



**MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA  
KAIZEN EN EL PROCESO DE MONTAJE DE  
ESTRUCTURAS DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA  
CAUCHARI DURANTE EL AÑO 2020**

**PRESENTADO POR:**

**Ana Gabriela Chagua Zapata**

**Jerson Maykoll Rodriguez Varela**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRO EN GESTIÓN DE LA  
CONSTRUCCIÓN**

**ASESOR: Daniel Onchi Miura**

**LIMA –PERU**

**2021**

## **Dedicatoria**

A homenaje a nuestras familias por el apoyo brindado durante esta etapa, a nuestros amigos y colegas que nos acompañan en este camino de conocimiento.

## **Agradecimiento**

A nuestros docentes y compañeros de trabajo que nos apoyaron con esta investigación, como también al asesor Daniel Onchi Miura por brindarnos sus conocimientos.

## **RESUMEN**

Esta propuesta tiene como objetivo implementar la metodología Kaizen en el proceso de montaje de estructuras mecánicas del proyecto Planta fotovoltaica Cauchari, dichos objetivos es beneficiar a las áreas involucradas en la actividad y obtener una mejora de rendimiento del área de producción.

Para esto se identificará el flujo del proceso que consiste en controles de calidad que se tiene que establecer para poder administrar bien los materiales provenientes de China o de otros países, donde se ha evidenciado que los proveedores de estos materiales no cumplen con los estándares requeridos por la planta y por las normas establecidas del país donde se viene construyendo la planta. Estos fallos en el proceso hacen que la planta pierda tiempo y dinero en la construcción de la misma, debido a toda la logística que se realiza sobre estos materiales. El proceso que se sigue con un material es: su control de calidad, abastecimiento y su colocación en las actividades de producción.

La finalidad es poder cumplir con las programaciones diarias y semanales que establece el cronograma de obra.

## **ABSTRACT**

This proposal aims to implement the Kaizen methodology in the assembly process of mechanical structures of the Cauchari Photovoltaic Plant project, said objectives are to benefit the areas involved in the activity and obtain an improvement in the performance of the production area.

For this, the process flow consisting of quality controls that must be established to be able to manage the materials from China or other countries well, where it has been evidenced that the suppliers of these materials do not meet the standards required by the plant and by the established standards of the country where the plant is being built. These failures in the process make the plant waste time and money in the construction of the same, due to all the logistics that are carried out on these materials. The process that is followed with a material is: its quality control, supply and its placement in production activities.

The purpose is to be able to comply with the daily and weekly schedules established by the work schedule.

## Índice

PORTADA	
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
Índice.....	v
Índice de Figuras .....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....	12
1.1. Situación problemática.....	12
1.2. Preguntas de investigación.....	13
1.2.1. Pregunta general.....	13
1.2.2. Preguntas específicas.....	14
1.3. Objetivos de la investigación.....	14
1.3.1. Objetivo general.....	14
1.3.2. Objetivos específicos.....	14
1.4. Justificación.....	15
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO. ....	16

2.1.	Antecedentes de la investigación. ....	16
2.1.1.	Antecedentes internacionales.....	16
2.1.2.	Antecedentes nacionales .....	21
2.2.	Bases Teóricas.....	25
2.2.1	Metodología Kaizen. ....	25
2.2.1.1.	Historia de la metodología Kaizen.....	25
2.2.1.2.	Definición de la metodología Kaizen.....	27
2.2.1.3.	Conceptos de la metodología Kaizen.....	29
2.2.1.4.	Características de la metodología Kaizen. ....	33
2.2.1.5.	Importancia del Kaizen. ....	34
2.2.1.6.	Ventajas de la metodología Kaizen.....	35
2.2.1.7.	Herramientas Básicas.....	36
2.2.1.8.	La calidad y su historia.....	42
2.2.1.9.	Control total de calidad según Kaizen.....	45
2.2.2	Productividad.....	46
2.2.3.	La Aplicación de la metodología Kaizen en la Productividad. ....	49
CAPITULO III: METODOLOGIA .....		51
3.1.	Enfoque, alcance y diseño.....	51
3.2.	Matrices de alineamiento. ....	51
3.2.1.	Matriz de Consistencia.....	51

3.2.2. Matriz de Operacionalización de variables.....	53
3.3. Población y Muestra.....	54
3.4. Técnicas e instrumentos.....	54
3.5. Aplicación de instrumentos.....	55
CAPITULO IV: RESULTADOS Y ANALISIS.....	56
4.1. Resultados.....	61
4.1.1. Diagrama de Ishikawa.....	61
4.2. Análisis de resultados.....	64
CAPITULO V: PROPUESTA DE SOLUCION.....	66
5.1. Propósito.....	66
5.2. Actividades a realizar.....	67
5.3. Resultados y análisis.....	78
5.4. Cronograma de ejecución.....	83
5.5. Análisis costo beneficio.....	84
VI. CONCLUSIONES.....	925
VII. RECOMENDACIONES.....	96
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	97
IX. ANEXOS.....	101

## Índice de Tablas

Tabla 1. Matriz de Consistencia.....	52
Tabla 2. Matriz de Operacionalización de Variable.....	53
Tabla 3. Técnicas e Instrumentos de Recojo de Información.....	55
Tabla 4. Tiempo Perdido en una Semana por cada Actividad del Área de Calidad.....	59
Tabla 5. Tiempos Programado vs Real de las Actividades del Área de Calidad.....	60
Tabla 6. Ocurrencias de los Problemas Identificados en el Proceso.....	63
Tabla 7. Acciones de Mejora para los Problemas Identificados.....	65
Tabla 8. Técnicas e Instrumentos de Recojo de Información.....	67
Tabla 9. Secuencia de Implementación del Método Kaizen.....	670
Tabla 10. Metas de avance.....	710
Tabla 11. Los 4 Por qué. Causas.....	75
Tabla 12. Plan de acción.....	75
Tabla 13. Tiempos Programado vs Real de las Actividades del Área de Calidad.....	79
Tabla 14. Comparativo del Antes y Después de la Variación de Tiempos en la Verificación de las Actividades del Área de Calidad.....	80
Tabla 15. Plan de mejora continua.....	81
Tabla 16. Rendimientos y Producción Programados para el Proceso de Montaje de Estructuras.....	79
Tabla 17. Avance de Ejecución para el Proceso de Montaje de Estructura.....	840
Tabla 18. Variación de Avance de Ejecución del Proceso de montaje de estructura.....	851
Tabla 19. Comparativo de producción.....	851
Tabla 20. Datos según de Avance de Obra.....	852

Tabla 21. Productividad de Mano de Obra - Montaje de Estructura. ....	853
Tabla 22. Tasa de Variación Porcentual de las Productividades - Montaje de Estructuras. ..	853
Tabla 23. Cronograma de Actividades. ....	854
Tabla 24. Costo de Personal. ....	85
Tabla 25. Costo de Material de implementación.. ....	856
Tabla 26. Costo de Adicional por 60 días o 2 meses de atraso de obra. ....	858
Tabla 27. Costo de Adicional por 15 o 0.5 meses días de atraso de obra. ....	90
Tabla 28. Comparativo sin Kaizen vs con Kaizen. ....	92
Tabla 29. Flujo de caja de beneficio y costo. ....	93
Tabla 30. VAN y TIR. ....	94

### **Índice de Figuras**

Figura 1. Comparativo de Ingresos y Egresos. ....	16
Figura 2. Aplicación del Kaizen. ....	18
Figura 3. Proyección de Ahorros. ....	19
Figura 4. Comparativo de Precios. ....	20
Figura 5. Análisis Financiero Energía Solar Fotovoltaica. ....	24
Figura 6. Línea de Tiempo. ....	27
Figura 7. Ciclo de Deming. ....	31
Figura 8. Flujo Grama. ....	36
Figura 9. Hoja de Comprobación. ....	37
Figura 10. Diagrama causa-Efecto o Diagrama de Ishikawa. ....	38
Figura 11. Gráfico de Barras. ....	39

Figura 12. Histograma.....	40
Figura 13. Diagrama de Dispersión. ....	41
Figura 14. Gráfico o Carta de Control. ....	42
Figura 15. Cuadro de la Programación de Actividades Correspondiente al Montaje de Estructuras.....	57
Figura 16. Cuadro de la Programación de Actividades Correspondiente al Montaje de Estructuras.....	58
Figura 17. Curva S de Actividad de Montaje de Estructuras. ....	58
Figura 18. Gráfico de Tiempo Programado vs Tiempo Real. ....	60
Figura 19. Diagrama Ishikawa – Causa Efecto.....	62
Figura 20. Diagrama de Pareto de Problemas.....	64
Figura 21. Designación de Roles. ....	69
Figura 22. Diagrama de Pareto de Problemas.....	70
Figura 23. Personal capacitado. ....	73
Figura 24. Programa de Capacitación. ....	74
Figura 25. Resultado de Aplicación de Acciones Correctivas - Tiempo Programado vs Tiempo Real después.....	76
Figura 26. Curva S de Actividad de Montaje de Estructuras. ....	78
Figura 27. Comparación de atrasos proyectados.....	86
Figura 28. Curva S proyectada N° 01 - Montaje de Estructuras. ....	87
Figura 29. Curva S proyectada N° 02 - Montaje de Estructuras.....	89

## ÍNDICE DE ANEXOS.

ANEXO 1. Instrumento de observación de campo en la verificación de la calidad de los materiales. ....	101
ANEXO 2. Instrumento de observación de campo en la verificación del traslado, reparto y entrega de los materiales. ....	102
ANEXO 3. Instrumento de observación de campo en la verificación de los trabajos de producción.....	103
ANEXO 4. Encuestas realizadas a los trabajadores del proceso de montaje de estructuras.	104
ANEXO 5. Encuestas realizadas a los trabajadores del proceso de montaje de estructuras.	105
ANEXO 6. Encuestas de satisfacción del cliente.....	1056

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Este primer capítulo desarrolla la razón de ser de la investigación, organizada en los siguientes apartados:

Situación problemática.

Preguntas de investigación (pregunta general y específicas).

Objetivos de la investigación (objetivo general y objetivos específicos).

Justificación.

### **1.1. Situación problemática.**

En todo el mundo, con el transcurrir de los años se ha venido cambiando la forma de generar energía, sobre todo con los proyectos de energías renovables como plantas fotovoltaicas, el cual se puede decir que “el término fotovoltaica se refiere a diferentes fenómenos y tecnologías que pueden convertir directamente la energía de la radiación solar en energía eléctrica mediante el uso de equipos llamados células solares”. (de Juana Sardón, 2003, p. 97).

En la construcción de las plantas fotovoltaicas es usual utilizar materiales de diferentes empresas internacionales sobre todo de Europa o Asia, debido que en estos continentes fueron los pioneros en su construcción. Estas empresas ofrecen sus productos con estándares de calidad que cada planta fotovoltaica lo requiera y de acuerdo también a las normas de cada nación de donde se construya dicha planta. Pero se presenta el problema cuando estas empresas no cumplen con lo acordado, haciendo que los trabajos en obra se dupliquen y que la productividad en obra se reduzca, generando un sobre costo para ambas partes.

En la planta fotovoltaica Cauchari, donde se lleva a cabo esta investigación, se tiene inconvenientes con materiales que provienen de China, los cuales llegan en malas condiciones generando el rechazo total de estos materiales. De acuerdo a la logística que se tiene en el proyecto por los materiales defectuosos, se tendría que realizar un nuevo pedido para reemplazar estos materiales, el cual llevaría 150 días aproximadamente en volver a tener el material correcto en el proyecto.

Este problema viene generando en la planta el incumplimiento del cronograma de obra y de las programaciones diarias y semanales, debido a que se han reducido los rendimientos de los trabajadores, aumentando los trabajos adicionales en los controles de calidad y el doble traslado a la zona de trabajo del material, ya que el proceso que se sigue con un material es: su control de calidad, abastecimiento y su colocación en las actividades de producción.

En esta investigación se busca implementar la metodología Kaizen para aumentar la productividad en el proceso de montaje de estructuras ya sea en los controles de calidad, abastecimiento y así cumplir con el cronograma de obra establecido para la planta. “En el Kaizen, cada trabajador debe mantener esfuerzo de mejora, sostenidos y constantes, pueden ser lentos e incluso invisibles, pero se tienen que mantener siempre y en cada momento” (Barraza, 2007, p. 94).

## **1.2. Preguntas de investigación.**

### **1.2.1. Pregunta general.**

¿Cómo beneficiaría la implementación de la metodología Kaizen en el proceso de montaje de estructuras de la planta fotovoltaica Cauchari en el año

2020?

### **1.2.2. Preguntas específicas.**

¿Qué impacto ejercería en el área de calidad la implementación de la metodología Kaizen durante el proceso de montaje de estructuras de la planta fotovoltaica Cauchari en el año 2020?

¿Cuál sería el rendimiento obtenido en el área de Producción después de la implementación de la metodología Kaizen en el proceso de montaje de estructuras para la planta fotovoltaica Cauchari en el año 2020?

## **1.3. Objetivos de la investigación.**

### **1.3.1. Objetivo general.**

Determinar cómo favorece la aplicación de la metodología Kaizen en el proceso de montaje de estructuras de la planta fotovoltaica Cauchari durante el año 2020.

### **1.3.2. Objetivos específicos.**

Definir el impacto producido en el área Calidad por la implementación de la metodología Kaizen durante el proceso de montaje de estructuras en la planta fotovoltaica Cauchari en el año 2020.

Obtener el rendimiento del área de Producción después de la implementación de la metodología Kaizen en el proceso de montaje de estructuras de la planta fotovoltaica Cauchari en el año 2020.

#### **1.4. Justificación.**

A nivel práctico, permitirá a las empresas nacionales e internacionales proveedoras a reflexionar y entender la importancia en la entrega de sus insumos cumpliendo las normas de calidad establecidas y que el uso de la metodología Kaizen ayudará a mejorarla.

A nivel social, esta investigación se justifica porque ayudará a los trabajadores de la planta fotovoltaica a igualar o aumentar su rendimiento a las fallas que se encuentren en los materiales suministrados.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.

### 2.1. Antecedentes de la investigación.

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales.

Barrera Salazar & Castilla Garzón (2018), en su tesis “Propuesta de un Sistema Fotovoltaico para consumo Eléctrico en el Municipio de Quebradanegra, Cundinamarca” tuvo como objetivo analizar la factibilidad y diseñar un sistema de energía solar fotovoltaica para el Municipio de Quebradanegra.

El autor demostró que el retorno de inversión de un proyecto de 25 años de vida útil es a partir de 13 años, el cual puede aumentar al cambiar de equipos terminando la vida útil de este.

Esta tesis es relevante por los beneficios a mediano y largo plazo, en especial si se aprovecha la ubicación geográfica para la implementación de proyectos donde se utilizan alternativas de energías renovables y sustentables como sistemas fotovoltaicos. Sin embargo, el retorno de inversión es muy lenta, por ende, este trabajo nos demuestra que es económicamente rentable.

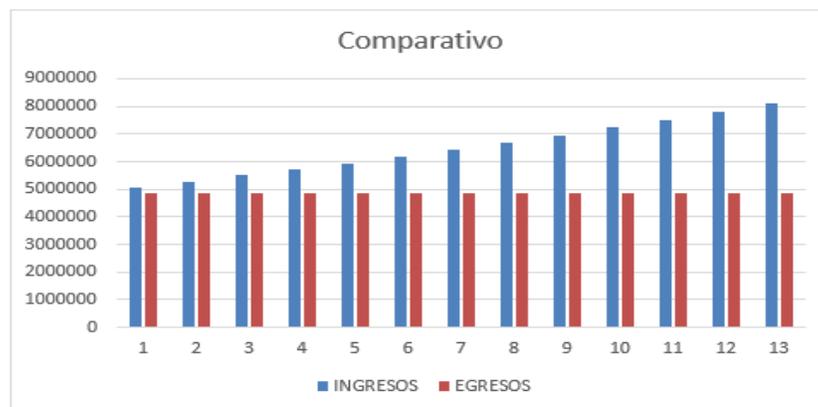


Figura 1. Comparativo de Ingresos y Egresos.  
Fuente: Elaboración Propia.

Guerrero López, E. (2018) en su tesis “El Kaizen como proceso de mejora continua, en el aseguramiento de la calidad de las instituciones educativas superiores del Ecuador, periodo 2015-2016” tuvo como objetivo determinar de qué manera el Kaizen como un proceso de mejora continua, contribuye con el aseguramiento la calidad educativa en la IES del Ecuador, periodo 2015-2016. El tipo de investigación para este estudio fue descriptivo y con un enfoque cuantitativo correlacional.

El autor al aplicar Kaizen como un proceso de mejora continua, el autor demuestra su aporte para asegurar la calidad de la educación en las instituciones de educación superior ecuatorianas (I.E.S.).

Esta tesis sobresale, debido que su aplicación demuestra que no se rige en un solo sector, como industrial, si no puede aplicarse en cualquier sector como la educación, teniendo como uno de los beneficios en los participantes, un pensamiento crítico y el retro aprendizaje, teniendo una gran aceptación en los involucrados.

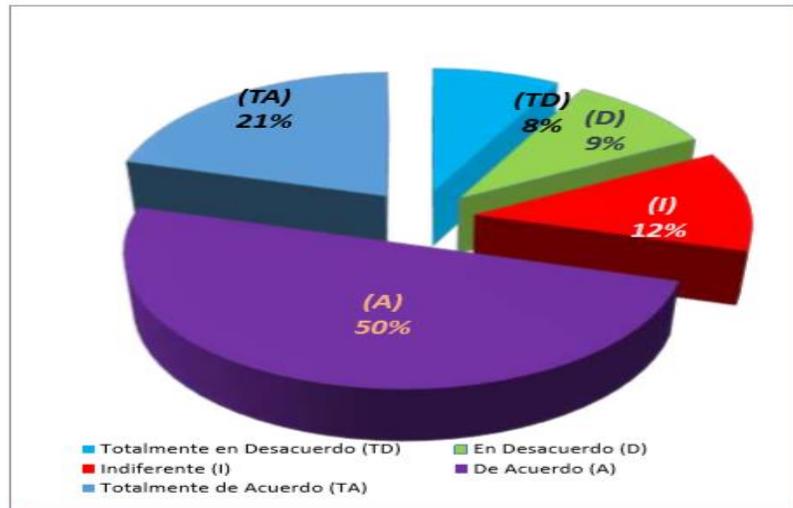


Figura 2. Aplicación del Kaizen.

Fuente: Tesis de “El Kaizen como proceso de mejora continua, en el aseguramiento de la calidad de las instituciones educativas superiores del Ecuador, periodo 2015-2016”.

Fernández García & Cervantes Torres (2017), en su tesis “Proyecto de diseño e implementación de un sistema fotovoltaico de interconexión a la red eléctrica en la Universidad Tecnológica de Altamira”, tuvo como objetivo en desarrollar una propuesta técnica basada en la energía eléctrica generada por células fotovoltaicas para lograr un sistema de interconexión con la red. La metodología define enfoque cuantitativo.

El autor con la propuesta técnica presentada destaca el retorno de inversión para este tipo de proyectos, siendo viables no solo ambientalmente si no económica.

Esta tesis demuestra lo notorio de los costos de inversión para la implementación de un sistema fotovoltaico dependiendo la envergadura del proyecto, el cual puede ser en un tiempo de mediano o largo plazo, recalándonos la rentabilidad de estos tipos de proyecto.

Periodo		Facturación		Porcentajes	
Año	Mes	SIN SFV	CON SFV	Representa	Ahorro
2014	Agosto	\$ 245,025.77	\$ 107,827.82	44.01	55.99
2014	Septiembre	\$ 270,448.91	\$ 169,323.25	62.61	37.39
2014	Octubre	\$ 262,680.02	\$ 163,074.21	62.08	37.92
2014	Noviembre	\$ 161,633.74	\$ 96,909.72	59.96	40.04
2015	Diciembre	\$ 139,037.79	\$ 68,775.76	49.47	50.53
2015	Enero	\$ 115,375.43	\$ 66,294.03	57.46	42.54
2015	Febrero	\$ 116,318.93	\$ 49,560.74	42.61	57.39
2015	Marzo	\$ 148,530.63	\$ 63,561.81	42.79	57.21
2015	Abril	\$ 166,417.46	\$ 68,164.33	40.96	59.04
2015	Mayo	\$ 173,242.80	\$ 87,249.38	50.36	49.64
2015	Junio	\$ 195,036.02	\$ 117,103.83	60.04	39.96
2015	Julio	\$ 150,352.96	\$ 78,739.03	52.37	47.63
<b>TOTALES:</b>		<b>\$ 2,144,100.45</b>	<b>\$ 1,136,583.90</b>	<b>53.01</b>	<b>46.99</b>

Figura 3. Proyección de Ahorros.

Fuente: Tesis de “Proyecto de diseño e implementación de un sistema fotovoltaico de interconexión a la red eléctrica en la Universidad Tecnológica de Altamira”.

Ramos López & Luna Puente (2014), en su tesis “Diseño de un sistema fotovoltaico integrado a la red para el área de estacionamiento de la Universidad Tecnológica de Salamanca” tuvo como objetivo calcular el sistema fotovoltaico que permita generar corriente eléctrica, con la característica de proporcionar sombra en el área del estacionamiento para los vehículos del personal administrativo y docentes en la Universidad Tecnológica de Salamanca”.

El autor plantea una generación de energía mediante un sistema fotovoltaica implementado en el techo del estacionamiento para poder en retribuirlo a la red de suministro local para esto dicho trabajo nos muestra los cálculos de energía que se necesita.

Dicha tesis nos destaca la importancia de los cálculos energéticos para que un proyecto fotovoltaico sea viable, sin embargo, también nos enseña las limitaciones que se presenta en esta clase de proyectos teniendo en cuenta el crecimiento a futuro y los costos de utilización.

106 Laminas	162 paneles
Costo unitario \$ 850.00	Costo unitario \$3,000.00
Costo total \$ 89,958.33	Costo total \$ 486,000.00
Uso : Sombra	Uso: Sombra y generación de energía

*Figura 4.* Comparativo de Precios.

*Fuente:* Tesis de “Diseño de un sistema fotovoltaico integrado a la red para el área de estacionamiento de la Universidad Tecnológica de Salamanca”.

Martínez Gómez & Bautista Alamilla (2012), en su tesis “Diseño de una Planta Generadora Solar Fotovoltaica de 20 Mw”, indica que la energía solar fotovoltaica es uno de los métodos más limpios y simples para producir eléctrica, ya que para transformar la energía del sol en energía eléctrica no se producen emisiones que dañen al medio ambiente. Su principal objetivo es diseñar una planta que genere electricidad y no emita contaminantes.

En dicha tesis se alcanzaron los objetivos planteados, debido que se desarrolló un documento en el cual se encuentran descritas las bases para desarrollar un proyecto con sistema solares fotovoltaicos.

Cuya tesis busca incentivar el uso de otras fuentes para poder generar energía, como las plantas fotovoltaicas, el cual través de la energía solar se puede diseñar y construir este tipo de plantas, donde no se tendría contaminantes y que su duración sería aproximadamente de 20 años o más. Asimismo, busca disminuir el uso de combustibles fósiles que dañan a la atmósfera.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Llontop Quiroz, J. (2017), en su tesis “Aplicación del Método Kaizen para mejorar la productividad en el proceso de entrega de productos el área de Distribución de la empresa Backus & Johnston S.A.A, Ate - Vitarte 2017” tuvo como objetivo determinar cómo la aplicación del método Kaizen puede mejorar la productividad del proceso de entrega de productos de Backus & Johnston Ate-Vitarte 2017. La metodología utilizada es cuantitativa, el diseño de la investigación es cuasi experimental.

Con la implementación de la metodología Kaizen el autor nos demuestra la mejora productividad en 37.35 porcentaje, siendo relevante para la empresa en cuanto ya que hubo un ahorro sustancial en alquiler de unidades para atender el mercado, del mismo modo permitió reducir las anomalías por asaltos y billetes falsos.

Es por ello que dicha tesis nos muestra que con una buena aplicación de la metodología Kaizen se puede incrementar la productividad, la eficiencia y la eficacia en todas las áreas de la cadena comercial de la empresa.

Choque Manzanares, R. (2017), en su tesis “Aprovechamiento del Potencial Energético Renovable para la Generación de Energía Eléctrica en Challapalca-Puno 2014” su objetivo es determinar el potencial energético renovable de la electricidad solar en Challapalca-Puno.

El autor con su tesis nos muestra que en la región Puno, solo son aprovechables dos tipos de energías renovables no convencionales, las cuales son la eólica y solar. También menciona que el aumento de la rentabilidad y

sostenibilidad de una central solar fotovoltaica se debe al crecimiento de la irradiación solar, la demanda energética del país, el avance de la tecnología y la baja de precios en el mercado.

La presente tesis nos demuestra que la energía renovable es económicamente viable y que no influye en la emanación de gases de efecto invernadero. Así mismo, que la energía renovable pueden igualar o superar en su potencial energético a la energía hidráulica.

Lagos Gómez, F. (2015), en su tesis “Sistema Fotovoltaico para el ahorro de energía eléctrica en el servicio de alumbrado general de Condominios” tuvo como objetivo implementar un sistema fotovoltaico aislado para ahorrar energía eléctrica en los servicios de iluminación de departamentos ordinarios en la ciudad de Huancayo. El nivel de investigación es experimental y el tipo de investigación tecnológico.

El presente trabajo nos demuestra que al instalar un sistema solar fotovoltaico se produce un ahorro considerable y que la necesidad de iluminación de los pasadizos del condominio se cubra por completo.

Esta tesis nos resalta lo importante que es la ubicación y el posicionamiento del sistema fotovoltaico, donde se logra un alto rendimiento en su producción y esto genera un significativo ahorro de energía en los servicios donde se instale.

Vásquez Chigne & Zúñiga Anticona (2015), en su tesis “Proyecto de Prefactibilidad para la Implementación de Energía Solar Fotovoltaico y Térmica en el Campamento Minero Comihuasa” tuvo el propósito de proponer un proyecto de energía solar basado en las necesidades del campamento minero

Comihuasa en la mina Caudalosa en el Departamento de Huancavelica.

En dicha tesis nos indica que nuestro territorio tiene todos los recursos para poder generar energía eléctrica de diferentes formas. El Perú cuenta con las condiciones climáticas y sobre todo con el recurso solar, el cual se ha llegado a abastecer a un campamento minero, generando beneficios económicos, ambientales y sociales, que es cumplimiento de una minera.

En la presente tesis, cuando se analiza conjuntamente la implementación de la energía solar y la energía fotovoltaica, se puede concluir que el proyecto no tiene beneficios económicos. Se puede ver que el valor actual neto es menor que 0, por lo que no hay beneficio. Sin embargo, los beneficios del proyecto son cualitativos. Además de mejorar la satisfacción de las personas del entorno, también ayuda a reducir y mitigar el impacto ambiental de la empresa.

	ESCENARIOS		
	BASE	OPTIMISTA	PESIMISTA
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	60%	25%	15%
<b>AHORROS</b>			
Consumo electrico	S/. 16,657.72	S/. 19,989.26	S/. 13,326.17
Mantenimiento	S/. 300.00	S/. 360.00	S/. 240.00
Venta de CO2	S/. 1,408.88	S/. 1,690.65	S/. 1,127.10
<b>EGRESOS</b>			
Sistema Fotovoltaico	S/. 1,339,387.20	S/. 1,071,509.76	S/. 1,607,264.64
Gastos de transporte	S/. 8,000.00	S/. 6,400.00	S/. 9,600.00
Mano de Obra	S/. 57,219.00	S/. 45,775.20	S/. 68,662.80
Instalación	S/. 8,745.00	S/. 6,996.00	S/. 10,494.00
Soporte de paneles	S/. 45,000.00	S/. 36,000.00	S/. 54,000.00
Mantenimiento	S/. 500.00	S/. 400.00	S/. 600.00
<b>VAN</b>	-1164201.658	-844352.1004	-1484051.215
<b>TIR</b>	-7%	-5%	-9%
VAN x Prob	-698520.9948	-211088.0251	-222607.6823
<b>VPNE</b>	<b>-1132216.702</b>		
$(VAN-VPNE)^2 \cdot Prob$	613822436.8	20716507240	18568128712
<b>VARIANZA</b>	<b>39898458388.76</b>		
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>	<b>199745.98</b>		
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>0.18</b>		

Figura 5. Análisis Financiero Energía Solar Fotovoltaica.

Fuente: Tesis de “Proyecto de Prefactibilidad para la Implementación de Energía Solar Fotovoltaico y Térmica en el Campamento Minero Comihuasa”.

Romero Domínguez, E. (2013), en su tesis “Aplicación de la Metodología Kaizen y su impacto en los ingresos totales de la empresa Espacio Contratistas S.A.C. periodo 2012” el propósito es determinar que la aplicación del método Kaizen tendrá un impacto en los ingresos totales de Espacio Contratistas S.A.C. 2012. La metodología define como un diseño no experimental transeccional descriptivo.

El autor al aplicar la metodología Kaizen ha reducido el costo de mano de

obra del 54 al 38 porcentaje en los procesos de gestión, productividad y rentabilidad para la empresa.

La aplicación de la metodología Kaizen en la presente tesis, se puede utilizar como una herramienta para mejorar la productividad en la mano de obra, y con un costo mínimo. Esta metodología Kaizen ayudó a que la empresa cumpla sus objetivos y alcance sus metas, incrementando la productividad en sus diferentes áreas de trabajo.

## **2.2. Bases Teóricas.**

### **2.2.1 Metodología Kaizen.**

#### **2.2.1.1. Historia de la metodología Kaizen.**

El método Kaizen es el resultado de la Segunda Guerra Mundial (1939-1945). El 14 de agosto de 1945, Japón aceptó la solicitud conjunta de rendición incondicional. En ese momento, por falta de inversión, materias primas, etc., estas industrias, especialmente las emergentes, enfrentaban serias dificultades. Desde el punto de vista moral, esto también se tradujo en baja mano de obra.

Irónicamente, el país que lanzó la bomba nuclear sobre Iroshima, Japón, fue el promotor de la reconstrucción del territorio derrotado. El general MacArthur fue responsable de ponerse en contacto con varios expertos estadounidenses para visitar Japón y brindar asesoramiento sobre el ascenso del país. Entre estos consultores se encontraba el Dr. W. Edwards Deming, quien inicialmente fue el encargado de realizar el censo en las áreas antes mencionadas, pero con el paso del tiempo, debido a sus

frecuentes visitas y amistosas relaciones con varios empresarios japoneses, comenzó a realizar diversas ocupaciones. Por eso, en la década de 1970, muchas organizaciones japonesas aceptaron los 14 puntos de gestión de Deming, hoy estos puntos son muy útiles para mejorar el desarrollo del Kaizen, porque algunos de sus puntos involucran temas como la búsqueda constante de un propósito. Necesario para la mejora continua de productos y servicios.

Constreñidos por las condiciones naturales e históricas, los japoneses utilizaron sus principios y filosofía que constituyen una cultura y una forma de vida específicas para diseñar y dar forma a un sistema de producción que permitió a las principales empresas subir al podio del mundo como las grandes empresas de Estados Unidos, Alemania y Reino Unido, etc.

Honda, Toyota, Toshiba, Sony y otras marcas no solo son sinónimo de calidad, sino también de rentabilidad y productividad.

Medina (2018) indica en su tesis que acuerdo con las abreviaturas de la historia (KAI-cambio y ZEN-bueno), entendemos que debemos cambiar la forma de cultura organizacional para mejorar, cambiar las actitudes de los participantes y utilizar las capacidades de los empleados para mejorar con el tiempo. Desarrollar el sistema hasta que las metas planificadas en la organización sean exitosas. (p. 30).

Medina (2018) también menciona que la filosofía de mejora continua de Japón o la metodología Kaizen cubre todas las tareas dentro de la

empresa. Las mejoras mencionadas se centran principalmente en el costo, la calidad, la entrega oportuna de bienes y servicios, la salud y seguridad ocupacional, el desarrollo del personal relacionado y el empoderamiento de los proveedores, etc. Lleve a las empresas japonesas a la cima del éxito competitivo.

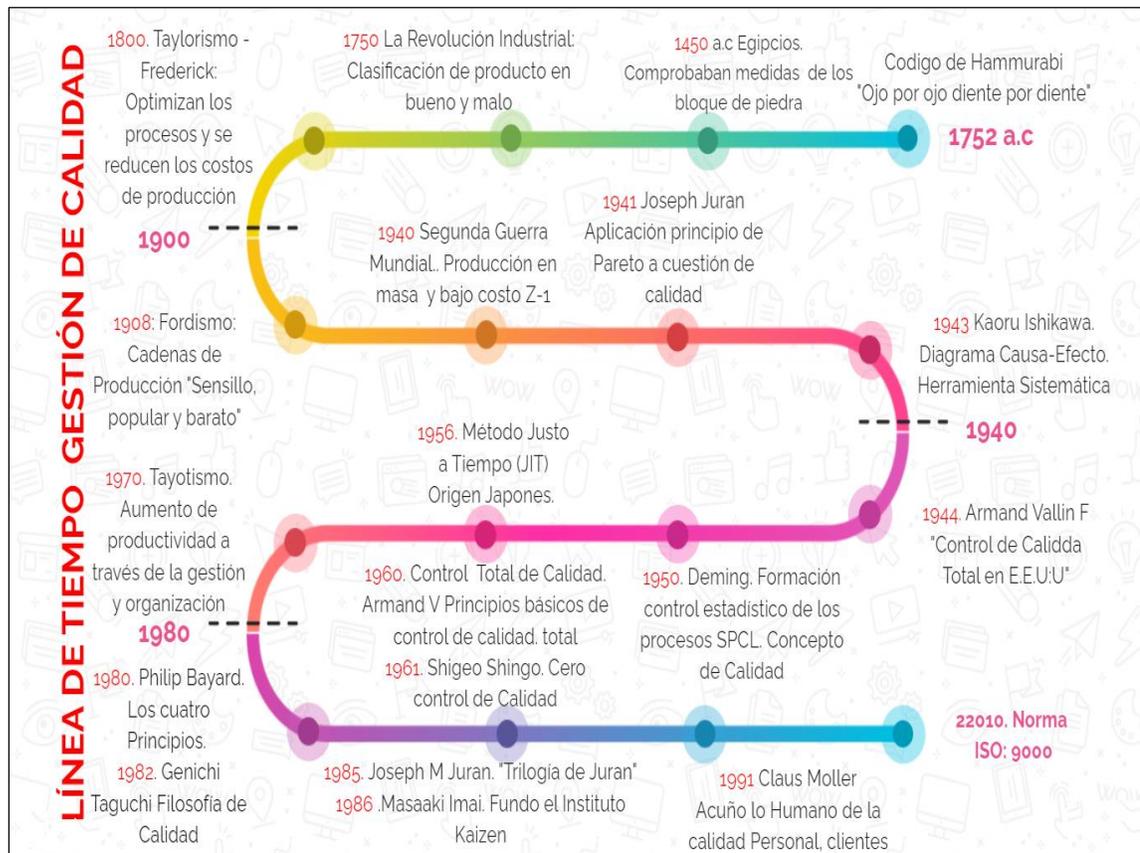


Figura 6. Línea de Tiempo.  
Fuente: Genially

### 2.2.1.2. Definición de la metodología Kaizen

Existen diferentes definiciones de la metodología Kaizen como:

La metodología Kaizen se entiende como un proceso de mejora continua, donde las empresas lo aplican para mejorar la productividad de sus diferentes áreas o procesos.

Guerrero (2018) nos indica en su tesis que “La palabra japonés significa mejora, pero aún no hay una definición detallada para aclarar el tema teórico.” (p. 43).

También Carril (2008) afirma: “Kaizen es la mejora constante e interminable, basada en compromisos y acciones pequeños” (p. 74).

De igual forma (Godínez González & Hernández Moreno, 2018) nos indica que es un procedimiento estandarizado de resolución de problemas que puede ser utilizado en cada nivel de una Organización. Una implementación Kaizen tiene ocho pasos a seguir: (1) seleccionar un proyecto, (2) entender las situaciones actuales y establecer objetivos, (3) analizar datos para identificar las causas, la raíz de problemas, (4) establecer contramedidas, (5) implementar las contramedidas, (6) confirmar el efecto obtenido, (7) estandarizar la acción tomada, y (8) revisar el proceso anterior y trabajar en el siguiente proyecto.

Kaizen es una estrategia orientada a la satisfacción del cliente; a la gente y la cultura de la empresa; involucrando a los ejecutivos deben convertirse en líderes de cambio; establecer la calidad, el costo y el tiempo de entrega como objetivos de la empresa, y comprender que para que la eficiencia mejore, al mismo tiempo que mejora la calidad del trabajo, es reducir errores.

La mejora implica la forma de pensar (concepto), la forma de trabajar (el principio y la forma de resolver problemas mediante la mejora de la tecnología). (González Gaya & Domingo Navas, 2013).

### 2.2.1.3. Conceptos de la metodología Kaizen.

Los conceptos en los que se apoya esta filosofía son los siguientes:

El ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar).

El cliente como objetivo primordial del proceso.

La calidad es lo primero.

La atención del mercado.

La dirección en la etapa precedente.

El apoyo en datos contrastados.

El dominio de la variabilidad y la prevención en la repetición de fallos.

(González Gaya & Domingo Navas, 2013).

#### **El ciclo PDCA.**

El ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act, es decir, Planificar-Hacer-Controlar-Actuar) fue ideado por Shewhart y divulgado por Deming, quién lo utilizó para explicar que la mejora continua en cada una de las actividades de la empresa ha de seguir un ciclo que se repita de forma interrumpida; de hecho, también es conocido como el ciclo o rueda de Deming. Cuando se aplica a la mejora de un método relacionado con la elaboración de un producto se denomina SDCA (Estandarizar-Ejecutar-Verificar-Actuar).

Los pasos del ciclo PDCA son los siguientes:

**Planificar:** Antes de comenzar a tomar medidas de mejora, es necesario diagnosticar la situación actual para asegurar que los métodos utilizados están documentados y estandarizados.

**Hacer:** Incluye la implementación del plan propuesto. Antes de la implementación final, se recomienda realizar un proyecto piloto en el área de la empresa para detectar posibles resistencias a los cambios propuestos, y se recomienda registrar cualquier cambio relacionado con el contenido de la programación.

**Verificar:** Evalúe los datos registrados durante la fase de ejecución para verificar si hay desviaciones del plan.

**Actuar:** Tomar las medidas adecuadas en función de los resultados obtenidos durante la fase de verificación. Si el plan opera de acuerdo con el plan establecido, proponga cambios, desarrolle nuevos estándares, comuníquese con las personas afectadas, brinde la capacitación necesaria para quienes necesitan el plan, y los cambios se implementarán en toda la organización. Si el plan no tiene éxito, el ciclo se ejecutará nuevamente.

La utilización del ciclo PDCA ha sido recomendada por numerosos expertos en calidad, como los japoneses Ishikawa y Shiba. (González Gaya & Domingo Navas, 2013).

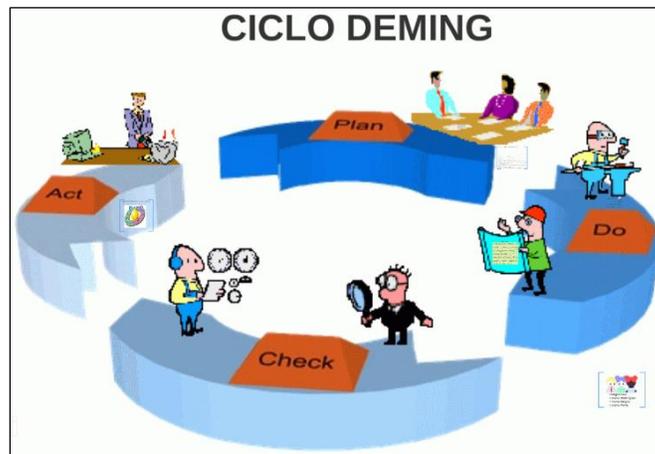


Figura 7. Ciclo de Deming.  
Fuente: Ciclo de Deming de Liliana Vargas.

**El cliente como objetivo primordial del proceso:** En una empresa existen dos tipos de clientes: el cliente final, el que recibe el producto y el cliente interno, el que recibe el producto o servicio en el propio proceso de la organización. Usando este concepto, cada departamento intentará brindar sus productos / servicios sin defectos y evitar modificaciones finales. Cada departamento debe asumir su compromiso con los clientes y proporcionar productos de la más alta calidad, al tiempo que requiere que sus proveedores brinden los mismos servicios. (González Gaya & Domingo Navas, 2013)

**La calidad es lo primero:** Esto debe ser una prioridad para cualquier empresa, si trabaja con alta calidad, evite la reprocesamiento de productos defectuosos, que pueden acortar el tiempo de entrega y reducir las fallas internas detectadas por la empresa y las externas detectadas por el cliente final. Esto último puede causar pérdidas, que es el costo más

alto de la empresa. (González Gaya & Domingo Navas, 2013).

**La atención al mercado:** Para que un producto que se lanza al mercado sea aceptado por los clientes, debe tener las características que los clientes desean, de lo contrario no lo comprarán. Por tanto, es necesario comprender las expectativas del cliente y traducirlas al idioma de la empresa para establecer especificaciones técnicas de los productos. El método de realizar este proceso se llama “Despliegue de la Función Calidad o QFD”. (González Gaya & Domingo Navas, 2013).

**La dirección en la etapa precedente:** La aparición de problemas cuanto más avanzado está el proceso provoca mayores costes y cuanto más avanzado sea el proceso, mayor será el costo y más profunda será la modificación del problema que surge, lo que afecta el tiempo de entrega. El departamento en cada etapa del proceso debe verificar si todas las operaciones se han realizado de acuerdo con los requisitos de la siguiente etapa, evitando así correcciones posteriores.

La calidad debe comenzar cuando se concibe el producto / servicio y tener en cuenta la información que proporciona el departamento de marketing a través de los estudios de mercado realizados para evitar crear productos que no sean aceptables para los consumidores. (González Gaya & Domingo Navas, 2013).

**El apoyo en datos contrastados.** El problema solo se puede resolver si hay datos verificados que puedan proporcionar información sobre la gravedad del problema y su impacto. (González Gaya & Domingo Navas,

2013).

**El dominio de la variabilidad y la prevención en la repetición de fallos.** Cuando se controla el proceso, se pueden prevenir posibles fenómenos no calificados, de modo que se puede controlar o reducir la inestabilidad, mejorando así el proceso. El uso de datos estadísticos ayuda a la toma de decisiones de la oficina porque brinda algunas ventajas importantes, como:

Decisiones basadas en hechos.

Los datos muestran el patrón cambiante del proceso, que es la fuente para el análisis posterior de sus causas.

En un proceso pueden aparecer dos causas de variación, las comunes o no asignables y las especiales o asignables. (González Gaya & Domingo Navas, 2013)

#### **2.2.1.4. Características de la metodología Kaizen.**

Se caracteriza por la mejora continua, perfeccionando el diseño único y tratando constantemente de integrar a todo el personal relevante en la organización, mientras que los trabajadores directos en el área de producción han hecho grandes aportes sin necesidad de inversiones a gran escala. Con la ayuda del concepto Kaizen, se realizará una cultura de la vida y el trabajo y se mejorará continuamente, lo que hace que las pequeñas mejoras sean una necesidad y una obligación para todos los cambios de la empresa. El proceso Kaizen se ejecuta implementando procedimientos de manera ordenada y objetiva durante un período de

tiempo, utilizando mecanismos estadísticos y gráficos de verificación, control y estandarización, y realizando análisis objetivos para tomar las mejores decisiones para los problemas encontrados en la organización. En herramientas de ingeniería, tenemos algunos diagramas de análisis: FMEA, Pareto, Ishikawa, etc. (Medina Cavero, 2018, p. 31).

Barraza (2007) nos menciona al menos cinco características que abarca la metodología Kaizen, las cuales son:

Gestionar y/o Administrar con Kaizen a la organización.

Enfocarse a los procesos y no a los resultados.

Primero la calidad y luego todo lo demás.

Hablar con datos.

El proceso siguiente es el cliente (p. 96).

#### **2.2.1.5. Importancia del Kaizen.**

La mejora continua es muy importante para la implementación de este método en la organización, ya que ayuda a mejorar las debilidades identificadas que afectan a determinados indicadores, convirtiéndolos en fortalezas de la organización. Como buena práctica de mejora o mejora continua Kaizen dentro de la empresa, se busca incrementar la producción y estandarizar los parámetros de gestión utilizados. Es importante que todo el personal de la organización debe estandarizar las actividades operativas para reducir la variabilidad del producto y realizar las tareas encomendadas de manera más efectiva. Es necesario implementar fases y procedimientos a todos los empleados, capacitar la

implementación y tener los talentos y métodos apropiados. (Medina Cavero, 2018, p. 31).

#### **2.2.1.6. Ventajas de la metodología Kaizen.**

Las ventajas de la metodología del Kaizen son numerosas, pero a continuación mostramos algunas:

La utilización del Kaizen permite realizar cambios con suavidad en los equipos. Por lo tanto, los miembros de la empresa no estarán bajo una gran presión por los cambios, porque la iniciativa para esto proviene principalmente de los operadores de la empresa. Por tanto, son más fáciles de aceptar y, a medida que los empleados los reconocen, se sienten más motivados para ponerlos en práctica.

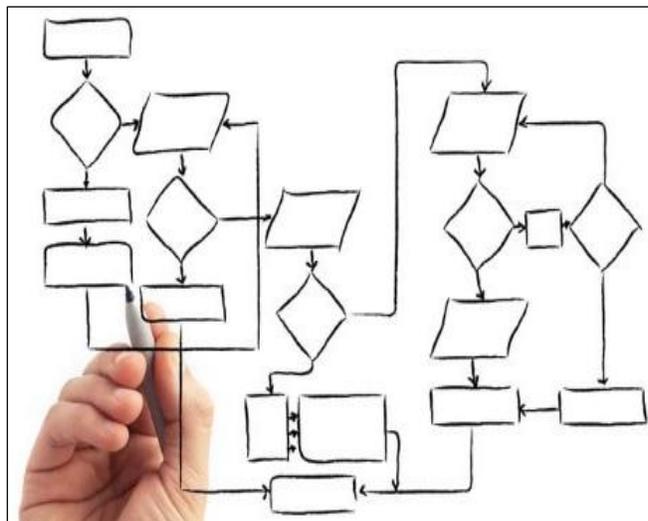
Las mejoras realizadas a nivel laboral aumentan la motivación del equipo involucrado. Este nuevo entusiasmo se puede inyectar en la nueva sesión de lluvia de ideas de mejora de Kaizen. Hay que recordar que el concepto Kaizen produce la llamada mejora "continua", que requiere una reflexión cada día para mejorar los procedimientos y productos.

Kaizen proporciona resultados rápidamente. Los equipos que prueban directamente pequeñas mejoras comprobarán rápidamente su relevancia, reduciendo así el riesgo de implementar máquinas o software nuevo.

Finalmente, Kaizen puede responder a la competencia, por lo que puede satisfacer las necesidades de competitividad de la empresa. Además, no necesita gastar mucho dinero o una gran inversión para lograr sus objetivos. (Dellers, 2016).

### 2.2.1.7. Herramientas Básicas.

**El Diagrama de Flujo o Flujograma:** Debido al uso de esta herramienta, en la que se muestra una serie de pasos a seguir para conseguir un producto teniendo un inicio y final, permite visualizar todo el proceso. Es decir, el propósito de esta herramienta es expresar gráficamente varias operaciones de un proceso específico, de manera de establecer una guía ordenada durante el proceso de ejecución. (Medina Cavero, 2018, p. 34)



*Figura 8. Flujo Grama.*

*Fuente: Qualiex Blog de la Calidad.*

**Hoja de comprobación:** También llamadas tablas de control, listas de verificación o checklist. Suelen estar en formato de tabla o lista. Los operadores asignados a esta tarea los utilizan para simplificar y agilizar el proceso de recopilación de datos (López Lemos, 2016).

Diligenciado por				Total por tipo de reparación
Fecha				○
Lugar				⊕
Proceso				⊗
Hoja #				△
Técnico / Semana	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Total de reparaciones
Técnico 1				
Técnico 2				
Técnico 3				
Total reparaciones				

Figura 9. Hoja de Comprobación.  
Fuente: IE Ingenio Empresa.

**Diagrama causa-efecto o diagrama de Ishikawa:** Es una técnica que puede identificar y clasificar ideas e información relacionada con la causa del problema. De todas estas herramientas, es la única realmente creada por Kaoru Ishikawa. En esta figura, partiendo de cuatro o cinco categorías principales, se identifican las posibles causas de posibles problemas, aunque pueden ser diferentes, dependiendo de la decisión del equipo de trabajo. Estas categorías suelen ser: material, personal, máquina, proceso y medio ambiente. (López Lemos, 2016).

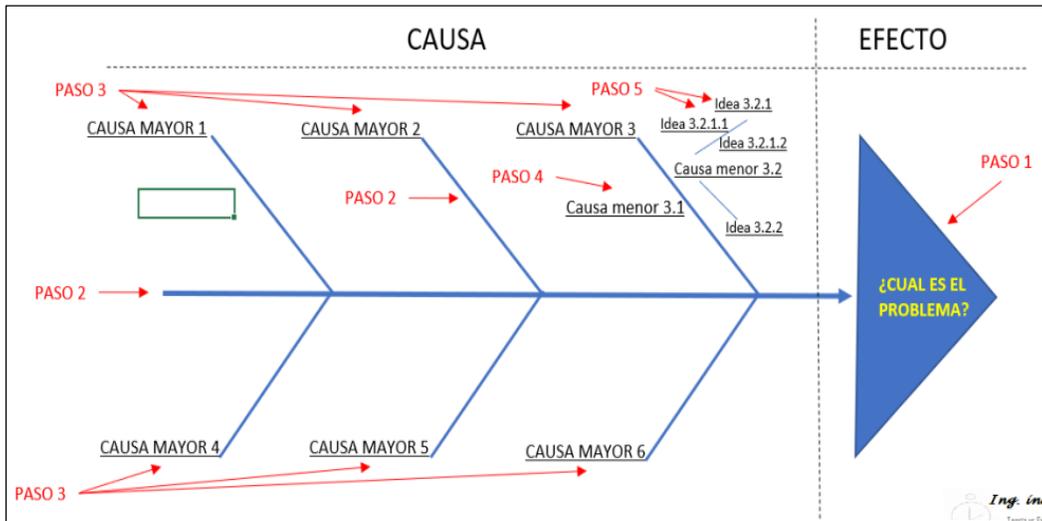


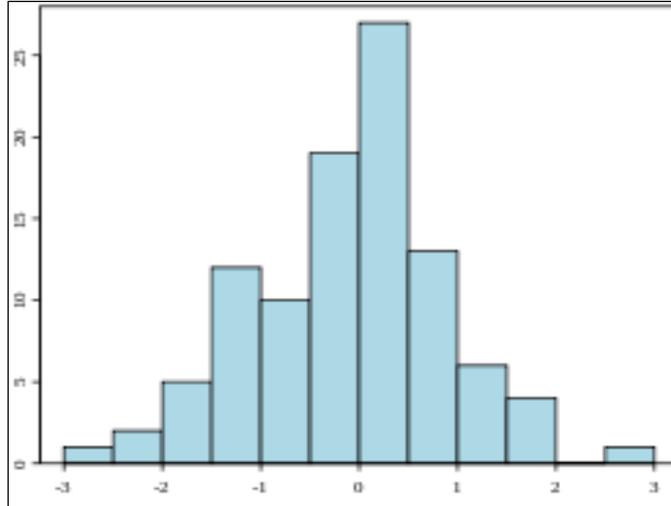
Figura 10. Diagrama causa-Efecto o Diagrama de Ishikawa.  
Fuente: Pagina Web Ingeniería Industrial.

**Gráficas de barras:** Su aplicación en esta herramienta nos permite realizar comparaciones volumétricas de diversos análisis cuantitativos que ocurren en un proceso determinado. Se pueden dibujar barras paralelas vertical u horizontalmente para comparar objetos de investigación verificando su comportamiento a lo largo del tiempo para construir ejes de coordenadas. El primer eje horizontal representará el valor de la variable y se dibujará un segmento de línea vertical para cada valor, y en el segundo eje vertical se utilizará una escala conveniente para representar la frecuencia de cada serie para cada puntaje. Frecuencia marca la altura de cada barra. (Medina Caverro, 2018, p. 34).



Figura 11. Gráfico de Barras.  
Fuente: Pagina Web Universo Formulas.

**Histogramas:** Es probablemente una de las herramientas gráficas más utilizadas en el mundo para mostrar cómo se distribuye un conjunto de datos en particular. Consiste en un conjunto de gráficos de barras verticales, donde cada gráfico de barras muestra la cantidad de datos correspondientes a una categoría en particular. Junto con la tabla de control, es una herramienta que permite visualizar los datos obtenidos a través de la tabla de control y realizar un análisis preliminar del comportamiento del proceso que se está siguiendo. (López Lemos, 2016).



*Figura 12.* Histograma.  
*Fuente:* Pagina Web Wikipedia

**Diagrama de dispersión:** Una de las herramientas gráficas más utilizadas en el mundo, que se utiliza para mostrar la distribución de un conjunto de datos específico. Se aplica a todas las áreas de negocio y a todo tipo de actividades desde presentaciones empresariales hasta grupos de mejora. Consiste en un conjunto de gráficos de barras verticales, donde cada gráfico de barras muestra la cantidad de datos correspondientes a una categoría en particular. Cuando se utiliza con un gráfico de control, es una herramienta que puede visualizar los datos obtenidos a través de la tabla de control y realizar un análisis preliminar del comportamiento del proceso que se está siguiendo. (Medina Cavero, 2018, p. 36).

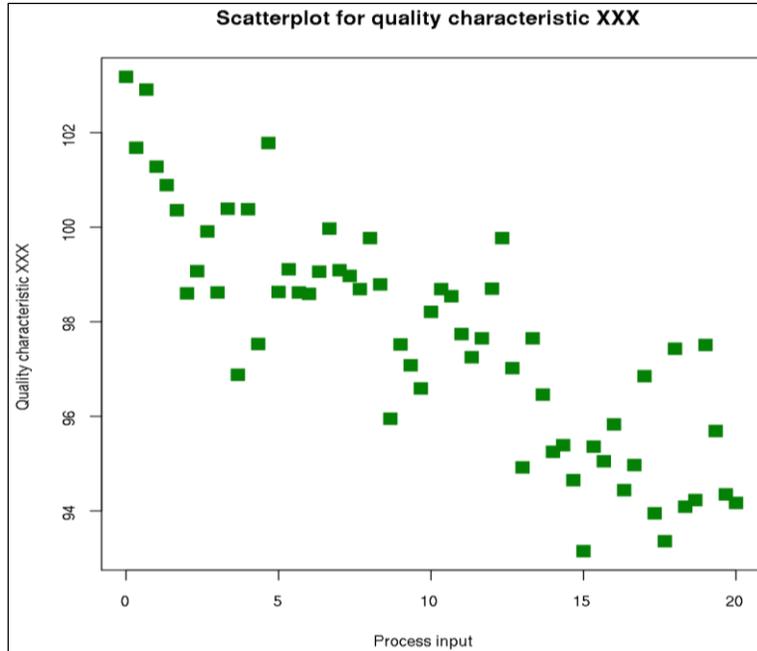


Figura 13. Diagrama de Dispersión.  
Fuente: Pagina Web Wikipedia

**Gráfica o Carta de control:** Son representaciones gráficas de procesos continuos, con las características de calidad de múltiples variables dentro de un período de tiempo determinado, se determinan tendencias para facilitar el análisis para mejorar el proceso, y se pueden medir y explicar después de la implementación. El propósito de esta herramienta es mapear información según los límites superior e inferior de un proceso específico, y tomar medidas cuando se superen los dos límites previamente determinados por la organización, y considerar la mejora del proceso. (Medina Cavero, 2018, p. 37).

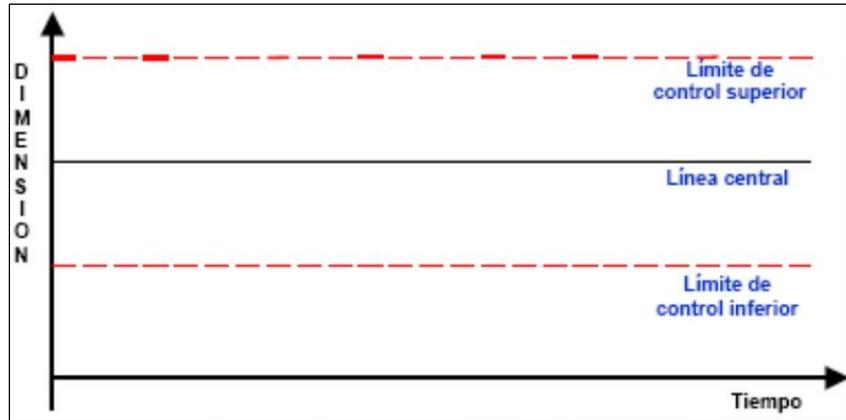


Figura 14. Gráfico o Carta de Control.  
 Fuente: Cartas de Control de Norvil Rojas Coronel

### 2.2.1.8. La calidad y su historia.

En las primeras décadas del siglo XX, el concepto de calidad surgió en los Estados Unidos, se difundió en Japón en la década de 1950 y se extendió por todo el mundo en la década de 1980.

Desde el origen de la civilización humana, la calidad siempre ha sido un elemento inseparable de todas las actividades creadas por el hombre. En el proceso de evolución humana, sabe controlar la calidad de los productos, es decir, puede elegir y consumir productos inocuos para su propia salud. De igual forma, fabrican y desarrollan armas que les permitan cazar, mejorando así el diseño y la calidad de sus principales actividades, así como la satisfacción de la construcción de viviendas y la confección de indumentaria.

En la Edad Media hubo aprendices y gremios, a través del conocimiento profundo de los artesanos, sus productos y sus clientes, los

artesanos se convirtieron en guías e inspectores comerciales. En el siglo XVII, la aparición del primer lote de fábricas determinó cambios en la producción y los talleres dieron paso a la producción en masa, creando así ciudades. Los artesanos principales se trasladan a las ciudades; aparecen los comerciantes, que compran las obras de los artesanos y luego las comercializan. Por tanto, la necesidad de mejorar la calidad del proceso y la supuesta necesidad de requerir funciones de inspección son los elementos básicos del proceso productivo que realiza el operador. (Guerrero López, 2018, págs. 29,30).

En 1960, estos sistemas participativos se empezaron a poner en práctica en las empresas japonesas. (Palom Izquierdo, 1991, pág. 32).

- **Puntos focales de los círculos de calidad.**

El propósito de los Círculos es incrementar la participación y satisfacción de los empleados de la empresa, algunas metas operativas no pueden ser ignoradas. Estos puntos focales específicos a los que apunta el círculo son:

**Calidad:** Se puede decir que es el gran objetivo del círculo, porque les dio un "apellido". En un mercado cada vez más competitivo, los clientes tienen un mayor nivel de educación y demanda, y la calidad es el tema central de la mayoría de las empresas. El sistema de control de calidad tradicional no es suficiente. Hoy en día, es necesario integrar y colaborar estrechamente con todo el personal involucrado en el proceso de producción.

Los objetivos de calidad deben asumirse en un sentido amplio y no se limitan a los procesos de fabricación y producción. Es necesario comprender el concepto de calidad general y buscar una mayor calidad en ventas, administración, compras, almacenes, etc.

**Productividad:** Los círculos pueden ayudar a las empresas a aumentar la productividad en varios campos en un sentido más amplio. La productividad es quizás el objetivo más importante del círculo. Este es el resultado final de la correcta expansión de los recursos globales de la empresa, lo que es un indicador confiable de una buena gestión y gestión de todos los recursos.

**Mejora de costes:** Conocer el costo real puede evitar el desperdicio y la mala gestión de los recursos. El círculo de la calidad puede cooperar de manera decisiva para reducir varios costos, incluidos los de administración, comercio y transporte. No cabe duda que este es un objetivo complementario para incrementar la productividad, pero desde otra perspectiva; reducir la cantidad de materias primas, hacer cambios a un precio más económico, simplificar el diseño, cambiar piezas o modificar programas informáticos, buscar un nuevo sistema de gestión para el vendedor ahorra tareas burocráticas, etc.

**Motivación:** Al menos en teoría, hay muchas formas de aumentar la motivación de los empleados. Incentivos económicos, talleres, reuniones, colaboración de altos mandos intermedios e incluso

"dilemas", pero todas estas medidas tienen efectos de duración limitada. Con la ayuda de los círculos de calidad, los empleados pueden estar continuamente motivados, brindarles oportunidades para participar en los objetivos de la empresa y sentirse valiosos por hacer un buen trabajo.

**Integración:** En organizaciones relativamente maduras, suelen caer en la trampa del departamentalismo excesivo. Los trabajadores estaban ansiosos por mantener sus puestos de trabajo, por lo que se refugiaron bajo una especie de cubierta protectora, de modo que, con el tiempo, dos personas que trabajaban en mesas contiguas no supieran nada del trabajo de sus compañeros.

**Los Círculos de Calidad:** Facilitan la destrucción de compartimentos estancos y permiten a sus miembros comprender el trabajo de los demás y comprender mejor sus necesidades y problemas. Este es un objetivo muy importante, especialmente en áreas distintas a la producción, como el trabajo administrativo, porque puede eliminar tareas repetitivas y facilitar el trabajo de otros. (Palom Izquierdo, 1991, págs. 39, 40).

#### **2.2.1.9. Control total de calidad según Kaizen.**

Cuando se trata de calidad, generalmente se refiere a la calidad del producto. Esto está lejos de la verdad, porque para la CTC, lo primero en lo que se debe enfocar es en la calidad de las personas. La difusión de la calidad entre los talentos es siempre fundamental, el argumento es que

una empresa capaz de mejorar la calidad de sus empleados está creando productos de calidad. Imai Masaki mencionó que los tres factores para crear una empresa son el software, el hardware y el "software humano", este último debe realizarse primero. En ausencia de estándares establecidos no se puede decir mejora. La clave es saber en qué medida los procesos de la organización cumplen con los estándares; todos los procesos que involucran a trabajadores, maquinaria y materiales deben tener un estándar de medición, esto es lo más importante para la CTC. Pilar: El enfoque Kaizen siempre ha sido un desafío continuo para los estándares existentes, porque estos estándares deben ser superados y mejorados en base a revisiones y mejoras. (Medina Caverro, 2018, p. 40).

## **2.2.2 Productividad.**

### **2.2.2.1. Definición.**

La productividad es la relación entre producción e insumos. También se puede decir que es la relación entre salida y entrada (salida / entrada), o la relación entre lo que se obtiene y los recursos utilizados para obtenerlo. Si el numerador y el denominador tienen las mismas unidades, la relación se expresa como una razón o porcentaje de productividad. Si las unidades son diferentes, el índice de productividad se expresa como una relación de las dos unidades. (Olavarrieta de la Torre, 1999, p. 49).

La productividad de una persona o equipo, es decir, la cantidad de unidades que producen en un intervalo de tiempo específico (por ejemplo, una hora o un día). Cuanto mayor sea la productividad, más

productos se pueden producir en un tiempo determinado. Cuanto mayor sea la productividad de los recursos, menos tiempo se necesita para completar la tarea. El producto es el recíproco de la productividad y representa la cantidad de cada recurso requerido para realizar la unidad de medida de trabajo; por lo tanto, se expresa como la unidad de tiempo dividida por la cantidad. (Fernando Valderrama, 2019, pág. 74)

#### **2.2.2.2. Importancia de la productividad.**

La importancia de la productividad radica en la correlación entre productividad y nivel de vida. Al respecto, hay dos afirmaciones que no son controvertidas.:

Cualquier aumento de los salarios se convertirá en inflación si no va acompañado de un aumento correspondiente en la productividad.

Hay una forma sencilla y lamentable de incrementar la productividad, y es provocar inflación. La inflación reduce el valor real de los salarios, por lo que, al producir los mismos salarios, los trabajadores pueden aumentar la productividad. (Olavarrieta de la Torre, 1999, p. 50).

#### **2.2.2.3. Medición de la productividad.**

Según la definición de productividad, para medirla basta con conocer el valor correspondiente al producto producido y el valor del insumo utilizado. Al dividir el valor de la producción por el valor de los insumos, podemos medir la productividad alcanzada. Esto está limitado por el tiempo, que puede durar hasta un año o según sea necesario. Si estás interesado en medir parte de la productividad de ciertos insumos, debes

medirla con una frecuencia adecuada para obtener una retroalimentación inmediata para que puedas tomar medidas para mantener un buen nivel de productividad o incrementar. (Olavarrieta de la Torre, 1999, p. 54).

#### **2.2.2.4. Tipos de productividad.**

**Productividad Parcial:** Es la relación entre la cantidad de producción y el tipo de insumo único. Algunas medidas o indicadores de productividad tienen las siguientes características:

Indicadores de productividad de la tierra.

Indicadores de productividad del trabajo.

Indicadores de productividad del capital. (Medina Caveró, 2018, p. 44).

**Productividad total:** Es la relación entre la productividad neta y la suma relativa de insumos, trabajo y capital. La productividad total relaciona la producción de una empresa con un conjunto de factores de producción o insumos utilizados en el proceso de producción. (Medina Caveró, 2018, p. 45).

**Productividad de los factores:** Es una medida de la producción real producida por una empresa utilizando una determinada cantidad de insumos. Cuando hay múltiples productos e insumos, el índice de la suma ponderada de productos en relación con la suma ponderada de insumos se utilizará para calcular el índice de productividad total de los factores. En términos generales, las ponderaciones son la participación en los costos de los insumos y la participación en los ingresos de los productos. (Medina Caveró, 2018, p. 46).

### **2.2.3. La Aplicación de la metodología Kaizen en la Productividad.**

Mejora de la productividad Kaizen se encuentra en el nivel de mejora de la productividad. De esta manera, una cadena de producción puede estar saturada en diferentes lugares, incluidos lugares no productivos, o incluso líneas de producción muy lentas. En este caso, se pueden considerar muchas herramientas. El SMED surge de un antagonismo y tiene como objetivo reducir el tiempo dedicado a reemplazar las herramientas necesarias para comenzar a producir otro producto. Esto dio origen al método Kaizen, porque la mejora de la productividad requiere de la reflexión conjunta y profunda del equipo para analizar y racionalizar este tipo de operaciones. También podemos utilizar otra herramienta, a saber, "justo a tiempo" o JAT. Con este método, todos los productos sin terminar deben estar terminados y todas las piezas deben llegar a la cadena de fabricación en el momento y lugar correctos, evitando así las interrupciones de fabricación causadas por piezas faltantes y evitando que esperen Producción de inventario en masa. (Dellers, 2016).

La Metodología Kaizen también se puede utilizar o aplicar en:

La gestión de la calidad Kaizen aspira a centrarse en la mejora de la calidad en una cadena de producción, algo indispensable para sacar ventaja a sus competidores y conservar su clientela. En el modelo de calidad total (Total Quality Management, TQM), utilizado por el método Kaizen, todos los empleados se implican con el fin de aproximarse a la calidad perfecta, lo que llamamos cero defectos. (Dellers, 2016).

Mejora de las condiciones de trabajo permite mejorar las condiciones de

trabajo a los obreros y de los empleados optimizando principalmente su entorno profesional. Se trata de una aplicación en estrecha relación con los precedentes, puesto que los cambios relativos a los puestos de trabajo influyen y mejoran a menudo la productividad y/o la calidad. Además, trabajar en este sentido permite en lo particular, motivar al máximo a los equipos y reducir los riesgos de accidente. El método de las 5S, que también proviene del toyotismo, responde a esta preocupación, puesto que puede aplicarse directamente en el lugar de trabajo de los empleados y obreros: seiri (intentar), seiton (guardar), seiso (limpiar), seikesu (ordenar) y shitsuke (ser riguroso). (Dellers, 2016).

Reducción de costes, es la última aplicación del Kaizen concierne a la reducción de los costes de fabricación. Deriva de las mejoras aportadas en el marco de una de las tres primeras aplicaciones desarrolladas previamente. (Dellers, 2016).

## **CAPITULO III: METODOLOGIA**

### **3.1. Enfoque, alcance y diseño.**

El estudio presenta un enfoque cuantitativo, porque su recolección de datos es cuantitativa y por observación directa, mediante los reportes del área de producción, calidad, planeamiento y control de proyectos, como también los reportes de productividad diaria, de donde se determina los procesos que presentan problemas y que son denominados críticos, el cual impiden el avance normal en los trabajos. En cuanto al alcance, es una investigación de tipo descriptiva, ya que los procesos críticos serán evaluados y se analizarán para lograr un cambio en ellos y lograr una mejora. El diseño es no experimental y transversal, no experimental permite observar los fenómenos investigados con su contexto natural, y transversal porque recolectan los datos en un momento determinado (Clemente Capcha, 2019, p. 16).

### **3.2. Matrices de alineamiento.**

#### **3.2.1. Matriz de Consistencia.**

**Tabla 1.**  
**Matriz de Consistencia**

<i>Problema</i>	<i>Objetivos</i>	<i>Variables</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Metodología</i>
<p><b>General:</b></p> <p>¿Cómo beneficiaría la implementación de la metodología Kaizen en el proceso de montaje de estructuras de la planta fotovoltaica Cauchari en el año 2020?</p> <p><b>Específicas:</b></p> <p>¿Qué impacto ejercería en el área de calidad la implementación de la metodología Kaizen durante el proceso de montaje de estructuras de la planta fotovoltaica Cauchari en el año 2020?</p> <p>¿Cuál sería el rendimiento obtenido en el área de producción después de la implementación de la metodología Kaizen en el proceso de montaje de estructuras de la planta fotovoltaica Cauchari en el año 2020?</p>	<p><b>General:</b></p> <p>Determinar cómo favorece la aplicación de la metodología Kaizen en el proceso de montaje de estructuras de la planta fotovoltaica Cauchari durante el año 2020.</p> <p><b>Específicas:</b></p> <p>Definir el impacto producido en el área de calidad por la implementación de la metodología Kaizen durante el proceso de montaje de estructuras en la planta fotovoltaica Cauchari en el año 2020.</p> <p>Obtener el rendimiento del área de producción después de la implementación de la metodología Kaizen en el proceso de montaje de estructuras de la planta fotovoltaica Cauchari en el año 2020.</p>	<p>Ciclo de la mejora continua Kaizen</p> <p>Productividad</p>	<p>Planificar</p> <p>Hacer</p> <p>Verificar</p> <p>Actuar</p> <p>Eficiencia</p> <p>Eficacia</p>	<p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Alcance:</b> Descriptivo</p> <p><b>Diseño:</b> No experimental Transversal</p> <p><b>Población:</b> 50 trabajadores</p> <p><b>Muestra:</b> 20 trabajadores</p> <p><b>Técnica:</b> Visual Cuestionario de Preguntas</p> <p><b>Instrumentos:</b> Formato de Cuestionario Formato de Inspección Visual</p>

*Fuente:* Elaboración Propia.

### 3.2.2. Matriz de Operacionalización de variables.

Tabla 2.

Matriz de Operacionalización de Variable.

<i>Variables</i>	<i>Definición conceptual</i>	<i>Definición operacional</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Indicador</i>	<i>Item</i>
<b>Ciclo de la mejora continua Kaizen</b>	Kaizen es una estrategia orientada a la satisfacción del cliente; a la gente y la cultura de la empresa; involucra a los ejecutivos, que deben convertirse en líderes de cambio; establecer la calidad, el costo y el tiempo de entrega como objetivos de la empresa, y entender para mejorar la eficiencia. Involucrar a todas las áreas como el diseño, producción, suministro, control, para la atención al cliente y auditoría de calidad. Kaizen implica la forma de pensar, la forma de trabajar. (González Gaya & Domingo Navas, 2013).	El ciclo PHVA (planificar, hacer, verificar y actuar) de mejora continua al implementarse en un proyecto ayudará que se tenga una propia cultura de mejorar, el cual se debe hacer algo habitual en el proyecto	Planificar	Desviación de tiempos	Utilización de carta balance para medir las desviaciones de tiempo
			Hacer	Mejora de procesos	Seguimiento de la matriz de desviaciones y seguimiento a las NCR y QSR que se dieron en el proyecto
			Verificar	Cumplimiento	De los informes semanales de producción el cumplimiento del 3week
<b>Productividad</b>	La productividad es la relación entre producción e insumos. También se puede decir que es la relación entre salida y entrada o la relación entre lo que se obtiene y los recursos utilizados para obtenerlo. Si el numerador y el denominador tienen las mismas unidades, la relación se expresa como una razón o porcentaje de productividad. Si las unidades son diferentes, el índice de productividad se expresa como una relación de dos unidades. (Olavarrieta de la Torre, 1999, p. 49).	La productividad nos permite mejorar los procesos de cada actividad que tiene cada proyecto, donde se toma en cuenta la eficiencia y la eficacia que se tiene en el proyecto para poder tomar decisiones.	Actuar	Acciones correctivas de mejora continua	Matriz de análisis de resultados
			Eficiencia	$((\text{Resultado alcanzado}/\text{costo real}) * \text{Tiempo invertido}) / ((\text{Resultado previsto}/\text{costo previsto}) * \text{Tiempo previsto})$	Nivel de ejecución de la actividad en observación según los informes de desempeño.
			Eficacia	$(\text{Resultado alcanzado} * 100) / (\text{Resultado previsto})$ .	Verificación del logro de los resultados propuestos según el porcentaje de actividades cumplidas PAC.

Fuente: Elaboración Propia.

### **3.3. Población y Muestra.**

En la presente investigación, la población está conformada por los trabajadores que están laborando en la planta fotovoltaica Cauchari I, II y III ubicado en la ciudad de Jujuy de la provincia de San Salvador de Jujuy del país de Argentina. La información será recolectada en forma cuantitativa y el tipo de muestreo es no probabilístico por conveniencia, el cual se eligió a los trabajadores que están involucrados en los procesos de calidad y producción. Las muestras se tomarán con una frecuencia diaria y se consolidarán semanalmente, a lo largo de 10 semanas.

Los criterios para la conformación de las muestras son las siguientes: ser trabajador de la planta fotovoltaica Cauchari I, II, y III, ser trabajador del área de calidad y producción, tener el cargo de supervisor y operario. La muestra será tomada 20 trabajadores que están involucrados directamente en las actividades de calidad y producción.

### **3.4. Técnicas e instrumentos.**

La técnica elegida para la presente investigación cuantitativa es la observación, donde son registros visuales de los hechos o problemas que se tiene en el proceso de cada actividad, y encuestas porque con ellas recopilaremos la información necesaria que nos brindará cada trabajador integrante de la muestra sobre las variables del estudio.

El instrumento aplicado para la observación será con formatos de indicadores de tiempo para cada proceso implicado en el presente estudio, y para las encuestas se realizará con formatos de preguntas claves, el cual nos servirá para averiguar los problemas que se tiene en el proceso sobre las variables de estudio.

**Tabla 3.**

**Técnicas e Instrumentos de Recojo de Información.**

<i>Técnicas</i>	<i>Instrumentos</i>
<b>Observación</b>	Registros fotográficos Bitácora Carta balance
<b>Recopilación de datos</b>	Informes semanales de avance Matriz de desviaciones de calidad Matriz de recurrencias de desviaciones
<b>Análisis de información</b>	Porcentaje de avance
<b>Encuesta de satisfacción</b>	Registro de encuesta Test Indicadores de satisfacción

*Fuente:* Elaboración Propia.

**3.5. Aplicación de instrumentos.**

Para recoger la información se realizaron las siguientes actividades:

Se gestionó el permiso correspondiente con el gerente de proyecto.

Se envió una invitación a los jefes del área de construcción, calidad y logística para su colaboración en la investigación.

Se aplicaron los instrumentos el primer trimestre del 2019.

El primer mes del segundo trimestre se realizó los análisis de resultados para su divulgación.

#### **CAPITULO IV: RESULTADOS Y ANALISIS.**

El presente trabajo de investigación busca incrementar la productividad en el proceso de montaje de estructuras mecánicas.

Para alcanzar la productividad deseada, se tuvo que recolectar información y analizarla para poder lograr identificar las causas que afectan el cumplimiento del cronograma y las metas semanales de avance, mediante la utilización de las herramientas de calidad.

Las áreas implicadas de forma directa en dicho proceso son el área de producción y calidad.

A continuación de se mostrará los resultados de búsqueda de información y el análisis a base de esta.

**PROGRAMACION DE ACTIVIDADES - MONTAJE DE ESTRUCTURAS**

Descripción de la Actividad	Und	Metrado Total	Horas Hombre Total	Ejecutado		Por ejecutar		Mes de Programacion											
				Horas Hombre parcial	%	Horas Hombre parcial	%	Oct. 2019	Nov. 2019	Dic. 2019	Ene. 2020	Feb. 2020	Mar. 2020	Abr. 2020	May. 2020	Jun. 2020	Jul. 2020	Ago. 2020	
								Del 01 al 31	Del 01 al 30	Del 01 al 31	Del 01 al 31	Del 01 al 29	Del 01 al 31	Del 01 al 30	Del 01 al 31	Del 01 al 30	Del 01 al 31	Del 01 al 31	Del 01 al 31
<b>PLANTA FOTOVOLTAICA CAUCHARI I, II Y III</b>																			
<b>MONTAJE DE ESTRUCTURAS</b>																			
<b>CAUCHARI I - II - III</b>																			
Colocacion de Pilares	und	134,400	13,440	3,800	28.3%	9,640.0	71.7%	Program	0	2400	2480	2480	2320	2480	1280				
								Real		2000	1800								
Colocacion e Instalacion de Espadines	und	134,400	23,040	2,850	12.4%	20,190.0	87.6%	Program			3720	3720	3480	3720	3600	3720	1080		
								Real			2850								
Colocacion e Instalacion de Rocking Unit	und	134,400	23,040	2,500	10.9%	20,540.0	89.1%	Program			3120	3720	3480	3720	3600	3720	1680		
								Real			2500								
Colocacion e Instalacion de Vigas de soporte	und	53,760	26,880	0	0.0%	26,880.0	100.0%	Program				2400	4740	4960	4800	4960	4800	220	
								Real											
Colocacion e Instalacion de Paneles Solares	und	967,680	16,800	0	0.0%	16,800.0	100.0%	Program							1920	4960	4960	4960	
								Real											
Colocacion e Instalacion de Sistema de Transmision	und	1,680	6,000	0	0.0%	6,000.0	100.0%	Program										6000	
								Real											

Figura 15. Cuadro de la Programación de Actividades Correspondiente al Montaje de Estructuras.  
Fuente: Elaboración Propia.

Programacion Fisica	total	0	2400.0	9320	12320	14020	14880	15200	17360	12520	5180	6000
Programacion Fisica	%	0.0%	2.2%	8.5%	11.3%	12.8%	13.6%	13.9%	15.9%	11.5%	4.7%	5.5%
Programacion Fisica acumulado	total	0	2400	11720	24040	38060	52940	68140	85500	98020	103200	109200
Programacion Fisica acumulado	%	0.0%	2.2%	10.7%	22.0%	34.9%	48.5%	62.4%	78.3%	89.8%	94.5%	100.0%

Avance Fisico Real	total	0	2000	7150	0	0	0	0	0	0	0	0
Avance Fisico Real	%	0.0%	1.8%	6.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Avance Fisico Real acumulado	total	0	2000	9150	0	0	0	0	0	0	0	0
Avance Fisico Real acumulado	%	0.0%	1.8%	8.4%								

Figura 16. Cuadro de la Programación de Actividades Correspondiente al Montaje de Estructuras.  
Fuente: Elaboración Propia

En la figura N°15 se evidencia que en el mes de diciembre se tenía un avance programado de un porcentaje de 10.7 y un avance real del 8.4.

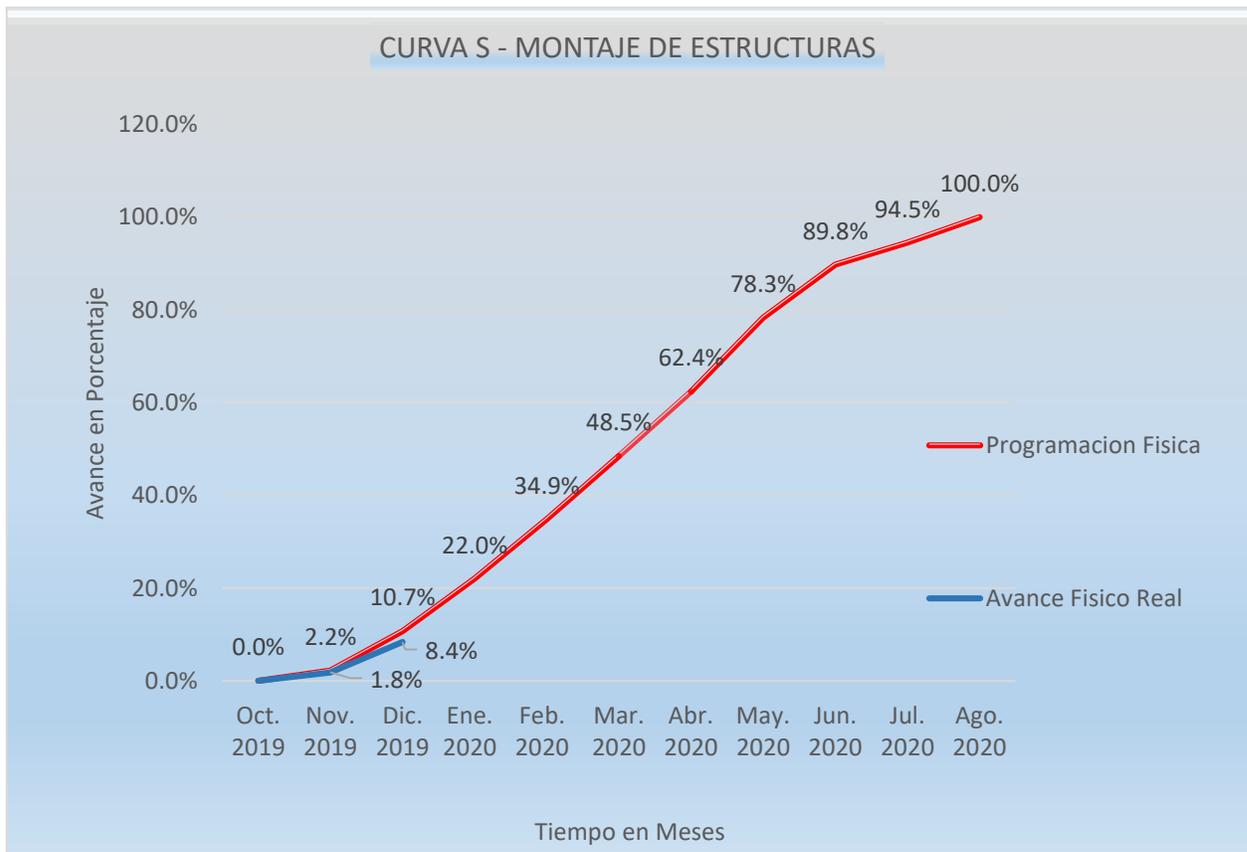


Figura 17. Curva S de Actividad de Montaje de Estructuras.  
Fuente: Elaboración Propia.

Según las figuras N°15 y N°16 se evidencia que al segundo mes de ejecución del proceso de montaje de estructuras se tiene un porcentaje de atraso de 21.49, con respecto entre el avance real y el avance programado.

Según el área de calidad se tenía lo siguiente:

**Tabla 4.**

**Tiempo Perdido en una Semana por cada Actividad del Área de Calidad.**

<i>Item</i>	<i>Actividad</i>	<i>Tiempo de evaluación</i>	<i>Tiempo programado (segundos x paquete)</i>	<i>Tiempo real (segundos x paquete)</i>	<i>Variación</i>	
					<i>Tiempo</i>	<i>%</i>
1	Verificación y control de espesores de pintura		480	630	150	31.25%
2	Verificación y control de adherencia de pintura	Semana N°1	360	525	165	45.83%
3	Verificación y control de acabado superficial		300	460	160	53.33%
<b>Total</b>			<b>1140</b>	<b>1615</b>	<b>475</b>	<b>41.67%</b>

*Fuente:* Elaboración Propia.

En el proceso del montaje de estructuras se tuvo que realizar actividades como la verificación de calidad de los materiales que se utilizaban en el proceso. Estas verificaciones se tenían que realizar de acuerdo a tiempo programado para poder evitar atrasos y cumplir con los tiempos establecido en la ejecución del proceso de montaje de estructuras.

En el cuadro N°04 se evidencia la variación de tiempo que tuvo cada actividad que realizaba el área de calidad al momento de la llegada de cada material. Se indica que cada paquete es de 100 und.

A continuación, se muestra el cuadro N°05 donde se evidencia la variación total que se tuvo en las 10 semanas de observación:

**Tabla 5.**

**Tiempos Programado vs Real de las Actividades del Área de Calidad.**

Semana	Tiempo programado (segundos x paquete)	Tiempo real (segundos x paquete)	Variación	
			Tiempo	%
1	1140	1615	475	41.67%
2	1140	1590	450	39.47%
3	1140	1625	485	42.54%
4	1140	1650	510	44.74%
5	1140	1645	505	44.30%
6	1140	1640	500	43.86%
7	1140	1680	540	47.37%
8	1140	1570	430	37.72%
9	1140	1595	455	39.91%
10	1140	1605	465	40.79%
<b>Total</b>	<b>11400</b>	<b>16215</b>	<b>4815</b>	<b>42.24%</b>

Fuente: Elaboración Propia.

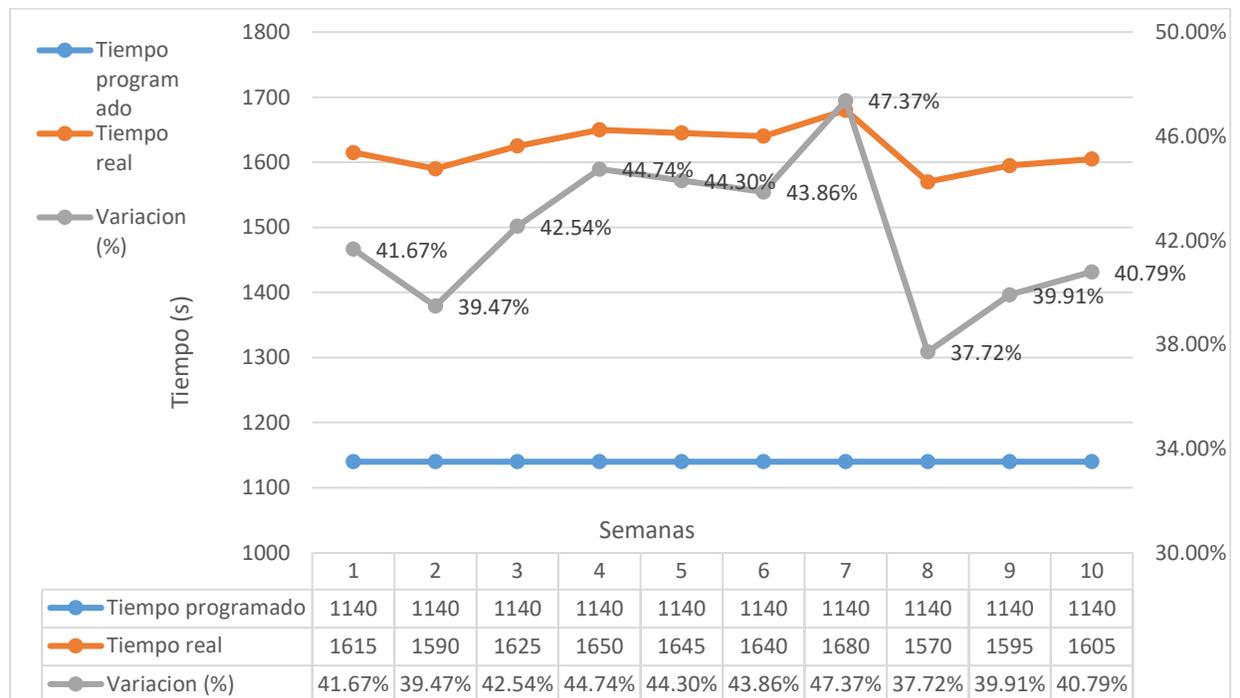


Figura 18. Gráfico de Tiempo Programado vs Tiempo Real.

Fuente: Elaboración Propia

#### **4.1. Resultados.**

De acuerdo al atraso evidenciado en la Curva S (figura N°17) y el tiempo perdido en las actividades de calidad (tabla N°05), se procede aplicar las herramientas de calidad, el cual nos permitirá encontrar las causas que hacen que el proceso tenga atrasos en su ejecución.

Se aplicará las siguientes técnicas de calidad:

Diagrama de Ishikawa.

Diagrama de Pareto.

##### **4.1.1. Diagrama de Ishikawa.**

Con esta técnica se pudo evidenciar los problemas o causas que tenía el proceso de montaje de estructuras para que se ejecute de manera normal y no tenga atrasos y variaciones en su tiempo de ejecución.

Se encontraron problemas con respecto a la mano de obra, materiales, maquinarias, producción, logística y calidad.

Debido a la baja productividad que tiene el proceso de montaje de estructuras se realizó la técnica, el cual se muestra a continuación:

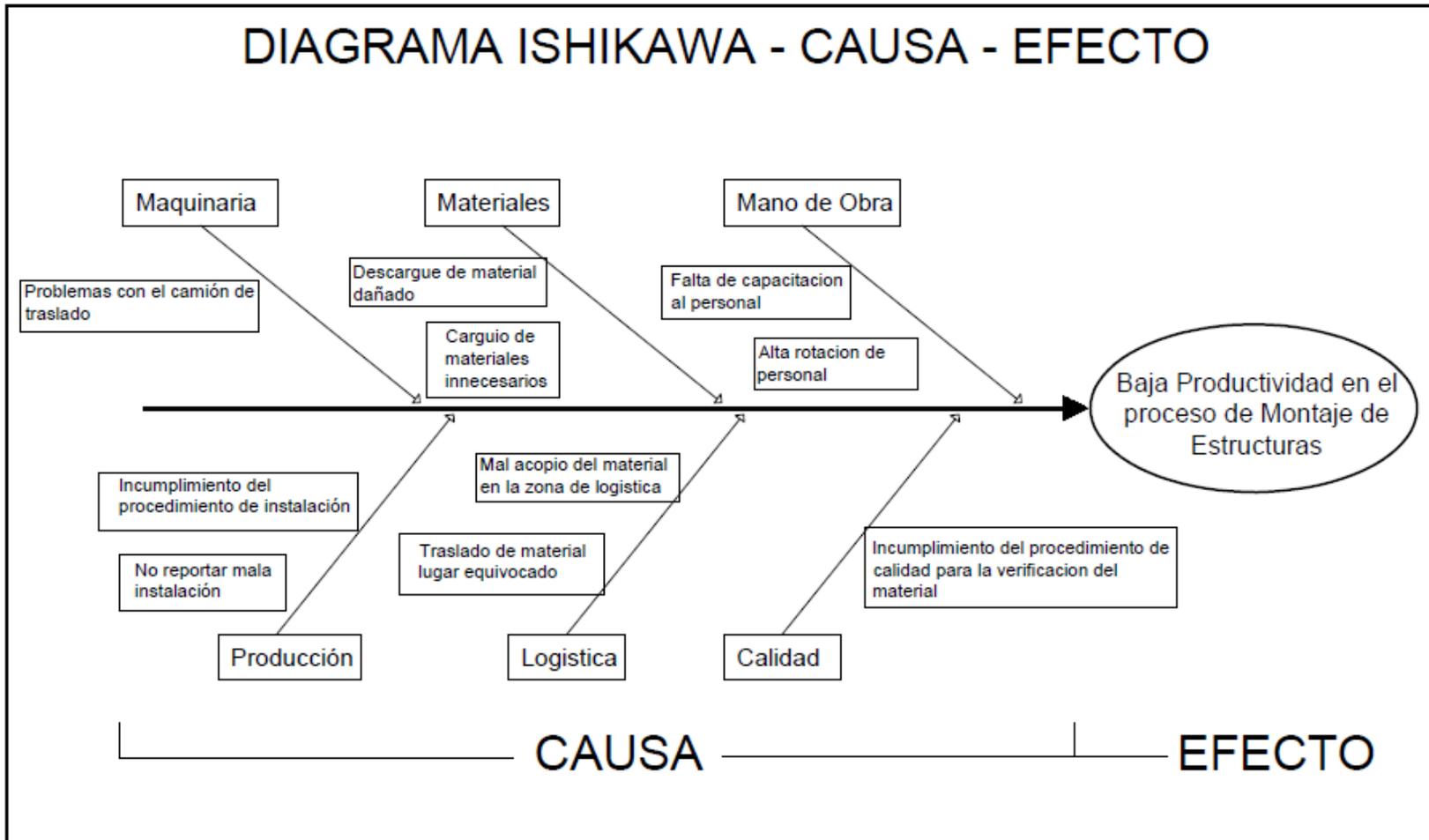


Figura 19. Diagrama Ishikawa – Causa Efecto.  
 Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.1.1. Diagrama de Pareto

Esta técnica se aplicó una vez encontrado las causas que determinaban la baja productividad en el proceso de montaje de estructuras, identificando la de mayor incidencia.

**Tabla 6.**

#### Ocurrencias de los Problemas Identificados en el Proceso.

<i>Item</i>	<i>Zona de trabajo – Área involucrada</i>	<i>Problemas</i>	<i>Ocurrencia</i>	<i>%</i>	<i>Acumulación %</i>
1	Calidad	Incumplimiento del procedimiento de calidad para la verificación del material	49	18%	18%
2	Calidad – Producción	Incumplimiento del procedimiento de instalación	46	17%	35%
3	Producción – Calidad	No reportar mala instalación	40	15%	50%
4	Logística	Mal acopio del material en la zona de logística	38	14%	64%
5	Logística	Descargue de material dañado	22	8%	72%
6	Logística – Calidad	Falta de capacitación al personal	20	7%	80%
7	Producción	Alta rotación de personal	18	7%	86%
8	Producción	Carguio de materiales innecesarios	15	6%	92%
9	Producción	Traslado de material a lugar equivocado	12	4%	96%
10	Producción	Problemas con el camión de traslado	10	4%	100%
			270		

*Fuente:* Elaboración Propia.

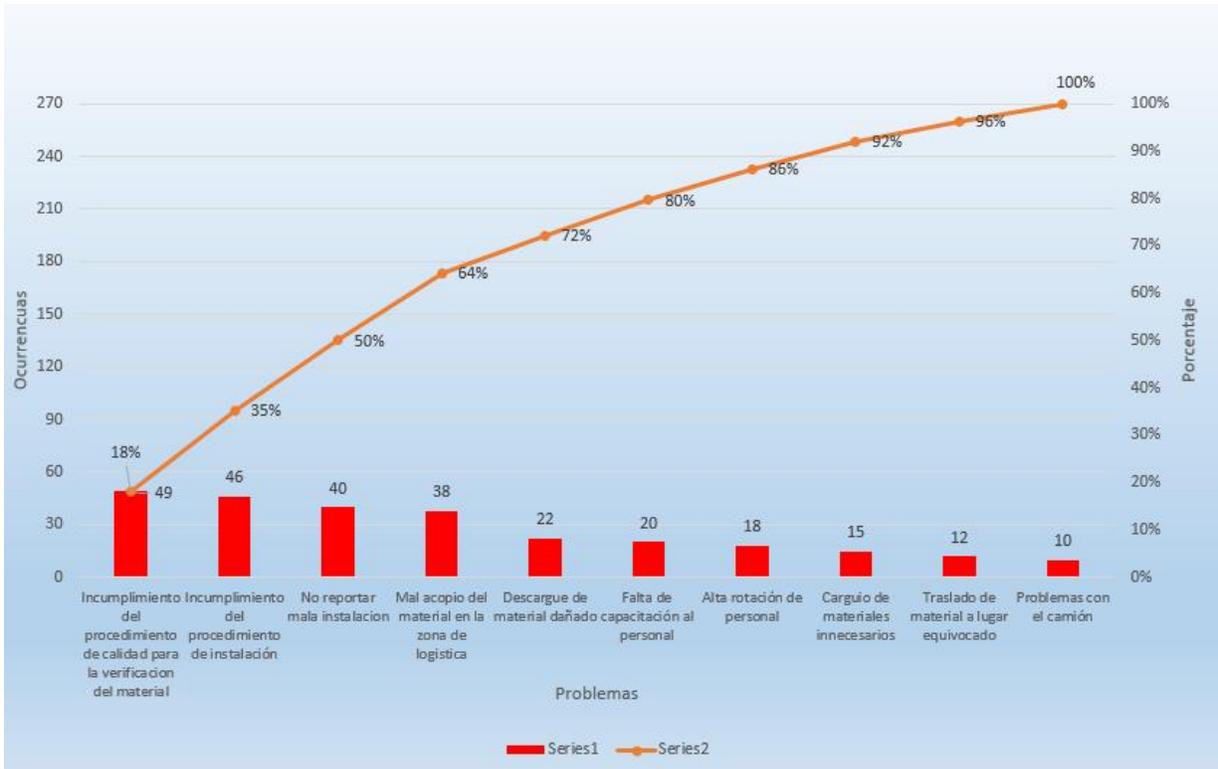


Figura 20. Diagrama de Pareto de Problemas.

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura N°19 se evidencia cuáles son las causas con mayor incidencia que tiene el proceso de montaje de estructuras que impiden que tenga un avance normal en su ejecución.

#### 4.2. Análisis de resultados.

A continuación, se muestra el cuadro N°07, donde se indica las acciones de mejora para cada problema y de acuerdo también al sector o área involucrada.

**Tabla 7.****Acciones de Mejora para los Problemas Identificados.**

<i>Item</i>	<i>Zona de trabajo - Área involucrada</i>	<i>Problemas</i>	<i>Acción de mejora</i>
1	Calidad	Incumplimiento del procedimiento de calidad para la verificación del material	Se realizará las capacitaciones necesarias al personal de calidad
2	Calidad - Producción	Incumplimiento del procedimiento de instalación	- Se realizará las capacitaciones necesarias sobre el manual de instalación al personal de producción - Se realizará una prueba en campo de la instalación de los materiales
3	Producción - Calidad	No reportar mala instalación	Se realizará las capacitaciones necesarias al personal de producción - Se dispondrá de un personal exclusivamente para este problema
4	Logística	Mal acopio del material en la zona de logística	Se realizará un mapa de distribución de espacios para cada material diferente
5	Logística	Descargue de material dañado	Se dispondrá de personal especializado para la supervisión de la descarga - Se realizarás las capacitaciones necesarias al personal operador de maquinaria.
6	Logística – Calidad	Falta de capacitación al personal	Se realizarán capacitaciones generales para todas las áreas
7	Producción	Alta rotación de personal	Se establecerá un adecuado sistema de descansos y se aumentará el personal para no perjudicar el proceso
8	Producción	Carguio de materiales innecesarios	Se entregará al personal de carguío un requerimiento de materiales con una programación de 1 semana por delante
9	Producción	Traslado de material a lugar equivocado	Se entregará al personal de carguío un mapa donde indique la ubicación exacta de cada material requerido
10	Producción	Problemas con el camión de traslado	Se realizará un plan de acción preventiva para los vehículos de reparto de material

*Fuente:* Elaboración Propia.

## **CAPITULO V: PROPUESTA DE SOLUCION.**

### **5.1. Propósito.**

La propuesta de solución de la investigación abarca los resultados de los objetivos expuestos anteriormente, lo cual es incrementar la producción, definir el impacto en el área de calidad y obtener un buen rendimiento en el proceso de montaje de estructuras de la Planta Fotovoltaica Cauchari, durante el año 2020 por medio de la implementación del método Kaizen.

Cuyo método escogido se basó en sus tres principios; como el Gemba, donde la participación de todos los integrantes de las áreas involucradas en el proceso se hayan en contacto con el proyecto, permitiéndonos dar distintas soluciones o posibilidades a los problemas para obtener una mejora en el sistema.

También se consideró el segundo principio, la experimentación de los procesos donde se realizó las propuestas y se procedió a ejecutarlas, para el final darles seguimiento a las soluciones establecidas y medir sus resultados.

Por último, como tercer principio en basarse en hechos o evidencias se consideró la información presentada en la Tabla N°3.

**Tabla 8.****Técnicas e Instrumentos de Recojo de Información.**

<i>Técnicas</i>	<i>Instrumentos</i>
<b>Observación</b>	Registros fotográficos Bitácora Carta balance
<b>Recopilación de datos</b>	Informes semanales de avance Matriz de desviaciones de calidad Matriz de recurrencias de desviaciones
<b>Análisis de información</b> <b>Encuesta de satisfacción</b>	Porcentaje de avance Registro de encuesta Test Indicadores de satisfacción

*Fuente:* Elaboración Propia.

**5.2. Actividades a realizar.**

A continuación, se presenta los pasos a realizar para la implementación de la metodología Kaizen.

**Tabla 9.****Secuencia de Implementación del Método Kaizen.**

<i>Etapa</i>	<i>Pasos Kaizen</i>	<i>Actividad</i>
<b>Inicial</b>	<b>Paso 1</b>	Selección del proyecto o proceso
		Conformación del equipo
<b>Planear</b>	<b>Paso 02</b>	Meta de recuperación
	<b>Paso 03</b>	Análisis de causa Raíz (5 porque)
	<b>Paso 04</b>	Definición del Plan de Acción
<b>Hacer</b>	<b>Paso 05</b>	Implementación del Plan de Acción y medidas Verificación
<b>Verificar</b>	<b>Paso 06</b>	Elaboración de nuevos estándares Entrenamiento y seguimiento estándar Seguimiento al impacto en la meta, medición de productividad
<b>Mejora continua</b>	<b>Paso 07</b>	Resultados y aprendizaje Definición de planes a futuro y posibilidades de réplicas.

*Fuente:* Elaboración Propia.

### **5.2.1. Selección del proyecto o proceso:**

La implementación de la metodología Kaizen se realizó en el proceso de montaje de estructuras del proyecto “Planta fotovoltaica Cauchari”.

### **5.2.2 Conformación del equipo.**

Para la conformación del equipo se consideró el principio del Gemba, es decir el equipo responsable e involucrado de la implementación evaluó el proceso y se jerarquizó los trabajos según el régimen de estadía dentro del proyecto.

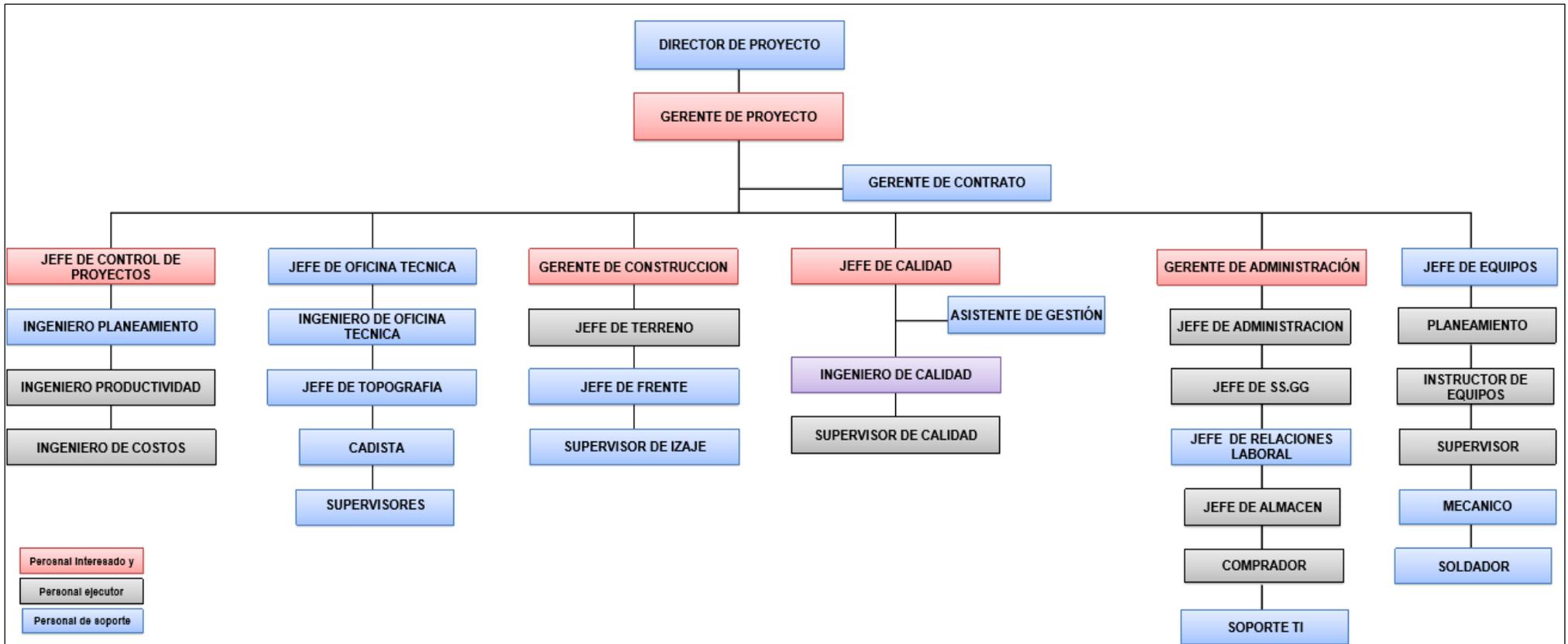


Figura 21. Designación de Roles.

Fuente: Elaboración Propia

### 5.2.3 Meta de recuperación.

**Tabla 10.**

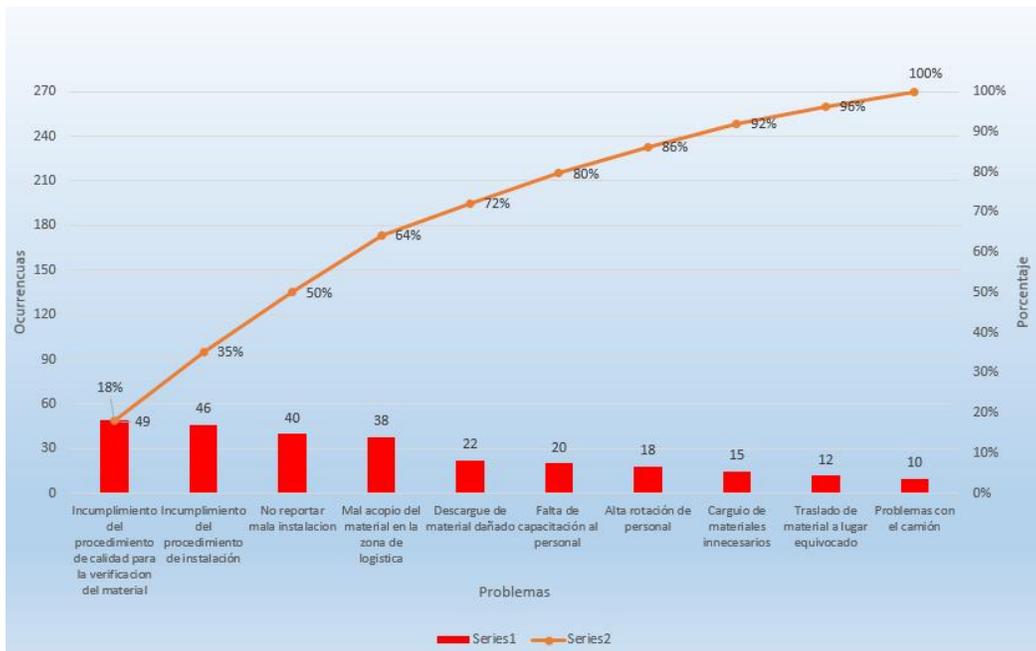
#### Metas de Avance.

<i>Actividad</i>	<i>Metrado</i>	<i>Avance programado %</i>
Colocación de Pilares	134,400	36.31%
Colocación de Espadines	134,400	16.15%
Colocación de Rocking Unit	134,400	16.15%
Colocación de Vigas	53,760	0.00%
Colocación e Instalación de Paneles Solares	967,680	0.00%
Instalación de Sistema de transmisión	1,680	0.00%

*Fuente:* Elaboración Propia.

### 5.2.4 Análisis de causa raíz.

Según el diagrama de Pareto se puede determinar las causas con mayores incidencias como se muestra en la figura N°20. Para esto se atacará la causa con mayor incidencia, “Incumplimiento de procedimiento de calidad para la verificación del material”, aplicando la herramienta de calidad de los “4 Por qué”.



*Figura 22.* Diagrama de Pareto de Problemas.

*Fuente:* Elaboración Propia.

**Tabla 11.**

**Los 4 Por qué. Causas.**

<i>Causa Directa</i>	<i>Por qué 1</i>	<i>Por qué 2</i>	<i>Por qué 3</i>	<i>Por qué 4</i>	<i>Acciones</i>
El personal encargado de la inspección y verificación del material no es suficiente para realizar una efectiva aceptación.	Porque le volumen de inspección de personal designado supera al área de Calidad.	Porque solo hay 1 supervisor especialista en estructuras mecánicas.	Porque no se estimó un personal adicional para la demanda de los trabajos de campo e inspección.	Porque no se dio prioridad al área de Calidad.	Programar la actividad de inspección de los materiales con días de anticipación antes de puesta en campo y solicitar un personal especialista de otra área (Oficina Técnica).
Los materiales trasladados por container, al llegar a puerto, se evidencia dañados en los materiales.	Porque en el despacho no hay un personal que verifique esta actividad en China.	Por falta de organización y prioridad en esta actividad.	Definición de criterios en un inspección para el material.	No se realizó un procedimiento estándar para la aceptación de dichos materiales.	Realizar un procedimiento de aceptación del material. Enviar el personal especialista para la verificación del despacho del material realizar el seguimiento e inspección del material al llegar a puerto hasta el proceso.
Las cajas presentan unas bolladuras.	Las cajas no están diseñadas para soportar los movimientos marítimos durante el transporte.	Porque solo están diseñadas para traslados terrestres.		En su momento no se prestó atención a las cajas de envío.	Cambiar el diseño de las cajas para traslados por vía marítima.
Al momento de descargue y despacho del puerto al proyecto se evidencia daños producidos por los montajistas.	Porque las cajas no se ajustan bien en las cuerdas al ser montadas al tráiler.	Porque no logran una buena manipulación al montaje de las cajas al tráiler.	Porque no se tiene conciencia de lo delicado del material.	No se tiene definidos los criterios de manipulación y montaje del material.	Capacitación del personal de traslado y reinducción de seguridad.

*Fuente:* Elaboración Propia.

## 5.2.5 Plan de Acción

Tabla 12.

### Plan de acción

<b>Estrategia punto de acción</b>	<b>Implementación de la metodología Kaizen</b>
<b>Objetivo ¿Qué pretendo lograr?</b>	Convocar a todos los involucrados en la actividad Establecer un cronograma de actividades Elaborará los documentos y bases requeridas Diseñar indicadores de medición y control Capacitar en el uso de la metodología Comunicar la información con los colaboradores involucrados
<b>Recursos ¿Qué necesito para lograrlo?</b>	Salón de conferencia Oficina administrativa Material y equipo de oficina Computador Impresora Papelería Internet Archivos físicos reportes Cuestionarios Colaborador administrativo
<b>Tiempo</b>	10 semanas
<b>Responsable</b>	Gerente de Proyecto
<b>Observaciones</b>	
<b>Resultados</b>	
<b>¿Se logro el objetivo?</b>	

*Fuente:* Elaboración Propia.

## 5.2.6 Implementación del Plan de acción y medidas

En esta etapa se realizaron y aplicaron las técnicas e instrumentos que se planteó en la etapa de planificación.

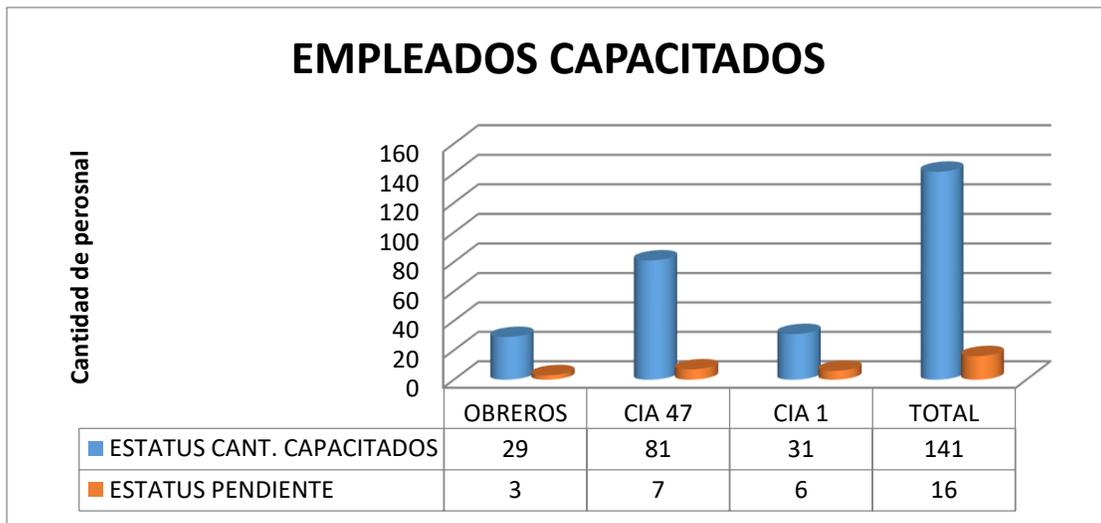
Los instrumentos que se utilizaron son los que se detallan en los Anexos N°01, 02, 03, 04, 05 y 06. Con ello se evidenció las falencias que tiene el proceso de acuerdo a las actividades de calidad y producción.

También se aplicó los siguientes instrumentos para recolección de datos:

- Observación directa.
- La encuesta.

Como primer punto se dará la capacitación de la metodología Kaizen a todos los involucrados e integrantes del proyecto, enfocado en nuestra actividad crítica, siendo el proceso de estructuras metálicas.

En la siguiente imagen se describe la cantidad de empleados capacitados durante el programa, que se llevara en grupos según el orden de intervención del personal en este proceso. Debido que el personal involucrado no solo ejecuta esta actividad y con un retraso en el cronograma de avance se necesita optimizar las demás actividades.



*Figura 23.* Personal capacitado.  
*Fuente:* Elaboración Propia.

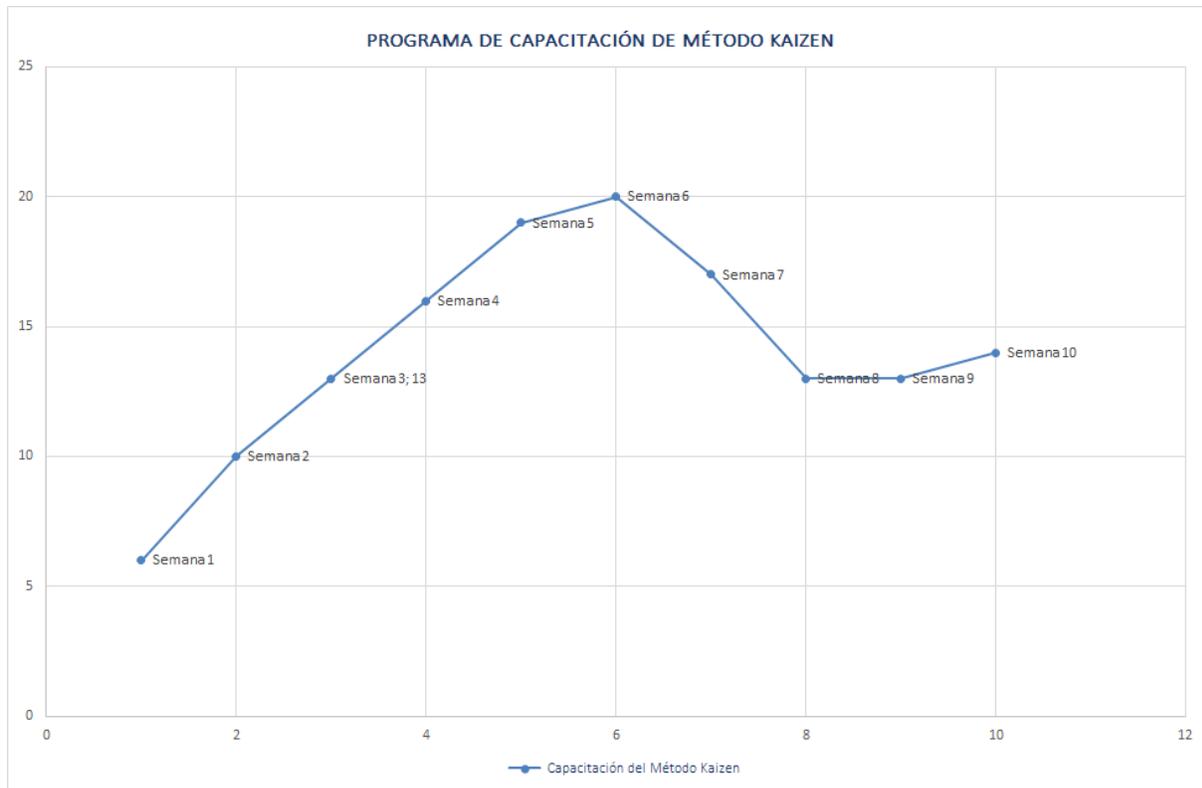


Figura 24. Programa de Capacitación.

Fuente: Elaboración Propia.

### 5.2.7 Verificación

En esta etapa se verificaron las acciones de mejora que se plantearon y realizaron en la etapa anterior, con ello se busca que los problemas que tiene el proceso de montaje de estructuras se minimicen.

A continuación, se muestra el cuadro con la mejora en los tiempos de las actividades de verificación que realizó el área de calidad:

**Tabla 13.****Tiempos Programado vs Real de las Actividades del Área de Calidad.**

<i>Semana</i>	<i>Tiempo programado (segundos x paquete)</i>	<i>Tiempo real (segundos x paquete)</i>	<i>Variación</i>	
			<i>Tiempo</i>	<i>%</i>
1	1140	1220	475	41.67%
2	1140	1190	450	39.47%
3	1140	1205	485	42.54%
4	1140	1225	510	44.74%
5	1140	1240	505	44.30%
6	1140	1215	500	43.86%
7	1140	1200	540	47.37%
8	1140	1160	430	37.72%
9	1140	1180	455	39.91%
10	1140	1175	465	40.79%
<b>Total</b>	<b>11400</b>	<b>16215</b>	<b>4815</b>	<b>42.24%</b>

*Fuente:* Elaboración Propia.

**Tabla 14.****Comparativo del Antes y Después de la Variación de Tiempos en la Verificación de las Actividades del Área de Calidad.**

<i>Semana</i>	<i>Antes</i>	<i>Después</i>
	<i>Variación de tiempos</i>	<i>Variación de tiempos</i>
1	41.67%	7.02%
2	39.47%	4.39%
3	42.54%	5.70%
4	44.74%	7.46%
5	44.30%	8.77%
6	43.86%	6.58%
7	47.37%	5.26%
8	37.72%	1.75%
9	39.91%	3.51%
10	40.79%	3.07%

*Fuente:* Elaboración Propia.

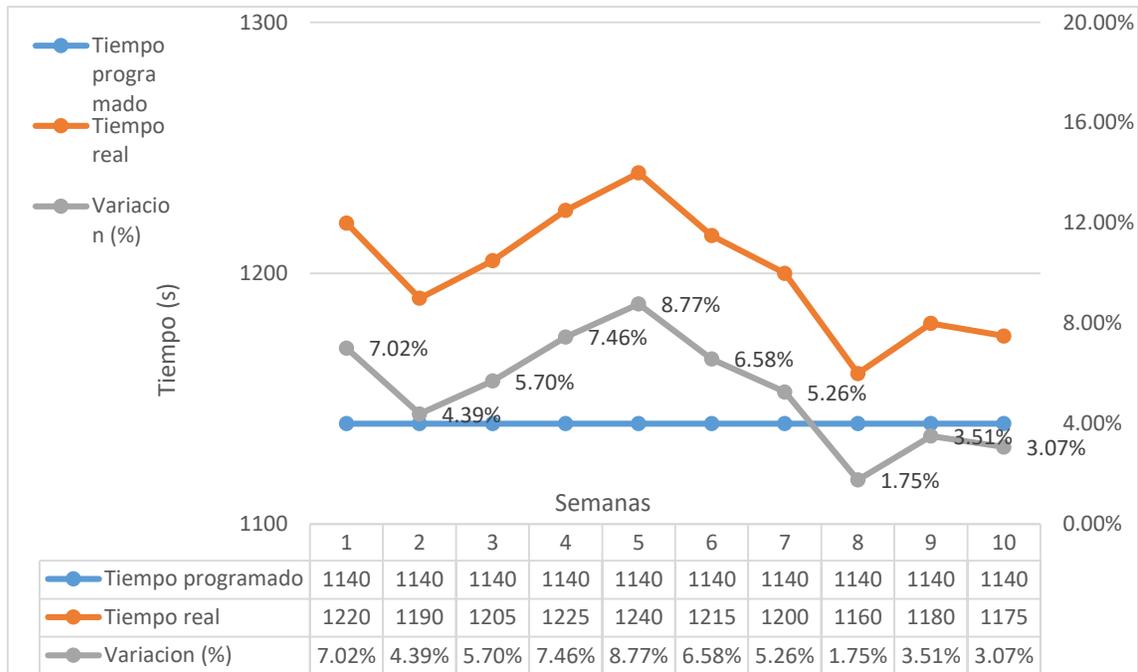


Figura 25. Resultado de Aplicación de Acciones Correctivas - Tiempo Programado vs Tiempo  
Fuente: Elaboración Propia.

### 5.2.8 Evaluación de resultados y Plan de mejora continua

Esta es la etapa final, donde se realiza la ejecución de las acciones de mejora planteadas, evaluando los puntos de la satisfacción del cliente para implementar medidas y eliminar o disminuir las causas de las no conformidades, ver cuáles dan resultado y modificar, mediante una reunión de dirección aprendizaje organizacional (Organizational Learning) y conocimiento organizacional (Organizational Knowledge).

Con esto se busca seguir mejorando en el tiempo de ejecución del proceso de montaje de estructuras y cumplir con sus plazos contractuales, mediante la difusión de las lecciones aprendidas y continuar con la mejora continua.

**Tabla 15.**

**Plan de mejora continua.**

<b>Acción</b>	<b>Definición</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Conferencias</b>	Organizada por el área de calidad conjuntamente con la dirección general del proyecto y directivos siendo un medio masivo.	Mensual
<b>Reuniones presenciales</b>	Planificar visitas al sitio, talleres y presentaciones.	Mensual
<b>Correos electrónicos</b>	Esta tiene la facultad de interactuar muy fácilmente con los interesados y puede otorgar gran valor en la salida de sus conclusiones.	Cada vez que se encuentre una desviación
<b>Publicaciones</b>	Bien diseñadas e ilustradas, que son de gran utilidad para la divulgación de la información.	Trimestral
<b>Sitios web</b>	Este medio tiene gran facilidad de divulgar y compartir información, con grandes beneficios en términos de accesibilidad y con la posibilidad de mantener actualizada la información; y tener de referencia para proyectos futuros de la empresa.	Anual

*Fuente:* Elaboración Propia.

La empresa constructora tomará de referencia este plan de mejora continua para otros proyectos similares de la misma envergadura, de acuerdo a las lecciones aprendidas.

### 5.3. Resultados y análisis.

Al término de la implementación de la metodología Kaizen que aproximadamente fueron 10 semanas, se obtuvo la siguiente curva S:

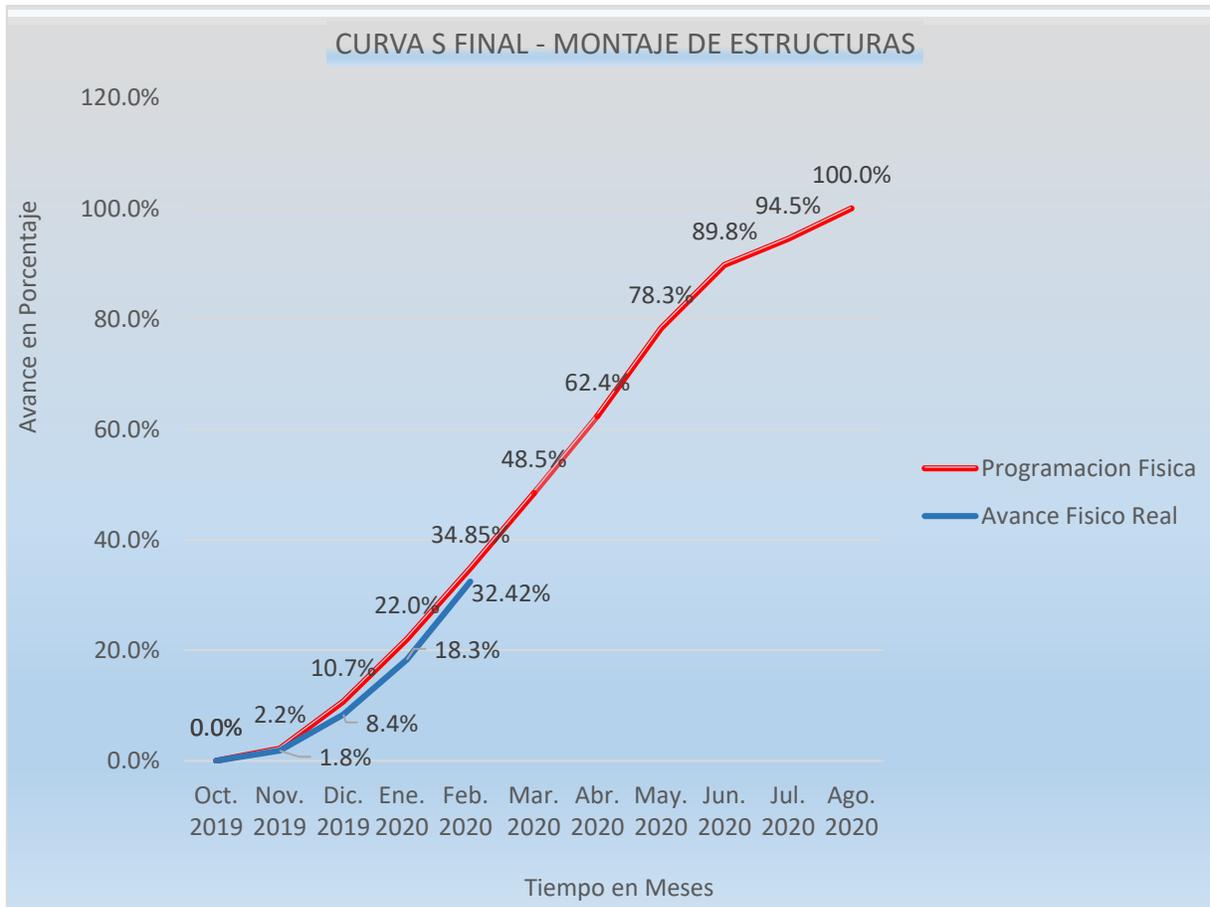


Figura 26. Curva S de Actividad de Montaje de Estructuras.  
Fuente: Elaboración Propia.

El cual se evidencia que el avance programado al cuarto mes de ejecución es de 34.85% y el avance real es de 32.42%, por lo que el atraso es de 6.97%.

Una vez implementado la metodología Kaizen al 4to mes se tuvo un impacto de la siguiente forma:

- Tiempo: No hubo pérdida de 19 días
- Costo: No hubo pérdida de S/. 212,500.00 soles

A continuación, se muestra el cuadro N°10 con los rendimientos y la producción programados antes del inicio del proceso de montaje de estructuras:

**Tabla 16.**

**Rendimientos y Producción Programados para el Proceso de Montaje de Estructuras.**

<i>Rendimientos y Producción programados</i>						
<i>Actividad</i>	<i>Metrado</i>	<i>Und/día</i>	<i>Dias</i>	<i>Cantidad de personas</i>	<i>Horas hombre total</i>	<i>Producción del trabajo (und/hora)</i>
Colocación de Pilares	134,400.00	800.00	168.00	8.00	13,440.00	10.00
Colocación de Espadines	134,400.00	700.00	192.00	12.00	23,040.00	5.83
Colocación de Rocking Unit	134,400.00	700.00	192.00	12.00	23,040.00	5.83
Colocación de Vigas	53,760.00	320.00	168.00	16.00	26,880.00	2.00
Colocación e Instalación de Paneles Solares	967,680.00	9,216.00	105.00	16.00	16,800.00	57.60
Instalación de Sistema de transmisión	1,680.00	56.00	30.00	20.00	6,000.00	0.28

*Fuente:* Elaboración Propia.

En el cuadro anterior se muestra la cantidad de materiales que deben colocarse o instalarse para cumplir con el trabajo de montaje de estructuras. Este trabajo se estableció para que se ejecute en 10 meses, donde este tiempo tenía que respetarse ya que este trabajo era predecesor de los trabajos eléctricos de la planta fotovoltaica.

Hasta el segundo mes se tenía el siguiente avance:

**Tabla 17.****Avance de Ejecución para el Proceso de Montaje de Estructuras.**

<i>Actividad</i>	<i>Metrado</i>	<i>Und/ dia</i>	<i>Avance programado</i>				<i>Avance real</i>			
			<i>Mes 1</i>	<i>Mes 2</i>	<i>Total</i>	<i>%</i>	<i>Mes 1</i>	<i>Mes 2</i>	<i>Total</i>	<i>%</i>
Colocación de Pilares	134,400	800	24,000	24,800	48,800	36.31%	20,000	18,000	38,000	28.27%
Colocación de Espadines	134,400	700	0	21,700	21,700	16.15%	0	16,616	16,616	12.36%
Colocación de Rocking Unit	134,400	700	0	21,700	21,700	16.15%	0	14,575	14,575	10.84%
Colocacion de Vigas	53,760	320	0	0	0	0.00%	0	0	0	0.00%
Colocacion e Instalación de Paneles Solares	967,680	9,216	0	0	0	0.00%	0	0	0	0.00%
Instalación de Sistema de transmisión	1,680	56	0	0	0	0.00%	0	0	0	0.00%

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 18.****Variación de Avance de Ejecución del Proceso de montaje de estructuras.**

<i>Variación de avance de ejecución de actividades</i>				
<i>Actividad</i>	<i>Metrado</i>	<i>Avance programado</i>	<i>Avance real</i>	<i>Variación</i>
		<i>%</i>	<i>%</i>	<i>%</i>
Colocación de Pilares	134,400	36.31%	28.27%	8.04%
Colocación de Espadines	134,400	16.15%	12.36%	3.78%
Colocación de Rocking Unit	134,400	16.15%	10.84%	5.30%
Colocación de Vigas	53,760	0.00%	0.00%	0.00%
Colocación e Instalación de Paneles Solares	967,680	0.00%	0.00%	0.00%
Instalación de Sistema de transmisión	1,680	0.00%	0.00%	0.00%

*Fuente:* Elaboración Propia.

En los cuadros N°11 y N°12 se evidencia la variación que se tiene por cada mes transcurrido, el cual no se ha cumplido la producción programada.

A continuación, en el siguiente cuadro se verifica la producción programada y real que se tuvo después de la implementación de la metodología Kaizen:

**Tabla 19.****Comparativo de producción.***Cuadro de comprobación de producción necesaria a partir de la fecha*

<i>Actividad</i>	<i>Metrado</i>	<i>Und</i>	<i>Avance real al 2do mes</i>		<i>Avance real al 4to mes</i>		
			<i>Rend.</i>	<i>% de avance</i>	<i>Producción und/día</i>	<i>% de avance</i>	<i>Producción und/día</i>
Colocación de Pilares	134,400	Und	800	28.27%	622	66.96%	743
Colocación de Espadines	134,400	Und	700	12.36%	535	41.23%	608
Colocación de Rocking Unit	134,400	Und	700	10.84%	560	42.75%	668
Colocación de Vigas	53,760	Und	320	0.00%	0.00	26.23%	235

Colocación e Instalación de Paneles Solares	967,680	Und	9,216	0.00%	0.00	0.00%	0.00
Instalación de Sistema de transmisión	1,680	Und	56	0.00%	0.00	0.00%	0.00

*Fuente:* Elaboración Propia.

En el cuadro anterior se muestra el mejoramiento de la producción en el 4to mes, ya que está aproximadamente cerca de la producción general programada para todo el tiempo de duración del proyecto.

### **Productividad**

A continuación, se procederá a desarrollar la productividad de la mano para cada actividad que estuvo contemplada en los 4 primeros meses de haber iniciado el montaje de estructuras.

En el siguiente cuadro se muestra los datos de avance de obra que se tuvo en el 2do mes (antes de implementar Kaizen) y en el 4to mes (después de implementar Kaizen).

### **Tabla 20.**

#### **Datos según de Avance de Obra.**

Actividad	Avance 2do mes - sin KAIZEN			Avance 4to mes - con KAIZEN		
	Producción	Cantidad de personas	Horas-Hombre	Producción	Cantidad de personas	Horas-Hombre
Colocación de Pilares	38,000.00	8	610.00	52,000.00	8	600.00
Colocación de Espadines	14,583.00	8	310.00	40,833.00	8	600.00
Colocación de Rocking Unit	16,625.00	8	260.00	40,833.00	8	600.00

*Fuente:* Elaboración Propia.

Con estos datos se aplica la formula siguiente:

$$Productividad\ mano\ de\ obra = \frac{Produccion}{N^{\circ}\ horas\ totales}$$

Encontrando la productividad al 2do mes (sin Kaizen) y al 4to mes (con Kaizen), el cual se muestra en el siguiente cuadro:

**Tabla 21.**

**Productividad de Mano de Obra - Montaje de Estructuras.**

<b>Actividad</b>	<b>Productividad 2do mes- sin KAIZEN</b>	<b>Productividad 4to mes - con KAIZEN</b>
Colocación de Pilares	7.79 und/hora-hombre	10.83 und/hora-hombre
Colocación de Espadines	5.88 und/hora-hombre	8.51 und/hora-hombre
Colocación de Rocking Unit	7.99 und/hora-hombre	8.51 und/hora-hombre

*Fuente:* Elaboración Propia.

Posteriormente se realiza el análisis de la evolución de la productividad entre el 2do y 4to mes para cada actividad del montaje de estructuras. Esto quiere decir que la producción aumentó con la misma cantidad de personas involucradas en cada actividad.

**Tabla 22.**

**Tasa de Variación Porcentual de las Productividades - Montaje de Estructuras.**

<b>Actividad</b>	<b>Tasa de Variación Porcentual</b>
Colocación de Pilares	139.12 %
Colocación de Espadines	144.67 %
Colocación de Rocking Unit	106.43 %

*Fuente:* Elaboración Propia.

**5.4. Cronograma de ejecución.**

Considerando que se cuenta con un tiempo perdido operativo de un porcentaje de 41.67 por semana asociado al proyecto, la institución que decida implementar la propuesta, deberá considerar un tiempo de 10 semanas para ver los resultados de manera inmediata debido que el proyecto tiene un plazo de ejecución de 2 años y medio, para lograr un impacto inmediato sin aumentar el porcentaje de costo de perdida. Este planteamiento cronológico se detalla en la Tabla 16.

**Tabla 23.**

**Cronograma de Actividades.**

<b>CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION DEL METODO KAIZEN</b>			<b>TIEMPO DE IMPLEMENTACION</b>									
<b>ETAPA</b>	<b>PASOS KAIZEN</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>SEM 01</b>	<b>SEM 02</b>	<b>SEM 03</b>	<b>SEM 04</b>	<b>SEM 05</b>	<b>SEM 06</b>	<b>SEM 07</b>	<b>SEM 08</b>	<b>SEM 09</b>	<b>SEM 10</b>
<b>INICIAL</b>	<b>PASO 1</b>	Selección del proyecto o proceso	█									
		Conformación del equipo		█								
<b>PLANEAR</b>	<b>PASO 02</b>	Meta de recuperación		█								
	<b>PASO 03</b>	Análisis de causa Raíz (5 porque)	█	█								
<b>HACER</b>	<b>PASO 04</b>	Definición del Plan de Acción	█									
	<b>PASO 05</b>	Implementación del Plan de Acción y medidas	█									
<b>VERIFICAR</b>	<b>PASO 06</b>	Elaboración de nuevos estándares		█	█	█	█	█	█	█	█	█
		Entrenamiento y seguimiento estándar		█	█	█	█	█	█	█	█	█
<b>MEJORA CONTINUA</b>	<b>PASO 07</b>	Seguimiento al impacto en la meta, medición de productividad		█	█	█	█	█	█	█	█	█
		Resultados y aprendizaje		█	█	█	█	█	█	█	█	█
		Definición de planes a futuro y posibilidades de réplicas.										█

Fuente: Elaboración Propia.

**5.5. Análisis costo beneficio.**

La investigación posee una inversión para su implementación, el cual veremos reflejado en las H.H. de los empleados involucrados.

El costo- beneficio se haya de la siguiente forma:

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{costo}} = \frac{\text{Total ingresos}}{\text{Total costos}}$$

Costo S/ 37,300.00

**Tabla 24.**

**Costo de Personal.**

<i>DESCRIPCION DE PERSONAL</i>	<i>SUELDO MENSUAL</i>	<i>SUELDO DIARIO</i>	<i>SUELDO HORA</i>	<i>COSTO POR SEMANA</i>	<i>COSTO FINAL</i>
<b>PERSONAL RESPONSABLE</b>					
Gerente de Proyecto	S/ 30,000.00	S/ 1,000.00	S/ 100.00	S/ 300.00	S/ 3,000.00
Jefe de Control de Proyectos	S/ 20,000.00	S/ 666.67	S/ 66.67	S/ 200.00	S/ 2,000.00
Gerente de Construcción	S/ 21,000.00	S/ 700.00	S/ 70.00	S/ 210.00	S/ 2,100.00
Jefe de Calidad	S/ 20,000.00	S/ 666.67	S/ 66.67	S/ 200.00	S/ 2,000.00
Gerente de Administración	S/ 21,000.00	S/ 700.00	S/ 70.00	S/ 210.00	S/ 2,100.00
<b>PERSONAL EJECUTOR</b>					
Ing. De Producción	S/ 10,000.00	S/ 333.33	S/ 33.33	S/ 100.00	S/ 1,000.00
Ing. De Costos	S/ 8,000.00	S/ 266.67	S/ 26.67	S/ 80.00	S/ 800.00
Jefe de Terreno	S/ 10,000.00	S/ 333.33	S/ 33.33	S/ 100.00	S/ 1,000.00
Ingeniero de Calidad	S/ 8,000.00	S/ 266.67	S/ 26.67	S/ 80.00	S/ 800.00
Supervisor de Calidad	S/ 7,000.00	S/ 233.33	S/ 23.33	S/ 70.00	S/ 700.00
Jefe de Administración	S/ 11,000.00	S/ 366.67	S/ 36.67	S/ 110.00	S/ 1,100.00
Jefe de S.S. G.G.	S/ 8,000.00	S/ 266.67	S/ 26.67	S/ 80.00	S/ 800.00
Jefe de Almacén	S/ 8,000.00	S/ 266.67	S/ 26.67	S/ 80.00	S/ 800.00
Comprador	S/ 5,000.00	S/ 166.67	S/ 16.67	S/ 50.00	S/ 500.00
Planeamiento	S/ 7,000.00	S/ 233.33	S/ 23.33	S/ 70.00	S/ 700.00
Instructor de Equipos	S/ 5,000.00	S/ 166.67	S/ 16.67	S/ 50.00	S/ 500.00
Supervisor	S/ 5,000.00	S/ 166.67	S/ 16.67	S/ 50.00	S/ 500.00
<b>PERSONAL DE SOPORTE</b>					
Ing. De Planeamiento	S/ 8,000.00	S/ 266.67	S/ 26.67	S/ 80.00	S/ 800.00
Jefe de frente	S/ 10,000.00	S/ 333.33	S/ 33.33	S/ 100.00	S/ 1,000.00
Supervisor de Izaje	S/ 8,000.00	S/ 266.67	S/ 26.67	S/ 80.00	S/ 800.00
Ing. De Oficina técnica	S/ 8,000.00	S/ 266.67	S/ 26.67	S/ 80.00	S/ 800.00
Asisten de Gestión de Calidad	S/ 3,000.00	S/ 100.00	S/ 10.00	S/ 30.00	S/ 300.00
Mecánico	S/ 4,000.00	S/ 133.33	S/ 13.33	S/ 40.00	S/ 400.00
Soldador	S/ 60,000.00	S/ 2,000.00	S/ 200.00	S/ 600.00	S/ 6,000.00
Operarios	S/ 3,000.00	S/ 100.00	S/ 10.00	S/ 30.00	S/ 300.00
<b>TOTAL</b>					<b>S/ 30,800.00</b>

Fuente: Elaboración Propia.

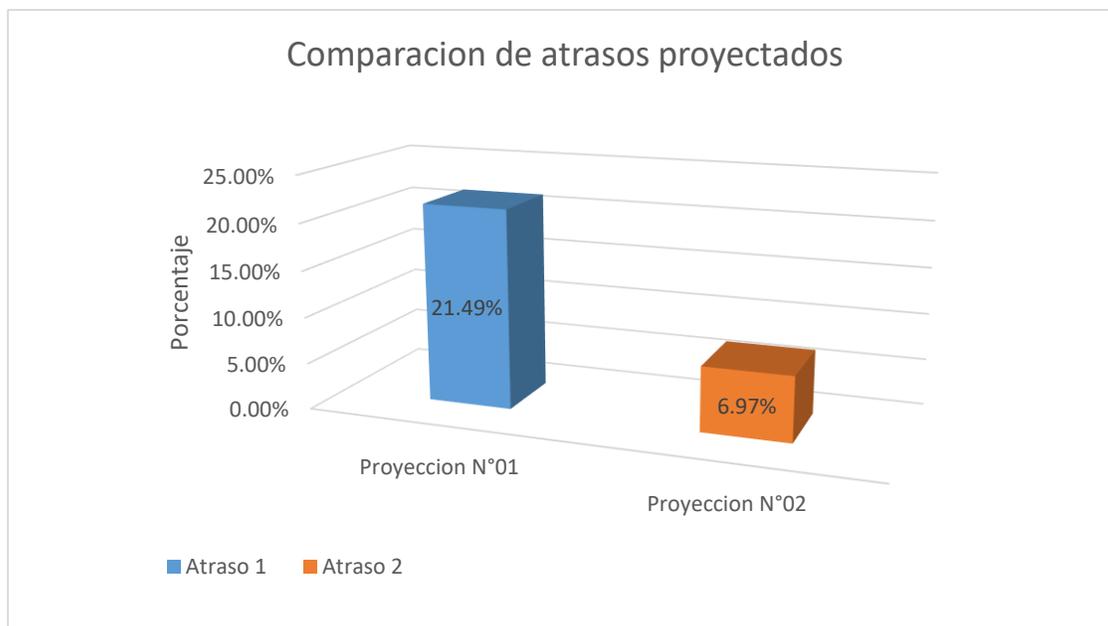
**Tabla 25.**

**Costo de Material de implementación.**

<b>RECURSOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>IMPORTE</b>
Plumones	caja	S/ 2.00	S/ 9.00	S/ 18.00
Lapiceros	caja	S/ 1.00	S/ 5.00	S/ 5.00
Lápiz	caja	S/ 1.00	S/ 5.00	S/ 5.00
Pizarra	unidad	S/ 1.00	S/ 100.00	S/ 100.00
Mota	unidad	S/ 3.00	S/ 5.00	S/ 15.00
Impresión	unidad	S/ 30.00	S/ 0.30	S/ 9.00
Mica	paquete	S/ 2.00	S/ 6.00	S/ 12.00
Chinches	caja	S/ 2.00	S/ 2.50	S/ 5.00
Folletos	unidad	S/ 1.00	S/ 1.00	S/ 1.00
Material de apoyo	unidad	S/ 4.00	S/ 10.00	S/ 40.00
Proyector	día	S/ 30.00	S/ 175.00	S/ 5,250.00
certificados de capacitación	unidad	S/ 30.00	S/ 8.00	S/ 240.00
Poster	unidad	S/ 2.00	S/ 100.00	S/ 200.00
Banner	unidad	S/ 2.00	S/ 300.00	S/ 600.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 6,500.00</b>

*Fuente:* Elaboración Propia.

Según lo que se evidencia en las Curvas S (figura 26 y 27) de las páginas 53 y 68 respectivamente, se muestra que el atraso al cuarto mes se redujo de 21.49% a 6.97%



*Figura 27.* Comparación de atrasos proyectados  
*Fuente:* Elaboración Propia.

Por lo que se realizó 2 proyecciones de acuerdo a la fecha de finalización programada según los atrasos que se evidenciaron en el 2do y 4to mes. Las proyecciones son las siguientes:

**Proyección N° 01 – atraso 21.49%**

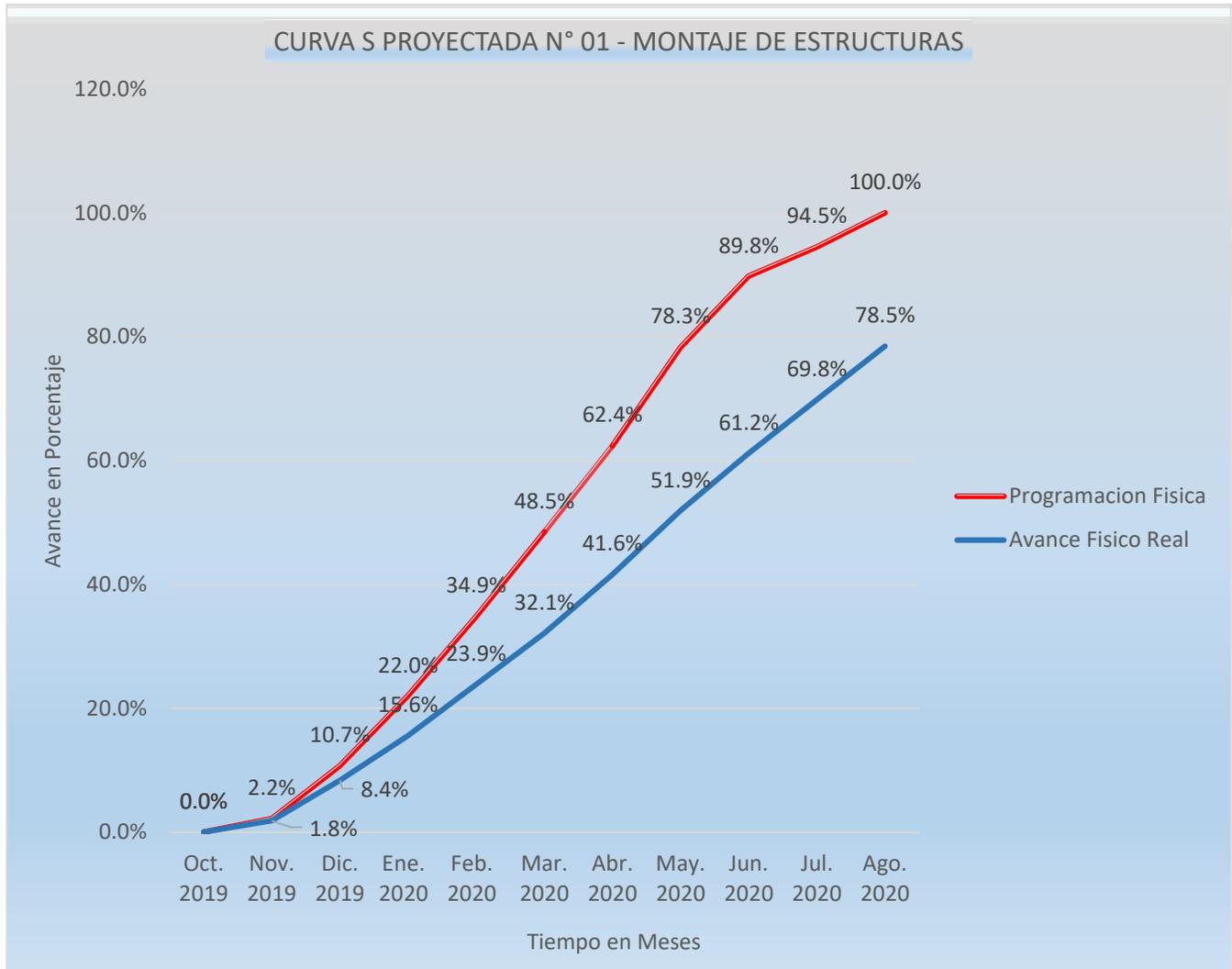


Figura 28. Curva S proyectada N° 01 - Montaje de Estructuras.  
Fuente: Elaboración Propia.

Con esta proyección la obra finalizaría 60 días o 2 meses posterior a la fecha programada, donde se tendría costos adicionales como gastos generales, los cuales serían:

**Tabla 26.****Costo de Adicional por 60 días o 2 meses de atraso de obra**

<b>Costo Adicional por Gastos Generales de Personal</b>					
<b>Item</b>	<b>Descripcion del Personal</b>	<b>Sueldo Mensual</b>	<b>Cantidad por mes</b>	<b>Meses adicional</b>	<b>Costo Total</b>
1	Gerente de Proyecto	S/30,000.00	1	2	S/60,000.00
2	Jefe de Control de Proyectos	S/20,000.00	1	2	S/40,000.00
3	Gerente de Construcción	S/21,000.00	1	2	S/42,000.00
4	Jefe de Calidad	S/20,000.00	1	2	S/40,000.00
5	Gerente de Administracion	S/21,000.00	1	2	S/42,000.00
6	Ing. De Producción	S/10,000.00	1	2	S/20,000.00
7	Ing. De Costos	S/8,000.00	1	2	S/16,000.00
8	Jefe de Terreno	S/10,000.00	1	2	S/20,000.00
9	Ingeniero de Calidad	S/8,000.00	1	2	S/16,000.00
10	Supervisor de Calidad	S/7,000.00	1	2	S/14,000.00
11	Jefe de Administración	S/11,000.00	1	2	S/22,000.00
12	Jefe de S.S G.G	S/8,000.00	1	2	S/16,000.00
13	Jefe de Almacén	S/8,000.00	1	2	S/16,000.00
14	Comprador	S/5,000.00	1	2	S/10,000.00
15	Planeamiento	S/7,000.00	1	2	S/14,000.00
16	Instructor de Equipos	S/5,000.00	1	2	S/10,000.00
17	Supervisor	S/5,000.00	4	2	S/40,000.00
18	Ing. De Planeamiento	S/8,000.00	1	2	S/16,000.00
19	Jefe de frente	S/10,000.00	1	2	S/20,000.00
20	Supervisor de Izaje	S/8,000.00	1	2	S/16,000.00
21	Ing. De Oficina Técnica	S/8,000.00	1	2	S/16,000.00
22	Asistente de Gestión de Calidad	S/3,000.00	1	2	S/6,000.00
23	Mecánico	S/4,000.00	1	2	S/8,000.00
24	Soldador	S/6,000.00	2	2	S/24,000.00
25	Operarios	S/3,000.00	10	2	S/60,000.00
<b>TOTAL</b>					<b>S/604,000.00</b>

*Fuente:* Elaboración Propia.

**Proyección N° 02 – atraso 6.97%**

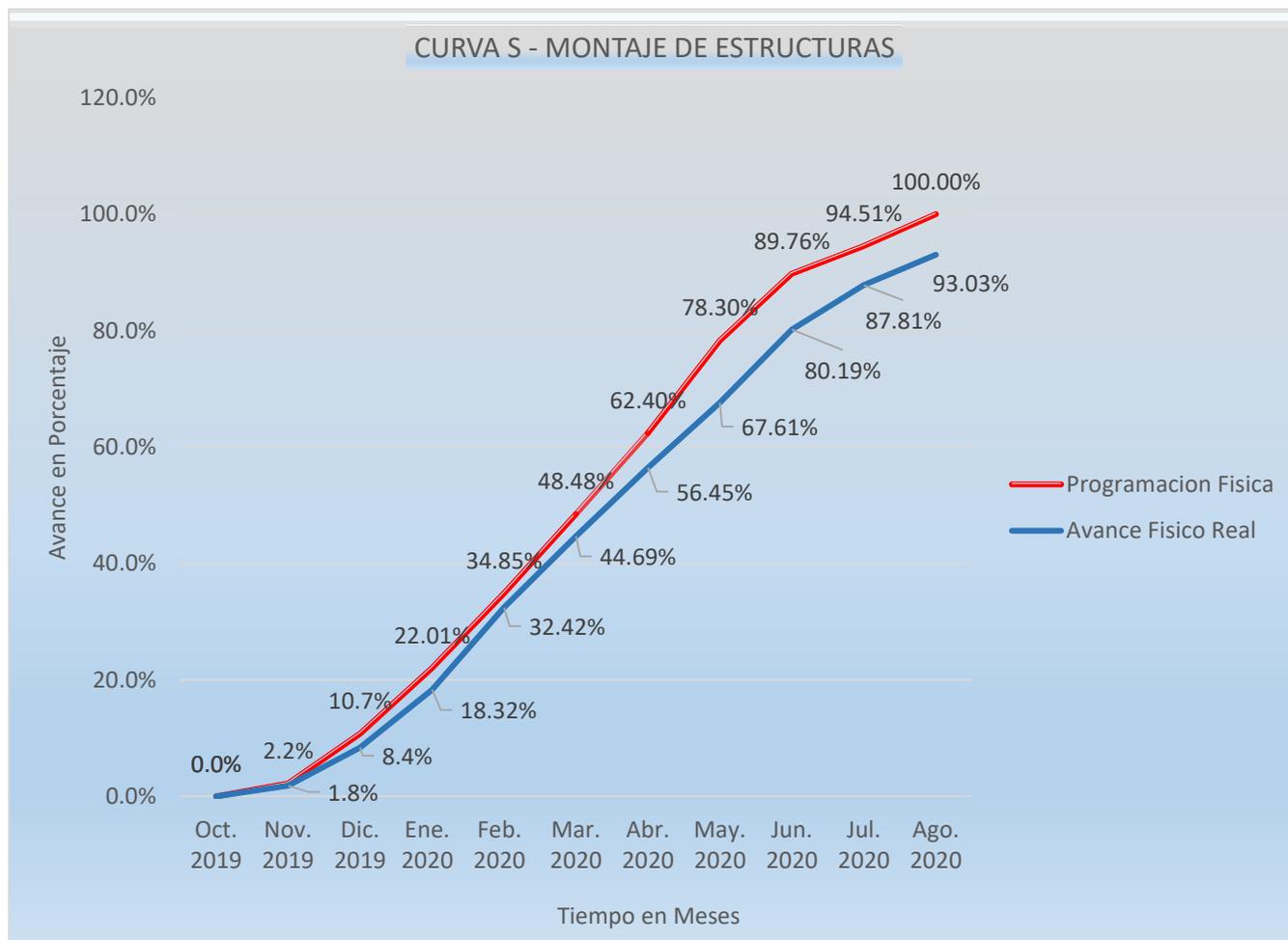


Figura 29. Curva S proyectada N° 02 - Montaje de Estructuras.  
Fuente: Elaboración Propia.

Con esta proyección la obra finalizaría 15 días o 0.5 meses posterior a la fecha programada, donde se tendría costos adicionales como gastos generales, los cuales serían:

**Tabla 27.****Costo de Adicional por 15 o 0.5 meses días de atraso de obra**

<b>Costo Total por Gastos Generales de Personal</b>					
<b>Item</b>	<b>Descripcion del Personal</b>	<b>Sueldo Mensual</b>	<b>Cantidad por mes</b>	<b>Meses adicional</b>	<b>Costo Total</b>
1	Gerente de Proyecto	S/30,000.00	1	0.5	S/15,000.00
2	Jefe de Control de Proyectos	S/20,000.00	1	0.5	S/10,000.00
3	Gerente de Construcción	S/21,000.00	1	0.5	S/10,500.00
4	Jefe de Calidad	S/20,000.00	1	0.5	S/10,000.00
5	Gerente de Administracion	S/21,000.00	1	0.5	S/10,500.00
6	Ing. De Producción	S/10,000.00	1	0.5	S/5,000.00
7	Ing. De Costos	S/8,000.00	1	0.5	S/4,000.00
8	Jefe de Terreno	S/10,000.00	1	0.5	S/5,000.00
9	Ingeniero de Calidad	S/8,000.00	1	0.5	S/4,000.00
10	Supervisor de Calidad	S/7,000.00	1	0.5	S/3,500.00
11	Jefe de Administración	S/11,000.00	1	0.5	S/5,500.00
12	Jefe de S.S G.G	S/8,000.00	1	0.5	S/4,000.00
13	Jefe de Almacén	S/8,000.00	1	0.5	S/4,000.00
14	Comprador	S/5,000.00	1	0.5	S/2,500.00
15	Planeamiento	S/7,000.00	1	0.5	S/3,500.00
16	Instructor de Equipos	S/5,000.00	1	0.5	S/2,500.00
17	Supervisor	S/5,000.00	4	0.5	S/10,000.00
18	Ing. De Planeamiento	S/8,000.00	1	0.5	S/4,000.00
19	Jefe de frente	S/10,000.00	1	0.5	S/5,000.00
20	Supervisor de Izaje	S/8,000.00	1	0.5	S/4,000.00
21	Ing. De Oficina Técnica	S/8,000.00	1	0.5	S/4,000.00
22	Asistente de Gestión de Calidad	S/3,000.00	1	0.5	S/1,500.00
23	Mecánico	S/4,000.00	1	0.5	S/2,000.00
24	Soldador	S/6,000.00	2	0.5	S/6,000.00
25	Operarios	S/3,000.00	10	0.5	S/15,000.00
				<b>TOTAL</b>	<b>S/151,000.00</b>

*Fuente:* Elaboración Propia.

Según los costos totales de los adicionales que se proyectaron, se tiene que:

El costo adicional proyectado N° 01 con un atraso del 21.49% es de S/. 604,000.00 soles, de acuerdo al tiempo aplazado para la culminación de las actividades que fueron de 60 días o 2 meses.

El costo adicional proyectado N° 02 con un atraso del 6.97% es de S/. 151,000.00 soles, de acuerdo al tiempo aplazado para la culminación de las actividades que fueron de 15 días o 0.5 meses.

Esto quiere decir que la Implementación de la Metodología Kaizen en el proceso del Montaje de Estructuras, tiene un beneficio económico de S/. 453,000.00 soles según las proyecciones al tiempo de culminación del proyecto.

El costo-beneficio sería de:

$$\mathbf{B/C = VAN/VAC = S/. 453,000.00/ S/. 37,300.00 = 12.14}$$

Este costo beneficio corresponde a los gastos generales del personal involucrado en las actividades del proceso.

## Cálculo del VAN y TIR

A continuación, se muestra el cuadro donde se evidencia el beneficio que se tuvo de acuerdo a la implementación de la metodología Kaizen después del 2do mes.

**Tabla 28.**

### Comparativo sin Kaizen vs con Kaizen

Meses	% Avance Prog.	Sin Kaizen % Avance Real	Con Kaizen % Avance Real	% Variación Beneficio	Flujo Beneficio
1	2.20%	1.80%			
2	10.70%	8.40%			
3	22.00%	15.60%	18.30%	2.70%	S/67,500.00
4	34.90%	23.90%	32.42%	8.52%	S/213,000.00
5	48.50%	32.10%	44.69%	12.59%	S/314,750.00
6	62.40%	41.60%	56.45%	14.85%	S/371,250.00
7	78.30%	51.90%	67.61%	15.71%	S/392,750.00
8	89.30%	61.20%	80.19%	18.99%	S/474,750.00
9	94.50%	69.80%	87.81%	18.01%	S/450,250.00
10	100.00%	78.50%	93.03%	14.53%	S/363,250.00

*Fuente:* Elaboración Propia.

El % de variación beneficio se encuentra de la siguiente manera:

$$\% \text{ Variación Beneficio} = \% \text{ Avance Real (con Kaizen)} - \% \text{ Avance Real (sin Kaizen)}$$

Teniendo en cuenta que el monto total establecido para la actividad de montaje de estructuras fue de S/. 2,500,000.00 soles, se hizo el cálculo para el flujo beneficio de la siguiente manera:

$$\text{Flujo Beneficio} = \text{Monto total} \times \% \text{ Variación Beneficio}$$

A continuación, se muestra el flujo de caja teniendo en cuenta el flujo beneficio y al flujo costo.

**Tabla 29.**

**Flujo de caja de beneficio y costo.**

Meses de Aplicación	Flujo Beneficio	Flujo Costo	Flujo Neto
1	S/67,500.00	S/302,000.00	-S/234,500.00
2	S/213,000.00	S/302,000.00	-S/89,000.00
3	S/314,750.00	S/302,000.00	S/12,750.00
4	S/371,250.00	S/302,000.00	S/69,250.00
5	S/392,750.00	S/302,000.00	S/90,750.00
6	S/474,750.00	S/302,000.00	S/172,750.00
7	S/450,250.00	S/302,000.00	S/148,250.00
8	S/363,250.00	S/302,000.00	S/61,250.00

*Fuente:* Elaboración Propia.

El flujo costo representa a los gastos mensuales que se tuvo por el personal involucrado en la implementación de la metodología Kaizen en el montaje de estructuras.

Teniendo en cuenta lo siguiente:

- Costo de Inversión: S/. 37,300
- Los flujos netos por cada mes una vez implementado Kaizen
- La tasa de descuento mensual 2%

Se calcula el VAN y TIR de acuerdo a las siguientes Formulas:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} - I_0 \qquad TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

**Tabla 30.**

**VAN y TIR .**

	Inicio	Años o Periodos							
		1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Saldo actualizado 2%</b>	-S/37,300	-S/234,500	-S/89,000	S/12,750	S/69,250	S/90,750	S/172,750	S/148,250	S/61,250
<b>Saldo actualizado acumulado</b>	-S/37,300	-S/229,902	-S/85,544	S/12,015	S/63,976	S/82,195	S/153,397	S/129,061	S/52,276
Tasa de descuento mensual	2%								
VNA	S/177,473.88	Valor neto actual o valor actual de los flujos futuros, sin tener en cuenta la inversión inicial.							
VAN	<b>S/140,173.88</b>	Valor actual neto o valor de los flujos futuros considerando la inversión inicial							
TIR	<b>9%</b>	Tasa interna de retorno o es la tasa de los flujos que quedan invertidos en el proyecto							
PR	6.32	El periodo de retorno seria en 6.32 periodos o que la inversión se recupera en 6.32 periodos							

*Fuente:* Elaboración Propia.

La tasa de descuento corresponde a la tasa evaluada por la empresa constructora.

## VI. CONCLUSIONES

**Conclusión 1:** De acuerdo a la implementación de la metodología Kaizen en el proceso de montaje de estructuras en la planta fotovoltaica se tuvo una mejora en el avance físico de la obra, reduciendo el atraso de 21.49% a 6.97%.

**Conclusión 2:** Que después de aplicar las acciones de mejora a los problemas encontrados por las técnicas empleadas como el cuestionario e instrumentos de observación se pudo reducir el tiempo aplicado a las verificaciones de calidad de 40.79% a 3.07%.

**Conclusión 3:** Al inicio del proyecto se tenía una producción programada y establecida para cada actividad, donde la implementación de la metodología Kaizen ayudó a aumentar la producción de las actividades iniciales del montaje de estructuras al 4to mes como colocación de pilares de 622 a 743 und/día, colocación de espadines de 535 a 608 und/día, colocación de Rocking Unit de 560 a 668 und/día.

Así también el aumento de la productividad de mano de obra de las 3 primeras actividades que se tuvo hasta el 4to mes de haber iniciado el montaje de estructuras. La colocación de pilares tuvo un aumento de 139.12%, colocación de espadines de 144.67% y la colocación de rocking unit de 106.43%.

**Conclusión 4:** El tiempo de implementación de la metodología Kaizen en el proceso de montaje de estructura de la planta fotovoltaica fue alrededor de 10 semanas como causa de estudio, pero esta metodología se siguió aplicando en todo el tiempo de duración de dicho proceso, encontrando satisfacción por la contratista y cliente.

## **VII. RECOMENDACIONES**

PRIMERO. Se recomienda que en todo proyecto se dé la importancia y la identificación de los procesos de trabajo, también que se siga con el programa de capacitación y este tenga relación con los trabajos a ejecutarse según el 3week, para obtener mejores resultados.

SEGUNDO. Tener en cuenta que las áreas de soporte deben ser estructuradas y gestionadas, es recomendable que cada área lleve una matriz de riesgo y pueda identificar correctamente sus procesos.

TERCERO. Es importante que el área de producción se involucre más con las áreas de soporte, para que el avance no depende solamente del rendimiento del personal, sino de una adecuada coordinación y planificación.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilera Nieves, A. (2011). *Mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas*. Málaga: Editorial Vértice.
- Aldo Flores Quiroga, C. E. (2019). *Crecimiento y productividad, II*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Arbós, L. C. (2012). *Gestión de la calidad total: Organización de la producción y dirección de operaciones*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Barraza, M. F. (2007). *El kaizen/ the Kaizen*. Mexico, D.F.: Panorama Editorial.
- Barrera Salazar, W. A., & Castilla Garzón, F. A. (2018). *Propuesta de un Sistema Fotovoltaico para consumo eléctrico en el Municipio de Quebradanegra, Cundinamarca (tesis de pregrado)*. Bogotá.
- Carril Obiols, J. (2008). *Zen coaching: Un nuevo método que funde la cultura oriental y occidental para potenciar al máximo tu vida profesional y personal*. Fernández: Ediciones Díaz de Santos.
- Choque Manzanares, R. (2017). *Aprovechamiento del Potencial Energético Renovable para la Generación de Energía Eléctrica en Challapalca-Puno 2014 (tesis de pregrado)*. Puno.
- Clemente Capcha, G. (2019). *Implementación del método Kaizen para mejorar la producción en una empresa de confecciones*. Lima.
- Cruz, W. C. (2014). *OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA EN VIVIENDAS AISLADAS ALTOANDINAS (tesis de maestria)*. Huancayo.

de Juana Sardón, J. M. (2003). *Energías renovables para el desarrollo*. Madrid: Editorial Paraninfo.

Delers, A. (2016). *La Filosofía del Kaizen*. 50minutos.es.

Federico Sabrià, I. P. (2004). *La cadena de suministro*. Barcelona: MARGE BOOKS.

Fernández García, L. G., & Cervantes Torres, A. (2017). *Proyecto de diseño e implementación de un sistema fotovoltaico de interconexión a la red eléctrica en la Universidad Tecnológica de Altamira (tesis de maestría)*. Altamira.

Fernando Valderrama, A. D. (2019). *Métodos de planificación y control de obras*. Barcelona: Reverte.

*Gestión de proyectos*. (2007). Málaga: Editorial Vértice.

Godínez González, A. M., & Hernández Moreno, G. (2018). *Poder KAIZEN: El método preferido de MEJORA CONTINUA para maximizar los RESULTADOS de toda organización GARANTIZADO*. Guanajuato: Gustavo Hernández Moreno.

González Velasco, J. (2009). *Energías renovables*. Barcelona: Reverte.

González Gaya, C., & Domingo Navas, R. (2013). *Técnicas de mejora de la calidad*. Madrid: Editorial UNED.

Guerrero López, E. M. (2018). *El Kaizen como proceso de mejora continua, en el aseguramiento de la calidad de las instituciones educativas superiores del Ecuador, periodo 2015 - 2016 (tesis doctoral)*. Lima.

Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: INTERAMERICANA EDITORES S.A.

Institute, P. M. (2018). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK(R))*

- Guide-Sixth Edition / Agile Practice Guide Bundle (SPANISH)*. Pennsylvania: Project Management Institute.
- Joseph M. Juran, F. M. (1983). *Manual de control de la calidad*. Barcelona: Reverte.
- Lagos Gómez, F. V. (2015). *Sistema Fotovoltaico para el ahorro de energía eléctrica en el servicio de alumbrado general de Condominios (tesis de maestría)*. Huancayo.
- Llontop Quiroz, J. L. (2017). *Aplicacion del Método Kaizen para mejorar la productividad en el proceso de entrega de productos el área de Distribucion de la empresa Backus & Johnston S.A.A, Ate - Vitarte 2017 (tesis de pregrado)*. Lima.
- López Lemos, P. (2016). *Herramientas para la mejora de la Calidad*. Madrid: FEMETAL.
- Martínez Gómez, E., & Bautista Alamilla, Y. (2012). *DISEÑO DE UNA PLANTA GENERADORA (tesis de pregrado)*. Mexico D.F.
- Medina Cavero, B. M. (2018). *METODOLOGIA KAIZEN PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LOS PROCESOS EN UNA FUNDIDORA DE ALUMINIO*. Huancayo.
- Moro Vallina, M. (2010). *INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS*. Madrid: Editorial Paraninfo.
- Olavarrieta de la Torre, J. (1999). *Conceptos generales de productividad, sistemas, normalización y competitividad para la pequeña y mediana empresa*. México D.F.: Universidad Iberoamericana.
- Palom Izquierdo, F. J. (1991). *Círculos de calidad: teoría y práctica*. Barcelona: Marcombo,.
- Pedro Grima Cintas, J. T.-M. (1995). *Técnicas para la gestión de la calidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

- Perales Benito, T. (2013). *El universo de las energías renovables*. Barcelona: Marcombo.
- Ramos López, H., & Luna Puente, R. (2014). *DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO INTEGRADO A LA RED PARA EL ÁREA DE ESTACIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE SALAMANCA (tesis de maestría)*. Chihuahua.
- Romero Domínguez, E. I. (2013). *APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA KAIZEN Y SU IMPACTO EN LOS INGRESOS TOTALES DE LA EMPRESA ESPACIO CONTRATISTAS S.A.C. PERIODO 2012 (tesis de pregrado)*. Trujillo.
- Rosander, A. C. (1994). *Los catorce puntos de Deming aplicados a los servicios*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Sánchez, J. M. (2017). *Sistemas de Gestión de Calidad (Iso 9001:2015)*. Málaga: ICB Editores.
- Summers, D. C. (2006). *ADMINISTRACION DE LA CALIDAD*. México: Pearson Educación.
- Vásquez Chigne, L. C., & Zúñiga Anticona, B. M. (2015). *Proyecto de Prefactibilidad para la Implementación de Energía Solar Fotovoltaico y Térmica en el Campamento Minero Comihuasa (tesis de pregrado)*. Lima.

## IX. ANEXOS

### ANEXO 1. Instrumento de observación de campo en la verificación de la calidad de los materiales.

OBSERVACION DE CAMPO					
<b>Nombre del Proyecto</b>		Planta Fotovoltaica Cauchari I, II y III - Jujuy - Argentina			
<b>Cargo del Observado</b>		Supervisor de Calidad			
<b>Actividad Observada</b>		Verificación de la calidad de los materiales			
<b>Área involucrada</b>		Calidad			
<b>Objetivo de la Observación</b>		Observar y evaluar el desempeño de las verificaciones de calidad de los materiales			
<b>ITEM</b>	<b>ASPECTOS A EVALUAR</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>TALVEZ</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Realiza la inspección del área de trabajo	X			Lo realiza, pero podría mejorar
2	Cuenta con los equipos de medición necesarios para la actividad	X			
3	Conoce y opera bien los equipos o máquinas para la verificación del material	X			
4	Conoce y aplica de buena forma los procedimientos de calidad	X			
5	El material verificado se encuentra en un lugar bien acopiado			X	No se cuenta con un plano de acopio para cada material
6	Realiza las actividades con el tiempo programado		X		Utiliza 1.5 veces del tiempo programado para realizar la actividad
7	Recibe las capacitaciones correspondientes a la actividad		X		La empresa no ha realizado las capacitaciones específicas.
8	Cumple con las normas de seguridad de obra			X	Tiene una demora al realizar los check list y los ATS de los equipos y actividad

**ANEXO 2. Instrumento de observación de campo en la verificación del traslado,  
reparto y entrega de los materiales.**

<b>OBSERVACION DE CAMPO</b>					
<b>Nombre del Proyecto</b>		Planta Fotovoltaica Cauchari I, II y III - Jujuy - Argentina			
<b>Cargo del Observado</b>		Operador de maquinaria			
<b>Actividad Observada</b>		Verificación del traslado, reparto y entrega del material a campo			
<b>Area involucrada</b>		Logística y Abastecimiento			
<b>Objetivo de la Observación</b>		Observar y evaluar el desempeño del traslado, reparto y entrega del material ya verificado a las zonas de trabajo			
<b>ITEM</b>	<b>ASPECTOS A EVALUAR</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>TALVEZ</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Realiza la inspección del área de trabajo	<b>X</b>			Lo realiza, pero podría mejorar
2	Se realiza el check list de funcionamiento de los equipos o maquinarias			<b>X</b>	El control no se realiza de forma diaria
3	Conoce y opera bien los equipos o máquinas para el traslado del material	<b>X</b>			
4	Conoce las rutas de traslado y acceso a la zona de trabajo			<b>X</b>	
5	Trabaja con planos de identificación de lugares y documentos de requerimientos de solicitud de material		<b>X</b>		A veces se entrega a las zonas de trabajo material innecesario y faltante
6	Realiza el carguío y descarga del material de buena forma			<b>X</b>	El material evidencia golpes a la hora de la descarga
7	Tiene la documentación necesaria para registrar toda la actividad		<b>X</b>		No se registra cuanto y donde se entrega el material
8	Recibe las capacitaciones correspondientes a la actividad		<b>X</b>		La empresa no ha realizado las capacitaciones específicas.
9	Cumple con las normas de seguridad de obra			<b>X</b>	Tiene demora al realizar los check list y los ATS de los equipos y actividad

**ANEXO 3. Instrumento de observación de campo en la verificación de los trabajos de producción.**

<b>OBSERVACION DE CAMPO</b>					
<b>Nombre del Proyecto</b>		Planta Fotovoltaica Cauchari I, II y III - Jujuy - Argentina			
<b>Cargo del observado</b>		Supervisor de Producción			
<b>Actividad Observada</b>		Verificación de los trabajos de producción			
<b>Area involucrada</b>		Logística y Abastecimiento			
<b>Objetivo de la Observación</b>		Observar y evaluar el desempeño del trabajo de producción, verificando el avance que se tiene en campo			
<b>ITEM</b>	<b>ASPECTOS A EVALUAR</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>TALVEZ</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Realiza la inspección del área de trabajo	<b>X</b>			Lo realiza, pero podría mejorar
2	Control de los materiales que tiene para el montaje de estructuras	<b>X</b>			
3	Conoce los procedimientos y manuales de instalación de los materiales para el montaje mecánico	<b>X</b>			
4	Realiza las actividades con el tiempo programado		<b>X</b>		Utiliza 1.3 veces del tiempo programado para realizar la actividad
5	Recibe las capacitaciones correspondientes a la actividad		<b>X</b>		La empresa no ha realizado las capacitaciones específicas.
6	Cumple con las normas de seguridad de obra			<b>X</b>	Tiene una demora al realizar los check list y los ATS de los equipos y actividad

**ANEXO 4. Encuestas realizadas a los trabajadores del proceso de montaje de estructuras.**

<b>ENCUESTA A LOS TRABAJADORES DEL PROCESO DE MONTAJE DE ESTRUCTURAS</b>			
La presente encuesta está dirigida a los trabajadores con cargos relevantes en el proceso de montaje de estructuras			
1. Cuentas con las herramientas (documentos de gestión) para realizar la actividad			
SI	<input type="text"/>	NO	<input type="text"/>
2. Te han brindado las capacitaciones específicas para tus actividades			
SI	<input type="text"/>	NO	<input type="text"/>
3. Te han brindado los equipos y maquinarias en buen estado para realizar la actividad			
SI	<input type="text"/>	NO	<input type="text"/>
4. Estas conforme con tus jefes, de acuerdo a sus decisiones			
SI	<input type="text"/>	NO	<input type="text"/>
5. En general, tienes dificultades para realizar la actividad			
SI	<input type="text"/>	NO	<input type="text"/>

**ANEXO 5. Encuestas realizadas a los trabajadores del proceso de montaje de estructuras.**

Item	Cargo	Respuestas									
		1		2		3		4		5	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	Supervisor de calidad N° 01	X			X		X	X		X	
2	Supervisor de calidad N° 02		X	X		X		X			X
3	Supervisor de calidad N° 03		X	X			X	X		X	
4	Supervisor de calidad N° 04	X			X		X		X	X	
5	Supervisor de calidad N° 05		X		X		X		X	X	
6	Supervisor de calidad N° 06		X		X	X		X		X	
7	Supervisor de producción N° 01		X		X	X		X		X	
8	Supervisor de producción N° 02	X			X	X		X			X
9	Supervisor de producción N° 03	X			X	X		X			X
10	Supervisor de producción N° 04	X			X		X	X		X	
11	Supervisor de producción N° 05		X		X		X		X	X	
12	Operador de maquinaria N° 01		X		X	X			X	X	
13	Operador de maquinaria N° 02	X			X		X		X	X	
14	Operador de maquinaria N° 03	X			X		X	X		X	
15	Operador de maquinaria N° 04		X	X			X	X		X	
16	Operario de producción N° 01		X		X		X	X		X	
17	Operario de producción N° 02		X		X	X		X		X	
18	Operario de producción N° 03		X		X	X			X	X	
19	Operario de producción N° 04		X		X		X		X	X	
20	Operario de producción N° 05		X		X		X	X		X	

## ANEXO 6. Encuestas de satisfacción del cliente.

### EVALUACIÓN DE LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE

<b>Proyecto:</b>	Planta Fotovoltaica Cahuchari	<b>CR:</b>	
<b>% Avance del Proyecto:</b>		<b>Página:</b>	1 de 2

**Cliente:** \_\_\_\_\_

**Apellidos y Nombres:** \_\_\_\_\_

**Objetivo:** La presente evaluación tiene por objetivo mejorar los servicios que presta SPEPC, en beneficio de nuestros Clientes. Marque con un aspa sobre el recuadro que crea Ud. refleje su opinión. Por favor responder considerando el avance del Proyecto, hasta la fecha de realización de esta encuesta.

**Consideraciones:**  
- Cada pregunta se califica entre 1 y 5 puntos, según:

Adelanto  
Muy Bueno  
Muy Probable

4

3

2

1

Atraso  
Muy Malo  
Poco Probable

---

**1. Evaluar el cumplimiento del trabajo de construcción del Proyecto:**

4

3

2

1

**2. Evaluar si los trabajos han cumplido las condiciones de Calidad especificadas:**

Muy Bueno

4

3

2

1

Muy Malo

**3. Evaluar si los trabajos se han desarrollado con las medidas de seguridad necesarias:**

Muy Bueno

4

3

2

1

Muy Malo

**4. Evaluar si los trabajos se han desarrollado empleando buenas prácticas ambientales:**

Muy Bueno

4

3

2

1

Muy Malo

**5. Evaluar el nivel de Comunicación entre el CLIENTE y CCE, ha sido:**

Muy Bueno

4

3

2

1

Muy Malo

**6. Evaluar el desempeño de las áreas principales:**

	Muy Bueno			Muy Malo
Gerencia del Proyecto	4	3	2	1
Gerencia de Construcción	4	3	2	1
Oficina Técnica	4	3	2	1
Control de Proyectos	4	3	2	1
Calidad	4	3	2	1
SSOMA	4	3	2	1
Relaciones Comunitarias	4	3	2	1

**7. Evaluar el desempeño de las maquinarias de construcción empleados en Obra:**

	Muy Buenos			Muy Malos
Maquinarias de construcción	4	3	2	1

**8. Evaluar las condiciones de las Instalaciones Provisionales:**

	Muy Bueno			Muy Malo
Señalización y Accesos	4	3	2	1
Almacenes	4	3	2	1
Laboratorios de pruebas y ensayos	4	3	2	1
Taller de mantenimiento de equipos	4	3	2	1

**9. Evaluar el desempeño global de SPEPC en el Proyecto:**

	Muy Bueno			Muy Malo
	4	3	2	1

**10. Cual es la Probabilidad de que Ud. Recomiende los servicios brindados por SPEPC?**

Muy Probable	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Poco Probable

**11. Por favor, indicar tres (03) recomendaciones que ayuden a mejorar nuestro servicio.**

- a) .....
- b) .....
- c) .....

*\* El siguiente recuadro será completado por el responsable de Calidad del Proyecto de SPEPC.*

**Puntaje obtenido (en porcentaje):**

Por el Contratista:	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Por el Cliente:	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A: