



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN MEDIANTE LA TÉCNICA DE TOYOTA 5S PARA  
AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD MENSUAL DEL EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA  
EMPRESA DEDICADA A LA RENTA DE EQUIPO, UBICADA EN LA CIUDAD DE  
GUATEMALA**

**Javier Alejandro Garcia Galindo**

Asesorado por la M. A. Lcda. Karen Violeta Caceres Boztoc

Guatemala, octubre de 2023



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN MEDIANTE LA TÉCNICA DE TOYOTA 5S PARA  
AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD MENSUAL DEL EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA  
EMPRESA DEDICADA A LA RENTA DE EQUIPO, UBICADA EN LA CIUDAD DE  
GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA DIRECCIÓN DE LA  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
POR

**JAVIER ALEJANDRO GARCIA GALINDO**

ASESORADO POR LA M.A. LCDA. KAREN VIOLETA CACEROS BOTZOC

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2023



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO a.i.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO a.i.	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Yefry Valentin Rosales Juárez
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Castañón López
EXAMINADORA	Inga. Lesbia Magalí Herrera
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN MEDIANTE LA TÉCNICA DE TOYOTA 5S PARA  
AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD MENSUAL DEL EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA  
EMPRESA DEDICADA A LA RENTA DE EQUIPO, UBICADA EN LA CIUDAD DE  
GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Posgrado Escuela de Ingeniería Civil con fecha de octubre de 2023.



**Javier Alejandro García Galindo**



**EEPFI-PP-1484-2023**

Guatemala, 7 de octubre de 2023

**Director**  
**Armando Fuentes Roca**  
**Escuela De Ingenieria Civil**  
**Presente.**

**Estimado Mtro. Fuentes**

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **Diseño de la investigación mediante la técnica de Toyota 5s para aumentar la productividad mensual del equipo de construcción de una empresa dedicada a la renta de equipo, ubicada en la ciudad de Guatemala**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Gerencia Estratégica - Sistemas de gestión**, presentado por el estudiante **Javier Alejandro García Galindo** carné número **201513691**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Gestion Industrial.

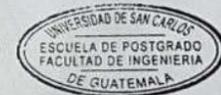
Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

Mtra. Karen Violeta Caceros Botzoc  
Asesor(a)

Mtro. Carlos Humberto Aroche Sandoval  
Coordinador(a) de Maestría



*M.A. Karen Violeta Caceros Botzoc*  
Licda. en Ciencias de la Administración  
Colegiado CCEE No. 17,459

Mtra. Aurelia Anabela Cordova Estrada  
Directora  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería



Oficina Virtual

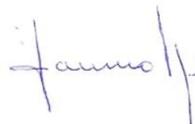




EEP.EIC.1392.2023

El Director de la Escuela De Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **Diseño de la investigación mediante la técnica de Toyota 5s para aumentar la productividad mensual del equipo de construcción de una empresa dedicada a la renta de equipo, ubicada en la ciudad de Guatemala**, presentado por el estudiante universitario **Javier Alejandro García Galindo**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Mtro. Armando Fuentes Roca  
Director  
Escuela De Ingeniería Civil

Guatemala, octubre de 2023





Decanato  
Facultad e Ingeniería

24189101- 24189102

LNG.DECANATO.OIE.105.2023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN MEDIANTE LA TÉCNICA DE TOYOTA 5S PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD MENSUAL DEL EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA RENTA DE EQUIPO, UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por: **Javier Alejandro García Galindo** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Firmado electrónicamente por: José Francisco  
Gómez Rivera  
Motivo: Orden de impresión  
Fecha: 29/10/2023 16:53:53  
Lugar: Facultad de Ingeniería, USAC.

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
Decano a.i.



Guatemala, octubre de 2023

Para verificar validez de documento ingrese a <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento>

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2023 Correlativo: 105 CUI: 3001009730101

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS), Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad



## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Que me ha permitido la vida y me ha dado cada oportunidad para trabajar en mi desarrollo espiritual, académico y laboral.

### **Mis padres**

Otto García e Irma Galindo, que han sido los pilares en mi vida y han hecho lo imposible por darme cada oportunidad en mi vida.

### **Mis hermanos**

Otto y Karen García, ambos hermanos mayores que han sido un ejemplo y consejeros muy personales, que no me han dejado nunca.

### **Familia**

A todos mis familiares, por alentarme y darme siempre su apoyo y consejos de sus experiencias en la vida.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por ser el centro de formación mayor en mi vida, darme la oportunidad por el uso de sus instalaciones y brindarme la preparación con la que me defenderé en mi vida.

**Mi novia**

Glenda García, por brindarme muchas enseñanzas y ser un gran apoyo en mi vida tanto espiritual, personal, académica y profesionalmente, de ser compañeros y amigos en la Universidad a compartir vida profesional y laboral.

**Mis amigos**

A cada uno de mis amigos desde preprimaria hasta la universidad, cada uno por sus consejos y enseñanzas de vida.

**Profesionales**

Cada profesional con el que he podido trabajar y me han brindado información y experiencia en el desarrollo de mi vida personal y laboral.





## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	9
3.1. Contexto general .....	9
3.2. Descripción del problema .....	10
3.3. Formulación del problema .....	10
3.3.1. Pregunta central .....	11
3.3.2. Preguntas auxiliares .....	11
3.4. Delimitación del problema .....	11
3.4.1. Límite temporal .....	11
3.4.2. Límite geográfico .....	12
3.4.3. Límite espacial.....	12
3.5. Viabilidad.....	12
3.6. Consecuencias de la investigación.....	12
3.6.1. De realizarse.....	13
3.6.1. De no realizarse.....	13
4. JUSTIFICACIÓN .....	15

5.	OBJETIVOS.....	17
5.1.	General .....	17
5.2.	Específicos.....	17
6.	NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN .....	19
7.	MARCO TEÓRICO .....	21
7.1.	Constructora de Guatemala. ....	21
7.1.1.	Unidades de negocio.....	22
7.1.2.	Servicios integrados corporativos.....	25
7.1.3.	Portafolio .....	27
7.2.	Equipo de construcción. ....	28
7.2.1.	Productividad en la gestión de inventarios. ....	29
7.2.2.	Solicitudes de traslados por obra. ....	30
7.2.3.	Formas de uso del equipo de construcción en obra. ....	32
7.2.4.	Cuidado del equipo de construcción. ....	39
7.2.5.	Bodega central. ....	42
7.2.5.1.	Equipo de madera. ....	43
7.2.5.1.1.	Equipo marca Tecon. ....	43
7.2.5.1.2.	Equipo marca Doka.....	44
7.2.5.1.3.	Equipo marca Kaufmann .....	45
7.2.5.2.	Equipo metálico.....	46
7.2.5.2.1.	Equipo marca Tecon. ....	46
7.2.5.2.2.	Equipo en general.....	48
7.3.	Metodologías de mejora continua. ....	48
7.3.1.	Qué son.....	48

7.3.2.	Método de Kaizen.....	49
7.3.3.	Fabricación <i>lean</i> . ....	50
7.3.4.	Gestión de calidad total. ....	52
7.3.5.	Método Toyota 5s. ....	53
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	55
9.	METODOLOGÍA.....	57
9.1.	Características del estudio .....	57
9.2.	Unidades de análisis .....	58
9.3.	Variables.....	60
9.4.	Fases de estudio .....	63
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	67
11.	CRONOGRAMA.....	69
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO .....	71
	REFERENCIAS .....	73
	APÉNDICES .....	77



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Esquema de solución .....	20
<b>Figura 2.</b>	Viga de encofrado de madera H20.....	33
<b>Figura 3.</b>	Puntal metálico .....	34
<b>Figura 4.</b>	Cabezal de 4 pines.....	35
<b>Figura 5.</b>	Cabezal de 2 pines.....	36
<b>Figura 6.</b>	Trípode.....	37
<b>Figura 7.</b>	Sistema H20 montado para losa.....	38
<b>Figura 8.</b>	Correcto almacenaje de vigas H20.....	40
<b>Figura 9.</b>	Correcto almacenaje de puntales.....	41
<b>Figura 10.</b>	Viga marca Tecon.....	44
<b>Figura 11.</b>	Viga marca Doka.....	45
<b>Figura 12.</b>	Viga marca Kaufmann.....	46
<b>Figura 13.</b>	Puntal metálico Tecon.....	47

## TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Descripción del equipo de construcción. ....	38
<b>Tabla 2.</b>	Datos para la muestra del equipo de construcción.....	59
<b>Tabla 3.</b>	Datos para la muestra personal .....	60
<b>Tabla 4.</b>	VARIABLES EN ESTUDIO .....	61
<b>Tabla 5.</b>	Matriz de consistencia.....	62
<b>Tabla 6.</b>	Cronograma de actividades.....	69
<b>Tabla 7.</b>	Presupuesto Investigación. ....	71

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Kn</b>	Kilonewtons
<b>Q</b>	Moneda en quetzales
<b>H20</b>	Perfil de viga de madera con 20 centímetros de altura
<b>%</b>	Porcentaje



## GLOSARIO

<b><i>Bracket</i></b>	Accesorio en forma de escuadra que se coloca para confinar los faldones de las vigas a fundir en una losa.
<b>Cabezal de 2 pines</b>	Elemento con 2 pines para colocar una viga de madera en la parte central del elemento.
<b>Cabezal de 4 pines</b>	Elemento con 4 pines para colocar una viga de madera en la parte central del elemento.
<b>Doka</b>	Productor y proveedor internacional de encofrados utilizados en todos los campos del sector de la construcción, originario de Austria.
<b>Extensión</b>	Objeto en forma de H que sirve para confinar vigas de madera en los faldones de las vigas a fundir las cuales sean peraltes muy altos.
<b>Fuerza cortante</b>	Esfuerzo interno de las tensiones paralelas a la sección transversal de la viga de encofrado.
<b>Kaufmann</b>	Productor y proveedor internacional de vigas de madera utilizadas en el campo del sector de la construcción.

<b>Momento flector</b>	Momento de fuerza resultante de una distribución de tensiones sobre una sección transversal.
<b>Obra falsa</b>	Estructura conformada tipo molde, para fundir una estructura.
<b>Puntal metálico</b>	Elemento de acero con una longitud extensible con el fin de soportar carga vertical.
<b>Tecon</b>	Productor y proveedor internacional de encofrados utilizados en todos los campos del sector de la construcción, originario de China.
<b>Trípode</b>	Elemento de acero que permite estabilizar un puntal.
<b>Viga H20</b>	Vigas de alto rendimiento, fabricadas de madera con el objetivo de soportar las cargas del concreto.

## RESUMEN

En el ámbito de la productividad se genera un constante cambio en cada uno de los procesos a ejecutar dentro de las empresas, esto se deriva en base a las exigencias de los clientes por nuevas metodologías, modas o cualquier tendencia que se presenta en la rama que se desenvuelve la persona o empresa.

En la actualidad se cuenta con una gran cantidad de metodologías en las que tanto empresas como personas pueden desenvolverse y desarrollarse, esto con el fin de prestar un excelente servicio o producto, además de reducir actividades y recursos dentro de cada uno de los procesos a ejecutar dentro de las instalaciones con la finalidad de la reducción de insumos, cuellos de botella, recursos humanos, entre otros.

Con la implementación de una metodología sobre gestión de inventarios y aumento de productividad, se tiene la finalidad de incrementar esa eficiencia en cada una de las personas involucradas dentro del proceso que conlleva al manejo del equipo de construcción, tanto el personal de construcción, operaciones y bodegueros.

Se pretende establecer una propuesta para determinar ese cambio en la productividad sobre el equipo de construcción mediante la metodología propuesta, por medio de análisis hacia el uso que le dan al equipo y generar indicadores para cada persona con el fin de proponer un buen cuidado, uso y manejo de cada elemento.



# 1. INTRODUCCIÓN

La realización de esta investigación se sitúa en la línea de productividad y desarrollo, tiene como objeto la sistematización para aumentar la productividad de un servicio dentro de la Unidad de Negocio de Servicios Integrados, para la distribución del equipo de construcción mediante la metodología Toyota 5s, en el año 2023, el cual la empresa no posee.

La falta de productividad con el equipo de construcción dentro de una empresa que se dedica a la renta de equipo abarca muchos temas internos. Al tener un bajo rendimiento con el equipo, se tiene una reducción de metros cuadrados por cubrir, no se logran los objetivos ni cumplir con los cronogramas de tiempos de fundición, además que no se tiene el pleno conocimiento del uso y cuidado del equipo de construcción en las obras, por lo que destruyen el equipo y generan una rebaja de inventario en el sistema.

Se propone por medio de esta investigación hacer énfasis en el completo manejo del equipo de construcción dentro de la Unidad de Servicios Integrados, encargada de velar por el equipo y que tenga un aumento de productividad para abarcar más metros cuadrados, cumplir con los tiempos establecidos y evitar tener pérdidas. Se estará ejecutando cada una de las fases de la investigación para cumplir paso a paso con las propuestas de mejor que se tienen, con el esquema de solución se tiene un amplio panorama de cómo se irán realizando las actividades y a lo que se quiere llegar con el equipo de construcción.

La introducción a los capítulos será sobre el índice propuesto, se hace en relación con los antecedentes los cuales son los trabajos de investigación que

han sido un apoyo para el planteamiento inicial del trabajo, el marco teórico que es el desarrollo de cada uno de los puntos para dar esa información teórica sobre cada capítulo, metodología dando a entender de cómo se irá tomando la cantidad de datos a investigar junto con sus técnicas de análisis de la información de lo recolectado y los tiempos en el cronograma para la ejecución de las fases propuestas.

Con la factibilidad de la investigación, se hace realizable el trabajo de investigación y se hace mención, esto con el objetivo de que el investigador logre cumplir y concluir con todas las propuestas para la mejora en cada una de las fases y los propósitos que se tienen en cada etapa, los resultados esperados serán los que se esperan por cumplir de parte de los objetivos, pregunta principal y secundarias.

## 2. ANTECEDENTES

A continuación, se presentan estudios de investigación relacionados con el manejo de inventario y el aumento de productividad de los productos y/o servicios que maneja la empresa, ya que, al aumentar la productividad del equipo de construcción, se pueden tener resultados positivos y es lo que se quiere dar a conocer a través de esta investigación.

El estudio de Rosales (2019) se enfocó en la capacitación mediante la metodología de las 5s al personal que hace uso de las herramientas de trabajo, se buscó establecer el buen uso y manejo de ese equipo con la metodología propuesta, en el trabajo de investigación de Rosales (2019) se trabajaron las primeras 3s las cuales fueron enfocarse en el orden para evitar atrasos y/o peligros innecesarios, clasificar el equipo mediante etiquetas y crearon jornadas de limpieza para el equipo, al establecer esos patrones y dejar un hábito para todo esto, se enfocaron en el siguiente paso de la metodología que es la 4s o conocida como *seiketsu*, la cual el objetivo era sostener todo el proceso que llevaron y la 5s llamada *shitsuke* se encarga de volver hábito lo que fueron trabajando en el proceso de la metodología.

Con el desarrollo de la metodología obtuvieron resultados que calificaron pésimos con la nota más baja y con la nota más alta se dio todo el punteo, respecto al beneficio obtenido, en promedio manejaron un resultado de la mitad y mencionaron en el trabajo de investigación los puntos de mejora para aspirar al 100 % que son: movimientos en el laboratorio y procesos innecesarios, transporte. Con el tema de los puntos que les causaron problemas son: ausencia de identificadores para el equipo, tiempos cortos de limpieza. El estudio dará un

aporte muy significativo ya que se busca capacitar al personal de campo en los proyectos y al personal en bodega central para que hagan un buen uso y cuidado del equipo de construcción con el objetivo de clasificarlo, cuidarlo, limpiarlo y alargar la vida útil del equipo, esto por medio de programas que se van a desarrollar mediante la metodología propuesta.

Barros (2018) desarrolló una tesis que va identificada con el tema de investigación hacia el inventario de una empresa dedicada a la comercialización de accesorios y equipos de riego para el sector agropecuario, el motivo es que los productos que manejaban no cuadraban con las cantidades físicas, se necesita tener un *stock* de productos tanto en cantidades como en clasificación de marcas. Con el trabajo realizado concluyeron que sus 3 principales factores que les afectan en este tema son: la deficiencia del equipamiento en el área de bodega para el manejo de mercadería, poco control de *stock* de productos y la existencia de personal no capacitado en el área. Al estudiar a fondo la problemática concluyeron que debe capacitarse siempre al personal que entra a bodega para que tenga conocimiento del equipo que estará manejando y bajar el *stock* en bodega ya que se fijaron que tienen equipo de más siempre.

Dicho estudio dará un aporte significativo para esta investigación ya que uno de los temas principales a tocar es sobre el descuadre de inventarios dentro de la Unidad de Negocio de Servicios Integrados, el equipo de construcción tiene exactamente el mismo problema porque no se tiene el conocimiento de lo que se traslada y se posee en cada una de las bodegas.

El estudio de Cerdan (2020) menciona la dificultad que se tuvo con el inventario de productos, haciendo énfasis en los siguientes problemas: falencias en los procesos y recepción, mal almacenaje, amontonamiento de materiales en lugares inadecuados, deficiencia en las señalizaciones, pérdida para ubicar los

productos. El propósito de la implementación de la metodología 5s fue para verificar la eficiencia en el almacén, se concluyó en promedio que el manejo del inventario lo poseía un nivel regular y que deban mejorar varias ramas internas en la empresa para reducir tiempos y movimientos, pero con la implementación de la metodología 5s identificando los puntos débiles en la empresa y tomaron acciones cómo: brindar capacitaciones consecutivas a los trabajadores, delegar tareas en específico a un grupo de personas para que apliquen el concepto de control visual.

Este estudio se podrá tomar como un ejemplo ya que comprende la metodología de las 5s y la eficiencia del almacén de materiales de la empresa, será un aporte importante para esta investigación para comprender todos los temas que se abarcan dentro de cada línea y tema a desarrollar ya que se relaciona bastante con la empresa por la cantidad de personal y el propósito de aplicar esta metodología para simplificar las labores de las personas para evitar caer en la deficiencia de procesos en su inventario.

Ranero (2019) realizó un estudio para implementar la calidad total en las constructoras de Guatemala, esto con el propósito de generar un proceso mejor definido y más limpio en todas las líneas que participan en la construcción. Una constructora por no tener un estándar y/o mejora continua de la calidad, recurre a la compra de cualquier bien material con tal de terminar con el cronograma de ejecución, igualmente con el personal que existe mucha rotación.

Esta investigación dará un aporte muy significativo para conocer cada una de las implementaciones que realizó Ranero (2019) en las líneas de investigación para las constructoras de Guatemala, además que se ejecuta en la misma rama del trabajo de investigación presente, se podrán adoptar criterios que se tengan en cada rama para evitar la rotación de personal y un mejor manejo tanto en los

inventarios del equipo de construcción como en los traslados que se tienen, para lograr brindar un mejor servicio.

Soto (2021) realizó un estudio en la gestión de inventarios en una empresa dedicada a la venta de carne de res, el propósito de ejecutar la metodología 5s es para aplicar criterios entre los trabajadores con la evaluación de los productos y su selección hacia los proveedores ya que el producto que les ingresó lo distribuyeron tal y como llegó, sin clasificarlo ni tomar muestras de calidad, tampoco poseían un criterio para identificar el producto bueno del malo. Con la implementación de la metodología 5s lograron clasificar el producto que les ingresó, los problemas hacia los proveedores disminuyeron significativamente y con capacitaciones constantes lograron tener un manejo de inventario más eficiente, acortando tiempos para clasificar los productos y ganando mercadería de buena calidad para gestionar las ventas lo más exactas posibles.

Será un aporte a la investigación la metodología y el proceso establecido en la empresa dedicada a la venta de carne de res, se estará tomando en cuenta la solución a su problemática para resolver el problema de esta investigación ya que en bodega central se deben establecer criterios de cómo entregar el equipo de construcción a las obras; si está limpio, funciona técnicamente, aún tiene vida útil. Se tomará en cuenta las capacitaciones realizadas al personal para ver cómo crearon ese concepto de diferenciar los productos buenos de los malos, el tiempo de ejecución, cantidad de personas y cómo mantuvieron ese hábito de selección.

El estudio de Estacio (2018) se enfoca en el orden y limpieza dentro de los archivos en el área de registro central y académico, se hace mención que son conceptos cotidianos en los cuales se debe tener siempre en una empresa, pero muchas veces no se aplica y mediante la metodología de las 5s desarrollaron un orden interno con el que obtuvieron como resultado un promedio medio, sobre el

buen orden con los archivos y la documentación. La metodología 5s les fue de gran ayuda para mejorar todos los aspectos negativos que poseían sobre el desorden. El aporte para esta investigación será de gran ayuda ya que se tomarán de ejemplo los criterios de cómo fue que desarrollaron la metodología.

Para clasificar y mantener un orden de documentos tiene su dificultad por ser papel y fácil de perder, ahora si estos criterios se utilizan para ordenar el equipo de construcción y limpiar la bodega central, ayudará de tal manera que se mantendrá un inventario lo más actualizado posible y un ambiente ordenado y limpio dentro de las instalaciones, evitando así el descuadre del inventario y equipo sucio, ya que la bodega se encuentra llena de polvo, lodo y agua, las cuales son condiciones malas para el resguardar el equipo.



### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la empresa dedicada a la renta de equipo de construcción se encontró que el equipo físico no coincide con el inventario que se tiene en el sistema. El equipo de construcción no se está reportando en su totalidad en cada obra por los encargados de cada una de las bodegas, no se notifican los envíos ni los traslados entre proyectos, no llevan el equipo de regreso a la bodega central y cuando los encargados del equipo realizan sus respectivas visitas a cada una de las obras, se observa que el personal de campo no tienen el suficiente conocimiento para darle un buen uso al equipo de construcción haciendo que este, sufra desperfectos, generando una rebaja del equipo físico y al juntar todos estos factores se tiene una reducción en renta y metros cuadrados, significando una pérdida de productividad programada y causando pérdidas económicas.

#### **3.1. Contexto general**

La constructora de Guatemala en la que se desarrolló la presente investigación se dedica a construir toda clase de obras, desde su fundación en 1975 se ha ido desarrollando en la rama de la construcción, hoy en día es una empresa reconocida en la Ciudad de Guatemala y por la demanda que tiene últimamente ha creado unidades de negocio internas en las cuales se clasifican cómo: hidrosanitaria, movimiento de suelos, obra gris, servicios integrados, entre otras. La unidad de negocio de servicios integrados es la encargada de proveer y rentar equipo de construcción a las demás unidades para construir toda clase de necesidades que solicitan los clientes siendo estos puentes, edificios, condominios de casas, pavimentación.

La renta junto con la cantidad de metros cuadrados a cubrir que se ha manejado desde el año 2021 hasta el año 2022 ha sido en promedio de Q. 500,00.00 y 7000 mts cuadrados respectivamente, por la demanda de trabajo de la empresa constructora se ha perdido el control de diferentes procesos dentro de la corporación, junto con la ineficiencia y mal uso del equipo de construcción, se reporta ahora un promedio de Q. 450,00.00 mensuales de renta y una cantidad de metros cuadrados a cubrir de 6500 mts, teniendo pérdida del 10 % en renta y 6 % en metraje, en comparación con años anteriores.

### **3.2. Descripción del problema**

El problema inicia con la gestión en bodega, ya que no se reporta el equipo recibido, ni se lleva el control de envíos y traslados, al momento de solicitar equipo para otras obras se reportan las cantidades que muchas veces este equipo no es devuelto a bodega central que es el lugar asignado para recibir, verificar y cuantificar el equipo, para reparar y luego distribuirlo a otras obras.

Otro motivo, es el mal uso que se le proporciona al equipo de construcción por la falta de conocimiento para cuidarlo y tratarlo de la mejor manera, teniendo como consecuencia pérdida del 50 % el inventario en ese tipo de equipo. Por último, otro detalle importante que se ha evaluado internamente es la falta de supervisión por parte de la unidad de negocio de servicios integrados y no establecer las metodologías apropiadas hacia el personal.

### **3.3. Formulación del problema**

Con los resultados obtenidos por la falta de productividad en la empresa, es necesario crear una metodología la cual resuelva este problema, con el objetivo de cubrir más metros cuadrados y con la misma cantidad de equipo.

### **3.3.1. Pregunta central**

¿Cuál será la metodología para aumentar la productividad mensual del equipo de construcción entre las obras en ejecución y la Unidad de Servicios Integrados?

### **3.3.2. Preguntas auxiliares**

- ¿Cuál es el proceso del uso de equipo de construcción en cada una de las bodegas de los proyectos en ejecución y bodega central?
- ¿Cuál es el punto crítico que afecta los traslados del equipo de construcción entre las bodegas de cada proyecto y la bodega central?
- ¿Cuáles son los beneficios relacionados con la productividad del equipo de construcción mediante la metodología propuesta?

### **3.4. Delimitación del problema**

Se muestran a continuación las delimitaciones temporales, gráficas y espaciales del trabajo de investigación.

#### **3.4.1. Límite temporal**

Se tiene planeado ejecutar la presente investigación iniciando en el mes de enero del año 2024 y finalizando en el mes de julio del año 2024.

### **3.4.2. Límite geográfico**

La investigación se realizará en una institución privada dedicada a la construcción ubicada en la zona 14 de la ciudad capital de Guatemala.

### **3.4.3. Límite espacial**

Se trabajará en la unidad de servicios integrados dentro de la constructora de Guatemala, encargada de brindar el servicio de renta del equipo de construcción, el cual se encuentra en la bodega central en Antigua Guatemala carretera a Amatitlán en Villa Nueva.

### **3.5. Viabilidad**

La ejecución de la investigación es viable ya que existe una diversidad de recursos que permite realizar cada una de las fases con una gran precisión. El enfoque permite la obtención de datos cualitativos y cuantitativos por cada objetivo planteado. El estudio está planificado para ejecutar en un lapso de 6 meses. Con la información anterior sobre los recursos y opciones que se tienen para realizar dicho trabajo, es viable llevar a cabo la investigación.

### **3.6. Consecuencias de la investigación**

Todo el proceso de servicio de renta del equipo de construcción involucra personal dentro de la constructora de Guatemala, realizando las gestiones para definir los procesos, se estarán descubriendo los puntos débiles que se tienen en cada etapa para el alquiler del equipo, los cuales van relacionados con puestos de trabajo y afecten al personal, que no cumple con los procedimientos establecidos.

### **3.6.1. De realizarse**

De realizarse la investigación, se identificarán las áreas específicas donde se puedan realizar mejoras en la productividad. Al analizar los procesos y prácticas actuales, se van a definir los puntos donde se encuentra la ineficiencia y problemas que obstaculizan la productividad del equipo de construcción, con el fin de llegar a un inventario y manejo de equipo más exacto tanto en la unidad de negocio de servicios integrados como en las bodegas de cada proyecto en ejecución.

Será posible evaluar y comprender a fondo los procesos existentes mediante la investigación. Esto permitirá identificar métodos más eficientes y mejores prácticas en el ámbito de los traslados, con el fin de adoptar nuevas herramientas y tecnologías para reducir los tiempos de ejecución de cada labor, además se tendrá el trabajo de investigación sobre el aumento de la productividad del equipo de construcción mediante la metodología 5s, que servirá para cualquier lector interesado en el tema.

### **3.6.2. De no realizarse**

De no realizarse la investigación, será probable que el equipo de construcción se estanque en el proceso y gestión que actualmente se tiene, perdiendo siempre la opción de aumentar la productividad para cubrir más metros cuadrados, además del deterioro rápido que tendrá el equipo de construcción por la falta de conocimiento con el buen uso y cuidado del equipo en los proyectos en ejecución y la pérdida monetaria que tendría la unidad de negocio de servicios integrados por la destrucción y falta de equipo.

No se podrán identificar oportunidades para mejorar los procesos del equipo de construcción como el uso de nuevas tecnologías, herramientas más eficientes o métodos de trabajo. Al no realizar esta investigación, el equipo puede perder la oportunidad de implementar algún cambio que podría ahorrar tiempo y recursos, en este caso será la metodología de Toyota 5s para aumentar la productividad, pero de no realizarlo, no se podrá tener un trabajo de investigación con el aporte necesario para compartir y tener esa información verídica.

## **4. JUSTIFICACIÓN**

La investigación se sitúa en la línea de investigación productividad y desarrollo en el área de gestión de la productividad en la Maestría en Gestión Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ya que se enfocará en la gestión de la productividad para la renta del equipo de construcción entre las obras y la unidad de servicios integrados, para optimizar los recursos.

La necesidad de esta investigación consiste en aumentar la productividad de la renta del equipo de construcción entre la unidad de servicios integrados y las obras en ejecución, además de otras áreas para mejorar y tener claro el proceso desde la solicitud del equipo, traslado, ejecución que se tiene en la obra y la devolución de este para utilizar el recurso al máximo y llevar el control físicamente del equipo de construcción en cada entrada y salida de la bodega central.

La importancia de esta investigación es optimizar el equipo de tal manera que se logre alcanzar una productividad más alta para lograr cubrir cada una de las obras solicitadas y cumplir con la proyección de metros cuadrados a fundir que se tiene estipulado de parte del equipo de construcción y así evitar rentas externas ya que en el mercado del alquiler de equipo de construcción está más caro a los precios internos que se manejan.

La motivación de esta investigación es encontrar el proceso de todos los problemas o el problema raíz, en la renta del equipo de construcción entre las obras y la unidad, con el objetivo de mejorar el orden, limpieza, evaluación y la cultura de trabajo hacia los trabajadores que hacen uso de este recurso, además

de gestionar todo el proceso mediante una metodología ya definida para ver el resultado que dará, no solo internamente en la corporación sino poseer de un trabajo de investigación con información verídica.

Los beneficios de esta investigación son: cubrir una cantidad de metros cuadrados mayor a la que hoy en día se tiene, evitar rentar a empresas externas, obtener un mejor orden para el proceso de los despachos, clasificar el equipo de tal manera que se logren diferenciar físicamente y dentro del inventario en línea, tener el equipo de construcción limpio y en perfectas condiciones para alargar su vida útil y no tener gastos tan seguidos por comprar nuevo equipo.

Los beneficiarios de la investigación serán principalmente; la empresa seguido de la unidad de negocio de servicios integrados y para que todos los colaboradores se relacionan con el buen manejo del equipo de construcción, más específico son: maestros de obra, albañiles, personal de bodega. Tener en excelentes condiciones el equipo de construcción dará más trabajo para cubrir metros cuadrados y reducción en el tiempo de traslados y lograr atender todas las obras.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Diseñar una metodología para aumentar la productividad mensual del equipo de construcción entre la unidad de servicios integrados y las obras en ejecución de una empresa dedicada a la construcción.

### **5.2. Específicos**

1. Diagnosticar el proceso del uso de equipo de construcción en cada una de las bodegas de los proyectos en ejecución y bodega central.
2. Analizar el punto crítico que afecta los traslados del equipo de construcción entre las obras en ejecución y la bodega central.
- 3.
4. Diseñar los indicadores de los beneficios de la metodología propuesta que beneficiará la productividad.



## **6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN**

En el presente plan se evaluará el proceso, gestión y aprovechamiento del equipo de construcción en la Unidad de Negocio de Servicios Integrados dentro de la constructora de Guatemala. Mediante la investigación se podrá concluir el uso que se le está dando al equipo en las obras y justificar mediante una metodología establecida la gestión para aumentar la productividad del equipo de construcción.

La necesidad a cubrir con esta investigación se debe a la poca productividad que se tiene con el equipo de construcción en la unidad de negocio de servicios integrados y las obras en ejecución ya que se está cubriendo poco metraje cuadrado y deterioro rápido del equipo por el mal uso que le brindan dentro de los operarios, esto por la falta de conocimiento en el manejo y cuidado al equipo. Se estarán ejecutando todas las etapas de la metodología propuesta para mejorar cada uno de los aspectos y aprovechar al máximo el recurso que brinda la unidad de negocio de servicios integrados.

El esquema de solución está compuesto por la metodología Toyota 5s que consiste en clasificación, orden, estandarización, autodisciplina y limpieza. En cada una de las fases se estará aplicando cada idea de mejora continua dentro del proceso de la empresa. En la fase 2 se estarán aplicando los primeros dos conceptos siendo estos la clasificación y el orden, teniendo un inventario concreto que servirá de partida para la investigación.

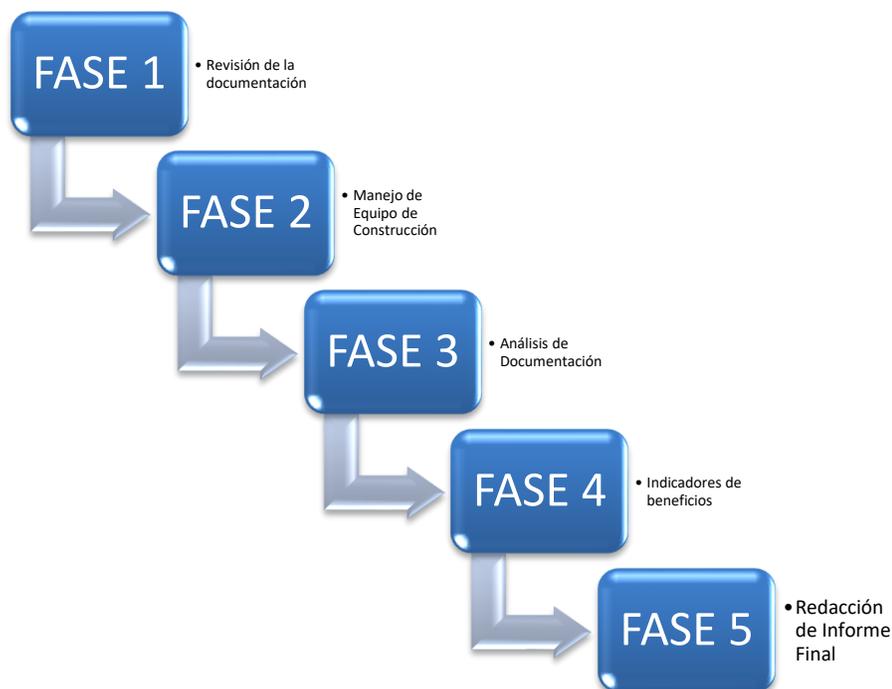
En la fase 3 se estará aplicando la estandarización, con el objetivo de verificar el metraje cuadrado que se podrá abarcar y el aumento de la

productividad que se puede obtener con el equipo de construcción y el personal capacitado con el propósito del cuidado y uso adecuado del equipo para evitar destrucciones del mismo y maximizar el área a cubrir.

En las fases 4 y 5 se estará creando la autodisciplina, esto con el propósito de concientizar al personal, con el buen uso que se le debe dar al equipo de construcción y también con los traslados en obra para que reporten sus cantidades exactas, teniendo en el sistema en línea de la constructora el inventario por bodega y por proyecto con el respectivo informe.

### Figura 1.

*Esquema de solución*



*Nota.* Descripción de cada una de las fases con su objetivo a realizar. Elaboración propia, realizado con Word.

## **7. MARCO TEÓRICO**

El equipo de construcción en el país de Guatemala es un activo con una gran demanda debido a la cantidad de edificaciones que se están realizando. Existen muchos sistemas de encofrado, formas de realizar cada uno de los diseños que van de la mano con la eficiencia y productividad del gerente del proyecto, maestro de obra y el personal que estará maniobrando todo el equipo de construcción durante toda la fundición de la obra gris. A continuación, se detalla tres capítulos, uno la empresa, dos el equipo de construcción y la metodología propuesta en el tercero.

### **7.1. Constructora de Guatemala**

La empresa en la cual se desarrollará la presente investigación, dedicada en la rama de la construcción, con 47 años de estar ejecutando proyectos de ingeniería civil, dedicada a la planificación, presupuestación, diseño, construcción y acabados en las obras civiles del país.

Fundada en 1975, la constructora estaba solamente enfocada en la planificación y programación de proyectos, elaborando los perfiles de proyectos y brindaban asesoramiento conjunto con empresas contratistas que poseían un poco más de experiencia en su momento. Con el paso de los años, la constructora creció de tal forma que fundaron sus primeras oficinas en el año 1984 y con un personal de poco más de 20 personas, quienes se dedicaban en su momento a la construcción de proyectos muy pequeños cómo: condominios muy pequeños, restaurantes.

En los años 90's y 00's la constructora tuvo un crecimiento muy significativo en todas las ramas que manejaban, ofertando ya proyectos de gran magnitud como: puentes, centros comerciales, condominios. La constructora construyó sus oficinas centrales en la Ciudad Capital, zona 14. Hoy en día asentada ya como una de las constructoras más grandes del país de Guatemala, ha estado involucrada en los proyectos importantes de la ciudad capital e igualmente en el interior de la república de Guatemala, con unidades de negocio internas y servicios que se dedican a las diferentes ramas de la Ingeniería Civil para entregar proyectos de la mejor calidad.

El principal objetivo que ha tenido la constructora de Guatemala ha sido llevar a cabo con éxito los proyectos que le son adjudicados, desde la fase de la planificación hasta la finalización y entrega de los proyectos, cumpliendo con cada uno de los requerimientos de seguridad industrial para todo el personal de las obras, además con los requerimientos que propone el Estado de la República.

#### **7.1.1. Unidades de negocio**

La Constructora de Guatemala por la trascendencia que posee en la rama de la construcción y la Ingeniería Civil, se ha desarrollado de tal forma que internamente en la corporación han creado unidades de negocio, cada una de estas se dedicó a un área de la Ingeniería en específico para el cumplimiento de las obras, esto con el fin de adjudicar proyectos para ejecutarlos internamente y no subcontratar a otras empresas para que realicen estos trabajos, sino tener la capacidad de poder desarrollar un proyecto completo. Las unidades de negocio dentro de la Constructora de Guatemala son las siguientes:

- Unidad de proyectos. Es el pilar de la empresa, es la constructora y la encargada de ejecutar los proyectos de obra gris; pilotes, zapatas, vigas

conectoras, columnas, losas, muros, entre otros. Todos estos elementos componen la armadura principal de todo proyecto que se adjudica y es la unidad dentro de la empresa que más crecimiento ha tenido durante los últimos años.

- Unidad de movimiento de tierras. Esta unidad es un departamento que ha tenido un crecimiento lineal, ya que por las demandas que se tienen hoy en el país de Guatemala por la construcción de edificios, se debe realizar un movimiento de tierras con grandes volúmenes de tierra para la construcción de los sótanos, por lo que es una unidad que tiene mucha demanda dentro de la corporación.
- Unidad de transporte. Dicha unidad de momento se ha mantenido con el mismo personal y no ha ido en crecimiento, pero tampoco en disminución, ya que es un departamento encargado de velar por todo el transporte interno de la Corporación para realizar sus debidas rutas, cumplir con los requerimientos y necesidades que tengan las obras para el traslado de materiales o equipo de construcción. Es un departamento que demanda mucho tiempo y atención ya que a diario se realizan aproximadamente 25 viajes, ya sea entre obras, bodegas o lugares en específico de la ciudad o el interior de la república de Guatemala.
- Unidad de plomería. Es la unidad encargada de velar por toda la planificación, diseño y ejecución del sistema de tuberías que llevará una obra, estas tuberías se refieren al diseño de tubería pluvial, aguas negras e hidráulico. Es un departamento pequeño, pero muy importante dentro de la corporación ya que hoy en día se tiene la capacidad de parte de la empresa de diseñar su propio sistema de tuberías para cumplir con las

necesidades de un proyecto y así evitar subcontratar a empresas de esa rama de la Ingeniería Civil.

- Unidad de aceros. Dicha unidad es la encargada de montar toda la estructura metálica que lleva cada proyecto que se adjudica dentro de la corporación, esta unidad ha tenido un crecimiento lineal ya que los proyectos hoy en día diseñan mucho con estructura metálica por la facilidad en el diseño y montaje. Tiene su bodega central para almacenar todo el acero que utilizan y su taller de fabricación. Una unidad bastante interesante por los desafíos que se han trabajado para unir obra gris con acero.
- Unidad de madera y metal. En la corporación es la unidad encargada del diseño y ejecución del mobiliario que se brindarán a todos los proyectos que se ejecuten, dicha unidad tiene el fin de amueblar los proyectos, estos son: muebles de cocina, armarios de ropa, comedores, puertas. El objetivo de esta unidad es evitar la recompra de todo el mobiliario para una torre de apartamentos, oficinas o cualquier proyecto que lo requiera, sino de fabricarlo internamente y así evitar precios altos.
- Unidad de electricidad. La unidad encargada de realizar toda la instalación eléctrica para el proyecto se encarga de alimentar con electricidad al proyecto para tener todas las facilidades y comodidades en relación con este tema. Al cablear toda la tubería, ejecutan la instalación de tomacorrientes, plafoneras, luz. Con el objetivo igualmente de evitar contratar mano de obra afuera y que la corporación tenga la capacidad de alimentar con electricidad a un proyecto.

- Unidad de acabados. En la construcción, es la última unidad que participa en cada uno de los proyectos, la unidad de acabados está encargada de dar los últimos retoques finales previo a la entrega de cada uno de los proyectos, se dedican principalmente: tablayeso, ventanería, piso, cielo falso, entre otros. Al terminar todas las unidades de negocio, ellos son quienes se quedan hasta la entrega del proyecto, es una unidad muy importante dentro de la corporación ya que en la construcción el área de acabados es una rama muy cara, al tenerla internamente se ahorran costos que se ven reflejados en el cierre de cada proyecto.

#### **7.1.2. Servicios integrados corporativos**

Dentro de la Constructora de Guatemala, como se mencionó anteriormente, se tienen las unidades de negocios en particular una por cada rama de la Ingeniería Civil y luego se tiene la Unidad de servicios en general. Esta unidad contiene el trabajo administrativo dentro de la corporación, ya sea el personal que gestiona los pedidos para que las unidades trabajen o son quienes le prestan un servicio a cada unidad. Los servicios dentro de la Constructora de Guatemala se dividen:

- Recursos Humanos. Son los encargados de velar por todo el personal dentro de la constructora de Guatemala, ellos son los asignados para las contrataciones, indicadores de trabajos, creación de plaza y de la relación interna entre el personal de trabajo y que las personas involucradas en la corporación tengan esa seguridad laboral.
- Departamento de Finanzas. Dicho departamento es el encargado de llevar la contabilidad de la empresa, el flujo de caja de la corporación con su

debida explicación de cómo se está comportando, el pago a proveedores y el pago a todos los trabajadores dentro de la corporación.

- Planeación y control. Un departamento relativamente nuevo ya que antes no se tenía un control de los proyectos al momento de ejecutarse, ni se poseía un cronograma de actividades y se trabajaba sobre la marcha, dicho departamento es el encargado de colocar fechas a cada proyecto, cuándo entra cada unidad de negocio a participar en la construcción, la apertura y clausura de las obras.
- Departamento de compras y servicios. Como la palabra lo indica, son los encargados de las compras dentro de la corporación, son los proveedores, tanto de materiales de construcción como maquinaria y equipo de construcción hacia las obras que se están ejecutando.
- Bodegas. Un servicio clave que provee a cada una de las obras ya que cada proyecto debe montar su campamento y llevar un control interno tanto de lo que les entra como materiales, maquinaria y equipo de construcción. Las personas asignadas aquí deben llevar esos reportes, traslados y solicitudes de la necesidad en campo.
- Equipo de construcción. Considerado como uno de los servicios claves dentro de la corporación ya que aquí va referida toda la formaleta que utiliza la unidad de proyectos para encofrar la obra gris, sin este equipo simplemente no se puede construir y el objetivo de este es optimizar el equipo de construcción de tal manera que con la cantidad de equipo que se tiene en bodega, cubrir la mayor cantidad de metros cuadrados para evitar una renta externa y cumplir con el cronograma de actividades estipulado.

- Departamento de Informática. Son los encargados de velar por todo el equipo de cómputo dentro de la corporación, ellos mantienen tanto el hardware como el *software*, velar por las licencias de cada uno de los programas que se utilizan para el diseño, dibujo y cuantificación de las obras, programación de la plataforma virtual de la empresa y el correo.

### **7.1.3. Portafolio**

La constructora dedicada a la planificación, diseño, construcción y ejecución de obras civiles en Guatemala, tienen ya un récord admirable sobre cada proyecto que ha concretado, la magnitud y el impacto en el país, se describen a continuación los tipos de proyectos realizados a lo largo de todos estos años.

- Proyectos industriales. Estos proyectos son referidos a bodegas industriales, son grandes extensiones de área que se cubren por estructura metálica y normalmente son para maquilas, fábricas, bodegas.
- Edificaciones residenciales. Proyectos que entran en la rama de colonias, residenciales, condominios y estos con el fin de proporcionar hogares a los ciudadanos de Guatemala, diseñar y ejecutar proyectos para las familias del país.
- Edificaciones comerciales. En esta rama entran los proyectos donde la gente asiste para distraerse o comprar, todos los centros comerciales, hoteles y oficinas.
- Apartamentos. Ya hace algunos años en el país de Guatemala se han estado trabajando las viviendas en alto, estas son torres de apartamentos

las cuales se están ejecutando con mucha demanda y la constructora de Guatemala está en esta rama de la construcción con proyectos ya ejecutados y en ejecución.

- Infraestructura pública. En esta rama de la construcción la constructora de Guatemala ha participado únicamente en la ejecución de colegios y universidades, con un buen historial.

## **7.2. Equipo de construcción**

Todo el equipo de construcción va referido con la formaleta para la obra gris y estos elementos son vitales dentro de la construcción en cada proyecto que se ejecuta en Guatemala ya que sin este equipo no se puede construir. El equipo de construcción va relacionado con muchos conceptos en la rama de la productividad, eficiencia e inventarios, ya que el personal que se involucra en la construcción tiene el conocimiento del uso del equipo o no lo poseen.

Se tiene una forma estándar de manejar el equipo de construcción, en Guatemala se ha observado el tipo de equipo que utilizan para el encofrado de las obras, siendo este de madera y de acero, todo el equipo de madera se conoce como vigas H20 y el más conocido y sobrepoblado es la marca Doka, originario de Austria, el equipo metálico se tiene de una gran variedad de distribuidores, pero en este caso se hará énfasis en Tecon, siendo una empresa en la China.

Cada una de las empresas manejan un inventario sobre equipo de construcción, unos más extensos que otros por la variedad de elementos que se encuentran en la rama de la Ingeniería Civil, se hará énfasis en el equipo relacionado con apuntalamiento de losa y de cómo aumentar la productividad

para abarcar grandes cantidades de área y tener una gestión de inventario óptima para garantizar la exactitud en pedidos.

### **7.2.1. Productividad en la gestión de inventarios**

La gestión y productividad del inventario es un tema que se debe abordar y hacer mucho énfasis ya que se requiere de una alta eficacia para administrar y controlar la validez de cada producto y/o material que se encuentra en la bodega. Una gestión de inventario eficiente tendrá un impacto positivo en el servicio que ofrece cada empresa, como la optimización de costos, la satisfacción de todo el personal y estrategias que se pueden realizar con un inventario bien controlado.

El concepto de productividad lo define Carro y Gonzales (2012) cómo:

La productividad implica la mejora del proceso continuo. La mejora significativa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. Por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (productos) y los recursos utilizados para generar (insumos). (p.16)

Las constructoras han adoptado una nueva cuantificación para llevar el control del equipo a utilizar en cada uno de sus proyectos para obra gris por medio de un diseño de formaleta, con esto se tiene el conocimiento sobre el requerimiento que tendrán para el proyecto y dado a esto, se debe realizar una gestión óptima para los envíos entre bodega y obra en ejecución.

La gestión de inventarios define la importancia tal como lo cita López (2014), “consiste en administrar los inventarios que se requiere mantener dentro de una organización para que tales elementos funcionen con la mayor efectividad y al menor coste” (p. 57).

Se debe mantener una gestión óptima con el equipo de construcción cuantificado en cada salida de bodega, entrada a proyecto y devolución. Se podrán implementar técnicas para llevar una mejor gestión como la segmentación del inventario si en caso se presenta un descontrol, esto se puede ejecutar clasificando con etiquetas y cantidades para no perder el inventario, igualmente implementar un *software* específico y dedicado únicamente para el equipo de construcción y su inventario en bodega.

En las obras se manejan equipos que van de cajón al momento de iniciar con la ejecución de cualquier obra gris, el equipo de construcción más solicitado en la construcción es la viga H20 de madera, seguido del puntal metálico, estos dos elementos son los principales tanto para el encofrado de losa como columnas y muros, es un sistema muy versátil y muy demandante. Otros elementos que tienen mucha demanda son los cabecales que van en la parte superior de los puntales, estos con el propósito de confinar la viga H20 de madera y así evitar algún volteo de la viga cuando se está encofrando la losa.

### **7.2.2. Solicitudes de traslados por obra**

La logística que se tiene entre solicitudes de pedidos en las constructoras de Guatemala, se deben realizar envíos con cantidades específicas y asignadas para cada una de las obras, todo este material se encuentra comúnmente en bodegas o un lugar en específico almacenado y resguardado de la mejor manera, cada vez que se inicia un proyecto se realiza la solicitud de equipo de

construcción por obra, ya sea por medio de transporte propio o personal para el traslado del equipo y entrega a cada proyecto

Realizar una solicitud de equipo de construcción de la obra que empezará hacia la bodega o lugar de almacenaje, involucra muchos pasos para brindar el recurso al proyecto, se muestran los comunes en un proceso de solicitud:

- **Petición formal.** Las solicitudes realizadas entre bodegas y proyectos, generalmente se ejecutan mediante un departamento determinado o persona encargada del tema, para el pedido del equipo, dicha demanda incluirá siempre la descripción del equipo con sus respectivas cantidades.
- **Aprobación.** Se debe autorizar el requerimiento que se traslada hacia la bodega de parte de la constructora, como se mencionó anteriormente, se muestra la descripción y cantidades solicitadas, se debe verificar la existencia, rectificar y gestionar la entrega.
- **Gestión de envío.** Se debe planificar el traslado del equipo de construcción, en esta etapa se debe coordinar transporte y obtener la certeza de la fecha y hora que llegará para recoger el requerimiento.
- **Documentación.** Se debe tener el registro diario de las salidas que tiene la bodega, aquí van documentados los equipos que salen de la bodega y se crean las cuotas de transporte y renta.
- **Confirmación en obra.** Luego del viaje que realiza el encargado del transporte junto con el equipo de construcción, llega a la obra el día que está anunciado para descargar el equipo en obra y luego de realizar dicha

acción, se confirma a bodega las cantidades recibidas para validar con la documentación de salida.

- Puesto en obra. Al momento que se notifica y confirma el equipo en obra, se procede a la ejecución de las fundiciones con la utilización del equipo de construcción.

Según la institución dependerá del proceso para los envíos del equipo de construcción a las obras, lo mencionado anteriormente es un envío típico de cómo se trabajan en las constructoras de Guatemala. Es importante seguir cada paso al pie de la letra para no tener pérdidas en el inventario.

### **7.2.3. Formas de uso del equipo de construcción en obra**

Se explican los elementos que conforman una tarima, una viga H20 se utiliza para soportar la carga, se debe colocar debajo de la madera que irá en contacto con el concreto y esta debe de soportar la carga que se aplicará en la parte de arriba, para estos elementos dependiendo de las especificaciones estructurales a trabajar, se debe de diseñar el encofrado y transmitir tanto al gerente como al auxiliar para programar el encofrado y mantener una plena productividad.

## Figura 2.

*Viga de encofrado de madera H20*



*Nota.* Demostración de viga de madera para encofrar obra gris. Obtenido de Doka (2023). *Viga Doka.* (<https://www.doka.com/la/system-groups/doka-system-components/timber-formwork-beams/index>), consultado el 29 de agosto de 2023. De dominio público.

Se contemplan otros equipos al momento de crear la tarima. Para detener todas las vigas de madera, se necesita de un elemento vertical el cual se tiene clasificado como puntal. Dicho accesorio debe estar normado para conocer la capacidad de carga que tiene y diseñar en base a las especificaciones que presenta cada uno, esto va de la mano con la viga H20 ya que dependiendo del espesor o características que presente la fundición, así será la cantidad de puntales que se utilicen.

### **Figura 3.**

#### *Puntal metálico*



*Nota.* Demostración de un puntal certificado de metal para encofrar. Obtenido de Tecon (2023). *Soporte de soporte.* (<https://es.teconform.com/products/shoring-props/>), consultado el 29 de agosto de 2023. De dominio público.

En la parte superior del puntal se debe de colocar un cabezal de 4 vías, este con el objetivo de contener de la mejor manera la viga H20, esto porque puede tener un juego y por cubrir toda el área de la viga la logra confinar mejor, se utilizan normalmente en el inicio y final de las vigas, si se tiene un traslape se coloca entonces en el inicio, traslape que normalmente se tiene en el medio y al final de la línea de las vigas de encofrado.

#### **Figura 4.**

*Cabezal de 4 pines*



*Nota.* Demostración de un cabezal de 4 pines y/o principal, para retener vigas de encofrado H20. Obtenido de Tecon (2023). *Accesorios de plantilla.* (<https://es.teconform.com/products/formwork-accessories/>), consultado el 29 de agosto de 2023. De dominio público.

Se colocan los cabezales en ubicaciones ya determinadas, ahora los cabezales de 2 pines se deben colocar en el medio de los cabezales de 4 pines, esto con el objetivo de rebajar la renta que se tiene con el equipo de construcción, variar el inventario y no colocar siempre el mismo equipo porque no se tiene necesidad de un cabezal de 4 siempre.

## Figura 5.

### *Cabezal de 2 pines*



*Nota.* Demostración de un cabezal de 2 pines para retener vigas de encofrado H20. Obtenido de Tecon (2023). *Accesorios de Plantilla.* (<https://es.teconform.com/products/formwork-accessories/>), consultado el 29 de agosto de 2023. De dominio público.

Luego de tener la obra falsa montada con las vigas H20 en la parte superior, confinadas mediante los cabezales de 4 y 2 pines, el puntal en la parte baja para soportar el peso, procurar ensamblar un trípode para evitar el movimiento de todos estos elementos, este con el fin de asegurar y arriostrar la obra falsa, porque al momento de fundir, se vibran todos los elementos con un riesgo a que se caiga.

**Figura 6.**

*Trípode*

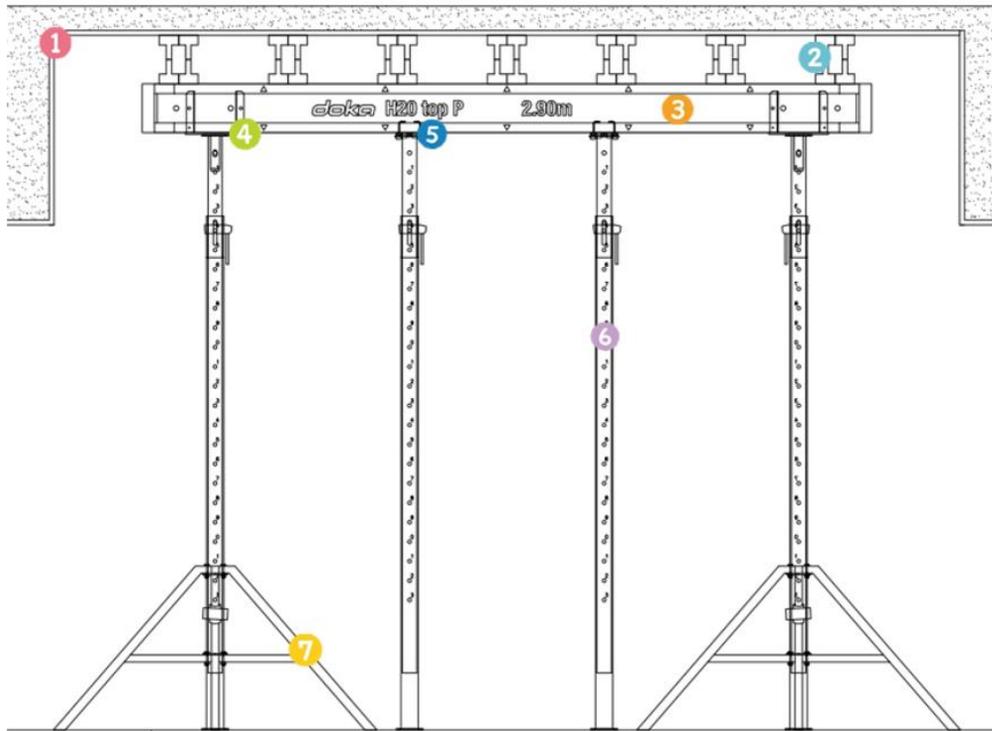


*Nota.* Demostración de un trípode para arriostrar la estructura o la obra falsa y evitar el movimiento de los puntales. Obtenido de Tecon (2023). *Accesorios de Plantilla.* (<https://es.teconform.com/products/formwork-accessories/>), consultado el 29 de agosto de 2023. De dominio público.

Al unir estos elementos, se crea el encofrado para una losa y confinar obra gris, cada elemento se debe diseñar y con el aprovechamiento de los accesorios en el equipo de construcción, se debe sacar el máximo beneficio para cada uno con el fin de abarcar lo más posible el área proyectada.

**Figura 7.**

*Sistema H20 montado para losa*



*Nota.* Equipo de construcción unificado para encofrar una losa. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

**Tabla 1.**

*Descripción del equipo de construcción.*

No.	Descripción
1	-
2	Viga de encofrado H20
3	Viga de encofrado H20
4	Cabezal de 4 pines
5	Cabezal de 2 pines

Continuación de la tabla 1.

<b>No.</b>	<b>Descripción</b>
6	Puntal
7	Trípode

*Nota.* Descripción del equipo de construcción identificado cuando se encofra una losa. Elaboración propia, realizado con Excel.

El equipo de construcción se utiliza como una obra falsa, según Estándar Británico (1996) lo define como “cualquier estructura temporal que se utiliza para soportar una estructura permanente, si bien no es autosuficiente” (p. 3).

En la figura 6 se muestra el uso que se le brinda al equipo de construcción en las constructoras de Guatemala que tienen acceso a estos recursos, es un sistema muy interesante ya que no solamente será de pedir en base a criterio propio y colocarlo, sino que este se calcula para optimizar la cantidad de equipo mediante modulaciones y planos más exactos con el objetivo de que cada elemento responda de la mejor manera, siempre cumpliendo con los estándares y especificaciones técnicas para la seguridad tanto del personal como de la obra en general al momento de cada fundición.

#### **7.2.4. Cuidado del equipo de construcción**

Un tema bastante crítico dentro de cada una de las constructoras, ya que todas las obras al solicitar el equipo realizan sus construcciones y al momento de la devolución, entregan un equipo muy deteriorado normalmente. Se realizan gestiones para que cada una de las obras tenga el equipo en las mejores condiciones, tanto si lo están utilizando como si está inutilizable, ya que una gran mayoría de veces solamente lo dejan perdido en cada obra.

El equipo de construcción es un equipo muy delicado, debido a que las vigas H20 son de madera tratada, es un sistema tratado que se trabaja de la mejor manera en la fabricación y se realiza la compra al mejor proveedor en cada empresa. Estas no se deben tener a la intemperie, se deben apilar una encima de la otra y en lugares secos, si en dado caso se necesitan fuera de la bodega, se deben cubrir con algún nylon para evitar los agentes externos ya que tiene un tiempo de vida útil.

### **Figura 8.**

*Correcto almacenaje de vigas H20*



*Nota.* Forma correcta en cómo se deben almacenar las vigas H20 para tener un mejor cuidado con el equipo de construcción. Obtenido de Zulin (2023). *Encofrado.* ([https://es.made-in-china.com/co\\_zulinform/product\\_High-Quality-Yellow-8cm-Width-Zulin-I-Formwork-H20-Timber-Beam-Girder\\_uoiroyigry.html](https://es.made-in-china.com/co_zulinform/product_High-Quality-Yellow-8cm-Width-Zulin-I-Formwork-H20-Timber-Beam-Girder_uoiroyigry.html)), consultado el 30 de agosto de 2023. De dominio público.

Además del cuidado con el equipo y el buen almacenamiento que se debe brindar con las vigas H20 de madera, se debe hacer esto para el resto de los elementos que componen el encofrado de una losa.

Los puntales por ser de metal se deben contener en lugares secos y que no le afecte la intemperie ya que pueden llegar a corroerse si los agentes externos impactan en el tubo, siempre se tiene necesidad de tenerlos en obra, lo mejor será de cubrirlos para evitar el sereno o la lluvia, también se deben apilar de una manera correcta, esto porque pesan y al colocar mal uno encima del otro, pueden presentarse dobleces o abollamientos.

**Figura 9.**

*Correcto almacenaje de puntales*



*Nota.* Forma correcta en cómo se deben almacenar los puntales metálicos para tener un mejor cuidado con el equipo de construcción. Obtenido de Frabus (2023). *Puntales metálicos regulables para la construcción.* (<https://frabus.com/>), consultado el 30 de agosto de 2023. De dominio público.

Se enfoca el cuidado principalmente en estos 2 equipos ya que son el pilar fundamental en el encofrado, no quiere decir que los accesorios no sean importantes, pero estos se poseen en Guatemala con un mayor número de elementos y sus rentas son más económicas en comparación con la viga H20 y el puntal, así que estos primeros componentes del sistema de encofrado se

deben cuidar para tener siempre la opción de lograr cumplir con los cronogramas de fundición.

#### **7.2.5. Bodega central**

Una bodega central asignada para un proyecto es un área específica para el almacenamiento de materiales, herramientas y equipo de construcción, todo relacionado siempre con el proyecto, este lugar asignado para cada obra juega un papel muy importante internamente en la ejecución de la planificación que se tiene, ya que se resguarda cada elemento en un lugar seguro y se encuentra en la disponibilidad cuando sea el requerimiento del mismo.

En cada una de las bodegas se manejan muchos conceptos que trabajan en paralelo para ir cumpliendo con las necesidades que exige cada uno de los proyectos, el principal factor que se maneja será de la logística, esto según la RAE (2023) lo define como “conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa, o de un servicio, especialmente de distribución” (párr. 1).

Las actividades que se realizan dentro de las instalaciones de cada una de las bodegas son vitales para los proyectos, si en el inventario de la bodega no posee algún material y/o equipo, la bodega y su personal son los encargados de buscar con los mejores proveedores que tengan en sus carpetas, planificar la compra, envíos y recepción de los elementos puestos en obra.

### **7.2.5.1. Equipo de madera**

Dentro de este equipo se habla sobre las vigas H20, completamente de madera y se tienen de 3 marcas las cuales son Doka, Kaufmann y Tecon.

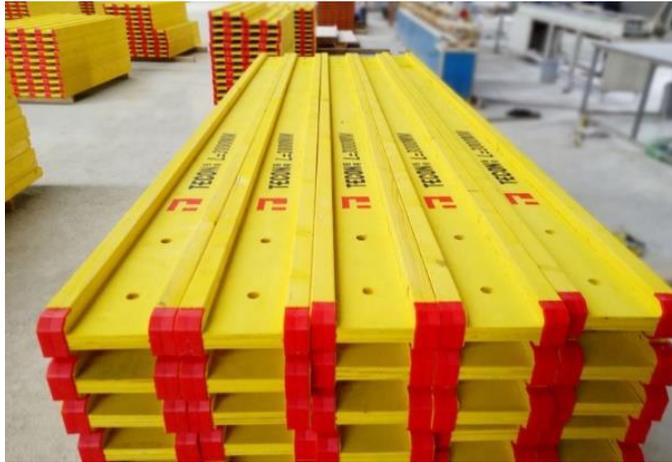
Este es un equipo hecho de abeto, siendo un material resistente con una capacidad de carga de 11 Kn a la cortante y momento flector de 5 Kn, deben cumplir con estas propiedades mecánicas porque los cálculos van sobre estas condiciones y según la norma EN 13377 si no cumplen con estos requerimientos, se puede demandar a la empresa que las fabrique.

#### **7.2.5.1.1. Equipo marca Tecon**

Es una viga de encofrado diseñada en china, es una viga de madera diseñada para encofrar obra gris, fabricada en china y cumpliendo con la norma EN 13377, se fabrican en varias medidas y con capas de plywood fenólico en la parte del alma para brindar la capacidad a cortante necesaria para cumplir con las exigencias puestas en obra, tanto para realiza un encofrado de losa, muros y columnas.

## Figura 10.

### *Viga marca Tecon*



*Nota.* Demostración de viga H20 marca Tecon, fabricada en China. Obtenido de Tecon (2023). *madera H20.* (<https://es.teconform.com/products/h20-timber-beam.html>), consultado el 30 de agosto de 2023. De dominio público.

### 7.2.5.1.2. Equipo marca Doka

La primera viga de madera diseñada para encofrar obra gris, fabricada en Austria, se califica cómo la viga Doka por ser al primer equipo diseñado para estas condiciones, se construyó para cumplir con la norma EN 13377, siendo vigas de varias medidas y con las características únicas entre todas las vigas de tener sus orillas recubiertas de poliuretano, para cubrirla de los golpes y filtraciones en el interior de la madera, además de patentar este diseño.

## Figura 11.

### Viga marca Doka



*Nota.* Demostración de viga H20 marca Doka, fabricadas en Austria. Obtenido de Doka (2023). *Vigas de madera.* (<https://www.doka.com/mx/system-groups/doka-system-components/timber-formwork-beams/index>), consultado el 30 de agosto de 2023. De dominio público.

### 7.2.5.1.3. Equipo marca Kaufmann

Es una viga de otra forma diseñada, es un elemento de madera diseñado para cubrir obra gris, fabricada en Austria y cumpliendo con la norma DIN 4074, cuenta con un alma de tablero de 3 capas maciza, para brindar la capacidad a cortante necesaria para cumplir con las exigencias puestas en obra, tanto para realiza un encofrado de losa, muros y columnas.

## Figura 12.

Viga marca Kaufmann



*Nota.* Demostración de viga H20 marca Kaufmann, fabricada en Austria. Obtenido de MAYR MELNHOF HOLZ (2023). *Vigas de encofrado.* (<https://www.mm-holz.com/en/products/formwork-beams>), consultado el 30 de agosto de 2023. De dominio público.

### 7.2.5.2. Equipo metálico

Este equipo comprende todo el sistema que va por debajo de las vigas de madera, refiriéndose a: puntales, canastas de 4 vías, canastas de 2 vías, trípodes y *brackets*. Cada elemento tiene su función que es clave al momento de entarimar y encofrar una losa, todo el equipo se utiliza tanto para confinar una losa como una viga peraltada, solamente el *bracket* se agrega aquí y en losa no.

#### 7.2.5.2.1. Equipo marca Tecon

El equipo metálico tiene mucha relevancia en el encofrado del sistema, igualmente sus características.

Los puntales marca Tecon son muy utilizados en la construcción a nivel mundial por sus comodidades en precios, estos son importados de china cumpliendo con estándares técnicos, propiedades mecánicas, inspecciones de calidad y con una capacidad de carga certificada, los más comunes tienen 15 Kn. Se hace énfasis en este equipo ya que, al momento de estar desencofrando, es el elemento que más golpean y más dañan.

**Figura 13.**

*Puntal metálico Tecon*



*Nota.* Demostración de un puntal marca Tecon, certificado con capacidad de carga. Obtenido de Tecon (2023). *Apoyo ligero.* (<https://es.teconform.com/products/light-duty-prop.html>), consultado el 30 de agosto de 2023. De dominio público.

#### **7.2.5.2.2. Equipo en general**

En cada proyecto siempre se tendrá uno que otro elemento adicional, no es sinónimo que no sean esenciales, pero los elementos mostrados anteriormente son los que una obra posee de cajón para cualquier fundición de obra gris que vaya relacionado a una losa, columnas y vigas. Todo este equipo se debe gestionar de la mejor manera para tener en inventario y cumplir con las necesidades que dará la obra conforme van ejecutando las fundiciones según cronograma.

### **7.3. Metodologías de mejora continua**

Metodologías propuestas y realizadas para un enfoque de mejora en los procesos internos dentro de una empresa para ofrecer un producto y/o servicio sistematizando cada uno de los pasos. La mejora continua es una actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos.

Se mencionan hoy en día varias formas de obtener estos resultados siguiendo un proceso establecido por cada una de las metodologías que se han ido creando conforme las necesidades que han presentado las empresas a lo largo de los años.

#### **7.3.1. Qué son**

Son metodologías que buscan rozar el punto de la perfección para sistematizar todos los procesos de una manera que sean lo más eficientes posibles, con una gestión de calidad y excelencia en cada una de las áreas o departamentos. El objetivo que se tiene propuesto con cada una de estas

metodologías es incrementar las mejoras y sostener la operación con los índices altos y estables en cada gestión a lo largo del tiempo.

Se tienen diferentes propuestas de mejora para cada empresa, según Manganelli & Klein (2004) describe de cómo son y para qué son:

La reingeniería responde a la evolución de las tendencias en el ambiente de los negocios donde fallan programas de mejora incremental más tradicionales. En muchos casos solo la reingeniería promete un cambio suficientemente rápido y radical para mantenerse a tono con el cambiante ambiente de los negocios. (p. 23)

Una de las grandes propuestas que amarran a todas las técnicas mediante un concepto, consiste en crear hacia el trabajador una cultura de mejora continua tanto en el sector público como en el sector privado, no se puede crear esta conciencia de un día para otro de cambiar la mentalidad de los trabajadores, se realiza mediante procesos, reglas, indicadores, entre otros. Esto va creado para la satisfacción de los clientes en el entorno externo y se cumple internamente mediante un líder firme, que tenga plasmados los conceptos y tenga el pleno conocimiento de poder transmitirlos al personal. Se mencionan a continuación algunas metodologías de mejora continua.

### **7.3.2. Método de Kaizen**

Originario en el continente de Asia, que se ha ido adaptando a conceptos más concretos por el desarrollo que han tenido las empresas que han trabajado mediante este criterio y técnica de mejora continua para las empresas, dicho

método es muy versátil, perseverante e instructivo para lograr los objetivos que se proponga tanto la empresa y su personal, como un trabajador en específico.

Este método tiene su concepto muy bien fundamentado por crear pequeñas acciones, pero con la disciplina de todos los días practicar siempre la rutina que lo volverá mejor en la rama que se esté trabajando. El concepto de Kaizen lo definen como:

- “Uso de pasos muy pequeños para mejorar un hábito, un proceso o un producto” (Maurer, 2015, p. 8).
- “Uso de momentos muy pequeños para inspirar nuevos productos o inventos” (Maurer, 2015, p. 8).

Un método que principalmente debe involucrarse a todo el personal que trabaje dentro de las instalaciones donde se quiere poner en práctica, deben adoptar el pensamiento de mejora continua para crear esa disciplina dentro de las instalaciones donde se desarrollen, al comprender la metodología deben proponerse pequeñas metas, pero realizables, con estos pequeños pasos irán cumpliendo poco a poco los indicadores que les asignen a cada uno de los departamentos.

### **7.3.3. Fabricación *lean***

La metodología Lean busca esencialmente atacar el proceso interno de la empresa de cómo se están realizando las tareas, las decisiones que se toman, la materia prima, los gastos que se realizan en cada una de las etapas para la fabricación y entrega del bien o servicio, esto con el fin de optimizar la mayor

cantidad de recursos y de efectivo dentro de la empresa para bajar estos costos y generar una mayor utilidad entre los trabajadores involucrados.

Al reducir los costos, busca siempre mantener el mismo enfoque y la misma capacidad de entrega para conservar una cultura eficiente en la producción de los productos. El enfoque está en la reducción de la inversión a realizar, acotar los tiempos de producción y la carga laboral a cada uno de los trabajadores, con estos puntos la metodología de Lean garantiza volver más productivos los procesos.

El método de Lean identifica los problemas puntuales que se tienen en un proceso, se describe la esencia de la práctica de *lean* según Socconini (2019) para ejecutar en cada una de las empresas que lo adopten:

*Lean manufacturing* es un proyecto estratégico porque tendrá fuerte impacto en los gastos y, por ende, en los resultados financieros de las empresas. Por ello, deberá estar incluido en el plan estratégico de la compañía. Además, para elaborar un buen plan es preciso conocer a fondo el nivel de madurez de los procesos con respecto a una empresa Lean. Normalmente, este tipo de proyectos es producto de una moda: el proyecto del mes o del año, y no necesariamente está vinculado con los objetivos estratégicos ni con los objetivos de la empresa. Por tal motivo, aquellas compañías que no se gestionen estratégicamente, irremediablemente terminarán siendo un proyecto fallido más. (p. 50)

La metodología de *lean* al final va dedicada completamente hacia la satisfacción de los clientes mediante procesos más certeros con menos riesgos y asegurando el trabajo en equipo para crear esa cultura de trabajo. Son numerosas las empresas que han ejecutado dicho método y se han visto reflejados los resultados en su economía.

Se centra en adaptar y lograr ejecutar los procesos, ya que esta metodología busca cambiar esos desperdicios en cada etapa y crear un desarrollo limpio, poco a poco pero seguro es el concepto que se posee con esta mejora continua que se puede adaptar a cualquier empresa que tenga un proceso de inventario hacia clientes.

#### **7.3.4. Gestión de calidad total**

La gestión de calidad total es un concepto general en cada una de las empresas, cada actividad realizada vela porque se cumplan todos los estándares de calidad para generar un excelente producto o servicio, según Santander (1999) el concepto de calidad total se define cómo:

La administración de la calidad total es la integración de todas las funciones y procesos de una organización, con el fin de lograr un mejoramiento continuo de la calidad de los bienes y servicios que en ella se producen. El objetivo es lograr la satisfacción del cliente. (p. 164)

Dicha gestión busca identificar el valor que tiene cada persona en su puesto, los departamentos y los jefes para cumplir con la calidad que se espera tanto de la empresa como del producto que lanzan a la venta y con los

lanzamientos, poseer clientes de calidad, que valoren y tengan el pleno conocimiento del proceso que se ejecuta en la organización.

### **7.3.5. Método Toyota 5s**

Dicha metodología trata sobre las buenas prácticas a ejecutar dentro de las instalaciones de un trabajo, al volver todo un buen hábito, esto será ya automático que se estará realizando. Se busca arreglar mediante otras ramas, el proceso y convertir las acciones en buenas sí eran malas y si son buenas, seguir con ese parámetro en el personal operativo y administrativo. El significado y sentido de esta metodología la define Liker & Franz (2011) cómo:

El modelo Toyota proporciona un profundo estudio de caso en la búsqueda de la excelencia operacional de una compañía a través de la mejora continua y de cómo esa búsqueda se convierte en un diferenciador estratégico. Cuando sucede eso, una sensación de intensa energía enfocada en mejorar atraviesa toda la organización, desde los altos ejecutivos hasta los grupos más pequeños de equipos en el lugar de trabajo. (p. 32)

Estas 5's se pueden aplicar para cualquier modalidad de trabajo y cualquier empresa, no solamente en trabajo, sino también se pueden practicar en colegios o algún lugar que necesite llevar un orden, limpieza y un buen estilo de vida tanto personal como laboral o interno. Tiene muchas ventajas vivir con esta metodología, a continuación, se describe cada una de las palabras japonesas.

- La 1ªS, *seiri*, implica seleccionar; separando los elementos necesarios de los innecesarios.
- La 2ªS, *seiton*, permite ordenar los elementos necesarios en el lugar de trabajo.
- La 3ªS, *seiso*, significa limpiar y sanear el entorno para anticiparse a los problemas.
- La 4ªS, *seiketsu*, permite estandarizar las normas generadas por los equipos.
- La 5ªS, *shitsuke*, dinamiza las auditorías de seguimiento y consolida el hábito de mejora continua.

Una metodología muy interesante, tiene cada etapa para ir mejorando internamente con el personal y no solamente en cada una de las etapas que se desarrollan los procesos, sino que también en el desempeño de las personas, será una disciplina muy agradable a tomar en cuenta.

## 8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

ORIENTADORAS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO REFERENCIAL

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Constructora de Guatemala.

2.1.1. Unidades de negocio

2.1.2. Servicios integrados corporativos

2.1.3. Portafolio

2.2. Equipo de construcción

2.2.1. Productividad en la gestión de inventarios

2.2.2. Formas de uso del equipo de construcción en obra

2.2.3. Solicitudes de traslados por obra

2.2.4. Uso y cuidado del equipo de construcción

2.2.5. Bodega central ubicada en Villa Romana

2.2.5.1. Equipo de madera

2.2.5.1.1. Equipo marca Tecon

2.2.5.1.2. Equipo marca Doka

2.2.5.1.3. Equipo marca Kaufmann

2.2.5.2. Equipo metálico

2.2.5.2.1. Equipo marca Tecon

2.2.5.2.2. Equipo en general

2.3. Metodologías de mejora continua.

2.3.1 Qué son

2.3.2 Método de Kaizen

2.3.3 Fabricación *lean*

2.3.4 Gestión de calidad total

2.3.5 Método Toyota 5s

### 3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1 Objetivo 1

3.2 Objetivo 2

3.3 Objetivo 3

### 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXOS

## **9. METODOLOGÍA**

Se refiere al enfoque del desarrollo de la metodología propuesta para responder las preguntas que se plantean, la forma de trabajar en cada área o departamento de la empresa intervenida y de qué se espera en cada una de ellas. Se proporciona el enfoque, alcance, diseño que adoptará la investigación, cada una de las unidades evaluadas y las variables que se estarán tomando en cuenta para analizar los resultados que se obtengan y de cómo estas estarán afectando el medio donde se estarán realizando.

### **9.1. Características del estudio**

El enfoque del estudio propuesto es mixto, ya que se manejan variables cuantitativas y cualitativas sobre entradas y salidas del equipo de construcción para llevar un control del inventario, además de un análisis por medio de la observación para saber las condiciones, criterios y técnicas de construcción que utilizan para el uso y manejo del equipo en cada uno de los proyectos, junto con el análisis en la gestión del inventario.

El alcance es descriptivo dado que busca describir y resumir un conjunto de datos para volverlo comprensible dentro de la Unidad de Servicios Integrados, esto con el fin de realizar un ordenamiento completo del inventario sobre el equipo de construcción, para obtener las cantidades reales y depender de esos datos para la planificación trimestral con los metros cuadrados a construir, dado que se derivan muchos inconvenientes al no tener presente dicha estadística.

El diseño adoptado será no experimental, pues se busca definir variables que no se tienen del todo claro mediante técnicas de recopilación de datos y observación de sucesos que ocurren durante la investigación para tratar y analizar toda la información sobre el aumento de la productividad del equipo de construcción en la Unidad de Servicios Integrados de la constructora de Guatemala, se analizará en su estado original sin ninguna manipulación; además será transversal pues se estudiarán los datos de las variables que se tienen en su momento revisando envíos y traslados, para conformar el análisis del comportamiento del inventario con el equipo de construcción.

## **9.2. Unidades de análisis**

La población en estudio será el equipo de construcción en la Unidad de Servicios Integrados de la bodega central, la cual se encuentra dividida en subpoblaciones dadas por el equipo de construcción clasificado como madera y metal, además del personal que está relacionado con el tema del equipo, de la cual se extraerán muestras mediante la recolección de datos y serán estudiadas en su totalidad.

El tamaño de la población está clasificado en 2 puntos, siendo el equipo de construcción dado por 250 elementos y el personal que está involucrado que consta de 7 colaboradores con el uso, cuidado y manejo. Se toma cada variable por la importancia que tienen en toda la gestión y manejo sobre el equipo de construcción, con la necesidad de obtener el valor de la muestra para realizar el estudio en cada una de las fases ya que el personal se involucra y manipula cada uno de los procesos a estudiar.

Utilizando la fórmula:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

$n$  =tamaño de la muestra.

$N$  =tamaño de la población.

$\sigma$  =desviación estándar de la población (0.5 por convención)

$Z$  =tipificación del nivel de confianza de la distribución normal, para este caso 1.96

$e$  =error de la muestra (0.05 por convención)

## Tabla 2.

*Datos para la muestra del equipo de construcción*

Variable	Valor
$N$	250
$\sigma$	0.5
$Z$	1.96
$e$	0.05
$n$	151.68 $\approx$ 152

*Nota.* Datos numéricos para demostrar el tamaño de la muestra a realizar sobre el equipo de construcción. Elaboración propia, realizado con Word.

De acuerdo con la tabla 2, al operar la fórmula para obtener el dato de la muestra de la subpoblación sobre el equipo de construcción, se obtiene la cantidad de muestras estudiadas siendo un total de 152 elementos.

**Tabla 3.**

*Datos para la muestra personal*

Variable	Valor
$N$	7
$\sigma$	0.5
$Z$	1.96
$e$	0.05
$n$	$6.89 \approx 7$

*Nota.* Datos numéricos para demostrar el tamaño de la muestra a realizar sobre el personal que tiene relación con el equipo de construcción. Elaboración propia, realizado con Word.

De acuerdo con la tabla 3, al operar la fórmula para obtener el dato de la muestra de la subpoblación sobre el personal que está involucrado con la gestión del equipo de construcción, se obtiene un total de 7 personas relacionadas con el manejo del equipo.

### **9.3. Variables**

A continuación, se describen las variables con su definición teórica y operativa, para una mejor comprensión de cada uno de los conceptos a aplicar.

**Tabla 4.***Variables en estudio*

<b>Variable</b>	<b>Definición teórica</b>	<b>Definición operativa</b>
Análisis de Productividad	Permite identificar aquellos procesos que presentan deficiencias o que requieren mejoras, con la finalidad de optimizar tiempo y recursos en el momento oportuno.	Permite evaluar y medir la eficiencia en la que será utilizado el equipo de construcción, esto mediante criterios de uso, técnicas de construcción y condiciones en cada uno de los proyectos.
Movimiento de Inventario	Procesos que permiten verificar las salidas y entradas del inventario físico que se tiene en la bodega de almacenaje.	Permite establecer procedimientos claros en el movimiento del inventario.
Eficiencia Operativa	Permite medir la capacidad de un equipo de trabajo para entregar un producto y/o servicio de calidad, con la menor cantidad de recurso posible.	Una medida que permite la medición y análisis de los indicadores de rendimiento que se tienen propuestos.

*Nota.* Definición desde el punto de vista teórico y operativo de cada una de las variables. Elaboración propia, realizado con Word.

Las variables tomadas anteriormente en la tabla 4, mencionan cada uno de los conceptos y descritos para las variables propuestas, en la tabla 5 se muestra el alcance y cómo se quiere llegar en cada una de estas.

**Tabla 5.***Matriz de consistencia*

<b>Objetivo</b>	<b>Variable</b>	<b>Tipo de Variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Técnica de Recolección</b>
Diagnosticar el proceso del uso de equipo de construcción en cada una de las bodegas de los proyectos en ejecución y bodega central.	Análisis de Productividad	Cualitativa	Criterios de uso con el equipo de construcción.  Técnicas de Construcción.  Condiciones de cada proyecto.	Observación.  Entrevistas.  Encuestas.
Analizar el punto crítico que afecta los traslados del equipo de construcción entre las obras en ejecución y la bodega central.	Movimiento de Inventario	Cuantitativa	Documentación de envíos y traslados.  Unidades enviadas contra unidades recibidas.	Registros de traslados.  Documentación histórica.  Proyectos en ejecución.
Diseñar los indicadores de los beneficios de la metodología propuesta que beneficiará la productividad	Eficiencia Operativa	Cuantitativa	Metros cuadrados cubiertos en paralelo por el equipo de construcción.  Costo de Renta.	Medición de áreas por proyecto.  Comparación de la renta del año 2023 contra el año 2024.

*Nota.* Cuadro de definición de cada variable con indicadores y cómo se estarán recolectando los datos. Elaboración propia, realizado con Word.

Por medio de la tabla 5, se mencionan las variables junto con sus técnicas de recolección para cada uno de los objetivos propuestos con el fin de obtener información verídica y confiable para analizar.

#### **9.4. Fases de estudio**

Se reunirá, analizará y concluirá toda la información que se requiera para el equipo de construcción, en cada una de las fases se describe cada evento que se estará trabajando: en las primeras fases será una recolección de datos históricos seguido de un pequeño análisis para tener un panorama completo del activo que se posee, luego de tener el conocimiento de la cantidad de equipo con la que se cuenta, se debe tener el conocimiento de cómo están usando y tratando cada uno de los elementos que le brinda la bodega a los proyectos y por último será la propuesta de mejora para medir el aumento de la productividad y los beneficios que esto dará a la empresa y colaboradores.

- Fase 1: revisión de la documentación

Se revisará el inventario que se tiene en la bodega central de equipo de construcción en la primera semana de ejecución, se verificará el activo mediante documentación histórica sobre las compras realizadas en los años 2018 y 2023 para cuantificar el equipo y tener pleno conocimiento de lo que se podrá proporcionar a las obras junto con el personal que estará a cargo del manejo en la gestión del inventario, además de reunir la documentación de los envíos y salidas del equipo en la bodega del equipo de construcción.

Se espera obtener una gran cantidad de información verídica sobre el inventario del equipo de construcción, esto con el fin de construir una base de datos y analizar el movimiento que se le brindó a cada uno de los elementos

desde su compra hasta el día de hoy, igualmente obtener la demanda que tiene cada equipo en el área de la construcción, para clasificar el más utilizado al menos utilizado.

- Fase 2: manejo del equipo de construcción

Diagnosticar las técnicas y condiciones que se tienen sobre el equipo de construcción en cada una de las obras, analizar los criterios que tiene el personal con el manejo de cada uno de los elementos tanto en los proyectos como en bodega, esto mediante entrevistas al personal que tenga relación con el equipo de construcción para verificar la manera en qué se está utilizando cada elemento y de cómo debe ser la mejor forma para el uso de cada uno.

Entre las semanas 5, 6 y 7, el propósito será; involucrarse en 3 proyectos seleccionados, con el fin de recopilar la mayor cantidad de información sobre el uso y cuidado del equipo de construcción en cada una de las obras, se estarán realizando entrevistas y encuestas al gerente del proyecto, auxiliar y personal en campo que tenga relación con el equipo, además de tomar tiempos de descarga en los transportes y en paralelo, tomar rendimientos sobre la ejecución del encofrado.

Con la información recolectada y las entrevistas realizadas, se espera obtener un resumen del uso que se le brinda a cada elemento en el campo de la construcción, con el fin de analizar y comprobar el manejo que se le está dando en obra y en bodega, además de obtener rendimientos con las cargas y descargas del equipo en cada uno de los transportes.

- Fase 3: análisis de documentación

Se revisará toda la documentación de las salidas y entradas en la bodega central de equipo de construcción conforme a los proyectos en ejecución, esto con el fin de llevar un mejor control en cada una de las obras y tener el conocimiento de cuánto equipo deberá de estar en cada proyecto, con las cantidades establecidas se estará visitando cada una de las obras para validar la información con cada uno de los bodegueros para confirmar que cada elemento no ha tenido movimiento y/o desaparecido del inventario establecido en el requerimiento inicial.

En el lapso entre la semana 8 y 9 se tiene contemplado viajar a 3 proyectos ya seleccionados para analizar la gestión que le brindan al equipo de construcción, además de recopilar todos los envíos y traslados que contengan entre la bodega central y el proyecto. Se estarán realizando comparaciones con documentación de bodega y proyecto, entrevistas al personal de bodega para reunir la mayor cantidad de información posible.

En cada uno de los proyectos a visitar, se revisará y estarán comparando las cantidades de equipo que tienen a la fecha, esto con el fin de verificar si cuentan con el requerimiento actual sin que hayan realizado envíos y/o traslados a su voluntad, si fueron hechos, se analizará del por qué surgió esa necesidad de recolectar equipo por su propia cuenta y se espera crear un requerimiento dependiendo de las especificaciones que cuente la obra gris.

- Fase 4: indicadores de beneficios

En las últimas semanas de la ejecución del trabajo de investigación, se diseñarán los indicadores conforme se vayan obteniendo datos reales de lo que

se busca en cada una de las obras, esto con el propósito de conocer lo siguiente: la cantidad de metros cuadrados que se podrán cubrir con el equipo que se tiene actualmente entrando en comparación con un año y otro para analizar si se cumple con la meta de cubrir más área, validación del inventario teórico con el inventario físico y la cantidad de dinero que se estará ahorrando por el aumento del equipo al evitar la renta externa con las empresas.

En las últimas semanas de la ejecución para la recolección de la información, se estará analizando toda la documentación recolectada para verificar la forma de trabajo que posee cada uno de los proyectos, la gestión con el inventario y el manejo que le brindan al equipo de construcción. Con todos los datos obtenidos se estarán diseñando los indicadores a proponer con el objetivo de mejorar la gestión del inventario y la productividad del equipo en obra.

Con la recolección y análisis sobre los documentos, se espera crear cada uno de los indicadores a los trabajadores que tienen relación con el equipo, esto con el fin de dejar claros los parámetros, condiciones y reglas con el uso y manejo del equipo de construcción para los gerentes de proyecto, auxiliares y personal en bodega. Cada parámetro se obtendrá de cantidades reales del inventario de equipo, junto con metros cuadrados de fundición y así concluir con cuántos elementos deben de trabajar dependiendo de las especificaciones del proyecto.

- Fase 5: redacción de informe final

En la última fase se estará redactando el informe final ya con toda la documentación histórica archivada, recolección de datos necesarios en las tres obras seleccionadas y con los indicadores diseñados para medir el orden y productividad que se estará manejando en la constructora de Guatemala sobre el equipo de construcción.

## 10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El análisis de la información es un punto crucial para comprender todas las referencias que se poseen en el transcurso de una investigación, se analiza para verificar los procesos y la manera en la que se están trabajando todos los datos que se tienen. Existen muchas técnicas de análisis con la recopilación, depende de la forma en la que se extrae la información, así será el análisis que se debe ejecutar para procesar y comprender los datos.

La recopilación de datos cuantitativos y cualitativos es el inicio del análisis de la información, es un paso esencial en la investigación con la que se estarán tomando decisiones a futuro en base a la recopilación que se realice en el inicio del trabajo. En el inicio se estará realizando cada una de estas acciones en los proyectos para tener el conocimiento de cómo se está utilizando el equipo de construcción y partir de esta información generar un análisis con los datos que brinde cada una de las personas que tienen relación directa con el equipo, se medirán estadísticamente cada uno de los datos del equipo de construcción y personal mediante el tamaño de la población.

Con la cantidad de datos cualitativos se analizarán y llegarán a conclusiones con la información que arroje cada uno de los proyectos, esto con el fin de crear un análisis visual a compartir con el personal que tiene relación con el equipo de construcción, con los datos cuantitativos se estará analizando cada elemento con la demanda que tiene por proyecto y llegar a justificaciones del por qué se debe poseer cada elemento mediante los datos que se obtengan.

Finalmente se estarán utilizando representaciones gráficas como histogramas, gráficos circulares o histogramas. Esto para presentar cada uno de los elementos del equipo de construcción, con el fin de demostrar la demanda que posee cada uno, el mal y buen uso que se le brinda y obtener un panorama visual, igualmente se estarán ejecutando presentaciones que aportarán las conclusiones y hallazgos en las visitas a cada uno de los proyectos. Cada trabajo se estará elaborando con la herramienta de Excel y Canvas.

## 11. CRONOGRAMA

La recolección de datos tiene etapas definidas, las cuales se deben respetar para ejecutar una excelente recopilación de toda la información necesaria. Se describe cada una de las etapas, con sus técnicas puestas en campo, tipo de recolección y los recursos que se cuentan para realizar cada una de las fases.

**Tabla 6.**

*Cronograma de actividades*

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	enero 31/12/7/01   14/01/21/01/28/01/4/02	febrero 11/02/18/02/25/02/3/03	marzo 10/03/17/03/24/03/31/03/7/04	abril 14/04/21/04/28/04/5/05	mayo 12/05/19/05/26/05
<b>REVISIÓN DE DOCUMENTACIÓN</b>								
Revisión de la compra del año 2018	1.4 sem.	dom 7/01/24	dom 14/01/24	■				
Revisión de la compra del año 2021	1.2 sem.	lun 15/01/24	sáb 20/01/24	■				
Revisión de personal que tiene relación con el equipo de	1.2 sem.	lun 15/01/24	sáb 20/01/24	■				
Conteo de envíos y salidas del equipo de construcción en el año 2023	1.43 sem.	sáb 20/01/24	lun 29/01/24	■				
Recopilación de la información de la fase 1 del trabajo de investigación	2.03 sem.	lun 29/01/24	vie 9/02/24		■			
<b>USO Y CUIDADO DEL EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN</b>								
Viaje a Proyecto No.1 para analizar el uso del equipo de construcción	1.2 sem.	lun 5/02/24	sáb 10/02/24		■			
Viaje a Proyecto No. 2 para analizar el uso del equipo de construcción	1 sem	vie 9/02/24	jue 15/02/24		■			
Viaje a Proyecto No. 3 para analizar el uso del equipo de construcción	1.23 sem.	mié 14/02/24	mar 20/02/24		■			
Recopilación de información sobre el buen uso al equipo de construcción en los tres proyectos seleccionados	1.83 sem.	jue 22/02/24	dom 3/03/24		■			
<b>ANÁLISIS DE DOCUMENTACIÓN</b>								
Envíos y traslados entre Proyecto No. 1 y bodega central	1.4 sem.	vie 1/03/24	lun 11/03/24			■		
Envío y traslados entre Proyecto No. 2 y bodega central	1.4 sem.	lun 11/03/24	mar 19/03/24			■		
Envíos y traslados entre Proyecto No. 3 y bodega central	1.83 sem.	mié 20/03/24	sáb 30/03/24			■		
Reunión con Gerente y Auxiliar del Proyecto No. 1 para análisis de información	0.83 sem.	sáb 30/03/24	mié 3/04/24				■	
Reunión con Gerente y Auxiliar del Proyecto No. 2 para análisis de información	0.83 sem.	mié 3/04/24	sáb 6/04/24				■	
Reunión con Gerente y Auxiliar del Proyecto No. 3 para análisis de información	0.43 sem.	vie 5/04/24	lun 8/04/24				■	
<b>DISEÑAR INDICADORES DE BENEFICIO</b>								
Definir indicadores para Proyecto No. 1	1.8 sem.	mié 10/04/24	sáb 20/04/24				■	
Definir indicadores para Proyecto No. 2	2 sem.	dom 21/04/24	jue 2/05/24				■	
Definir indicadores para Proyecto No. 3	1.8 sem.	vie 3/05/24	mié 15/05/24					■

Continuación de la tabla 6

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	mayo	junio	julio
Definir indicadores para bodega / gestión del inventario con proyectos en general	2.03 sem.	jue 16/05/24	mar 28/05/24	3/04   5/05   12/05   19/05   26/05   2/06   9/06   16/06   23/06   30/06   7/07   14/07   21/07   28/07		
Definir indicadores para personal / uso y cuidado del equipo para todos los proyectos	2.6 sem.	mar 28/05/24	jue 13/06/24			
<b>REDACCIÓN DE INFORME FINAL</b>						
Recopilación de toda la información de cada una de las fases ejecutadas	2.4 sem.	vie 14/06/24	dom 30/06/24			
Redacción de ilnforme Final	4.63 sem.	dom 30/06/24	mar 30/07/24			

*Nota.* Cuadro de la programación para trabajar cada una de las fases propuestas en el lapso de seis meses. Elaboración propia, realizado con Project.

## 12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Evaluar la factibilidad es vital en un proyecto de investigación para la toma de decisiones y evitar gastos que se vuelvan una emergencia y no estén contemplados en el presupuesto realizado. Esto implica un resumen y análisis detallado de las necesidades a cubrir en cada una de las fases a trabajar siendo: recursos humanos, materiales y servicios.

Con la disponibilidad del tiempo, recursos humanos y financieros, se hace factible el trabajo de investigación para ejecutar cada uno de los puntos propuestos, los gastos correrán por parte del investigador.

**Tabla 7.**

*Presupuesto investigación*

Descripción	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
<b>Recursos Humanos</b>			
Honorarios Asesor (ad honorem)	1	Q -	Q -
<b>Recursos Materiales</b>			
Resma hoja papel bond	1	Q 35.00	Q 35.00
Botiquin de Primeros Auxilios	2	Q 185.00	Q 370.00
Memoria USB	1	Q 85.00	Q 85.00
Cartucho de Impresora Negro	1	Q 95.00	Q 95.00
Cartucho de Impresora Color	1	Q 305.00	Q 305.00
Tabla de Campo	1	Q 65.00	Q 65.00
Boligrafos	10	Q 2.50	Q 25.00
Cuaderno en espiral	2	Q 15.00	Q 30.00
Uniforme para Campo	6	Q 115.00	Q 690.00
<b>Servicios</b>			
Gasolina	6	Q 785.00	Q 4,710.00
Servicio Menor Vehiculo	1	Q 1,100.00	Q 1,100.00
Plan de datos / Telefono	7	Q 99.00	Q 693.00
Alquiler habitación hotel	6	Q 275.00	Q 1,650.00
Comida Rápida	20	Q 70.00	Q 1,400.00
<b>TOTAL</b>			Q 11,253.00

*Nota.* Presupuesto de presupuesto de la investigación. Elaboración Propia, documento de Excel.



## REFERENCIAS

- Barros, G. (2018). *Estudio de la administración de los inventarios de la compañía Yerquim S.A. de Quevedo* [Tesis de maestría, Universidad Guayaquil de Ecuador]. Archivo digital.  
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/47156>
- Carro, R., y González, D., (2012). *Productividad y competitividad*. Universidad Nacional de Mar de Plata.
- Cerdan, D. (2020). *La 5s y la eficiencia del almacén de materiales de la empresa Corporación Pesquera Inca S.A.C, Chimbote - 2020* [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo de Perú]. Archivo digital  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49695>
- Estacio, C. (2018). *Método de las 5s y su relación con la productividad en el área de registro central y archivo académico de la UNHEVAL – Huánuco, 2017* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Perú]. Archivo digital  
<https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/6349>
- Estándar Británico. (1996). *Código de práctica para el encofrado (BS 5975:1996)*.
- Liker, J., & Franz, J. (2011). *El modelo Toyota para la mejora continua*. PROFIT Editorial.  
[https://www.google.com.gt/books/edition/El\\_modelo\\_Toyota\\_para\\_la\\_m](https://www.google.com.gt/books/edition/El_modelo_Toyota_para_la_m)

[ejora continua/Cv\\_PDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=liker+%26+franz+modelo+toyota&pg=PT1&printsec=frontcover](https://www.google.com.gt/books/edition/Cv_PDwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=liker+%26+franz+modelo+toyota&pg=PT1&printsec=frontcover)

López, J. (2014). *UF0476: Gestión de inventarios*. Editorial Elearning S.L.

Manganelli, R., & Klein, M., (2004). *Cómo hacer reingeniería*. Grupo Editorial Norma.

[https://www.google.com.gt/books/edition/C%C3%B3mo\\_hacer\\_reingenier%C3%ADa/xGsH4gIIAv0C?hl=es&gbpv=1&dq=como+hacer+reingenieria&printsec=frontcover](https://www.google.com.gt/books/edition/C%C3%B3mo_hacer_reingenier%C3%ADa/xGsH4gIIAv0C?hl=es&gbpv=1&dq=como+hacer+reingenieria&printsec=frontcover)

Maurer, R. (2015). *Un pequeño paso puede cambiar tu vida: El método de Kaizen*. Workman Publishing.

Ranero, J. (2019). *Calidad total en administración de materiales para grandes empresas constructoras en la ciudad de Guatemala* [Tesis de maestría, Universidad Mariano Gálvez de Guatemala]. Archivo digital <https://glifos.umg.edu.gt/digital/100266.pdf>

Real Academia Española (Madrid). Logística. *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 30 de agosto de 2023 de <https://dle.rae.es/log%C3%ADstico>

Rosales, V. (2019). *Implementación del programa 5S's para la mejora de la capacitación en centros de entrenamiento* [Tesis de maestría, Universidad Mayor de San Marcos de Perú]. Archivo digital <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/10736>

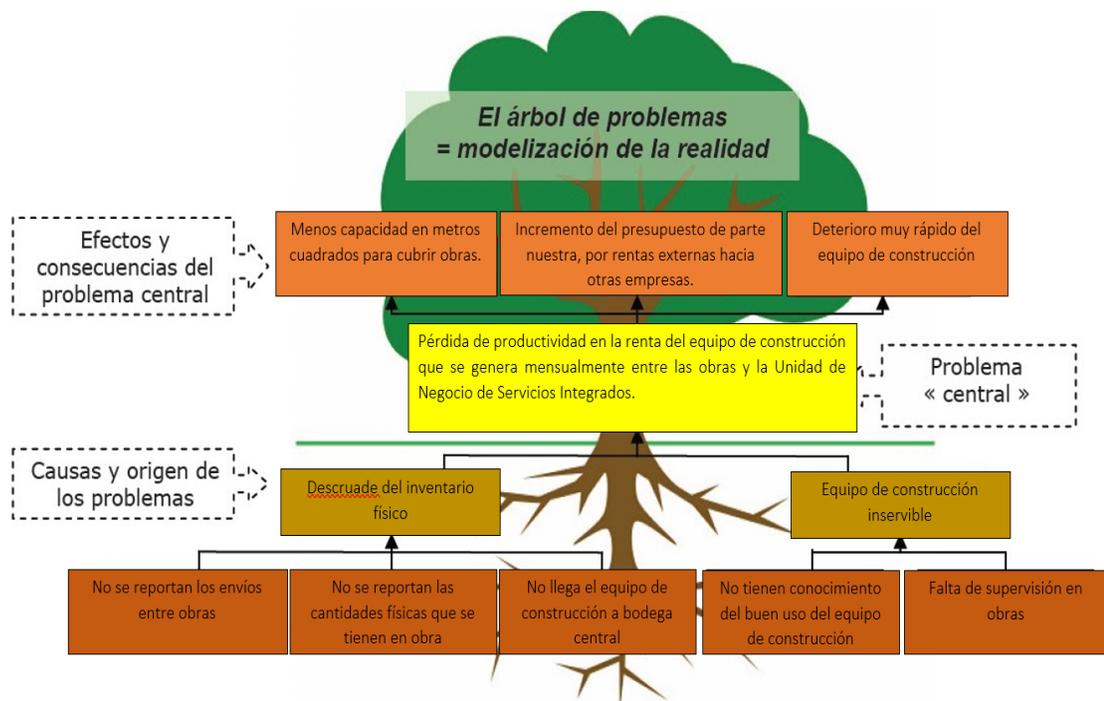
- Santander, P. (1999). En pos de un mejoramiento continuo. *Calidad Total ISO-9000*, 2(99), 164.  
<https://revistamarina.cl/revistas/1999/2/pfernandezs.pdf>
- Socconini, L. (2019). *Lean manufacturing paso a paso*. Marge Books.  
[https://www.google.com.gt/books/edition/Lean\\_Manufacturing\\_Paso\\_a\\_Paso/rjyeDwAAQBAJ?hl=es&qbpv=1&dq=socconini&printsec=frontcover](https://www.google.com.gt/books/edition/Lean_Manufacturing_Paso_a_Paso/rjyeDwAAQBAJ?hl=es&qbpv=1&dq=socconini&printsec=frontcover)
- Soto, M. (2021). *Gestión de inventarios para optimizar recursos en empresas de productos cárnicos* [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato de Ecuador]. Archivo digital  
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/33287>



# APÉNDICES

## Apéndice 1.

### Árbol de problema



*Nota.* Explicación gráfica de causas y efectos del problema central. Elaboración propia, documento de word.

## Apéndice 2.

### Matriz de coherencia

Tema	Título	Problema	Pregunta central	Pregunta secundaria	Objetivo general	Objetivo específico.	
<b>Sistemas de modelos de gestión</b>	Diseño de la metodología a mediante la técnica de Toyota 5s para aumentar la productividad mensual del equipo de construcción de una empresa dedicada a la renta de equipo, ubicada en la ciudad de Guatemala.	Pérdida de productividad en la renta del equipo de construcción que se genera mensualmente entre las obras y la Unidad de Negocio de Servicios Integrados.	¿Cuál será la metodología para aumentar la productividad mensual del equipo de construcción entre las obras en ejecución y la Unidad de Servicios Integrados?	¿Cuál es el proceso del uso de equipo de construcción en cada una de las bodegas de los proyectos en ejecución y bodega central?	Diseñar una metodología para aumentar la productividad del equipo de construcción entre la Unidad de Servicios Integrados y las obras en ejecución de una empresa dedicada a la construcción.	Diagnosticar el proceso del uso de equipo de construcción en cada una de las bodegas de los proyectos en ejecución y bodega central.	
				¿Cuál es el punto crítico que afecta los traslados del equipo de construcción entre las bodegas de cada proyecto y la bodega central?			Analizar el punto crítico que afecta los traslados del equipo de construcción entre las obras en ejecución y la bodega central
				¿Cuáles son los beneficios relacionados con la productividad del equipo de construcción mediante la metodología propuesta?			Analizar los beneficios a través de indicadores de la metodología propuesta que beneficiará la productividad.

*Nota.* Matriz de coherencia de la investigación. Elaboración propia, documento de word.