

# **UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**

**LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**GESTIÓN DE INVENTARIOS DE LOS REPUESTOS, DE LAS UNIDADES  
GENERADORAS PLANTA TÉRMICA GARABITO DEL I.C.E., 2017.**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR EL GRADO DE  
LICENCIATURA EN LA CARRERA DE  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Sustentante:  
Josué Alberto Solera Solís**

**TUTOR:  
MGA. Ana Catalina Leandro Sandi**

**PUNTARENAS, ABRIL, 2017**

## DECLARACIÓN JURADA

Yo Josué Alberto Solera Solís, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 603410116 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Licenciatura, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: **GESTIÓN DE INVENTARIOS DE LOS REPUESTOS DE LAS UNIDADES GENERADORAS PLANTA TÉRMICA GARABITO DEL I.C.E., 2017.**, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de Alajuela, a los veintidós días del mes de Mayo del año dos mil dieciocho.

Josué S.S

Firma del estudiante  
Cédula 603410116

## CARTA DEL TUTOR

Heredia, 18 de mayo de 2018.

Señores  
Escuela de Ingeniería Industrial  
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

La estudiante **Josué Solera Solis**, cédula de identidad número 6-0341-0116, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "GESTIÓN DE INVENTARIOS DE LOS REPUESTOS DE LAS UNIDADES GENERADORAS PLANTA TÉRMICA GARABITO DEL I.C.E., 2017", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutora, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría de todos los capítulos del documento y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos, conclusiones y recomendaciones, las cuales fueron concluidas a satisfacción por la estudiante.

De los resultados obtenidos por la postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	8%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	25%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	18%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	18%
	TOTAL		89%

En virtud de la calificación obtenida, se aprueba el proyecto de graduación, por lo que se puede realizar el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

  
Ana Catalina Leandro Sandi  
Cédula: 3-0398-0478  
IPI-22762

## CARTA DEL LECTOR

San José, 17 de julio de 2018.

**Señores**

**Registro**

**Universidad Hispanoamericana**

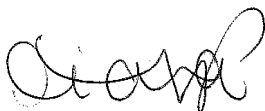
Estimados señores:

El estudiante **SOLERA SOLÍS JOSUÉ ALBERTO**, cédula de identidad **6-0341-0116**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: **GESTIÓN DE INVENTARIOS DE LOS REPUESTOS DE LAS UNIDADES GENERADORAS PLANTA TÉRMICA GARABITO DEL I.C.E., 2017**, el cual ha elaborado para optar por el grado de **Licenciatura** en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre estos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública posterior a la revisión del Filólogo establecida.

Atentamente,



**Ing. Diana Córdoba Pérez, M.Sc, M.Ed**

**Cédula: 1-1238-122**

## CARTA DEL FILÓLOGO

Esparza, 21 de julio, 2018.

Señores  
Escuela de Ingeniería Industrial  
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante **Josué Alberto Solera Solis**, me ha presentado, para efectos de corrección de estilo, el trabajo, proyecto de graduación, denominado "**GESTIÓN DE INVENTARIOS DE LOS REPUESTOS, DE LAS UNIDADES GENERADORAS PLANTA TÉRMICA GARABITO DEL I.C.E., 2017.**"; este fue elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura **en Ingeniería Industrial**.

He revisado, de acuerdo con los lineamientos de la corrección de estilo, señalados por la Universidad, los aspectos de estructura gramatical, acentuación, ortografía, puntuación y los vicios de dicción, que se trasladan al escrito y he verificado que se han realizado todas las correcciones indicadas en el documento.

Por consiguiente, doy fe de que este trabajo se encuentra listo para ser presentado oficialmente a la Universidad.

Atentamente,



Lic. José Ronald Áraya Martínez

Cédula N°: 203480756

Carné 7201-91

## TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN JURADA .....	ii
CARTA DEL TUTOR.....	iii
CARTA DEL LECTOR.....	iv
CARTA DEL FILÓLOGO .....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
SIGLAS Y ACRÓNIMOS .....	xii
DEDICATORIA.....	xiii
AGRADECIMIENTO.....	xiv
RESUMEN EJECUTIVO .....	xv
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN .....	2
1.2. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN .....	3
Misión.....	4
Valores.....	5
1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	7
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	7
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	8
1.5.1. Objetivo general.....	8
1.5.2. Objetivos específicos.....	9
1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES .....	9
1.6.1. Alcances .....	9
1.6.2. Limitaciones.....	10

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	11
2.1. MARCO CONCEPTUAL GENERAL .....	12
2.1.1. Inventario.....	12
2.1.2. Sistema de Control de Inventarios.....	12
2.1.3. Costos Relacionados al Inventario .....	13
2.1.3.1. Costo del Producto .....	13
2.1.4.2. Costo de Mantenimiento.....	13
2.1.4.3. Costo de Ordenamiento u Pedido .....	13
2.1.4. Propósitos del Inventario .....	13
2.1.5. Gráfico ABC del Inventario .....	14
2.1.6. Punto de Reorden.....	17
2.1.7. Calidad .....	17
2.1.8. Herramientas de Calidad .....	18
2.1.8.1. Diagrama de Flujo .....	18
2.1.8.2. Diagrama Ishikawa .....	20
2.2. MARCO CONCEPTUAL TENDIENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO	20
2.2.1. Seis Sigma.....	20
2.2.2. Fases de implementación de Seis Sigma .....	20
2.3. MARCO CONCEPTUAL SOBRE EL IMPACTO DEL PROYECTO .....	21
2.3.1. Existencia de Inventario.....	22
2.3.2. Disminución de tiempos.....	23
2.3.3. Análisis de operaciones.....	24
2.4. ANTECEDENTES DE TEORÍAS, PROYECTOS O EXPERIENCIAS	
SEMEJANTES .....	24
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	27

3.1. METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DEL PROBLEMA .....	28
3.2. METODOLOGÍA PARA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO.....	29
3.3. METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA.....	31
3.4. METODOLOGÍA PARA LA IMPLMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	32
3.5. METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO .....	34
CAPÍTULO IV: LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSA.....	35
4.1. Diagnóstico y cuantificación de la situación actual.....	36
4.2. Gestión de inventario .....	38
4.3. Proceso compra de repuestos.....	40
4.4. Resguardo del inventario .....	42
4.4.1. Condiciones del almacén.....	42
4.4.2. Distribución del almacén.....	47
4.5. Resumen del proceso .....	48
4.5.1. Uso del Diagrama de Ishikawa .....	48
4.5.2. Aplicación de Multivoto .....	50
4.5.3. Análisis mediante Pareto Grama .....	51
4.5.4. Conclusiones de la situación actual.....	52
CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE LA SOLUCIÓN .....	53
5.1. Propuesta modelo de gestión ABC en el inventario .....	55
5.2. Pronóstico del inventario .....	60
5.3. Propuesta modelo EOQ para los artículos “A” .....	61
5.4. Propuesta de nuevo flujo de compras .....	65
5.5. Propuesta de capacitación del personal.....	69
5.5.1. Temas por capacitar .....	69

5.5.2. Implementación de la Capacitación .....	70
5.6. Actualizar políticas internas.....	71
5.7. Implementar Herramientas DST .....	72
5.8. Análisis Económico .....	72
Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones. ....	75
6.1. Conclusiones.....	76
6.2. Recomendaciones.....	77
Referencias bibliográficas .....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

N° Tabla	Nombre del cuadro	N° de página
<b>Tabla 2.1</b>	Representación Clasificación ABC	<b>15</b>
<b>Tabla 3.1</b>	Representación de la implementación de metodología DMAIC	<b>28</b>
<b>Tabla 3.2</b>	Diagrama Gantt, implementación del proyecto	<b>29</b>
<b>Tabla 4.1</b>	Rotación inventario almacén 934	<b>39</b>
<b>Tabla 4.2</b>	Distribución del área almacén 934	<b>45</b>
<b>Tabla 4.3</b>	Aplicación de Multivoto para causas de sobre existencias	<b>48</b>
<b>Tabla 4.4</b>	Aplicación de Pareto	<b>49</b>
<b>Tabla 4.5</b>	Acumulado obtenido del Pareto	<b>49</b>
<b>Tabla 5.1</b>	Cronograma propuesta de soluciones	<b>53</b>
<b>Tabla 5.2</b>	Clasificación ABC del inventario 934	<b>56</b>
<b>Tabla 5.3</b>	Proyección de mantenimientos por horas periodo: 2018-2021	<b>59</b>
<b>Tabla 5.4</b>	Anomalías en repuestos clase A	<b>60</b>
<b>Tabla 5.5</b>	Análisis EOP y puntos de re orden (rop)	<b>61</b>
<b>Tabla 5.6</b>	Diferencia porcentual entre inventario-propuesta	<b>61</b>
<b>Tabla 5.7</b>	Propuesta plan de capacitación	<b>67</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

N° Figura	Nombre del cuadro	N° de pagina
<b>Figura 1.1</b>	Organigrama Planta Térmica Garabito	<b>5</b>
<b>Figura 1.2</b>	Organigrama Almacén	<b>6</b>
<b>Figura 2.1</b>	Representación Gráfico ABC	<b>16</b>
<b>Figura 2.2</b>	Simbología diagramas de flujo	<b>18</b>
<b>Figura 4.1.1</b>	Almacén Planta Garabito	<b>35</b>
	Representación gráfica porcentaje	
<b>Figura 4.1.2</b>	movimiento almacén 934	<b>36</b>
<b>Figura 4.2.1</b>	Pantalla de ingreso al software S.I.M.	<b>37</b>
	Mapeo proceso de compras de repuestos para los motores	
<b>Figura 4.3.1</b>		<b>39</b>
<b>Figura 4.4.1</b>	Imagen ilustrativa del almacén 934	<b>41</b>
<b>Figura 4.4.2</b>	Imagen ilustrativa del almacén 934	<b>42</b>
<b>Figura 4.4.3</b>	Imagen ilustrativa del almacén 934	<b>43</b>
<b>Figura 4.4.4</b>	Imagen ilustrativa del almacén 934	<b>44</b>
<b>Figura 4.4.5</b>	Imagen ilustrativa del almacén 934	<b>44</b>
<b>Figura 4.5.1</b>	Diagrama de Ishikawa	<b>47</b>
<b>Figura 5.1</b>	Pantallazo de consulta en sistema S.I.M.	<b>54</b>
<b>Figura 5.2</b>	Pantallazo búsqueda en sistema S.I.M.	<b>55</b>
	Diagrama de participación de artículos A,B,C, en almacén 934	
<b>Figura 5.3</b>		<b>57</b>
<b>Figura 5.4</b>	Diferencias entre inventarios	<b>62</b>
	Diagrama de compra para repuestos, proyección anual	
<b>Figura 5.5</b>		<b>64</b>
	Diagrama de compra para repuestos, solicitud de re orden	
<b>Figura 5.6</b>		<b>65</b>
<b>Figura 5.7</b>	Manejo del presupuesto anual	<b>70</b>
<b>Figura 5.8</b>	Resultados esperado del proyecto	<b>71</b>

## SIGLAS Y ACRÓNIMOS

I.C.E	Instituto Costarricense de Electricidad
C.E.N.S.E	Centro Control Sistema Eléctrico
R.A.C.S.A	Radiográfica Costarricense S.A
C.N.F.L	Compañía Nacional de Fuerza y Luz
DMAIC	Fases del metodología Seis Sigma
BCR	Banco de Costa Rica
S.I.M.	Sistema de Inventario de Materiales
DEMING	Ciclo de mejora continua
BCR	Banco de Costa Rica
EOQ	Punto Económico de Pedido
ROP	Punto de re orden de Pedido

## DEDICATORIA

Primero, a Dios, por darme esta oportunidad, porque, gracias a Él, he podido concluir con los estudios y me ha brindado la sabiduría y la fuerza necesarias para seguir siempre adelante.

Seguidamente, a mis padres, por el apoyo incondicional que me brindan siempre y por tener su confianza en mí.

Finalmente, a todos aquellos que han confiado en mí, quienes me han apoyado en el cumplimiento de esta nueva meta y nunca dejaron de alentarme para seguir siempre; por su tiempo dedicado y, a su vez, me brindaron la información y consejo necesarios para concluir este proyecto.

## **AGRADECIMIENTO**

Especialmente, a Dios por iluminarme el camino siempre y permitirme estar donde estoy ahora, por darme la salud y la sabiduría necesarias para seguir y permitirme finalizar este último paso en mi carrera profesional.

A mis padres, por darme el consejo necesario para tomar buenas decisiones y su apoyo en todo momento, por la confianza que me han brindado.

A todos mis compañeros de estudio y profesores que me brindaron su apoyo y conocimiento a lo largo de este camino tan importante.

También, agradecer al grupo ICE, que además de brindarme la oportunidad para realizar dicho proyecto, me ayudó mucho todo su equipo de colaboradores y compañeros los cuales a pesar de ser una institución de gran envergadura, tiene mucho compromiso y compañerismo.

## RESUMEN EJECUTIVO

Solera Solís, J. (2018). Gestión de inventarios de los repuestos de las unidades generadoras Planta Térmica Garabito del I.C.E. (*Proyecto de graduación para optar por el grado de licenciatura de Ingeniera Industrial*). Universidad Hispanoamericana, Puntarenas.

El presente proyecto trata sobre el estudio de las causas que afectan el inventario y cuáles herramientas de ingeniería, se pueden utilizar para tener como resultado una mejor gestión en control de inventario y así tener una mejoría del índice de rotación de inventarios de repuestos de las unidades generadoras. Este proyecto se desarrolla en la Planta Térmica Garabito del I.C.E., localizada en Montes de Oro Miramar, Puntarenas.

El proyecto se realiza con el fin de disminuir costos y mejorar la gestión del control de inventario de repuestos de la Planta, la realización de la investigación del proyecto, se hace durante el 2018 y tuvo, como principal limitación, la utilización de los valores de costos de los repuestos.

Durante la determinación de la línea base y el análisis de las causas de la situación actual, se obtuvo información que demuestra que la Planta presenta problemas serios en la gestión de los inventarios, esto debido a la finalidad del tipo de inventario, el cual es destinado para el mantenimientos de la unidades generadoras.

Algunas de las soluciones se refieren a la utilización de herramientas de calidad para la mejora de los procesos y capacitaciones al personal; estas pretenden disminuir la inversión de inventario promedio de la empresa, reflejado en el indicador de rotación de inventario.

Al analizar los beneficios, de estas propuestas, se obtiene que, al utilizar las herramientas de calidad, se puede generar un ahorro significativo a futuro, en

donde la cantidad actual de inventario sobre pasa las necesidades hasta el 2021, para los materiales clasificados como tipo A.

En cuanto a la implementación, se tiene que se ha llevado a cabo un 60% y se tiene que la misma terminará en diciembre 2018.

En conclusión, se puede decir que, las propuestas lograrán que se cumpla con los objetivos de la investigación, mejorar el control de inventario de la Planta y como mejora adicional, aumentar el índice de rotación de inventarios de repuestos y disminuir las sobreexistencias, en un mediano plazo.

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

## 1.1. INTRODUCCIÓN

El siguiente proyecto de graduación de licenciatura, en Ingeniería Industrial, se llevará a cabo en la Planta Térmica Garabito del Instituto Costarricense de Electricidad (I.C.E), con una operatividad de siete años. Es una de las 14 plantas que forman el área de la Región Central del Negocio de Generación del I.C.E.

Los motores instalados, en la Planta Térmica Garabito, son de manufactura alemana y cuentan con tecnología de punta, en cuanto a la parte mecánica y la parte de instrumentación y control, debido a la complejidad de los equipos nuevos, no se contaba, a nivel nacional, con un alto grado de experiencia del personal técnico y administrativo del I.C.E., sobre el tema de gestión compras, operación y mantenimiento de los mismos.

Por esto, la Planta Térmica Garabito no cuenta una base de datos históricos con información idónea y oportuna para programar y realizar de manera eficiente las compras de repuestos e insumos requeridos por los 11 motores de combustión instalados, lo cual ha provocado que, la gestión de los repuestos, se realice con las necesidades estimadas por los ingenieros encargados de los departamentos de operación y mantenimiento.

En el primer trimestre, del 2017, el departamento de gestión de inventarios del I.C.E., realizó una auditoría al almacén de repuestos de la Planta Térmica Garabito, debido a que en una revisión de inventarios, se obtuvo que, dicho almacén, se encuentra con un nivel de inventario muy elevado, en cuanto a cantidad de líneas y contablemente representa una inversión de más de dos millones de dólares(\*); sobre dicha auditoría, se emitió un informe, el cual muestra que el 75% del inventario del almacén número 934, de repuestos de los motores de la Planta Térmica Garabito presenta nula rotación y el cinco por ciento presenta sobreexistencias en el período comprendido entre 2015 y 2017.

(\*) Debido a políticas administrativas del Grupo I.C.E., expresamente indicadas, no se revelan datos numéricos de montos exactos; solamente se hará referencia a los altos volúmenes o porcentajes cualitativos.

Con esto, se evidencia que la gestión de adquisición de repuestos, no tiene o es deficiente en sus procedimientos y políticas establecidas, para realizar las compras de repuestos de una manera eficaz y eficiente.

Por consiguiente, el proyecto de investigación buscará realizar una investigación enfocada hacia las operaciones industriales de la Planta, tales como: el software S.I.M. instalado en sitio para la gestión de almacenamiento e inventarios y la gestión de abastecimiento de repuestos, con la finalidad de aplicar métodos de análisis y clasificación del inventario y, a su vez, optimizar la cantidad de recursos utilizados para los repuestos y manejo del inventario en la Planta Térmica Garabito del I.C.E.

## **1.2. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN**

La investigación se realizará en la Planta Térmica Garabito del I.C.E., ubicada en el cantón Montes de Oro Miramar, Puntarenas, inaugurada en el 2010, con una capacidad instalada de doscientos megavatios de potencia debido a sus 11 motores generadores de combustión interna.

La Planta Garabito pertenece al Fideicomiso del Banco de Costa Rica, esto debido a que, desde aproximadamente 12 años, el I.C.E está utilizando dicha figura para poder agilizar y completar la gestión de compra de plantas de esta índole, al transcurrir 15 años de pagos fijos, establecidos en el contrato, el grupo I.C.E cuenta con la opción de compra exclusiva, para cancelar el restante de la deuda.

En el 2016, con la regionalización que aplicó el I.C.E., dividió el territorio nacional en las regiones: Chorotega, Huetar y Central a cual pertenece la Planta Garabito.

Con respecto a sus antecedentes históricos, se dice que:

El Instituto Costarricense de Electricidad (I.C.E.) fue creado por el Decreto - Ley No.449 del 8 de abril de 1949.Su creación fue

el resultado de una larga lucha de varias generaciones de costarricenses que procuraron solucionar, definitivamente, los problemas de la escasez de energía eléctrica presentada en los años 40 y en apego de la soberanía nacional, en el campo de la explotación de los recursos hidroeléctricos del país. (Ceciliano, 2008, p. 8)

Más adelante, el mismo autor comenta sus objetivos primarios:

Como objetivos primarios el I.C.E. debe desarrollar, de manera sostenible, las fuentes productoras de energía existentes en el país y prestar el servicio de electricidad. Posteriormente, en 1963 se le confirió al I.C.E. un nuevo objetivo: el establecimiento, mejoramiento, extensión y operación de los servicios de comunicaciones telefónicas, radiotelegráficas y radiotelefónicas en el territorio nacional. (Ceciliano, 2008, p. 9)

Con el paso de los años, el I.C.E., logró fusionarse con otras grandes instituciones públicas nacionales, como: Radiográfica Costarricense S.A (RACSA), la Compañía Nacional De Fuerza y Luz S.A (CNFL) y en el 2013, la empresa Cable Visión, consolidando una empresa de gran dimensión como la que hoy se conoce con el nombre de Grupo I.C.E.

## **Visión**

Ser el primer generador de electricidad de la región<sup>1</sup> que basa sus procesos en la gestión de los activos productivos para el 2021.

## **Misión**

Generar electricidad, de forma eficiente, por medio de la gestión oportuna de los Activos Productivos en las plantas de generación, para contribuir al desarrollo nacional y centroamericano, garantizando la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de los criterios de: calidad, seguridad, desempeño, responsabilidad social y ambiental.

---

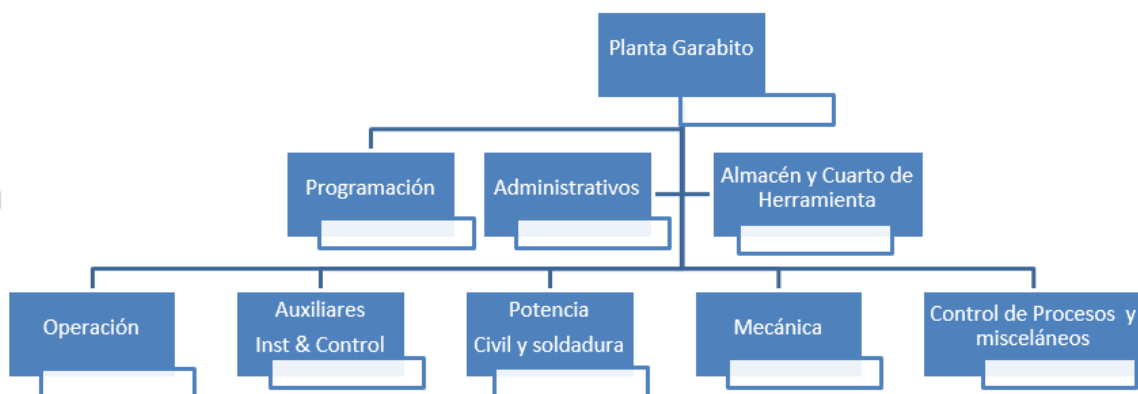
*Nota* <sup>1</sup> Región: hace referencia a la región centroamericana

## Valores

1. **Integridad:** honestidad, lealtad y mística en todas nuestras acciones.
2. **Compromiso:** compromiso con el desarrollo económico-social de Costa Rica y el desarrollo sostenible de los recursos energéticos.
3. **Excelencia:** patrón de hábitos, creencias y comportamientos hacia la calidad y el mejoramiento continuo.

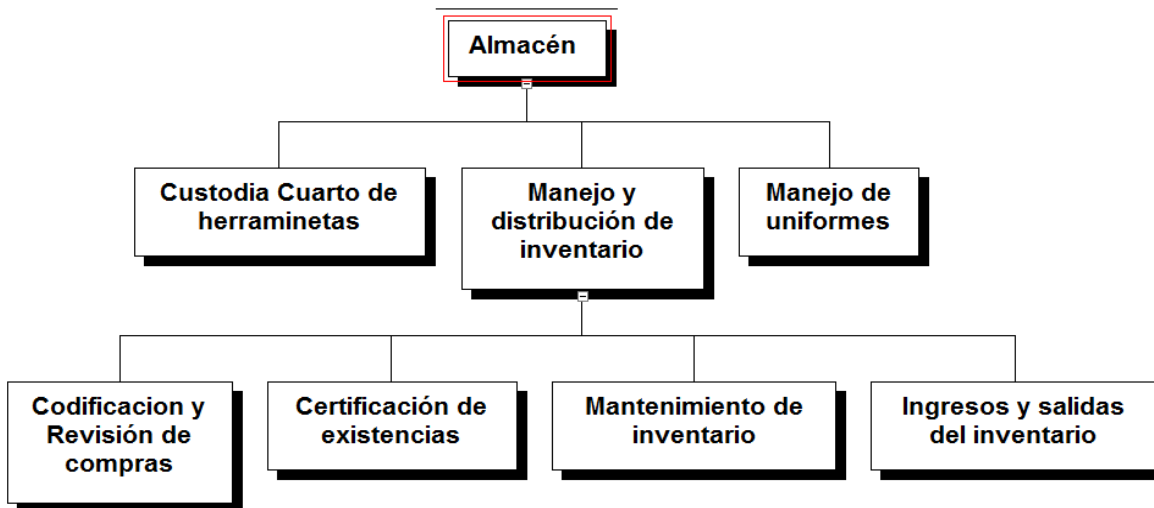
**Figura 1.1**

### ***Organigrama Planta Térmica Garabito***



Fuente: Tomado de Intranet Sitio Colaborativo del I.C.E

**Figura 1.2**  
**Organigrama del Almacén**



*Fuente: Elaboración propia del autor*

Debido a la magnitud, dimensión y cantidad de los equipos en sitio y, teniendo en cuenta que, a nivel nacional, ninguna otra Planta Térmica de las instaladas en el I.C.E., se asemeja a dichas características, esta cuenta, actualmente, con un equipo de 92 personas, de los cuales tres pertenecen al almacén.

Según lo informado, no se contaba con una línea base de información o una base de datos históricos, sobre el manejo de puntos óptimos de repuestos en el almacén, para tomar decisiones sobre la planificación y compras de los repuestos; motivo por el cual, las compras nacen del criterio y la experticia del ingeniero, a cargo de cada área, sin que el almacén posea las herramientas para brindar la pauta por seguir de verdadero requerimiento de cada una de sus líneas de repuestos.

Un factor indispensable, por tomar en cuenta, para gestionar el estudio de consumo de los repuestos, es el hecho de que a los motores de la Planta Térmica Garabito, se le realizan los mantenimientos preventivos con base al criterio del

contador de horas acumuladas de operación y el área del C.E.N.S.E. se encarga de brindar la estimación de producción del año siguiente, con lo cual, con meses de anticipación se realizan la solicitud de paros de motores para ser intervenidos, tomando en cuenta dicha variable mencionada.

Mediante, la implementación de esta investigación, se pretende, por medio de análisis de datos, como el Gráfico de la clasificación ABC y la formulación específica de máximos, mínimos y punto de reorden del inventario del almacén número 934, de la Planta Garabito, para hacer más eficiente el proceso de compra de repuestos para los 11 motores de la Planta Garabito, evitar el acumulado de repuestos innecesarios y mejorar el uso el direccionamiento de los recursos presupuestarios contables.

### **1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Debido, a la ausencia de una gestión de control de inventarios de almacén, que brinde tanto los cantidades de máximos, mínimos y puntos de reorden de pedido por cada línea de los repuestos de motores; la Planta Térmica Garabito se encuentra con una sobreexistencia y baja rotación de los repuestos, viéndose afectada la parte financiera de la institución, el cual es un pilar para la subsistencia operativa, como a su vez, los repuestos que no se estén requiriendo a corto plazo **son muy vulnerables** por los agentes de degradación: la oxidación.

Aunado a esto, por la naturaleza de los grandes motores instalados en la Planta Térmica Garabito, se requiere del manejo de grandes áreas o secciones destinadas para el resguardo oportuno de los repuestos. Además, son necesarias rutas de limpieza y mantenimiento, lo cual demandaría un mayor esfuerzo del poco personal designado en el almacén.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Según estudio realizado, por parte del departamento de Gestión de Inventarios del Grupo I.C.E., se indica que, el inventario del almacén 934 de los repuestos de los

11 motores de combustión interna de la Planta Térmica, presentan 2116 líneas de nula rotación y 154 líneas con sobre existencias en el periodo de 2015-2017.

Por ende, el estado financiero del almacén se encuentra con sumas monetarias muy altas, esto afecta la gestión de los planes de compras, también, por la gran dimensión de muchos de los repuestos de los motores de la Planta Térmica Garabito, se agotaron en todas sus instalaciones físicas, destinadas para el resguardo de los repuestos.

Asimismo, se puede indicar que, en este periodo, con la puesta en marcha y entrega de la Planta Térmica Garabito, por parte de la casa matriz de los motores MAN Diésel & Turbo, se recibieron una gran cantidad de repuestos, declarados como repuestos de seguridad, según el fabricante, los cuales, a mediados del 2017, no han sido requeridos, lo cual evidencia, además del deterioro, debido a la ubicación de la Planta, donde el ambiente es muy salino debido a su cercanía con el mar Pacífico.

Después del primer año de operación, se presentan las primeras necesidades de compras de repuestos para los motores de la Planta Térmica Garabito, se realizaron las primeras compras de repuestos sin contar un sistema de control de inventario, el cual debería de manejar los niveles óptimos de existencias por cada línea adquirida.

## **1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1. Objetivo general**

Desarrollar un modelo de Gestión de Inventario, mediante la definición de la cantidad óptima de niveles máximos, mínimos y el punto de reorden de los repuestos de motores de la planta térmica Garabito, que permita la mejora en el manejo del flujo de materiales.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

1. Diagnosticar el proceso actual de Gestión de Inventario de repuestos de motores en la Planta Térmica Garabito.
2. Analizar los datos obtenidos sobre las existencias del inventario actual de repuestos de motores de la Planta Térmica Garabito.
3. Determinar el sistema de control de inventarios que mejor se ajuste a las necesidades de la Planta Térmica Garabito.
4. Disminuir el estado baja y nula rotación presenten en el almacén 934 de la Planta Térmica Garabito.
5. Mejorar el proceso de abastecimiento de repuestos de la Planta Térmica Garabito.
6. Optimizar los espacios físicos de almacenamiento, debido a la gran dimensión de la mayoría de repuestos.
7. Minimizar el estado de baja y nula rotación de los repuestos de motores de la Planta Térmica Garabito del I.C.E.

## **1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **1.6.1. Alcances**

- La investigación se realizará en una planta del Grupo I.C.E., ubicada en la zona de Montes de Oro de Miramar, Puntarenas, con el nombre de Planta Térmica Garabito.
- Se analizará y gestionará solamente, el almacén 934 de los repuestos de los motores de la Planta Térmica Garabito, en el período entre los meses de setiembre 2017 y abril 2018.
- El proyecto de investigación por desarrollar, solamente se dirige hacia el área de operaciones industriales en los temas específicos de control de inventarios y abastecimiento de repuestos.

### **1.6.2. Limitaciones**

- Debido al tiempo con que se cuenta, para la investigación, no se podrán analizar los demás almacenes pertenecientes a la Planta Térmica Garabito.
- La empresa cuenta con políticas de privacidad, por lo cual, se respeta para obtener ciertos datos y se prohíbe brindar información financiera de los mismos.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

## **2.1. MARCO CONCEPTUAL GENERAL**

### **2.1.1. Inventario**

Este término se refiere a la cantidad total de elementos almacenados y registrados en la empresa, los cuales pueden ser utilizados, a su vez, como materias primas, componentes, productos o subproductos de un bien.

Pinzón y Martínez (2015) lo definen como: “La cantidad de bienes bajo el control de una empresa, guardados durante un tiempo para la satisfacción de una demanda futura, este es un amortiguador entre las diferencias de tasas y tiempos entre el abastecimiento y la demanda”. (p. 16)

También, la definición indica que, al contar con un inventario, las empresas pueden ser capaces de gestionar de una manera eficiente su producción.

### **2.1.2. Sistema de Control de Inventarios**

Se definirá como, todo aquel sistema encargado de gestionar la totalidad del inventario de una empresa, capaz de referir informes de: rotación, entradas, salidas, trasposos, precios, también, se pueden realizar ajustes de los inventarios.

El concepto de Sistema de Control de Inventario está definido, para este trabajo de investigación, como: “el conjunto de políticas y controles que vigilan los niveles del inventario y determinan aquellos a mantener, el momento en que es necesario reabastecerlo y qué tan grandes deben ser los pedidos.”. (Chase, Jacobs y Aquilano, 2005, p.547)

En los Sistemas de Control de inventarios existen tanto los Controles Físicos, son los que contemplan el conteo físico de cada línea, como los Controles

Administrativos, que determinan los niveles del inventario, al nivel del sistema operativo.

### **2.1.3. Costos Relacionados al Inventario**

#### **2.1.3.1. Costo del Producto**

Se entenderá como el costo de adquirir o producir un producto, que formará parte activa del inventario, generalmente, este costo se expresa de manera unitaria.

#### **2.1.4.2. Costo de Mantenimiento**

Se va a referir a, todos los costos asociados al hecho de resguardar y mantener en el almacén físico los elementos del inventario.

#### **2.1.4.3. Costo de Ordenamiento u Pedido**

Representará a todos costos administrativos asociados a la elaboración del pedido de compra los cuales incluyen tiempos utilizados en:

- Realizar cálculo del pedido
- Revisión de existencias tanto físicas como en el sistema de inventarios
- Elaboración del cartel de compra
- Confección de especificaciones técnicas y estudio de mercado

#### **2.1.4. Propósitos del Inventario**

Chase et al. (2005) explica que, toda empresa mantiene un suministro de inventario en su almacén por cinco principales razones: para mantener independencia entre las operaciones, para cubrir la variación en la demanda, para permitir flexibilidad en la programación de la producción, protegerse contra la variación en el tiempo de entrega y aprovechar descuentos en el tamaño del pedido.

1. Para mantener independencia entre las operaciones: en primer lugar, se refiere a si el inventario cuenta con una cantidad óptima establecida, se pueden realizar múltiples operaciones, las cuales requieran del mismo producto, simultáneamente, sin tener retrasos por falta de materia prima.
2. Para cubrir la variación en la demanda: seguidamente, el inventario también debe contar con un número de productos mínimo por línea, que sirva con inventario de seguridad, en caso de que se presenten fluctuaciones en la demanda establecida.
3. Para permitir flexibilidad en la programación de la producción: el hecho de contar con un buen inventario permite una gestión de la programación de la producción, con mayor tiempo de respuesta y mejor aprovechamiento de los ciclos de trabajo de cada configuración establecida en la producción.
4. Protegerse contra la variación, en el tiempo de entrega: luego, cuando se solicitan materiales a un proveedor, pueden ocurrir demoras por distintas razones, tales como: atrasos en el tiempo de envío, escasez de ciertos productos en planta del proveedor, lotes de artículos dañados, huelgas y al no contar con cierta cantidad de productos almacenados, podrían detener la producción.
5. Aprovechar descuentos en el tamaño del pedido: por último, la logística de compras siempre está relacionada a un costo por volumen, por lo cual, si se realizan pedidos de gran tamaño, ayudará a minimizar dichos costos e incluso, obtener descuentos por compra en volumen, cuando así lo permita el sistema de compras. (p.548)

#### **2.1.5. Gráfico ABC del Inventario**

Esta técnica, de gestión de Inventarios, se encarga de determinar los artículos que representan el mayor valor del inventario, no precisamente se refiere a las líneas de mayor precio unitario, sino que toma en cuenta el porcentaje obtenido al multiplicar precio por demanda o consumo.

La tendencia, luego de la clasificación, es que las líneas de mayor valor o prioridad representan como máximo un 20% de la totalidad del Inventario.

Según este método gráfico, los artículos del Inventario se clasifican según su orden de prioridad, comúnmente, en tres grupos, como lo definen autores tales como: Fucci (1999) o Mora y Martiliano (2012); estos tres grupos son conocidos como:

Artículos o ítemes A, B y C:

- Artículos A: representan los artículos de mayor valor del inventario total y por ende de mayor importancia en cuanto a efectos de control.
- Artículos B: son todos aquellos artículos de segunda prioridad, se requieren controles leves sobre ellos.
- Artículos C: todos los artículos de menor prioridad o valor.

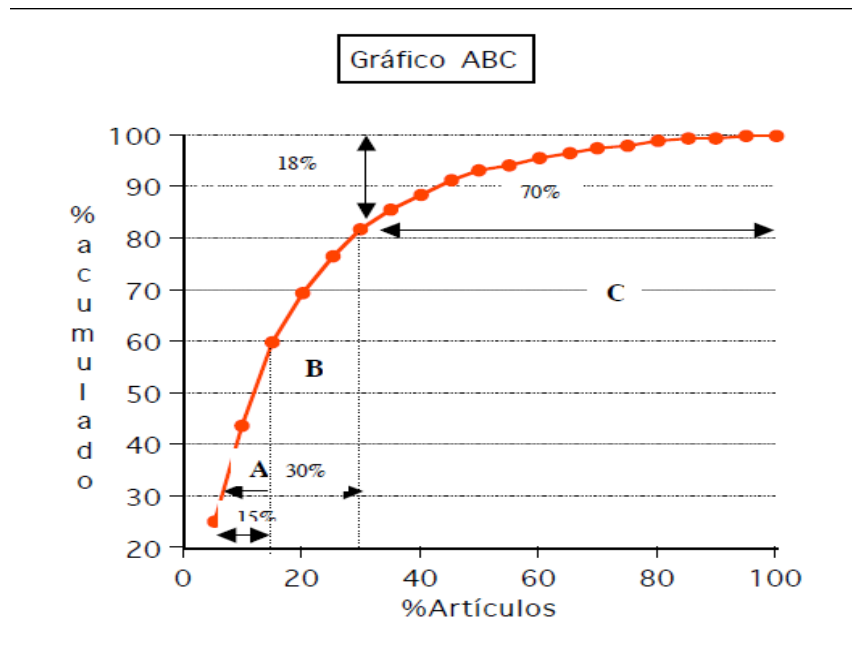
Una vez realizada la clasificación ABC, se puede optimizar la administración de los recursos de los inventarios y facilitar así toma de decisiones en cuanto al direccionamiento del presupuesto con el cual se cuenta para mantener el inventario óptimo.

**Tabla 2.1**  
***Representación de Clasificación ABC***

Art.Nº	%participación	% valorización	% partic. acum.	% valor. acum	Clase
14	5	25.47	5	25.47	
19	5	18.55	10	44.02	A
13	5	16.08	15	60.10	
3	5	9.27	20	69.37	
6	5	7.20	25	76.57	B
11	5	5.30	30	81.87	
15	5	3.78	35	85.65	
9	5	3.09	40	88.74	
12	5	2.65	45	91.39	
20	5	1.65	50	93.04	
18	5	1.39	55	94.43	
16	5	1.12	60	95.55	C
2	5	1.06	65	96.61	
4	5	1.06	70	97.67	
1	5	0.66	75	98.33	
10	5	0.53	80	98.86	
8	5	0.50	85	99.36	
7	5	0.33	90	99.69	
17	5	0.16	95	99.85	
5	5	0.15	100	100.00	

Fuente: Tomado de "El gráfico ABC como Técnica de Gestión de Inventarios," por T. Fucci, 1999.

**Figura 2.1**  
**Representación Gráfico ABC**



Fuente: Tomado de "El gráfico ABC como Técnica de Gestión de Inventarios,"

por T. Fucci, 1999.

Como se aprecia en la tabla 2.1 y la figura 2.1, al aplicar una clasificación ABC, se obtiene que el menor porcentaje del inventario, representa siempre los artículos de mayor valor o de mayor importancia y en ellos, se debe, inicialmente, implementar modelos de mejora en cuanto a su gestión, para así lograr una verdadera optimización global del inventario y dirigir los estudios al área que conforma la prioridad.

#### **2.1.6. Punto de Reorden**

Es el punto que acciona la solicitud de pedido de un material o repuesto, poco antes de alcanzar el nivel mínimo de cantidad establecido, en el inventario de un almacén, Valdivia (2017) indica que: “representa el nivel de inventario que lleva a una orden de reabastecimiento, los puntos de reorden se pueden actualizar en forma rutinaria sobre la base de pronósticos de demanda para lograr una optimización máxima del inventario” (párr. 3).

Es de suma importancia debido a que, gracias al punto de reorden, se puede obtener una estabilidad, para prevenir excesos de existencias o deficiencia de existencias en los almacenes.

#### **2.1.7. Calidad**

Hoy, el término Calidad es fundamental en cualquier empresa exitosa y hace referencia al punto idóneo cuando nuestro producto, o bien, sustente las necesidades requeridas o esperadas por nuestro nicho de mercado. “El concepto de calidad se ha enriquecido desde un cumplimiento elemental de especificaciones, y posteriormente se ha enriquecido al incluir la satisfacción de necesidades explícitas o implícitas del cliente...” (Aranda, 2014, p. 6). Por lo tanto, se requiere conocer las necesidades de los clientes y las necesidades del proceso para así, obtener un punto de equilibrio, para que el cliente se sienta satisfecho con nuestro bien o servicio y nosotros, como empresa, logremos optimizar el

proceso productivo, para obtener el máximo aprovechamiento de los recursos utilizados para su obtención.

### **2.1.8. Herramientas de Calidad**

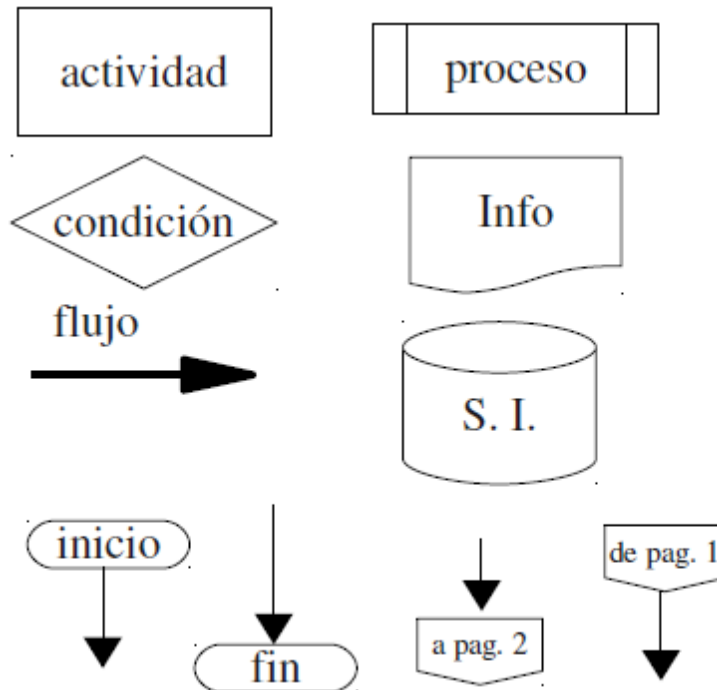
Las herramientas de calidad se definen como “un conjunto de técnicas estadísticas y no estadísticas para detectar, analizar y resolver desviaciones de calidad, que han adoptado diferentes sectores empresariales de acuerdo con sus problemas...” (Aranda, 2014, p. 21). Dichas herramientas se refieren a los métodos de aplicación en las diferentes gestiones de la organización, en donde se requiera realizar controles estrictos.

Para la implementación de herramientas de Calidad, se debe realizar un mapeo del o de los procesos que así lo requieran, con sus respectivos puntos de control, para así, con el tiempo, ver las tendencias de comportamientos y poder tomar decisiones, ante las eventuales desviaciones o, también, con el histórico, se pueden realizar ajustes a los controles, según convenga.

#### **2.1.8.1. Diagrama de Flujo**

Los diagramas de flujo son muy utilizados, hoy, por las empresas, gracias a ellos, se pueden entender el orden exacto del flujo de actividades, materiales o información que conlleva un proceso detallado, paso por paso, así cualquier miembro o persona podrá tener una visión objetiva de la totalidad del proceso.

**Figura 2.2**  
***Simbología diagramas de flujo***




---

Romanet, 2013, p.3

En la figura 2.2 se aprecian los diferentes símbolos que se utilizan para la confección de un diagrama de flujo, en donde cada uno cuenta con su semántica específica para cada uno.

Romanet (2013) indica que: “los diagramas de flujo (DF) son, con toda seguridad, el método más extendido y popular para realizar el diseño gráfico de procesos. Su simplicidad y versatilidad han contribuido notablemente a su difusión.” (p. 1)

Con lo explica Romanet, el porqué del gran uso de los diagramas de flujo, se debe a su aplicación simple y de gran ayuda para explicar los procesos de una manera gráfica y estandarizada, con esto se facilita la comunicación entre las personas implicadas en los procesos.

### **2.1.8.2. Diagrama Ishikawa**

Walter (2009) lo define como: “conocido también como causa-efecto, es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema”. (p. 5).

Es una herramienta de calidad, conocida también, como espina de pescado, debido a que su forma es similar a la estructura ósea del pescado, se logra identificar el problema en estudio, como cabeza de la estructura y sus ramificaciones con sus espinas, identifican las principales causas del problema en estudio.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL TENDIENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO**

### **2.2.1. Seis Sigma**

La metodología Seis Sigma nace en la empresa de celulares Motorola, a finales de la década de 1980. Seis Sigma se fundamenta en el *Ciclo de Deming* o *Ciclo de Mejora Continua* y consiste en realizar análisis de variaciones a los procesos productivos, con el fin de optimizar el proceso, obteniendo como máximo 3,4 defectos por cada millón de oportunidades.

A nivel de procesos, Gutiérrez-Pulido (2003) indica: “que es utilizado para reducir la variabilidad, con ello es posible encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio, así como disminuir los costos directos” (p. 398).

### **2.2.2. Fases de implementación de Seis Sigma**

Para implementar un proyecto en estudio, bajo fundamentos del Seis Sigma, se utilizan las fases de la metodología DMADV las cuales son: Definir, Medir, Analizar, Diseñar y Verificar:

**-Definir el proyecto:** al principio de la aplicación, se realiza en la definición y delimitación del alcance del proyecto, sobre el problema por mejorar, esto con el fin de asegurar el éxito del proyecto de mejora.

**-Medir:** seguidamente, se determinan o miden las necesidades del problema en gestión, para así tener un panorama bien cuantificado del estado actual.

**-Analizar causas:** el propósito de esta fase es identificar las causas principales del problema abordado, para así, confirmar por medio de datos los hechos relevantes en estudio y entender cómo y porqué se produce el problema.

**-Diseñar mejoras:** la finalidad de esta fase es implementar o proponer soluciones sobre las causas encontradas en la fase previa de análisis para así, asegurarse de eliminar o mitigar todos los errores encontrados.

**-Verificar procesos:** por último, la fase de verificación o control consisten en la aplicación de herramientas que se aseguren y con el pasar el tiempo, se continúen realizando las tareas de mejoras diseñadas. Esta fase suele ser la más complicada debido a los paradigmas de resistencia al cambio por parte de los empleados y debe ser sustentada con políticas de parte de la gerencia para asegurar el éxito del proyecto.

### **2.3. MARCO CONCEPTUAL SOBRE EL IMPACTO DEL PROYECTO**

En este apartado, se tratará de conceptualizar el material, directamente relacionado con el problema en estudio, para así determinar, a su vez, la manera cómo impacta en términos cualitativos y cuantitativos la Planta Térmica Garabito del I.C.E.

Asimismo, se trata de darle un mayor sustento a los resultados obtenidos del proyecto o problema en investigación. Por otro lado, también, se pretende demostrar los beneficios que recibirá al Planta Térmica Garabito a mediano y largo plazo, con la implementación de la mejora en el sistema de control de inventarios.

### **2.3.1. Existencia de Inventario**

El proyecto, en estudio, consiste en la elaboración de un control de inventario que permita mejorar el manejo en el almacén de repuestos de Planta Térmica Garabito, en cuanto a la sobreexistencia de productos y la poca rotación de los mismos.

Taha (2012) define antigüedad de inventario como:

El exceso de existencias de un artículo aumenta el costo del capital y de almacenamiento, y la escasez de existencias interrumpe la producción y/o las ventas. El resultado es buscar un nivel de inventario que balancee las dos situaciones extremas minimizando una función de costo apropiada. (p. 457)

Con esto, Taha hace referencia a los extremos de las existencias en los niveles de inventarios, son directamente perjudiciales para las empresas, donde si, las existencias son muchas, se disminuye o puede detener el flujo de capital, lo cual afecta el resto de las operaciones de la empresa y, por otro lado, cuando las existencias de productos son muy bajas, pueden detener o atrasar el proceso productivo; el cual va enfocado a la finalidad principal de toda empresa que es generar o producir para obtener ganancias.

En el almacén 934 de repuestos de motores de la Planta Térmica Garabito del I.C.E, se obtuvo de un informe del departamento de Gestión de Inventarios del I.C.E., que existen varios problemas en su manejo, como los son:

- Nula rotación al contar con el 50% del monto total de su inventario.
- Baja o sobre existencias que representa un 25% del monto total del inventario.

-En Observación por poca rotación un 10% del restante del inventario.

Con estos resultados, se evidencia la urgente necesidad de implementar un proyecto de mejora, sobre el control de inventario y sus compras de repuestos a priori, con el fin de subsanar el déficit en el nivel de flujo de capital y, a la vez, prevenir un colapso inminente a mediano plazo de no tomar acciones correctivas sobre el problema.

Por otra parte, al implementar esta mejora y disminuir el número de compras de repuestos para los motores o solamente mantener el nivel óptimo, se espera contar con una mayor parte del presupuesto anual, del fideicomiso del BCR para aplicar en otras áreas de la Planta que requieran implementar mejoras o para realizar proyectos de inversión.

Además, se pretende dejar optimizado el sistema de compra de repuestos, debido a que al finalizar el 2022, la Planta Térmica Garabito del I.C.E., habrá cumplido el tiempo establecido en el contrato del Fideicomiso B.C.R., para realizar la compra en un solo pago del restante de la deuda y, así ser de propiedad del Grupo I.C.E.; por lo cual ya no contará con el presupuesto anual del Fideicomiso del B.C.R. el cual asciende a varios millones de dólares, por este motivo, deberá adquirir todas sus necesidades por medio de presupuesto I.C.E., de tal forma que, se deberá mejorar el proceso de identificación de necesidades y gestionar sus compras mediante los procesos de la gestión pública.

### **2.3.2. Disminución de tiempos**

Hoy, el factor tiempo es prioridad en las empresas, esto debido a que a mayor tiempo mayor cantidad de recursos, por lo que “los estándares de tiempos establecidos con precisión hacen posible incrementar la eficiencia del equipo y el personal operativo, mientras que, los estándares mal establecidos, conducen a costos altos, inconformidades del personal y posiblemente fallas en toda empresa.” (Niebel & Freivalds, 2009, p. 372).

Con esto, dentro de los impactos que pretende alcanzar este proyecto, está el disminuir los tiempos de gestión de compras y, a su vez, los tiempos de almacenamiento de los repuestos de los motores para la Planta Térmica Garabito.

### **2.3.3. Análisis de operaciones**

Los análisis, de operaciones o procesos, son aplicados para lograr entender el proceso, cómo opera y poder realizar cambios respectivos para su mejora continua. Cuando el análisis se utiliza correctamente, “se desarrolla un mejor método para hacer el trabajo mediante la simplificación de procedimientos operativos y manejo de materiales y la utilización del equipo de una manera más eficaz.” (Niebel & Freivalds, 2009, p. 57).

Por consiguiente, al realizar el análisis de los métodos actuales de la gestión de compras y el control de los inventarios, mediante el proyecto, se evidenciarán las posibles mejoras y los resultados pertinentes en caso de ser aplicados.

## **2.4. ANTECEDENTES DE TEORÍAS, PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES**

Debido a la naturaleza de la Ingeniería Industrial, puede ser aplicada en diversas áreas de gestión, en el entorno de las empresas, tanto a nivel productivo e incluso, a nivel administrativo; con el consecuente, que siempre, a los diferentes procesos, es posible aplicar mejoras o hasta realizar reestructuraciones, para lograr una ganancia significativa en cuanto a términos de la eficiencia.

En este proyecto, se realizará la implementación de un sistema de control de inventario, con el cual, se podrá hacer más eficiente el manejo de los repuestos de los motores y, a la vez, mejorar el uso de recurso económico, en donde se debe tener en cuenta que es limitado y de suma importancia para la continuidad de una empresa.

Al realizar, la investigación de antecedentes sobre el tema de inventarios, en estudio, se puede observar que, en los últimos 10 años, han venido dándose investigaciones similares sobre el manejo de inventarios, donde a nivel internacional podemos ver ejemplos como:

1. Colombia:

Pinzón (2015). *Elaboración de una propuesta de gestión de materiales de baja rotación en el almacén de la empresa "Ingenio Risaralda S.A, que trata sobre el mejoramiento del espacio físico del almacén de la empresa Ingenio Risaralda S.A., y también, sobre la implementación de un sistema de control de inventario, debido a sobre existencias de materiales.*

2. México:

Hernández (2010). *Implementación de Sistemas de Planeación en la Producción para la Optimización de Inventarios*, la misma, trata de cómo implementar herramientas y estrategias sobre el manejo de inventarios, para así optimizar todo el proceso de producción, esto eliminando el desperdicio de tiempos de espera de materiales, acumulación de materiales de ociosos, deterioro de productos...

3. Ecuador:

Idrovo (2008). *Implementación de un Sistemas de Control y Organización de un bodega de mataría prima para láminas de envase*, este estudio consiste en crear espacios físicos de almacenamiento y la aplicación de métodos logísticos para el control y procedimientos requeridos en los inventarios de materias primas.

El autor extranjero concluye en su trabajo: con la implementación del nuevo sistema de control y organización, la empresa contará con la cantidad óptima de niveles de máximos, mínimos y puntos de reorden, existirá un espacio adecuado para almacenar las futuras adquisidores de materias primas, por lo cual la empresa, contará con un adecuado control y organización del espacio de materia prima y se evitará el exceso de inversión o falta de provisión.

Por otro lado, a nivel nacional, se encontraron varios trabajos de investigación referente al tema de inventario, algunos de tomados para el proyecto en estudio son:

1. Ceciliano (2008) en su documento titulado: "*Diseño de un Sistema para el Control de Inventarios en el Departamento de Administración de Bienes e Inmuebles del Instituto Costarricense de Electricidad.*", el cual, trata de implementación de un sistema de control de inventario para solventar problemas como: compras de materiales, faltante de materiales, mejorar tiempos de respuesta y también para contar con proyecciones para realizar reorden de materiales.

El mismo autor concluye que: los beneficios obtenidos a partir de la implementación se reflejarán no solo en un ahorro en términos financieros, sino, también, en la adquisición de nuevas formas de trabajo que definitivamente mejorarán el sistema de inventarios existente, así como la cultura institucional y el aprovechamiento de los recursos humanos y económicos.

2. Vargas (2012) con su trabajo: "*Diagnóstico y propuesta para la administración de inventarios de materia prima en Griffith Laboratories, Planta Costa Rica.*", donde habla sobre los problemas de contar con sobre inventarios o inventario de bajo nivel al no contar con un adecuado sistema de control de inventarios.

Con el trabajo realizado, el autor concluye que, es de vital importancia para el buen funcionamiento de sistema de inventarios el tener actualizado el dato del tiempo de entrega, ya que, con base en este, se determina el momento cuándo deben poner el nuevo pedido y si este dato está mal incurrirá en atrasos y desabastecimientos.

Recopilando las investigaciones mencionadas, se obtiene que, existe una relación muy cercana entre todas, donde se observa una tendencia de aplicación de herramientas ingenieras, como también, a nivel de análisis y conclusiones se

logran obtener resultados muy significativos para la empresa, tanto a nivel financiero, como en su gestión propia de producción o trabajo.

### **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1. METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DEL PROBLEMA**

El desarrollo inicial, de este problema, fue informado por el personal de Cadena de Abastecimiento del Negocio de Generación del I.C.E., porque, a inicio del 2017, realizaron un análisis, en todos los almacenes del negocio de generación, cuyo informe se envió a cada Planta de Generación con su estado individual.

En el caso específico, de la Planta Térmica Garabito, llamó la atención y un sutil llamado de atención, por las cifras que se obtuvieron, en donde, prácticamente, existían una baja o nula rotación de más del 50% del inventario; además esto se traduce en una cifra muy significativa de inversión estancada en dicho almacén.

Para la determinación real del problema, se realizó una reunión con el ingeniero, a cargo de la Planta, en donde se expusieron las situaciones actuales que presenta el almacén 934 de repuestos de los motores de la Planta Térmica Garabito. De las situaciones mencionadas surgieron que:

- El almacén 934 se encuentra con costos de inventarios demasiados elevados.
- Los niveles de baja y nula rotación por líneas de repuestos son muy altos.
- No se cuenta con un método efectivo, para realizar proyecciones de compras.
- No se cuenta con modelo adecuado para gestionar las compras.

Dado el impacto, que representan estas situaciones, ante presupuesto anual y costos de reguardo de los repuestos, se procedió a formar un equipo multidisciplinario el cual estaría compuesto por todos los actores desde el proceso de solicitud de compras hasta la entrega de la misma en el almacén, los cuales serían capaces de aportar ideas, información y métodos para gestionar de una

manera eficiente la compra de los repuestos en un futuro. Este equipo de trabajo se conformó por:

- Personal del Almacén
- Encargado del mantenimientos de los motores, en este caso sería el cliente final de los repuestos
- Personal de Cadena de Abastecimiento.

### **3.2. METODOLOGÍA PARA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO.**

En este apartado del proyecto, se aplicará la metodología requerida para obtener e implementar las posibles mejoras al sistema de gestión de compras y de inventarios de la Planta Térmica Garabito.

**Tabla 3.1**

***Representación de la implementación de metodología DMAIC:***

<b>Etapas</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramientas</b>
Definir	1-Describir la rotación de los repuestos del almacén 934, con el fin de obtener los datos para la elaboración de pronósticos.	1- Tomar información de demanda por línea de repuestos en el histórico de dos años.	Indicadores
		2-Entrevistar a personal de la gestión de compras.	Diagrama de Ishikawa
3- Reunirse con el personal que participa en el proceso de control de inventario.		Observación	
4- Medir el indicador de rotación de dos años a partir de enero 2015.		Entrevista	
Medir			Teoría en libros
			Criterio experto
			Otras tesis
Analizar	2-Desarrollar el modelo de control de inventarios que se utilizará para los diferentes artículos de la bodega.	1- Analizar cuales productos hay en inventario y que no tienen demanda en el plazo.	Clasificación ABC
		2- Analizar indicadores de gestión e investigar las variables de los resultados.	Definir Máximo-Mínimos
		3- Analizar el método actual de reposición de inventario.	Definir Punto de Reorden
			Entrevista
			Historial de datos
Implementar	3-Aplicar un indicador de rotación de inventario .	1- Alimentar el sistema de inventario con la clasificación ABC.	Plan de acción
		2- Desarrollar un modelo de control de inventario que permita mejorar el índice de rotación de inventario.	Indicadores de gestión
		3- Implementar políticas de gestión de compras de repuestos.	Software S.I.M.
		4- Implementar plan de mantenimiento periódico de los repuestos.	
Controlar	4-Estimar la reducción de costos promedio por el aumento del indicador de rotación.	1- Dar seguimiento al buen funcionamiento de la base de datos.	Indicador de rotación de inventarios
		2- Controlar semanalmente la herramienta utilizada para el control de inventario.	
		3- Dar seguimiento al indicador de existencias de inventario.	
		4- Controlar que el costo promedio de inventario sea ligado al crecimiento de la empresa.	

Fuente: Elaboración propia del autor

**Tabla 3.2**  
**Diagrama Gantt, implementación del proyecto**

Nombre de tarea	Dura	Comienzo	Fin	Pre	julio	octubre	enero	abril
					M	F	P	M
[-] <b>Análisis Repuestos almacén 934-ICE Garabito</b>	207 días	lun 07/08/17	mar 22/05/18					
[-] <b>Diagnostico de la situación actual</b>	163 días	lun 07/08/17	mié 21/03/18					
[-] <b>Identificar posibles causas del problema de repuestos</b>	145 días	lun 07/08/17	vie 23/02/18					
Coordinar permisos con jefe de planta para realizar análisis	4 días	lun 07/08/17	jue 10/08/17					
Elaborar cuestionario	5 días	lun 01/01/18	vie 05/01/18					
Aplicar cuestionario al personal involucrado en la gestión de compras	8 días	lun 22/01/18	mié 31/01/18					
Analizar flujo de compras	5 días	lun 08/01/18	vie 12/01/18					
Aplicar Ishikawa	5 días	lun 05/02/18	vie 09/02/18					
Identificar posibles causas	5 días	lun 19/02/18	vie 23/02/18					
[-] <b>Clasificar las causas encontradas según su peso</b>	18 días	lun 26/02/18	mié 21/03/18					
Aplicar multivoto	5 días	lun 26/02/18	vie 02/03/18					
Análisis de la información obtenida	5 días	lun 05/03/18	vie 09/03/18					
Definición de principales problemas	5 días	lun 12/03/18	vie 16/03/18					
Realizar conclusiones	3 días	lun 19/03/18	mié 21/03/18					
[-] <b>Análisis de la situación actual</b>	23 días	lun 26/03/18	mié 25/04/18					
Estudio de rotación	5 días	lun 26/03/18	vie 30/03/18					
Aplicar análisis ABC	16 días	lun 02/04/18	sáb 21/04/18					
Definir impacto de la situación actual en el inventario	3 días	lun 23/04/18	mié 25/04/18					
[-] <b>Propuestas de mejora</b>	24 días	jue 19/04/18	mar 22/05/18					
Pronostico del Inventario de Mantenimiento	8 días	jue 19/04/18	lun 30/04/18					
Propuesta EOQ	18 días	vie 20/04/18	mar 15/05/18					
Propuesta de nuevo flujo de compras	4 días	mar 15/05/18	vie 18/05/18					
Propuesta de Capacitación	3 días	vie 18/05/18	mar 22/05/18					
[-] <b>Recomendaciones</b>	5 días	lun 14/05/18	vie 18/05/18					
Elaborar recomendaciones	5 días	lun 14/05/18	vie 18/05/18					
Elaborar conclusiones	5 días	lun 14/05/18	vie 18/05/18					

*Fuente:* Elaboración propia del autor

### 3.3. METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA

El proyecto de investigación se basa, en la mejora continua, para la cual se utilizará la metodología DMAIC, en lugar de la metodología DEMING, la cual, por su forma es más completa en cuanto a tareas de ¿Qué? y ¿Cómo? realizar las mejoras planteadas utilizando herramientas y métodos claros y ordenados para obtener la mejora deseada.

Para la metodología de la propuesta de mejora, del proyecto, se aplicará “el control preventivo de inventarios que es una modalidad del control operativo de los mismos que se basa en reposiciones reales ajustadas a las necesidades, evitando así acumulaciones excesivas de stock” (Salazar, 2016, párr. 1).

Así, para obtener un adecuado control preventivo de inventario, la empresa debe contar con:

1. Control Contable: software específico para manejo de inventario.

2. Control físico: es el control realizado en campo por el personal encargado del almacén.
3. Control de nivel de inversión: se deben especificar los niveles óptimos de rotación de elementos.

Con el propósito de aplicar los niveles óptimos de inversión, se aplicará la herramienta de niveles máximos, mínimos y punto de reorden, por medio de las cuales, se delimitarán dichos niveles para estandarizar los procesos de compras de repuestos y garantizar también, el buen uso del inventario existente.

### **3.4. METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto de graduación contará, a lo largo de su desarrollo, con fases de implementación:

Fase 1: mediante el uso, de la observación científica de los datos del almacén 934 de la Planta Térmica Garabito, se determinará el problema actual del inventario de repuestos, por otro lado, aplicando un Diagrama de Ishikawa al proceso de control de inventarios se podrán identificar los puntos críticos de la actual gestión de inventarios y así poder desarrollar las posibles soluciones del proyecto.

Fase 2: aplicando la metodología DMAIC y además el método de clasificación ABC se podrá realizar la recolección, clasificación de datos claves para su debido análisis para reportar principales problemas que presenta la Planta Térmica en la gestión de inventarios y compra de repuestos.

Fase 3: diseñar una propuesta de mejora, en el control de inventarios, que permita gestionar, de manera óptima, los recursos dirigidos a la compra, mantenimiento y utilización de los repuestos para los motores de la Planta Térmica Garabito.

Fase 4: modificar y estandarizar las políticas de gestión de compra y uso de repuestos de motores mediante la aplicación de instrucciones de trabajo oficiales en el sistema integrado de gestión, para así asegurarse de no volver a incurrir en

errores de este tipo y asegurar, también, la salud económica de la Planta Térmica Garabito.

Esta etapa de la investigación, se puede considerar la de mayor importancia, porque, es la fase donde se obtienen todos los beneficios del estudio realizado. Se podrán palpar, con el tiempo, las mejoras de la gestión del inventario de repuestos de la Planta Térmica Garabito.

También, se podrán aplicar, de manera oportuna, los fondos económicos con los que cuenta la empresa año a año, esto debido a que, la Planta Térmica Garabito pertenece a la figura del fideicomiso del B.C.R., donde por dicha situación en el contrato con el I.C.E., se estableció un monto fijo de varios millones de dólares, para el mantenimiento y resguardo de las instalaciones del proyecto.

La figura del Fideicomiso del B.C.R., podrá finalizar en el 2022, donde el I.C.E., como deudor, contará con la opción exclusiva para realizar la compra del resto de la deuda pactada, a esa fecha y así, pasar a ser una Planta manejada dentro de la administración pública al 100%. Por otra parte, la implementación de la mejora en el sistema de control de inventario, le permitirá a la Planta contar con mayores recursos o fondos para su gestión.

Para la implementación, del sistema de control del inventario, se cuenta con el visto bueno del ingeniero encargado de la Planta Térmica Garabito del I.C.E. y del personal a cargo del almacén, los cuales serán los encargados de retroalimentar el sistema SIM, ingresando en dicho software, tanto la clasificación ABC realizada como los límites de nivel necesarios por cada repuesto.

Esta tarea de implementación será requerida solo una vez, debido a que sistema SIM cuenta con un módulo integrado de máximos y mínimos el cual, indicará en un futuro, por medio de avisos o alertas, el estado de los límites por cada línea, así como también, indicará el momento cuando se debe de gestionar la compra de cada uno de los repuestos para mantener el nivel óptimo del inventario.

En la actualidad, el módulo de SIM en cuanto a máximos y mínimos se encuentra subutilizado, debido, a la cantidad y complejidad que con lleva realizar el análisis de cada repuesto según la demanda y necesidades.

### **3.5. METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO**

Para verificar y asegurar la implantación del control de inventario, se confeccionará un procedimiento, el cual será oficializado y agregado al sitio colaborativo del I.C.E., como nueva política aplicada.

El sistema SIM cuenta con la opción de habilitar listas destinatarios para el envío de correos, los cuales pueden estar formadas, tanto por los encargados de áreas, como también, por el personal que conforma la Cadena de Abastecimiento, con el fin de brindar seguimiento y control cruzado de las nuevas necesidades requeridas.

La Planta Térmica Garabito del I.C.E., se encuentra bajo la norma de certificación ISO 9001, con lo cual, debido a dicha característica, se cuenta con un Centro Documental, el cual lleva el control de todos los documentos vigentes y brinda copias controladas de ser requeridas, además de esto, el I.C.E., cuenta con un Sitio Colaborativo en la Intranet en el cual, se encuentran de manera digital los documentos sobre normas, políticas o formularios oficiales.

Como mejora continua del ciclo DMAIC, en el momento que se requiera cambiar o actualizar un documento, se gestionará con el departamento de Gestión documental del I.C.E., el cual realizará los cambios necesarios y desechará la versión anterior, para asegurar que el usuario final no incurra en errores por métodos o procedimientos obsoletos.

## **CAPÍTULO IV: LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSA**

#### **4.1. Diagnóstico y cuantificación de la situación actual**

Para el desarrollo de este capítulo se realizará un diagnóstico, por medio del cual, se podrá asimilar la magnitud del problema, que aqueja al inventario de repuestos de motores 934 de la Planta Térmica Garabito, en donde, según las premisas del caso, se centra en la gran cantidad de inventario y su poco o nula rotación, en varias de sus líneas entre el periodo 2015-2017.

Actualmente, la Cadena de Abastecimiento ejecuta y administra las compras de los repuestos mediante la figura del Fideicomiso del B.C.R., y las necesidades actuales son negociadas entre el jefe de Planta y el ingeniero, a cargo del área de los Motores, en donde, el ingeniero calcula sus demandas con base en su experiencia y a los paros programados anualmente para los mantenimientos de los motores, sin contar con un procedimiento o mecanismo estandarizado que asegure la compra óptima de los repuestos requeridos.

Por consiguiente, el encargado del almacén no participa en la compra en repuestos, la única injerencia se da en la confección de un certificado de existencias; por naturaleza, los repuestos de los motores, en un 80 por ciento, aproximadamente, son de grandes dimensiones, disparando la necesidad de adquirir contenedores y nuevas áreas para su almacenaje sin un debido trato y mantenimiento.

Por otro lado, el área de compras gestiona la obtención de materiales y suministros restantes, para el mantenimiento de los motores y la infraestructura de planta mediante procesos de administración pública.

Figura 4.1.1

## Almacén Planta Garabito



*Fuente:* Toma propia de la foto

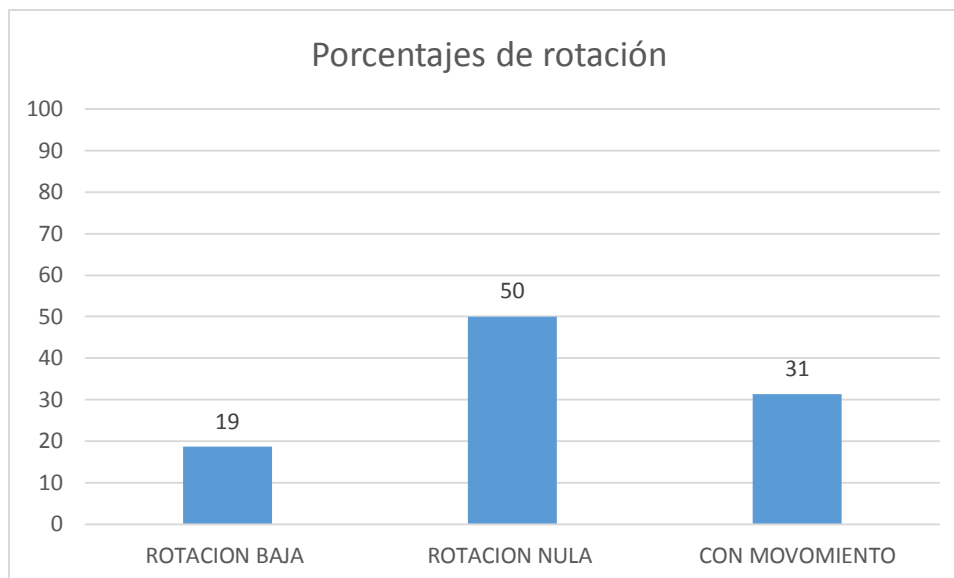
En la figura 4.1.1, se aprecia una foto del almacén principal de la Planta Térmica Garabito del I.C.E.

**Tabla 4.1**  
***Rotación del inventario almacén 934***

<b>Rotaciones almacén 934</b>	<b>Cantidad líneas</b>
ROTACIÓN BAJA	154
ROTACIÓN NULA	2106
CON MOVIMIENTO	545
<b>TOTAL</b>	<b>2805</b>

*Fuente:* Datos de informe de Cadena Abastecimiento 2017

**Figura 4.1.2**  
**Representación gráfica porcentaje movimiento almacén 934**



*Fuente:* Datos de informe de Cadena Abastecimiento 2017

Según la tabla 4.1 y la Figura 4.1.2, se logra apreciar, la gran cantidad del inventario que presenta el almacén 934 de repuestos de motores de la Planta Térmica Garabito, en cuanto al tema de movimientos en el periodo 2015-2017.

En donde del total del inventario actual, solamente el 31% de las líneas tuvieron movimientos y un 19% presenta baja rotación, con lo que se obtiene que la mitad exacta de líneas no ha presentado rotación alguna. Este es el resultado del análisis de los datos obtenidos, del informe realizado por el área de control de inventarios del I.C.E.

## 4.2. Gestión de inventario

La gestión de los inventarios de la Planta Térmica Garabito es administrada mediante un sistema de materiales denominado S.I.M., en él, se realizan todas las transacciones de los inventarios en cuanto a los temas de entradas, salidas y ajustes.

EL S.I.M. es un software que posee múltiples funciones y de donde también se obtendrá información relevante, con respecto al proyecto en estudio, debido a que en él, se encuentran los tres almacenes digitales de la Planta Garabito.

Actualmente, el almacén principal, de Planta Garabito, está conformado por un grupo de tres colaboradores, donde uno de ellos es el responsable de todo el almacén y de los otros dos compañeros, uno brinda soporte en los almacenes y el otro se encarga de gestionar el cuarto de herramientas especiales y equipos.

**Figura 4.2.1**  
**Pantalla de ingreso al software S.I.M.**



---

*Fuente:* Ever Sánchez, encargado del almacén

En la figura 4.2.1, se muestra la pantalla de inicio, para el ingreso al software utilizado para el manejo de los inventarios, este software se denomina con las siglas S.I.M., que se refieren a: Sistema Integrado de Materiales, es el sistema que gestiona todos los almacenes del grupo I.C.E., en cuanto a la división de Generación de electricidad.

### **4.3. Proceso compra de repuestos**

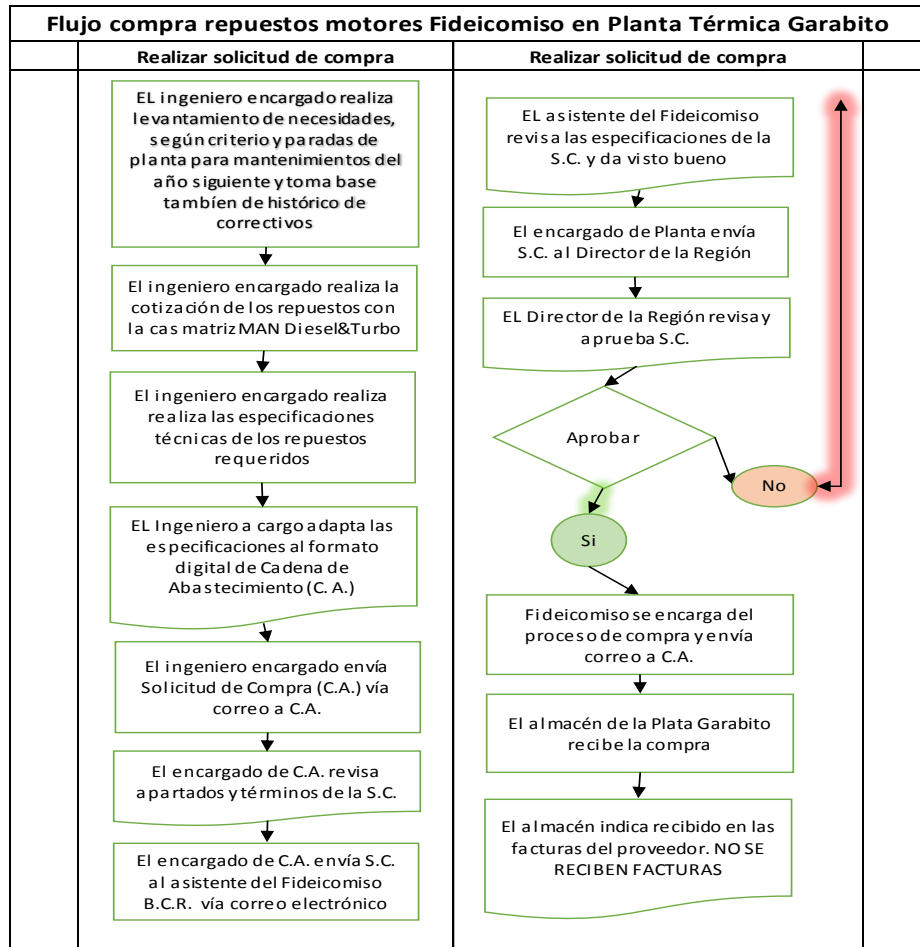
La Cadena de Abastecimiento del I.C.E., es un grupo de apoyo administrativo, encargado de gestionar todas las compras de requerimientos, tanto de la parte de bienes, como de servicios, los cuales son necesarios para garantizar la continuidad del negocio.

Para este proyecto, se enfocará en el proceso de compra de los repuestos de los motores, en donde por la naturaleza del Fideicomiso del I.C.E., se cuenta con un presupuesto fijo anual para cumplir con la cuota de mantenimiento de los mismos.

Debido a esto, solamente se permite realizar el uso de repuestos del fabricante como único distribuidor, el cual tiene su fábrica en Alemania.

Por estos motivos, al realizar una compra, se requiere contar con los plazos de entrega y disponibilidad de los mismos, desde su casa matriz, donde, por lo general, se dura, aproximadamente, seis meses de entrega, una vez formalizada la compra.

**Figura 4.3.1**  
**Mapeo proceso de compras de repuestos para los motores**



Fuente: Información obtenida de Cadena de Abastecimiento

La figura 4.4, muestra cómo, en todo el proceso de compras, no se aplica ningún dato o indicador del S.I.M. sobre la reposición de repuestos, motivo por el cual, actualmente, se presenta la sobreexistencia y muy baja rotación del inventario. Esto conlleva, a una cantidad de recurso muy grande destinada a los repuestos del motores y su resguardo hoy.

## **4.4. Resguardo del inventario**

### **4.4.1. Condiciones del almacén**

El almacén principal 934 de la Plata Térmica Garabito, cumple con los requisitos establecidos por la normas de resguardo, distribución, codificación de repuestos y estantería.

También, este almacén, por la parte de salud y seguridad ocupacional, cumple requisitos de la norma internacional OSHAS 18001, como lo son:

- Amplios pasillos
- Acceso para equipos de carga
- Salidas de seguridad
- Extintores bien colocados y demarcados.
- Ventilación
- Iluminación
- Radios de comunicación
- Alarma contra incendios
- Demarcación
- Anclaje de estantería

**Figura 4.4.1**  
*Imagen ilustrativa del almacén 934*



**Figura 4.4.2**  
***Imagen ilustrativa del almacén 934***



En las figuras 4.4.1 y 4.4.1, se pueden observar algunos de los requisitos de salud y seguridad ocupacional con los que cumple el almacén 934 de repuestos de motores.

**Figura 4.4.3**  
***Imagen ilustrativa del almacén 934 #1***



**Figura 4.4.4**  
***Imagen de ilustrativa de almacén 934 #2***



**Figura 4.4.5**  
***Imagen de ilustrativa de almacén 934 #3***



En las figuras 4.4.3 hasta la 4.4.5 del almacén 934, se pueden apreciar la gran cantidad de existencias de algunos de los repuestos, en donde, según comenta el encargado del almacén, no presentan demanda, en su mayoría y requieren de mantenimiento, para asegurar su resguardo ante las condiciones del tiempo, porque, el sitio donde se encuentra la Planta, es una zona con humedad relativa del 54% aproximadamente y se encuentra muy cerca de la zona costera, lo cual implica una mayor exposición a la oxidación o corrosión en caso de no contar con la protección necesaria.

#### 4.4.2. Distribución del almacén

Para determinar el espacio físico, con el que cuenta el almacén de la Planta, se realizó un levantamiento de las áreas en donde se resguardan los repuestos de los motores, de donde se obtuvo un cuadro resumen con los siguientes resultados:

**Tabla 4.2**  
***Distribución del área en almacén 934***

	Distribución	m <sup>2</sup>	Tipo
			General
Almacén principal	Área 1	360	Primer Nivel
	Área 2	24	Primer Nivel
	Área 3	36	Primer Nivel
	Área 4	30	Primer Nivel
	Área 5	30	Segundo Nivel
	Área 6	75	Segundo Nivel
	Área 7	75	Primer Nivel
	Área 8	180	Segundo Nivel
Contenedor	Área 9	30	Externo
Almacén Nuevo	Área 10	450	Externo
	Oficina	15	Primer Nivel

---

*Fuente:* Información obtenida por técnico civil de Planta

La tabla 4.2 especifica la distribución actual de las medidas que conforman las áreas del almacén de repuestos de la Planta Térmica Garabito, de donde se obtiene, que se cuenta con un total de 1305 metros cuadrados para su distribución y resguardo.

El almacén principal está conformado por las primeras ocho áreas mencionadas, en las cuales se encuentran el 100 por ciento de las líneas del inventario en el almacén 934 de repuestos.

El área nueve o contenedor, en un área de la puesta en marcha, en donde el fabricante resguardo repuestos que le sobraron de la etapa constructiva y se lograron negociar con la Planta Térmica Garabito, para no realizar su traslado de regreso a Alemania.

En cuanto al área 10 es una bodega nueva, la cual se debió construir a finales del años 2017 por no contar con el espacio requerido para todos los repuestos, los repuestos ubicados en esta área se ubicaban anteriormente en una antigua bodega de la etapa contractiva la cual no contaba con las mismas condiciones de resguardo que el almacén principal, además se encontraba a dos kilómetros del almacén principal. En este sitio se localizaban los repuestos de grandes dimensiones actualmente.

## **4.5. Resumen del proceso**

Con el propósito de obtener un resumen del proceso de gestión del inventario de repuestos del almacén de la Planta Térmica, se realizará la aplicación de herramientas ingenieras, con el fin de validar, de la mejor manera, la problemática existente.

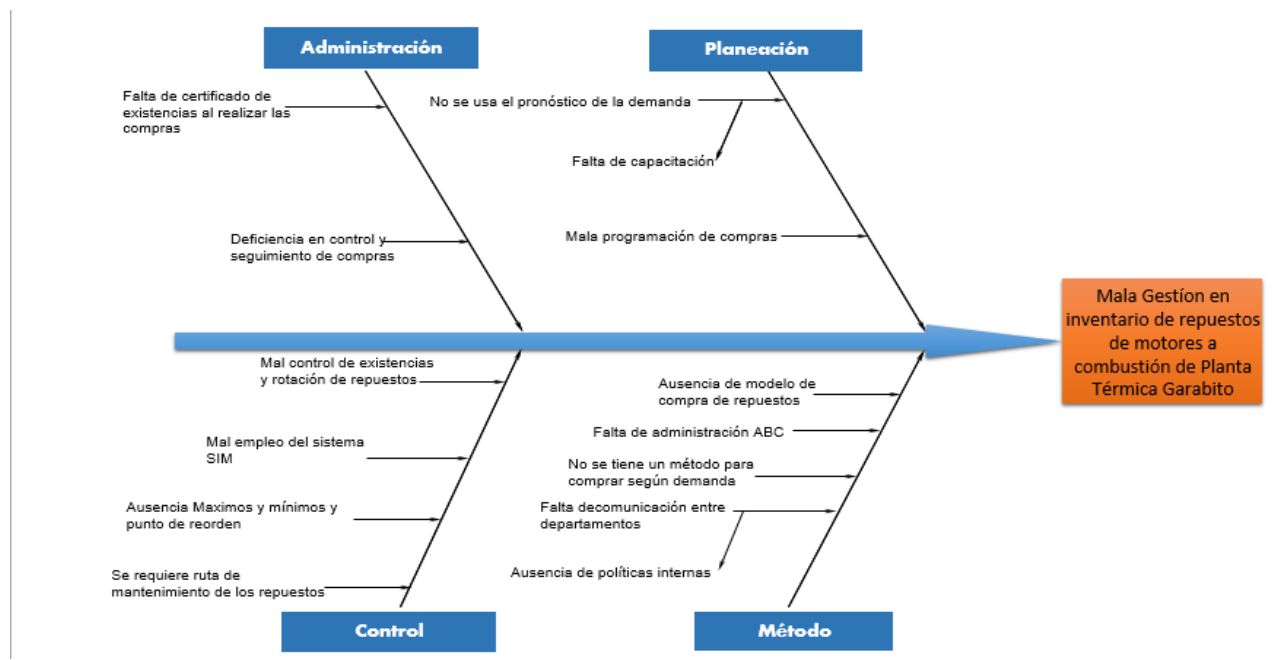
### **4.5.1. Uso del Diagrama de Ishikawa**

A través de la utilización del diagrama de Ishikawa, se logra analizar las causas y efectos de los problemas detectados en el estado actual del inventario del almacén 934 de la Planta Térmica Garabito, con el fin de obtener un resumen

claro con las variables que influyen en la poca y nula rotación de los repuestos de los motores en sitio.

Este tipo de diagrama, mediante el problema actual, se logran identificar, de manera clara y estructurada, las posibles causas que lo aquejan, todo esto es posible con la ayuda del personal involucrado en el proceso de compras de la Planta Térmica Garabito.

**Figura 4.5.1**  
**Diagrama Ishikawa**



*Fuente: Elaboración propia del autor*

Con el insumo, que brinda el diagrama de Ishikawa, se pueden identificar 14 de las posibles causas de la situación actual del almacén 934.

#### 4.5.2. Aplicación de Multivoto

Se conformó un grupo multidisciplinario, en donde participó el personal del almacén, personal de Cadena de Abastecimiento y el ingeniero a cargo del área mecánica de la Planta Térmica, en donde se desarrolló la aplicación de la herramienta Multivoto, por medio de la cual, se analizaron las variables obtenidas con el diagrama de Ishikawa.

Luego de aplicada la herramienta, se obtuvieron los siguientes datos:

**Tabla 4.3**  
***Aplicación de Multivoto para causas de sobre existencias***

Tabla Multivoto		
Problema a tratar: sobre existencias en almacén 934		
Item	Problemas	Orden
1	Falta de certificado de existencias al realizar las compras	
2	Deficiencia en control y seguimiento de compras	
3	No se usa el pronóstico de la demanda	4
4	Mala programación de compras	
5	Mal control de existencias y rotación de repuestos	5
6	Mal empleo del sistema SIM	
7	Ausencia Maximos y mínimos y punto de reorden	2
8	Se requiere ruta de mantenimiento de los repuestos	
9	Ausencia de modelo de compra de repuestos	1
10	Falta de administración ABC	3
11	No se tiene un método para comprar según demanda	6
12	Falta de comunicación entre departamentos	
13	Ausencia de políticas internas	
14	Falta de capacitación	

---

*Fuente: Elaboración propia del autor*

Con el filtro realizado, al aplicar la herramienta de Multivoto se redujeron las causas obtenidas del Ishikawa, donde inicialmente se obtuvieron un total de 14, y se finaliza obteniendo las principales causas con un número total de seis como se muestra en la Tabla 4.3.

### 4.5.3. Análisis mediante Pareto Grama

A partir del grupo multidisciplinario, conformado en sitio, una vez identificados los seis principales problemas que afectan el almacén de repuestos de los motores, mediante los filtros de las herramientas aplicadas, se procedió a utilizar el diagrama de Pareto, con la finalidad de dar prioridad a cada problema.

Con esta herramienta, se obtuvieron los siguientes puntajes con respecto a las causas identificadas:

**Tabla 4.4**  
**Aplicación de Pareto**

Causa	Problemas	Ecargado	aux1	aux2	C.A	Ingeniero	Puntaje
1	No se usa el pronóstico de la demanda	6	6	5	7	8	32
2	Mal control de existencias y rotación de repuestos	5	4	5	7	5	26
3	Ausencia Maximos y mínimos y punto de reorden	10	10	10	10	10	50
4	Ausencia de modelo de compra de repuestos	10	9	9	10	10	48
5	Falta de administración ABC	10	10	9	10	10	49
6	Falta de comunicación entre departamentos	3	3	4	6	6	22

Fuente: Elaboración propia del autor

Según muestra la Tabla 4.4, se aplica una sumatoria, al total de los puntos obtenidos, por cada participante, con la finalidad de brindar un insumo para su análisis posterior. En donde se puede apreciar que los valores de acumulado son:

**Tabla 4.5**  
**Acumulado obtenido del Pareto**

Causa	Puntaje	Porcentaje	% Acumulado
Causa 3	50	22	22
Causa 5	49	22	44
Causa 4	48	21	65
Causa 1	32	14	79
Causa 2	26	11	90
Causa 6	22	10	100

Fuente: Elaboración propia del autor

En la tabla 4.5, se presentan, en orden de relevancia, las seis causas, esto para obtener el porcentaje acumulado, de forma individual, lo que brinda a la investigación, la facilidad de ordenar, según el peso de cada causa.

También, al realizar este análisis, se obtiene que el 65% del total los problemas actuales relacionado a la baja o nula rotación del almacén 934 de la Planta Térmica Garabito del I.C.E., pertenecen a las tres primeras causas, en su orden, según tabla.

Con esta información, el grupo multidisciplinario indica que, eliminando estas tres primeros y principales causas, se solventaría a futuro la situación como se encuentra, actualmente, el almacén 934.

#### **4.5.4. Conclusiones de la situación actual**

Al realizar el análisis de la situación actual, permite concluir que la empresa cuenta con varios problemas por mejorar en cuanto a la gestión de compras de repuestos y a la gestión de manejo de los mismos, como lo son:

- Una sobre existencia de repuestos, en donde solamente el 31% de las líneas presenta movimientos en dos años de estudio.
- Nula rotación en el 50% del total de las líneas que conforman el inventario, lo que alarma inminentemente como indicador de gestión muy baja.
- Ausencia de un involucramiento profundo por parte de la Cadena de Abastecimiento, en la gestión de compras, donde actualmente solamente ejecuta la solicitud del ingeniero a cargo.
- Gran cantidad de espacio físico, destinado al resguardo de los repuestos, incurriendo en gastos operativos para su manejo y resguardo.
- No se cuenta con máximos, mínimos y puntos de reorden para cada línea del inventario, lo que no permite gestionar cantidades óptimas de pedido y genera sobreexistencias.
- No existe la clasificación ABC de los repuestos, lo que permite gestionar compras sin un sentido de priorización.

## **CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLANTACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

En este capítulo, se presentará la propuesta de mejora, donde con base en los resultados del capítulo IV, se identificaron las posibles causas del problema actual, presentado en el almacén de repuestos de la Planta Térmica Garabito del I.C.E.

Por el tipo de proceso de la Planta Térmica Garabito (Generación eléctrica), y su deber de cumplimiento, en cuanto a la legislación nacional, la cual obliga al I.C.E., a asegurar la continuidad del servicio eléctrico, el almacén de repuestos 934 se difiere de la mayoría de almacenes, al ser estrictamente destinado al resguardo de repuestos, para asegurar la operación de los motores por combustiones y de sus sistemas satelitales.

Con esto, debe entenderse la importancia de sus niveles óptimos para garantizar su proceso, esto debido a que, en caso de no contar con sus repuestos, podría detener la operación de los motores, en caso de una avería o en caso de un mantenimiento programado en el tiempo.

También, se debe recalcar, por la magnitud de los repuestos y el origen de los mismos, en su mayoría, se requiere, al menos de seis meses, para tenerlos en sitio y sus costos son sumamente altos.

Por consiguiente, a la sumatoria de estas variables citadas, se deberá desarrollar, paso a paso, la implementación de propuestas de mejora, para obtener lo requerido con el fin de optimizar el proceso de gestión de inventarios y la eliminación las deficiencias en cuanto a la planeación y ejecución de compras. Esto, actualmente, está repercutiendo en los fondos de inversión de la Planta, al estar con un alto descontrol.

**Tabla 5.1**  
**Cronograma de propuesta de soluciones**

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
<input type="checkbox"/> <b>Diseño e implementación Solución</b>	<b>136.75 días</b>	<b>jue 01/03/18</b>	<b>vie 07/09/18</b>
<input type="checkbox"/> <b>A corto plazo</b>	<b>31.75 días</b>	<b>jue 01/03/18</b>	<b>vie 13/04/18</b>
<input type="checkbox"/> <b>Clasificación ABC</b>	<b>6.75 días</b>	<b>jue 01/03/18</b>	<b>vie 09/03/18</b>
<input type="checkbox"/> <b>Pronostico de inventario</b>	<b>4.75 días</b>	<b>lun 12/03/18</b>	<b>vie 16/03/18</b>
<input type="checkbox"/> <b>Determinar nivel óptimo de los artículos A (EOQ)</b>	<b>10 días</b>	<b>lun 19/03/18</b>	<b>vie 30/03/18</b>
<input type="checkbox"/> <b>Puntos de re orden (ROP)</b>	<b>0.75 días</b>	<b>vie 30/03/18</b>	<b>vie 30/03/18</b>
<input type="checkbox"/> <b>Rediseño de flujo de compra de repuestos</b>	<b>3.75 días</b>	<b>lun 02/04/18</b>	<b>jue 05/04/18</b>
<input type="checkbox"/> <b>Capacitación del personal</b>	<b>1 día</b>	<b>jue 05/04/18</b>	<b>vie 06/04/18</b>
<input type="checkbox"/> <b>Mejora en políticas internas</b>	<b>4.75 días</b>	<b>lun 09/04/18</b>	<b>vie 13/04/18</b>
<input type="checkbox"/> <b>A mediano Plazo</b>	<b>94.75 días</b>	<b>lun 30/04/18</b>	<b>vie 07/09/18</b>
<input type="checkbox"/> <b>Implementar herramientas DST o APT</b>	<b>94.75 días</b>	<b>lun 30/04/18</b>	<b>vie 07/09/18</b>

*Fuente: Elaboración propia del autor*

Como se puede apreciar en la figura 5.1, se define un programa estructurado de las propuestas de soluciones para el problema del inventario 934 de la Planta Térmica Garabito, donde se contemplan soluciones, meramente de gestión, a corto y mediano plazo, esto con el fin de optimizar el proceso de gestión de inventarios y prevenir, volver a sobrealimentar los inventarios y afectar los presupuestos anuales con lo que cuenta el I.C.E, para su gestión de inversión y mantenimientos.

### **5.1. Propuesta modelo de gestión ABC en el inventario**

Mediante este modelo de clasificación, se le asignará un peso o prioridad a cada artículo existente, en el catálogo del inventario #934, donde se realizará una sumatoria de la cantidad de artículos en existencia, con base en su precio unitario, luego, se realizará un ordenamiento de mayor a menor de costo, para así, calcular su porcentaje de participación con respecto al costo total del almacén.

Con la priorización obtenida, se logrará orientar, de la mejor manera, la inversión del presupuesto con el que cuenta el modelo del Fideicomiso, en cuanto a temas del mantenimiento de Planta.

**Figura 5.1**  
**Pantallazo de consulta en sistema S.I.M.**

The screenshot shows a software window titled "Consulta de Movimientos por Código". It is split into two main sections: "Parámetros" (Parameters) and "Resultado" (Result).

**Parámetros Section:**

- Datos de Almacén:** A dropdown menu is set to "Un Almacén" with the value "934". The text "PLANTA GARABITO REPUESTOS NEGOCIO" is visible.
- Tipo de Documento:** A dropdown menu is set to "10 - REQUISICIONES".
- Fecha del Movimiento:** Two date pickers are set to "Del: 01/01/2015" and "Al: 09/05/2017".
- Mostrar consulta de materiales:** A list of radio buttons includes "Cargados a la Cuenta", "Cargados a la Orden de Servicio", "Cargados Autorización de Trabajo / Código SGP", "Cargados a un Plan de Uso", and "Todos" (selected).
- Mostrar consulta por lista de códigos personalizada:** A section for filtering by material code with fields for "Código de material", "Nombre del Archivo", and "Nombre de la hoja". It includes "Agregar a la lista" and "Quitar de la lista" buttons, and a green "Importar Excel" button.
- Mostrar consulta por un rango de códigos:** Fields for "Código Inicial" (Del: 00000000) and "Código Final" (Al: 99999999).
- Detalle de Lotes:** Radio buttons for "Todos los Lotes" (selected) and "Un lote en particular".
- Estados del Documento:** A grid of checkboxes for document states:
 

<input type="checkbox"/> TODOS LOS ESTADOS	<input type="checkbox"/> Preparación
<input type="checkbox"/> Espera	<input type="checkbox"/> Tramitado
<input checked="" type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Recibido
<input type="checkbox"/> Visto Bueno	<input type="checkbox"/> Entregado
<input type="checkbox"/> Anulado	<input type="checkbox"/> Tramite Finalizado en Almacén

**Resultado Section:**

- A table with columns: CODIGO, UNIDAD, DESCRIPCION.
- Buttons at the bottom: "Generar Informe", "Enviar a Excel", and "Salir".

*Fuente:* Sistema S.I.M., del manejo de inventarios

En la figura 5.1, se muestra cómo se realiza el filtro para la obtención de los datos requeridos, se realizará mediante el sistema operativo S.I.M., el cual es el actual Software para el manejo del inventario, en donde se puede verificar, de manera ágil y fidedigna, la información que contempla el almacén 934 completo.

**Figura 5.2**  
**Pantallazo de búsqueda en sistema S.I.M.**

Parámetros											Resultado				
ARTICULO	LOTE #	U...	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR	CONFEC...	APROBA...	TRAMIT...	CONTAB...	ALM. ...	ORIGINAL	COD. ESTADO			
92142611	D004032-1	c/u	ANILLO JUNTA DE CAUCHO # 162.02.009 PARA VÁLVULA ARRANQUE PRINCIPAL MOTOR MOTOR ...	1.00	338.801.08	02/05/20...	02/05/20...	02/05/20...	02/05/20...	934		ENTREGADO			
92143873	D001221-1	c/u	MANGUITO ACERO INOXIDABLE # 280.39.017-2 PARA PLANTA DE ENERGIA MAN	1.00	349.282.28	02/05/20...	02/05/20...	02/05/20...	02/05/20...	934		ENTREGADO			
92140032	D004031-1	c/u	JUNTA TORICA (O-RING) # 221.05.017 DE INYECTOR COMBUSTIBLE . PARA REPUESTOS UNIDADE...	1.00	37.292.90	02/05/20...	02/05/20...	02/05/20...	02/05/20...	934		ENTREGADO			
92140033	D001221-1	c/u	EMPAQUE DE CAUCHO (JUNTA TORICA) DE INYECTOR DE COMBUSTIBLE DIMENSION 75,57x5,33	1.00	48.584.62	02/05/20...	02/05/20...	02/05/20...	02/05/20...	934		ENTREGADO			
92140034	D001221-1	c/u	EMPAQUE DE CAUCHO (JUNTA TORICA) DE INYECTOR DE COMBUSTIBLE DIMENSION 75x4,8 # 2	4.00	233.736.70	02/05/20...	02/05/20...	02/05/20...	02/05/20...	934		ENTREGADO			
92140162	D000934-1	c/u	TOBERA DE INYECTOR # 221.05.M P/REPUESTOS UNIDADES DE CENTRO PRODUCCION GARABIT	1.00	854.902.38	02/05/20...	02/05/20...	02/05/20...	02/05/20...	934		ENTREGADO			
92144125	D001221-1	c/u	DIAPHRAGMA, PARA BOMBA DE AIRE (JUEGO REPARACION) DEPA, # DL25-CANNN-W	1.00	218.599.57	03/05/20...	03/05/20...	03/05/20...	03/05/20...	934		ENTREGADO			
92144064	D001221-1	c/u	LUBRICADOR TIPO MODULAR PARA LÍNEA DE AIRE COMPRIMIDO CONEXIÓN NPT 1/4 PULG. PRE...	6.00	260.863.20	04/05/20...	04/05/20...	04/05/20...	04/05/20...	934		ENTREGADO			
92141420	D004032-1	c/u	ARANDELA PLANA DE ALUMINIO PARA RESORTE DE COPA # 0006-4329-010 DE 1 X 13 X 27 MM P...	4.00	6.219.96	04/05/20...	04/05/20...	05/05/20...	05/05/20...	934		ENTREGADO			
92141501	D004031-1	c/u	ANILLO DE SEGURIDAD # 0026-5841-170 PARA PLANTA ENERGIA	1.00	4.664.97	04/05/20...	04/05/20...	05/05/20...	05/05/20...	934		ENTREGADO			
92141975	D004031-1	c/u	COJINETE DE BOLAS ARTICULADO # 0011-8060-000 P/SEPARADORA DE BUNKER	1.00	80.893.48	04/05/20...	04/05/20...	05/05/20...	05/05/20...	934		ENTREGADO			
92141753	D004031-1	c/u	ANILLO DE JUNTA # 073.22.D08 P/VÁLVULA DE DESCARGA	1.00	52.035.15	05/05/20...	05/05/20...	05/05/20...	05/05/20...	934		ENTREGADO			
92140021	D001221-1	c/u	JUNTA TORICA (O-RING) # 095.01.062 DE CULATA MEDIDAS 100,97 MM X 5,33 MM PARA REPUEST...	4.00	287.722.01	05/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	934		ENTREGADO			
92140022	D001221-1	c/u	JUNTA TORICA (O-RING) # 095.01.056 DE CULATA MEDIDAS 113,67 MM X 7 MM, PARA REPUESTO...	4.00	326.756.38	05/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	934		ENTREGADO			
92140025	D001221-1	c/u	JUNTA TORICA (O-RING) # 095.01.055 DE CULATA MEDIDAS 278,77 MM X 7 MM, PARA REPUESTO...	2.00	259.630.48	05/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	934		ENTREGADO			
92140026	D001221-1	c/u	JUNTA TORICA (O-RING) # 095.01.043 DE CULATA MEDIDAS 31,35 MM X 3 MM X 5,33 MM, PARA REP...	8.00	331.318.45	05/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	934		ENTREGADO			
92140027	D000934-1	c/u	JUNTA TORICA (O-RING) # 095.01.066, DE CULATA MEDIDAS 56 MM X 52 MM X 5,33 MM, PARA RE...	4.00	47.446.37	05/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	934		ENTREGADO			
92140028	D001221-1	c/u	JUNTA TORICA (O-RING) #582-68 DE CULATA DE DIMENSION, PARA REPUESTOS DE MOTOR MAN...	2.00	250.609.04	05/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	934		ENTREGADO			
92140029	D001221-1	c/u	JUNTA TORICA (O-RING) # 095.01.054, DE CULATA MEDIDAS 633,48 MM X 7 MM, PARA REPUESTO...	4.00	595.063.26	05/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	934		ENTREGADO			
92140044	D001221-1	c/u	JUNTA TORICA (O-RING) # 095.01.052 MOTOTHERM DE CULATA, PARA REPUESTOS UNIDADES G...	2.00	234.053.08	05/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	934		ENTREGADO			
31980400	D000934-1	c/u	ACTUADOR DE ALUMINIO ELECTRICO # 5630-006, 230 VAC A 60HZ, 60 NM, ANGULO 90 °, PROTEC...	1.00	392.133.51	05/05/20...	05/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	934		ENTREGADO			
92140017	D001221-1	c/u	JUNTA TORICA (O-RING) # 050.03.012, MEDIDAS 623 MM X 5,33 MM, CAMISA DE CILINDRO DIMEN...	4.00	524.083.22	06/05/20...	06/05/20...	10/05/20...	10/05/20...	934		ENTREGADO			
92140018	D001221-1	c/u	JUNTA TORICA (O-RING) # 050.03.003, DE CAMISA DEL CILINDRO MEDIDAS 539 MM X 7 MM PARA ...	4.00	401.856.17	06/05/20...	06/05/20...	10/05/20...	10/05/20...	934		ENTREGADO			
92140029	D001221-1	c/u	JUNTA TORICA (O-RING) # 095.01.054, DE CULATA MEDIDAS 633,48 MM X 7 MM, PARA REPUESTO...	2.00	297.531.63	06/05/20...	06/05/20...	10/05/20...	10/05/20...	934		ENTREGADO			
92140122	D001221-1	c/u	SEGMENTO DE COMPRESION DEL PISTON # 034.13.003 PARA UNIDAD GENERADORA MAN	1.00	1.365.693.82	06/05/20...	06/05/20...	10/05/20...	10/05/20...	934		ENTREGADO			
92140123	D001221-1	c/u	SEGMENTO RECOGEDOR DE ACEITE DEL PISTON, # 034.13.004, PARA UNIDAD GENERADORA MAN	2.00	991.759.00	06/05/20...	06/05/20...	10/05/20...	10/05/20...	934		ENTREGADO			
92140177	D001221-1	c/u	SEGMENTO RECOGEDOR DE ACEITE DEL PISTON # 034.18.003 PARA REPUESTOS DE UNIDAD G...	1.00	732.065.73	06/05/20...	06/05/20...	10/05/20...	10/05/20...	934		ENTREGADO			
92142968	D004032-1	c/u	ABRAZADERA DE ACERO DE SWECCION # 289.03.012 PERFIL EN V	1.00	291.970.33	06/05/20...	06/05/20...	10/05/20...	10/05/20...	934		ENTREGADO			
92144008	D001221-1	c/u	JUNTA TORICA CAUCHO # 034.10.014 PISTÓN (EMBOLO ESCALONADO ) MOTOR MAN 18V48/60B	1.00	90.398.21	06/05/20...	06/05/20...	10/05/20...	10/05/20...	934		ENTREGADO			
92143789	D004032-1	c/u	VÁLVULA DE PASO SALIDA DE VAPOR # 0018-6047-210 PARA PLANTA DE ENERGIA MAN	1.00	249.835.06	06/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	934		ENTREGADO			
92140254	D004032-1	c/u	JUEGO DE REPUESTOS DE TRASMISION SEPARADOR ACEITE # 2064-9902-040 PARA CENTRIFU...	1.00	676.420.65	06/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	934		ENTREGADO			
92140254	D004032-1	c/u	JUEGO DE REPUESTOS DE TRASMISION SEPARADOR ACEITE # 2064-9902-040 PARA CENTRIFU...	1.00	676.420.65	06/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	06/05/20...	934		ENTREGADO			
92143620	D004032-1	c/u	RELE TEMPORIZADOR MULTIFUNCIONAL 8 FUNCIONES # CAT: 2866161 DE 24 ~ 240 VAC/DC, 3 A	1.00	76.142.68	09/05/20...	09/05/20...	09/05/20...	09/05/20...	934		ENTREGADO			
92140000	D004032-1	c/u	JUNTA TORICA (O-RING) # 200.02.055, PARA BOMBA DE INYECCION, REPUESTOS UNIDADES GEN...	4.00	230.826.84	09/05/20...	09/05/20...	09/05/20...	09/05/20...	934		ENTREGADO			
92140006	D004032-1	c/u	JUNTA TORICA (O-RING) # 200.02.014, MEDIDAS 164,47 X 5,33 MM, PARA BOMBA DE INYECCION, ...	1.00	22.663.12	09/05/20...	09/05/20...	09/05/20...	09/05/20...	934		ENTREGADO			
92140007	D001221-1	c/u	JUNTA TORICA (O-RING) # 200.02031, MEDIDAS 26,58x3,53, PARA BOMBA DE INYECCION, REPUE...	1.00	41.478.59	09/05/20...	09/05/20...	09/05/20...	09/05/20...	934		ENTREGADO			
92140008	D004032-1	c/u	JUNTA TORICA (O-RING) # 034.10.014 PISTÓN (EMBOLO ESCALONADO ) PARA MOTOR MAN 18V4...	4.00	250.808.82	09/05/20...	09/05/20...	09/05/20...	09/05/20...	934		ENTREGADO			
92140031	D001221-1	c/u	JUNTA TORICA (O-RING) # 200.02.032 DE EJE DE BOMBA INYECCION, PARA REPUESTOS UNIDAD...	1.00	109.267.86	09/05/20...	09/05/20...	09/05/20...	09/05/20...	934		ENTREGADO			
92140096	D001221-1	c/u	ELEMENTO DE BOMBA INYECCION # 200.08.1618 P/REPUESTOS UNIDADES DE CENTRO PRODU...	1.00	6.451.267.86	09/05/20...	09/05/20...	09/05/20...	09/05/20...	934		ENTREGADO			
92140117	D000934-1	c/u	PORTA VALVULA DE BOMBA DE INYECCION # 200.02.003 PARA MOTOR DE UNIDAD GENERADOR...	1.00	1.624.385.60	09/05/20...	09/05/20...	09/05/20...	09/05/20...	934		ENTREGADO			
92141384	D004031-1	c/u	EMPAQUE DE CAUCHO (JUEGO) # 182100/300 P/CILINDRO NORGREN	2.00	78.589.19	10/05/20...	10/05/20...	10/05/20...	10/05/20...	934		ENTREGADO			
92143703	D004032-1	c/u	EMPAQUE DE CAUCHO (JUEGO DE SELLOS) # 0018-7621-950 P/PLANTA ENERGIA	1.00	331.212.87	11/05/20...	12/05/20...	12/05/20...	12/05/20...	934		ENTREGADO			
92142688	D004032-1	c/u	PIEZA DE DESGASTE (JUEGO) # 125.99.317	1.00	142.773.99	11/05/20...	11/05/20...	12/05/20...	12/05/20...	934		ENTREGADO			
92142688	D004032-1	c/u	PIEZA DE DESGASTE (JUEGO) # 125.99.317	1.00	142.773.98	11/05/20...	11/05/20...	12/05/20...	12/05/20...	934		ENTREGADO			
92141510	D004032-1	c/u	CILINDRO DE ENTRADA DE AIRE COMPRIMIDO # 241996-46011 PARA MOTOR	2.00	796.512.63	11/05/20...	11/05/20...	11/05/20...	11/05/20...	934		ENTREGADO			

Fuente:

Software

S.I.M.,

del

I.C.E.

Mediante la figura 5.2, se muestra cómo el sistema S.I.M. presenta la información de búsqueda, aplicada en los filtros, de la cual también, posee la opción de trasladarla a formato Excel, para facilitar el manejo de los datos mediante filtro y tablas. Como punto en contra, el S.I.M., no genera informa de movimiento por artículo individual, lo cual se hace tedioso, al realizar el análisis de la información, se vuelve muy mecánica.

**Tabla 5.2**  
**Clasificación ABC del Inventario 934**

CATEGORÍA	CANTIDAD DE CÓDIGOS	PARTICIPACIÓN EN INVENTARIO	PORCENTAJE COSTOS
A	239	9.83%	79.96%
B	573	23.57%	15.04%
C	1619	66.60%	5.00%
Total	2431	100.00%	100.00%

---

*Fuente: Elaboración propia del autor*

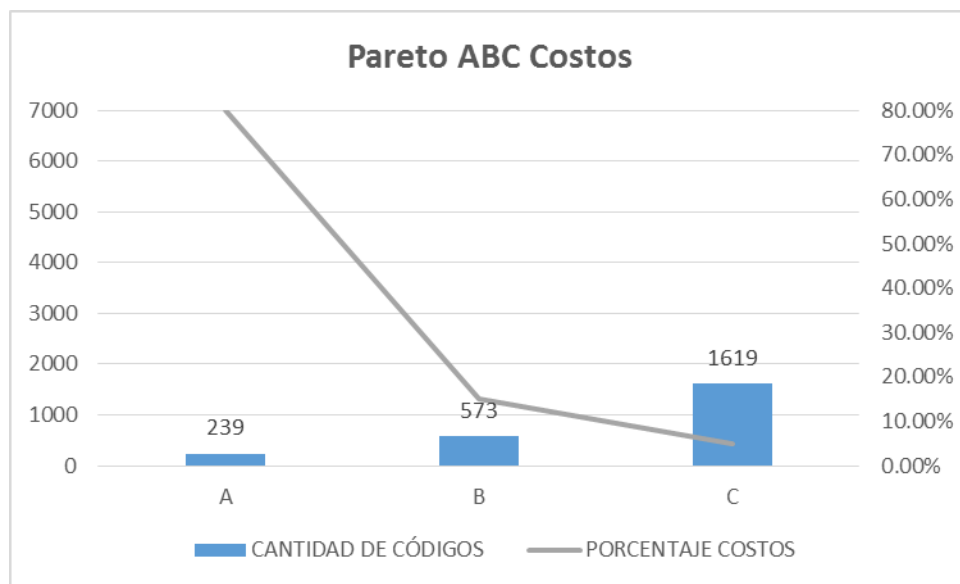
Del resultado obtenido, en la Tabla 5.2, se logra apreciar el resumen de la cantidad de líneas que conforman el almacén de repuestos de motores, según su clasificación promediada por su costo y, además, se pueden identificar los porcentajes de participación por cada categoría en la actualidad.

La clasificación utilizada se obtiene de:

- **Categoría:**
  - **A:** Líneas de los artículos que representan el 80% total del valor del inventario de repuestos 934, en este almacén empieza de 5,6 millones hasta 442 millones de colones.
  - **B:** Líneas de artículos que representan el 15% del total del valor del inventario de repuestos 934, en este caso todos lo que se encuentran en 950 mil hasta 5.5 millones de colones.
  - **C:** Líneas de artículos que forman el 5% del total del valor del inventario de repuestos 934, los mismos están conformados entre el rango de costos de 450 colones hasta los 950 mil colones.

- Participación en el inventario: promedio entre la cantidad de códigos por tipo, entre la cantidad total de códigos del inventario de repuestos 934.
- Porcentaje de costos: representa la el porcentaje sobre el valor que conforma cada tipo de artículo, entre el total del valor del inventario de repuestos 934.

**Figura 5.3**  
**Diagrama de participación de artículos A, B, C, en almacén 934**



*Fuente: Elaboración propia del autor*

En la figura 5.3, se clasifica, mediante el diagrama de Pareto, la participación de los artículos clasificados ABC, donde la línea de Pareto es del orden creciente en comparación a la cantidad de artículos A, B, hasta el C, los cuales son conformación por la mayor parte de líneas del inventario, también, se puede identificar que los artículos A representan casi el 80% del costo total del inventario.

De este análisis, se evidencia que la gestión del inventario 934 de repuestos de motores, se ha dirigido con una incorrecta dirección en sus compras,

porque, se les ha invertido gran cantidad de fondos a los artículos A y no presentan un balance en cuanto a su participación esperada.

Aplicando dicha clasificación, se asegura, a mediano plazo, disminuir la cantidad de artículos clase A, que actualmente conforman el inventario, también, se podrán a futuro adquirir los artículos, cuya demanda sea estrictamente requerida, obteniendo con esto, una baja significativa sobre el presupuesto anual de la Planta Térmica Garabito del I.C.E., que hoy se ha aplicado a estos artículos.

## **5.2. Pronóstico del inventario**

Para gestionar, de la manera correcta un inventario de repuestos, para mantenimientos programados, se requiere realizar un levantamiento de los diferentes tipos de mantenimientos y así, con este insumo, determinar la cantidad de repuestos necesarios para la ejecución, según su tipo.

Para desarrollar este pronóstico, se requirió de:

- Identificar los tipos de mantenimientos.
- Asociar los repuestos requeridos para cada tipo de mantenimiento.
- Identificar las horas de operación actual de todos los motores.
- Revisar el cuadro con la proyección de generación de la Planta Térmica, esto tomando en cuenta el año en curso hasta el 2021.
- Revisión de repuestos definidos por el área de Mecánica como de seguridad.
- Realizar un pronóstico de consumo de los repuestos, según al análisis de los variable anteriores, en donde, se estiman los requerimientos según demanda y según cantidad y tipos de mantenimientos que se proyectaron.

**Tabla 5.3**  
**Proyección de mantenimientos por horas periodo: 2018-2021**

Horas de operación	2018	2019	2020		2021			Total
6000	<b>Motor 6</b>		<b>Motor 1</b>	<b>Motor 5</b>	<b>Motor 2</b>	<b>Motor 3</b>	<b>Motor 7</b>	6
12000								0
15000								0
20000			<b>Motor 6</b>					1
30000								0
60000								0
80000								0

---

*Fuente: Elaboración propia del autor*

Según el estudio realizado, en la tabla 5.3, se refleja el resumen de los mantenimientos por horas, los cuales se estarán ejecutando entre los periodos del 2018 hasta el 2021, en la misma, se evidencia que solamente serán necesarios repuestos de mantenimientos de 6000 horas de operación en seis de los motores y un mantenimiento de 20000 horas de operación, con este análisis se facilita la proyección de necesidades en cuanto a los requerimientos de generación.

### **5.3. Propuesta modelo EOQ para los artículos “A”**

La gestión de compras del inventario de repuestos, para mantenimiento de los motores de la Planta Térmica Garabito no se lleva a cabo bajo un modelo estricto de compras por necesidad, lo cual ha llevado a la inflación sin límites del inventario 934.

Esto, a su vez, genera altos costos de mantenimiento y resguardo de los repuestos, también, abarca gran cantidad del presupuesto anual para la gestión de operar y mantener la Planta, dadas las circunstancias actuales, se requiere

analizar a fondo todo el proceso de compra y, a su vez, revisar el comportamiento real del inventario en el lapso entre los años 2015-2016, los cuales generaron un informe de muy bajas y nulas rotación del mismo.

El modelo EOQ, se aplicará a los artículos identificados como clase “A”, estos, actualmente, representan casi el 80% de la totalidad del costo del inventario 934, con este análisis se podrá identificar el nivel óptimo por cada línea del inventario que presente movimientos en los años de estudio.

Se requirió de suficiente información para procesar los costos, las compras y los manejos de inventarios, de varios miembros de la parte administrativa, donde hubo participación del ingeniero mecánico, responsable del mantenimiento de los motores.

**Tabla 5.4**  
**Anomalías en repuestos Clase “A”**

Líneas clase "A"	239
Área Eléctrica	33
Área Mecánica	206
Peso en el inventario	7%

---

*Fuente: Elaboración propia del autor*

En la tabla 5.4, al analizar el total de líneas de los artículos clase “A” uno por uno, se identificaron 33 líneas que pertenecen al departamento eléctrico, esto evidencia que, por error humano, se cargaron al almacén 934 de repuestos de motores y representaban un 7% del valor total de los repuestos clasificados como clase “A”, también, luego del análisis del pronóstico, con base en los mantenimientos, se identifican 4 artículos clase “B”, se reclasifican como clase “A” debido a la necesidad y la importancia de contar con ellos, para la gestión de los mantenimientos. Esto provoca no contar con un total real de 210 líneas de repuestos clase “A”.

Para aplicar el análisis de rotación anual, de cada línea de repuestos, se procedió a realizarlo manualmente, una por una, esto debido a que el software S.I.M., para el manejo de inventarios en Planta Térmica Garabito, no realiza un informe de salidas totales de línea por año, sino que, solamente, realiza un informe total de las salidas de los repuestos.

Dada la importancia de los datos, en cuanto a valor monetario, no se podrán revelar valores específicos, sino que, serán presentados en términos de valores porcentuales para así, de igual forma, lograr explicar la seriedad del tema.

**Tabla 5.5**  
**Análisis EOQ y punto de re orden (rop)**

CODIGO	MATERIAL	EOQ	rop
92144006	ELEMENTO COMPLETO 200.SP.K.0034 (200.06.C) CON: PORTA VALVULA (200.05.B) ,	9.00	5
92140162	TOBERA DE INYECTOR # 221.05.M P/REPUESTOS UNIDADES DE CENTRO PRODUCCIO	63.00	23
92143738	BOMBA DE INYECCION PARA COMBUSTIBLE # 200.08.K. PARA MOTOR MAN, REFAC	10.00	6
92140092	DISPOSITIVO DE GIRO DE VALVULA DE ADMISION # 113.05.005 PARA REPUESTOS DE	10.00	1
92143425	ROTOR COMPLETO # 520.000	1.00	1
92140096	ELEMENTO DE BOMBA INYECCION # 200.08.1618 P/REPUESTOS UNIDADES DE CENTR	5.00	1
92140170	CULATA DE COLINDRO COMPLETO SIN VALVULA 055.01.K P/REPUESTOS UNIDADES	3.00	1

*Fuente: Elaboración propia del autor*

En la tabla 5.5, se muestra los artículos clase A del inventario, cuál es la cantidad óptima por cada línea de repuestos, esto en la columna denominada “EOQ”, por otra parte, se logra identificar cuál es el punto, según necesidad y tiempo de entrega de los artículos, cuál y cuándo se debe reabastecer cada uno, determinado en la columna “rop”.

Con los resultados obtenidos, al aplicar el punto económico de pedido (EOQ) y el análisis realizado del pronóstico con base en los mantenimientos contemplados entre los años 2018 al 2021, se obtienen los resultados siguientes:

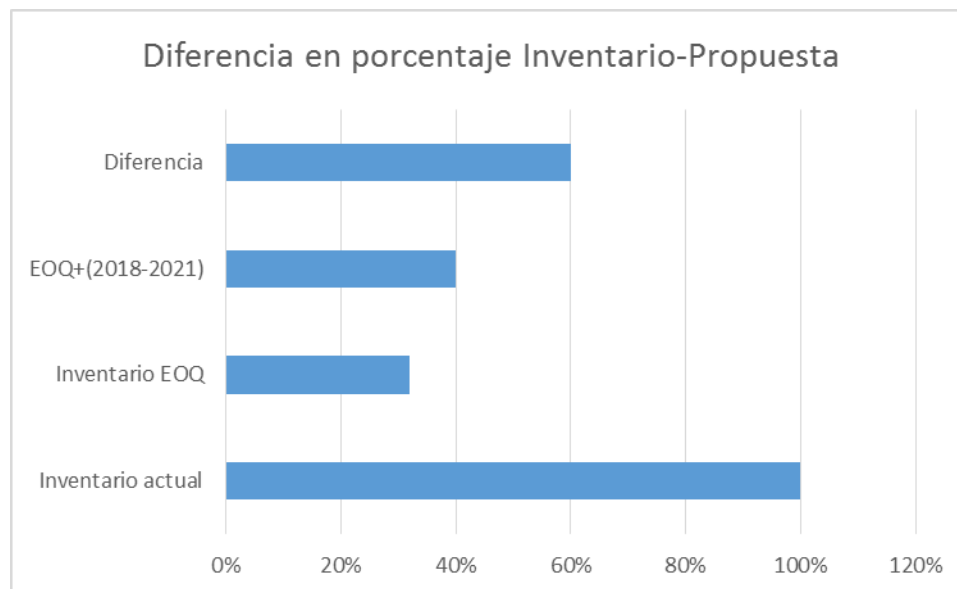
**Tabla 5.6**  
**Diferencia porcentual entre Inventario-Propuesta**

Inventario actual	100%
-------------------	------

Inventario EOQ	32%
EOQ+(2018-2021)	40%
Diferencia	60%

*Fuente: Elaboración propia del autor*

**Figura 5.4**  
**Diferencias entre inventario**



*Fuente: Elaboración propia del autor*

En la tabla 5.6 y la figura 5.4, se aprecia la diferencia entre la existencia del inventario y las necesidades arrojadas por los modelos de inventario y el análisis de mantenimientos, en donde el diferencial es de un 60%, este valor es un porcentaje demasiado alto, en comparación con las existencias actuales.

Se debe indicar que, del total de las líneas analizadas, un total de 101 presentaron cero movimientos en los dos años de análisis, lo cual imposibilita un resultado sobre ellas, además, una parte del inventario fue adquirido, con la puesta en marcha de la Planta, como recomendación del fabricante.

La Planta Térmica Garabito del I.C.E., tiene una peculiaridad, en cuanto a las plantas de este tipo y magnitud a nivel del mundo, esto gracias a que, en Costa Rica, la mayor parte de la generación eléctrica, proviene de fuentes renovables, lo cual transforma a esta Planta en ser un sistema de respaldo, ante eventualidades del sistema eléctrico y para solventar la demanda en épocas de muy escasas lluvias en el país.

A nivel mundial, la tendencia para este tipo de tecnología es para suplir las necesidades diarias, lo cual influye en un mayor consumo de repuestos, por su gran cantidad de horas de operación anualmente.

#### **5.4. Propuesta de nuevo flujo de compras**

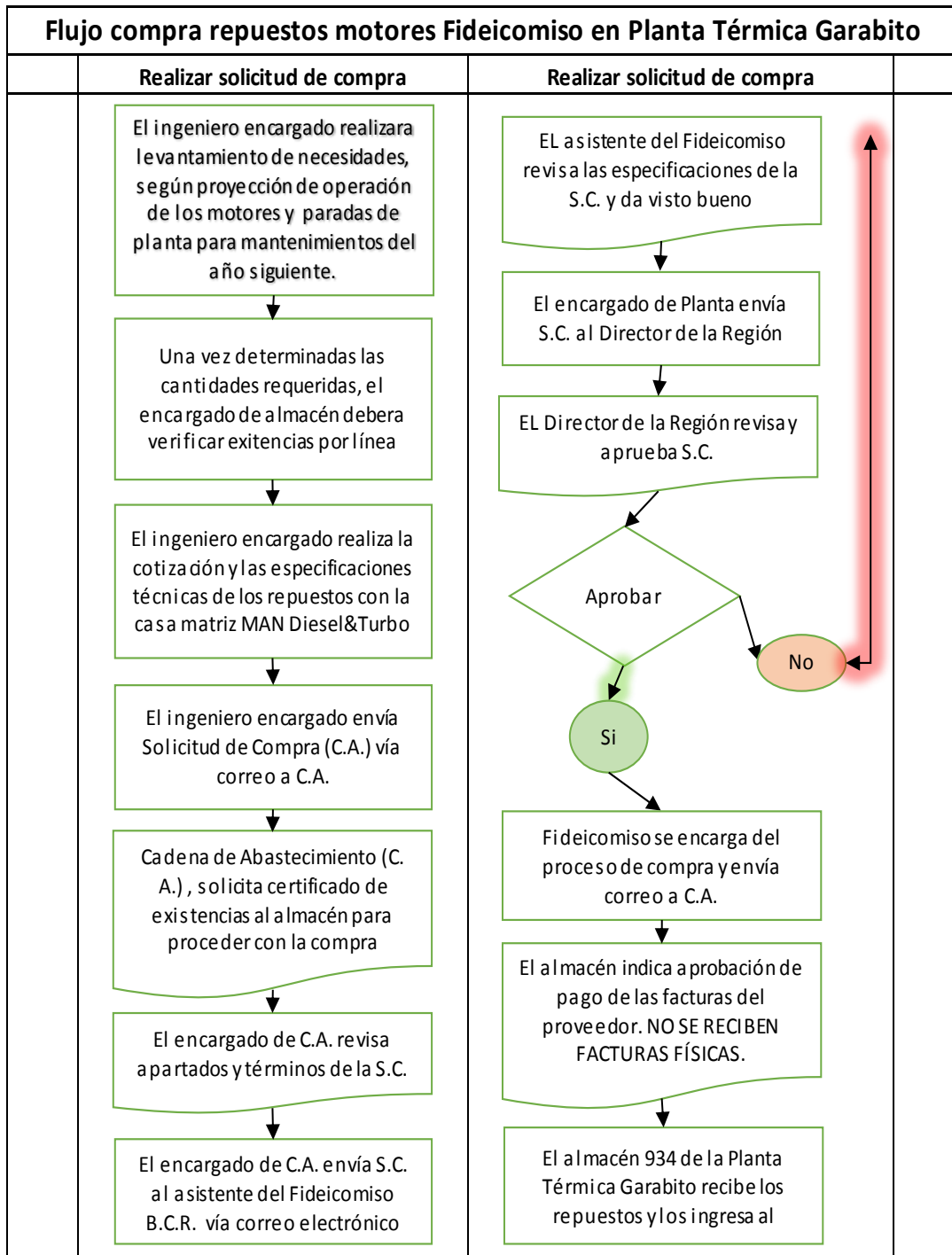
Debido a los análisis ejecutados, en el proyecto en estudio, se determina que el flujo de compras se encuentra aprobado, actualmente, en la Planta Térmica Garabito del I.C.E., es eficaz en cuanto al proceso, pero, de esta manera, no podría ser el más eficiente, si hablamos de la limitante de los recursos monetarios.

Por tal motivo, nace el requerimiento de realizar una nueva propuesta, en donde se alinee con los resultados del estudio realizado, en donde se evidencien las sobreexistencias, en aproximadamente, un 60% de las requeridas en la actualidad.

Esto aumenta los costos, tanto de mantenimientos, como los costos de gestionar múltiples compras, en lugar de un solo flujo de compras, se deberían de aplicar dos nuevo modelos.

Con esta propuesta, se podrían gestionar las compras, según los requerimientos del ingeniero, los cuales, según la proyección de demanda, se estimará anualmente y, por otro lado, todos aquellos repuestos según la nueva definición de los puntos de re orden en el software de inventarios S.I.M.

**Figura 5.5**  
***Diagrama de compra para repuestos, proyección anual***

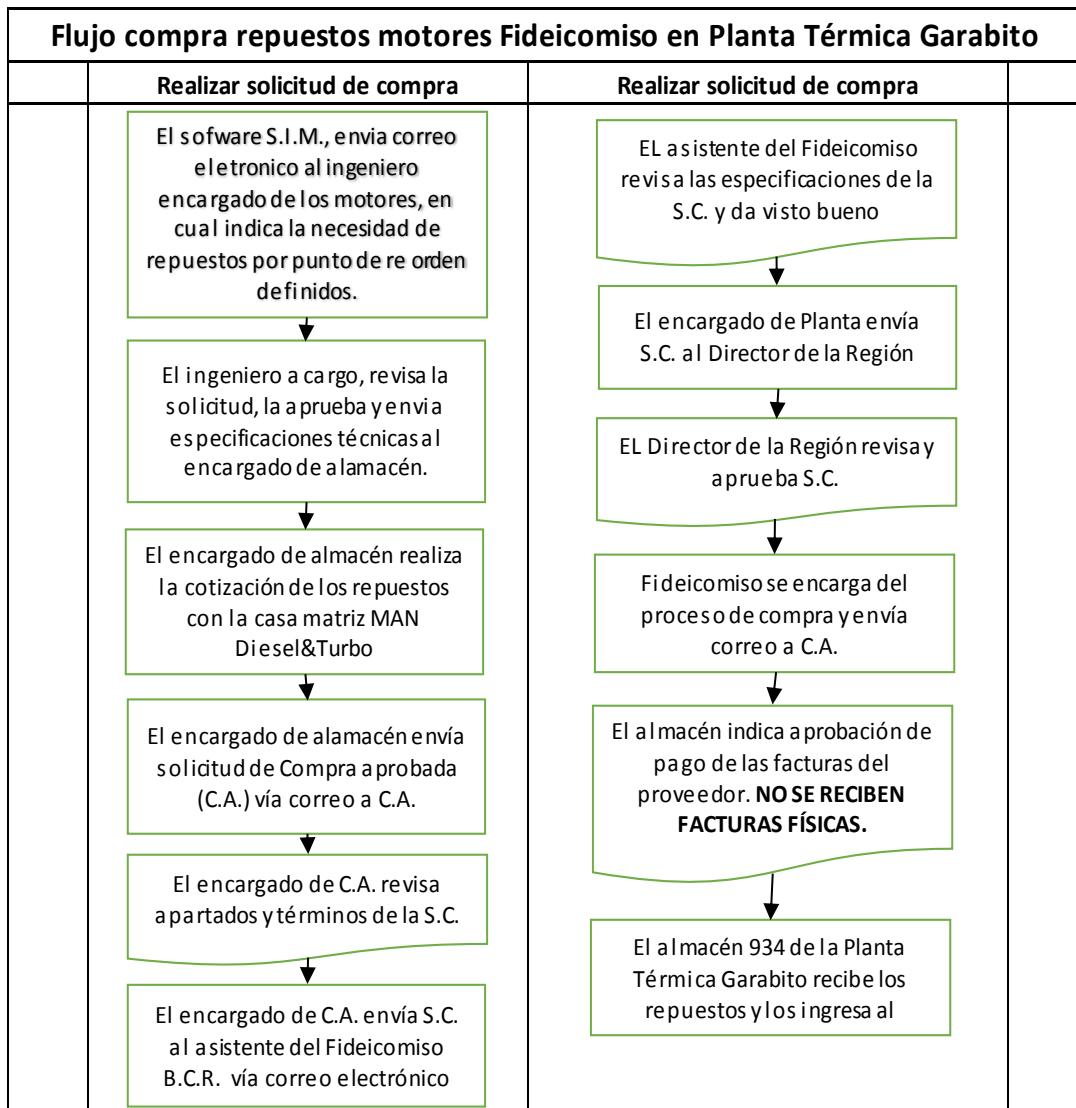


Fuente: Elaboración propia del autor

En la figura 5.5, se presenta la propuesta de nuevo flujo de compras de repuestos, para el almacén 934, el cual está orientado hacia los repuestos

solicitados por el ingeniero, a cargo del mantenimiento de los motores, según proyecciones de mantenimientos por periodos, como por ejemplo, el de la tabla 5.3.

**Figura 5.6**  
**Diagrama de compra para repuestos, solicitud de re orden**



Fuente: Elaboración propia del autor

De la figura 5.6, se podría tomar, como propuesta, para las solicitudes que realiza el sistema S.I.M., de manera automática, luego de definir los puntos de reorden y tendencia óptima de cada línea de los repuestos.

## **5.5. Propuesta de capacitación del personal**

Como bien se sabe, el capital humano, en una empresa, es de gran importancia; ya que, gracias a ellos, se realizan todas las labores de la rutina diaria, con esto se puede decir que, son los que mueven el entorno de la misma; por tal motivo, la capacitación del personal es de suma importancia; ya que, con esto se asegura de contar con un personal actualizado en la mejora continua y, por ende, se obtienen beneficios para la empresa, al mejorar la eficiencia de los procesos.

El capital humano de las empresas, normalmente, son colaboradores con mucha experiencia y con el mayor conocimiento de cómo hacer las cosas, por este motivo, también, necesitan enriquecer sus conocimientos, sobre todo, en esta era tan acelerada de cambios de tecnologías y de la información.

Con el fin de que el personal logre comprender la eficiente gestión de compra y manejo de los inventarios, se propone para la empresa, realizar una serie de capacitaciones para los colaboradores involucrados, directamente, en estos procesos.

### **5.5.1. Temas por capacitar**

Dentro de la propuesta de implantación, para la capacitación, se analizaron los temas que mejor aplican con la línea de mejorar la productividad y rentabilidad de la empresa, esto con el fin de refrescar los conocimientos del personal y aprovechar mejor sus habilidades, dentro los temas por tratar se tendrían:

- Función e importancia de los inventarios.
- Análisis de rotación de inventarios.
- Métodos de clasificación de existencias (clasificación ABC).
- Técnicas de manejo de inventario.

- Costos relacionados con el manejo de inventarios.
- Como analizar demandas de inventarios.

Con el temario mencionado, se espera cubrir las necesidades actuales de la empresa, con el propósito de optimizar los recursos.

### 5.5.2. Implementación de la Capacitación

Para cumplir con el temario seleccionado, es necesario contar con un plan de capacitación, el cual podrá ser impartido por uno compañero del I.C.E., que labora en el área de Planificación Integrada Operación y Mantenimiento, de la región Central del Negocio de Generación, quien debe contar con los conocimientos teóricos y prácticos requeridos para cumplir cabalmente con los temas que serán impartidos a los colaboradores de la Planta Térmica Garabito.

Con este insumo, a favor de la Planta Térmica Garabito, se podrán optimizar los recursos, a su vez, también, beneficia el ahorro que podría conllevar contratar estas capacitaciones, como se muestra en la figura siguiente:

**Tabla 5.7**  
**Propuesta de Plan de Capacitación**

<b>Tema</b>	<b>Descripción</b>	<b>Aplica para:</b>
Gestion de inventarios	Conocimientos bases sobre el manejo, control y mantenimientos de inventarios, beneficios de un buen manejo.	-Personal Almacén
Análisis y clasificación ABC	Conocimientos requeridos sobre el análisis y clasificación de los artículos en A, B, y C, herramientas requeridas.	-Personal Almacén -Cadena Abastecimiento -Encargados de áreas
Método EOQ	Conocimientos sobre el método de abastecimiento de punto económico de pedido (EOQ), control y revisión.	-Personal Almacén -Cadena Abastecimiento -Encargados de áreas
Rotación de inventarios	Conocimientos sobre los diferentes tipos de rotación de inventarios, herramientas para calcular proyecciones	-Personal Almacén -Encargados de áreas

---

*Fuente: Elaboración propia del autor del autor*

Implementar la propuesta de capacitación de la figura 5.7, se espera un impacto significativo, tanto para los colaboradores, como para el desarrollo de la empresa y, por ende, subsanar, a corto plazo, la situación de inflación en costos que representa actualmente el almacén de repuestos 934.

Para obtener un mejor resultado de la capacitación, se recomienda que sea impartida en dos tramos cada tema, con el fin de lograr introducir al personal al 100% y, a su vez, no afectar la atención del solicitante, también, se podría aprovechar el área de capacitación de la región central conocida como: Escuela Técnica del Negocio de Generación, con lo cual se asegura la no interrupción de las charlas por parte de gestiones requeridas en planta.

## **5.6. Actualizar políticas internas**

La Planta Térmica Garabito del I.C.E., una de las plantas que se encuentra certificada en las normas internacionales de: Calidad, Ambiente y Seguridad Ocupacional, con este punto a favor, la norma de Calidad ISO 9001 requiere de la estandarización de los procesos; por esta razón, para asegurar y mitigar algunos errores en las gestiones de compras y manejos de inventarios, a postre, se recomienda generar los nuevos procesos estándar.

Estos procedimientos contemplarán todos los flujos y pasos requeridos para la buena práctica del manejo de los inventarios, en donde, como mejora continua, se podrán certificar y agregar en el centro de documentación tanto físico, como virtual que maneja el I.C.E., para los mismos siempre se mantiene la única y vigente versión, aprobada por procedimiento.

Si la planta implementa dicha propuesta, se asegura contar con un control cruzado para la gestión de los inventarios y prevenir, para no incurrir en análisis de este tipo, donde solo en un futuro, se deberán revisar, periódicamente, para verificar si continúan de la misma manera o requieren mejoras o actualizaciones.

## **5.7. Implementar Herramientas DST**

Las herramientas DST son un software de gestión de mantenimiento, estas se utilizan cuando se requiere un análisis más complejo, para tomar decisiones sobre inversiones de presupuesto, este tipo de herramienta, se alimenta de muchas variables y brinda resultados referidos al costo, beneficio y riesgo de lo que se esté requiriendo.

En la región central del Negocio de Generación, se encuentra una persona con la licencia del DST, quien, en caso de ser requerido este tipo de análisis, por la Planta, brinda el apoyo en conjunto con las personas involucradas.

Para los artículos de Clase A del almacén Garabito, con valor de adquisición superior a los 10 millones de colones, se propone contar con el visto bueno de esta herramienta, con el fin de brindar mayor peso, cuando se tenga la necesidad de adquirir dichos repuestos.

Para concluir con la implementación de este proyecto y así obtener el éxito, se recomienda que la Planta Térmica Garabito continúe con el plan de acción planteado, tanto en este capítulo, como las tareas pendientes citadas en el capítulo seis.

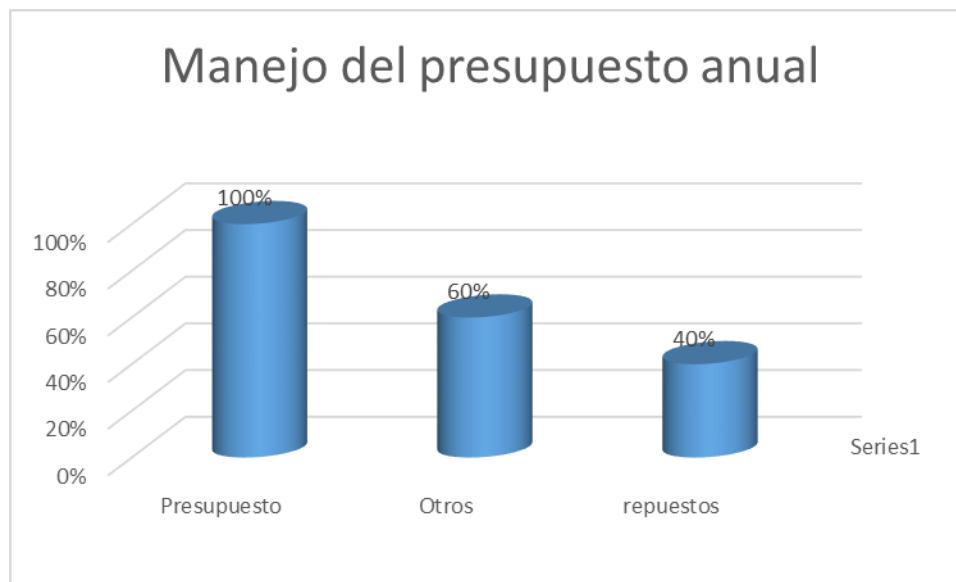
## **5.8. Análisis Económico**

Con el fin de determinar el beneficio y viabilidad del proyecto, se realizará un análisis, desde el punto de visto financiero, por medio de términos porcentuales, lo cual representará la magnitud como se puede ver beneficiada la Planta Térmica Garabito, del I.C.E., al implementar las medidas que se propondrán.

Cuando se aplican las herramientas de ingeniería, como: el análisis ABC, método económico del pedido, puntos de re orden y se realiza el pronóstico de la demanda para los siguientes cuatro años, se obtiene que del total de las líneas que conforman el almacén 934 de repuestos, solamente se requieren el 32% de la existencia actual, más un ocho 8% de la proyección realizada según estimaciones

entre factor de generación y necesidad de repuestos para los mantenimientos requeridos.

**Figura 5.7**  
**Manejo del presupuesto anual**

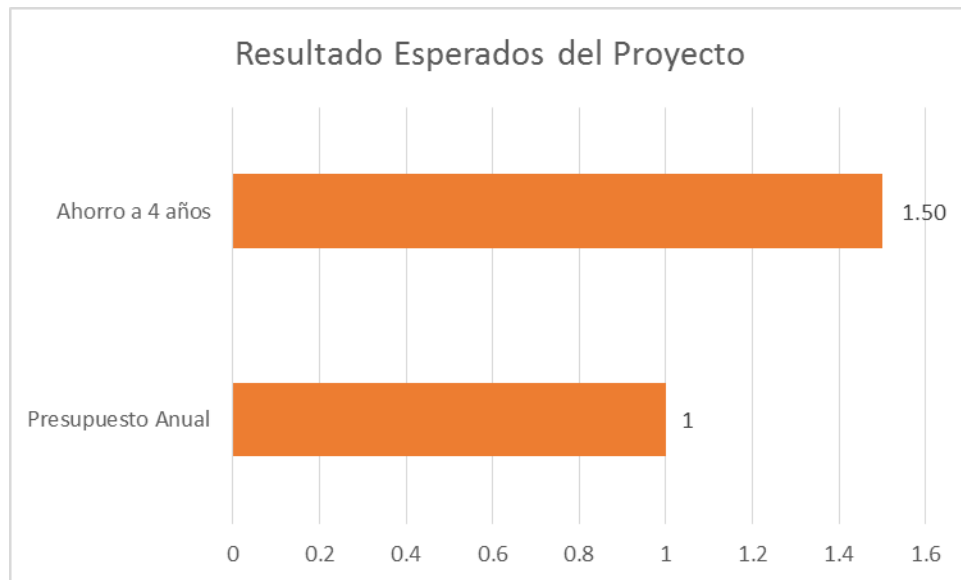


*Fuente: Elaboración propia del autor del autor*

Según este análisis, se podría decir que, la inversión que posee la planta en el inventario de repuestos, el 60% aproximado, posiblemente, no se necesitará en los próximos cuatro años, en caso de que de la demanda de generación se mantenga alineada a lo proyectado, con esto se deberían de implementar las propuestas de mejora de este capítulo, para así asegurarse de no invertir más, el recurso financiero de la Planta, en repuestos y con esto disminuir los costos del mantenimiento.

Se obtiene para la Planta Térmica Garabito, en su entorno financiero, la liberación de presupuesto anual, del cual en la actualidad se destinaba el 40% aproximadamente, para la compra repuestos para los motores.

**Figura 5.8**  
**Resultados Esperados del Proyecto**



---

*Fuente: Elaboración propia del autor del autor*

Con las propuestas de este proyecto, aproximadamente, se podrá obtener un ahorro a mediano plazo, el cual representaría un monto igual, a un presupuesto y medio anual, como se observa en la figura 5.8.

Se logra esto con la eliminación de compra de repuestos en un periodo a cuatro años; además, se garantizará el manejo eficiente de los repuestos y evitar destinar recursos financieros de maneja subjetiva, en la compra de repuestos para los motores de la Planta Térmica Garabito.

## **Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones.**

## 6.1. Conclusiones

En el diagnóstico aplicado, para este proyecto, se lograron determinar una serie de condiciones, las cuales facilitan la identificación de los principales problemas que en el tema de gestión de compras, manejo de inventario y programación de requerimientos, generan la situación del inventario 934, de los repuestos de motores de la Planta Térmica Garabito del I.C.E.

Actualmente, se presenta una sobreexistencia de materiales y una muy baja o nula rotación en un 61% de sus artículos. El personal que maneja el almacén solamente recibe compras, brinda resguardo y cuida y gestiona los repuestos que demanda el mantenimiento de los motores. Por tal motivo, se concluye que, no participa, directamente, en la adquisición de los repuestos de los motores de la Planta.

Por medio de la aplicación herramientas de ingeniería, se logran determinar seis causas raíz de los problemas, que presenta el almacén, esto gracias al análisis del diagrama de Ishikawa y el Multivoto, las cuales son:

1. Ausencia de niveles de máximos, mínimos y puntos de re orden.
2. No se cuenta con una clasificación A, B, C, de los repuestos.
3. Modelo de compras deficiente.
4. No se cuenta con un estándar para el pronóstico de la demanda.
5. Deficiente gestión del inventario.
6. Mala comunicación entre departamentos.

Se clasificaron los repuestos existentes, con base en el porcentaje de participación de los costos del inventario, los cuales se dividieron en A, B y C, y debido a su prioridad para el estudio, solamente se analizan los de tipo A, conformados por una cantidad de líneas de 239 tipos de repuestos y suman el 79% del valor del almacén 934.

Por la participación de los artículos A, se les aplicó un modelo económico de pedido (EOQ), el cual toma promedios anuales, rotaciones para determinar su punto óptimo y un análisis de punto de re orden.

El espacio físico, para el almacén, se hace limitado, debido a un gran número de repuestos, dada su dimensión, dificultan su resguardo, se deben analizar mejor las cantidades de compras de repuestos, esto con base en el modelo de proyección de operación y el plan de mantenimiento.

Con este proyecto, se mejora y facilita el manejo de niveles óptimos de repuestos a futuro, lo cual se traducirá, paulatinamente, en reducir la inflación de repuestos por cada línea en inventario y disminuir la inversión en el almacén de repuestos de motores 934 de la Planta Térmica Garabito del I.C.E.

## **6.2. Recomendaciones**

En este apartado, se proponen las recomendaciones sobre los temas abordados con este proyecto, las cuales se consideran indispensables para concluir con el plan de acción propuesto, en el capítulo cinco y para alcanzar el éxito del mismo.

Estas recomendaciones serán dirigidas a los departamentos involucrados en la gestión de los repuestos de planta: almacén, cadena de abastecimiento y el área de ingeniería, a cargo del mantenimiento mecánico de los motores de combustión interna.

Cronológicamente hablando, se espera que se cumpla con las tareas pendientes de la siguiente manera:

- A corto Plazo, para finalizar en el periodo 2018:
  - Implementar propuesta de capacitación.
  - Estandarizar Plan de mantenimiento de los motores.
  - Estandarizar modelo EOQ, actualizar cada periodo.
  - Implementar nuevos modelos de flujos de compras de repuestos.

- Estandarizar proyecciones de repuestos, según proyección de operación quinquenal.
- Estandarizar las mejoras propuestas, en el sistema integrado de gestión para asegurarse de su aprovechamiento en el tiempo.
- A mediano plazo, tomando como referencia un año a partir del estudio realizado:
  - Implementar el uso de las herramientas de análisis denominadas DST.
  - Aplicar EOQ al resto de los artículos del almacén.

## Referencias bibliográficas

Aranda, M & Ramírez, M. (2014). *Administración de la calidad: nuevas perspectivas*.

1ª ed. México, Grupo Editorial Patria.

Ceciliano Solís, I. (Octubre, 2008). *Diseño de un Sistema para el Control de Inventarios en el Departamento de Administración de Bienes e Inmuebles del Instituto Costarricense de Electricidad*. (Tesis de Bachillerato en Ingeniería Industrial). Universidad Hispanoamericana, S.L., Costa Rica.

Chase, R., Jacobs, R. y Aquilano, N. (2005). *Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministro*. 12ª ed. México: McGraw Hill.

Fucci, T. (1999). *El gráfico ABC como Técnica de Gestión de Inventarios*.

Recuperado de <http://www.ope20156.unlu.edu.ar/pdf/abc.pdf>

Mora-García, L.A. y Martiliano-Martinez, M. (2012). *Modelos de optimización de la gestión logística*. Bogotá: Ecoe Ediciones.

Gutiérrez-Pulido, H. (2013) *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. 3ª ed. México: McGraw Hill.

Hernández-Galán, J.A. (2010). *Implementación de Sistemas de Planeación en la Producción para la Optimización de Inventarios*. (Tesis de Bachillerato en Ingeniería Industrial). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, P. (2014).

*Metodología de la Investigación*. 6ª ed. México: McGraw Hill.

Idrovo-Toala, R.R. (2008). *Implementación de un Sistemas de Control y Organización de una bodega de materia prima para láminas de envase*. (Tesis de Bachillerato en Ingeniería Industrial). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.

Niebel, B. W. y Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseños de trabajo*. 12ª ed. México: McGraw Hill.

Pinzón-Restrepo, E.A. y Martínez-Carmona, L.M. (2015). *Elaboración de una*

- propuesta de gestión de materiales de baja rotación en el almacén de la empresa "Ingenio Risaralda S.A".* (Tesis de Bachillerato en Ingeniería Industrial). Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.
- Jaume Ramonet. (2013). *Análisis y Diseño de Procesos Empresariales*. Recuperado de <http://www.jramonet.com/content/publicaciones/diagramas-de-flujo-guia>
- Salazar-López, B. (2016). *¿Qué es Ingeniería Industrial?* Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/que-es-ingenier%C3%ADa-industrial/>
- Salazar-López, B. (2016). *Herramientas para el Ingeniero Industrial* Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/administraci%C3%B3n-de-inventarios/control-preventivo-de-inventarios/>
- Taha, H. A. (2012). *Investigación de Operaciones*. 9ª ed. México: Pearson Educación.
- Valdivia, J. (2017). *Punto de Reorden* Recuperado de [http://www.academia.edu/28419267/PUNTO\\_DE\\_REORDEN](http://www.academia.edu/28419267/PUNTO_DE_REORDEN)
- Vargas-Vargas, E. (2012). *Diagnóstico y propuesta para la administración de inventarios de materia prima en Griffith Laboratories, Planta Costa Rica*. (Tesis de Bachillerato en Ingeniería Industrial). Universidad Hispoamericana, Tibás, Costa Rica.
- Walter Stachú, S. (2009). *Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa*. El Cid Editor.