la generación de retraso de pagos por incumplimientos de contratos, por ello se requiere evaluar una mejora en la productividad utilizando herramientas de lean manufacturing.

Figura 2

Árbol de problemas



En el mismo contexto, se realizó la formulación del **problema general**: ¿De qué manera las herramientas de Lean manufacturing mejoran la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022? Asimismo, se planteó la formulación de los **problemas específicos**. A continuación, tenemos: (i) ¿De qué manera las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el tiempo en la

construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022?; (ii) ¿De qué manera las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022?; (iii) ¿De qué manera las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de confiabilidad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022?

Fernández (2020) confirma que, los estudios de investigación como parte de la justificación presentan una relevancia práctica, social, teórica y metodológica, de acuerdo con el nivel de profundidad y aporte que genera el estudio. Por ello, como parte de la relevancia práctica, se confirma que el estudio contribuirá de manera positiva en la productividad para cada etapa del proceso de construcción de ambientes complementarios. Los puntos de mejora contribuirán a mejorar la eficiencia, tiempos y los costos, generando así la satisfacción de los clientes, proveedores, accionistas y población beneficiada. Además, que incrementa los indicadores de desempeño al realizar proyectos de índole privado y público. Como parte de la relevancia social, se magnifica por la entrega oportuna y confiable de los proyectos como construcción de ambientes externos en colegios, municipalidades, entidades deportivas y comunitarias que benefician directamente a la población. Como parte de la justificación teórica, el estudio por plasmar la variable lean manufacturing y productividad, se emergen en las teorías de sistemas, de contingencia y restricciones porque en su esencia se centra en la mejora de procesos que tienen una interrelación sistemática controlada en las etapas de la construcción. Además, la teoría de restricciones que tiene como fin busca optimizar la producción rompiendo los cuellos de botellas y tareas innecesarias para obtener la calidad. Por lo tanto, las teorías brindadas, se sostienen como base para fortalecer como la productividad experimenta cambios al aplicar la herramienta de Lean manufacturing para reducir los tiempos y optimar la eficiencia y costos operativos. Para la relevancia metodológica, se generará un gran aporte a la comunidad científica debido a que los resultados esperados contribuyen a dar soluciones tecnológicas aplicando el método científico que, a su vez, servirá a los futuros ingenieros tomar como referencia el estudio con el fin de fortalecer el marco teórico y metodología del estudio.

En el mismo contexto, se realizó la formulación del **problema general**: ¿De qué manera las herramientas de Lean manufacturing mejoran la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022? Asimismo, se planteó la formulación de los **problemas específicos**. A continuación, tenemos: (i) ¿De qué manera las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el tiempo en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022?; (ii) ¿De qué manera las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022?; (iii) ¿De qué manera las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de confiabilidad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022?

En el mismo escenario, se procedió con la definición del **objetivo general**. A continuación, tenemos: Demostrar como las herramientas de Lean manufacturing mejoran la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022. Respecto a los **objetivos específicos**, se planteó lo siguiente: (i) Demostrar como las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el tiempo en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022; (ii) Demostrar como las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022; (iii) Demostrar como las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de confiabilidad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022.

Se procedió con plasmar la **hipótesis general** de investigación: Las herramientas de Lean manufacturing mejoran la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022. Respecto a las **hipótesis de investigación específicas** tenemos: (i) Las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el tiempo en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022; (ii) Las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022; y (c) Las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de la confiabilidad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Se realizó la búsqueda exhaustiva en las tesis de maestría y doctorales, incluyendo artículos científicos indizados tanto a nivel nacional e internacional.

A nivel nacional tenemos: Escalante (2021), en su aporte mediante un artículo científico, tuvo como objetivo desarrollar un modelo de balance en línea mediante la metodología ágil "TOC" para mejorar los procesos productivos. El estudio fue de tipo aplicada con un diseño cuasi experimental. Se utilizaron las fichas de observación para 4 procesos productivos, enfocados mejorar los costos reduciendo brechas en el proceso actual. Los resultados evidenciaron que se disminuyeron los costos en un 30% y mejoró la proyección de la inversión, con el cual se mejora la productividad. Se concluye que, se eliminó las tareas no relevantes de los procesos productivos, que permitieron generar un orden en las actividades y en la entrega de materiales, reducir los costos y horas de trabajo por el sobreesfuerzo que beneficio al área de proyectos y de la operación de organización.

Elizalde y Tisnado (2021) en su tesis de maestría sobre la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing, tuvo como objetivo implementar la herramienta de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la construcción de tableros electrónicos. El estudio fue de tipo aplicada con un diseño pre-experimental. Se utilizó las fichas de observación de 30 procesos constructivos de los tableros, enfocados a medir el tiempo, eficacia y eficiencia. Los resultados evidenciaron que un 51% de incremento de la productividad, 25.7% aproximadamente en la eficiencia de la construcción de los tableros electrónicos y un 20% en su eficacia. Se concluyó con la implementación de la metodología Lean, para los procesos de almacén y otras áreas que formen parte del proceso de fabricación, con ello se generó la reducción de las mermas de trabajo, y la reducción del sobre trabajo en el personal obrero y de supervisión, que condujo a un ahorro significativo del 10% en los costos, además de la pérdida de materiales por parte del almacén.

Zacharías (2021) en su tesis de maestría, llevado a cabo en Lima sobre el desarrollo de un modelo de mejora para la productividad, tuvo como objetivo proponer un modelo de mejora de la productividad basada en la filosofía Lean. El estudio fue de tipo no experimental de tipo descriptivo de propósito, además que, el instrumento que utilizó fue el cuestionario. Los resultados señalan, que la propuesta de las herramientas Lean, permitió optimizar el rendimiento operativo como parte de la optimización de los procesos. Se concluyó con la reducción de un 40% el tiempo, al retirar las actividades obsoletas, que no generan valor dentro del ciclo del proceso productivo. Asimismo, se procedió a depurar los desperdicios en un 30% generando una confiabilidad y eficiencia, además que se maximizó la seguridad con un incremento de la productividad y venta, conllevando a generar beneficios de ahorro en materiales y personal de trabajo, incluyendo el incremento de la productividad en general del 15%.

Escudero (2020) en su aporte mediante un artículo científico, tuvo como objetivo implementar la herramienta de Lean Manufacturing y lead time para los procesos productivos en la mediana empresa y así eliminar los desperdicios o actividades que no generan valor. El estudio fue de tipo aplicada y diseño de tipo experimental. Los resultados evidencian que, se logró una reducción del lead time del proceso en un 99% y un incremento productivo del 20% en referencia al proceso tradicional. Es decir, se concluye que aplicando la metodología de lean manufacturing, se mejoraron los tiempos y reducen los cuellos de botella en el proceso productivo en un 33%, generando beneficios en las horas hombre proyectadas, por el cual se manifiesta en una reducción de costos en los proyectos, orden y calidad del trabajo realizado.

Benites (2019) en su tesis de ingeniería, llevado a cabo en la ciudad de Piura, tuvo como objetivo aplicar la herramienta Lean para optimizar los flujos del proceso de construcción de redes. El estudio fue de tipo aplicada con un diseño de tipo preexperimental y utilizaron las fichas de observación como instrumento de recolección de datos. Los resultados evidencian que, se logró optimizar la supervisión y los tiempos de los subprocesos para la construcción de los gaseoductos de alta presión. Asimismo, la eficiencia de la ejecución de los trabajos

en el año permitió crecer en un 20% en promedio. Se concluye que, aplicando la metodología de lean manufacturing, se mejoraron los tiempos en un 20%, la eficiencia y la calidad en un 35%, además, que la productividad se incrementó en un 19%, por el cual, se evidencia que se redujo los costos e incrementa la eficiencia, por lo tanto, la productividad repercute en ello.

A nivel internacional tenemos: Sundararajana y Terkarb (2022), llevo a cabo la publicación de su artículo científico en el sector empresarial de Malasia, el cual tuvo como finalidad la implementación de Lean Kaizen para incrementar la productividad. El estudio planteado se llevó bajo un diseño de tipo cuasi experimental y los instrumentos utilizados se enmarcan en las fichas y guías documentales. Los resultados lograron la depuración de desperdicios de tiempo en un 30%, un incremento de la eficiencia del 22%, reducción de energía al 15%, y una reducción de costo y materia prima al 20% que se empleaba para las diversas actividades del proceso de fabricación. Se concluye que, para tal logro, se aplicaron conceptos de mantenimiento productivo total, 5S y prácticas de Lean con el fin de mejorar el rendimiento de la productividad. Es decir, la utilización del enfoque lea mejora la cadena productiva, por el cual se recomienda implementar en otras áreas de la organización.

Echeverry y Guzmán (2020) en su investigación de maestría llevado a cabo en Colombia, sobre como incrementar la productividad empleando la metodología Lean manufacturing, tuvo como objetivo optimizar el flujo del proceso constructivo de plaquetas prefabricadas utilizando Lean Manufacturing. El estudio contemplo un diseño de tipo pre-experimental mediante la utilización de los instrumentos como el cuestionario y la guía documental para fortalecer el estudio. Los resultados evidencian mejoras en el 17% a nivel de eficiencia y productividad, por el cual concluyen que, utilizando la metodología Lean manufacturing, si es posible reducir los tiempos de producción de las placas prefabricadas y mejorar el trabajo en equipo debido al cambio cultural de las labores. Además de optimizar los derivados de la producción que conducen a un mejor ambiente y seguridad laboral, llevando consigo una reducción de costos mensual de \$ 4372200 pesos colombianos.

Pérez et al. (2019) en la publicación de su artículo científico efectuada en el sector mobiliario de México, tuvo como objetivo mejorar la gestión administrativa de los procesos constructivos mediante la aplicación de Lean construction y BIM. El estudio fue de tipo aplicada y diseño pre-experimental. Los resultados del estudio reafirman que se evidencio una disminución en los tiempos y costos acuerdo a la carta de balance de la productividad. Es decir, el trabajo productivo presento un ahorro del 26.56% aproximadamente, lo que incide en la disminución de los costos de las viviendas. Asimismo, concluye que los valores del TP (trabajo productivo) se situó en 43%, seguido del TC (trabajo contributivo) con un 25% y un TNC (trabajo no contributivo) de 32% como parte de la mejorar de productividad en el proceso constructivo.

Pillo (2021) en su estudio de maestría sobre el uso de la herramienta agiles como Lean para la construcción de proyectos inmobiliarios, tuvo objetivo la comparación de resultados por la aplicación de mejora continua, y lean construction para los procesos constructivos y gestión de proyectos frente a los proyectos tradicionales. El enfoque utilizado fue de tipo pre-experimental, que permitió medir el antes y después utilizando las fichas de observación y guías documentales como instrumento base. Asimismo, se aplicó el método deductivo y analítico para comprender los resultados del pre y pos-test. Los resultados evidencian que la aplicación de lean construction mejora considerablemente los tiempos en un 10%, mejorando la confiabilidad de los procesos en un 25% y 20% en la asignación de los recursos. Es decir, se concluye que se redujo los tiempos no productivos en un 10% que afectaban directamente en la productividad y genero un incremento en la confiabilidad en los procesos constructivos, todo ello, trajo consigo reducción de la planilla y recaudo de material del almacén. Asimismo, se redujeron las actividades como parte del flujo del proceso constructivo.

Como parte de las **bases teóricas** que brindan un soporte a las variables de investigacion, se optó por mencionar los aportes de Quiroz et al. (2021), sobre la teoría general de sistemas al afirmar que, todo sistema tiene influencia con elementos y procesos internos y externos que buscan un objetivo en común. Lo indicado coincide con el aporte de Ramírez (1999) y Geng et al. (2021), donde

reafirman que, los sistemas tienen una relación integral entre todas sus partes. La teoría de sistemas, por ser integradora y alineada a los procesos tiene como propósito su aplicación en los procesos que permiten lograr un producto mediante su correcta aplicación (Von Bertalanffy, 1976). En el mismo contexto, se confirma que la teoría de sistemas guarda relación con la variable independiente del presente estudio, debido a que la metodología Lean manufacturing, tiene como fin mejorar los procesos, generan valor al reducir los tiempos, costos, desperdicios y flujos del proceso. Según Rajadell (2021) y Socconini (2019) sostienen que, la metodología lean manufacturing es una práctica ágil y flexible que permite adaptarse a las necesidades de mejora del cliente. Es decir, Lean manufacturing busca eliminar los desperdicios de las actividades de los procesos con el propósito de reducir los tiempos, costos e incrementar la eficiencia, por lo tanto, guardan relación con la teoría base del estudio.

La teoría de la calidad total tiene como premisa la mejora continua, por lo tanto, se confirma que esta teoría tiene relación con la variable lean manufacturing y la productividad porque su filosofía recae en optimizar procesos a nivel de eficiencia, desempeño y tiempos. Para Tomov (2022) y Chacón y Rugel (2018) afirman que la teoría de la calidad son un compendio de herramientas, metodologías y buenas prácticas que se resumen en la filosofía del ciclo PDCA de Deming, trilogía de Juren, la normalización industrial para mejorar la productividad de Ishikawa, cero defectos de Crosby, la teoría de la calidad total de TQM por último del aporte japonés con la teoría de la calidad total Kaizen (Sundararajan & Terkar, 2022) y (Barrios, 2018). Las teorías base son el soporte de las variables de estudio, que parte desde una perspectiva epistemológica que recae en la evolución del conocimiento humano y que se fundamenta en dicho estudio sobre la aplicación de la metodología ágil Lean manufacturing. Para Flores y Gardi (2020) las teorías bases, dan soporte a las variables de estudio debido a que generan un valor científico como parte de la esencia del problema a investigar.

La definición de **variable independiente: Lean Manufacturing** según Gallo et al. (2021) reafirman que, consiste en un bloque de actividades para la mejora continua, dejando de lado los desperdicios que ralentizan los procesos. Asimismo,

para Socconini (2019) la metodología lean manufacturing “es una práctica ágil y flexible que permite adaptarse a las necesidades de mejora del cliente”. Es decir, consiste en un conjunto de procesos sistemáticos para la detección, identificación y depuración de puntos que no generan valor a las actividades en la cadena productiva. Por lo tanto, coincide con APD (2022) al manifestar que “Lean Manufacturing tiene como fin la optimización de los sistemas de producción”, por plantear la reducción o eliminación de las tareas que no añadan valor. En el mismo sentido Rajadell (2021) reafirma que “la metodología lean manufacturing se sustenta en la eliminación de los desperdicios de las actividades de los procesos con el propósito de reducir los tiempos, costos y buscar la calidad total”. Es decir, bajo su premisa de quitar los desperdicios dentro del flujo de un proceso, busca un nuevo equilibrio de productividad que es esencial para optimizar los tiempos, mejorar la eficiencia y reducir los costos operativos, y todo ello gracias a la aplicación de sus herramientas en la praxis. En el presente estudio la variable independiente **lean manufacturing es importante**, porque trata de cumplir su propósito mediante la aplicación de un conjunto de conceptos y dimensiones claves que favorecen a los procesos constructivos como: efectividad, eficiencia e innovación. **En términos de análisis reflexivo se resalta la importancia** de utilizar la metodología Lean Manufacturing, mediante la aplicación de sus dimensiones alienadas al uso de herramientas, debido a que permite y da posibilidad de variar las diversas soluciones como parte del desarrollo y equilibrio del diseño organizacional que apunta a la mejorar de sus procesos, y actividades.

En otro escenario para Pažek (2021) Palange y Dhattrak (2021) mencionan que la experiencia de Lean manufacturing, consiste en generar valor al comprender la mejora del negocio, porque reduce el tiempo entre el pedido y entrega del producto. Es decir, esta herramienta busca la transformación disruptiva de la empresa.

En el mismo sentido, Carreira (2004) reafirma que, lean manufacturing denominado también como lean production corresponde a un método de trabajo de diseño organizacional, que se centra en la mejora continua mediante la utilización de sus herramientas, y cuyo fin es eliminar los desperdicios y actividades que no

generen valor. Todo ello, con el fin de poder mejorar la eficiencia, la confiabilidad y la calidad del trabajo realizado. Su objetivo principal es minimizar las pérdidas de materiales, de costos, de horas hombres en las actividades críticas y Cross del negocio.

En referencia a la importancia de utilizar Lean Manufacturing en las organizaciones se cuenta las siguientes premisas: Primero se deben cumplir 3 factores de éxito como tener una base organizacional estructurada y solida que permita llevar a cabo las tareas de mejora continua; segundo, tiene que coexistir una relación de liderazgo entre los supervisores del proyecto o de la operación que aplicara los conceptos y luego se analizaran los cambios y mejorar, de manera parcial; y por último, se debe aplica los 5 principios de lean manufacturing alineado a las herramientas que se plasmaran para su mejorar continua.

La filosofía Lean manufacturing presenta como parte de sus **dimensiones** un conjunto de herramientas para su ejecución que se alienan a los 5 principios de lean production. Estas herramientas que se aplican en lean manufacturing son las que tienen mayor presencia para la mejora de la productividad. Por ejemplo, tenemos la herramienta de Kaizen, **VSM**, SMED y 5S, los cuales permiten mejorar los procesos, reduce los tiempo e identifica los cuellos de botella (Conner, 2018) y (Vargas, 2021). Es decir, utilizando las herramientas agiles, se consigue una mejorar porcentual, pero luego de ir realizando iteraciones constantes en el año, se lograr buscar el mejor punto de equilibrio entre trabajo y procesos.

Lean manufacturing, por ser consideradas como una metodología ágil, emplea un conjunto de herramientas para fortalecer el diseño (Pažek, 2021). Ante ello, se aplica el mapa de flujo de valor, denominado VSM, que consiste en identificar el proceso que se requiere mejorar con el fin de poder identificar las actividades que están generando duplicidad o relentalizacion (Barman, 2022). Por último, se definen los tiempos en segundos de cada actividad siguiendo el flujo antiguo y se genera el nuevo flujo, contemplando los nuevos tiempos que permitan la mejora de este (Jana & Tiwari, 2022). Es decir, se podrá evidencia la mejora de la productividad constructiva de los ambientes complementarios cuyo propósito

recae en la eficiencia y eficacia en una versión actual y futura como parte de sus indicadores.

Las ventajas del **Valúe Stream Mapping** son: (i) establecer un lenguaje entre proveedores, operarios y directivos de mejora continua; (ii) las mejoras son visibles en el proceso rediseñado; (iii) empalma el uso dedicado de las herramientas lean como Kanban, Kaizen y otras.; (iv) se consolida al visualizar el end to end del proceso a mejorar; (v) nos evidencia el flujo relacional con las actividades de los procesos de la cadena productiva. Es decir, con dicho esquema se podrá apreciar el esquema de los procesos constructivos a mejorar en el presente estudio.

SMED: Es una herramienta bajo el concepto de lean, cuya premisa es reducir los tiempos que está encaminada a mejorar en base a los cambios en la producción o servicio en las organizaciones, que, a su vez, se aplica mediante los 5 principios de lean (Talenmo, 2022). Es decir, esta herramienta es importante porque busca identificar los tiempos de una cadena de valor en su respectivo flujo de trabajo. Para el presente proyecto, se plasma en los 6 procesos que tiene cada proyecto constructivo. Es decir, cubre el esquema de Obras provisionales, Estructuras, Arquitectura, Instalaciones sanitarios y eléctricas y especiales; Equipamiento y limpieza en general en la región Apurímac. Es importante la utilización de la herramientas, porque se elimina la Merma en actividades burocráticas sin control previo, además tiene como objetivo los siguientes puntos como: (i) crear la posibilidad de producir mediante bloques o subproceso sin afectar el costo final; (ii) mejorar la calidad bajo el esquema de la productividad en el flujo de trabajo; (iii) disminuir el inventario y que se plasme con la idea de rotación directa en tiempo y esfuerzo; (iv) reducir los tiempo, materiales y sobre esfuerzo del personal; y por ultimo (v) reducir el tiempo final de la entrega del producto o servicio, considerando la cuantificación total.

La herramienta 5S, es una metodología ágil que comprende lean manufacturing y que tiene como ventaja, mejorar la productividad, mejorar las condiciones del trabajo con el incremento de puntos de control, reducción del tiempo en los procesos y mejora la calidad del producto o servicio de la

organización, además que reduce los niveles de inversión por el ahorro del gasto en personal y materiales (Rizkya et al., 2021). En el mismo sentido, está compuesta por 5 dimensiones que son: (i) Seiri – clasificación; (ii) Seiton – orden; (iii) Seiso – limpieza; (iv) Seiketsu – estandarización; y por último (v) Shitsuke – disciplina. Asimismo, se debe tener en cuenta que la aplicación de las 3 primeras fase se orientan a la parte operativa y el resto al entorno físico (Envira, 2022). Es decir, con la ayuda de esta herramienta 5S, alineada a los 5 principios de lean manufacturing se tiene como premisa mejorar la productividad en los procesos constructivos.

En el mismo contexto, Lean manufacturing presente siete principios considerados **como indicadores** de mejora como parte de la calidad total de sus procesos: (i) Hacerlo bien a la primera, que se alinea al concepto de Crosby, de tener cero errores y defectos; (ii) excluir actividades sin valor, es decir, retirar las actividades que no generan valor consideradas como repetitivas o despilfarro; (iii) mejora continua, es decir, busca la excelencia de sus procesos, al reducir tiempos, costos y mejorar la eficiencia; (iv) procesos pull, se alinea a no generar stock, mediante la alta rotación; (v) la flexibilidad, por ser escalable y adaptarse al ritmo de trabajo, además de la exigencia si perder valor del producto o servicio brindado, es decir incrementar la productividad de manera flexible; (vi) colaboración con los proveedores, consiste en tener una interrelación dinámica con los proveedores para compartir los riesgos y costos; y por ultimo (vii) el cambio de enfoque de venta, cosiste en enfocarse a la experiencia y solución al cliente. Los 7 principios de lean manufacturing según Buzón (2021), se pueden optimizar en 5 pasos, debido a que existe actividades o principios unificados. Es decir, el proceso se inicia con: (a) definición del valor; (b) identificar la cadena de valor; (iii) definir el flujo; (d) general el pull; y por último (e) plasmar la perfección.

Desde la perspectiva del negocio para la aplicación de las herramientas se plasman dimensiones en función a los 5 principios los cuales son: **Primero - la definición de valor:** es creado por la persona que ejecutara las mejoras como si fuese un coach que lidera el cambio con su respectiva propuesta de mejora, previo análisis de la situación y entendimiento del Core del negocio, pero con la selección del cliente, de que áreas de mejora se va a cubrir como piloto (Carreira, 2004). En

otras palabras, los gerentes necesitan comprender el valor que el cliente tiene como referencia del producto o servicio que brinda, para validar si se requiere mejorar calidad o costo. **Segundo – Mapear el flujo de valor:** esta actividad comprende el registro y análisis de flujo de procesos actual para el servicio o producto a mejorar, se recomienda aplicar herramientas como VSM, ASIS y TOBE, como parte del BPM, para comprender si el proceso es secuencial o matricial, con el fin de poder armar la ruta de tiempo, costos, esfuerzo. Es decir, las organizaciones deben tener claro estos flujos, para poder identificar los retrasos y tarea obsoletas (Buzón, 2021). **Tercero – crear el nuevo flujo:** corresponde a la eliminar de las barreras funcionales que no permiten reducir el tiempo y esfuerzo para el servicio o producción. Asimismo, se debe detallar los inventarios que se aplican para tal producto o servicio, y así poder tener una visión general de los puntos críticos a mejorar. **Cuarto – sistema pull:** En este punto se recomienda, utilizar el sistema pull de VSM, que permite la reducción de oscilaciones entre los materiales activos y los que se requieren para la fabricación o atención del servicio. **Quinto - perseguir la perfección:** en esta etapa cíclica, se busca la interacción constante en busca de la mejora continua en la producción o servicio a realizar. Es decir, buscar la calidad eliminando desperdicio en la cadena de valor productiva.

La **variable dependiente** denominada productividad según Juez (2020) y De Solminihac y Daga (2018) consiste en medir los resultados del nivel de la eficiencia de un proceso productivo considerando el menor tiempo y utilización de recursos. Su formulación comprende la división de la producción obtenido sobre la cantidad del facto utilizado. Es decir, la productividad busca la eficiencia del consumo de recursos, la reducción de los tiempos y para ello se apoya en las herramientas agiles, como propone el presente estudio al aplicar Lean manufacturing en los procesos constructivos de ambiente complementarios.

Para Merki (2021) ser productivos debe enfocarse en su felicidad. Por ello existen diversos factores que conllevan a la convergencia de su propósito. Para Juez (2020) los factores se alinean a la cantidad y calidad de los recursos humanos, calidad y disposición de los recursos naturales; la inversión de capital, el entorno macroeconómico y microeconómico, el nivel tecnológico y la configuración

industrial. Es decir, si bien existen patrones cognitivos como mencionar Robert Merki para lograr una excelente productividad, también existen factores que pueden afectar la productividad.

Azzeh et al. (2022) afirman que, la productividad para ser provechosa se tiene que aplicar indicadores de gestión. Mejor aún, si se establecen índices de productividad para diversos proyectos, con el fin de pedir y controlar su evolución. En el mismo sentido Zhou et al. (2022) sostienen que, la productividad ejerce mayor realce, cuando se tiene varios procesos que deben optimizarse, para lograr una eficiente producción. Es decir, la importancia de la productividad es parte de la mejora de todo proceso que presenta fallas en sus las fases de todo el proceso que comprende como dimensiones el tiempo, la eficiencia, la confiabilidad, costos, calidad y rentabilidad.

La productividad presenta diversos factores humanos y asociados a los procesos, los cuales influyen para su mejora en las organizaciones. Según Schroeder (2002) indica que, la inversión, la tecnología, los valores, las políticas y otros factores externos infieren sobre la productividad en las organizaciones, como se aprecia en los beneficios de la productividad de la figura 3.

Figura 3

Beneficios de la productividad



Nota: beneficios de la productividad en función a la rentabilidad.

Para que una organización comprenda los beneficios de la mejora continua dentro de los parámetros de la productividad, deben considerar los siguientes

puntos: (i) desarrollar las habilidades y capacidades; (ii) elegir a la persona idónea para dirigir y liderar; (iii) planificar estrategias; (iv) utilizar herramientas de apoyo; (v) incentivar el logro de objetivos; y (vi) ampliar la experiencia de habilidades blandas del personal.

La productividad presenta diversas **dimensiones** en función al recurso humano y sus procesos. Según Vilca (2018) las productividades se pueden medir en función a lo siguiente: Eficiencia, eficacia, capacitación laboral, innovación, calidad, nivel de productividad, tiempo y procesos administrativos. Para el presente estudio se tomará como referencias las dimensiones que generan valor cuantitativo en los procesos constructivos.

Dimensión tiempo: corresponde a la magnitud física que emerge la continuidad de actividades (RAE, 2022). En el mismo sentido, Flores et al. (2019) afirman que los tiempos son mediciones para los procesos que requieran un valor de duración. En el presente estudio se empleará el tiempo promedio de los procesos constructivos.

El tiempo promedio corresponde al **indicador** del proceso de fabricación o servicio según su flujo operativo (pre-test y post-test), está conformado por la siguiente fórmula para su aplicación en los procesos constructivo de la empresa privada. Es decir, para poder validar el tiempo, se evalúa con el uso de la herramienta SMED, que comprende a medir los tiempos con el flujo actual y luego de la aplicación de la herramienta de lean manufacturing.

Tiempo promedio

$$TP = (TSHL - TCHL)$$

Leyenda:

TP = Tiempo promedio

TSHLM = Tiempo sin Herramientas de Lean

TCHLM = Tiempo sin Herramientas de Lean

Dimensión productividad (eficiencia y calidad): El nivel de productividad comprende 2 indicadores que influyen en la cantidad de fenómenos económicos y sociales. Que comprende la eficiencia para realizar las actividades, en función al tiempo y calidad del proceso (Nikiforos, 2022). El **indicador** nivel de productividad posee como premisa el cálculo de la eficiencia por la calidad, en función a los tiempos reales y disponible de los 6 procesos en los 4 proyectos constructivos.

$$\textit{Productividad} = \textit{Eficiencia} * \textit{Calidad}$$

$$\textit{Productividad} = \frac{\textit{Tiempo real}}{\textit{Tiempo disponible}} * \frac{\textit{Unidades Producidas}}{\textit{Unidades Planificadas}}$$

Dimensión confiabilidad: es la capacidad de realizar una función en el tiempo determinado sin inconvenientes. Para Uraisami (2022), la confiabilidad evalúa el total de procesos y actividades que presentan diversos errores dentro de los puntos de control. Los indicadores que aplica la confiabilidad están sumergidos en el **indicador** de nivel de confiabilidad que comprende a la búsqueda de errores en los procesos en función al total de procesos planificados.

Nivel de confiabilidad

$$NC = \frac{N - PE}{N} * 100\%$$

Leyenda:

NC = Nivel de confiabilidad

N = Total de procesos

PE = Proceso con Errores

En el mismo sentido, tenemos el aporte de Visión industrial (2021), donde afirma que la confiabilidad es la probabilidad proceso o sistema opere sin falla por un determinado período de tiempo, bajo ciertas condiciones.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

La presente investigación comprende un enfoque cuantitativo de tipo **aplicada**, porque se procederá a manipular la variable dependiente denominada “productividad”, la cual se verá afectada por la variable independiente. Es decir, por la aplicación de la metodología Lean manufacturing en la productividad de los procesos de construcción de ambientes complementarios. De acuerdo con los aportes de (Lifeder, 2022) y (Castro, 2019) afirman que las investigaciones se dividen en dos esquemas como básica y aplicada. La investigación de tipo básica recopila la base teórica buscando el conocimiento, mientras la investigación aplicada, se enfoca en la parte práctica, es decir aplicarla en un contexto. En el mismo escenario, tenemos el aporte de **Concytec (2018)**, donde mediante la resolución 214, fomento las investigaciones de tipo básica y aplicada en el educación peruana.

Revisando, los diversos aportes como Lifeder (2022) y Hernández y Mendoza (2018), los diseños de investigación consisten en la forma y manera de efectuar la investigación, que permitirá luego definir los instrumentos adecuados para su realización. El presente estudio por ser de tipo aplicada empleará el **diseño experimental** con afectación en la variable dependiente, donde se plasmará la medición de una prueba antes y después de aplicar Lean manufacturing, con el objetivo de poder evaluar las diferencias entre el contexto actual y propuesto por implementación de lean manufacturing en el proceso constructivo de ambientes complementarios. Los métodos que utilizados son: el deductivo y analítico, para poder determinar el incremento de los niveles de productividad, tiempo y confiabilidad post implementación de Lean manufacturing en los procesos constructivos.

3.2 Variables y operacionalización

En el presente estudio se busca recabar información precisa y útil fundamentada en el marco teórico (ver anexo 1).

La variable independiente tiene como premisa a Lean Manufacturing, y la productividad como parte de la variable dependiente que se aplicará a los procesos constructivos de ambientes complementarios.

Variable independiente: Lean Manufacturing.

La **definición conceptual** de Lean manufacturing según Socconini (2019) consiste en un conjunto de procesos sistemáticos para la detección, identificación y depuración de puntos que no generan valor a las actividades en la cadena productiva.

La **definición operacional** de Lean manufacturing consiste en la aplicación de herramientas ágiles para quitar los desperdicios en función al tiempo, eficiencia y costos no productivos de los procesos constructivos de los ambientes complementarios.

Los **indicadores** son el tiempo y la eficiencia de aplicación de las herramientas VSM, 5S Y SMED en la productividad de los procesos constructivos.

La **escala de medición** será de razón, por utilizar el tiempo y fórmulas para hallar los niveles de productividad y confiabilidad utilizando la herramienta de Lean Manufacturing.

Variable dependiente: Productividad

La **definición conceptual** de productividad según Juez (2020) consiste en medir los resultados del nivel de la eficiencia de un proceso productivo considerando el menor tiempo y utilización de recursos.

La **definición operacional** de productividad consiste en obtener indicadores favorables en función a la eficiencia y desempeño de los procesos constructivos de los ambientes complementarios.

Los **indicadores** son los valores para medir las características de las dimensiones como el tiempo promedio, nivel de productividad y confiabilidad que se consiguen mediante la aplicación de fórmulas, alineadas al tiempo y eficiencia, que se presentaran mediante valores porcentuales y toma del tiempo de inicio y final.

La **escala de medición** será de razón, por utilizar el tiempo y fórmulas para hallar los niveles de productividad y confiabilidad utilizando la herramienta de Lean Manufacturing.

3.3 Población, muestra y muestreo, unidad de análisis

Población: La población es un conjunto de objetos, documentos, personas, procesos y otro elementos que tienen un espacio y tiempo, además que poseen diversas características para su elección (Lifeder, 2022). La población comprende un total de 4 evaluaciones de los procesos constructivos de ambientes complementarios que comprende 4 semanas de trabajos en los proyectos de campo en la ciudad de Apurímac. Para ello, se aplicará las fichas de observación antes y durante la mejora de Lean Manufacturing.

Muestra: La muestra según Rodríguez (2014), consiste en un subconjunto de toda la población. Asimismo, para Hernández et al. (2010) afirman que, la muestra comprende una pequeña proporción de la población de estudio. Además, refirma la posición del investigador al poder definir si utilizará toda la población o aplicar una muestra. En el presente estudio, se optará a seleccionar el total de la población debido a que la muestra no es significativa para su elección. Por lo tanto, se empleará de ambientes complementarios, debido a que aplicando el tamaño muestral para una proporción conocida se obtiene un 3.67, redondeando queda en 2. Por lo tanto, se opta por utilizar la población total de 2 evaluaciones de los procesos constructivos de ambientes complementarios.

$$n = \frac{N * Z_{1-\alpha/2}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{1-\alpha/2}^2 * p * q}$$

Muestreo: El muestreo consiste en la diversas forman de como extraer los datos de la muestra de estudio. En el presente estudio se utilizará el muestreo aleatorio simple o probabilístico, debido a que se escogerán del total de muestra los datos al azar. En resumen, por la cantidad mínima de procesos, se descarta el uso del muestreo y muestra debido a que la población obtenida no genera una diferenciación significativa, porque se considera 2 procesos constructivos.

Criterios de inclusión: se contemplará las actividades de los 2 procesos complementarios del proyecto de la sede de Apurímac, cuya duración no tome más de 2 semanas. Las tomas de los datos mediante las fichas de evaluación serán recopiladas con el apoyo de los asistentes de supervisión.

Criterios de exclusión: Todos los procesos de mayor envergadura en los proyectos arquitectónicos que demandan más de 30 días de esfuerzo y se realizan en el mismo territorio y anexos.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas: Comprenden los medios para poder recopilar información mediante la utilización de instrumentos, con el fin de poder evidenciar la confiabilidad del mismo (Cohen, 2019). Por lo tanto, se utilizará la observación como parte de la técnica de estudio de la variable dependiente para la productividad que mediante la variable independiente que corresponde a la aplicación de Lean manufacturing que se realizará antes y después de aplicar la herramienta. Es decir, se utilizará la técnica de la observación en la variable dependiente, la cual será manipulada mediante la variable independiente denominada Lean manufacturing.

Instrumentos: Los instrumentos son los documentos que permitirán recabar la información de acuerdo con la técnica a emplear (Lifeder, 2022). En el presente

estudio, en líneas generales se aplicarán las **fichas de observación** por tener un diseño experimental de tipo pre-experimental que permitirán recopilar los datos cuantitativos de las fases de los procesos constructivos que se medirán antes y después de la aplicación de las herramientas de Lean manufacturing, Todo ello, con el fin de identificar el nivel de manipulación de la variable dependiente, para luego validar su confiabilidad y así poder aplicar la estadística descriptiva e inferencial. Los instrumentos para la recopilación de información tendrán que ser validados por 3 expertos en el sector, con el objetivo de plasmar la información relevante que permita medir los indicadores de la dimensión productividad aplicando Lean manufacturing (ver anexo 2, 3 y 4).

3.5 Procedimientos

Como parte preliminar del procedimiento, se realizó las coordinaciones con la jefatura del proyecto y los supervisores de la construcción, para poder realizar el estudio. La recolección de datos propuesta se mantiene en las fichas de observación, sin que exista manipulación alguna del observador. además de aceptar la incorporación de las herramientas ágiles para 4 procesos del constructivos, que permitan obtener los datos antes y después de aplicar Lean manufacturing. En el anexo 7, se evidenciará el permiso de la jefatura para poder llevar a cabo el estudio.

El presente estudio por ser cuantitativo y con un diseño experimental, primero se procederá con la construcción de los instrumentos “fichas de observación” en base a como la variable dependiente denominada productividad se verá manipulada mediante la aplicación de la variable independiente “Lean Manufacturing”. Validando las diversas teorías, **no se aplicará la validación de expertos**, debido a que el instrumento a utilizar serán las fichas de observación. Luego se procederá con ejecutar los instrumentos mediante la técnica de la observación antes y después de implementar Lean Manufacturing en los procesos constructivos de ambientes complementarios de la empresa constructora. Una vez obtenido los datos de la pre y post prueba, se procede con la consolidación de los datos en un Excel y luego traslada a la herramienta SPSS v. 26 y se aplica la prueba de **consistencia** de datos recopilados, mediante la **prueba de dobles masas**, con

el fin de evidenciar que los datos ingresados cuenten con los niveles de aceptación y consistencia. Asimismo, se aplica la prueba descriptiva para obtener la media, la varianza, suma y promedio de los valores antes y después de la aplicación de la herramienta lean manufacturing. Por último, se procede con la estadística inferencial iniciando con la prueba de consistencia, luego la prueba de normalidad de datos y con ello se define que prueba es la idónea considerando algunos puntos de control en base a la población y normalidad, y poder contrastar la hipótesis y formular los resultados del estudio.

3.6 Método de análisis de datos

La data será recopilada mediante las fichas de observación para cada dimensión, en ella, se obtendrá datos precisos como tiempo y eficiencia en función a horas y porcentajes. Luego, se empleará la utilización de la prueba de dobles masas con el fin de evidenciar su nivel de confiabilidad tanto en pre y post test, considerando que todo ello, es parte de la estadística inferencial. Seguido de ello, se procederá a validar la prueba de normalidad (Shapiro o Komogorov) para evidenciar si los datos son paramétricos o no. Por último, se aplicará la prueba de contraste dependiente de la normalidad, para poder evaluar los resultados obtenidos. Es decir, se aplica la prueba T-Student o Z en caso el valor sea paramétrico, caso contrario la prueba T-Wilcoxon o U de Mann-Whitney.

En resumen, para dicho estudio, se procederá con elaborar la estadística descriptiva para los 3 objetivos propuestos y luego se plasmará los resultados de las pruebas de la estadística inferencial y así validar si la hipótesis cumple su propósito del estudio.

3.7 Aspectos éticos

Para el presente trabajo de investigación se aplicó la ética profesional, asimismo, se informó de manera clara, precisa y transparente a todos los involucrados en esta investigación del sector constructivo; por ello, se garantizó la confidencialidad y protección de sus datos personales según ley 27658, y se pondrá en reserva la información brindada por la empresa para los fines académicos. En el mismo sentido, se trabajó y se respetó las normas APA de séptima edición, siguiendo los

lineamientos establecidos por la escuela de posgrado. Se ha considerado el código de ética aprobado por resolución N.º 021-021-VI-UCV, y por último se consideró la “guía de elaboración de productos de investigación de fin de programa” con resolución de vicerrectorado de investigación N.º 110-2022-VI-UCV.

IV. RESULTADOS

El presente estudio, por tener un diseño experimental con alcance preexperimental, plasmo la aplicación de lean manufacturing para 4 proyectos de construcción de ambientes complementarios en la región de Apurímac. Para la obtención de los datos mediante la técnica de la observación, se apoyó con la participación del personal de apoyo y supervisores, donde se recopiló la información mediante las fichas de observación de campo, que figuran en el anexo 2, 3 y 4.

4.1. Resultado según el objetivo general que consiste en demostrar como las herramientas de Lean manufacturing mejoran la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022.

4.1.1. Estadística descriptiva – objetivo General

Como parte de los resultados descriptivos, se procede con efectuar el cálculo de los valores estadísticos en función a los datos consolidados para los indicadores del proceso de construcción de ambientes complementarios. En la tabla 1, se evidencia los valores procesados para los 3 indicadores que forman parte del objetivo general del estudio.

Tabla 1

Datos procesados de 3 indicadores

Estadísticos descriptivos						
	N	Mínimo Estadístico	Máximo Estadístico	Suma Estadístico	Media Estadístico	Desv. Error
Tiempo Promedio (Pre-Test)	4	880	1040	3890	972,50	34,004
Tiempo Promedio (Pos-Test)	4	572	676	2525	631,25	22,141
Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución) Pre-test	4	67	83	284	71,00	4,000
Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución) Pos-test	4	100	100	400	100,00	,000
Nivel de Productividad (Fase de diseño y ejecución) Pre-test	4	60	74	271	67,75	2,898
Nivel de Productividad (Fase de diseño y ejecución) Pos-test	4	107	126	459	114,75	4,090
N válido (por lista)	4					

En la tabla 1, se confirma que los tiempos promedios de los 4 proyectos de los procesos de construcción complementarios, presenta un diferencial de 341 minutos aproximadamente entre la “**media estadística**” del pre y post-test del tiempo promedio. Es decir, en el pre-test la media estadística del tiempo promedio corresponde a 972.50 minutos y en el post-test la media estadística del tiempo promedio evidencia un total de 631.25 minutos, por el cual se realizó la resta de tiempo promedio de la media estadística y arrojó 341 minutos aproximadamente. Asimismo, para los niveles de confiabilidad en la fase de diseño y ejecución, presenta un diferencial de 29% aproximadamente en la media estadística. Es decir, en el pre-test a media estadística del nivel de confiabilidad corresponde a 71% y en el post-test la media estadística del nivel de confiabilidad corresponde a 100%, por el cual se realizó la resta del nivel de confiabilidad de la media estadística y arrojó un 29% aproximadamente. Por último, en los niveles de productividad en la fase de diseño y ejecución presenta un diferencial de 47% aproximadamente en la media estadística. Es decir, en el pre-test a media estadística del nivel de productividad corresponde a 67.75% y en el post-test la media estadística del nivel de productividad corresponde a 114.75%, por el cual se realizó la resta del nivel de confiabilidad de la media estadística y arrojó un 43% aproximadamente.

En resumen, como parte del análisis crítico se corrobora que aplicando una metodología ágil como lean manufacturing se favorece el incremento de la confiabilidad y productividad, que a su vez, se manifiesta en una reducción del tiempo invertido, por el cual, se recomienda aplicar metodologías, pero antes de ello, el personal debe estar involucrado, para que así, se evidencie una mejora significativa en la productividad de los procesos constructivos aplicando lean manufacturing para los 4 proyectos en la región Apurímac.

En la tabla 2, se evidencia las frecuencias obtenidas para los 3 indicadores. Respecto al tiempo promedio se confirma el valor máximo de **1040** minutos en el pre-test, seguido de **676** minutos en post-test. Además, en el nivel de confiabilidad de valida que el valor máximo en el pre-test es **83%**, seguido de **100%** en el post-test. Por último, en el nivel de productividad se corrobora que el valor máximo es **74%** en el pre-test, seguido de **126%** en el post-test.

Tabla 2*Frecuencias estadísticas*

		Estadísticos					
		Tiempo Promedio (Pre-Test)	Tiempo Promedio (Pos-Test)	Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución) Pre-test	Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución) Pos-test	Nivel de Productividad (Fase de diseño y ejecución) Pre-test	Nivel de Productividad (Fase de diseño y ejecución) Pos-test
N	Válido	4	4	4	4	4	4
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Media		972,50	631,25	71,00	100,00	67,75	114,75
Mediana		985,00	638,50	67,00	100,00	68,50	113,00
Mínimo		880	572	67	100	60	107
Máximo		1040	676	83%	100%	74%	126%
Suma		3890	2525	284	400	271	459

4.1.2. Análisis de consistencia de datos – objetivo general

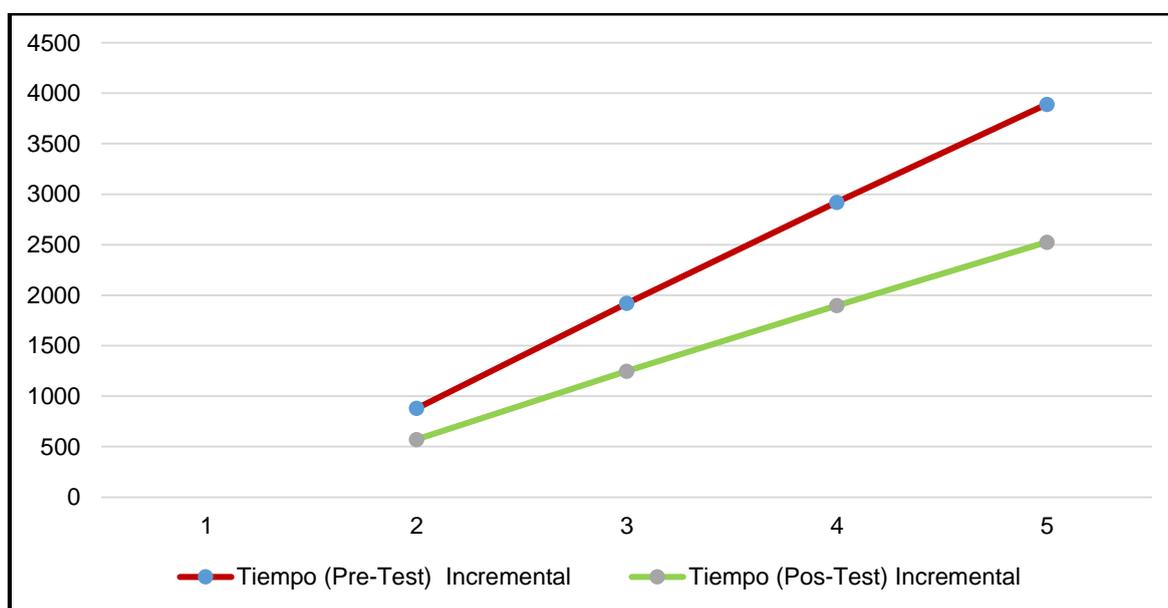
Para Flores et al. (2019) y Casas (2017) afirman que, la consistencia de los datos es un valor de confianza y fidelidad para datos porcentuales, y numéricos que permiten garantizar que los datos recopilados son adecuados para realizar la prueba inferencial. Asimismo, la aplicación del método dobles de masas permite evidenciar cualquier desviación que se expresa con un gráfico cartesiano durante su aplicación para los 3 indicadores del proceso de construcción.

En la tabla 3, se evidencia los datos consolidados para los 3 indicadores. En el indicador tiempo se evidencia los 4 datos recopilados (880, 1040, 1000 y 970) como parte del pre-test y para el pos-test tenemos (572, 676, 650 y 627). Para los niveles de confiabilidad se valida que el porcentaje recurrente fue de 76%, seguido de un 83% en el pre-test y para el pos-test se identificó un neto 100%. Por último, en el nivel de productividad se denota un rango entre el 60% y 74% para el pre-test y en el pos-test se evidencia un valor sobresaliente de 126% y un 107%, lo cual amerita a que si se puede realizar mejorar a favor de la productividad.

Tabla 3
Consolidación de los 3 indicadores

Tiempo (Pre-Test)	Tiempo (Pos-Test)	Pre-test Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución)	Pues-test Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución)	Pre-test Nivel de Productividad (Fase de diseño y ejecución)	Pos-test Nivel de Productividad (Fase de diseño y ejecución)
880	572	67%	100%	68%	126%
1040	676	67%	100%	69%	107%
1000	650	83%	100%	60%	111%
970	627	67%	100%	74%	115%

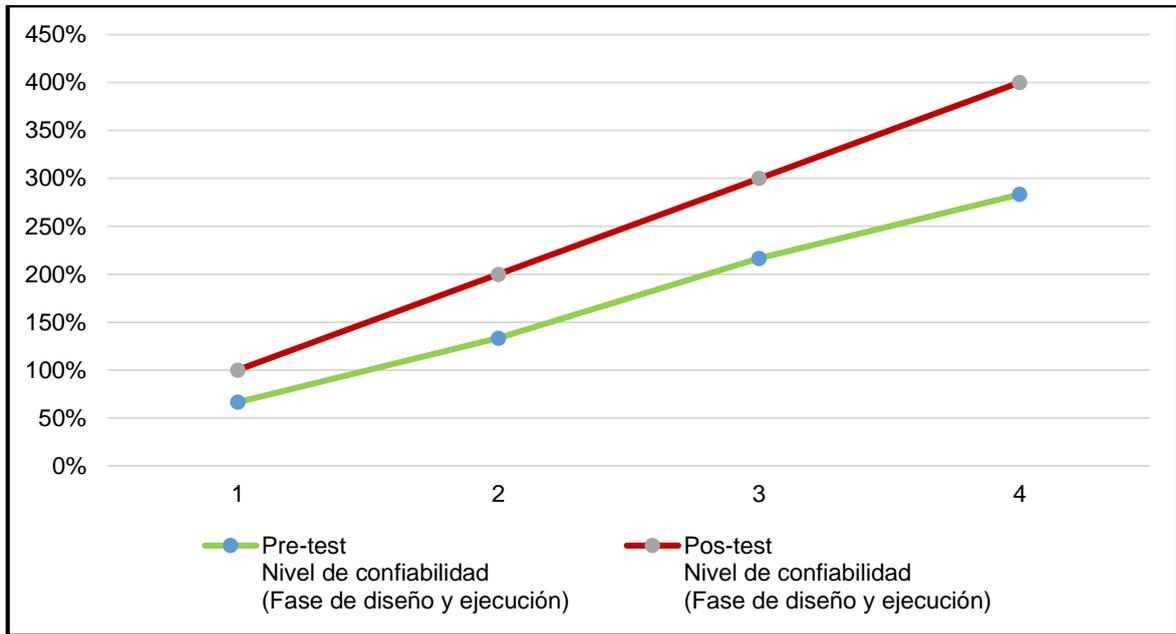
Figura 4
Consistencia del indicador tiempo promedio



Fuente: Elaboración propia

Figura 5

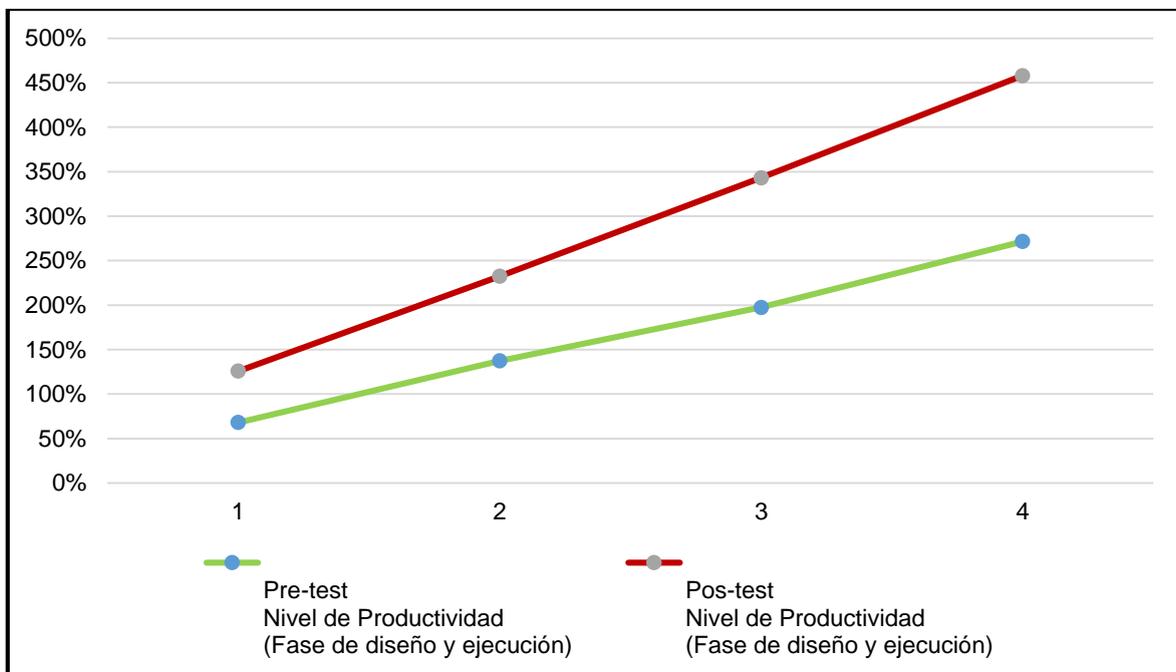
Consistencia del indicador nivel de confiabilidad



Fuente: Elaboración propia

Figura 6

Consistencia del nivel de productividad



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4, 5 y 6, se evidencia que los valores consolidados, forman una línea recta, dando evidencia que los datos presentan consistencia. En resumen, se confirma que los datos acumulados mediante la prueba de doubles masas, presenta datos consistentes para su realización de la prueba de normalidad y prueba de contrastes para las 3 hipótesis específicas.

4.1.3. Prueba de normalidad – objetivo general

Para la prueba de normalidad, se consideró con utilizar la prueba de Shapiro-Wilk, por tener valores menores a 30 ítems, caso contrario la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Es decir, se busca obtener si los datos son paramétricos o no paramétricos en función a su valor sig.

Para los estudios con diseño experimental, no se considera una prueba de hipótesis general, debido a que se miden los objetivos específicos que contienen la prueba antes y después del experimento (Hérendez & Mendoza, 2018). Es decir, se puede llegar hasta la prueba de normalidad de forma consolidada para sus indicadores que luego presentaran el contraste hipotético, como lo define su propio diseño.

Tabla 4

Prueba de normalidad consolidada

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo Promedio (Pre-Test)	,235	4	.	,952	4	,731
Tiempo Promedio (Pos-Test)	,212	4	.	,964	4	,803
Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución) Pre-test	,441	4	.	,630	4	,001
Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución) Pos-test	,441	4	.	,630	4	,001
Nivel de Productividad (Fase de diseño y ejecución) Pre-test	,267	4	.	,951	4	,722
Nivel de Productividad (Fase de diseño y ejecución) Pos-test	,238	4	.	,938	4	,643

a. Corrección de significación de Lilliefors

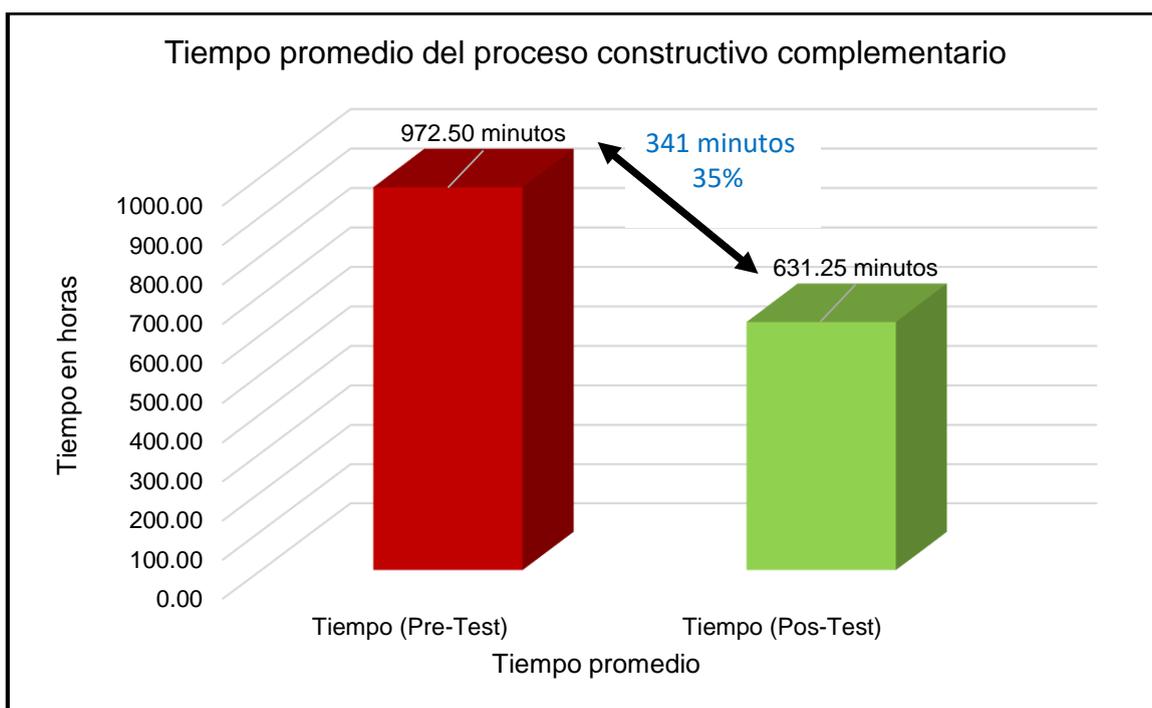
En la tabla 4, se evidencia que el tiempo promedio y el nivel de productividad comprenden datos paramétricos, según el estadígrafo de la prueba de Shapiro-Wilk, a diferencia del indicador nivel de confiabilidad, que obtuvo un valor Sig. de 0,001; por lo tanto, es menor a 0.05 y corresponde a datos No paramétricos.

4.2. Resultados del objetivo específico 1 que consiste en demostrar como las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el tiempo en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022

4.2.1. Estadística descriptiva (objetivo específico 1)

Figura 7

Tiempo promedio del proceso constructivo



Fuente: Elaboración propia

En la figura 7, se evidencia que existe un diferencial de 341 minutos entre la media estadística del pre-test y pos-test para el tiempo promedio del proceso constructivo complementario. Es decir, en el tiempo promedio para el pre-test se evidencio una media estadística de 972.5 minutos y en el pos-test un total de 631.25 minutos aproximadamente. En resumen, como parte del análisis crítico, se

corroborar que los tiempos del proceso constructivo han mejorado un 35% en general y para poder asegurar lo indicado, se procedió con la prueba de normalidad y seguido con la de contraste para evaluar las hipótesis específicas 1.

4.2.2. Prueba de normalidad (objetivo específico 1)

Datos de la hipótesis de investigación del primero objetivo específico:

H0: Las herramientas de Lean Manufacturing no mejoran el tiempo en la productividad de la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022

Hi: Las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el tiempo en la productividad de la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022.

Tabla 5

Indicador tiempo promedio - prueba de normalidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo Promedio (Pre-Test)	,235	4	.	,952	4	,731
Tiempo Promedio (Pos-Test)	,212	4	.	,964	4	,803

a. Corrección de significación de Lilliefors

Para la prueba de normalidad para el indicador del objetivo específico 1; de acuerdo con la prueba de Shapiro-Wilk, se evidencia que el valor p (Sig. - valor) corresponde a 0,731 y el valor p (Sig.-valor) muestra un valor de 0,803, siendo mayor a 0,05; es decir, los datos de pre y pos-test del tiempo promedio son paramétricos, como se corrobora en la tabla 5.

4.2.3. Prueba de hipótesis (objetivo específico 1)

Se planteó la siguiente premisa de contraste para la hipótesis de investigación **HI¹**: Las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el tiempo de la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022; Asimismo, **H0¹**: la hipótesis nula: Las herramientas de Lean Manufacturing no mejoran el tiempo en

la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022; para ello, se utilizó la prueba de T Student para muestras relacionadas por tener datos paramétricos con datos menores a 30 en el procedimiento estadístico.

Donde se recopila:

ltpcacA = Indicador del tiempo promedio en la productividad del proceso constructivo de ambientes complementarios sin las herramientas de Lean manufacturing.

ltpcacD = Indicador del tiempo promedio en la productividad del proceso constructivo de ambientes complementarios utilizando las herramientas de Lean manufacturing.

Tabla 6

Prueba de T-Student – indicador tiempo promedio

Estadísticas de muestras emparejadas – tiempo promedio					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Tiempo Promedio (Pre-Test)	972,50	4	68,007	34,004
	Tiempo Promedio (Pos-Test)	631,25	4	44,282	22,141

Tabla 7

Prueba de T-Student – prueba de muestras para el indicador tiempo promedio

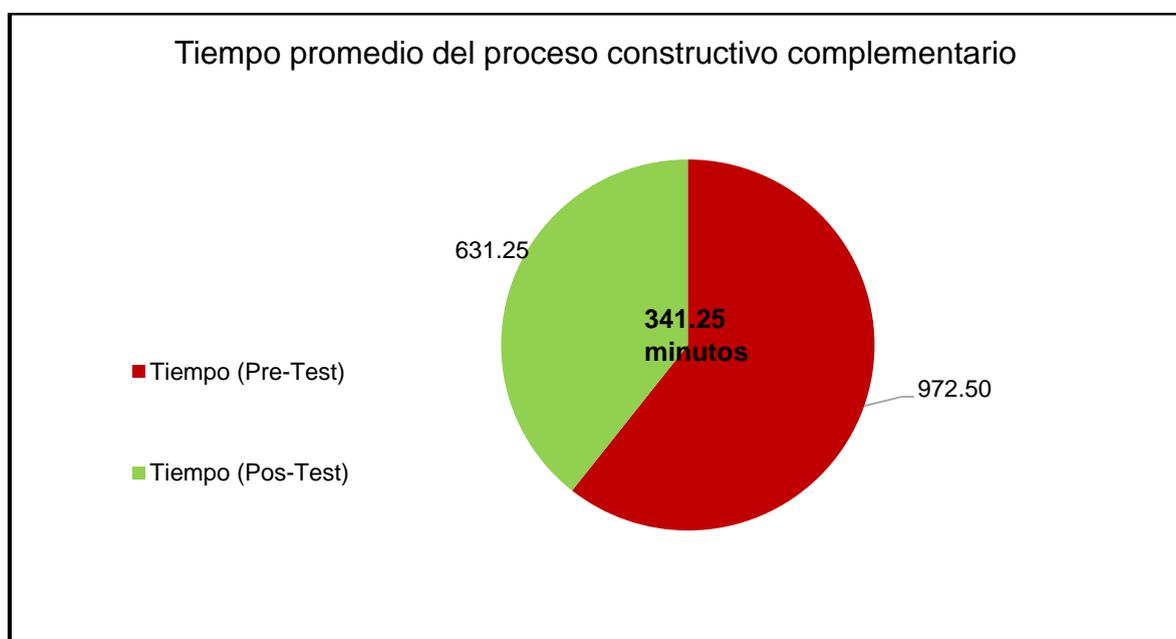
Prueba de muestras emparejadas – tiempo promedio										
		Diferencias emparejadas				95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior				
Par 1	Tiempo Promedio (Pre-Test) - Tiempo Promedio (Pos-Test)	341,250	23,824	11,912	303,341	379,159	28,648	3	,000	

En la tabla 6 y 7, se comprueba que los valores de la media entre los 2 tiempos son significativos, al presentar una media de **972,50** en pre-test y **631.25** en el pos-test. Asimismo, se efectuó la prueba de t-Student para muestra relacionadas, donde se evidencio que el valor Sig. es **0,000** es menor que (α alfa = **0.05**), por lo tanto, se comprueba hay una diferencia significativa en los valores medios de los tiempos promedio en la productividad en la construcción de ambientes complementarios, por lo cual, se acepta hipótesis de investigacion **HI¹**: Las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el tiempo de la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022; rechazando la hipótesis nula.

En la figura 8, se corrobora que existe una disminución significativa 341.25 minutos aproximadamente del tiempo promedio en la productividad de la constructivo de ambientes complementarios aplicando las herramientas de Lean Manufacturing.

Figura 8

Reducción del Tiempo promedio

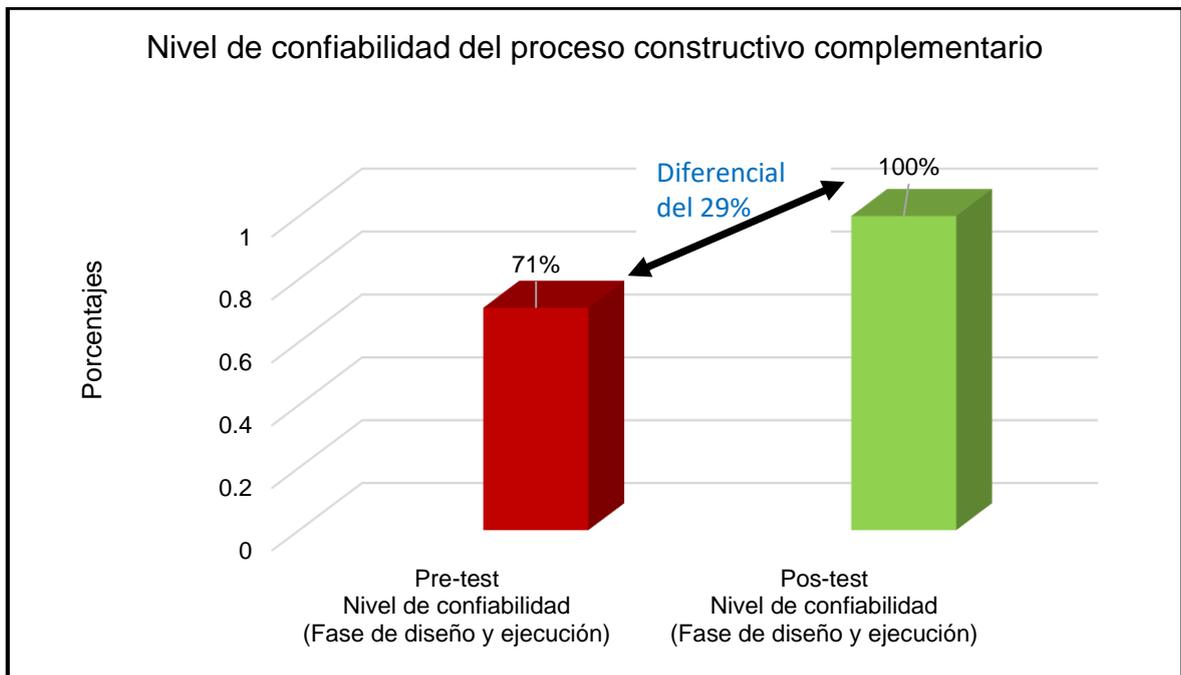


4.3. Resultados del objetivo específico 2 que consiste en demostrar como las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022

4.3.1. Estadística descriptiva (objetivo específico 2)

Figura 9

Nivel de confiabilidad del proceso constructivo



Fuente: Elaboración propia

En la figura 9, se evidencia que existe un diferencial de 29% entre la media estadística del pre-test y pos-test para el nivel de confiabilidad del proceso constructivo complementario. Es decir, en el tiempo promedio para el pre-test se evidencio una media estadística de 71% y en el pos-test un total de 100% aproximadamente. Es decir, como parte del análisis crítico, se corrobora que los tiempos del proceso constructivo han mejorado un 29% en general y para poder asegurar lo indicado, se procedió con la prueba de normalidad y seguido con la de contraste para evaluar las hipótesis específica 2.

4.3.2. Prueba de normalidad (objetivo específico 2)

Datos de la hipótesis de investigación del segundo objetivo específico:

H0: Las herramientas de Lean Manufacturing no mejoran el nivel de confiabilidad en la productividad de la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022

Hi: Las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de confiabilidad en la productividad de la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022

Indicador 2: nivel de confiabilidad del proceso constructivo

Tabla 8

Indicador nivel de confiabilidad - prueba de normalidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución) Pre-test	,441	4	.	,630	4	,001
Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución) Pos-test	.	4	.	,630	4	,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la tabla 8, se evidencia que el valor p (Sig. - valor) corresponde a 0,001 y el valor p (Sig.-valor) corresponde a 0,001, por lo tanto, se deduce que los valores son no paramétricos. Es decir, presentan datos no normales en su distribución.

4.3.3. Prueba de hipótesis (objetivo específico 2)

Se planteó la siguiente premisa de contraste para la hipótesis de investigación **HI²**: Las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de confiabilidad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022; Asimismo, **H0²**: la hipótesis nula: Las herramientas de Lean Manufacturing no mejoran el nivel de confiabilidad en la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022; para ello, se utilizó la prueba de Wilcoxon para muestras

relacionadas por tener datos no paramétricos con datos menores a 30 en el procedimiento estadístico.

Donde se recopila:

IncpcacA = Indicador del nivel de confiabilidad en la productividad del proceso constructivo de ambientes complementarios sin las herramientas de Lean manufacturing.

IncpcacD = Indicador del nivel de confiabilidad en la productividad del proceso constructivo de ambientes complementarios utilizando las herramientas de Lean manufacturing.

Tabla 9

Prueba de Wilcoxon – indicador nivel de confiabilidad

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución) Pos-test - Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución) Pre-test	Rangos negativos	0 ^a	,00	,00
	Rangos positivos	4 ^b	2,50	10,00
	Empates	0 ^c		
Total		4		

a. Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución) Pos-test < Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución) Pre-test

b. Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución) Pos-test > Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución) Pre-test

c. Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución) Pos-test = Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución) Pre-test

En la tabla 9, se comprueba que los valores del rango y suma son significativos, al presentar un rango de **2,50** y suma de **10,00**; con un rango positivo de 4^b que representa “*b. Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución) Pos-test > Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución) Pre-test*”.

Tabla 10

Prueba de Wilcoxon – prueba de muestras para el indicador nivel de confiabilidad

Estadísticos de prueba^a	
Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución) Pos-test - Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución) Pre-test	
Z	-1,841^b
Sig. asintótica(bilateral)	,066

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

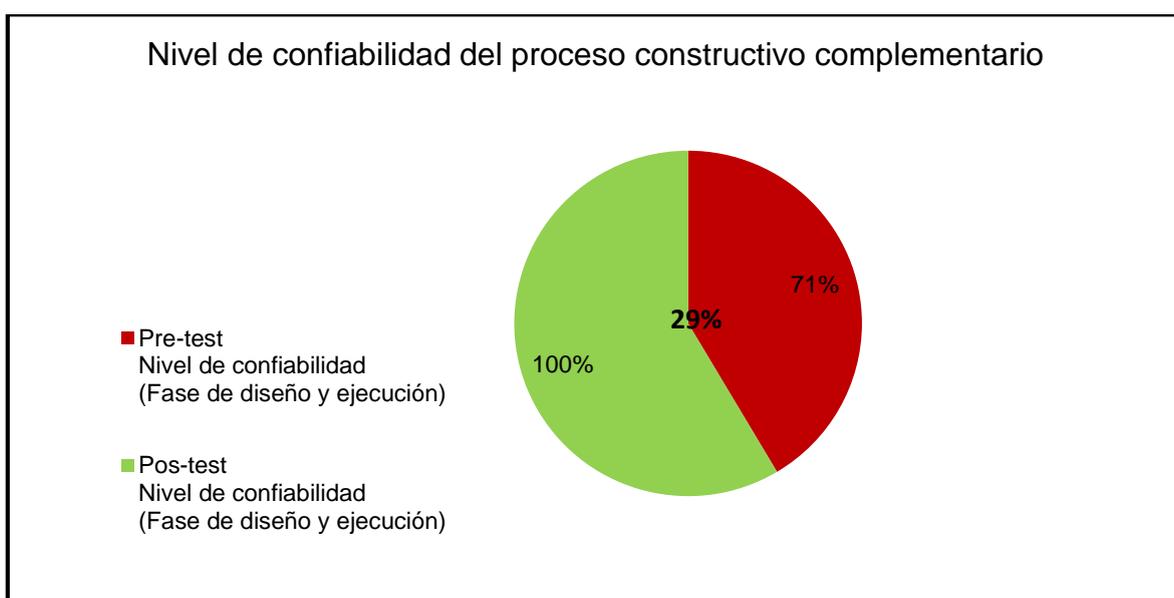
b. Se basa en rangos negativos.

En la tabla 10, se evidencio que el valor de Z es **-1,841^b** y su p-valor de Sig., es **0.066** rechazando la hipótesis nula, por el cual, se comprueba que el nivel de confiabilidad mejoró significativamente. Por lo tanto, se acepta la hipótesis de investigación **HI²**, las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de confiabilidad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022.

En la figura 10, se valida que existe un incremento significativo del 29% para el proceso constructivo de ambientes complementarios aplicando las herramientas de Lean Manufacturing.

Figura 10

Incremento del nivel de confiabilidad

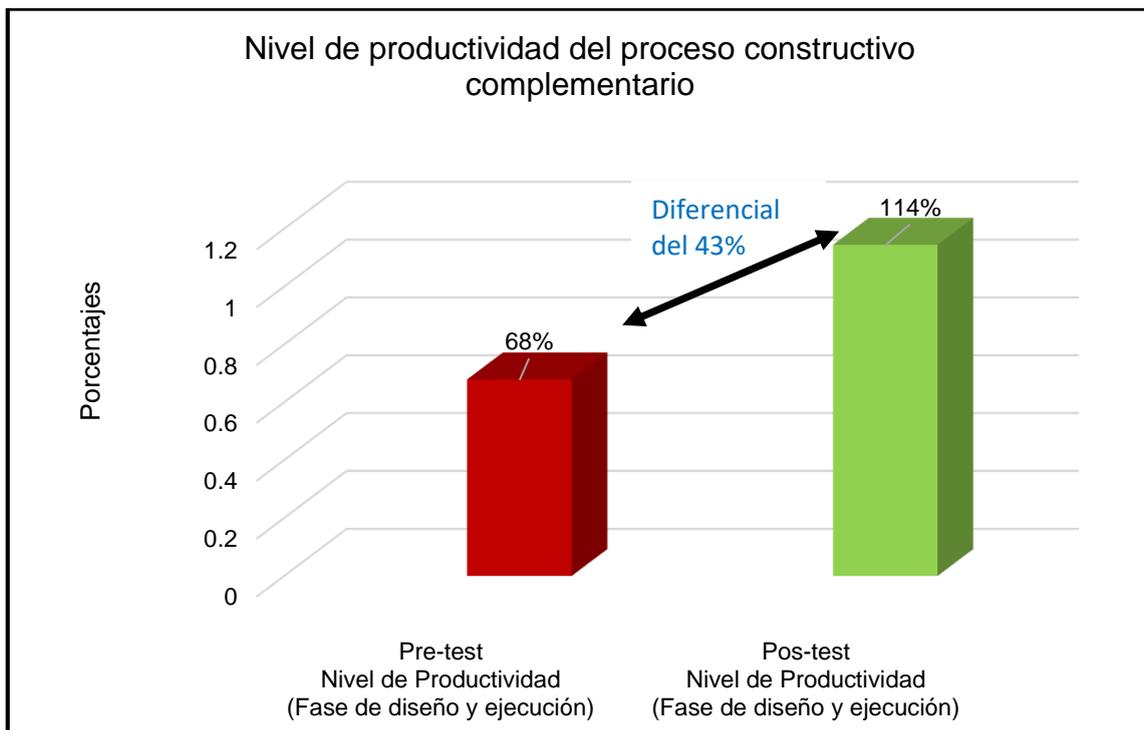


4.4. Resultados del objetivo específico 3 que consiste en demostrar como las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de confiabilidad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022

4.4.1. Estadística descriptiva (objetivo específico 3)

Figura 11

Nivel de productividad del proceso constructivo



En la figura 11, se evidencia que existe un diferencial de 43% entre la media estadística del pre-test y pos-test para el nivel de productividad del proceso constructivo complementario. Es decir, en el tiempo promedio para el pre-test se evidencio una media estadística de 68% y en el pos-test un total de 114% aproximadamente. Es decir, como parte del análisis crítico, se corrobora que los tiempos del proceso constructivo han mejorado un 43% en general y para poder asegurar lo indicado, se procedió con la prueba de normalidad y seguido con la de contraste para evaluar las hipótesis específica 3.

4.4.2. Prueba de normalidad (objetivo específico 3)

Datos de la hipótesis de investigación del tercer objetivo específico:

H0: Las herramientas de Lean Manufacturing no mejoran el nivel de productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022

Hi: Las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022

Indicador 3: Nivel de productividad del proceso constructivo

Tabla 11

Indicador nivel de productividad - prueba de normalidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Nivel de Productividad (Fase de diseño y ejecución) Pre-test	,267	4	.	,951	4	,722
Nivel de Productividad (Fase de diseño y ejecución) Pos-test	,238	4	.	,938	4	,643

a. Corrección de significación de Lilliefors

En la tabla 11 se evidencia que el valor p (Sig.-valor) es 0,722 y valor p (Sig.-valor) corresponde a 0,643, por lo tanto, se deduce que los valores son paramétricos. Es decir, presentan datos normales en su distribución.

4.4.3. Prueba de hipótesis (objetivo específico 3)

Se planteó la siguiente premisa de contraste para la hipótesis de investigación **HI³**: Las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022; Asimismo, **H0³**: la hipótesis nula: Las herramientas de Lean Manufacturing no mejoran el nivel de la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022; para ello, se utilizó la prueba de T Student para muestras relacionadas por tener datos paramétricos con datos menores a 30 en el procedimiento estadístico.

Donde se recopila:

InppcacA = Indicador del nivel de productividad del proceso constructivo de ambientes complementarios sin las herramientas de Lean manufacturing.

InppcacD = Indicador del nivel de productividad del proceso constructivo de ambientes complementarios utilizando las herramientas de Lean manufacturing.

Tabla 12

Prueba de T-Student – indicador nivel de productividad

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Nivel de Productividad (Fase de diseño y ejecución) Pre-test	67,75	4	5,795	2,898
	Nivel de Productividad (Fase de diseño y ejecución) Pos-test	114,75	4	8,180	4,090

Tabla 13

Prueba de T-Student – prueba de muestras para el nivel de productividad

		Prueba de muestras emparejadas							
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación n	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Nivel de Productividad (Fase de diseño y ejecución) Pre-test - Nivel de Productividad - Pos-test	- 47,00 0	9,201	4,601	-61,642	-32,358	- 10,21 6	3	,002

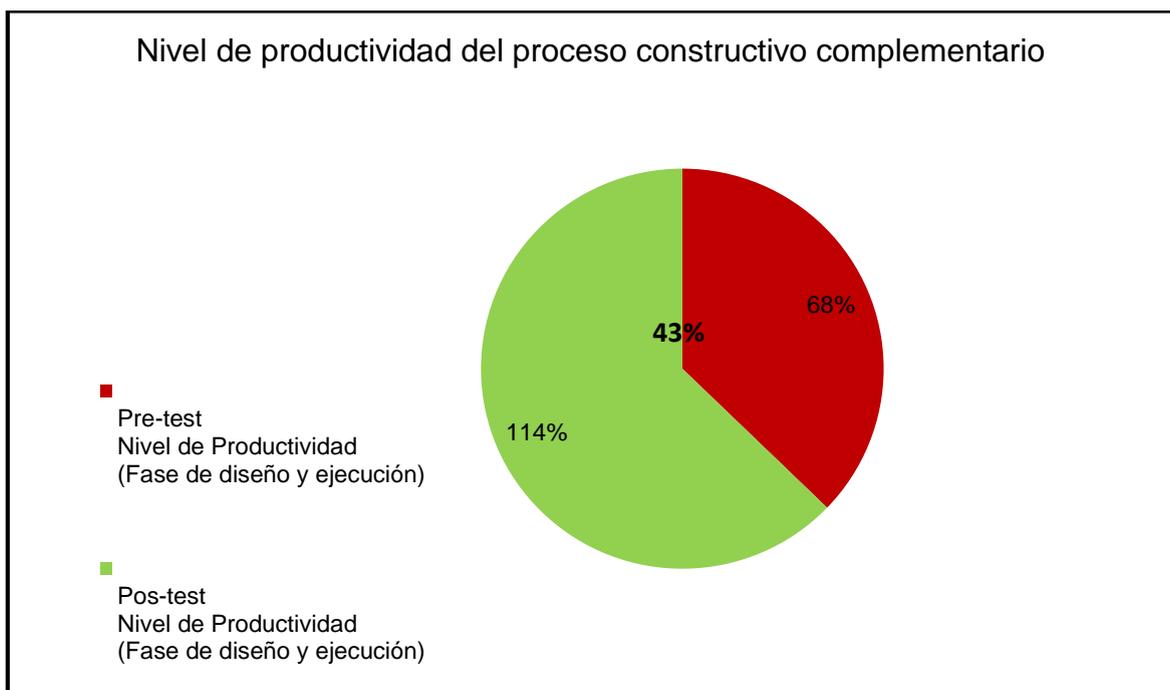
En la tabla 12 y 13, se comprueba que los valores de la media entre los 2 tiempos son significativos, al presentar una media de **67,75** en pre-test y **114.75** en el pos-test. Asimismo, se efectuó la prueba de t-Student para muestra relacionadas,

donde se evidencio que el valor Sig. es **0,002** es menor que (α **alfa = 0.05**), por lo tanto, se comprueba hay una diferencia significativa en los valores medios del nivel productivo en el proceso de construcción de ambientes complementarios, por lo cual, se acepta la hipótesis de investigación **HI³**: las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel productivo en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022, rechazando la hipótesis nula.

En la figura 12, se valida que existe un incremento significativo del 43% para el proceso constructivo de ambientes complementarios aplicando las herramientas de Lean Manufacturing.

Figura 12

Incremento del nivel de productividad



V. DISCUSIÓN

El propósito del estudio se alinea a la mejora de la productividad en la construcción de ambientes complementarios utilizando las herramientas de Lean Manufacturing. La finalidad del estudio se centra en reducir los tiempos promedios, mejorar los niveles de confiabilidad y productividad, por el cual se procede con detallar el análisis descriptivo e inferencial.

En base al objetivo general

Se planteó como objetivo general, demostrar como las herramientas de Lean Manufacturing mejoran la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022.

Para Gallo et al. (2021), la herramienta Lean Manufacturing corresponde a un bloque de actividades que fomenta de manera disruptiva la mejora continua, dejando de lado las actividades que generan desperdicios y ralentizan los procesos constructivos en el presente estudio. Asimismo, en referencia al aporte de Rajadell (2021) reafirma que, “la metodología lean manufacturing se sustenta en la eliminación de los desperdicios de las actividades de los procesos con el propósito de reducir los tiempos, costos y buscar la calidad total”. Es decir, bajo su premisa de quitar los desperdicios dentro del flujo de un proceso, busca un nuevo equilibrio de productividad con el fin de optimizar tiempos que transgreden el flujo correcto de los procesos constructivos, y todo ello gracias a la aplicación de sus herramientas en la praxis. En el presente estudio la variable independiente lean manufacturing, trata de cumplir su propósito mediante la aplicación de un conjunto de conceptos y dimensiones claves que favorecen a los procesos constructivos como: efectividad, eficiencia e innovación.

En el mismo sentido, para Juez (2020) y De Solminihac y Daga (2018) afirman que, la productividad consiste en medir los resultados del nivel de la eficiencia de los procesos productivos, generando valor por reducir el tiempo y la utilización de recursos. Su formulación comprende la división de la producción obtenido sobre la cantidad utilizada. Es decir, la productividad busca la eficiencia

del consumo de recursos, la reducción de los tiempos y para ello se apoya en las herramientas ágiles. Para Merki (2021) ser productivos debe enfocarse en su felicidad. Por ello existen diversos factores que conllevan a la convergencia de su propósito, que busca la mejora continua como parte del manifiesto ágil, al aplicar métodos, formas, modelos que ayuden a mejorar la eficiencia, confiabilidad y calidad de los procesos. Para Azzeh et al. (2022) afirman que, la productividad para ser provechosa tiene que aplicar indicadores de gestión durante su ciclo de funcionamiento. Mejor aún, si se establecen índices de productividad para diversos proyectos, con el fin de medir y controlar su evolución. En el mismo sentido Zhou et al. (2022) afirman que, la productividad ejerce mayor realce, cuando se tiene varios procesos que deben optimizarse, para lograr una eficiente producción. Es decir, la importancia de la productividad es parte de la mejora de todo proceso que presenta fallas en sus las fases de todo el proceso que comprende como dimensiones el tiempo, la eficiencia, la confiabilidad, costos, calidad y rentabilidad.

En el presente estudio de investigación, con respecto al análisis descriptivo se confirma que los tiempos promedios de los 4 proyectos de los procesos de construcción complementarios, presenta un diferencial de 341 minutos aproximadamente. Es decir, en el pre-test la media estadística del tiempo promedio corresponde a 972.50 minutos y en el post-test la media estadística del tiempo promedio evidencia un total de 631.25 minutos, por el cual se realizó la resta de tiempo promedio de la media estadística y arrojó un valor 341 minutos de reducción de tiempo significativo en el proceso constructivo que representa un 35%.

Asimismo, para los niveles de confiabilidad en la fase de diseño y ejecución, presenta un diferencial de 29% aproximadamente en la media estadística. Es decir, en el pre-test a media estadística del nivel de confiabilidad corresponde a 71% y en el post-test la media estadística del nivel de confiabilidad corresponde a 100%, por el cual se realizó la resta del nivel de confiabilidad de la media estadística y arrojó un 29% aproximadamente. Por último, en los niveles de productividad en la fase de diseño y ejecución presenta un diferencial de 47% aproximadamente en la media estadística. Es decir, en el pre-test a media estadística del nivel de productividad corresponde a 67.75% y en el post-test la media estadística del nivel de

productividad corresponde a 114.75%, por el cual se realizó la resta del nivel de confiabilidad de la media estadística y arrojó un 43% aproximadamente. Respecto a la parte inferencial, para los 3 indicadores se evidenciaron la aceptación de las hipótesis de investigación (**HI¹**, **HI²** y **HI³**) para el tiempo promedio, nivel de confiabilidad y productivo.

Cabe mencionar la similitud en los estudios de Pérez et al. (2019), donde se evidencio la disminución de los tiempos y costos, de acuerdo con la carta de balance de la productividad. Es decir, el trabajo productivo presento un ahorro del 26.56% aproximadamente, lo que incide en la disminución de los costos de las viviendas. Asimismo, concluye que los valores del TP (trabajo productivo) se situó en 43%, seguido del TC (trabajo contributivo) con un 25% y un TNC (trabajo no contributivo) de 32% como parte de la mejorar de productividad en el proceso constructivo. A su vez indican que, la aplicación de Lean Manufacturing conlleva a resultados positivos que favorecen a desaparecer la merma de actividades no productivos, además de reducir actividades y desperdicios en funciona al tiempo, confiabilidad y costos, y así generar valor.

En el mismo sentido, coincide con el aporte de Escudero (2020), en su aporte que tuvo como objetivo, implementar la herramienta de Lean Manufacturing y lead time para los procesos productivos en la mediana empresa, y así eliminar los desperdicios o actividades que no generan valor. Los resultados evidencian que, se logró una reducción del lead time del proceso en un 99% y un incremento productivo del 20% en referencia al proceso tradicional. Es decir, concluye que aplicando la metodología de lean manufacturing, se mejoraron los tiempos y reducen los cuellos de botella en el proceso productivo, generando beneficios en las horas hombres proyectadas, por el cual se manifiesta en una reducción de costos en los proyectos, orden y calidad del trabajo realizado.

Por último, coincide con el aporte de Echeverry y Guzmán (2020), en su investigación sobre como incrementar la productividad empleando la metodología Lean manufacturing, tuvo como objetivo optimizar el flujo del proceso constructivo de plaquetas prefabricadas utilizando Lean Manufacturing. Los resultados

reafirman que utilizando la metodología Lean manufacturing, si es posible reducir los tiempos, la confiabilidad y eficiencia en la producción de las placas prefabricadas y mejorar el trabajo en equipo debido al cambio cultural de las labores. Además de optimizar los derivados de la producción que conducen a un mejor ambiente y seguridad laboral, llevando consigo una reducción de costos mensual de \$ 4372200 pesos colombianos.

Con respecto a los puntos mencionado líneas arriba, se recomienda ampliar el uso de las herramientas de Lean Manufacturing en todo el diseño organizacional, con el fin de buscar mejorar la calidad total y resiliencia de sus procesos constructivos, todo ello, debido a que las herramientas de Lean Manufacturing generan valor a los procesos constructivos en las 3 dimensiones como tiempo, confiabilidad y productividad, porque permite realizar correcciones de manera iterativa en la calidad total, disponibilidad, eficiencia, tiempo y confiabilidad, más aún, cuando se logra la eficiencia deseada en las actividades como parte de la maduración del proceso.

Respecto al objetivo específico 1

Se planteó como objetivo específico 1, demostrar como las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el tiempo en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022.

De acuerdo con Pažek (2021) la metodología ágil, emplea un conjunto de herramientas para fortalecer el diseño organizacional y sus procesos. Ante ello, se aplica el mapa de flujo de valor, denominado VSM, que consiste en identificar el proceso que se requiere mejorar con el fin de poder identificar las actividades que están generando duplicidad o ralentización. Es decir, consiste en reducir los tiempos de las actividades durante todo el recorrido utilizando Value Stream Mapping, además de identificar los costos.

Por último, Jana y Tiwari (2022) definen que, los procesos están compuestos por actividades en función a un tiempo determinado, por ello, los tiempos son medidos en minutos y segundos por cada bloque de actividades siguiendo el flujo

antiguo y se genera el nuevo flujo, contemplando los nuevos tiempos que permitan la mejorar, o generar valor en el proceso productivo de construcción de ambientes complementarios. Es decir, se podrá evidencia la mejora de la productividad constructiva de los ambientes complementarios cuyo propósito recae en la eficiencia y eficacia en una versión actual y futura como parte de sus indicadores.

En el mismo sentido, se confirma que las herramientas de lean manufacturing mejoran el tiempo promedio de la productividad en la construcción de ambientes complementarios. Todo ello, se confirma con el aporte de Flores et al. (2019), donde afirman que el tiempo son mediciones para los procesos que requieran un valor de duración, confirmando que el tiempo promedio de los proceso constructivos, todo se relaciona con la teoría base de sistemas de Von Bertalanffy de (Ramírez, 1999), donde mencionan que los procesos están íntegramente conectados entre sí, y los tiempos son parte de la duración de cada actividad en los procesos constructivos.

Como parte de los resultados descriptivos se evidencia los tiempos no eran los adecuados (972.5 minutos) en la media estadística del pre-test a diferencia de los (631.25 minutos) en el pos-test utilizando las herramientas de lean manufacturing, alineado a los cuatro proyectos de construcción de ambientes complementarios., además, por diversos factores, por no utilizar las buenas prácticas metodológicas que beneficien en todos los procesos de la construcción.

En los resultados inferenciales, mediante la prueba de t-Student para muestra relacionadas, se evidencio que el valor Sig. es **0,000** es menor que (α **alfa = 0.05**), por lo tanto, se comprueba hay una diferencia significativa en los valores medios de los tiempos promedio en la productividad en la construcción de ambientes complementarios, por lo cual, se acepta hipótesis de investigacion **HI¹**.

Dichos resultados, guardan relación y coincide con el estudio de Escalante (2021) y Sundararajana y Terkarb (2022), donde se confirma que utilizando herramientas como Lean Kaizen los tiempos y los costos disminuyeron en un 30%, además del ahorro en las proyecciones de inversión y de materia prima en los

almacenes. De la misma forma, coincide con el estudio de Elizalde y Tisnado (2021) con la aplicación de Lean manufacturing en la productividad de construcción de tableros, donde se valida que los tiempos productivos mejoraron un 51% y un 20% la eficacia y eficiencia, permitiendo los FTE de los proyectos en función a la horas y costo laborado. Por último, se confirma que coincide con el aporte de Zacharías (2021), por presentar una reducción de 40% en los tiempos, desechando actividades obsoletas en los procesos operativos aplicando la herramienta lean manufacturing.

Al respecto sobre lo evidenciado, es necesario realizar la aplicación de Lean manufacturing a los proyectos de mayor envergadura, para poder tener una línea base, en todas las etapas de los procesos constructivos y con ello replicarlo en las diversas sedes. Ante ello, se tiene que plantear un cambio disruptivo en la optimización de procesos y en la capacitación constante de los supervisores para que tengan la voluntad de aplicarlo en los diversos proyectos, bajo una política de mejora continua entre todas las áreas pertinentes. Por lo tanto, la **dimensión tiempo** redujo en 341.25 minutos, es decir, existe una disminución del 35% en los 6 procesos de la construcción de ambientes complementarios.

Respecto al objetivo específico 2

Se planteó como objetivo específico 2, demostrar como las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022.

Para Carreira (2004) reafirma que, Lean Manufacturing es un método de trabajo de diseño organizacional y mejora continua de los procesos, que se centra en la optimización de actividades, para genera valor en la utilización de sus herramientas, y cuyo fin es eliminar los desperdicios y actividades irrelevantes que generen sobrecostos. Todo ello, con el fin de poder mejorar la eficiencia, la confiabilidad y la calidad del trabajo realizado. Su objetivo principal es minimizar las pérdidas de materiales, de costos, de horas hombres en las actividades críticas y Cross del negocio.

Por otro lado, tenemos el aporte de Uraisami (2022), donde afirma que los niveles de confiabilidad corresponden a la capacidad de realizar una función en el tiempo determinado sin inconvenientes. Asimismo, la confiabilidad evalúa el total de procesos y actividades que presentan diversos errores dentro de los puntos de control. Los indicadores que aplica la confiabilidad están sumergidos en el indicador de nivel de confiabilidad que comprende a la búsqueda de errores en los procesos en función al total de procesos planificados.

Como parte de los resultados descriptivos se evidencia que los niveles de confiabilidad se incrementaron al 100%, es decir, existe un 29% de mejora en los 6 procesos de la construcción de ambientes complementarios. Es decir, en el tiempo promedio para el pre-test se evidencio una media estadística de 71% y en el post-test un total de 100% aproximadamente. Asimismo, permitiendo la depuración de los errores identificados en las actividades o procesos improductivos, generando un mejor rendimiento del personal supervisor y obrero, generando de esta manera una reducción en los costos operativos, equilibrando la eficiencia y la calidad como base de la productividad. Como parte de los resultados inferenciales, se evidencio que el valor de Z corresponde a **-1,841^b** y su p-valor de Sig., es **0.066** rechazando la hipótesis nula, por el cual, se comprueba que el nivel de confiabilidad mejoró significativamente. Por lo tanto, se acepta la hipótesis de investigación **HI²**.

Todo ello, coincide con el estudio de Elizalde y Tisnado (2021) con la aplicación de Lean manufacturing en la productividad de construcción de tableros, donde se valida que eficacia, confiabilidad y eficiencia se incrementaron en un 20%, generando un ahorro de los recursos del proyecto. En el mismo sentido, se confirma la coincidencia parcial con el aporte de Escudero (2020), donde se confirma que utilizando Lean manufacturing se logró una reducción del lead time del proceso en un 99% y un incremento productivo del 20% en referencia al proceso tradicional. Por último, coincide con el aporte Pillo (2021) donde se confirma que la aplicación de lean construction mejora considerablemente los tiempos en un 10% y mejora la confiabilidad de los procesos en un 25%.

Por lo tanto, es necesario realizar la aplicación de herramientas de mejora continua como Design Thinking para efectuar la eliminación de errores y sugerir nuevas ideas del proceso, no solo en el proceso de construcción de ambientes complementación, si no, también en las áreas que integran el proceso Core del negocio asociado a los proyectos constructivos. Todo ello, permitirá tener una iteración integral, que permitirá incrementar los niveles de confiabilidad durante todo el proceso. Es decir, se redujo los tiempos no productivos en un 10% que afectaban directamente en la productividad y genero un incremento en la **dimensión de la confiabilidad** en los procesos constructivos inmobiliarios.

Respecto al objetivo específico 3

Se planteó como objetivo específico 3, demostrar como las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de confiabilidad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022.

Para Socconini (2019) define que, la metodología lea manufacturing “es una práctica ágil y flexible que permite adaptarse a las necesidades de mejora del cliente”. Es decir, está compuesto por un bloque de procesos interrelacionados para la detección, identificación y eliminación de actividades que no generan valor. Por lo tanto, coincide con APD (2022) al manifestar que “Lean Manufacturing tiene como fin la optimización de los sistemas de producción”, por plantear la reducción o eliminación de las tareas que no añadan valor en el proceso constructivo de ambientes complementarios.

Por otro lado, para Zhou et al. (2022) sostienen que, la productividad ejerce mayor realce, cuando se tiene varios procesos que deben optimizarse, para lograr una eficiente producción. Es decir, la importancia de la productividad es parte de la mejora de todo proceso que presenta fallas en sus las fases de todo el proceso que comprende como dimensiones el tiempo, la eficiencia, la confiabilidad, costos, calidad y rentabilidad. La productividad presenta diversos factores humanos y asociados a los procesos, los cuales influyen para su mejora en las organizaciones. Según Schroeder (2002) indica que, la inversión, la tecnología, los valores, las

políticas y otros factores externos infieren sobre la productividad en las organizaciones.

Como parte de los resultados descriptivos se evidencia que los niveles de productividad no eran los adecuados, porque preceden con un total de 68% a diferencia del 114% en el nivel productivo para los cuatro proyectos en la región de Apurímac; todo ello, por diversos factores asociados a la eficiencia y la calidad del trabajo por mantener actividades obsoletas dentro del proceso, los cuales, se identificaron y se optimizaron. Los niveles de productividad se incrementaron al 114% de lo esperado, es decir, existe un incremento del 43% de mejora en los 6 procesos de la construcción de ambientes complementarios. Como parte de los resultados inferenciales, se evidencio que los valores de la media entre los 2 tiempos son significativos, al presentar una media de **67,75** en pre-test y **114.75** en el pos-test. Asimismo, se efectuó la prueba de t-Student para muestra relacionadas, donde se evidencio que el valor Sig. es **0,002** es menor que (α **alfa = 0.05**), por lo tanto, se comprueba hay una diferencia significativa en los valores medios del nivel productivo en el proceso de construcción de ambientes complementarios, por lo cual, se acepta la hipótesis de investigacion **HI³**.

Todo ello, coincide con el aporte de Escudero (2020), donde se confirma que utilizando Lean manufacturing se logró una reducción del lead time del proceso en un 99% y un incremento productivo del 20% en referencia al proceso tradicional. Asimismo, En términos generales, se resume, que la aplicación de las herramientas ágiles como lean manufacturing, empoderan a las organizaciones a presentar mejoras en los procesos, considerando que esta buena práctica debe ser ejecutada y mantenida en la operación, como es la premisa de Sundararajana y Terkarb (2022) que, al aplicar los conceptos de mantenimiento productivo total, 5S y prácticas de Lean mejoran el rendimiento de la productividad.

Por último, es necesario realizar un plan integral de capacitación del personal operativo y administrativo para el uso de herramientas de diseño organizacional y uso de indicadores de gestión mediante OKR, para realizar los trabajos bajo objetivos e incentivos, que favorezca con la entrega oportuna de todos los proyectos

de capa baja, media y compleja, garantizando la satisfacción de los cliente y personal. Es decir, la dimensión de la productividad se incrementó al 114% de lo esperado, es decir, existe un incremento del 43% de mejora en los 6 procesos de la construcción de ambientes complementarios.

VI. CONCLUSIONES

Primero: Como parte del **objetivo general**, se cumplió con demostrar como las herramientas de lean manufacturing mejoran la productividad en la construcción de ambientes complementarios. En los resultados descriptivos se evidencio que los tiempos se redujeron en 341 minutos aproximadamente, los niveles de confiabilidad se incrementaron en un 29% y los niveles de productividad se optimizaron en un 43%; con respecto al nivel inferencial, se aceptaron las hipótesis de investigación para los 3 objetivos específicos mediante las pruebas de T-Student para el tiempo promedio (HI¹) y el nivel de productividad (HI²), y la prueba de Wilcoxon para el nivel de confiabilidad (HI³). Es decir, como parte del análisis crítico, se corrobora que los tiempos del proceso constructivo han mejorado un 35% en general, a la confiabilidad llega al 100% y la productividad se optimizo de manera significativa en un 114% en promedio.

Segundo: Como parte del **objetivo específico 1**, se cumplió con demostrar como las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el tiempo en la construcción de ambientes complementarios. En los resultados descriptivos se evidencio con reducir el tiempo promedio de 972.5 minutos (media estadística del pre-test) a 631.25 minutos (media estadística del pos-test), que comprende una disminución significativa de 341.25 minutos aproximadamente. A nivel inferencial se utilizó la prueba de t-Student para muestra relacionadas, se evidencio que el valor Sig. es **0,000** es menor que (α **alfa = 0.05**), por lo tanto, se acepta hipótesis de investigación **HI¹**: Las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el tiempo de la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022; rechazando la hipótesis nula. Es decir, como parte del análisis crítico, se corrobora que los tiempos del proceso constructivo han mejorado un 35% en general y para poder asegurar lo indicado, se procedió con la prueba de normalidad y seguido con la de contraste para evaluar las hipótesis específica 1.

Tercero: Como parte del **objetivo específico 2**, se cumplió con demostrar como las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de confiabilidad en la construcción de ambientes complementarios; En los resultados descriptivos se evidencio el incremento de los niveles de confiabilidad, debido a que antes representaba un 71% y ahora 100% en la confiabilidad, que comprende un incremento del 29% aproximadamente. A nivel inferencial se utilizó la prueba de Wilcoxon, donde el valor de Z es **-1,841^b** y su p-valor de Sig., es **0.066** rechazando la hipótesis nula, por el cual, se comprueba que el nivel de confiabilidad mejoró significativamente. Por lo tanto, se acepta la hipótesis de investigación **HI²**, las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de confiabilidad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022. Es decir, como parte del análisis crítico, se corrobora que los tiempos del proceso constructivo han mejorado un 29% en general y para poder asegurar lo indicado, se procedió con la prueba de normalidad y seguido con la de contraste para evaluar las hipótesis específica 2.

Cuarto: Como parte del **objetivo específico 3**, se cumplió con demostrar como las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de productividad en los procesos de la construcción de ambientes complementarios; En los resultados descriptivos se evidencio el incremento de los niveles de productividad, debido a que antes representaba un 68% y ahora se manifiesta en una 114% en los niveles productivos, que comprende un incremento del 43%. A nivel inferencial se utilizó la prueba de t-Student para muestra relacionadas donde se evidencio que el valor Sig. es **0,002** es menor que (α **alfa = 0.05**), por lo tanto, se acepta la hipótesis de investigación **HI³**: las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel productivo en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022; rechazando la hipótesis nula. Es decir, como parte del análisis crítico, se corrobora que los tiempos del proceso constructivo han mejorado un 43% en general.

VII. RECOMENDACIONES

Primero: Con relación al **objetivo general**, se recomienda al gerente general ampliar el uso de las herramientas de Lean Manufacturing en todo el diseño organizacional, con el fin de buscar mejorar la calidad total y resiliencia de sus procesos constructivos, todo ello, debido a que las herramientas de Lean Manufacturing generan valor a los procesos constructivos, tanto en la **dimensión tiempo, confiabilidad y productividad**, porque permite realizar correcciones de manera iterativa, más aún, cuando se logra la eficiencia deseada en las actividades como parte de la maduración del proceso.

Segundo: Con relación al **objetivo específico 1**, se recomienda al gerente del proyecto y al administrador realizar la aplicación de Lean manufacturing a los proyectos de mayor envergadura, para poder tener una línea base, en todas las etapas de los procesos constructivos, más aún en la **dimensión tiempo** y con ello replicarlo en las diversas sedes. Ante ello, se tiene que plantear un cambio disruptivo en la optimización de procesos y en la capacitación constante de los supervisores para que tengan la voluntad de aplicarlo en los diversos proyectos, bajo una política de mejora continua entre todas las áreas pertinentes. En resumen, se requiere hacer el esfuerzo de mejorar aún más la dimensión tiempo, con la adición de procesos automatizados.

Tercero: Con relación al **objetivo específico 2**, se recomienda al gerente de operaciones realizar la aplicación de herramientas de mejora continua como Design Thinking para efectuar la eliminación de errores y sugerir nuevas ideas del proceso, no solo en el proceso de construcción de ambientes complementación, si no, también en las áreas que integran el proceso Core del negocio asociado a los proyectos constructivos. Todo ello, permitirá tener una iteración integral, que permitirá incrementar los niveles de confiabilidad durante todo el proceso. En resumen, el logro de la dimensión confiabilidad es un hito que debe permanecer en el tiempo.

Cuarto: Con relación al **objetivo específico 3**, se recomienda al gerente de operaciones realizar un plan integral de capacitación del personal operativo y administrativo para el uso de herramientas de diseño organizacional y uso de indicadores de gestión mediante OKR con el fin de tener el control de la **dimensión productividad**, para realizar los trabajos bajo objetivos e incentivos, que favorezca con la entrega oportuna de todos los proyectos de capa baja, media y compleja, garantizando la satisfacción de los cliente y personal. En resumen, no solo se pide implementar indicadores bajo OKR, sino garantizar su disponibilidad en el tiempo.

REFERENCIAS

- APD. (23 de enero de 2022). <https://www.apd.es>. www.apd.es: <https://www.apd.es/lean-manufacturing-que-es/>
- Azzeh, M., Bou, A., Elsheikh, Y., & Angelis, L. (2022). On the value of project productivity for early effort estimation. *Science of Computer Programming*, 231 - 243. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scico.2022.102819>
- Barman, A. (2022). *Chapter 7 - Paradigms of wisdom economy for manufacturing in a post-pandemic world*. London: Woodhead Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821238-7.00006-3>.
- Barrios, A. (2018). Prospectiva y cambio en las instituciones universitarias y sus relaciones con la sociedad y la empresa. *Pioneros de la Calidad*, 1- 12.
- Benites, R. (2019). *Propuesta de aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la construcción de redes de ductos de la empresa Servicios Metal Mecánica Hnos. Benites S.R.L. – El Alto 2019*. Piura: Universidad César Vallejo.
- Buzón, J. (2021). *Lean Manufacturing*. Madrid: Editorial Elearning S.L.
- Carhuancho, I., Nolzco, F., Sicheri, L., Guerrero, M., & Casana, K. (2019). *Metodología de la investigación holística*. Guayaquil, Ecuador: UIDE.
- Carreira, B. (2004). *Lean Manufacturing That Works: Powerful Tools for Dramatically Reducing Waste and Maximizing Profits*. AMACON.
- Casas, J. (2017). *Guía para la realización de un estudio ambiental: El caso de la cuenca del río Adra*. Almería, España: Edeal.
- Castro, M. (2019). Biostatistics applied in clinical research: basic concepts. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 23-34. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2018.12.002>
- Chacón, J., & Rugel, S. (2018). Review article. Theories, Models and Systems of Quality Management. *Espacios*, 14-23. <https://www.revistaespacios.com/a18v39n50/a18v39n50p14.pdf>
- Cohen, N. (2019). *Metodología de la investigación, ¿para qué?* Bogotá: Teseo.
- Concytec. (21 de julio de 2018). resoluciones.concytec.gob.pe. resoluciones.concytec.gob.pe:

<http://resoluciones.concytec.gob.pe/subidos/sintesis/RP-214-2018-CONCYTEC-P.pdf>

- Conner , G. (2018). *Lean Manufacturing for the Small Shop*. Sao paulo: Norman Bodek.
- De Solminihac, H., & Daga, J. (2018). *Productividad minera en Chile: Diagnóstico y propuestas*. Santiago: Clapes UC.
- Echeverry, C., & Guzman, J. (2020). *Plan de mejoramiento de la productividad para la línea de producción de la plaqueta prefabricada mediante herramientas lean manufacturing en la empresa prefabricasa del cauca*. Popayán: Fundación Universitaria de Popayán.
<http://unividafulp.edu.co/repositorio/files/original/efb73668145a80a12ed86a47d8bea457.pdf>
- Elizalde, M., & Tisnado, Y. (2021). *Aplicación de herramientas de lean manufacturing para incrementar la productividad en el área de producción de tableros eléctricos en la empresa JT Técnicos Ejecutores E.I.R.L.- Lima 2021*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Envira. (20 de abril de 2022). <https://envira.es>. envira.es: <https://envira.es/es/en-que-consiste-el-metodo-de-las-5/>
- Escalante, O. (2021). Production Line Balancing Model to Improve Productivity in a Tempered Glass Processing Company. *Industrial Data*, 231 - 242.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15381/idata.v24i1.19814>
- Escudero, B. (2020). Mejora del lead time y productividad en el proceso Armado de pizzas aplicando herramientas de Lean Manufacturing. *Ingeniería industrial*, 45-56. <https://doi.org/https://doi.org/10.26439/ing.ind2020.n039.4915>
- Fernández, V. (2020). Tipos de justificación en la investigación científica. *Revista Científica Espiritu Emprendedor TES*, 65 - 76.
<https://doi.org/https://doi.org/10.33970/eetes.v4.n3.2020.207>
- Flores, D., & Gardi, V. (2020). Expert system for the ITSM in the company Sion Global Solutions. *INNOVA Research Journal*, 235 - 248.
- Flores, D., Venturo, C., Venturo, C., Sicheri, L., & Mendivel, I. (2019). Expert System for Information Technology Services Management. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 9986-9992.

- Gallo, T., Cagnetti, C., Silvestri, C., & Ruggieri, A. (2021). Industry 4.0 tools in lean production: A systematic literature review. *Procedia Computer Science*, 394 - 403. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.255>
- Geng, J., Du, W., Yang, D., Chen, Y., Liu, G., Fu, J., . . . Chen, H. (2021). Construction of energy internet technology architecture based on general system structure theory. *Energy Reports*, 10 - 17. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.09.037>
- Guerrero, R., Lenise, P., & Ojeda, M. (2016). Epistemological critical reflection on nursing research mixed methods Reflexão crítica e epistemológica sobre métodos mistos em pesquisa de enfermagem. *enfermagem*, 246-252. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.reu.2016.09.001>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Editorial Mc Graw Hill.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. Distrito Federal: McgrawHill.
- Interempresas. (7 de diciembre de 2021). <https://www.interempresas.net>. www.interempresas.net: <https://www.interempresas.net/Construccion/Articulos/326201-Perspectivas-de-la-construccion-europea-2021-la-produccion-se-recuperara-un-4-por-ciento.html>
- Jana, P., & Tiwari, M. (2022). *Lean terms in apparel manufacturing* (Vol. Volume 157). Beijing: Woodhead Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819426-3.00010-2>
- Juez, J. (2020). *Productividad Extrema: Como Ser Más Eficiente, Producir Más, y Mejor*. Madrid: Julio Juez.
- Lifeder. (28 de febrero de 2022). <https://www.lifeder.com>. www.lifeder.com: <https://www.lifeder.com/investigacion-basica/>
- Lifeder. (2 de mayo de 2022). <https://www.lifeder.com>. [lifeder.com](https://www.lifeder.com): <https://www.lifeder.com/investigacion-aplicada/>
- Luna, S., Soncco, G., & Jara, J. (2022). *Enfoque lean construction en la construcción de viviendas de interes social para mejorar la productividad en obra, trujillo 2021*. Trujillo: Universidad Privada de Trujillo. <https://doi.org/http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/651>

- Menchén, L. (2015). Basic research. *Enfermedad Inflamatoria Intestinal al Día*, 33-35. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eii.2015.02.004>
- Merki, R. (2021). *ADHD Pro: Sustainable Productivity for People with ADHD*. Vancouver: Kindlebooks.
- Minghui, W., Jia-Rui, L., & Xin-Hao, Z. (2022). How human-robot collaboration impacts construction productivity: An agent-based multi-fidelity modeling approach. *Advanced Engineering Informatics*, 23-34. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aei.2022.101589>.
- Nikiforos, M. (2022). *Chapter Seven - Demand, distribution, productivity, structural change, and (secular?) stagnation*. Londres: Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815898-2.00005-7>.
- NYCT. (14 de diciembre de 2018). *noticiasdelaciencia.com*. <https://noticiasdelaciencia.com>: <https://noticiasdelaciencia.com/art/30177/que-ventajas-genera-a-una-empresa-recurrir-a-la-metodologia-lean-manufacturing>
- Palange, A., & Dhattrak, P. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materials Today: Proceedings*, 729-736. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.193>.
- Pažek, K. (2021). *Lean Manufacturing*. Madrid: Intech Open.
- Pérez, G., Del Toro, H., & López, A. (2019). Improvement in construction through lean construction and building. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*, 110 - 121. <https://doi.org/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*. Quito: Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/25927/1/UCE-FING-CPO-PILLO%20DIEGO.pdf>
- Quiroz, S., Fossion, R., López, E., & Jiménez, I. (2021). Analysis of the traditional characters of deqi and proposal for a biocircuit based on the general systems theory. *Revista Internacional de Acupuntura*, 73 - 85. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.acu.2021.02.002>

- Rajadell, C. (2021). *Lean Manufacturing: Herramientas para producir mejor*. Madrid: Diaz de Santos.
- Ramírez, S. (1999). *Teoría general de sistemas de Ludwig Von Bertalanffy*. Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rizkya, I., Sari, R., Syahputri, K., & Fadhilah, N. (2021). <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1122/1/012063/meta>. *IOP SCIENCE*.
- Rodríguez, J. (2014). *Muestreo y Preparación de la Muestra*. Madrid: Cano Pina.
- Schroeder, R. (2002). *Administración de operaciones*. Distrito Federal: McGraw Hill.
- Shahpari, M., Mehdizadeh, F., Saman, M., & Piri, S. (2020). Assessing the productivity of prefabricated and in-situ construction systems using hybrid multi-criteria decision making method. *Journal of Building Engineering*, 45-52. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100979>
- Shuo, B., Mingchao, L., Kong, R., Han, S., Heng, L., & Liang, Q. (2019). Data mining approach to construction productivity prediction for cutter suction dredgers. *Automation in Construction*, 1-13. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102833>.
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing. Paso a Paso*. Barcelona: Marge Books.
- Sundararajan, N., & Terkar, R. (2022). Improving productivity in fastener manufacturing through the application of Lean-Kaizen principles. *Materials Today: Proceedings*, 23-45. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.350>.
- Sundararajana, N., & Terkarb, R. (2022). Improving productivity in fastener manufacturing through the application of Lean-Kaizen principles. *Materialstoday: Proceedings*, 23-35. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.350>
- Talenmo. (23 de enero de 2022). <https://www.talenmo.es>. <https://www.talenmo.es/smed/>
- Tomov, L. (2022). Antifragile Project Management: The Deming paradigm and beyond. *Procedia Computer Science*, 632-638. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.03.083>.

- Uraisami, K. (2022). *Chapter 13 - How to integrate and to optimize productivity*. Londres: Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85152-7.00024-0>.
- Vargas, E. (2021). Application of Lean Manufacturing (5s and Kaizen) to Increase the Productivity in the Aqueous Adhesives Production Area of a Manufacturing Company. *Industrial Data*, 249 - 271. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15381/idata.v24i2.19485>.
- Vilca, H. (2018). *Cultura organizacional y el nivel de productividad de los trabajadores en la empresa Seguroc*. Lima: Escuela de Posgrado - Universidad César Vallejo.
- Vision industrial. (23 de enero de 2021). <https://visionindustrial.com.mx>. <https://visionindustrial.com.mx/industria/operacion-industrial/confiabilidad-conceptos-y-tendencias>
- Von Bertalanffy, L. (1976). *Teoría general de los sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- Zacharías, A. (2021). *Propuesta de desarrollo de un modelo de mejora de la productividad para una planta de producción de agregados para la construcción. Caso de estudio: planta "Agregados Carapongo", Lima-Perú*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/655366>
- Zhou, T., Li, X., Yan, G., & Li, J. (2022). How productivity and credit constraints affect exports differently? Firm-level evidence from China. *Structural Change and Economic Dynamics*, 102 - 114. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.strueco.2022.04.012>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala y valores
Lean Manufacturing	consiste en un conjunto de procesos sistemáticos para la detección, identificación y depuración de puntos que no generan valor a las actividades en la cadena productiva. (Socconini, 2019).	Consiste en la aplicación de herramientas ágiles para quitar los desperdicios y tiempo no productivos de los procesos constructivos de los ambientes complementarios.	SMED		
			VSM		
			5S		
Productividad	Consiste en medir los resultados del nivel de la eficiencia de un proceso productivo considerando el menor tiempo y utilización de recursos (Juez, 2020).	Consiste en obtener indicadores favorables en función a la eficiencia y desempeño de los procesos constructivos de los ambientes complementarios	Tiempo	Tiempo promedio $TP = (TSHL - TCHL)$ Leyenda: TP = Tiempo promedio TSHLM = Tiempo sin Herramientas de Lean TCHLM = Tiempo sin Herramientas de Lean	Minutos (Fichas de observación)
			Nivel de productividad	Nivel de productividad $Productividad = Eficiencia * Calidad$ $Productividad = \frac{Tiempo\ real}{Tiempo\ disponible}$ $* \frac{Unidades\ Prod.}{Unidades\ Planif.}$	

			Nivel de Confiabilidad	<p>Nivel de confiabilidad</p> $NC = \frac{N - PE}{N} * 100\%$ <p>Leyenda: NC = Nivel de confiabilidad N = Total de procesos PE = Proceso con Errores</p>	Porcentaje (Fichas de observación)

Anexo 2. Ficha de observación – Tiempo del proceso constructivo de ambientes complementarios

PRE-TEST								
Código de Proyectos	Fase de diseño			Fase ejecución			Sub Total	Tiempo (Pre-Test)
	Obras provisionales	Estructuras	Arquitectura	Instalaciones sanitarios y eléctricas y especiales	Equipam.	Limpieza General		
“CONSTRUCCION DE AMBIENTE COMPLEMENTARIO EN EL(LA) CUARTO NIVEL DEL LOCAL DE LA CASA CULTURAL DEL DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA DE COTABAMBAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC”.	80	160	240	160	120	120	880	880
“CONSTRUCCION DE CERCO PERIMETRICO, SALA DE AUDIENCIA, DESPACHO DE JUEZ Y POOL DE ASISTENTES; ADEMÁS DE OTROS ACTIVOS EN EL(LA) SEDE JUDICIAL DE COTABAMBAS DE LA CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA DE APURIMAC, DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA COTABAMBAS, DEPARTAMENTO APURIMAC”	120	240	120	240	160	160	1040	1040
“CONSTRUCCION DE AMBIENTE COMPLEMENTARIO EN TERRAZA DE SALA DE AUDIENCIAS DEL DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA DE COTABAMBAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC”.	100	200	200	200	150	150	1000	1000
“CONSTRUCCION DE CERCO PERIMETRICO Y CASETA DE CONTROL EN CASA DE LA CULTURA, DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA COTABAMBAS, DEPARTAMENTO APURIMAC”	100	200	190	200	140	140	970	970

POS-TEST								
Código de Proyectos	Fase de diseño			Fase ejecución			Sub Total	Tiempo (Pos-Test)
	Obras provisionales	Estructuras	Arquitectura	Instalaciones sanitarios y eléctricas y especiales	Equipam.	Limpieza General		
"CONSTRUCCION DE AMBIENTE COMPLEMENTARIO EN EL(LA) CUARTO NIVEL DEL LOCAL DE LA CASA CULTURAL DEL DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA DE COTABAMBAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC".	52	104	156	104	78	78	572	572
"CONSTRUCCION DE CERCO PERIMETRICO, SALA DE AUDIENCIA, DESPACHO DE JUEZ Y POOL DE ASISTENTES; ADEMÁS DE OTROS ACTIVOS EN EL(LA) SEDE JUDICIAL DE COTABAMBAS DE LA CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA DE APURIMAC, DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA COTABAMBAS, DEPARTAMENTO APURIMAC"	78	156	78	156	104	104	676	676
"CONSTRUCCION DE AMBIENTE COMPLEMENTARIO EN TERRAZA DE SALA DE AUDIENCIAS DEL DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA DE COTABAMBAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC".	65	130	130	130	97.5	97.5	650	650
"CONSTRUCCION DE CERCO PERIMETRICO Y CASETA DE CONTROL EN CASA DE LA CULTURA, DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA COTABAMBAS, DEPARTAMENTO APURIMAC"	65	130	120	130	91	91	627	627

Anexo 3. Ficha de observación – nivel de confiabilidad del proceso constructivo de ambientes complementarios

PRE-TEST				POS-TEST			
Código de proyecto	Cantidad de procesos (Fase de diseño y ejecución)	Cantidad de procesos con errores (Fase de diseño y ejecución)	Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución)	Código de proyecto	Cantidad de procesos (Fase de diseño y ejecución)	Cantidad de procesos con errores (Fase de diseño y ejecución)	Nivel de confiabilidad (Fase de diseño y ejecución)
“CONSTRUCCION DE AMBIENTE COMPLEMENTARIO EN EL(LA) CUARTO NIVEL DEL LOCAL DE LA CASA CULTURAL DEL DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA DE COTABAMBAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC”.	6	2	67%	“CONSTRUCCION DE AMBIENTE COMPLEMENTARIO EN EL(LA) CUARTO NIVEL DEL LOCAL DE LA CASA CULTURAL DEL DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA DE COTABAMBAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC”.	6	0	100%
“CONSTRUCCION DE CERCO PERIMETRICO, SALA DE AUDIENCIA, DESPACHO DE JUEZ Y POOL DE ASISTENTES; ADEMÁS DE OTROS ACTIVOS EN EL(LA) SEDE JUDICIAL DE COTABAMBAS DE LA CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA DE APURIMAC, DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA COTABAMBAS, DEPARTAMENTO APURIMAC”	6	2	67%	“CONSTRUCCION DE CERCO PERIMETRICO, SALA DE AUDIENCIA, DESPACHO DE JUEZ Y POOL DE ASISTENTES; ADEMÁS DE OTROS ACTIVOS EN EL(LA) SEDE JUDICIAL DE COTABAMBAS DE LA CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA DE APURIMAC, DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA COTABAMBAS, DEPARTAMENTO APURIMAC”	6	0	100%
“CONSTRUCCION DE AMBIENTE COMPLEMENTARIO EN TERRAZA DE SALA DE AUDIENCIAS DEL DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA DE COTABAMBAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC”.	6	1	83%	“CONSTRUCCION DE AMBIENTE COMPLEMENTARIO EN TERRAZA DE SALA DE AUDIENCIAS DEL DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA DE COTABAMBAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC”.	6	0	100%
“CONSTRUCCION DE CERCO PERIMETRICO Y CASETA DE CONTROL EN CASA DE LA CULTURA, DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA COTABAMBAS, DEPARTAMENTO APURIMAC”	6	2	67%	“CONSTRUCCION DE CERCO PERIMETRICO Y CASETA DE CONTROL EN CASA DE LA CULTURA, DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA COTABAMBAS, DEPARTAMENTO APURIMAC”	6	0	100%

Anexo 4. Ficha de observación – nivel de productividad del proceso constructivo de ambientes complementarios

PRE-TEST					
Código de proyecto	Tiempo real (Fase de diseño y ejecución) - Eficiencia	Tiempo disponible (Fase de diseño y ejecución) - Eficiencia	Procesos completados (Fase de diseño y ejecución) - Calidad	Procesos planificados (Fase de diseño y ejecución) - Calidad	Nivel de Productividad (Fase de diseño y ejecución)
“CONSTRUCCION DE AMBIENTE COMPLEMENTARIO EN EL(LA) CUARTO NIVEL DEL LOCAL DE LA CASA CULTURAL DEL DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA DE COTABAMBAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC”.	880	720	5	6	68%
“CONSTRUCCION DE CERCO PERIMETRICO, SALA DE AUDIENCIA, DESPACHO DE JUEZ Y POOL DE ASISTENTES; ADEMÁS DE OTROS ACTIVOS EN EL(LA) SEDE JUDICIAL DE COTABAMBAS DE LA CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA DE APURIMAC, DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA COTABAMBAS, DEPARTAMENTO APURIMAC”	1040	720	6	6	69%
“CONSTRUCCION DE AMBIENTE COMPLEMENTARIO EN TERRAZA DE SALA DE AUDIENCIAS DEL DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA DE COTABAMBAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC”.	1000	720	5	6	60%
“CONSTRUCCION DE CERCO PERIMETRICO Y CASETA DE CONTROL EN CASA DE LA CULTURA, DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA COTABAMBAS, DEPARTAMENTO APURIMAC”	970	720	6	6	74%
					68%

POS-TEST					
Código de proyecto	Tiempo real (Fase de diseño y ejecución) - Eficiencia	Tiempo disponible (Fase de diseño y ejecución) - Eficiencia	Procesos completados (Fase de diseño y ejecución) - Calidad	Procesos planificados (Fase de diseño y ejecución) - Calidad	Nivel de Productividad (Fase de diseño y ejecución)
“CONSTRUCCION DE AMBIENTE COMPLEMENTARIO EN EL(LA) CUARTO NIVEL DEL LOCAL DE LA CASA CULTURAL DEL DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA DE COTABAMBAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC”.	572	720	6	6	126%
“CONSTRUCCION DE CERCO PERIMETRICO, SALA DE AUDIENCIA, DESPACHO DE JUEZ Y POOL DE ASISTENTES; ADEMÁS DE OTROS ACTIVOS EN EL(LA) SEDE JUDICIAL DE COTABAMBAS DE LA CORTE SUPERIOR DE JUSTICIA DE APURIMAC, DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA COTABAMBAS, DEPARTAMENTO APURIMAC”	676	720	6	6	107%
“CONSTRUCCION DE AMBIENTE COMPLEMENTARIO EN TERRAZA DE SALA DE AUDIENCIAS DEL DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA DE COTABAMBAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC”.	650	720	6	6	111%
“CONSTRUCCION DE CERCO PERIMETRICO Y CASETA DE CONTROL EN CASA DE LA CULTURA, DISTRITO DE TAMBOBAMBA, PROVINCIA COTABAMBAS, DEPARTAMENTO APURIMAC”	627	720	6	6	115%
					114%

Anexo 5: Matriz de consistencia

TÍTULO: Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022						
AUTOR: Cárdenas Vivanco, Jenny Carmen						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			
<p>Problema de investigación: ¿De qué manera las herramientas de Lean manufacturing mejoran la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>Problema específico 1 ¿De qué manera las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el tiempo en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022?</p> <p>Problema específico 2</p>	<p>Objetivo de investigación: Demostrar como las herramientas de Lean manufacturing mejoran la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022</p> <p>Objetivos específicos.</p> <p>Objetivo específico 1 Demostrar como las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el tiempo en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022</p>	<p>Hipótesis de investigación: H1: Las herramientas de Lean manufacturing mejoran la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022.</p> <p>hipótesis específicas</p> <p>hipótesis específica 1 Las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el tiempo en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022</p>	Variable independiente: Lean Manufacturing			
			Dimensiones	Indicadores	Ítems	Niveles o rangos
			VSM			
			SMED			
			5S			
Variable independiente: Productividad						
Dimensiones	Indicadores	Ítems	Niveles o rangos			

<p>¿De qué manera las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022?</p> <p>Problema específico 3</p> <p>¿De qué manera las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de confiabilidad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022?</p>	<p>Objetivo específico 2</p> <p>Demostrar como las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022</p>	<p>Las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de la productividad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022</p> <p>Las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de la confiabilidad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022.</p>	<p>Tiempo promedio</p> $TP = (TSHL - TCHL)$ <p>Leyenda: TP = Tiempo promedio TSHLM = Tiempo sin Herramientas de Lean TCHLM = Tiempo sin Herramientas de Lean</p>	<p>Minutos</p>	<p>Razón</p>
	<p>Objetivo específico 3</p> <p>Demostrar como las herramientas de Lean Manufacturing mejoran el nivel de confiabilidad en la construcción de ambientes complementarios, Apurímac 2022.</p>		<p>Nivel de productividad</p> <p>Nivel de productividad</p> $Productividad = \frac{Eficiencia * Calidad}{Tiempo real}$ $Productividad = \frac{Tiempo disponible}{\frac{Unidades Prod.}{Unidades Planif.}}$	<p>Porcentaje</p>	<p>Razón</p>
	<p>Nivel de confiabilidad</p>		<p>Nivel de confiabilidad</p> $NC = \frac{N - PE}{N} * 100\%$ <p>Leyenda: NC = Nivel de confiabilidad N = Total de procesos PE = Proceso con Errores</p>	<p>Porcentaje</p>	<p>Razón</p>

Anexo 6. Árbol de problemas

