



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA PROPUESTA DE UN MODELO DE LOGÍSTICA
INTEGRAL PARA MEJORA DEL SUMINISTRO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN
UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA UBICADA EN LA REPÚBLICA
DE GUATEMALA**

Víctor Manuel Yac Cano

Asesorado por el MBA. Ing. Juan Pablo Chiapas

Guatemala, agosto de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA PROPUESTA DE UN MODELO DE LOGÍSTICA
INTEGRAL PARA MEJORA DEL SUMINISTRO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN
UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA UBICADA EN LA REPÚBLICA
DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

VICTOR MANUEL YAC CANO

ASESORADO POR EL MBA. ING. JUAN PABLO CHIAPAS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Milbian Kattina Mendoza Méndez
EXAMINADOR	Ing. Alex Suntecún Castellanos
EXAMINADOR	Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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 INVESTIGACIÓN PARA LA PROPUESTA DE UN MODELO DE LOGÍSTICA INTEGRAL PARA MEJORA DEL SUMINISTRO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA UBICADA EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Posgrado, en octubre de 2019.

Víctor Manuel Yac Cano

Ref. EEPFI-369-2020
Guatemala, 05 de marzo de 2020

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

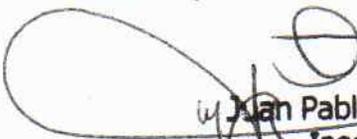
Estimado Ing. Urquizú:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: PROPUESTA DE UN MODELO DE LOGÍSTICA INTEGRAL PARA MEJORA DEL SUMINISTRO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA UBICADA EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante **Víctor Manuel Yac Cano** carné número **201212694**, 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 Gestión 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.

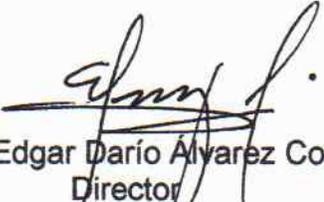
Sin otro particular,

Atentamente,


"Id y Enseñad a Todos"
Mtro. Juan Pablo Chiapas Pérez
Ingeniero Civil
Correo: jpchiapas@gmail.com


Mtro. Carlos Humberto Aroche Sandoval
Coordinador de Maestría
Gestión Industrial




Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería

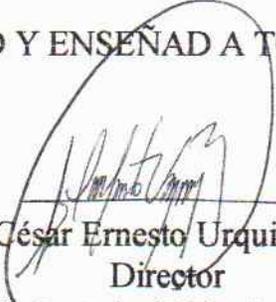




EEP-FIMI-033-2020

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial 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: **PROPUESTA DE UN MODELO DE LOGÍSTICA INTEGRAL PARA MEJORA DEL SUMINISTRO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA UBICADA EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario Víctor Manuel Yac Cano, 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


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director



Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, marzo de 2020

DTG. 419.2020.

La Decana 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 Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA PROPUESTA DE UN MODELO DE LOGÍSTICA INTEGRAL PARA MEJORA DEL SUMINISTRO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN UNA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA UBICADA EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Víctor Manuel Yac Cano**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



ing. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, noviembre de 2020

AACE/asga

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	7
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
3.1. Descripción del problema	11
3.2. Delimitaciones	12
3.3. Formulación de preguntas	13
3.4. Viabilidad de la investigación.....	13
3.5. Consecuencias de la implementación de la investigación de realizarse	14
4. JUSTIFICACIÓN	15
5. OBJETIVOS	19
5.1. Objetivo general	19
5.2. Objetivos específicos.....	19
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	21

7.	MARCO TEÓRICO	25
7.1.	Distribución de energía eléctrica en Guatemala.....	25
7.1.1.	Cobertura eléctrica en Guatemala.....	26
7.1.2.	Comisión Nacional de Energía Eléctrica	27
7.1.3.	Sector eléctrico de Guatemala	27
7.1.4.	Construcción de proyectos de Electrificación Rural.....	27
7.1.5.	Materiales de construcción para distribuir energía eléctrica.....	28
7.2.	Logística.....	33
7.2.1.	Logística integral en el desarrollo del control interno administrativo	36
7.2.2.	Uso de inventarios.....	36
7.2.3.	Inventarios físicos y cíclicos	37
7.2.4.	Control interno administrativo.....	37
7.2.5.	Gestión de compras	38
7.2.6.	Función de planificación.....	38
7.2.7.	Función de compras.....	38
7.2.8.	Costo de compras	40
7.2.9.	Control de compras	40
7.2.10.	Logística y distribución	41
7.2.11.	Sistema ABC	41
7.2.12.	Pronósticos.....	42
7.2.13.	Entrega en tiempo.....	42
7.3.	Modelo de logística integral.....	42
7.3.1.	Ventajas de aplicación de la logística integral	44
7.3.2.	Gestión de distribución.....	44
7.3.3.	Importancia de la logística integral	45
7.3.4.	Beneficios de implementar la logística integral.....	46

7.3.5.	Tiempo de fabricación	48
7.3.6.	Distribución e izado de postes	48
7.3.7.	Estrategia y filosofía para gestionar la distribución.	49
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE	51
9.	METODOLOGÍA.....	53
9.1.	Enfoque de la investigación.....	53
9.2.	Diseño de la investigación	53
9.3.	Tipo de investigación	54
9.4.	Variables involucradas en la investigación	54
9.5.	Cuadro de variantes e indicadores	56
9.6.	Área de estudio	57
9.7.	Población y muestra	57
9.8.	Unidad de análisis	58
9.9.	Fases de la metodología	58
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	63
10.1.	Técnicas de recopilación de datos	63
10.2.	Técnicas de análisis de la información	64
10.3.	Técnicas cualitativas	65
10.4.	Recolección de información.....	65
11.	CRONOGRAMA	67
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	69
13.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

14. APENDICES77

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de solución	23
2.	Aislador de suspensión	28
3.	Cables de media tensión.....	30
4.	Herrajes de empalme	31
5.	Postes de concreto con puesta a tierra	33
6.	Administración de la cadena de suministros	35
7.	Proceso del sistema lógico de logística.....	43
8.	Estructura de control de procesos de cero pérdidas	45
9.	Matriz de ventaja competitiva entre el servicio y costo.....	48
10.	Cronograma de Investigación	67

TABLAS

I.	Variables e indicadores	56
II.	Detalle de costos.....	70

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
AC	<i>Air conditioned</i> , aire acondicionado
DC	<i>Direct current</i> , corriente directa
H	<i>Heating</i> , calefacción
hr	Horas
km	Kilómetro
m	Metro
%	Porcentaje
Q	Quetzales
V	<i>Ventilating</i> , ventilación
VA	Voltios-Amperios

GLOSARIO

Cliente	Persona o empresa, que recibe un bien o servicio, tangible o intangible, a cambio de dinero u otro artículo de valor.
CNEE	Comisión Nacional de Energía Eléctrica.
Competitividad	La capacidad de generar el mejor nivel de satisfacción del consumidor, considerando que el precio se encuentra en función de cierta cantidad.
Control de inventario	Técnica que indica la existencia de materiales tangibles a niveles deseados.
Gestión	Asumir y llevar a cabo las responsabilidades de un proceso.
ENCOVI	Encuesta Nacional de Condiciones de Vida
Indicador	Mediciones cuantificables, establecidas por un rango, que reflejan los factores de una organización.
HVAC	Sus siglas engloban la calefacción, ventilación y aire acondicionado de las siglas.

HVDC	La corriente continua de alta tensión, es un sistema de transporte de energía eléctrica utilizado en largas distancias.
INE	Instituto Nacional de Estadística
Inventario	Relación de los bienes y derechos que posee una empresa en un determinado momento.
Logística	Serie de métodos y medios necesarios para ejecutar la organización de una empresa o servicio, específicamente de distribución.
Proceso	Actividades que se encuentran mutuamente relacionadas, las cuales se transforman en elementos.
Productividad	Relación establecida entre la cantidad de productos y los recursos utilizados para realizar dicha producción.
SAP	Sistemas, aplicaciones y productos
Servicio	Actividades que buscan satisfacer las necesidades del cliente, definidas por ambas partes.

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación plantea una propuesta para la sistematización de procedimientos aplicando un modelo de logística integral con el uso de indicadores de gestión. Da seguimiento a las tareas realizadas en una empresa que depende de la cadena de suministros para abastecer los materiales en las mejores condiciones de entrega. Tomando en cuenta que es una prioridad, en la actualidad, un correcto monitoreo en la ejecución de trabajos en cualquier proyecto ya que ponderan los tiempos en los que avanza la ejecución en una obra civil o electromecánica, en función de fases e hitos de avance, mejorar la gestión en la que estos procedimientos se realizan, ya que en un mundo tan competitivo y globalizado, como lo es la distribución de energía eléctrica en el país, las empresas que se dedican a presentar estos servicios han tenido que elevar sus estándares en seguridad, calidad y tiempos de entrega.

En Guatemala, las empresas distribuidoras de energía eléctrica cuentan con el seguimiento de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE). Dado el incremento en la competencia nacional, es indispensable que sus procedimientos sean altamente calificados para trabajar en distintas condiciones. En la distribución de energía eléctrica se cuenta con una gestión de cadena de suministros, en la que se necesita una propuesta de mejora en la optimización el uso de recursos; con la misión de satisfacer las necesidades de los clientes internos y externos, como la cantidad, calidad, tiempo (momento) y lugar.

En este trabajo de investigación se abordará el problema de la baja rentabilidad en la ejecución de proyectos de construcción que se ocasiona que al no existir un modelo de logística integral de una cadena de suministros. Esto

impide que se minimicen los costos de operatividad en la distribución de materiales, una vez los recursos que forman parte de la logística de cadena de suministros administra los productos y sus partes, se obtiene una mejor rentabilidad en la operación de la empresa.

La distribuidora de energía eléctrica se enfrenta a diversos retos como ellos la competitividad y con ello poder brindar todos y cada uno de los clientes los servicios de energía eléctrica; cuidando siempre los estándares de calidad en todos los servicios que estos involucran.

Eslava (2013); indica que la Gestión Logística busca colocar en ventaja a una empresa frente a las demás desde el punto de vista del cliente. Y la empresa está obligada a evaluar su rendimiento a través del punto de vista del cliente; utilizando este aporte al trabajo de investigación se puede indicar que una empresa genera valor por medio su atención del cliente y la percepción que el cliente tiene de los trabajos que recibe, la permanencia del cliente muchas veces tiene mejor impacto el servicio que los aspectos económicos.

El método propuesto de logística integral en cadena de suministros marca una diferencia cuando planifica, implementa, controla el flujo eficiente y efectivo de materiales y el almacenamiento de productos. Así como toda la información asociada desde el punto de origen hasta el consumo con el objeto de satisfacer las necesidades de consumidores.

La necesidad de la realización del estudio consiste en que se espera que el mismo sea tomado como un punto de partida para una futura implementación de un ciclo de mejora continua con relación a los factores de la logística integral que afectan directamente al proceso de cadena de suministros son: recursos, bienes necesarios y servicios. En Guatemala se tiene un incremento en la

demanda de electrificación rural. En el año 2019 se han alcanzado grandes avances a través de programas de proyectos de electrificación rural, los cuales fueron financiados por medio del Instituto Nacional de Electrificación por lo cual a la fecha ha alcanzado un índice de electrificación del 92.26 %. (Chang, 2019).

Debido al beneficio del incremento de la demanda generada en los proyectos de electrificación rural detectados por el Ministerio de Energía y Minas de la República de Guatemala; se ejecutará una estrategia energética para los años 2019-2032; que comienza en la planificación energética que permite definir las acciones y métodos necesarios para cumplir con los objetivos de la Política Energética Nacional, y los consumos internacionales adquiridos por Guatemala en materia energética de forma estratégica; lo cual permitirá alcanzar las metas y objetivos propuestos.

Se espera que los resultados cumplan con los objetivos planeados para mostrar cómo la distribuidora de energía eléctrica obtendrá un beneficio que impactará el tiempo de ejecución de los proyectos considerando que este aspecto es un factor que incrementa la competitividad en el mercado y la satisfacción del cliente está relacionada con el momento de ejecutar el proyecto. La empresa distribuidora cuenta con la información por medio de base de datos históricos, necesaria para la ejecución del proyecto mediante el uso de análisis estadístico y ejecutando la herramienta de planificación y gestión de distribución la viabilidad de ejecutar el proyecto es alta.

Se deduce que los beneficiarios de la investigación consisten en las empresas que se dedican a la distribución de energía eléctrica en ciudad de Guatemala, el departamento de Escuintla y el departamento de Sacatepéquez; incluyendo a sus dueños y demás accionistas, quienes al reducir los costos asociados a los recursos utilizados en la logística integral de los materiales

invertidos en ella se podría mejorar la rentabilidad de las empresas. Así mismo la población conformada por ciudadanos guatemaltecos, empresas industriales, comercios y otras dependencias de la electricidad para su desarrollo comercial se beneficiarían con un servicio más rápido debido a que los recursos utilizados durante el proceso de construcción de los proyectos de electrificación rural, deberían contar con una estrategia de logística integral que facilite el flujo de órdenes de producción con proveedores estratégicos.

En el informe final se propone trabajar cuatro capítulos. El capítulo uno comprende el marco teórico que proporcionará un panorama de los sistemas de logística y como el modelo de logística integral. Incluirá información básica para el entendimiento del problema de la investigación.

En el capítulo dos se realiza la revisión documental de la demanda existente. En ella, se enfatiza en el análisis de los resultados históricos de proyectos de distribución eléctrica anteriores para interpretar con herramientas estadísticas, el comportamiento de los tiempos de entrega y tiempos de holgura que afectan directamente a la entrega, para mejorar la satisfacción del cliente.

En el capítulo tres, se presentarán los resultados obtenidos en secuencia de la información, mencionando el análisis de la situación antes de implementar la solución; ejemplificando la forma como la empresa opera; se plantean esquemas y escenarios de mejoramiento de los procesos, para comprender el problema de investigación por medio de conceptos básicos de tiempos de holgura, tiempos de fabricación, logística de distribución

El capítulo cuatro presenta el resultado de la investigación por medio de la discusión de resultados en un resumen general de las fases y conclusión de la

investigación. Estos resultados se presentarán mediante una síntesis de los objetivos específicos para inferir el objetivo de este trabajo de investigación.

2. ANTECEDENTES

En un escenario cambiante de gestiones y operaciones dentro del mundo industrial moderno, se exige que cada vez se mejore el alcance y desarrollo de habilidades y aptitudes nuevas. El desarrollo de nuevas negociaciones, relaciones estratégicas y modelos de negocio fortalecen puntos de mejora en la que se optimizan procesos.

En el campo de la distribuidora de energía eléctrica constantemente nacen requerimientos internos de materiales que llegan a la cadena de suministros, solicitudes formales que cuentan con documentos de soporte de necesidad que son analizados y trasladados por la unidad de planificación a la unidad de abastecimiento. Cuando la información de la necesidad fluye desde la creación del requerimiento realizado por una necesidad puntal, hasta llegar a una estrategia de compra han transcurrido un promedio mínimo de quince días. Según la naturaleza de la necesidad descrita en el requerimiento, se ejecutan las tareas internas necesarias para trasladar el requerimiento a un grupo de proveedores previamente aprobados y evaluados. El proveedor confirma si cuenta con el material para satisfacer la necesidad descrita o considera que sea necesario tener en cuenta un tiempo de producción.

Mendoza (2019), en su tesis de maestría, *Diseño de investigación: Implementación de un modelo de logística integral para la gestión de distribución en una empresa distribuidora de productos alimenticios* concluye con la demostración de la efectividad que al implementar un modelo de logística integral para la gestión de distribución una empresa apoya a la correcta administración de recursos en la cadena de suministros; de tal manera que el aporte mencionado

fortalece el impacto del presente trabajo de investigación considerando que el énfasis en un correcto uso de los recursos en la cadena de suministros parte del uso de una logística integral en la gestión de abastecimiento de materiales.

El crecimiento de Guatemala es evidente, por eso, para los proyectos de distribución de energía eléctrica en la república, especialmente en los departamentos de Guatemala, Escuintla y Sacatepéquez, donde se concentra el mayor consumo de energía eléctrica, se deben crear modelos y estrategias de acción que faciliten el manejo de información. De esta forma se optimizan los procedimientos en la cadena de suministros con énfasis a la gestión de materiales.

Chabelón y Errasti (2010), en su conclusión exponen que, con la aplicación del análisis ABC/XYZ, se pueden proyectar indicadores sobre los materiales utilizados, contemplando patrones de una demanda, como la estacionalidad, tendencia, irregularidad e intermitencia, realizando categorías de materiales para controlar los niveles de inventarios de estos. Para ello, se aplican medidas de previsión y aprovisionamiento que mejoren el uso de los recursos invertidos para la óptima función de la empresa, como la reducción de costos de almacenaje, rentabilidad y costos de transporte. Las conclusiones brindan un aporte importante a la investigación, afirman que un modelo de logística integral mejora el nivel de abastecimiento que se encuentran en el Pareto 80/20, de productos con mayor impacto a los almacenes.

El efecto de la administración correcta de esta información crea oportunidad en la mejora del proceso de la empresa optimizando la rentabilidad de la empresa para mejorar su competencia y posicionamiento en el mercado. La distribuidora de energía eléctrica cuenta con lineamientos internos que limitan acciones. Entre

estos lineamientos no se encuentra un modelo de logística integral que mejore los niveles de productividad.

Rodríguez (2013) en la ciudad de Guatemala, en su proyecto de graduación *Administración, planificación y control de inventarios de materias primas en industrias manufactureras de productos de consumo masivo a través del método de control de inventarios denominado planificación de requerimiento de materiales* expone que el control de inventarios no solamente tiene el enfoque estratégico para minimizar las pérdidas y desperdicios. Enfatiza en la planificación correcta en el abastecimiento de materiales dado que, de no contar con ella, la capacidad de almacenamiento sería inadecuada y los sobrecostos por almacenaje presentarían pérdidas para la operación de la empresa. Este aporte al trabajo de investigación genera valor, considerando que las existencias de un inventario insuficiente o de uno excesivo, serían eliminadas con la aplicación de una logística integral.

Alvarado (2017), en su proyecto de graduación *Modelo de la gestión logística integral de pedidos en una empresa distribuidora de productos de consumo masivo, ubicada en la ciudad capital de Guatemala* indica en las consecuencias de su investigación que un proceso más controlado, refleja una distribución más eficiente, mejorando los costos y la productividad de la empresa. Este aporte al trabajo de investigación resalta la importancia de aplicar un modelo de logística a la gestión de en la que se realizan las tareas, no solamente por considerando la distancia y el tiempo en el que un producto es entregado, se debe de aplicar este modelo para mejorar las condiciones de entrega de forma general, el tiempo y lugar no son los únicos factores por considerar; se debe de controlar la calidad y viabilidad del abastecimiento de materias primas e insumos.

Para una empresa que se dedica a la distribución de energía eléctrica; en la que toda información de bienes y servicios se centraliza por medio de una cadena de suministros, la información no puede permanecer de manera aislada, con una correcta planificación se debe de aplicar una metodología con procedimientos claros para la ejecución de los proyectos a realizar.

García (2017), en su trabajo de graduación expresa los beneficios se encuentran con relación a conocer la demanda de los suministros involucrados, la información obtenida es un insumo importante en el flujo de acciones que realiza la cadena de suministros ya que esta se debe de ingresar un sistema empleado para la controlar las compras de materiales. Este aporte a la investigación enfatiza en los objetivos específicos, analizando los procedimientos realizados por la empresa, se deben de establecer lineamientos y modelos que controlen la relación de pedidos anuales con los proveedores y mejora los indicadores que controlen el comportamiento histórico de las gestiones.

Las entregas de materiales se realizan en los almacenes en las condiciones deseadas y en lugares específicos. En empresa debe mejorar este factor. Mediante una logística integral adecuada se pueden establecer estrategias mejoran la rentabilidad de la parte interesada.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ineficiencia en la gestión del suministro de materiales para la construcción de líneas de transmisión en una distribuidora de energía eléctrica, por la carencia de logística integral, dando mal uso a los recursos provocando gastos recurrentes e innecesarios.

3.1. Descripción del problema

Se presentan altos niveles de inventario y carencia de materiales de uso recurrente al carecer de un plan estratégico para satisfacer las necesidades de materiales de la empresa. Se invierte tiempo de mano hombre en completar un proceso de petición privada de ofertas, en las que el tiempo de ejecución de los proyectos, contratados ya por los clientes de la empresa, se atrasa el proceso de ejecución por la carencia de estos materiales. Esto impide que la empresa cumpla con sus proyectos, pierde competitividad en el mercado y sus trabajos no se coordinan con eficiencia.

Se registran pedidos recurrentes con proveedores que provocan gastos innecesarios porque no controlan la ejecución de los proyectos de la empresa, se pierde rentabilidad. El tiempo de ejecución que se contempla para la entrega al cliente final debe de ser óptimo. Una vez se pierde el control sobre este recurso, se arriesga la permanencia del cliente en la empresa. La administración ineficiente de los recursos provoca insatisfacción en el cliente final; contar con un plan de logística de distribución mejora los niveles de la cadena de valor, mejorando así la aceptación del cliente.

La distribuidora de energía eléctrica tiene una experiencia con los fabricantes locales por más de quince años. Ellos cuentan con tiempos de producción que se suman al tiempo de entrega. Por ello, un proyecto se entrega hasta contar con estos bienes. El proceso de compra y el proceso de entrega del proveedor, con una incorrecta administración, contempla un tiempo de más de seis semanas. Este tiempo puede ser de dos semanas si se cuenta con una productiva relación de suministro con proveedores.

El análisis estadístico del comportamiento de las compras que se han realizado en los meses de diciembre 2018 a mayo 2019 demuestra que el comportamiento de las compras recurrentes ha aumentado. Se ocasiona un cuello de botella en la entrega de los proyectos lo cual genera insatisfacción en el cliente.

La repetición constante de compras de materiales mantiene el inventario en los mínimos. Esto es bueno para los ejercicios financieros de la empresa porque la compra de materiales de construcción es mínima y recurrente. El recurso humano se utiliza para negociar en cada proyecto con los proveedores que son fabricantes de los materiales para adquirir más de tres veces al bimestre los materiales necesarios. Las condiciones económicas de estos materiales no cambian y eso afecta los tiempos de ejecución del proyecto final.

3.2. Delimitaciones

El trabajo de investigación, para optimizar recursos administrativos se ejecutará en un periodo de seis meses (mayo 2020 - octubre 2020) en los que se analizará la demanda de materiales que se consumen para la construcción de líneas de transmisión en la distribuidora de energía eléctrica, comparada con el comportamiento histórico en el movimiento de materiales en los almacenes

ubicados en la ciudad de Guatemala y el departamento de Escuintla para estandarizar los materiales por utilizar y la estrategia de adquisición de materiales con los fabricantes.

3.3. Formulación de preguntas

- **Pregunta central**

¿Cómo la logística integral, puede mejorar el suministro de materiales de construcción en una empresa distribuidora de energía eléctrica; reduciendo costos?

- **Preguntas auxiliares de investigación**

- ¿Cuál es el procedimiento utilizado para realizar la compra de materiales de construcción?
- ¿Cómo mejorar las condiciones de entrega de materiales considerando todos factores que intervienen durante el proceso interno y externo de la compra?
- ¿Cómo evaluar la propuesta de mejora y la viabilidad que impactará el trabajo de investigación?

3.4. Viabilidad de la investigación

La empresa desea optimizar el recurso humano y fortalecer la relación con las empresas productoras de materia prima estandarizando los costos de los proyectos y mejorando la competitividad en el mercado. La empresa cuenta con

las herramientas humanas y sistema integrado de datos que presenta información en tiempo real de los costos y movimiento de materiales. Al aplicar un análisis estadístico la empresa contaría con nuevos lineamientos para los procesos repetitivos y se optimizarían los recursos utilizados en cadena de suministros. Por esa razón se puede afirmar que es viable la ejecución del trabajo de investigación.

3.5. Consecuencias de la implementación de la investigación de realizarse

La ejecución del proyecto de investigación presentará cambios en los procedimientos de compras que se vuelven repetitivas y constantes; específicamente en la relación que se tiene con proveedores que fabrican productos de calidad y que representan la mayor parte de la inversión en un proyecto de construcción.

Al ejecutar las políticas que surgirán por este proyecto, el procedimiento de adjudicaciones de bienes y servicios de la empresa tendrá modificaciones que optimizarán el tiempo que se invierte en procesos de compra recurrente. Mejorará la competitividad de la empresa al ofrecer la entrega de los proyectos en un mejor tiempo, creando una oportunidad de mejora en la satisfacción de los clientes.

En caso de que este trabajo de investigación no se ejecute, se seguirá invirtiendo de forma incorrecta los recursos que la empresa posee, las empresas que compiten en proyectos de construcción podrán poner en desventaja a la empresa al ejecutar un proyecto con mejores condiciones de entrega y perjudicarán la imagen de la empresa al incidir nuevamente en tiempos de entrega insatisfactorios para el cliente.

4. JUSTIFICACIÓN

La línea base de la investigación de este trabajo de investigación de logística, tiene un enfoque específicamente en las metodologías óptimas para la relación con proveedores que son fabricantes locales de materiales. El problema por investigar nace de la necesidad de mejorar la rentabilidad de la empresa en tiempo y almacenaje de productos que representan gran volumen; considerando la oferta y la demanda de materiales que forman parte de proyectos similares en distintas localidades que no son planificados. Este modelo tomará en cuenta los métodos de canales de distribución para evitar el punto de ruptura en inventarios dentro del almacén y los altos niveles de inventario que afecten la rentabilidad de la empresa. La línea de Investigación de logística integral es una rama importante de la gestión industrial en la que tiene bases importantes para el desarrollo de la investigación a realizar.

Para establecer un modelo logístico, se debe analizar la demanda que afecta a los materiales utilizados por la empresa en los últimos tres años para conocer el movimiento de los inventarios, realizar un estudio económico del mercado para determinar el precio óptimo de los materiales requeridos, conocer las limitantes y condiciones en las que será entregado el producto en el lugar deseado, es necesario conocer los factores cualitativos y cuantitativos que intervienen en la fabricación de materiales.

Las necesidades por cubrir con esta investigación son resaltar que el enfoque principal de este proyecto es hacer énfasis en la demanda histórica de los proyectos desarrollados. Esto limita las variaciones en la demanda del mercado realizando un flujo variable en los materiales necesarios en cada

proyecto que ejecuta la empresa cada mes. Los materiales fabricados localmente para proyectos de construcción no se estudiarán profundamente. Esta investigación abordará los factores locales recurrentes que afectan los tiempos de entrega de proyectos en la empresa. Mejorará las condiciones económicas en la ejecución del proyecto con respecto a los productos que afectan al proyecto por los tiempos de producción.

La importancia en la ejecución es desarrollar un mejor modelo de negocios con proveedores de alta calidad que cuenten con procesos de fabricación con altos estándares de calidad, que realicen una mejora en los tiempos de entrega de los proyectos de fabricación, durante el proceso de construcción de obras de electrificación, los postes de concreto, postes de madera; mano de obra en construcción, son los procedimientos que forman parte de las primeras fases en la construcción; al tener un cuello de botella en la continuación de los tiempos afecta directamente a los procesos subsecuentes. Esta investigación centrará su interés en la optimización de los tiempos de construcción que representan un atraso que puede mejorar la productividad de los proyectos.

Los beneficios que se obtendrán de esta investigación tienen la siguiente relevancia; desarrollan un modelo óptimo para negocios con proveedores estratégicos que potencializan los tiempos de entrega para proyectos que construye la empresa en función de factores de ubicación y calidad de los procesos. Lo ideal es crear un modelo de negocios que facilite la ejecución de los proyectos; de esta forma se evitara la inversión en recursos de forma recurrente que esto produce una duplicidad en los procesos, desaprovechando el recurso de logística integral:

Conocer y fortalecer la relación con los proveedores locales que se dedican a la fabricación de materia prima, para beneficiar directamente al cliente,

potencializando los negocios de la empresa promoviendo el desarrollo interno del país. Anualmente, la electrificación rural en Guatemala se incrementa y, con ello, la demanda del consumo energético. Esto promueve el uso de canales de distribución eléctrico para nuevas áreas. Según la Política Nacional de Electrificación Rural 2019-2032 "Guatemala ha alcanzado grandes avances a través de programas y proyectos de electrificación rural, los cuales fueron financiados por medio del Instituto Nacional de Electrificación, por lo cual a la fecha ha alcanzado un índice de electrificación nacional del 92.26 %." (Chang, 2019-2032)

Las empresas distribuidoras de energía eléctrica investigadas para el desarrollo de este modelo de logística, que se dedican a fortalecer el plan de Electrificación Rural serán beneficiadas al momento de contar con un correcto plan de entregas aplicando la logística y gestión de distribución; optimizando los tiempos de entrega y elevando los índices de satisfacción de los clientes finales.

El interés y motivación del investigado en la elaboración del trabajo de investigación, es que tanto el problema planteado como la unidad de observación presentan un entorno de desarrollo amplio; que brinda la oportunidad de desarrollo a un problema frecuente en el suministro de materiales y se aborda un tema constante en el entorno de la empresa. Una propuesta para la aplicación de logística integral es necesaria para la ejecución de tareas constantes y es factible dentro de la organización.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Proponer un modelo de logística integral para mejorar el suministro de materiales de construcción, reduciendo costos, utilizados en la distribución de energía eléctrica.

5.2. Objetivos específicos

- Analizar el procedimiento utilizado por la empresa para la compra de materiales, desde el requerimiento interno hasta la petición al proveedor que entrega los materiales en los almacenes; trazando las actividades relevantes que se involucran en la gestión
- Establecer los lineamientos, indicadores de gestión de calidad para el control y modelos de logística que controlen la relación de pedidos con proveedores, considerando las condiciones particulares de cada proceso requerido por la distribuidora.
- Presentar los resultados que involucran la aplicación de un modelo de logística integral a la gestión en cadena de suministros.

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Con el proyecto de investigación se cubrirá la necesidad de incrementar la rentabilidad de los proyectos de la empresa, mejorando el tiempo en el que fluye la información desde que el cliente interno solicita los materiales necesarios. Se analizará por planificación de cadena de suministros y será ejecutada por la unidad de abastecimiento. Creará oportunidades de emprendimiento empresarial para los proyectos siguientes. Utilizando análisis e interpretación de bases de datos, se realizarán estudio de tiempos y comparación de resultados; ejecutando nuevas metodologías que mejoren el posicionamiento de la empresa en el mercado de distribución de energía eléctrica.

Se procurará, en la empresa distribuidora de energía eléctrica optimizar costos, mejorar el uso de almacenes y la calidad de los suministros. Por medio de la implementación de una logística integral se propone no afectar la ejecución de los proyectos de construcción; considerando que la empresa cuenta con la información para realizar el análisis y no existe ningún procedimiento documentado que ofrezca los parámetros para mantener una relación directa con los proveedores que sea transparente para auditoría interna y sea eficaz para minimizar el uso de almacenes.

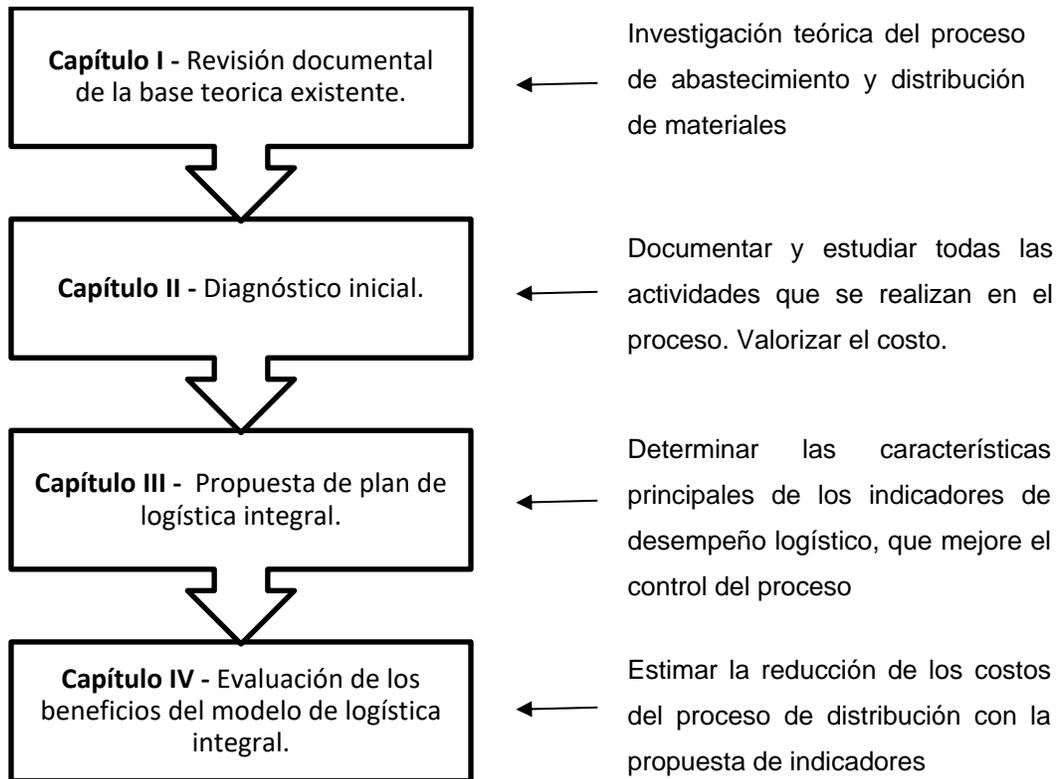
Se considera que no se conoce el impacto económico que afecta la rentabilidad de la empresa al utilizar de forma inadecuada los recursos de la empresa. Razón para analizar la información histórica ejecutando de forma empírica y con base al comportamiento estadístico de materiales consumidos con proveedores claves, para conocer los tiempos de ejecución, internos y externos del proceso.

Este trabajo de investigación servirá como base para presentar la teoría de almacenaje de materiales y teoría de inventario; mejorando el flujo de información para satisfacer necesidades internas de la empresa, sin depender de un procedimiento de burocrático de tiempos que atrasan la construcción de limas de transmisión afectando la satisfacción del cliente.

A raíz de la carencia de un método de logística integral para el suministro de materiales de construcción con fabricantes locales, la presente investigación desarrollará una propuesta para la aplicación de un modelo de logística integral mediante la planificación y logística de distribución de materiales con proveedores de forma estratégica; con el objetivo de crear alternativas que den solución para mejorar la rentabilidad de los proyectos de construcción.

Para la resolución de este problema, se propone un esquema dividido en cuatro capítulos:

Figura 1. **Esquema de solución**



Fuente: elaboración propia.

7. MARCO TEÓRICO

El desarrollo de la investigación se basará en la teoría recopilada acerca de la productividad, optimización de recursos y competitividad, los temas a desarrollarse para apoyar el tema de investigación mejorando el desempeño del sistema deberá ser evaluado por medio de indicadores que deberán ser construidos para facilitar el análisis de los resultados obtenidos. Dicha teoría se desarrolla a continuación:

7.1. Distribución de energía eléctrica en Guatemala

Los pequeños y grandes usuarios, frecuentemente, son personas e industrias que utilizan la energía como una materia prima para sus operaciones o tareas diarias. La energía producida por las generadoras se debe transportar hasta el punto donde se utilizará. Para ello es importante contar con un sistema de transporte de energía denominada sistema de distribución; en Guatemala es normado por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE).

Los sistemas de distribución de energía eléctrica en Guatemala están conformados por redes de distribución que operan en media tensión. En Guatemala son tres las principales empresas que prestan el servicio de distribución de energía eléctrica existen también las empresas municipales en algunos departamentos que brindan este servicio.

Ríos (2010) expone en su trabajo de graduación que el sistema de distribución debe cumplir con la función primordial de recibir energía eléctrica de grandes fuentes y brindársela a los consumidores en un nivel de voltaje regulado

con una confiabilidad adecuada para los diversos tipos de usuarios. Esto hace énfasis en que un sistema de distribución está conformado por una red radial de circuitos provenientes de una subestación de transformación, que cuenta con una capacidad instalada en Voltios-Amperios (VA), la capacidad instalada depende del sector en que se localice, de manera que la cantidad de circuitos en una red de distribución pueden variar según los niveles de consumo de energía y la industrialización del sector.

7.1.1. Cobertura eléctrica en Guatemala

El índice de cobertura eléctrica, se refiere al número de viviendas (usuarios que poseen el servicio de energía eléctrica), con respecto al número total viviendas de una región determinada, y es expresado en porcentaje (%).

El procedimiento para calcular este índice consiste en determinar el número de viviendas en el país, esto se basa en la información de la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI), proporcionada por Instituto Nacional de Estadística (INE). Con relación al número de usuarios que poseen energía eléctrica, se solicita a cada una de las empresas distribuidoras y empresas eléctricas municipales que prestan el servicio de distribución final de electricidad, la cantidad de usuarios atendidos a diciembre de un año determinado. Con base en lo anterior, la fórmula que se utiliza para el cálculo del Índice de la cobertura eléctrica es la siguiente:

Fórmula No. 1

$$\text{Índice de cobertura eléctrica} = \frac{\text{Usuarios con energía eléctrica}}{\text{viviendas totales}} * (100)$$

7.1.2. Comisión Nacional de Energía Eléctrica

En la República de Guatemala es el ente que regula y garantiza los sistemas de redes de distribución del sistema eléctrico nacional. Vela por el cumplimiento de los derechos de los usuarios basándose en leyes y reglamentos, establece el control de la calidad del servicio comercial de la distribución de la energía eléctrica, en ella se estipulan lineamientos, cumplimientos y sanciones para las empresas distribuidoras, se tiene un gran responsabilidad y compromiso.

7.1.3. Sector eléctrico de Guatemala

En Guatemala existe mercado eléctrico competitivo, cuenta con incentivos y reglas para continuar los planes de expansión por toda la República de Guatemala en los próximos años para el desarrollo económico sostenible. Al brindar en las mejores condiciones el acceso a energía eléctrica barata y generada utilizando recursos naturales renovables, es en sí mismo un logro.

7.1.4. Construcción de proyectos de electrificación rural

El Estado podrá otorgar recursos para costear total o parcialmente la inversión de proyectos de electrificación rural, de beneficio social o de utilidad pública, que se desarrollen fuera de una zona territorial delimitada.

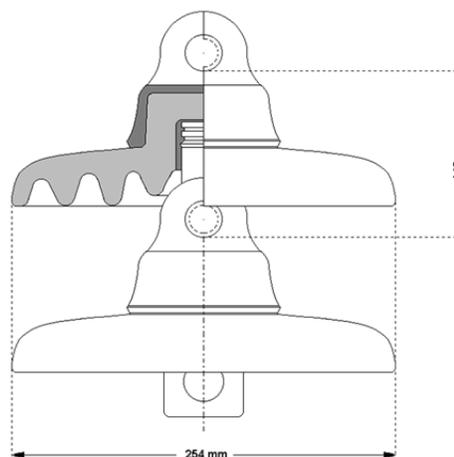
Con el apoyo de esta ley, se habilita la comercialización en la construcción de líneas de distribución eléctrica, para el desarrollo económico del país.

7.1.5. Materiales de construcción para distribuir energía eléctrica

En la construcción de proyectos de distribución de energía eléctrica, desglosan lo materiales que son de uso recurrente; para un detalle ver apéndice 4, listado de materiales para categorizar de la siguiente manera:

Aisladores: son elementos que sujetan mecánicamente los conductores que forman parte de la línea de transmisión, realizando la separación de tierra y de otros conductores. Estos elementos deben resistir la carga mecánica que el conductor transmite por medio de ellos. Se utilizan para aislar eléctricamente a los conductores de los apoyos, soportando la tensión en condiciones normales y anormales, hasta las máximas cargas previstas que los estudios de coordinación del aislamiento definen con cierta probabilidad de ocurrencia. La tensión eléctrica mediante ellos debe ser soportada tanto por el aire que rodea al aislador y por el material aislante de su superficie.

Figura 2. **Aislador de suspensión**



Fuente: Textos Científicos (2020). *Aislamiento de las Líneas*. Recuperado de <https://www.textoscientificos.com/fisica/transmision-energia/aislamiento>.

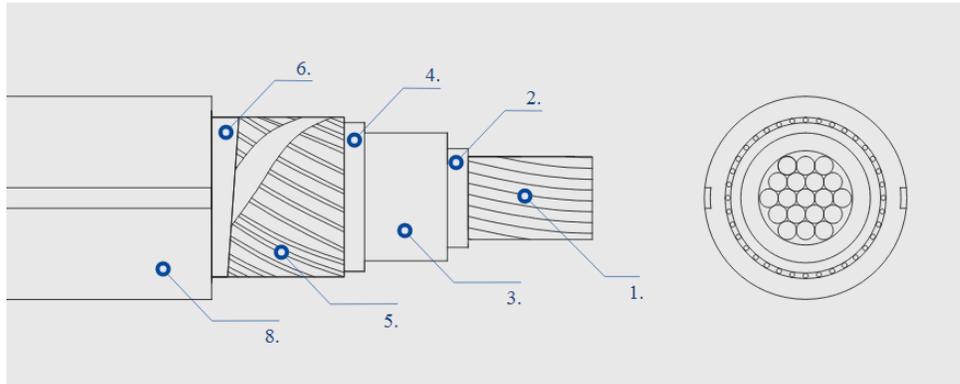
Cables: para la transmisión de energía eléctrica en alta tensión se utilizan cables de forma aislada, utilizados también en la transmisión de energía eléctrica de manera submarina y en instalaciones subterráneas; que en comparación a las líneas de transmisión aéreas de alta tensión no se necesita aislamiento.

Freire (2016) expone en su trabajo de graduación *Transporte de energía eléctrica por corriente continua* que "Las líneas aéreas de un sistema HVDC presentan una serie de ventajas frente a las de transporte HVAC. Una de ellas es el tamaño de las torres. El número de líneas de un sistema HVDC es menor de 2 líneas frente a de un sistema HVAC que es de 3 líneas" (p. 37)

El diseño de un cable aislado es para mantener sus condiciones ideales cuando es afectado por estrés por la alta tensión y ser un elemento que no permita el contacto directo del conductor de alta tensión con elementos al rededor. Las terminales y empalmes del cable aislado están diseñados para prevenir la ruptura del aislamiento en los extremos. Un cable de alta tensión cuenta con una pantalla metálica sobre el aislamiento, diseñado para distribuir uniformemente el campo eléctrico y conectando a tierra.

Cuentan con una variedad de aplicaciones en instrumentos, sistemas de ignición y transmisión de potencia en corriente alterna y directa. Las características físicas de los conductores varían en diseños según su longitud, siendo cortos para equipos eléctricos, largos para uso en construcciones, subterráneos, distribución de potencia, siendo los tramos más largos los cables submarinos bajo el océano para transmisión de energía eléctrica.

Figura 3. **Cables de media tensión**



Fuente: Top Cable (2020). *Cable de media tensión de cobre*. Recuperado de <https://www.topcable.com/es/cables-de-media-tension/rhz1/x-volt-rhz1-as-cu-ol-2ol/>

En la figura 3 se detallan las partes de un cable de alta tensión de cobre, (1) conductor, (2) pantalla semiconductora, (3) aislamiento, (4) pantalla semiconductora externa, (5) pantalla metálica, (6) obturación longitudinal, (7) capa adicional y (8) cubierta exterior.

Herrajes: son elementos metálicos cuya función primordial es realizar la fijación, protección mecánica y eléctrica, empalme, amortiguación y separación de las vibraciones entre los conectores, los tipos de herrajes utilizados son:

- Elementos de cadena
- Elementos de protección eléctrica
- Grapas y empalmes de protección eléctrica
- Contrapesos mecánicos
- Elementos para conductores y cables de guarda
- Elementos y accesorios para temples (retenidas)
- Elementos para amortiguación (amortiguadores)
- Elementos para protección mecánica (preformadas).

- Elementos para cable de guarda

Figura 4. **Herrajes de empalme**



Fuente: Dirind (2020). *Herrajes forjados*. Recuperado de https://www.dirind.com/pro/herrajes_forjados_shn.html

En la figura 4 se ejemplifican ejemplos de herrajes de tensión, (1) grapas paralelas, (2) grillete, (3) horquilla "Y", (4) bola y ojo largo, (5) calavera ojo corta y (6) gancho bolo.

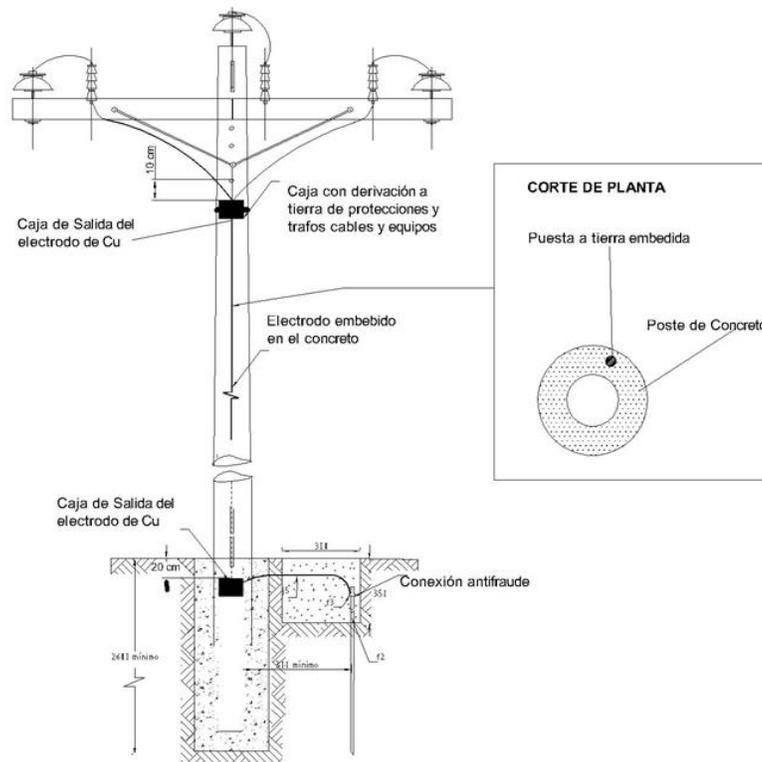
Estructuras tipo poste: entre ellos se encuentran los postes de madera y de postes de concreto los cuales se utilizarán según sea la necesidad y se clasifican por tamaño y clases. Son los elementos de soporte sobre los que se van a montar los demás elementos, en redes de distribución se utilizan los postes de madera tratada (eucalipto que es la más común), aunque se puede usar otras especies como los postes de palma negra o los de cuchi.

Utilizando postes de concreto como soporte en las redes de media tensión. Las alturas utilizadas frecuentemente se encuentran desde los 9 hasta los 12 metros que se utilizarán de acuerdo con las necesidades de cada proyecto. En la obra civil de los proyectos de transmisión eléctrica, se utilizan distintos soportes, como, por ejemplo: torres de acero auto soportadas, postes de concreto auto soportados, postes de concreto soportados por retenidas, postes metálicos auto soportados, postes de madera.

El tipo de estructura de soporte que se vaya a usar depende de factores como la ubicación de la línea, la importancia de esta, la vida deseada para la línea, el dinero disponible para inversión inicial, el costo de mantenimiento y la disponibilidad del material.

Los suelos donde son instalados podrán ser terrenos de relleno, arenosos, rocosos, arcillosos semiduros, con una capa de profundidad variable de humus, abarcando químicamente suelos desde ácidos a alcalinos y desde oxidantes a reductores con gran variedad en la cantidad y tipo de sales solubles.

Figura 5. **Postes de concreto con puesta a tierra**



Fuente: LikiNormas (2020). *Poste de concreto con puesta a tierra inmersa en concreto.*

Recuperado de

https://likinormas.micodensa.com/Especificacion/postes/et215_postes_concreto_puesta_tierra

7.2. **Logística**

Ballou (2004) expone en su libro que “la logística y cadena de suministros es un conjunto de actividades funcionales que se repiten muchas veces a lo largo del canal de flujo, mediante las cuales la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor” (p. 7)

La herramienta de logística en la cadena de suministros de una empresa apoya la evolución para adaptarse a las necesidades cambiantes en el mercado

competitivo. Una logística integral cubre desde la planificación y la administración de las actividades involucradas en durante toda la gestión. Esta abarca la coordinación y la colaboración con los elementos del sistema; éstos pueden ser proveedores, intermediarios, proveedores terceristas y clientes. La herramienta funcionará adecuadamente si se cuenta con la demanda y la oferta de los elementos involucrados.

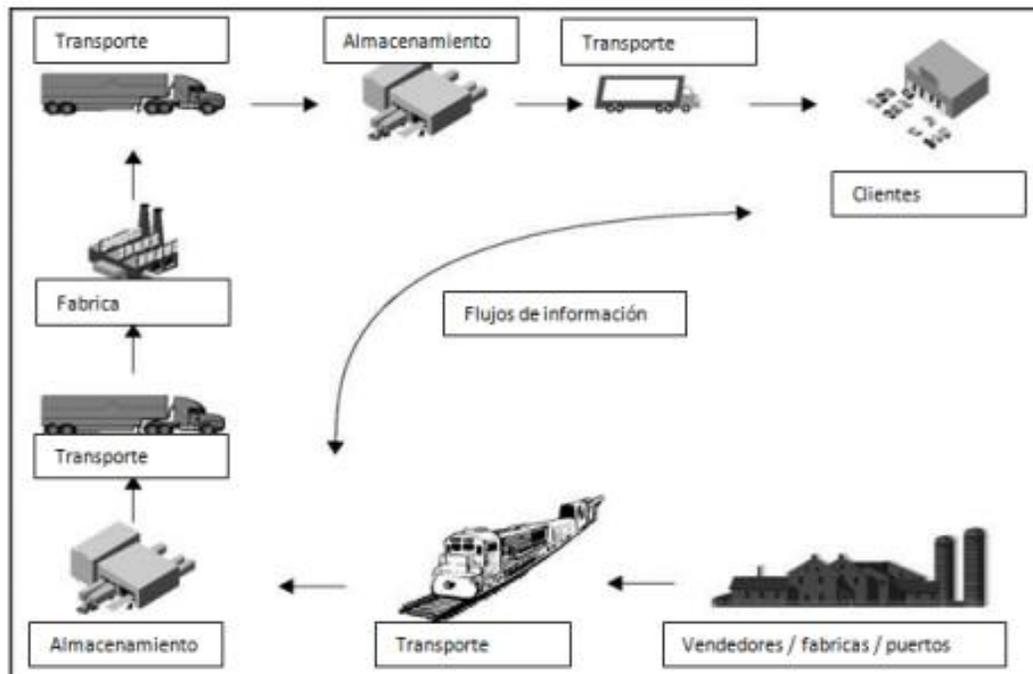
Casanovas y Cuatrecasas (2011), aportan la siguiente definición en su libro *Logística Integral*, la logística integral es “planificar, controlar e implementar de manera eficiente y eficaz el flujo y almacenamiento de materia prima, producto en proceso y productos terminados, con la información relacionada desde el punto de origen hasta el punto de consumo, a fin de satisfacer las necesidades de los clientes” (p. 41).

Urzelai (2006) expresa que la logística al combinarse con diferentes canales de comunicación y con distintas herramientas, tiene como objetivo principal la entrega de bienes en el mejor tiempo, en la ubicación correcta, en las condiciones particulares y calidades optimas, minimizando costos, se obtienen las siguientes dimensiones de logística:

Logística interna: administra el flujo de información que se produce dentro de las fronteras de la empresa.

Logística externa: administra, gestiona y controla todo aquello ajeno a las necesidades externas de la empresa.

Figura 6. **Administración de la cadena de suministros**



Fuente: CEUPE (2002). *Gestión de la logística en la empresa*. Recuperado de <https://www.ceupe.com/blog/gestion-de-la-logistica-en-la-empresa.html>

La figura 6 muestra integración del flujo de comunicación entre la logística interna y la logística externa, pero para una correcta organización se hace necesario contar con información fluida en todas las direcciones, departamentos y agentes de esta cadena, ya que esta mejora las relaciones para optimizar la rentabilidad creando ventajas competitivas.

7.2.1. Logística integral en el desarrollo del control interno administrativo

Anaya y Polanco (2011), expresan que la planificación, implementación y control eficiente del flujo efectivo de costos y almacenaje de materiales, inventarios en curso y productos terminados, así como la información relacionada desde el punto de origen al punto de consumo con el fin de atender a las necesidades del cliente.

Con este aporte, se define desde la fuente del control del flujo de materiales de aprovisionamiento hasta situar el producto en el punto de venta, de acuerdo con los requerimientos del cliente y con dos condicionantes básicas involucrando la necesidad de mejorar el flujo de información interna y externa, obteniendo beneficios en el uso correcto de la comunicación.

7.2.2. Uso de inventarios

Un sistema de inventario perpetuo es un sistema que mantiene un registro continuo y diario de los movimientos de los inventarios y del costo del artículo vendido costado, PEPS o UEPS:

PEPS: Pierri (2009) expresa que este método tiene como base que las existencias que primero entran al inventario son las primeras en salir del mismo contemplando un almacén que registra ingreso y egreso de materiales de manera continua da prioridad a las materias primas adquiridas como las primeras que se incorporan al proceso o en un sistema de entrega son los primeros productos producidos.

UEPS: Tzaj (2012) expresa que una de las características de este método es que no coincide con el flujo físico de los materiales, este método da prioridad a que las compras más recientes son las primeras en asignar el costo sobre las mercaderías vencidas.

7.2.3. Inventarios físicos y cíclicos

Padilla (2003), en su proyecto de graduación *Estrategias para implementar conceptos de administración de inventarios para el control y mejora de la confiabilidad* expresa que "el método de inventarios es el resultado de la comparación de los inventarios físicos y cíclicos contra que el sistema transaccional refleja" (p. 53).

Estos controles mejoran los indicadores de fiabilidad y exactitud de unidades en inventario, crear categorías de materiales por medio de categorías de materiales presenta un aporte importante para la empresa cuando estos niveles son óptimos y el espacio se aprovecha.

7.2.4. Control interno administrativo

Estupiñan (2006). En la aplicación de un control interno administrativo se establece el método de la organización, los procedimientos y registros que conciernen a los procesos de decisión que llevan a la autorización de las transacciones, de manera que fomenta la eficiencia de las operaciones, la observancia de la política prescrita y el logro de las metas y objetivos programados.

7.2.5. Gestión de compras

Las necesidades de materiales y servicios de una empresa se solucionan por medio de las compras para el aprovisionamiento correcto de los recursos. La gestión de compras la integran procesos para satisfacer las necesidades, mejorando las condiciones en las que se ejecuta el aprovisionamiento, los factores que se deben de optimizar son:

- Mejores condiciones
- Mínimo costo
- Momento oportuno
- Cantidad adecuada

7.2.6. Función de planificación

Escrivá (2014), expresa que "la logística es la parte del proceso de la cadena de suministro que planifica, implementa y controla el flujo y almacenamiento eficiente de bienes y servicios" (p. 23), en ellas se involucra toda la gestión sobre el adecuado uso de la información, investigando desde el origen de la necesidad; conociendo la justificación de la compra, hasta que la necesidad se satisface en las mejores condiciones.

7.2.7. Función de compras

Gryna, Chau y Defeo (2007) expresan que la función de compras tiene el papel principal de administrar la cadena de suministro para lograr alta calidad y valor en dicha cadena, pero destaca un nuevo enfoque que consiste en administrar las transacciones de compras y resolver problemas. Para optimizar la función de compras, el aprovisionamiento para satisfacer las necesidades debe

de realizarse con las mejores condiciones con respecto a cantidades, calidad y con precios que sean favorables para la empresa.

Entre los objetivos de la función de compras, se mencionan los siguientes:

- Mantener la continuidad en el abastecimiento.
- Asegurar la calidad y cantidad de suministros.
- Definir el nivel que deben tener los inventarios.
- Analizar nuevas fuentes de suministros.
- Mantener los costos de adquisición y mantener los inventarios a niveles adecuados.

La principal actividad de la función de compras es:

- Estudio de las fuentes de suministro.
- Selección y evaluación de proveedores.
- Control de las especificaciones de calidad requeridas.
- Gestión de negociación: incluye precios, condiciones de pago y plazos de entrega.
- Dar seguimiento de las operaciones realizadas con el proveedor.
- Registro actualizado de productos con información a características técnicas, códigos de identificación, suministradores, precios y condiciones de entrega y pago.
- Realización de pedidos, determinando los volúmenes y fechas de lanzamiento previstos.
- Recepción del pedido y su control de calidad.

7.2.8. Costo de compras

Gómez (2013) expone que el primer criterio de costo de compras considera que los gastos de transporte son por parte del proveedor. El costo de compras es el importe neto facturado por el proveedor que incluye el importe bruto menos los descuentos, bonificaciones o rebajas que se incluyen en la factura.

El segundo criterio de gastos de transporte incluye los del primer criterio más los gastos que involucran tener el producto en el almacén de la empresa como transporte y seguros.

7.2.9. Control de compras

Gómez (2013), expresa que en las compras se consideran que se producen dos desviaciones:

- La económica, también llamada desviación en precios. Cuando se compara el precio preestablecido con el precio efectivo obtenido.
- La técnica, que también es llamada desviación en cantidad. Cuando se compara lo que se tenía preestablecido comprar con lo que realmente se compra.

Estas desviaciones comparan lo planeado con lo real, determinando si lo planificado se está alcanzado o no.

7.2.10. Logística y distribución

Ferrel, Hirt y Ferrel (2004), definen como la acción de trasladar un producto de un punto A, a un punto B y permitir que el bien o servicio esté disponible para el cliente. Este proceso se debe optimizar puesto que los costos de transporte son los que impactan de forma directa a las empresas.

Funciones de la distribución:

- Transportar
- Fraccionar
- Almacenar
- Informar

7.2.11. Sistema ABC

Para la gestión de almacenes en la cadena de suministro, un análisis ABC es un método de categorización de inventario que consiste en la división de los artículos en tres categorías, A, B y C.

Collignon y Vermorel (2012) este análisis permite la optimización de inventarios en la cadena de suministros, debido a que el objetivo de este análisis es llamar la atención de los directivos para evaluar el desempeño de los productos y con ello tomar la mejor decisión en cuanto al catálogo existente reduciendo costos de almacenaje y transporte.

La clasificación de este inventario es A, B, C; se encuentra con base al diagrama de Pareto (80 % - 20 %).

7.2.12. Pronósticos

Corres, Esteban, García y Zarate (2015) expresan en su investigación que los métodos cuantitativos definen explícitamente cómo se obtiene el pronóstico. Existen dos categorías básicas de ellos: los modelos causales y los modelos de series de tiempo.

De esa forma un modelo de pronóstico causal necesita una variable independiente para predecir el valor o respuesta. Con base en ese estudio se puede conducir un análisis del modelo.

7.2.13. Entrega en tiempo

Factor importante que añade valor a la cadena de suministros que se enfoca a mantener bajo niveles inventarios y la coordinación de salidas de almacén bajo pedidos realizados. Cuando se añaden sistemas integrados de planificación de producción, inventarios y compras, la comunicación entre cada elemento debe de funcionar correctamente para coordinar el flujo de información mediante producción y pronósticos. Se considerará para su medición las fechas de entrega ofrecidas por el proveedor, las fechas reales de entrega (local) o despacho (importación) y la diferencia entre ambas.

7.3. Modelo de logística integral

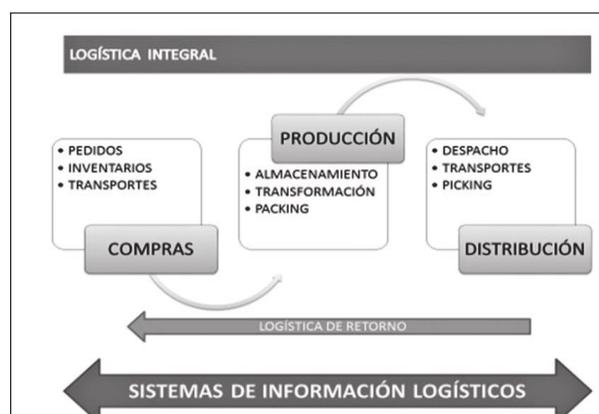
Ballou (2004), expresa que la logística integral desde el punto de vista interno se refiere al concepto de costo total, donde se analiza la gestión coordinada de todas las actividades operativas de la empresa y desde el punto de vista externo, es otra forma de denominar a la administración de cadena de

suministros, puesto que se refiere a la coordinación en integración de actividades a lo largo de la cadena de suministros.

Este modelo de trabajo se ha convertido en una herramienta que potencializa la ventaja competitiva en el mercado, con innovaciones tecnológicas, competencia y exigencia de parte del cliente. Obligando a cada empresa a convertir sus gestiones aún más eficientes y productivas para cada uno de los diferentes procesos de la cadena de abastecimientos y así poder competir a nivel local e internacional.

El modelo sobre el cual se tiene control es sobre la logística interna de la distribuidora de energía; sin embargo, viene de la mano de la producción de la planta del proveedor que fabrica los materiales y el contacto directo con los clientes finales, los cuales son los encargados de realizar pedidos a la distribuidora y ésta a la empresa productora, tal y como se muestra en la siguiente figura.

Figura 7. **Proceso del sistema lógico de logística**



Fuente: Research Gate (2020). *Sistemas de Información Logísticos*. Recuperado de <https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Proceso-logistico-integral-y-sus-actividades->

Fuente-Elaborado-por-los-autores_fig1_314886017

Los canales internos de comunicación compras, distribución y producción deben de alinear el sistema de comunicación entre ellos; para optimizar el flujo de información. Considerando que un modelo de logística integral tendrá la capacidad para conseguir una mayor flexibilidad, reducción de costos y mejorar el rendimiento de los beneficios de todo el proceso productivo de esta.

7.3.1. Ventajas de aplicación de la logística integral

Arellano y Hinojosa (2017), exponen que la competitividad es analizada desde los ámbitos: macroeconómico y microeconómico.

Para ambos la inquietud central es, en primer lugar, identificar los factores que determinan la posición competitiva propicia y, luego, el establecimiento de una estrategia que permita lograrlo. Las empresas productoras de bienes y servicios enfocadas en generar ventajas competitivas sostenibles en un mundo globalizado deben asumir una actitud proactiva mediante alianzas estratégicas de colaboración.

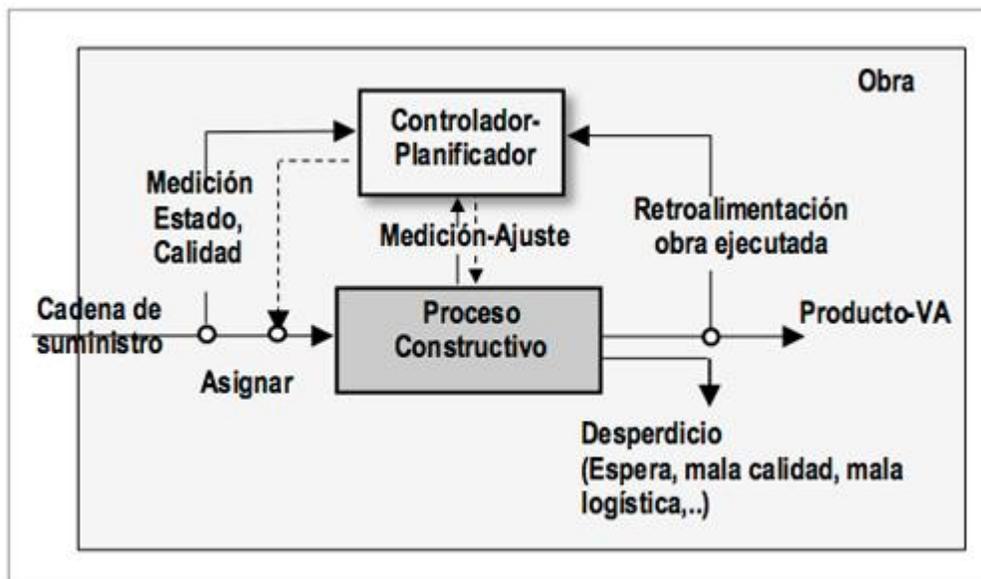
Para ser competitivos en la nueva economía mundial, las organizaciones deben desarrollar y organizar estrategias logísticas que les permiten ser diferentes a sus competidores; manejando bajos costos o buscando diferenciarse en términos de calidad, distribución y apoyo al cliente.

7.3.2. Gestión de distribución

Velázquez (2012) expresa que los centros de distribución, cada día, están automatizando sus procesos para recibir mercancía de diferentes destinos y así mismo tomar pedidos y entregarlos en el menor tiempo posible.

En la figura 8, se muestra un diagrama detallado del control del proceso para una gestión a la cadena de suministros como parte del proceso de construcción. Se detallan las dos fuentes de datos de información de prealimentación, cadena de suministros y la zona de obra (recepción de materiales).

Figura 8. Estructura de control de procesos de cero pérdidas



Fuente: Scielo (2020). *Cómo lograr procesos con cero pérdidas a través de la integración de la cadena de suministros en las construcciones de acero*. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732016000200001

7.3.3. Importancia de la logística integral

Una definición formal del concepto de Logística Integral la estableció el Council of Logistic Management en 1986, la cual formula como logística: “El proceso de planificación, implementación y control eficiente del flujo efectivo de costos y almacenaje de materiales, inventarios en curso y productos terminados

relacionada desde el punto de origen al punto de consumo con el fin de atender las necesidades del cliente” (p. 8)

La evolución del concepto de logística tiene que ver con su asimilación a la función de marketing de la empresa, debido al énfasis en su enfoque de satisfacción de las necesidades del cliente. La noción fundamental de esta evolución de la logística es *time to-market*: el tiempo que media entre la concepción de la idea que dará origen al producto y su distribución física.

Según Anaya (2011) la logística integral es importante porque ayuda a controlar el flujo de los materiales desde la fuente de aprovisionamiento hasta situar el producto en el punto de venta, de acuerdo con los requerimientos del cliente, ayudando a cumplir con las condiciones básicas, las cuales son:

- Maximizar la rapidez en el flujo del producto.
- Minimizar los costos operacionales.

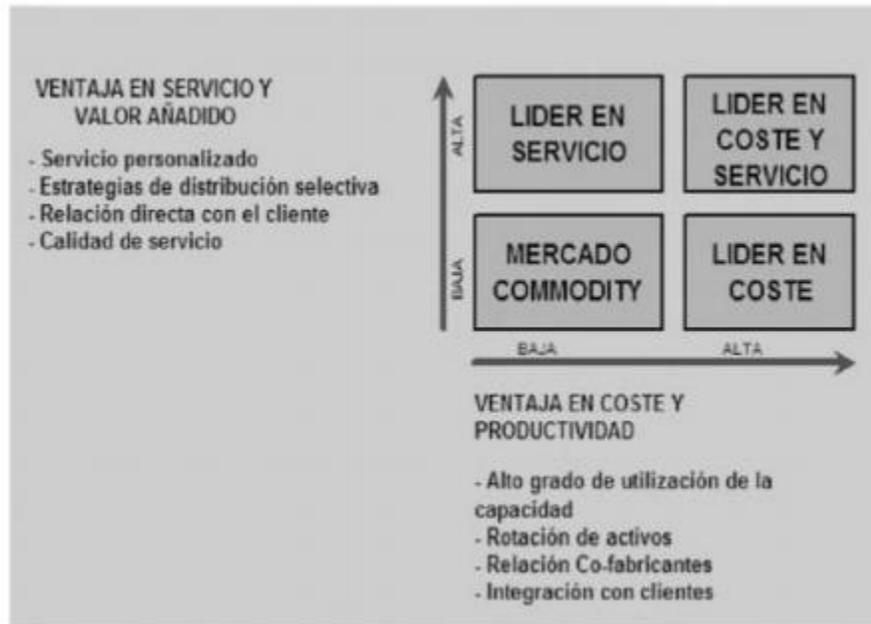
7.3.4. Beneficios de implementar la logística integral

Casanovas y Cuatrecasas (2011), mencionan que históricamente, la logística se ha convertido en una de las actividades estratégicas relevantes de las organizaciones más importantes del mundo, donde una buena gestión logística consigue ventajas claves como:

- Calidad: la cual se refiere no solo a las especificaciones técnicas de ingeniería con la que debe ser elaborado un producto sino también que la organización ajusta sus expectativas a la elaboración del producto y/o servicio acorde a las exigencias, necesidades y aspiraciones de sus clientes finales, con el objetivo final de brindar satisfacción.

- Servicio: esta ventaja tiene una relación directa con el cliente, llega a definir a medida el producto, las promociones y el nivel de servicio, donde el beneficio obtenido vendrá dado por un incremento de los ingresos o valor de las ventas: ya sea por el valor añadido al producto, por el cual el cliente está dispuesto a pagar un precio más alto, o por conseguir una cuota de mercado más amplio frente a los competidores, debido a un mayor valor añadido a un mismo precio.
- Costos: esta ventaja se relaciona con el alto grado de utilización de la capacidad, mayor rotación de activos, mayor productividad de las operaciones de aprovisionamientos, fabricación, distribución y una interrelación mayor con los proveedores y clientes, o por la relación de cofabricantes. El beneficio obtenido viene dado por un margen y una rentabilidad económica más elevada.
- Diferenciación: esta ventaja marca una diferencia en el producto o en el servicio, creando algo único ya sea a través de un nuevo diseño de una marca, tecnología, cadena de distribución, entre otras. Dicha diferenciación empresarial se logra cuando se crea lealtad en el cliente, ya que se proporciona algo único que va más allá de un producto o servicio con un precio más bajo ante la competencia, por lo que se crea una menor sensibilidad ante el precio.

Figura 9. **Matriz de ventaja competitiva entre el servicio y costo**



Fuente: Krajewski (2000). *Administración de operaciones: estrategia y análisis*.

7.3.5. **Tiempo de fabricación**

El estudio de tiempos es una técnica utilizada para determinar el tiempo estándar permitido en el cual se llevará a cabo una actividad, tomando en cuenta las demoras personales, fatiga y retrasos que se puedan presentar al realizar dicha actividad. El estudio de tiempos busca producir más en menos tiempo y mejorar la eficiencia en las estaciones de trabajo.

7.3.6. **Distribución e izado de postes**

Los Postes serán distribuidos en camión y donde no haya acceso a vehículo se utilizarán de madera y serán distribuidos a hombros. El izado de los postes se lleva a cabo mediante el uso de una pluma o rudimentariamente de acuerdo con

la topografía del terreno teniendo como herramienta auxiliar (plomo) instrumento necesario para que los mismos no queden inclinados hacia ningún lado y puedan quedar perpendicularmente a la tierra.

7.3.7. Estrategia y filosofía para gestionar la distribución.

Se usará ECR, una estrategia para comunicarse con el cliente, con los detallistas y con los fabricantes, a manera de tener mejor comunicación de una manera rápida, con mayor calidad y al menor costo. Con los siguientes objetivos según Salazar, B. (2016):

- Eliminar al máximo los procesos que no agregan valor, reducir inventarios, disminuir costos operacionales y reducir ciclos de suministros.
- Eliminar al máximo las transacciones en papel, disminuir costos administrativos y reducir la ineficiencia de este.

También se utilizará la filosofía justo a tiempo, la cual genera una ventaja competitiva derivada de la capacidad que adquiere la empresa para entregar los productos solicitados por el cliente, en un tiempo breve, en la cantidad requerida, evitando costos que no generan valor añadido al producto por lo cual se logran dar precios competitivos.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

OBJETIVOS

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

- 1.1. Distribución de energía eléctrica en Guatemala
 - 1.1.1. Cobertura eléctrica en Guatemala
 - 1.1.2. Comisión Nacional de Energía Eléctrica
 - 1.1.3. Sector eléctrico de Guatemala
 - 1.1.4. Construcción de proyectos de electrificación rural
 - 1.1.5. Materiales de construcción para distribuir energía eléctrica.
- 1.2. Logística
 - 1.2.1. Logística integral en el desarrollo del control interno administrativo
 - 1.2.2. Uso de inventarios
 - 1.2.3. Inventarios físicos y cíclicos
 - 1.2.4. Control interno administrativo
 - 1.2.5. Gestión de compras
 - 1.2.6. Función de planificación
 - 1.2.7. Función de compras
 - 1.2.8. Costo de compras

- 1.2.9. Control de compras
- 1.2.10. Logística y distribución
- 1.2.11. Sistemas ABC
- 1.2.12. Pronósticos
- 1.2.13. Entrega en tiempo
- 1.3. Modelo de logística integral
 - 1.3.1. Ventajas de aplicación de la logística integral
 - 1.3.2. Gestión de distribución
 - 1.3.3. Importancia de la logística integral
 - 1.3.4. Beneficios de implementar la logística integral
 - 1.3.5. Tiempo de fabricación
 - 1.3.6. Distribución e izado de postes
 - 1.3.7. Estrategia y filosofía para gestionar la distribución

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXO

9. METODOLOGÍA

La investigación por realizar se enmarca en un estudio con un enfoque mixto cuantitativo-cualitativo, del tipo descriptivo, de diseño no experimental.

9.1. Enfoque de la investigación

El enfoque de investigación es mixto; considerando las siguientes razones:

- Cualitativo por utilizar análisis y revisión documental al investigar antecedentes al problema, posibles escenarios de mejora y marco teórico como bases para la investigación.
- Cuantitativo, evaluando las mediciones relacionadas a la logística del transporte, mediante estadística descriptiva y modelos matemáticos para modelos de transporte y distribución; tanto para datos históricos y recolectados en los avances del proyecto.

9.2. Diseño de la investigación

Para el desarrollo del trabajo de investigación se utiliza un diseño no experimental porque no se aplicarán diseños de ensayos de laboratorio para determinar información a ser utilizada en la propuesta planteada; así como tampoco se depende de la manipulación o uso de variables en laboratorio.

Los datos utilizados para el desarrollo del trabajo de investigación dependen del tiempo utilizado para la ejecución de los distintos escenarios de

trabajo a analizar. Considerando que se deben de realizar diagnósticos mediante el uso de la investigación a realizar desde marzo 2020 hasta agosto 2020, comparaciones y evaluaciones posteriores; que reflejen la mejora del plan de trabajo a implementar.

9.3. Tipo de investigación

El tipo de investigación es de alcance descriptivo, mediante los datos históricos y los disponibles obtenidos en la etapa de investigación, disponibilidad de materiales en almacenes y logística de distribución (algoritmos de transporte) para el suministro de materiales fabricados por los proveedores locales. Se analizarán los tiempos de fabricación, tiempos de entrega, niveles de productividad y comportamiento histórico de los costos operativos. El alcance de este tipo de investigación por medio de fuentes primarias (informes históricos sobre tiempos de ejecución de proyectos ejecutados por la empresa) y secundarios (marco teórico, trabajos anteriores y normativos de Ley).

9.4. Variables involucradas en la investigación

Las variables utilizadas son:

- Niveles de entrega justo a tiempo (días): cuantitativa Independiente de tipo continua para hacer énfasis en los indicadores de relación entre fabricación de materiales (proveedores), entrega de materiales (en obra) y los avances de construcción.
- Nivel de competitividad comercial: enfocada a la relación entre los precios del mercado y los tiempos de ejecución del proyecto final.

- Nivel de competitividad segmentada: indicando la relación porcentual entre los valores competitivos del mercado y los precios de la empresa; directamente en el sector empresas distribuidoras de energía eléctrica.
- Eficiencia del área de logística: cuantitativa Independiente de tipo discreta para indicar la relación porcentual entre los tiempos de entrega de distintas opciones para un mismo material (kilómetros / tiempo) y los costos incurridos en la espera de entrega de los materiales cada mes.
- Eficiencia de entrega de materiales: indica la relación porcentual entre la comparación de recursos y el avance de la construcción del proyecto con cada alternativa planificada.
- Productividad: indica mediante un valor porcentual, el nivel productivo en el que este siendo afectados los avances de construcción de un proyecto; considerando las alternativas de entrega.
- Eficiencia por días transcurridos: cuantitativa Independiente de tipo continua; representando porcentualmente el avance de construcción del proyecto.
- Eficiencia por material entregado: cuantitativa Independiente de tipo continúa indicando la relación porcentual entre los avances del proyecto y el tiempo transcurrido hasta completar la entrega del proyecto.

9.5. Cuadro de variantes e indicadores

En el siguiente cuadro se describen las variables e indicadores a utilizar durante el desarrollo de la investigación de acuerdo con los objetivos planteados.

Tabla I. Variables e indicadores

OBJETIVO	NOMBRE DE LA VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	INDICADOR	INSTRUMENTO
Analizar el procedimiento utilizado por la empresa para la compra de materiales, desde el requerimiento interno hasta la petición al proveedor que entrega los materiales en los almacenes; trazando las actividades relevantes que se involucran en la gestión.	Tiempo de fabricación de materiales	Cuantitativa discreta	(días) Calendario	Estadística descriptiva Flujo gramas de procesos
	Tiempo de entrega	Cuantitativa discreta	(días) Calendario	
	Distancia de entrega	Cuantitativa discreta	(km) Lugar de entrega	
	Avance de construcción	Cuantitativa continua	(%) Entrega	
Establecer los lineamientos, indicadores de gestión de calidad para el control y modelos de logística que controlen la relación de pedidos con proveedores, considerando las condiciones particulares de cada proceso requerido por la distribuidora.	Eficiencia	Cuantitativa continua	(%) Recursos obtenidos / recursos invertidos	Hojas de observación
	Eficacia	Cuantitativa discreta	(horas) invertidas en el proceso	Registros
	Cantidad de pedidos realizados	Cuantitativa discreta	(N) Número de veces	Histogramas
	Reclamos registrados en el proceso	Cuantitativa discreta	(N) Número de veces	Diagrama de Pareto
Presentar los resultados que involucran la aplicación de un modelo de logística integral a la gestión en cadena de suministros.	Productividad	Cuantitativa continua	(%) Utilizado	Observación directa
	Niveles de Inventario	Cuantitativa continua	(%) Capacidad de Almacén	
	Rotación de inventarios	Cuantitativa continua	(N) Número de veces	

Fuente: elaboración propia.

9.6. Área de estudio

La unidad de planificación de la cadena de suministros y los documentos solicitudes de materiales realizados por los responsables de cada área para el análisis e interpretación de resultados.

9.7. Población y muestra

La población por considerar como parte de la investigación será tomando en cuenta los proyectos de construcción de líneas de transmisión de energía eléctrica, realizados en los 12 meses anteriores a realizar la investigación.

La muestra por analizar serán las órdenes de compra asignadas a proveedores locales que fabrican los materiales directamente.

El total de la muestra a considerar son: 156 materiales que son requeridos mensualmente para cubrir la demanda proyectada, para efectos del trabajo de investigación no es necesario tomar la totalidad de la población. Con este porcentaje se obtienen los datos necesarios para establecer un resultado.

Formula No. 2

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{(N - 1) * E^2 * Z^2 * p * q}$$

Donde:

N = Tamaño de la muestra = materiales requeridos

p = Probabilidad a favor

Considerando

q = Probabilidad en contra

Z = Coeficiente de nivel de confianza

Se toma en relación con el 95 % de confianza que equivale al 1.96

E = Error de estimación

El error aceptable para este proceso se considera igual al 0.06

$$n = \frac{156 * (1.96)^2 * 0.50 * 0.50}{(156 - 1) * 0.06^2 * 1.96 * 0.50 * 0.50} = 548 \text{ materiales}$$

9.8. Unidad de análisis

Comprenden los costos de almacenaje, cantidad de solicitudes de materiales realizadas por los clientes internos, tiempos de fabricación, tiempos de entrega y distancia de entrega para los materiales.

9.9. Fases de la metodología

Para plantear una propuesta de solución al problema planteado, conforme los objetivos definidos en el estudio, se propone cumplir con cuatro fases, la adecuada realización permitirá cumplir con los objetivos de investigación:

- Fase I. Revisión documental de la demanda histórica

Antes de iniciar el trabajo de campo para el desarrollo de la investigación, se recolectan los registros históricos existentes para identificar las teorías que servirán para elaborar la guía para el desarrollo de esta. Permite el planteamiento de una solución más adecuada según las necesidades identificadas y formuladas. Para efecto, durante el desarrollo de la fase inicial, se auxiliará de la observación directa y elaboración de resúmenes para documentar el avance de la fase. Mediante la observación directa, se recolectarán los datos necesarios para el análisis correspondiente utilizando la encuesta con preguntas cerradas como instrumento de investigación (ver apéndice 3).

- Fase II. Análisis de la situación antes de implementar la solución

Descripción del control y monitoreo de la productividad de procedimiento de compra de materiales, coordinación de entrega de materiales, avances en la construcción de obra en función de los materiales disponibles; se detallan las actividades realizadas para mejorar la productividad de las operaciones. Correspondiendo al objeto de la investigación considerando los costos de la implementación de la propuesta de solución.

- Fase III. Diseño de la solución de relaciones estratégicas según las necesidades detectadas en cada proyecto

Es la continuación de las fases I y II. Son fundamentales para identificar las carencias, debilidades y puntos de mejora del sistema de planificación, utilización de almacenes y distribución de materiales para implementar un modelo de logística integral que mejore los tiempos de ejecución. Se basa en la mejora de planificación y utilizando de un modelo de transporte para la distribución de

materiales. Se debe dar continuidad con base en las variables establecidas que se requieren para monitorear dicho sistema, considerando el avance del trabajo de investigación en paralelo a la ejecución de los trabajos realizados.

El investigador a cargo, un profesional de la ingeniería industrial, se auxiliará del comportamiento de las tareas directas e indirectas del proceso para realizar el análisis de la planificación de actividades para el desarrollo de la distribución de energía eléctrica. El informe presenta un análisis costo - beneficio sobre las opciones a elegir, enfocadas al alcance del proyecto, considerando las limitantes establecidas.

Las soluciones se propondrán a los directivos y dueños de la distribuidora de energía eléctrica para que decidan sobre la aplicación del modelo de logística integral, con base en el trabajo de investigación.

Durante las fases de recolección de datos, se formará el equipo para iniciar las actividades planificadas enfocadas al alcance y limitaciones.

Para implementar el modelo de logística integral y el plan de distribución de materiales fabricados localmente se necesita un tiempo de fabricación independiente a la disponibilidad para la entrega de materiales. La integración para incluir al resto de materiales se realizará en colaboración con la unidad de abastecimiento; quienes estarán disponible para el trabajo de investigación.

El desarrollo del modelo de logística integral, planificación y distribución de materiales servirá para ejecutar alianzas estratégicas con los fabricantes de materiales para la funcionalidad del proyecto y las necesidades identificadas.

- Fase IV. Creación de una propuesta modelo que dé seguimiento a la ejecución de la estrategia evaluando la efectividad del método de logística integral

La unidad de análisis será el área de planificación, almacenes, construcción y abastecimiento documentando el comportamiento de todo el proceso de gestión de distribución y logística. Se observará la productividad de los recursos utilizados y eficiencia sobre avance en la construcción de los proyectos.

La última fase de investigación se realizará con base en los datos recolectados. Se evaluarán mensualmente con los indicadores para describir y analizar cómo fue la productividad del uso de almacenes, tiempos de entrega y avances en la construcción, durante los primeros cuatro meses de la solución implementada. Estos análisis se compararán con los históricos documentados, con el análisis de datos cuantitativos y cualitativos; se presentarán las conclusiones respectivas a los involucrados en la ejecución del trabajo de investigación.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Para el análisis estadístico de la información, se utilizarán técnicas descriptivas, comparativas y de análisis de contenido. Para recolectar información se utilizará una técnica de revisión de registros del proceso logístico; la técnica estadística en la modalidad de entrevista informativa (ver apéndice 3) la cual de forma cerrada para un estudio de los datos recolectados.

Se utilizarán las herramientas de diagrama de Pareto para determinar los efectos y causas del problema, diagrama de flujo de operaciones para identificar los puntos críticos de la cadena y la aplicación de distintos diagramas de recorrido de procesos para representar el proceso de gestión en la compra de materiales.

La información obtenida por medio de los instrumentos utilizados, como la entrevista, hojas de registros de observación guiada del proceso de compra, y las herramientas aplicadas, se organizarán, clasificarán y calcularán; mediante el uso de programa de almacenamiento y uso de datos serán graficados para su interpretación mediante el uso de software Microsoft Excel.

10.1. Técnicas de recopilación de datos

Para la recopilación de datos se cuentan con diversas herramientas como las siguientes:

Observación: consiste en observar atentamente una actividad que se desarrolla, tomar nota y registrarla con el fin de obtener la información necesaria para su posterior análisis.

Encuestas: son preguntas directas que tienen como fin obtener información sobre un hecho o algo de interés para la investigación, se realiza por medio de cuestionarios de opción múltiple con respuestas limitadas para un análisis efectivo de la información.

Entrevistas: conversación profesional que recopila información a base de preguntas estructuradas a una persona específica con el fin de captar los datos importantes que contribuyan a la investigación.

Registros: consulta y recopilación de datos históricos sobre distintos aspectos a investigar o que puedan contribuir al logro de los objetivos planteados.

10.2. Técnicas de análisis de la información

Para la observación de datos se cuentan con diversas herramientas ingenieriles como las siguientes:

Histograma: gráfico de la representación de distribuciones de frecuencias, en el que se emplean rectángulos dentro de unas coordenadas.

Diagrama de Pareto: gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite asignar un orden de prioridades. Utiliza el principio de 80/20 el cual indica que el 20 % de las fuentes ocasiona el 80 % del problema.

10.3. Técnicas cualitativas

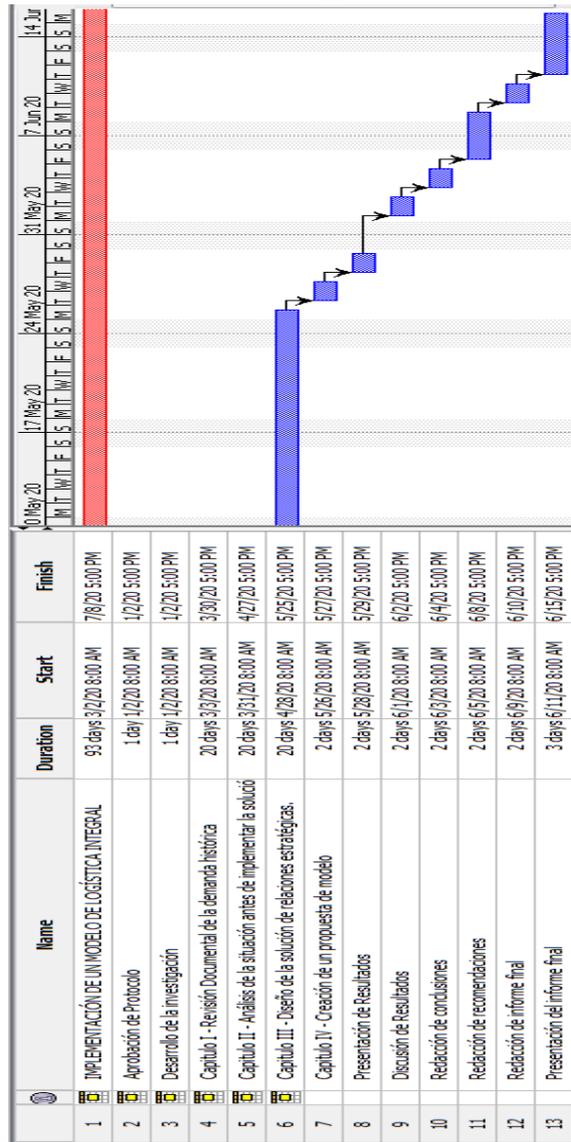
Investigación documental: obtención de información teórica para ser utilizada como fuente de consulta y aplicación para el desarrollo de la investigación. Se consultan temas relacionados con gestión de servicio al cliente, tesis, estudios publicados, entre otros.

10.4. Recolección de información

La información requerida para dar continuación al desarrollo de la investigación será extraída del sistema de control de pedidos, propio de la empresa y por medio de observación directa mediante entrevistas con el personal de la empresa.

11. CRONOGRAMA

Figura 10. Cronograma de Investigación



Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El trabajo de investigación es factible porque se cuenta con todos los recursos necesarios para ejecutar cada una de las fases de la presente investigación y cumplir con los objetivos propuestos.

La empresa distribuidora de energía eléctrica y constructora de líneas de transmisión autoriza la ejecución del presente trabajo de investigación proporcionando los recursos:

- Humanos: personal a disposición para realizar las tareas requeridas en la investigación. Como parte de esta categoría se puede mencionar al investigador mismo, al profesional asesor que velará porque el estudio cumpla con los requisitos técnicos requeridos y a los colaboradores a quienes se entrevistará como parte del conocimiento del proceso y cuya información brindada será reflejada en el reporte escrito.
- Información: acceso a la información requerida en la investigación con el compromiso de respetar los derechos de propiedad; para el desarrollo del análisis correspondiente a los históricos relacionados a las tareas en gestión.
- Equipo e infraestructura: la utilización de los equipos de informática y mobiliario dentro de la empresa, así como el uso de las instalaciones físicas que permita la realización de la investigación; para el desarrollo y conocimiento de los procedimientos realizados por la empresa para el desarrollo del trabajo de investigación.

- Financieros: la investigación será financiada tanto por el investigador mismo como por la empresa beneficiada. Los gastos por realizar quedan distribuidos de la siguiente forma:

Tabla II. **Detalle de costos**

Descripción	Responsable	Monto
Asesoría tesis	Investigador	Q 2,500.00
Papelería y útiles (materiales)	Investigador	Q 2,000.00
Consumo de combustible y depreciación vehículo	Investigador	Q 1,400.00
Imprevistos	Investigador	Q 2,000.00
Implementación	Empresa	Q 9,000.00
	TOTAL	Q 16,900.00

Fuente: elaboración propia.

El investigador deberá contar con un presupuesto personal aproximado de Q.7,900; mientras que, según las condiciones establecidas por la empresa, los directivos están dispuestos a aportar una inversión máxima de Q.9,000, por lo que se tiene un presupuesto total de Q.16,900 para realizar esta investigación.

13. REFERENCIAS

1. Alvarado, T. J. (2017). *Diseño de investigación: modelo de la gestión logística integral de pedidos en una empresa distribuidora de productos de consumo masivo*. (Tesis de Maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3555_IN.pdf
2. Anaya, J. y Polanco, S. (2007). *Innovación y mejora de procesos logísticos: análisis, diagnóstico e implementación de sistemas logísticos*. España: Editorial ESIC.
3. Arellano, U. S. y Hinostroza, F. S. (2017). *Incidencia de la gestión logística integral en la competitividad de las pymes caso: sector agregados y materiales de construcción en Tarma - periodo 2014*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4757/Arellano%20Huaman%20-%20Hinostroza%20Terral.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. Ballou, R. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson. Recuperado de https://www.academia.edu/16236982/Logistica_Administracion_de_la_cadena_de_suministro_5ta_Edicion_-_Ronald_H._Ballou .

5. Carredano, E. E. (2019). *Diseño de investigación: Implementación de un modelo de logística integral para la gestión de distribución en una empresa distribuidora de productos alimenticios*. (Tesis de Maestría). Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3544_IN.pdf
6. Casanovas, A. y Cuatrecasas, L. (2011). *Logística Integral*. Barcelona, España: Editorial Profit. Recuperado de https://books.google.com.gt/books?id=68tx0owyJ0wC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
7. Chakelson, C. y Errasti, A. (Septiembre, 2010), *Validación de un sistema experto para mejorar la gestión de inventarios mediante estudios de caso*. (Artículo Universitario). Universidad de Navarra, España. Recuperado de http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_229_Validacionsistemaexperto_Chackelson_Errasti.pdf.
8. Collignon, J y Vermorel, J. (2012), *Análisis ABC (inventario)*. Lokad. Recuperado de [https://www.lokad.com/es/definicionanalisis-abc-\(inventario\)](https://www.lokad.com/es/definicionanalisis-abc-(inventario)).
9. Comisión Nacional de Energía Eléctrica. (26 de marzo de 2010). *Compendio de normas técnicas de diseño y operación de transporte de energía eléctrica*. Guatemala: Autor.

10. Escrivá, V., Savall, V. y Martínez, A. (2014). *Gestión de compras*. Madrid, España: McGraw-Hill Education. Recuperado de <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448193601.pdf>
11. Eslava, J (2013). *Finanzas para el marketing y las ventas*. Madrid, España: Business & Marketing School. Recuperado de <https://www.amazon.com.mx/Finanzas-Para-Marketing-Las-Ventas/dp/8473569199>
12. Estupiñan, R. (2006). *Control interno y fraudes*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones. Recuperado de <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2015/07/Control-interno-y-fraudes-3ra-Edicio%CC%81n.pdf>
13. Ferrel, O., Hirt, G. y Ferrel, I. (2004), *Introducción a los negocios en un mundo cambiante*. México: McGraw-Hill Interamericana. Recuperado de <http://docshare01.docshare.tips/files/23266/232663938.pdf>
14. Freire, I. (2016). *Transporte de energía eléctrica por corriente continua*. (Tesis de licenciatura). Universidad de Cantabria, España. Recuperado de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/9151/386942.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
15. García, C. A. (2019). *Logística integral como estrategia de distribución, en la república de Guatemala, de semillas de maíz, de producto estacional, con características de perecedero*. (Tesis de Maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3546_IN.pdf

16. Gómez, A. (2013). *Gestión logística y comercial*. Madrid, España: McGraw-Hill Interamericana de España. Recuperado de <https://es.slideshare.net/mariamariquilla79/gestion-logisticaycomercial2013-mc-grawhillgradosuperiorredacted>
17. Gryna, M; Chau, R. y Defeo, J. (2007). *Análisis y planeación de la calidad. método Juran*. México: McGraw-Hill Interamericana. Recuperado de <http://sistemasdecalidad6to.weebly.com/uploads/4/6/5/8/46581171/metodo-juran-an%C3%A1lisis-y-planeaci%C3%B3n-de-la-calidad-juran-5ta.pdf>
18. Krajewski, L. (2000), *Administración de operaciones: estrategia y análisis*. México: Pearson Educación. Recuperado de https://www.academia.edu/8583854/Administracion_De_Operaciones_-_LEE_J._KRAJEWSKI_1_
19. *Ley General de Electricidad*. Marco Legal del Subsector Eléctrico de Guatemala, Compendio de Leyes y Reglamentos. Comisión Nacional de Energía Eléctrica de Guatemala. Guatemala, agosto de 2014.
21. Padilla, D. (2003). *Estrategias para implementar conceptos de administración de inventarios para el control y mejora de la confiabilidad*. (Tesis de Maestría). Instituto Tecnológico y de Estudios superiores de Monterrey. División de Ingeniería y Arquitectura, México. Recuperado de https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/571321/DocsTec_1498.pdf?sequence=1&isAllowed=y

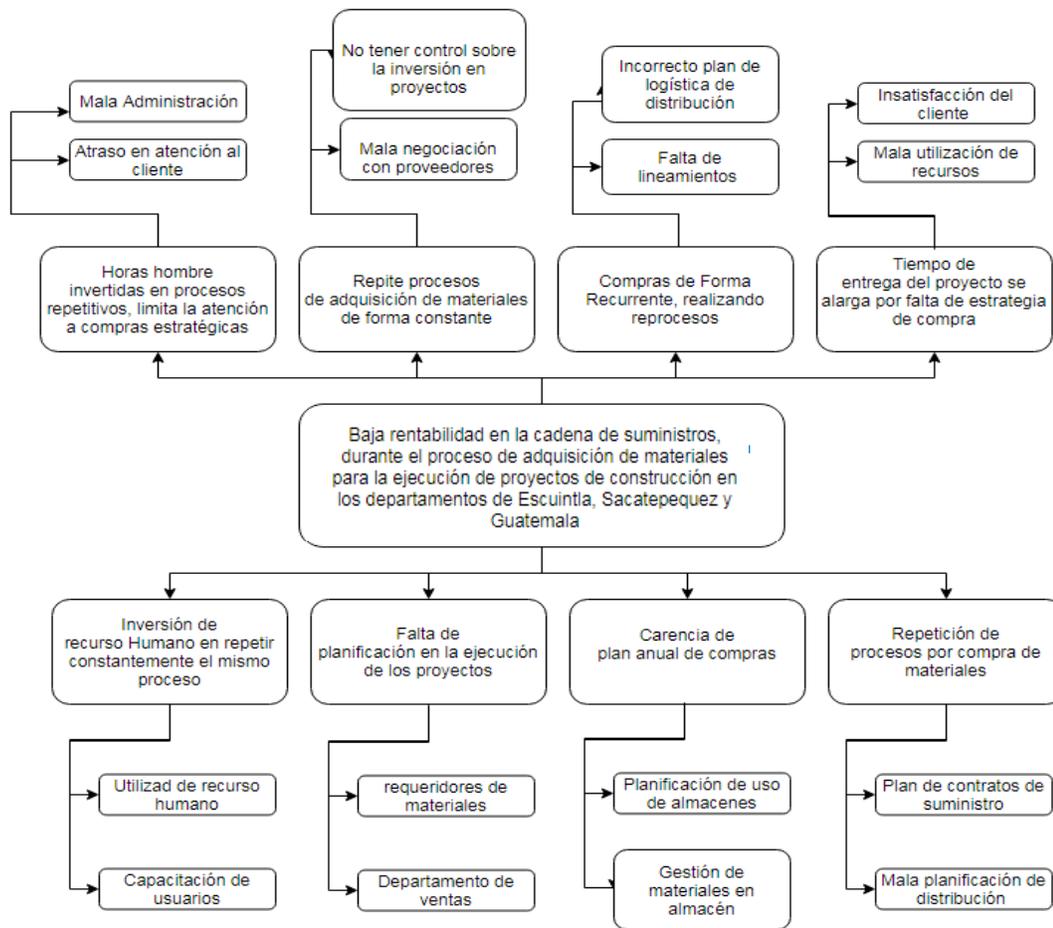
22. Pierri, V. K. (2009). *Propuesta de un sistema de gestión de inventarios, para una empresa de metal mecánica*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2107_IN.pdf
23. *Política Nacional de Electrificación Rural 2019-2032*. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Ministerio de Energía y Minas. Guatemala, diciembre de 2018).
24. Ríos, H. (2010). *Remodelación de una subestación, de 20 MVA a 30 MVA, 34.5/13.8 kV, Municipio Simón Bolívar, Parroquia San Cristóbal, Edo*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui, Venezuela. Recuperado de <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1868/1/TGT-433.pdf>
25. Rodríguez, B. S. (2013). *Administración, planificación y control de inventarios de materias primas en industrias manufactureras de productos de consumo masivo a través del método de control de inventarios denominado planificación de requerimiento de materiales*. (Tesis de Maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_4294.pdf
26. Tjaz, E. N. (2012). *Impacto en los estados financieros por el cambio de metodo de valoracion de inventarios en una empresa comercializadora de productos alimenticios*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_4229.pdf

27. Urzelai, A. (2006). *Manual básico de logística integral*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos. Recuperado de https://books.google.com.gt/books?id=TCCijJ0ERY0C&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

28. Velázquez, E. (2012), *Canales de distribución y logística*. México: Red Tercer Milenio. Recuperado de http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/economico_administrativo/Canales_de_distribucion_y_logistica.pdf

14. APENDICES

Apéndice 1. Árbol del problema



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Matriz de coherencia

Preguntas de la investigación	Objetivos	Variables	Método propuesto	Resultados Esperados
¿Cómo la logística integral, puede mejorar el suministro de materiales de construcción en una empresa distribuidora de energía eléctrica, reduciendo costos?	Proponer un modelo de Logística Integral para mejorar el suministro de materiales de construcción, reduciendo costos, utilizados en la distribución de energía eléctrica.	Tiempo de fabricación de materiales Tiempo de entrega Distancia de entrega Avance de construcción Eficiencia Eficacia Cantidad de pedidos realizados Reclamos registrados en el proceso Productividad Niveles de Inventario Rotación de inventarios	Análisis del procedimiento realizado por la empresa, para trazar los tiempos de atención, controlando los recursos invertidos durante el abastecimiento de materiales.	Rentabilidad y competitividad en el mercado. Satisfacción en el tiempo de atención del cliente. Optimización de procesos y realizar replicas en áreas con similitudes.
¿Cuál es el procedimiento utilizado para realizar la compra de materiales de construcción??	Analizar el procedimiento utilizado por la empresa para la compra de materiales, desde el requerimiento interno hasta la petición al proveedor que entrega los materiales en los almacenes; trazando las actividades relevantes que se involucran en la gestión.		Trazar el flujo de acciones y procesos; internos y externos de la cadena de suministros delimitando las responsabilidades de la gestión de logística integral.	Optimización de recursos en procesos repetitivos.
¿Cómo mejorar las condiciones de entrega de materiales considerando todos factores que intervienen durante el proceso interno y externo de la compra?	Establecer los lineamientos, indicadores de gestión de calidad para el control y modelos de logística que controlen la relación de pedidos con proveedores, considerando las condiciones particulares de cada proceso requerido por la distribuidora.		Controlar la gestión del modelo de logística integral propuesto. Crear delegaciones de función para la toma de decisiones.	Detectar los cuellos de botella que afectan los procesos actuales, mejorando la gestión de compra.
¿Cómo evaluar la propuesta de mejora y la viabilidad que impactará el trabajo de investigación?	Presentar los resultados que involucran la aplicación de un modelo de logística integral a la gestión en cadena de suministros.		Valorar el comportamiento de las gestiones realizadas históricamente, proyectando la mejora en relación costo-beneficio.	Incremento en los índices económicos de la cadena de Suministros.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Instrumento de observación directa



Modelo de Entrevista estructurada para recolectar información sobre el control, tiempos de entrega y calidad de los materiales entregados.

1. ¿Se tiene un procedimiento para el almacenaje de cada material?
Respuesta: Si _____ No _____
2. ¿Se cuentan con indicadores de desempeño?
Respuesta: Si _____ No _____
3. De 1 a 5, siendo 5 el máximo, ¿cómo calificaría la entrega de cada material en bodega?
Respuesta: _____ ¿Por qué?
4. ¿Se ha cumplido el tiempo de entrega ofrecido por el proveedor?
Respuesta: Si _____ No _____
5. ¿El tiempo de retraso por la entrega de materiales es penalizado?
Respuesta: Si _____ No _____
6. ¿Los materiales son entregados en buen estado?
Respuesta: Si _____ No _____ ¿Se registró un caso de reclamo?
7. ¿La entrega de materiales se puede entregar en sitio, sin necesidad de almacenaje?
Respuesta: Si _____ No _____
8. ¿Se registran más compras de este material al mes?
Respuesta: Si _____ No _____
9. ¿La compra del material es con el mismo proveedor?
Respuesta: Si _____ No _____
10. ¿La entrega de estos materiales estaba programada?
Respuesta: Si _____ No _____

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Lista de materiales

- Detalle de los materiales utilizados en la construcción de líneas de transmisión de energía eléctrica, como apoyo al detalle por categoría realizado en el marco teórico, en el numeral 8.1.5 Materiales de construcción para la distribución de energía eléctrica:

MATERIAL	UNIDAD DE MEDIDA	ORIGEN
AISLADORES Y PARARRAYOS		
Aislador porc t/pin p/14.4 kV	PZA	IMPORTACIÓN
Aislador de porcelana tip PIN P/15/25 kV	PZA	IMPORTACIÓN
Aislador Sint.P/15 kV T/COSTA Clevis/Ojo	PZA	IMPORTACIÓN
Aislador Sint. Remate P/15 kV Clevis/Ojo	PZA	IMPORTACIÓN
Pararrayo 10 kV T/Distrib Heavy Duty	PZA	IMPORTACIÓN
CABLES		
Cable Alum. #1/0 ACSR (RAVEN)	M	IMPORTACIÓN
Cable Alum. 2#6 t/forr.	M	IMPORTACIÓN
HERRAJES		
Argolla S/rosca 5/8"	PZA	IMPORTACIÓN
Grapa Univ. Rosca P/Cable 1/0 AWG	PZA	IMPORTACIÓN
Grapa Remate Alum 1/0-123.3	PZA	IMPORTACIÓN
Grapa Plást.Susp.Neut.1/0-2/0	PZA	IMPORTACIÓN
Grapa Plast.Remat.Neut. 1/0-2/0	PZA	IMPORTACIÓN
Plancha p/poste concreto	PZA	IMPORTACIÓN
Remate pref. No.2 ACSR	PZA	IMPORTACIÓN
Remate pref. 1/0 ACSR t/forr.	PZA	IMPORTACIÓN
Remate pref. 4/0 ACSR	PZA	IMPORTACIÓN
Tornillo máquina 5/8" x 10"	PZA	IMPORTACIÓN
Tornillo máquina 5/8"x18"	PZA	IMPORTACIÓN
Tornillo R/corrida 5/8"x18"	PZA	IMPORTACIÓN
Tornillo R/corrida 5/8"x22"	PZA	IMPORTACIÓN
BRACE 28" DE HIERRO GALV.	PZA	IMPORTACIÓN
Brace 7' Galv. P/Bandera	PZA	IMPORTACIÓN
Conector compres. de 1/0 a 2-6 AWG	PZA	IMPORTACIÓN
Conector compres.de 4/0 a 2-6 AWG	PZA	IMPORTACIÓN
Conector compres. de 4/0 a 1/0 AWG	PZA	IMPORTACIÓN
Conector compres de 4/0 a 4/0 AWG	PZA	IMPORTACIÓN
Empalme Al.Comp.Aisl.P/Acomet Cable4 AWG	PZA	IMPORTACIÓN

Continuación del apéndice 4.

Empalme Comp. Alum No.6 AAC	PZA	IMPORTACIÓN
Empalme Alum.Comp.50 % Tens.Cable 1/0ACSR	PZA	IMPORTACIÓN
Empalme Al. Automat.T/Cuña 4/0 AAC 100 %	PZA	IMPORTACIÓN
Conector d/cuña d/cobre p/varilla tierra	PZA	IMPORTACIÓN
Varilla 5/8"x8' C/Baño cobre	PZA	IMPORTACIÓN
POSTES		
POSTE CONC 35' (10.5 MTS) NORMA CARIBE	PZA	LOCAL
POSTE CONC 40' (12 MTS) NORMA CARIBE	PZA	LOCAL
POSTE CONC 40' (12 MTS) NORMA CARIBE	PZA	LOCAL
POSTE CONC 45' (12 MTS) NORMA CARIBE	PZA	LOCAL
POSTE CONC. 10.60 M (35') C750	PZA	LOCAL
POSTE CONC. 12.20M (40') C-1000	PZA	LOCAL
POSTE CONC. 16.00M C-2000	PZA	LOCAL
POSTE CONC. DE 9.00 (30') C-500	PZA	LOCAL
POSTE CONC. DE 9.00 (30') C-750 FS.2:1	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO 12.20 MTS. 35' AUTOSOPOR.	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO 12.20M (40')CLASE 4000LBS	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO 12.20M (40')CLASE 5000LBS	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO 12.20M (40')CLASE 6000LBS	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO 12.20M (40')CLASE10000LBS	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO 18M C3000 USAR 30-0599	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO 30' (9 MTS) NORMA CARIBE	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO 33 METROS CLASE 10000 LBS	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO 33 METROS CLASE 7000 LBS.	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO DE 9.00M (30') C-750 LBS	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO SECCIONADO 21 MTS. C8000	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO SECCIONADO 21MTS C10000	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO SECCIONADO 21MTS C12000	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO SECCIONADO 24 MTS. C 2000	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO SECCIONADO 24 MTS. C2500	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO SECCIONADO 27 M C. 2000	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO SECCIONADO 27 MTS. C8000	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO SECCIONADO 27MTS C10000	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO SECCIONADO 27MTS C10000	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO SECCIONADO 30 MTS. C14000	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO SECCIONADO 30 MTS. C2000	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO SECCIONADO 33 MTS. C5000	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO SECCIONADO 33M C3000LBS	PZA	LOCAL
POSTE CONCRETO SECCIONADO 33M C4000LBS	PZA	LOCAL

Continuación del apéndice 4.

POSTE D´CONCRETO SECCIONADO 33M C8000LBS	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 16 M. CLASE 1500	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 18 M CLASE 1500	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 18 M CLASE 2500	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 18 M CLASE 3000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 18 M CLASE 3500	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 18 M CLASE 3500	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 18 M CLASE 5000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 18 M CLASE 5000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 35 PIES CLASE 2000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 40 PIES CLASE 1500	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 40 PIES CLASE 2000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 40 PIES CLASE 2500	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 40 PIES CLASE 3000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 40 PIES CLASE 3500	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 40 PIES CLASE 3500	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 40 PIES CLASE 3500	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 45 PIES CLASE 1000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 45 PIES CLASE 1500	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 45 PIES CLASE 2000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 45 PIES CLASE 2500	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 45 PIES CLASE 3000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 45 PIES CLASE 3500	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 45 PIES CLASE 4000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 45 PIES CLASE 5000 LBS	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 45 PIES CLASE 6000 LBS	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO 45 PIES CLASE 8000 LBS	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO DE 30 PIES C 1000 LBS	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO DE 35 PIES C 1000 LBS	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO DE 12.20 M (40') C750	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO DE 13.70 M (45') C750	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO DE 16 MTS. CL-1000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO DE 18 M CLASE 6000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO DE 18.00 M (59') C1000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO DE 18.00 M (59') C2000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO DE 20.00 M C2000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO DE 30 PIES C 2000 LBS.	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO DE 35 PIES C 1500 LBS	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO DE 35 PIES C 2000 LBS.	PZA	LOCAL

Continuación del apéndice 4.

POSTE DE CONCRETO DE 35 PIES C 2500 LBS.	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO DE 35 PIES C 3000 LBS	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO DE 40 PIES C 1000 LBS	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO DE 7.62 M (25') C500	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIO 30MTS C/2000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCION. 27MTS C/16000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 21MTS C2000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 21MTS C2500	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 21MTS C3000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 21MTS C3500	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 21MTS C3500	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 21MTS C3500	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 21MTS C4000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 21MTS C5000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 21MTS C6000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 21MTS C7000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 24MT C10000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 24MT C12000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 24MTS C3000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 24MTS C3000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 24MTS C3000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 24MTS C3500	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 24MTS C4000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 24MTS C5000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 24MTS C6000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 24MTS C7000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 27MTS C3000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 27MTS C4000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 27MTS C5000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 27MTS C6000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 30MT C10000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 30MT C12000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 30MT C3000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 30MT C5000	PZA	LOCAL
POSTE DE CONCRETO SECCIONADO 30MT C6000	PZA	LOCAL
POSTE DE MADERA DE 18.30 M (60') CLASE 4	PZA	LOCAL
POSTE DE MADERA DE 21.34 M (70') CLASE 2	PZA	LOCAL
POSTE DE MADERA DE 6 M (20') CASE 5	PZA	LOCAL
POSTE DE MADERA DE 7.60 M (25') CLASE 5	PZA	LOCAL

Continuación del apéndice 4.

POSTE MADERA 10.70M (35') CL-4	PZA	LOCAL
POSTE MADERA 12.20M (40') CL-4	PZA	LOCAL
POSTE MADERA 12.20M (40') CLASE 5	PZA	LOCAL
POSTE MADERA 9.20 M (30') C-5	PZA	LOCAL
POSTE MADERA DE 35 PIES CLASE 5	PZA	LOCAL
POSTE MADERA DE 45 PIES CLASE 5	PZA	LOCAL

Fuente: elaboración propia.