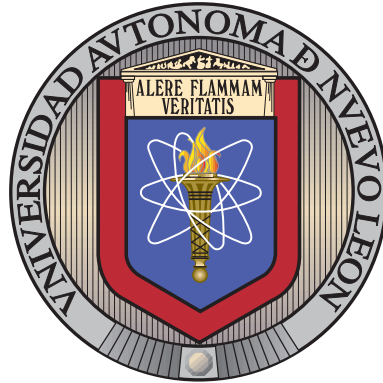


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



ABASTECIMIENTO MÚLTIPLE PARA LA
ADMINISTRACIÓN DE EXCESO DE INVENTARIOS:
CASO DE ESTUDIO EN COMPAÑÍA DE
MANUFACTURA.

POR

LUIS ENRIQUE VILLEGAS PINEDA

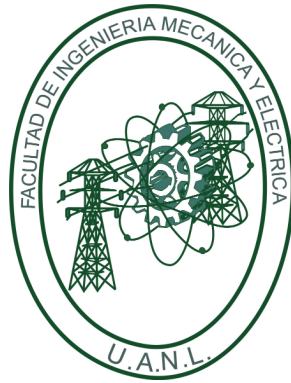
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO

AGOSTO 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



ABASTECIMIENTO MÚLTIPLE PARA LA
ADMINISTRACIÓN DE EXCESO DE INVENTARIOS:
CASO DE ESTUDIO EN COMPAÑÍA DE
MANUFACTURA.

POR

LUIS ENRIQUE VILLEGAS PINEDA

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO

AGOSTO 2021



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Los miembros del Comité de Tesis recomendamos que la Tesis «Abastecimiento Múltiple para la administración de Exceso de Inventarios: Caso de Estudio en Compañía de Manufactura», realizada por el alumno Luis Enrique Villegas Pineda, con número de matrícula 2033811, sea aceptada para su defensa como requisito para obtener el grado de Maestría en Logística y Cadena de Suministro.

El Comité de Tesis

Dr. Tomas Eloy Salais Fierro
Asesor

Dr. Giovanni Lizarraga Lizarraga
Revisor

Dra. Jania Astrid Saucedo Martinez
Revisor

Vo. Bo.

Dr. Simón Martínez Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado



173

Para Lulu, por inspirarme a ser la mejor versión de mí.

Ricardo y Sofia, los amo.

Mamá y Montse....gracias.

En memoria de mis dos más grandes ejemplos de vida....los dos Sergios

ÍNDICE GENERAL

Agradecimientos	XI
Resumen	XII
1. Introducción	1
1.1. Descripción del problema	3
1.2. Objetivo	4
1.3. Justificación	4
1.4. Hipótesis	5
1.5. Metodología	5
1.6. Estructura de la Tesis	6
1.7. Conclusión	6
2. Antecedentes	7
2.1. Abastecimiento Múltiple y Embarques Laterales	8
2.1.1. Exceso de Inventario	9
2.1.2. Faltante de Inventarios	11

2.1.3. Problemas de capacidad y tiempo de entrega de los proveedores	12
2.2. Transferencias Laterales	12
2.3. Selección de proveedores	13
2.4. Retos en la seleccion de proveedores	14
2.5. Herramientas para la selección de proveedores	15
2.6. Caso de Estudio	18
2.7. Conclusiones	18
3. Metodología	20
3.1. Recolección de datos	21
3.2. Clasificación ABC	22
3.3. Política de Inventarios	23
3.4. Criterios de Preselección	24
3.5. Matriz de incidencia	24
3.6. Criterios Definitivos	25
3.6.1. Agrupación de Criterios	26
3.6.2. Asignar valores y calcular resultados	26
3.7. Comparación de Criterios Definitivos	27
3.8. Entregable / Recomendación	28
4. Análisis y Resultados	29
4.1. Recolección de datos	29

4.2. Clasificación ABC	34
4.2.1. Métodos de compilación	34
4.2.2. Valor actual Disponible	35
4.2.3. Porcentaje actual Disponible acumulado y asignación ABC	39
4.2.4. Política de Inventarios	41
4.3. Criterios Múltiples de Decisión	45
4.3.1. Criterios de Pre-selección	46
4.3.2. Criterios Definitivos	48
5. Conclusiones	50
5.1. Recolección de Datos	50
5.2. Clasificación ABC	51
5.3. Criterios Múltiples de decisión	52
5.3.1. Criterios de preselección	52
5.3.2. Criterios definitivos	53
5.4. Conclusiones finales	54

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1. Cadena de Suministro	8
2.2. Abastecimiento Multiple	19
3.1. Definición del Problema	20
3.2. Metodología	21
4.1. Metodología	29

ÍNDICE DE TABLAS

2.1. Enfoques (Individuales) Multicriterio para toma de Decisiones (MCDM) .	16
2.2. Enfoques (Combinados) Multicriterio para toma de Decisiones (MCDM)	17
3.1. Entregable	28
4.1. Datos artículos Organización A01	30
4.2. Datos artículos Organización A02	31
4.3. Datos de Suministro Organización A01	32
4.4. Datos de Suministro Organización A02	33
4.5. Valor actual disponible Org A01	36
4.6. Valor actual disponible Org A02	37
4.7. Valor actual disponible acumulado Org A01	38
4.8. Valor actual disponible acumulado Org A02	39
4.9. Porcentaje actual disponible acumulado Org A01	40
4.10. Porcentaje actual disponible acumulado Org A02	41
4.11. Política exceso ORG A01	44

4.12. Política exceso ORG A01	45
4.13. Criterios de Preselección	47
4.14. Criterios definitivos	48
4.15. Criterios definitivos - comparación	49
4.16. Criterios definitivos - Recomendación final	49

AGRADECIMIENTOS

Estudiar una maestría en esta etapa de mi vida ha sido todo un reto, lleno de desafíos y a la vez de momentos de grandes satisfacciones. No me cabe ninguna duda que, sin el apoyo total e incondicional de mi familia, completar mis estudios de maestría no hubiera sido posible. Doy gracias a Dios por darme la vida y salud para hacer posible este sueño. Como ya lo mencioné gracias a mi esposa y a mis hijos que han estado siempre a mi lado, aceptando sacrificar nuestro tiempo de familia para yo poder dedicar tiempo de calidad para atender cada clase, hacer trabajo de equipos y estudiar para los exámenes. Gracias a mi Madre y a mi hermana por siempre darme su apoyo. Y a mi Padre y hermano que me ven desde el cielo, gracias por estar siempre a mi lado.

Por último agradezco a la UANL y a sus maestros por promover la excelencia en el programa educativo de esta maestría, y por buscar la profesionalización de esta disciplina tan hermosa que es la Logística y la Cadena de Suministro.

RESUMEN

Luis Enrique Villegas Pineda.

Candidato para obtener el grado de Maestría en Logística y Cadena de Suministro.

Universidad Autónoma de Nuevo León.

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Título del estudio: ABASTECIMIENTO MÚLTIPLE PARA LA ADMINISTRACIÓN DE EXCESO DE INVENTARIOS: CASO DE ESTUDIO EN COMPAÑÍA DE MANUFACTURA.

Número de páginas: 58.

OBJETIVOS Y MÉTODO DE ESTUDIO: En escenarios globales, las cadenas de suministro cuentan con múltiples opciones para cubrir sus requerimientos de demanda, y en algunas ocasiones estas opciones pueden ser almacenes que pertenecen a la misma compañía localizados incluso en diferentes partes del mundo. El escenario que se presenta en este trabajo, es el de una compañía que ve la opción de cubrir sus requerimientos de demanda utilizando excesos de inventario disponibles en otros almacenes.

El objetivo primario de este trabajo de estudio es reducir el exceso de inventario en las plantas de manufactura implementando una metodología de abastecimiento múltiple.

Como objetivos secundarios se busca también:

- Cubrir los faltantes existentes para cumplir en tiempo con las ordenes de los clientes.
- Reducir los costos globales de abastecimiento.

CONTRIBUCIONES Y CONCLUSIONES: Después de la investigación realizada y una vez completados los cálculos y análisis, se puede concluir lo siguiente:

- El abastecimiento múltiple, utilizando transferencia internas (lateral transshipment), si genera una disminución en los niveles de exceso de inventarios globales.
- Las transferencias internas si disminuyen el faltante de inventario y mejora el porcentaje de entregas a tiempo a los clientes.
- Las transferencias internas, no necesariamente ayudaran a reducir el costo global de abastecimiento.

Firma del asesor:



Dr. Tomas Eloy Salais Fierro

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El objetivo más importante de la administración de la cadena de suministro es satisfacer las necesidades de los clientes reduciendo los costos totales de la cadena y cumpliendo los requerimientos de calidad de los productos.

Para lograr este objetivo los proveedores son un eslabón fundamental, siendo estos los responsables de suministrar materia prima a las diferentes unidades productivas (Fazli-Khalaf, 2019). Por esta razón la selección de proveedores es un punto crítico para el desempeño de la cadena ya que los componentes comprados pueden significar entre un 40 % y 60 % del costo del producto final (Alkahtani, 2019).

En los últimos años, la selección y evaluación de proveedores (internos o externos), dentro de las cadenas de suministro integradas, ha sido estudiada y analizada de forma muy amplia, ya que esta selección no debe basarse únicamente en el precio de compra del artículo, por el contrario, deben considerarse también otros factores que soporten la decisión a tomar (Saputro, 2021). En la literatura, a estos factores se les conoce como criterios múltiples de decisión (MCDM multi-criteria decision making) (Ho, 2008) (Lajimi *et al.*, 2021).

En la literatura revisada se encuentran los siguientes criterios de decisión como los más considerados para la selección de un proveedor:

- Precio
- Calidad
- Tiempos de entrega
- Servicio post venta
- Confiabilidad en las entregas
- Ubicación
- Responsabilidad Social
- Cuidado del medio ambiente
- etc.

(Taherdoost y Brard, 2019).

A la par de la selección de proveedores, la administración de inventarios es otro eslabón fundamental de una cadena de suministro eficiente y eficaz. Tener las cantidades correctas en el tiempo y lugar adecuado, garantiza la operabilidad de un sitio de manufactura. Un desbalance entre la demanda de componentes y su existencia es causante de dos problemas clásicos de la administración de inventarios:

- Cantidades en mano en exceso
- Faltantes de inventarios

Al escenario donde los componentes a utilizar en los procesos de manufactura pueden ser suministrados por varios proveedores o bien por almacenes propiedad de la misma compañía se le conoce como abastecimiento múltiple.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Una empresa dedicada a la fabricación de dispositivos de generación de energía eléctrica cuenta con plantas de manufactura en varios países; de igual manera, sus proveedores de componentes se encuentran localizados en diferentes ubicaciones alrededor del mundo.

Los componentes utilizados para la fabricación de los dispositivos, son, en su gran mayoría, los mismos en cada planta de manufactura. Analizando los inventarios en cada sitio, se encuentra un desbalance entre la demanda y suministro de los componentes, es decir, en algunas plantas hay exceso de inventario de ciertos números de parte, mientras que, en otras, hay faltantes de inventario, que comprometen las fechas de entrega prometidas con los clientes. Entonces, el problema radica, en definir cuando es mejor opción utilizar el inventario en exceso para cubrir los faltantes y cuando es mejor comprar directamente a un proveedor externo.

Ciertamente la selección de proveedores es una de las áreas de investigación dentro del estudio de las cadenas de suministro con más crecimiento en los últimos años. Estos estudios señalan que la selección de proveedores suele ser un proceso complejo que involucra varios criterios, como el costo de adquisición, la calidad del material, el tiempo de entrega y la confiabilidad del proveedor (Singh, 2014). Resumiendo, el problema radica en definir:

- La metodología adecuada para, evaluar los criterios que permitan seleccionar entre la compra a un proveedor externo o una transferencia lateral.
- Los criterios y su importancia relativa para la toma de la decisión adecuada.

Hoy en día, muchas empresas basan esta decisión meramente en el precio del producto y se apoyan de reportes manuales.

En el caso particular de esta tesis, debemos además encontrar si es económicamente

más viable abastecer el material de un almacén propio con exceso de inventario o si es más conveniente comprar directamente a un proveedor externo, esto, como ya se mencionó con anterioridad, se conoce como abastecimiento múltiple.

1.2 OBJETIVO

Reducir el exceso de inventario en las plantas de manufactura implementando una metodología de abastecimiento múltiple. Como objetivos secundarios se busca también:

- Cubrir los faltantes existentes para cumplir en tiempo con las ordenes de los clientes.
- Reducir los costos globales de abastecimiento.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Contar con exceso de inventario es un reflejo del desbalance que existe entre la demanda y suministro de materiales. El exceso de existencias tiene un impacto financiero directo pues provoca que las empresas incurran en mayores costos o sacrifiquen los ingresos proyectados, por otro lado, también tiene un efecto indirecto porque los fondos invertidos en exceso de inventario no están disponibles para otras oportunidades, como el desarrollo de nuevos productos, la expansión del mercado o proyectos de mejora de procesos (Richard E., 2003)

Por otro lado, la falta de componentes para ensambles finales provoca que las empresas incumplan con las fechas acordadas con los clientes, o bien, incrementa los costos de producción dado que, obliga a los departamentos de abastecimiento a expeditar los materiales faltantes, dicha expeditación, en la mayoría de los casos, es más costosa que el embarque tradicional.

1.4 HIPÓTESIS

Si se implementa de una metodología de abastecimiento múltiple cuyas fuentes sean compras a proveedores y transferencias internas de almacenes de componentes pertenecientes a la misma compañía se puede conseguir:

- Reducir el inventario en exceso de componentes sin demanda en las plantas de manufactura.
- Cubrir la demanda de componentes utilizados en ensambles finales para cumplir en tiempo las ordenes de los clientes.
- Reducir costos globales de abastecimiento

1.5 METODOLOGIA

Como ya se mencionó, este trabajo busca definir una metodología para poder tomar la decisión de cuando comprar un artículo y cuando transferirlo de un almacén que pertenece a la misma empresa. Se propone la siguiente metodología:

- Clasificación ABC.
- Definir política de inventarios de acuerdo con cada clasificación.
- Identificar criterios de preselección.
- Identificar criterios definitivos.
- Agrupación de criterios.
- Asignar valores y calcular resultados.
- Ingresar datos a la herramienta seleccionada.

- Tomar decisión.

1.6 ESTRUCTURA DE LA TESIS

En el Capítulo 1, Introducción, se presentan conceptos básicos de la cadena de suministro, se expone el problema a investigar, se sugiere la hipótesis y se definen los objetivos a alcanzar mediante el trabajo de investigación. En el Capítulo 2, Antecedentes, se presenta de forma detallada conceptos que ayudaran en el desarrollo del trabajo de investigación. Al mismo tiempo se discuten algunos trabajos de investigación que se han realizado acerca del problema a tratar. En el Capítulo 3, Metodología, se detalla cual es el método que se utiliza durante el desarrollo del trabajo de investigación para comprobar la hipótesis y alcanzar los objetivos planteados. En el Capítulo 4, Desarrollo, se aplican los datos a la metodología propuesta en el capítulo 3. Y por último, en el Capítulo 5 Conclusión, una vez que se hayan aplicado los datos a la metodología se llega a la conclusión si la hipótesis se cumple o no.

1.7 CONCLUSIÓN

El trabajo de investigación busca no solo resolver la problemática ampliamente estudiada de la selección de proveedores mediante el análisis de criterios de decisión, el objetivo primordial del trabajo es, mediante la definición de criterios de decisión, poder seleccionar cuando es más factible hacer un suministro por medio de proveedor tradicional y cuando hacer un suministro lateral entre compañías. Como ya lo hemos discutido en otras secciones, esta selección no solamente ayudara a minimizar los costos de adquisición de materia prima, si no también busca solucionar problemas operativos en las fábricas relacionados con exceso de inventario y faltantes en las líneas de ensamble.

El reto se encuentra en definir los criterios de decisión, encontrar la correcta relación entre ellos y plantear una metodología que facilite la toma de decisión.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES

Antes de abordar el tema de los embarques laterales como una opción de abastecimiento múltiple y su importancia en la cadena de suministro, se considera pertinente mencionar que nos dice la literatura acerca de esta y cuál es la importancia del proceso de abastecimiento como parte fundamental de la misma.

Se entiende la cadena de suministro como un conjunto de tres o más organizaciones vinculadas directamente por uno o más de los flujos ascendentes o descendentes de productos, servicios, finanzas e información de un origen de un cliente (Monczka, 2009). Buscando ampliar el concepto se encontró que la cadena de suministro también se define como una red de entidades entre las cuales fluye el material. Estas entidades incluyen proveedores, transportistas, fábricas de manufactura, centros de distribución, así como minoristas y clientes (Lummus y Alber, 1997).

Después de revisar y analizar varias definiciones, se puede resumir a la cadena de suministro como todas aquellas actividades relacionadas entre sí para la entrega de un bien o servicio, desde la adquisición de la materia prima hasta la entrega al consumidor final, pasando por el abastecimiento de las materias primas y/o componentes, ensamble y/o fabricación, almacenamiento, administración de almacenes, captura de pedidos, distribución a través de todos los canales, entrega final al cliente y además todos aquellos sistemas de información que nos permitan administrar de forma eficiente cada una de estas actividades y la relación entre ellas (Lummus, 1999)

Ahora bien, se definió ya que es la cadena de suministro, ¿pero que implica administrar la cadena de suministro? Administrar la cadena de suministro es el arte y la ciencia para integrar de forma bidireccional los flujos de producto, información, dinero y demandas entre todas los individuos que forman parte de la misma (Langley C., 2009).

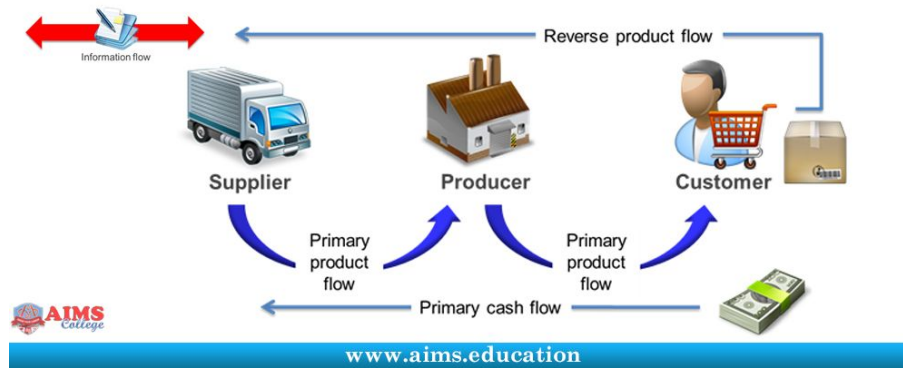


FIGURA 2.1: Cadena de Suministro

Una vez planteado el concepto de cadena de suministro, se explica ahora qué se entiende por el proceso de abastecimiento. Se conoce como proceso de abastecimiento a los pasos utilizados para identificar los requisitos de los usuarios, evaluar la necesidad de manera efectiva y eficiente, identificar a los proveedores, garantizar que el pago se realice con prontitud, asegurarse de que la necesidad se ha satisfecho efectivamente, e impulsar la mejora continua (Monczka, 2009). Resumiendo, definimos abastecimiento como un proceso cuidadoso y normalmente documentado que resulta en la entrega de bienes o servicio en un periodo de tiempo determinado (Fedaghi Al, 2018).

2.1 ABASTECIMIENTO MÚLTIPLE Y EMBARQUES LATERALES

Se conoce como abastecimiento múltiple a una estrategia de suministro empresarial la cual consiste en contar con más de un proveedor para cubrir los requerimientos de demanda. Por otro lado, se define embarque lateral cuando los requerimientos de demanda

pueden ser cubiertos por almacenes que pertenecen a la misma compañía. A estos embarques también se les conoce como *lateral transshipments* (Mohammad Firouz, 2016).

Resumiendo, los requerimientos de demanda pueden ser cubiertos ya sea comprando directamente a un proveedor o bien, haciendo una transferencia de material desde un almacén de la misma empresa.

Vale la pena mencionar que los embarques laterales además de ser una opción dentro del abastecimiento múltiple también son una estrategia para la administración de los niveles de inventario de las plantas de manufactura.

En la literatura se encuentran las siguientes razones por las cuales una compañía opta por utilizar los embarques laterales en vez de compra tradicional a proveedores:

- Exceso de Inventario
- Faltante de Inventarios
- Problemas de capacidad y tiempo de entrega de los proveedores

2.1.1 EXCESO DE INVENTARIO

Se define exceso de inventario cuando se tienen en existencia ciertos números de parte con una cantidad en mano significativamente mayor comparada con el promedio de consumo anual (Nnamdi, 2018). En general podemos decir que un exceso de inventario nos indica una falta de balance entre la demanda y el abastecimiento. Dentro de las causas que generan un exceso de inventario se encontraron las siguientes: (Crandall, 2003)

- Variación en la demanda: La proliferación de productos y los ciclos de productos más cortos contribuyen a la incertidumbre general de la demanda tanto para los minoristas como para los fabricantes, lo que dificulta el pronóstico de la demanda y la planificación de la producción cada día. Los ciclos económicos se suman al

problema del pronóstico. No importa cuán cuidadosamente planifiquen, parece que las compañías generalmente siguen fabricando o comprando productos más allá del punto de desaceleración económica y no comienzan a hacer o comprar a tiempo para la recuperación económica.

- **Cambios en suministro:** Los proveedores pueden motivar a las empresas de abastecerse de más ofreciendo descuentos por volumen o bien promocionando compras anticipadas debido a la estacionalidad de los productos. De igual manera los proveedores promueven que los clientes mantengan más inventario por problemas de capacidad suficiente, problemas de calidad, alta variabilidad en sus tiempos de entrega o bien no entregan en el plazo estipulado con el cliente.
- **Ventas y mercadeo:** Algunas veces las áreas de mercadotecnia promueven el exceso de inventario para poder dar una respuesta rápida a los clientes. Recurren a los pronósticos, pero como bien sabemos hasta los modelos más perfectos de pronósticos tienen margen de error. Con la idea de mejorar el servicio al cliente y minimizar tiempos de entrega se hace muy difícil evitar la generación de excesos en los inventarios.
- **Ingeniería:** El área de ingeniería busca constantemente mejorar el diseño los productos y, cuando logran, son muy poco pacientes y desean ver el cambio lo más pronto posible. Nuevos productos normalmente ocupan inventarios adicionales en todos los niveles, desde materia prima hasta productos terminados. Estos cambios, la mayoría de las veces, generaran obsolescencia y por consecuencia exceso de inventarios. Además, estos cambios tienden a afectar a toda la cadena extendida, orillando a clientes y proveedores a administrar apropiadamente el problema de obsolescencia.
- **Planeación de producción y compras:** Una de las tareas principales de los planeadores es optimizar el uso de la fuerza laboral, así como de la utilización de las líneas de producción, para lograr esto, nivelan su planes y programas de producción para evitar fluctuaciones. Sin embargo, cuando se presentan cambios en la demanda, esta estrategia de nivelación de producción puede generar faltantes o exceso en los

inventarios. Por su parte los compradores pueden caer en la tentación de comprar lotes grandes cuando descuentos son ofrecidos por los proveedores

2.1.2 FALTANTE DE INVENTARIOS

Otra consecuencia del desbalance entre el suministro y la demanda dentro de la cadena es la presencia de faltantes de números de parte de los componentes necesarios en una orden de fabricación, estos faltantes dan como resultado, en la mayoría de los casos, retrasos en las fechas de entrega comprometidas con los clientes. Otros problemas generados por el faltante de inventarios son:

- Cambios excesivos de configuración en líneas de producción: Al existir faltantes de componentes, es más común generar una mayor cantidad ordenes de producción con cantidades pequeñas de diferentes números de parte, lo que obliga a hacer más cambios en la configuración de las líneas de producción en intervalos de tiempo más cortos.
- *Backorders*: Toda orden que no se puede surtir en la fecha comprometida debido a la falta de suministro disponible. Muchas compañías utilizan el número de *Backorders* como una medida de eficiencia en la operación.
- Impacto en los métricos de producción: Los faltantes de inventarios tiene un impacto directo en los métricos de las operaciones de las compañías.
- Utilización de las instalaciones: La falta de materiales para ordenes de fabricación pueden generar paros de línea, lo que genera que los costos de operación se eleven.
- Costos de expedición: Con la intención de cumplir a tiempo con las ordenes de los clientes, en muchas ocasiones las compañías incurren en gastos de expedición de material para hacer que este llegue en tiempo más corto a la fábrica, sin embargo, este costo la mayoría de las veces es muy elevado, lo que provoca que los costos totales de fabricación se eleven y muchas veces salga más caro producir el ensamble que la ganancia que se obtiene de su venta.

2.1.3 PROBLEMAS DE CAPACIDAD Y TIEMPO DE ENTREGA DE LOS PROVEEDORES

Es práctica común que los proveedores definan sus capacidades de producción, esto es, la cantidad de piezas en un periodo de tiempo específico que pueden entregar a sus consumidores. Al mismo tiempo definen cuanto tiempo les tomaría hacer llegar el material de su puerta a la puerta de sus clientes. En la gran mayoría de los casos de faltantes de inventarios, esta es debido a que los proveedores presentaron algún problema para cumplir con sus capacidades comprometidas o bien con los tiempos de entrega acordados.

2.2 TRANSFERENCIAS LATERALES

Se conoce como transferencias laterales (*Lateral transshipments*) a los movimientos de productos entre almacenes de la misma compañía. Estos movimientos puede llevarse a cabo de forma regular con el fin de proactivamente distribuir correctamente los niveles de inventario, o bien, pueden darse de forma reactiva como un método para disminuir excesos de inventarios y al mismo tiempo satisfacer una demanda en riesgo de incumplimiento por falta de material en mano (Colin Paterson, 2009).

Por esta razón, la posibilidad de compartir stocks entre diferentes almacenes con la intención de distribuir los niveles de inventario y al mismo tiempo cumplir con la demanda final (moviendo material de almacenes con exceso o bien con niveles aceptables de inventario a almacenes con cortos) se ha vuelto una opción más para las empresas buscando mejorar el servicio al cliente y a la vez disminuir los costos totales de la cadena (Lorenzo Tiacci, 2010).

Tradicionalmente los embarques entre almacenes del mismo escalón han sido usados como una estrategia empresarial en sistemas de inventarios con múltiples locaciones. La facilidad de transferir inventario entre almacenes del mismo escalón da una opción más de abastecimiento, además es una fuente adicional normalmen-

te caracterizada por un corto periodo de entrega. Usar este tipo de abastecimiento cumple dos metas, primero, proporcionar una fuente secundaria de material cuando la demanda en un lugar particular resulta ser mayor de lo esperado, mientras que, en un segundo almacén, el exceso de stock está disponible.

En tal caso, la ubicación adicional generalmente puede proporcionar los productos requeridos más rápido que el proveedor original. Pero una vez que tales transferencias de emergencia se establecen y usan regularmente, el segundo objetivo, coordinar las transferencias. Es decir, las cantidades de reposición se determinan conjuntamente, teniendo en cuenta las transferencias posibles (Yale T. Herer, 2001).

2.3 SELECCIÓN DE PROVEEDORES

La necesidad de contar con pocos y confiables proveedores, con quienes se puedan mantener relaciones de negocio de largo plazo selección de proveedores puede describirse como el proceso de identificación y evaluación de características establecidas más allá del precio y los tiempos de entrega (Ho, 2008) (Shih, 2009). El objetivo principal de la selección de proveedores es identificar aquellos con el mayor potencial para satisfacer las necesidades de una compañía de manera consistente y a un costo aceptable.

La selección consiste entonces en una comparación amplia de proveedores que utilizan un conjunto común de criterios y medidas. Sin embargo, el nivel de detalle utilizado para examinar posibles proveedores puede variar según las necesidades de una compañía. Para seleccionar posibles proveedores, la empresa evalúa la capacidad de cada proveedor para satisfacer sus necesidades de manera consistente y rentable utilizando criterios de selección y medidas apropiadas.

Los criterios y su forma de medirlos se desarrollan para que puedan aplicarse a cada uno de los proveedores considerados y para reflejar las necesidades de la empresa y su estrategia de suministro y tecnología. Puede que no sea fácil convertir sus necesidades en criterios útiles, porque las necesidades a menudo se expresan co-

mo conceptos cualitativos generales, mientras que los criterios deben ser requisitos específicos que pueden evaluarse cuantitativamente.

La empresa puede establecer medidas mientras desarrolla criterios de selección para garantizar que los criterios sean prácticos de usar. A menudo, el desarrollo de criterios y medidas se superpone con el siguiente paso, la recopilación de información.

La recopilación de información puede ofrecer información sobre el número y el tipo de criterios que se requerirán para la evaluación y el tipo de datos disponibles. Sin embargo, la recopilación de información sin criterios específicos y medidas establecidas puede conducir a un esfuerzo extraño. Los criterios de selección generalmente se dividen en una de cuatro categorías: criterios de proveedor, criterios de rendimiento del producto, criterios de rendimiento del servicio o criterios de costo (Cengiz Kahraman, 2003).

2.4 RETOS EN LA SELECCION DE PROVEEDORES

El problema en la selección de proveedores radica en el alto nivel de incertidumbre que se tiene por el dinamismo en los diferentes criterios de decisión y que puede afectar negociaciones de largo plazo dentro de las cadenas de suministro (Fazli-Khalaf, 2019).

Podemos identificar dos problemas principales cuando nos referimos a la selección de proveedores, el primero identificar aquellos criterios críticos que debo utilizar para hacer esta selección y el segundo seria seleccionar cual es el método más adecuado para analizar dichos criterios (Alkahtani, 2019).

2.5 HERRAMIENTAS PARA LA SELECCIÓN DE PROVEEDORES

En la literatura se pueden encontrar diferentes metodologías para abordar el problema de la correcta selección de proveedores. Una de estas metodologías se conoce como MCDM (Multi-criteria decision making) el cual plantea diferentes enfoques que ofrecen una solución al problema. En las siguientes tablas se pueden ver algunos de los diferentes enfoques MCDM encontrados. En la tabla 2.1 se enlistan los métodos individuales mientras que la tabla 2.2 se muestran los métodos combinados:

TABLA 2.1: Enfoques (Individuales) Multicriterio para toma de Decisiones (MCDM)

ENFOQUE INDIVIDUAL		
Características	Aplicaciones	Referencias
Analisis Envolvente de Datos (DEA)		
<ul style="list-style-type: none"> - Basada en Programación lineal - Se enfoca en medir la eficiencia de los posibles proveedores - Utiliza el termino unidades productivas o unidades de toma de decision - Para medir las eficiencia considera entradas (inputs) para conseguir salidas (outputs) 	<ul style="list-style-type: none"> Manufactura, evaluación de proveedores. Industria de Telecomunicaciones 	<ul style="list-style-type: none"> Braglia and Petroni (2000) Talluri and Baker (2002)
PROGRAMACION LINEAL		
<ul style="list-style-type: none"> - Programación matemática dedicada a maximizar o minimizar (optimizar) una función lineal, denominada función objetivo. ($\text{Max} / \text{min } Z = Ax = b, x \geq 0$) - Las variables de dicha funcion estan sujetas a una serie de restricciones expresadas mediante un sistema de ecuaciones o inecuaciones tambien lineales - El metodo tradicionalmente usado para resolver problemas de programacion lineal es el Metodo Simplex 	<ul style="list-style-type: none"> Industria Farmacéutica Industria de Telecomunicaciones 	<ul style="list-style-type: none"> Talluri and Narasimhan (2003) Ng (2008)
PROGRAMACION LINEAL ENTERA		
<ul style="list-style-type: none"> - Programación matemática dedicada a maximizar o minimizar (optimizar) una función lineal, denominada función objetivo. ($\text{Max} / \text{min } Z = Ax = b, x \geq 0$) - Algunas variables están restringidas a tomar valores enteros. 	<ul style="list-style-type: none"> Industria Farmaceutica 	<ul style="list-style-type: none"> Ng (2008)
PROGRAMACION NO LINEAL ENTERA		
<ul style="list-style-type: none"> - Es el proceso de resolución de un sistema de igualdades y desigualdades sujetas a un conjunto de restricciones sobre un conjunto de variables reales desconocidas - Función objetivo que maximizar (o minimizar) - Algunas de las restricciones o la función objetivo no son lineales. 	<ul style="list-style-type: none"> Caso hipotético 	<ul style="list-style-type: none"> Ghodsypour and O'Brien (2001)
PROGRAMACION DE OBJETIVOS (GP)		
<ul style="list-style-type: none"> - Rama del análisis de decisiones multicriterio (MCDA). - Se puede considerar como una extensión o de la programación lineal para manejar múltiples medidas objetivas normalmente conflictivas. - A cada una de estas medidas se le asigna una meta o un valor objetivo a alcanzar. - Las desviaciones se miden con respecto a estos objetivos tanto por encima como por debajo del objetivo. - Las desviaciones no deseadas de este conjunto de valores objetivo se minimizan en una función de logro. - Puede ser un vector o una suma ponderada que depende de la variante de programación de objetivos utilizada.- 	<ul style="list-style-type: none"> Fabricación de Bombas de engranajes hidráulicos 	<ul style="list-style-type: none"> Karpak et al. (2001)
PROGRAMACION MULTIOBJETIVOS		
<ul style="list-style-type: none"> - Toma de decisiones de múltiples criterios que se refiere a problemas de optimización matemática que implican más de una función objetiva para ser optimizada simultáneamente. - Es necesario tomar decisiones óptimas en presencia de compensaciones entre dos o más objetivos conflictivos. - En los problemas prácticos, puede haber más de tres objetivos. 	<ul style="list-style-type: none"> Manufactura de Computadoras personales 	<ul style="list-style-type: none"> Narasimhan et al. (2006)
PROCESO DE JERARQUIA ANALITICA (AHP)		
<ul style="list-style-type: none"> - Técnica estructurada para organizar y analizar decisiones complejas, basada en las matemáticas y la psicología. - Representa un enfoque preciso para cuantificar los pesos de los criterios de decisión. - Las experiencias de los expertos individuales se utilizan para estimar las magnitudes relativas de los factores mediante comparaciones por pares. - Cada uno de los encuestados tiene que comparar la importancia relativa entre los dos ítems bajo un cuestionario de diseño especial 	<ul style="list-style-type: none"> Manufactura de semiconductores Industria de aviación 	<ul style="list-style-type: none"> Chan (2003) Hou and Su (2007)
RAZONAMIENTO BASADO EN CASOS (CBR)		
<ul style="list-style-type: none"> - Es el proceso de resolver nuevos problemas basados en las soluciones de problemas anteriores similares. - Una manera de razonar haciendo analogías. - La descripción de la experiencia debe estar perfectamente descrita y se intenta que no falte información en su descripción. 	<ul style="list-style-type: none"> Productos de Consumo 	<ul style="list-style-type: none"> Choy and Lee (2003)
PROCESO ANALITICO EN RED (ANP)		
<ul style="list-style-type: none"> - Forma más general del proceso de jerarquía analítica (AHP) que se utiliza en el análisis de decisiones de criterios múltiples. - El problema de decisión se representa como una red formada por los criterios y las alternativas (denominados elementos) formando grupos. - Los elementos de la red ejercen influencia entre ellos que el decisor valora mediante comparaciones pareadas cuya intensidad se mide en la escala 1-9 de Saaty. 	<ul style="list-style-type: none"> Industria Electrónica 	<ul style="list-style-type: none"> Gencer and Gürpınar (2007)
TEORIA DE CONJUNTOS DIFUSOS		
<ul style="list-style-type: none"> - También conocidos como conjuntos inciertos son conjuntos cuyos elementos tienen grados de pertenencia. - Salihi (1965) definió un tipo de estructura más general llamado relación L, que estudió en un contexto algebraico abstracto. - La teoría de conjuntos difusos permite la evaluación gradual de la pertenencia de elementos a un conjunto; esto se describe con la ayuda de una función de pertenencia valorada en el intervalo unitario real [0, 1]. - En la teoría de conjuntos difusos, los conjuntos bivalentes clásicos suelen denominarse conjuntos nítidos. - La teoría de conjuntos difusos se puede utilizar en una amplia gama de dominios en los que la información es incompleta o imprecisa, como la bioinformática. 	<ul style="list-style-type: none"> Manufactura de Hi Tech 	<ul style="list-style-type: none"> Chen et al. (2006) Sarkar and Mohapatra (2006) Florez-Lopez (2007)
TECNICA SIMPLE DE CLASIFICACION MULTI ATRIBUTOS (SMART)		
<ul style="list-style-type: none"> - Se basa en un modelo aditivo lineal. - El valor global de una alternativa se calcula como la suma total de la puntuación de rendimiento (valor) de cada criterio (atributo) multiplicado por el peso de ese criterio. - En SMART, las clasificaciones de alternativas se asignan directamente, en las escalas naturales de los criterios. 	<ul style="list-style-type: none"> Manufactura vidrios Manufactura de PC 	<ul style="list-style-type: none"> Ding et al. (2005)

TABLA 2.2: Enfoques (Combinados) Multicriterio para toma de Decisiones (MCDM)

ENFOQUE COMBINADO		
Características	Aplicaciones	Referencias
AHP - BI-NEGOCIACION		
El modelo permitió a los compradores y proveedores negociar múltiples atributos para un acuerdo, incluidos los activos, los criterios comerciales, el costo y la entrega.	Manufactura de Computadoras	Chen and Huang (2007)
AHP - DEA		
DEA podría utilizarse para evaluar el desempeño de proveedores utilizando información tanto cuantitativa como cualitativa obtenida del costo total de propiedad y AHP. Específicamente, los costos basados en el concepto de costo total de propiedad fueron consideradas entradas, mientras que las ponderaciones AHP se consideraron salidas en el modelo DEA.	Servicios Post venta, Tecnología	Ramanathan (2007) Saen (2007b) Sevкли et al. (2007)
AHP - DEA – RED NEURONAL ARTIFICIAL		
Se propusieron 12 criterios de evaluación para la selección problema. En el enfoque, AHP se utilizó primero para evaluar el desempeño de los proveedores con respecto a cinco factores cualitativos. Luego, los siete criterios cuantitativos restantes junto con las puntuaciones de cada proveedor calculadas por AHP se pasaron a la DEA y a la red (ANN) para medir la eficiencia del desempeño de cada proveedor. Ambos resultados fueron compilados en un índice de eficiencia utilizando un método de promedio simple.	Manufactura de auto partes	Ha and Krishnan (2008)
AHP - GP		
AHP para evaluar el desempeño relativo de los proveedores para cada materia prima con respecto a 14 criterios de evaluación. Las ponderaciones de los proveedores se utilizaron luego como entrada de un modelo de GP para seleccionar el mejor conjunto de proveedores para un tipo particular de materias primas y determinar la cantidad de materias primas que se comprarían.	Manufactura de automoviles	Çebi and Bayraktar (2003) Wang et al. (2004) Perçin (2006)
AHP – ANALISIS RELACIONAL GRIS		
AHP para calcular las ponderaciones de importancia relativa de Criterios cualitativos. Las ponderaciones se utilizaron luego como coeficientes de análisis relacional gris modelo. El modelo combinaría los datos cualitativos y cuantitativos para producir el gris valores de grado relacional. Un proveedor con el valor más alto fue considerado como el mejor proveedor.	Manufactura de Computadoras	Yang and Chen (2006)
AHP – PROGRAMACION NO LINEAL ENTERA		
Un método de dos etapas para tratar con el proveedor problemas de selección y cantidad de pedidos simultáneamente. En la primera etapa, se aplicó AHP a clasificar y reducir una lista de proveedores a un número manejable con respecto a cinco evaluando criterios, en segundo lugar, el entero mixto no lineal. Se construyó un modelo de programación para determinar la cantidad óptima de pedido.	Caso hipotetico	Mendoza and Ventura (2008)
AHP – PROGRAMACION MULTIOBJETIVOS		
AHP en el entero mixto multiobjetivo modelo de programación para la selección de proveedores. El modelo aplicó AHP para calcular el puntaje de desempeño de proveedores potenciales primero. Las puntuaciones se utilizaron luego como coeficientes de una de las cuatro funciones objetivo. El modelo fue determinar el número óptimo de proveedores, seleccione el mejor conjunto de proveedores y determine la cantidad de pedido óptima.	Caso hipotetico	Xia and Wu (2007)
AHP – FUZZY		
En el enfoque, números difusos triangulares y extensión sintética difusa El método de análisis se utilizó para representar el juicio de comparación de los tomadores de decisiones y decidir la prioridad final de diferentes criterios.	Manufactura	Kahraman et al. (2003)
FUZZY – PROGRAMACION MULTIOBJETIVOS		
Desarrolló un modelo difuso de programación lineal multiobjetivo para Selección de proveedores. El modelo podría manejar la vaguedad e imprecisión de los datos de entrada, y ayudar a los responsables de la toma de decisiones a averiguar la cantidad óptima de pedido de cada proveedor. En el modelo se incluyeron 3 funciones objetivas con diferentes pesos. Un algoritmo fue desarrollado para resolver el modelo.	Caso hipotetico	Amid et al. (2006)
FUZZY – SMART		
Los formularios de evaluación de proveedores se utilizaron primero para determinar las puntuaciones de ítems de evaluación individual, y luego los puntajes fueron ingresados a un sistema experto difuso para la determinación del índice de recomendación de proveedores.	Manufactura de Hardware Manufactura Electronicos	Kwong et al. (2002) Chou and Chang (2008)
ANN-CBR		
ANN se utilizó para comparar a los proveedores potenciales, mientras que Se utilizó CBR para seleccionar el mejor proveedor en función de los casos anteriores exitosos y relevantes.	Manufactura	Choy et al. (2003)

2.6 CASO DE ESTUDIO

El caso de estudio de este trabajo gira alrededor de la definición de la metodología que se propondrá a una empresa de manufactura para el proceso de toma de decisión acerca de cuándo es más conveniente cubrir los requerimientos de demanda a través de la compra tradicional a proveedores o bien utilizar los embarques laterales de almacenes de plantas hermanas.

En este caso de estudio la empresa tiene plantas de manufactura localizadas en diferentes países del mundo que fabrican productos similares, dichos productos, en sus listas de materiales, tienen componentes iguales que se suministran en todas o algunas de las plantas. Cada planta administra sus almacenes de materia prima de forma independiente. Al realizar un análisis global de los niveles de inventario de se ha concluido que en almacenes se tiene exceso de inventario de ciertos números de parte, mientras que en otros se tienen faltantes de esos mismos números de parte.

Es entonces cuando la empresa se hace la siguiente pregunta: Para el caso de las plantas donde se tiene faltantes, ¿que nos conviene más, comprar las partes directamente del proveedor, o realizar una transferencia de un almacén donde tenemos exceso de inventario? Hoy en día solo se cuenta con un reporte de inventarios global que indica que números de parte tienen demanda en un horizonte de planeación definido y que números de parte no, con lo cual, en base a esa información, se determina cuales números de parte pudieran transferirse de las plantas con sobre inventario a las plantas con faltantes. Sin embargo, a la empresa le gustaría contar con una metodología más específica para poder tomar la decisión más conveniente.

2.7 CONCLUSIONES

Después de lo discutido en las secciones anteriores, se puede concluir que el proceso de definición de la estrategia de suministro (proveeduría tradicional vs embarques laterales) debe ser considerado pieza fundamental dentro de la cadena de suminis-

tro de la empresa del caso de estudio, ya que no solo se está considerando cubrir los requerimientos de demanda, sino también se está buscando utilizar los embarque laterales para mantener los niveles adecuados de inventario en los diferentes almacenes de materia prima de las plantas de manufactura.

Ahora bien, son muchos los criterios a tomar en cuenta para poder decidir cuando es más conveniente optar por la compra tradicional y cuando por los embarques laterales, por lo mismo, para esta tesis se considera que utilizar algún enfoque MCDM *Multi Criteria Decision Making* podría hacer más robusta la metodología propuesta.

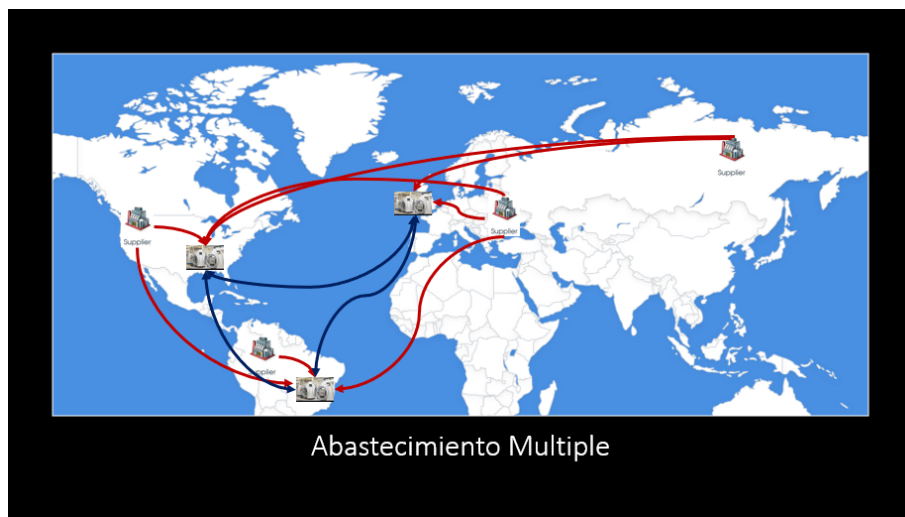


FIGURA 2.2: Abastecimiento Multiple

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

En este capítulo se detallan los pasos recomendados para resolver el problema planteado en el capítulo 1, donde se definió que el trabajo de estudio busca solucionar lo siguiente:

- Reducir el exceso de inventario en las plantas de manufactura implementando una metodología de abastecimiento múltiple.
- Cubrir los faltantes existentes para cumplir en tiempo con las ordenes de los clientes.
- Reducir los costos globales de abastecimiento.

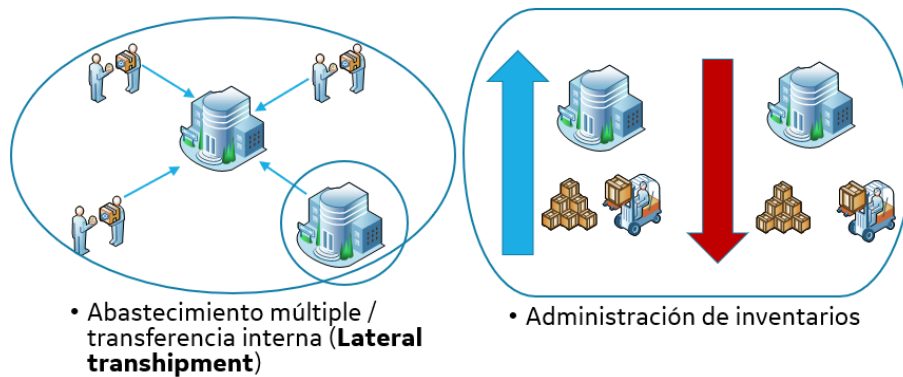


FIGURA 3.1: Definición del Problema

Por un lado, se busca resolver la pregunta de cuando es mejor opción llevar a cabo un reabastecimiento en la forma tradicional o cuando es más conveniente utilizar el

inventario existente en otra planta de manufactura. Por otro lado, se tiene el objetivo de balancear los niveles de inventario para evitar faltantes de números de parte que impacten en la fabricación de productos terminados que serán entregados en las instalaciones del cliente.

El siguiente diagrama muestra los pasos propuestos como metodología, dichos pasos serán descritos con detalle en el transcurso de este capítulo.

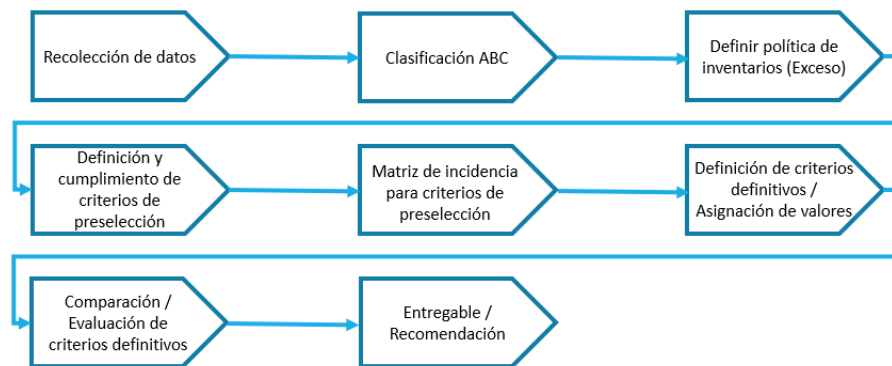


FIGURA 3.2: Metodología

3.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

El primer paso es obtener la información necesaria de los artículos de las organizaciones A01 y A02 ; del total de artículo activos en la base de datos, seleccionamos aleatoriamente 20 artículos. La información que se propone obtener es la siguiente:

- Número de parte
- Descripción del artículo.
- Cantidad en mano
- Costo Unitario
- Demanda real

Con la cantidad en mano y la demanda real, se calcula la cantidad real disponible.

3.2 CLASIFICACIÓN ABC

Dentro de una organización no todos los artículos deben ser administrados de la misma manera, existen características específicas que permiten clasificar y agrupar los artículos para facilitar su administración, en la literatura revisada se mencionan las siguientes características como ejemplo:

- Costo unitario
- Utilización en un determinado periodo de tiempo.
- Demanda
- Tiempo de producción
- etc.

Pareto fue el primero en documentar el principio de la administración de materiales, notó que muchas situaciones están dominadas por un número relativamente pequeño de elementos fundamentales en esa situación. Así, supuso que, controlando relativamente pocos elementos fundamentales, habría recorrido un gran camino para controlar la situación (Fogarty D., 1994)

Con base a lo anterior, lo que se busca con la clasificación ABC es:

- Clasificar los artículos del inventario en relación con su importancia relativa
- Definir controles de administración apropiados para cada clasificación.

Entonces, las letras A, B, C identifican clasificaciones de artículos con diferentes niveles de importancia. Una vez definidas las categorías el siguiente paso es asignar controles a cada una de ellas, como ejemplo de estos controles se pueden citar los siguientes:

- Artículos A
 - Conteos cíclicos mensuales

- Cantidades grandes de orden
- Inventarios de Seguridad
- Artículos B
 - Conteos cíclicos cada tres meses
 - Pedidos contra Demanda
- Artículos C
 - Conteos cíclico anuales
 - Registros sencillos
 - Pueden almacenarse directamente en el área de producción

Para el presente caso de estudio, se utilizará la clasificación A, B, C para asignar la política de inventarios adecuada a cada artículo y así poder determinar si estos son candidatos para el proceso de transferencia interna.

3.3 POLÍTICA DE INVENTARIOS

Una vez definidas las categorías ABC y realizada la clasificación de los artículos en inventario en base a estas, el siguiente paso es definir una política de inventarios para cada categoría. Como se mencionó en la sección anterior, no todos los artículos deben administrarse de la misma manera, por esta razón la política de inventarios no debiera ser la misma, por lo que, como parte de este trabajo, es necesario definir que política de inventario seguiremos para cada categoría.

Podemos definir una política de inventario como un conjunto de decisiones, reglas y lineamientos para diversas situaciones en el inventario(Fogarty D., 1994); para este trabajo nos concentraremos en definir los lineamientos para cuando poder considerar que cada categoría cae en un exceso de inventarios.

Como se mencionó en el capítulo anterior, en forma general se puede decir que se tiene exceso de inventario cuando se cuenta con existencia de ciertos números de

parte con una cantidad en mano significativamente mayor comparada con el promedio de consumo anual (Nnamdi, 2018); en el siguiente capítulo, se desarrollarán los lineamientos para definir cuando la cantidad de mano de un artículo que está clasificado en cierta categoría deberá considerarse exceso de inventario.

3.4 CRITERIOS DE PRESELECCIÓN

Una vez realizados los pasos mencionados en las secciones anteriores, como siguiente etapa en la metodología, se propone definir criterios esenciales que sean utilizados como un proceso de pre-selección de artículos, esto es, se busca determinar condiciones o criterios que tengan un carácter de obligatoriedad, luego entonces, para que un artículo pueda ser considerado candidato a la transferencia interna deberá cumplir con estos criterios esenciales. Estos criterios esenciales serán diferentes para cada empresa y deberán definirse en base a la naturaleza específica del negocio, su demanda, y las características de los clientes.

3.5 MATRIZ DE INCIDENCIA

Se propone crear una matriz de incidencia para llevar a cabo el análisis de los datos de todos los criterios de preselección. Esta matriz facilitará la selección de los artículos que podrán considerarse como candidatos a la transferencia interna. La matriz de incidencia para los criterios de preselección debe armarse de tal manera que visualmente pueda identificarse si para cierto artículo un criterio es cumplido o no y la vez poder tomar una conclusión si el artículo puede considerarse candidato a transferencia interna. La matriz consistirá en columnas y renglones, donde en la primera columna se colocarán los números de parte de los artículos, y en las siguientes columnas se enlistarán los criterios de preselección, que, para este caso son: regla de exceso, país de origen, especificación y calificación. Estas columnas estarán agrupadas en secciones dependiendo de el número de organizaciones a comparar. Cada

renglón tendrá la calificación de cada criterio para un específico número de parte, si el número de parte cumple el criterio se asignará un valor de 1, de lo contrario se asignará un valor de 0. En la columna de calificación se asignará el valor de 1 si la suma de los valores es igual a 3 y 0 si la suma arroja un valor menor a 3. Con esto estamos indicando que para que un artículo sea candidato a transferencia interna debe cumplir con los 3 criterios, de lo contrario deberá ser suministrado a través de compra tradicional con un proveedor externo.

3.6 CRITERIOS DEFINITIVOS

En este paso de la metodología se identifican y enlistan aquellos criterios, que se considerarán para tomar la decisión del método de reabastecimiento que se asignará a cada artículo. Como ya se mencionó en capítulos anteriores, la selección correcta del proveedor, o, en este caso, del método de abastecimiento, no es algo que pueda definirse solamente por una lista de precios, deben considerarse otros muchos criterios que pueden ser bien cualitativos o cuantitativos, y, como se vio en el capítulo dos, son muchos los enfoques para analizar estos criterios.

A continuación se mencionan algunos de los criterios que la literatura indica que podrían considerarse como criterio para toma de decisión (Shih, 2009)

- Precio
- Calidad
- Tiempos de entrega
- Servicio
- Garantías
- Reputación
- Posición Geográfica

Como se mencionó en el capítulo 1, en el caso de la compra tradicional a proveedor externo, la compañía tiene perfectamente definidos y evaluados a los proveedores

externos; por lo que, para este caso de estudio, se consideran como criterios definitivos criterios de carácter monetario y criterios de tiempo de entrega.

3.6.1 AGRUPACIÓN DE CRITERIOS

Una vez que se definieron los diferentes criterios a utilizar para seleccionar el método de abastecimiento, ahora toca el turno de agruparlos de tal manera que podamos reducir el número de variables y así simplificar la solución del problema. Se propone agrupar a los atributos en dos familias:

- Atributos de tiempo
- Atributos financieros

Agrupar así los criterios permite llevar el problema a una posición donde la decisión se tomaría únicamente en base a tiempos de entrega y costo de adquisición.

3.6.2 ASIGNAR VALORES Y CALCULAR RESULTADOS

El siguiente paso es obtener los valores específicos de cada criterio para así después proceder a realizar los cálculos correspondientes que nos lleven a, como se mencionaba en la sección anterior, a reducir los criterios de decisión a términos de tiempo y dinero.

Los cálculos que se proponen realizar son:

- Costos Total de Adquisición: Sumar todos los criterios cuyas unidades de medida sean una moneda (Dólar, Euros, Reales, Pesos, etc.)
- Tiempo Total de Entrega: Sumar todos los tiempos que se ocupan para hacer llegar el material de su fuente de abasto a la planta que requiere incrementar su cantidad en mano.

3.7 COMPARACIÓN DE CRITERIOS DEFINITIVOS

El siguiente paso es crear otra matriz que permita comparar los datos del proveedor con referencia a los datos de la transferencia interna (valor monetario y tiempo) de aquellos artículos que hayan sido preseleccionados como posibles opciones a ser abastecidos mediante transferencia lateral. De la misma manera como se creó la matriz de preselección, la matriz para criterios definitivos consistirá en columnas y renglones, donde en la primera columna se colocarán los números de parte de los artículos, y en las siguientes columnas se enlistarán los criterios definitivos, que, para este caso son: tiempo de transferencia de la organización hermana, costo de transferencia, tiempo de entrega del proveedor, precio del proveedor, comparación de tiempo, comparación de costo y calificación. Los valores de comparación se asignarán de la manera siguiente:

- Si el tiempo de transferencia es menor al tiempo de entrega del proveedor asigna el valor de 1 de lo contrario se asigna el valor de 0
- Si el costo de transferencia es menor al precio del proveedor asigna el valor de 1 de lo contrario se asigna el valor de 0

Por último, la calificación final será en base a las comparaciones previamente establecidas; para tomar dicha decisión se seguirá la lógica descrita a continuación:

- Si la suma de tiempo y costo es igual a 2 entonces se asigna un valor de 1
- Si la suma de tiempo y costo es igual a 0 entonces se asigna un valor de 0
- Si el tiempo es mayor que el costo entonces se asigna un valor de 1
- Si el tiempo es menor que el costo entonces se asigna un valor de 0

Donde 1 indica que la recomendación de abastecimiento para el artículo es mediante transferencia interna, y 0 indica que la recomendación de abastecimiento es mediante compra a proveedor.

3.8 ENTREGABLE / RECOMENDACIÓN

Con los resultados que se obtengan de comparación, el último paso del trabajo de investigación será generar un reporte que se entregará al responsable global de materiales con las recomendaciones de fuente de abastecimiento para cada número de parte que haya cumplido con los requisitos esenciales. El formato del reporte será el que se muestra en la siguiente figura:

TABLA 3.1: Entregable

ORG A01				
Numero de Parte	Cantidad Requerida	Proveedor	Costo de adquisicion	Tiempo de Adquisicion
12345	101	WA02	25	30
67891	300	S01	20	20

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS Y RESULTADOS

El objetivo principal de este capítulo es aplicar la metodología propuesta en el capítulo 3 al conjunto de datos recolectados para esta investigación.



FIGURA 4.1: Metodología

4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

Como se indicó en la metodología, el primer paso es obtener del ERP la información necesaria de los artículos de las organizaciones a las que llamaremos A01 y A02.

Es importante mencionar que se obtuvo la información de 20 artículos seleccionados aleatoriamente.

La información que se extrajo fue la siguiente:

- Número de parte
- Descripción del artículo.
- Cantidad en mano
- Costo Unitario
- Demanda real

Cabe mencionar que restando la cantidad en mano menos la demanda real se obtiene la cantidad real disponible.

TABLA 4.1: Datos artículos Organización A01

Organización A01					
Número de parte	Descripción	Costo Unitario	Cantidad en mano	Demanda Real	Cantidad Real Disponible
1002036	WEAR PLATEXXX	472.43	7	2	5
1005132	STABILIZER DIAPHXXX	55.03	10	7	3
1005208-07	DIAPHRA HYDROGENATEXXX	747.44	1	11	-10
1005212-07	GASKET BTM PXXX	50.89	2	8	-6
1005213	STABILIZER DIK20 INJEXXXX	182.16	1	0	1
1005214	STABILIZERXXX	33.09	3	7	-4
1005215	STABILIZERXXX	7.75	3	2	1
1008953	RING RETAINING PISXXX	1.93	27	18	9
1009123	EYEBOLT SLEEVEXXX	33.81	1	9	-8
11011-230	O-RING IAW HEMXXX	3.24	14	18	-4
11011-235	O-RING IAW HEXXXX	1.89	32	4	28
11011-236	O-RING IAW XXX	4.75	4	13	-9
11011-239	O-RING IAW HEXXXX	2.39	19	12	7
11011-244	O-RING IAW HEXXXX	6.10	5	2	3
11011-347	O-RING IAW HEXXXX	3.76	17	4	13
11011-353	O-RING IAW HEXXXX	4.24	3	5	-2
111053-1	GASKET, VX-2, 18XXX	3,272.00	1	2	-1
149159-1	CORROSION CAP PARXXX	350.00	2	4	-2
1900001-132	O-RINGXXX	0.18	433	17	416
1900001-212	O-RING 70XXX	0.22	24	3	21

TABLA 4.2: Datos artículos Organización A02

Organización A02					
Número de parte	Descripción	Costo Unitario	Cantidad en mano	Demanda Real	Cantidad Real Disponible
1002036	WEAR PLATEXXX	467.65	124	6	118
1005132	STABILIZER DIAPHXXX	50.03	9	8	1
1005208-07	DIAPHRA HYDROGENATEXXX	657.44	22	3	19
1005212-07	GASKET BTM PXXX	60.29	139	19	120
1005213	STABILIZER DIK20 INJEXXXX	192.16	135	16	119
1005214	STABILIZERXXX	38.18	5	18	-13
1005215	STABILIZERXXX	6.05	103	2	101
1008953	RING RETAINING PISXXX	1.77	111	12	99
1009123	EYEBOLT SLEEVEXXX	33.81	138	25	113
11011-230	O-RING IAW HEMXXX	3.24	18	6	12
11011-235	O-RING IAW HEXXXX	2.00	127	26	101
11011-236	O-RING IAW XXX	4.75	41	35	6
11011-239	O-RING IAW HEXXXX	2.39	11	11	0
11011-244	O-RING IAW HEXXXX	5.45	123	31	92
11011-347	O-RING IAW HEXXXX	3.76	88	3	85
11011-353	O-RING IAW HEXXXX	4.24	139	48	91
111053-1	GASKET, VX-2, 18XXX	3350.00	88	31	57
149159-1	CORROSION CAP PARXXX	350.00	4	38	-34
1900001-132	O-RINGXXX	0.25	98	23	75
1900001-212	O-RING 70XXX	0.31	150	24	126

En estas dos tablas podemos identificar claramente los artículos que presentan faltantes en el inventario, esto es la cantidad real disponible es negativa así como también podemos ver los artículos con cantidad excedente, aquellos cuya cantidad real disponible es un número positivo.

Adicionalmente a la información del artículo, se ocupa también la información relacionada con su fuente de suministro:

- Nombre del proveedor
- Precio

- Lead Time

TABLA 4.3: Datos de Suministro Organización A01

Organización A01				
Numero de parte	Descripción	Proveedor	Lead Time	Precio
1002036	WEAR PLATEXXX	S1	35	495.5
1005132	STABILIZER DIAPHXXX	S2	12	52
1005208-07	DIAPHRA HYDROGENATEXXX	S3	15	755
1005212-07	GASKET BTM PXXX	S1	5	48
1005213	STABILIZER DIK20INJEXXXX	S2	9	185
1005214	STABILIZERXXX	S3	10	37
1005215	STABILIZERXXX	S1	14	9
1008953	RING RETAINING PISXXX	S2	60	185
1009123	EYEBOLT SLEEVEXXX	S3	15	32
11011-230	O-RING IAW HEMXXX	S1	20	3.5
11011-235	O-RING IAW HEXXXX	S2	5	2
11011-236	O-RING IAW XXX	S3	5	5
11011-239	O-RING IAW HEXXXX	S1	5	2.20
11011-244	O-RING IAW HEXXXX	S2	5	6
11011-347	O-RING IAW HEXXXX	S3	10	3.76
11011-353	O-RING IAW HEXXXX	S1	15	4.5
111053-1	GASKET, VX-2, 18XXX	S2	50	3,300
149159-1	CORROSION CAP PARXXX	S3	25	355
1900001-132	O-RINGXXX	S1	5	.25
1900001-212	O-RING 70XXX	S2	5	.25

TABLA 4.4: Datos de Suministro Organización A02

Organización A02				
Numero de parte	Descripción	Proveedor	Lead Time	Precio
1002036	WEAR PLATEXXX	S1	20	550
1005132	STABILIZER DIAPHXXX	S2	20	50
1005208-07	DIAPHRA HYDROGENATEXXX	S3	25	800
1005212-07	GASKET BTM PXXX	S1	3	50
1005213	STABILIZER DIK20 INJEXXXX	S2	12	180
1005214	STABILIZERXXX	S3	8	37
1005215	STABILIZERXXX	S1	17	9
1008953	RING RETAINING PISXXX	S2	50	200
1009123	EYEBOLT SLEEVEXXX	S3	10	33
11011-230	O-RING IAW HEMXXX	S1	25	4
11011-235	O-RING IAW HEXXXX	S2	5	2
11011-236	O-RING IAW XXX	S3	5	5
11011-239	O-RING IAW HEXXXX	S1	7	3
11011-244	O-RING IAW HEXXXX	S2	5	6
11011-347	O-RING IAW HEXXXX	S3	15	4
11011-353	O-RING IAW HEXXXX	S1	18	5.2
111053-1	GASKET, VX-2, 18XXX	S2	45	4000
149159-1	CORROSION CAP PARXXX	S3	30	380
1900001-132	O-RINGXXX	S1	3	.19
1900001-212	O-RING 70XXX	S2	5	.25

Esta información de los proveedores la utilizaremos para tomar la decisión de cuando es más conveniente comprar el artículo o bien transferirlo entre organizaciones.

4.2 CLASIFICACIÓN ABC

El siguiente paso de la metodología es definir una clasificación ABC. Una parte del planteamiento del problema de este trabajo de investigación es el relacionado con la administración de inventarios, para lo cual debemos contestarnos las siguientes preguntas:

- Cual es la importancia de cada uno de los artículos?
- Como deben ser controlados?
- Que cantidad debería ordenarse?
- Cuando debería colocarse una orden de reabastecimiento?

Tratando de contestar estas preguntas, utilizaremos la clasificación ABC que se basa en el concepto de que un número pequeño de artículos representaran los valores más críticos. El control ABC separa los items más importantes de los menos importantes y nos ayuda a determinar el nivel de control requerido.

4.2.1 MÉTODOS DE COMPILACIÓN

El primer paso para definir la clasificación ABC es determinar el valor relativo de los artículos, para esto es necesario establecer el criterio de evaluación que se utilizara, dicho criterio de evaluación será definido por el negocio, a estos criterios los llamaremos métodos de compilación.

Un análisis ABC determina el valor relativo de un grupo de artículos de inventario basado en un criterio de valoración especificado por el usuario, como resultado de este análisis se asignan las clasificaciones ABC, donde los elementos A se clasifican por encima de los elementos B, y así sucesivamente. Algunos ejemplos de los métodos de compilación son los siguientes:

- Cantidad actual disponible: Utiliza la cantidad actual de inventario disponible. Asigna la secuencia por cantidad descendente.

- Valor actual disponible: Utiliza la cantidad actual disponible de inventario multiplicado por el costo del artículo. Asigna la secuencia por valor descendente.
- Costo unitario del artículo: La clasificación de los artículos se basa en el costo unitario.
- Histórico de transacciones: Utiliza el número histórico de transacciones (historial de transacciones) para el período de tiempo que especifique. Asignar el número de secuencia por número descendente de transacciones.
- Histórico de uso: Utiliza la cantidad de uso histórico (historial de transacciones) para el tiempo período que especifique. Asignar el número de secuencia descendiendo cantidad.
- Histórico de valor: Utiliza el valor de uso histórico (historial de transacciones). Esta es la suma de las cantidades de transacciones multiplicado por el costo unitario de las transacciones para el período de tiempo que especifique. Asignar el número de secuencia por valor descendente.

Para el caso de estudio ocuparemos la clasificación ABC para determinar que estrategia de reabastecimiento se aplicara para cada clasificación, por lo que el negocio decidió que el método de compilación será:

- Valor actual disponible: Utiliza la cantidad actual disponible de inventario multiplicado por el costo del artículo. Asigna la secuencia por valor descendente.

4.2.2 VALOR ACTUAL DISPONIBLE

Como se mencionó en la sección anterior, el negocio decidió utilizar el método de compilación basado en el valor actual disponible; este valor se calcula multiplicando el costo unitario del producto por la cantidad en mano. En la siguiente tabla se

muestran los valores al aplicar el método de compilación a los 20 números de parte de la organización A01.

TABLA 4.5: Valor actual disponible Org A01

Organización A01				
Número de parte	Descripción	Costo Unitario	Cantidad en mano	Valor actual disponible
1002036	WEAR PLATEXXX	472.43	7	3307.01
1005132	STABILIZER DIAPHXXX	55.03	10	550.3
1005208-07	DIAPHRA HYDROGENATEXXX	747.44	1	747.44
1005212-07	GASKET BTM PXXX	50.89	2	101.78
1005213	STABILIZER DIK20 INJEXXXX	182.16	1	182.16
1005214	STABILIZERXXX	33.09	3	99.27
1005215	STABILIZERXXX	7.75	3	23.25
1008953	RING RETAINING PISXXX	1.93	27	52.11
1009123	EYEBOLT SLEEVEXXX	33.81	1	33.81
11011-230	O-RING IAW HEMXXX	3.24	14	45.36
11011-235	O-RING IAW HEXXXX	1.89	32	60.48
11011-236	O-RING IAW XXX	4.75	4	19
11011-239	O-RING IAW HEXXXX	2.39	19	45.41
11011-244	O-RING IAW HEXXXX	6.1	5	30.5
11011-347	O-RING IAW HEXXXX	3.76	17	63.92
11011-353	O-RING IAW HEXXXX	4.24	3	12.72
111053-1	GASKET, VX-2, 18XXX	3,272.00	1	3272
149159-1	CORROSION CAP PARXXX	350	2	700
1900001-132	O-RINGXXX	0.18	433	77.94
1900001-212	O-RING 70XXX	0.22	24	5.28

TABLA 4.6: Valor actual disponible Org A02

Organización A02				
Número de Parte	Descripción	Costo Unitario	Cantidad en mano	Valor actual disponible
1002036	WEAR PLATEXXX	467.65	124	57988.6
1005132	STABILIZER DIAPHXXX	50.03	9	450.27
1005208-07	DIAPHRA HYDROGENATEXXX	657.44	22	14463.68
1005212-07	GASKET BTM PXXX	60.29	139	8380.31
1005213	STABILIZER DIK20 INJEXXXX	192.16	135	25941.6
1005214	STABILIZERXXX	38.18	5	190.9
1005215	STABILIZERXXX	6.05	103	623.15
1008953	RING RETAINING PISXXX	1.77	111	196.47
1009123	EYEBOLT SLEEVEXXX	33.81	138	4665.78
11011-230	O-RING IAW HEMXXX	3.24	18	58.32
11011-235	O-RING IAW HEXXXX	2	127	254
11011-236	O-RING IAW XXX	4.75	41	194.75
11011-239	O-RING IAW HEXXXX	2.39	11	26.29
11011-244	O-RING IAW HEXXXX	5.45	123	670.35
11011-347	O-RING IAW HEXXXX	3.76	88	330.88
11011-353	O-RING IAW HEXXXX	4.24	139	589.36
111053-1	GASKET VX-218XXX	3350	88	294800
149159-1	CORROSION CAP PARXXX	350	4	1400
1900001-132	O-RINGXXX	0.25	98	24.5
1900001-212	O-RING 70XXX	0.31	150	46.5

El siguiente paso es organizar los datos de manera descendente tomando como valor de referencia el valor actual, asignando secuencia numérica y calculando el valor actual acumulado

TABLA 4.7: Valor actual disponible acumulado Org A01

Organización A01						
Secuencia	Número de Parte	Descripcion	Costo Unitario	Cantidad en mano	Valor actual	Valor actual acumulado
1	1002036	WEAR PLATEXXX	472.43	7	3307.01	3307.01
2	111053-1	GASKET, VX-2, 18XXX	3,272.00	1	3272	6579.01
3	1005208-07	DIAPHRA HYDROGENATEXXX	747.44	1	747.44	7326.45
4	149159-1	CORROSION CAP PARXXX	350	2	700	8026.45
5	1005132	STABILIZER DIAPHXXX	55.03	10	550.3	8576.75
6	1005213	STABILIZER DIK20 INJEXXXX	182.16	1	182.16	8758.91
7	1005212-07	GASKET BTM PXXX	50.89	2	101.78	8860.69
8	1005214	STABILIZERXXX	33.09	3	99.27	8959.96
9	1900001-132	O-RINGXXX	0.18	433	77.94	9037.9
10	11011-347	O-RING IAW HEXXX	3.76	17	63.92	9101.82
11	11011-235	O-RING IAW HEXXX	1.89	32	60.48	9162.3
12	1008953	RING RETAINING PISXXX	1.93	27	52.11	9214.41
13	11011-239	O-RING IAW HEXXX	2.39	19	45.41	9259.82
14	11011-230	O-RING IAW HEMXXX	3.24	14	45.36	9305.18
15	1009123	EYEBOLT SLEEVEXXX	33.81	1	33.81	9338.99
16	11011-244	O-RING IAW HEXXX	6.1	5	30.5	9369.49
17	1005215	STABILIZERXXX	7.75	3	23.25	9392.74
18	11011-236	O-RING IAW XXX	4.75	4	19	9411.74
19	11011-353	O-RING IAW HEXXX	4.24	3	12.72	9424.46
20	1900001-212	O-RING 70XXX	0.22	24	5.28	9429.74

TABLA 4.8: Valor actual disponible acumulado Org A02

Organización A02						
Secuencia	Número de Parte	Descripción	Costo Unitario	Cantidad en mano	Valor actual	Valor actual acumulado
1	111053-1	GASKET VX-218XXX	3350	88	294800	294800
2	1002036	WEAR PLATEXXX	467.65	124	57988.6	352788.6
3	1005213	STABILIZER DIK20 INJEXXXX	192.16	135	25941.6	378730.2
4	1005208-07	DIAPHRA HYDROGENATEXXX	657.44	22	14463.68	393193.88
5	1005212-07	GASKET BTM PXXX	60.29	139	8380.31	401574.19
6	1009123	EYEBOLT SLEEVEXXX	33.81	138	4665.78	406239.97
7	149159-1	CORROSION CAP PARXXX	350	4	1400	407639.97
8	11011-244	O-RING IAW HEXXX	5.45	123	670.35	408310.32
9	1005215	STABILIZERXXX	6.05	103	623.15	408933.47
10	11011-353	O-RING IAW HEXXX	4.24	139	589.36	409522.83
11	1005132	STABILIZER DIAPHXXX	50.03	9	450.27	409973.1
12	11011-347	O-RING IAW HEXXX	3.76	88	330.88	410303.98
13	11011-235	O-RING IAW HEXXX	2	127	254	410557.98
14	1008953	RING RETAINING PISXXX	1.77	111	196.47	410754.45
15	11011-236	O-RING IAW XXX	4.75	41	194.75	410949.2
16	1005214	STABILIZERXXX	38.18	5	190.9	411140.1
17	11011-230	O-RING IAW HEMXXX	3.24	18	58.32	411198.42
18	1900001-212	O-RING 70XXX	0.31	150	46.5	411244.92
19	11011-239	O-RING IAW HEXXX	2.39	11	26.29	411271.21
20	1900001-132	O-RINGXXX	0.25	98	24.5	411295.71

4.2.3 PORCENTAJE ACTUAL DISPONIBLE ACUMULADO Y ASIGNACIÓN ABC

Con el valor actual acumulado podemos calcular el porcentaje acumulado con el cual podremos asignar la clasificación ABC

TABLA 4.9: Porcentaje actual disponible acumulado Org A01

Organización A01								
Sequencia	Número de Parte	Descripción	Costo Unitario	Cantidad en mano	Valor actual	Valor actual acumulado	% Acumulado	Clasificacion
1	1002036	WEAR PLATEXXX	472.43	7	3307.01	3307.01	35.07 %	A
2	111053-1	GASKET, VX-2, 18XXX	3,272.00	1	3272	6579.01	69.77 %	A
3	1005208-07	DIAPHRA HYDROGENATEXXX	747.44	1	747.44	7326.45	77.70 %	A
4	149159-1	CORROSION CAP PARXXX	350	2	700	8026.45	85.12 %	A
5	1005132	STABILIZER DIAPHXXX	55.03	10	550.3	8576.75	90.95 %	B
6	1005213	STABILIZER DIK20 INJEXXXX	182.16	1	182.16	8758.91	92.89 %	B
7	1005212-07	GASKET BTM PXXX	50.89	2	101.78	8860.69	93.97 %	B
8	1005214	STABILIZERXXX	33.09	3	99.27	8959.96	95.02 %	B
9	1900001-132	O-RINGXXX	0.18	433	77.94	9037.9	95.84 %	B
10	11011-347	O-RING IAW HEXXX	3.76	17	63.92	9101.82	96.52 %	B
11	11011-235	O-RING IAW HEXXX	1.89	32	60.48	9162.3	97.16 %	C
12	1008953	RING RETAINING PISXXX	1.93	27	52.11	9214.41	97.72 %	C
13	11011-239	O-RING IAW HEXXX	2.39	19	45.41	9259.82	98.20 %	C
14	11011-230	O-RING IAW HEMXXX	3.24	14	45.36	9305.18	98.68 %	C
15	1009123	EYEBOLT SLEEVEXXX	33.81	1	33.81	9338.99	99.04 %	C
16	11011-244	O-RING IAW HEXXX	6.1	5	30.5	9369.49	99.36 %	C
17	1005215	STABILIZERXXX	7.75	3	23.25	9392.74	99.61 %	C
18	11011-236	O-RING IAW XXX	4.75	4	19	9411.74	99.81 %	C
19	11011-353	O-RING IAW HEXXX	4.24	3	12.72	9424.46	99.94 %	C
20	1900001-212	O-RING 70XXX	0.22	24	5.28	9429.74	100.00 %	C

TABLA 4.10: Porcentaje actual disponible acumulado Org A02

Organización A02								
Secuencia	Número de Parte	Descripción	Costo Unitario	Cantidad en mano	Valor actual	Valor actual acumulado	% Acumulado	Clasificación
1	111053-1	GASKET VX-218XXX	3350	88	294800	294800	71.7	A
2	1002036	WEAR PLATEXXX	467.65	124	57988.6	352788.6	85.8	A
3	1005213	STABILIZER DIK20 INJEXXXX	192.16	135	25941.6	378730.2	92.1	A
4	1005208-07	DIAPHRA HYDROGENATEXXX	657.44	22	14463.68	393193.88	95.6	A
5	1005212-07	GASKET BTM PXXX	60.29	139	8380.31	401574.19	97.6	B
6	1009123	EYEBOLT SLEEVEXXX	33.81	138	4665.78	406239.97	98.8	B
7	149159-1	CORROSION CAP PARXXX	350	4	1400	407639.97	99.1	B
8	11011-244	O-RING IAW HEXXX	5.45	123	670.35	408310.32	99.3	B
9	1005215	STABILIZERXXX	6.05	103	623.15	408933.47	99.4	B
10	11011-353	O-RING IAW HEXXX	4.24	139	589.36	409522.83	99.6	B
11	1005132	STABILIZER DIAPHXXX	50.03	9	450.27	409973.1	99.7	C
12	11011-347	O-RING IAW HEXXX	3.76	88	330.88	410303.98	99.8	C
13	11011-235	O-RING IAW HEXXX	2	127	254	410557.98	99.8	C
14	1008953	RING RETAINING PISXXX	1.77	111	196.47	410754.45	99.9	C
15	11011-236	O-RING IAW XXX	4.75	41	194.75	410949.2	99.9	C
16	1005214	STABILIZERXXX	38.18	5	190.9	411140.1	100.0	C
17	11011-230	O-RING IAW HEMXXX	3.24	18	58.32	411198.42	100.0	C
18	1900001-212	O-RING 70XXX	0.31	150	46.5	411244.92	100.0	C
19	11011-239	O-RING IAW HEXXX	2.39	11	26.29	411271.21	100.0	C
20	1900001-132	O-RINGXXX	0.25	98	24.5	411295.71	100.0	C

Como se puede observar, para ambas organizaciones el 20% de los artículos (secuencia 1 -4) representa entre 85 y 90% del valor acumulado, a estos cuatro artículos se les asigna la clasificación A, los siguientes 6 artículos (secuencia 5-10) representan el 10% del valor total acumulado y se les asigna la clasificación B, y los restantes 10 artículos (secuencia 11-20) representan el 5% del valor total acumulado, a estos artículos se les asigna la clasificación C.

4.2.4 POLÍTICA DE INVENTARIOS

Una vez definidas y asignadas las categorías ABC es necesario definir cuando se considerara que existe un exceso de inventario para cada una de ellas, a esto se le denomina política de inventarios. Como se mencionó en el capítulo anterior, no todos los artículos deben administrarse de la misma manera, por esta razón la política de inventarios no debiera ser la misma para todos los artículos, por lo que,

como parte de este trabajo, se propone definir una política de inventario que sirva como guía para determinar que artículos son susceptibles a una transferencia interna y cuáles no.

Podemos definir una política de inventario como un conjunto de decisiones, reglas y lineamientos para diversas situaciones en el inventario (Fogarty D., 1994).

En la literatura se mencionan las siguientes como ejemplos de políticas de inventarios:

- Política artículos clasificación A
 - Evaluación frecuente de los pronósticos y de los métodos para pronosticar
 - Contabilidad cíclica frecuente, posiblemente mensual, con tolerancias rígidas sobre la exactitud.
 - Actualización diaria de registros.
 - Revisión frecuente de los requerimientos de demanda, cantidades a ordenar e inventarios de seguridad: generalmente da como resultados cantidades a ordenar relativamente pequeñas.
 - Seguimiento estricto y expeditación para reducir el tiempo de obtención (entrega)

- Política artículos clasificación B
 - Son similares a los controles para los artículos A, pero aquí la mayor parte de los controles de actividad tienen lugar con menor frecuencia

- Política artículos clasificación C
 - La regla básica es tenerlos
 - Se llevan registros sencillos o no se lleva ninguno; posiblemente se utiliza una revisión periódica del inventario físico.
 - Cantidades grandes de orden e inventario de seguridad.
 - Se almacenan en el área disponible para los trabajadores de producción o para los que los surten.

- Se cuentan los artículos con poca frecuencia (anual o semestralmente), con una exactitud escalar aceptable (se prefiere pesarlos a contarlos)

(Fogarty D., 1994)

Ahora, referente a la política de excesos, en forma general se dice que se tiene exceso de inventario cuando se tiene existencia de ciertos números de parte con una cantidad en mano significativamente mayor comparada con el promedio de consumo anual (Nnamdi, 2018) y tenemos faltante de inventario cuando la cantidad en mano no es suficiente para cubrir los requerimientos de la demanda del producto final. La empresa ha definido la siguiente política

- Clase A - Si la cantidad en mano es mayor igual al 10 % de la demanda real entonces se considera exceso.
- Clase B - Si la cantidad en mano es mayor igual al 25 % de la demanda real entonces se considera exceso.
- Clase C - Si la cantidad en mano es mayor igual al 40 % de la demanda real entonces se considera exceso.

En base a esta política se procede a calcular el porcentaje en exceso para cada artículo ($\text{cantidad disponible} / \text{cantidad en mano}$) para así después asignar un valor de 1 a aquellos que cumplen la política y un valor de 0 para los que no la cumplen

TABLA 4.11: Política exceso ORG A01

Org A01						
Seq.	Item	Cantidad en mano	Demanda Real	Exceso / Faltante	ABC	Regla exceso
1	1002036	7	2	71 %	A	1
2	111053-1	1	2	-100 %	A	0
3	1005208-07	1	11	-1000 %	A	0
4	149159-1	2	4	-100 %	A	0
5	1005132	10	7	30 %	B	1
6	1005213	1	0	100 %	B	1
7	1005212-07	2	8	-300 %	B	0
8	1005214	3	7	-133 %	B	0
9	1900001-132	433	17	96 %	B	1
10	11011-347	17	4	76 %	B	1
11	11011-235	32	4	88 %	C	1
12	1008953	27	18	33 %	C	0
13	11011-239	19	12	37 %	C	0
14	11011-230	14	18	-29 %	C	0
15	1009123	1	9	-800 %	C	0
16	11011-244	5	2	60 %	C	1
17	1005215	3	2	33 %	C	0
18	11011-236	4	13	-225 %	C	0
19	11011-353	3	5	-67 %	C	0
20	1900001-212	24	3	88 %	C	1

TABLA 4.12: Política exceso ORG A01

Org A02						
Seq.	Item	Cantidad en mano	Demanda Real	Exceso / Faltante	ABC	Regla exceso
1	111053-1	88	31	65 %	A	1
2	1002036	124	6	95 %	A	1
3	1005213	135	16	88 %	A	1
4	1005208-07	22	3	86 %	A	1
5	1005212-07	139	19	86 %	B	1
6	1009123	138	25	82 %	B	1
7	149159-1	4	38	-850 %	B	0
8	11011-244	123	31	75 %	B	1
9	1005215	103	2	98 %	B	1
10	11011-353	139	48	65 %	B	1
11	1005132	9	8	11 %	C	0
12	11011-347	88	3	97 %	C	1
13	11011-235	127	26	80 %	C	1
14	1008953	111	12	89 %	C	1
15	11011-236	41	35	15 %	C	0
16	1005214	5	18	-260 %	C	0
17	11011-230	18	6	67 %	C	1
18	1900001-212	150	24	84 %	C	1
19	11011-239	11	11	0 %	C	0
20	1900001-132	98	23	77 %	C	1

4.3 CRITERIOS MÚLTIPLES DE DECISIÓN

Como se planteó en la metodología, se procede a identificar y a enlistar aquellos criterios, que se considerarán para tomar la decisión del método de reabastecimiento que se asignara a cada artículo. Como se ha mencionado en capítulos anteriores, la selección correcta del proveedor, o, en este caso, del método de abastecimiento, no es algo que pueda definirse solamente por una lista de precios, deben considerarse otros criterios que pueden ser bien cualitativos o cuantitativos, y, como se vio en el capítulo dos, son muchos los enfoques para analizar estos criterios.

Con la intención de simplificar el proceso de selección del método de abastecimiento, se propone identificar los criterios en dos:

- Criterios de pre-selección
- Criterios Definitivos

4.3.1 CRITERIOS DE PRE-SELECCIÓN

Una vez definidas y asignadas las clasificaciones ABC, como siguiente paso, se proponen criterios esenciales que serán utilizados como un pre-proceso de selección de artículos, esto es, se busca determinar condiciones o criterios que tengan un carácter de obligatoriedad, luego entonces, para que un artículo pueda ser considerado candidato a la transferencia interna deberá cumplir con estos criterios esenciales. Estos criterios esenciales serán diferentes para cada empresa y deberán definirse en base a la naturaleza específica del negocio, su demanda, y las características de los clientes.

Para el caso de estudio de este trabajo, el negocio define las siguientes características como criterios del pre-proceso de selección:

- Cumplimiento de Política de Inventarios: Para que un artículo pueda ser candidato a transferencia interna, la cantidad en mano del artículo en la organización origen, debe cumplir con la política de inventario definida de acuerdo a la clasificación ABC asignada.
- Cumplimiento de Especificaciones Originales: Para que un artículo pueda ser candidato a transferencia interna, la calidad del artículo en la organización origen, debe cumplir con las especificaciones originales del producto.
 - No scrap
 - No daños físicos
 - Nivel de revisión

- País de Origen: Para que el artículo 12345 pueda ser candidato a transferencia interna debe cumplir con la condición de País de Origen. Por razones de geopolítica, existen restricciones de que un producto final embarcado a un país X, no puede llevar componentes fabricados en el país Z. Si el artículo cumple con esta condición entonces puede ser candidato a una transferencia interna.

Se propone asignar un valor de 1 al artículo que cumple con los pre-requisitos y un valor de 0 a aquellos que no.

TABLA 4.13: Criterios de Preselección

Item	ORG A01					ORG A02				
	Cantidad Disponible	Regla de Exceso	País de Origen	Especificacion	Criterio de Preselección	Cantidad Disponible	Regla de Exceso	País de Origen	Especificacion	Criterio de Preselección
1002036	5	1	1	1	1	118	1	1	0	0
1005132	3	1	1	1	1	1	0	0	0	0
1005208-07	-10	0	1	1	0	19	1	1	1	1
1005212-07	-6	0	1	1	0	120	1	1	1	1
1005213	1	1	1	1	1	119	1	0	1	0
1005214	-4	0	1	1	0	-13	0	1	1	0
1005215	1	0	1	1	0	101	1	1	1	1
1008953	9	0	1	1	0	99	1	1	1	1
1009123	-8	0	1	1	0	113	1	0	1	0
11011-230	-4	0	1	1	0	12	1	1	0	0
11011-235	28	1	1	1	1	101	1	1	0	0
11011-236	-9	0	1	1	0	6	0	1	1	0
11011-239	7	0	1	1	0	0	0	0	1	0
11011-244	3	1	1	1	1	92	1	1	1	1
11011-347	13	1	1	1	1	85	1	1	1	1
11011-353	-2	0	1	1	0	91	1	1	1	1
111053-1	-1	0	1	1	0	57	1	1	1	1
149159-1	-2	0	1	1	0	-34	0	1	1	0
1900001-132	416	1	1	1	1	75	1	1	1	1
1900001-212	21	1	1	1	1	126	1	1	1	1

En la tabla 4.13 se ve para cada artículo cuales criterios cumplen con la política establecida (valor 1) y cuales no (valor 0). En la columna Criterio de Preselección se indica con un valor de 1 si se cumplen los 3 criterios y con un valor de 0 se indica si por lo menos un criterio no se cumple, el valor de 1 en esta columna indica si el artículo es preseleccionado para considerarse en transferencia interna.

Analizando los faltantes de inventario de la organización A01, se puede ver que de

los nueve números de parte que presentan una cantidad disponible negativa solo 4 pueden ser candidatos a transferencia interna por parte de la organización A02:

- 1005208-07
- 1005212-07
- 11011-353
- 111053-1

4.3.2 CRITERIOS DEFINITIVOS

Una vez que los artículos han sido preseleccionados en base a los criterios establecidos en la sección anterior, se pasa ahora a identificar los criterios críticos que se utilizarán para tomar la decisión final de si el artículo puede ser abastecido de forma interna (*lateral transshipments*), o bien mediante compra directa a un proveedor externo. El negocio ha identificado los siguientes criterios como críticos para la toma de decisión:

- Precio / Costo de Transferencia
- Tiempos de entrega proveedor / Tiempo de Transferencia

Para los 4 artículos preseleccionados se obtiene la información de estos criterios:

TABLA 4.14: Criterios definitivos

ITEM	Descripcion	Tiempo Transferencia A02 (dias)	Costo Transferencia A02 (\$)	Tiempo Entrega Proveedor (dias)	Precio Proveedor (\$)
1005208-07	DIAPHRA HYDROGENATEXXX	12	600	15	755
1005212-07	GASKET BTM PXXX	8	60	5	48
11011-353	O-RING IAW HEXXX	10	7	15	4.50
111053-1	GASKET VX-218XXX	15	2,000	50	3,300

El siguiente paso es comparar en una matriz de incidencia los valores de acuerdo a la lógica que se menciona a continuación:

- Si el tiempo de transferencia es menor al tiempo de entrega del proveedor asigna el valor de 1 de lo contrario se asigna el valor de 0
- Si el costo de transferencia es menor al precio del proveedor asignar el valor de 1 de lo contrario se asigna el valor de 0

En la siguiente tabla puede verse la comparación de los criterios

TABLA 4.15: Criterios definitivos - comparación

ITEM	Descripcion	Tiempo Transferencia A02 (días)	Costo Transferencia A02 (\$)	Tiempo Entrega Proveedor (días)	Precio Proveedor (\$)	Comparacion Tiempo	Comparacion Costo
1005208-07	DIAPHRA HYDROGENATEXXX	12	600	15	755	1	1
1005212-07	GASKET BTM PXXX	8	60	5	48	0	0
11011-353	O-RING IAW HEXXX	10	7	15	4.50	1	0
111053-1	GASKET VX-218XXX	15	2,000	50	3,300	1	1

El último paso es tomar la decisión final en base a las comparaciones previamente establecidas, para tomar dicha decisión se seguirá la lógica descrita a continuación:

- Si la suma de tiempo y costo es igual a 2 entonces se asigna un valor de 1
- Si la suma de tiempo y costo es igual a 0 entonces se asigna un valor de 0
- Si el tiempo es mayor que el costo entonces se asigna un valor de 1
- Si el tiempo es menor que el costo entonces se asigna un valor de 0

Donde 1 indica que la recomendación de abastecimiento para el artículo es mediante transferencia interna, y 0 indica que la recomendación de abastecimiento es mediante compra a proveedor.

TABLA 4.16: Criterios definitivos - Recomendación final

ITEM	Descripcion	Tiempo Transferencia A02 (días)	Costo Transferencia A02 (\$)	Tiempo Entrega Proveedor (días)	Precio Proveedor (\$)	Comparacion Tiempo	Comparacion Costo	Decision
1005208-07	DIAPHRA HYDROGENATEXXX	12	600	15	755	1	1	1
1005212-07	GASKET BTM PXXX	8	60	5	48	0	0	0
11011-353	O-RING IAW HEXXX	10	7	15	4.50	1	0	1
111053-1	GASKET VX-218XXX	15	2,000	50	3,300	1	1	1

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones derivadas de los análisis y cálculos realizados en el capítulo anterior

5.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

En las tablas presentadas en esta sección (4.1 a 4.4) se muestra información específica de los artículos: número de parte, descripción, costo unitario cantidad en mano, demanda y cantidad reales disponibles, nombre de proveedor, tiempo de entrega (lead time) y precios.

De la recolección de datos se puede concluir que es indispensable contar con un sistema de tecnología de información que permita almacenar y administrar los datos necesarios para llevar a cabo las transacciones necesarias en el día a día de una empresa.

Administrar toda esta información de forma manual no es eficiente ni efectivo además de que conlleva un gran riesgo de error humano en el manejo de la información. Vale la pena mencionar que, aun contando con un sistema de tecnología de información, es vital garantizar la calidad de los datos, un buen resultado en las transacciones de la empresa está directamente ligado a la veracidad de la información.

La información es necesaria para tomar decisiones, buenos datos nos llevan a buenas decisiones, por el contrario, malos datos derivaran en malas decisiones.

5.2 CLASIFICACIÓN ABC

Se concluye que la clasificación ABC es una metodología que ayuda a asignar valores relativos a los diferentes artículos, esto es, todos los artículos son importantes, sin embargo, se recomienda no administrarse todos de la misma manera, pues esto llevaría a ineficiencias en el manejo de los almacenes.

Por otro lado, para este caso en específico, el método de compilación utilizado fue el de valor actual disponible, el cual permite agrupar los artículos de acuerdo con la relación entre su costo unitario y la cantidad actual en mano.

Una vez calculado el valor actual acumulado, se procedió a ordenar de manera ascendente los componentes y asignarles una clasificación ABC, por ejemplo, en la tabla 4.9 se puede observar que los artículos con secuencia del 1 a 4 se les asignó la clasificación A y estos representan el 85.12 % del valor total acumulado.

Los artículos con secuencia 5 a 10 representan el 11.4 % del valor total acumulado y por último los artículos con secuencia 11 a 20 representan el 3.48 % del total acumulado. Situación similar se presenta en la tabla 4.10

Se puede ver claramente que se cumple el principio de Pareto (también conocido como la regla 80-20) el cual establece que, para muchos fenómenos, alrededor del 80 % de las consecuencias son producidas por el 20 % de las causas (Dunford, 2014).

Ahora bien, esta clasificación, tal y como se planteó en el capítulo anterior, es la base para definir la política de administración de exceso de inventario la cual es considerada como el primer criterio de preselección. (Tabla 4.11 y 4.12)

En base a esta política, se determina si un material se considera exceso y si puede ser utilizado para cubrir la demanda de otra organización (*lateral transshipments*), de lo contrario, la cantidad en mano del artículo no será considerada exceso y la demanda del componente deberá ser cubierta mediante la compra al proveedor

5.3 CRITERIOS MÚLTIPLES DE DECISIÓN

Como se ha discutido en el transcurso de este trabajo de investigación, la decisión del método de abastecimiento se tomará en base a múltiples criterios, los cuales fueron establecidos por la dirección de la empresa.

Es importante recordar que estos objetivos responden a la pregunta de si una cantidad en mano puede ser considerada exceso y si esta cantidad en exceso puede ser usada para cubrir las necesidades de otra planta de manufactura de la misma compañía, o bien, estos requerimientos se abastecerán mediante un proveedor.

Ahora bien, para facilitar el manejo de estos criterios, se decidió agruparlos en dos categorías:

- Criterios de preselección
- Criterios definitivos

5.3.1 CRITERIOS DE PRESELECCIÓN

Se definieron como criterios de preselección los siguientes:

- Cumplimiento con la política de administración de exceso: La cantidad en mano del artículo en cuestión, puede considerarse exceso y por lo mismo disponible para transferencia si cumple con la política establecida en el capítulo anterior.
- Cumple especificaciones originales: Los artículos se encuentran en condiciones físicas que les permitan ser considerados como disponibles para transferencia. Se define que para considerarlos disponibles deben de cubrir lo siguiente:
 - No scrap
 - No daños físicos

- Nivel de revisión
- País de Origen: La cantidad en mano disponible para transferencia no presenta restricción de uso para la instalación en un país específico.

En la tabla 4.13 podemos ver fácilmente que artículos pueden ser considerados para transferencia interna y cuáles no.

Claramente podemos ver que de los 20 artículos seleccionados en la organización A01, solamente 8 pueden ser considerados para transferencia, mientras que para la organización A02, 10 artículos pueden considerarse como candidatos para transferencia.

Cabe mencionar que en esta ocasión se utilizaron solamente 3 criterios de selección, pero la matriz de incidencia utilizada facilitaría la toma de decisión si para otros casos se decidiera considerar un número más extenso de criterios. Recordemos que solamente es necesario asignar un valor de 1 si el criterio se cumple y, por el contrario, un valor de 0 si no sucede así. Y al final la columna de decisión se definirá con una sencilla función lógica dependiendo de las necesidades de la empresa.

5.3.2 CRITERIOS DEFINITIVOS

Se definieron como criterios definitivos los siguientes:

- Costo de adquisición (Precio - Costo de Transferencia): Este valor es simplemente determinar para cada artículo previamente seleccionado el costo que incurriría la empresa por adquirir el producto. Esto es, el precio a pagar al proveedor o bien la suma de los costos incurrido por transferir el material del almacén de una planta a otro.
- Tiempo de adquisición: Este valor es la cantidad de días que tardaría un material para ser suministrado por parte del proveedor o bien el tiempo de transferencia de un almacén a otro.

La tabla 4.15 nos permite ver y comparar los valores de los criterios definitivos para cada artículo preseleccionado. En las columnas de comparación de tiempo y costo se ve claramente cuando se cumple la condición establecida.

En la tabla 4.16 se añade una columna de decisión, donde el valor de 1 nos indica si para ese artículo la recomendación es la transferencia interna y el valor de 0 nos indica que la recomendación de abastecimiento para ese artículo es la compra directa a proveedor.

5.4 CONCLUSIONES FINALES

Una vez analizados los resultados obtenidos tras los diferentes ejercicios de comparación de criterios tanto de preselección como definitivos podemos concluir lo siguiente:

- El inventario en exceso en componentes sin demanda en plantas de manufactura puede ser utilizado para cubrir cortos de materiales, siempre y cuando estos excesos cumplan con los criterios establecidos por la organización. El poder utilizar estos inventarios en exceso tendrá un impacto directo en la disminución del activo circulante de la empresa, pues moverá el material de una locación donde se tiene sin uso a una donde se necesita para el proceso de manufactura.
- La demanda de componentes utilizados en ensambles finales puede ser cubierta mediante el uso de las transferencias internas, lo cual tendría un impacto directo en el cumplimiento a tiempo de las ordenes colocadas por los clientes.
- Los costos globales de abastecimiento no necesariamente se verán disminuidos por el uso de las transferencias internas. Uno de los objetivos principales que se busca cumplir al implementar un sistema de abastecimiento múltiple que incluya las transferencia internas es cubrir la demanda de faltantes que pongan en riesgo el cumplimiento de ordenes comprometidas con los clientes, por lo que, si se diera el caso de que el costo de transferencia interna es mayor que el

precio del proveedor, pero, el tiempo de transferencia es menor que el tiempo de entrega del proveedor la decisión sería optar por la transferencia interna aunque no fuera la decisión financieramente más atractiva.

Es muy importante aclarar que al final lo que ofrece este ejercicio de investigación es una metodología que ayuda a los responsables de la administración de la cadena de suministro a tomar de manera más precisa y eficiente una mejor decisión acerca de la fuente de abastecimiento, en base a las recomendaciones después de comparar los diferentes criterios.

Pero al final, es eso, una recomendación, ninguna metodología ya sea basada de forma manual, como la presentada en este trabajo, o basada en un sistema de tecnología de información, podrá nunca sustituir la experiencia e intuición del negocio del profesional responsable de la toma de decisión.

BIBLIOGRAFÍA

- ALKAHTANI, M. (2019), «Comparison and evaluation of multi-criteria supplier selection approaches: A case study», *Advances in Mechanical Engineering*, **2**(2), págs. 1–19.
- CENGİZ KAHRAMAN, Z. U., UFAK CEBECİ (2003), «Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP», *Logistics Information Management*, **16**(6), págs. 382–394.
- COLIN PATERSON, G. K. (2009), «Inventory Models with Lateral Transshipments: A Review», *European Journal of Operational Research*, **210**(2), págs. 125–136.
- CRANDALL, R. E. (2003), «Managing excess inventories A life-cycle approach», *Academy of Management Executive*, **17**(3), págs. 99–113.
- DUNFORD (2014), «The Pareto Principle», *The Plymouth Student Scientist*, **7**(1), págs. 140–148.
- FAZLI-KHALAF, M. (2019), «A socially responsible supplier selection model under uncertainty: case study of pharmaceutical department of an Iranian hospital», *Int. J. Logistics Systems and Management*, **32**(1), págs. 69–90.
- FEDAGHI AL, A.-O. M., SABAH (2018), «Conceptual modeling of a procurement process: Case study of RFP for public key infrastructure», *arXiv preprint*, **1812**(1), págs. 140–148.
- FOGARTY D., H. T., BLACKSTONE J. (1994), *Administración de la Producción e Inventarios*, segunda edición, CECSA, México, DF.

- HO, W. (2008), «Multi-Criteria decision making approaches fro supplier evaluation and selection: A literature review», *European Journal of Operational Research*, **202**(1), págs. 16–24.
- LAJIMI, H. F., S. A. S. HAERI, Z. J. SOROUNI y N. SALIMI (2021), «Supplier selection based on multi-stakeholder Best-Worst Method», *Journal of Supply Chain Management Science*, **2**(1), págs. 19–32.
- LANGLEY C., N. (2009), *Supply chain management: a logistics perspectiveT*, 11^a edición, Cengage Learning, Boston, MA.
- LORENZO TIACCI, S. S. (2010), «Reducing the mean supply delay of spare parts using lateral transshipment policies», *Int. J. Production Economics*, **133**(1), págs. 182–191.
- LUMMUS, R. y K. ALBER (1997), *Balancing the Supply Chain with Customer Demand*, segunda edición, The Educational and Resource Foundation of APICS, Falls Church, VA.
- LUMMUS, R. R. (1999), «Defining supply chain management: a historical perspective and practical guideline», *Industrial Management & Data Systems*, **99**(1), págs. 11–17.
- MOHAMMAD FIROUZ, B. B. K. (2016), «An integrated supplier selection and inventory problem with multisourcing and lateral transshipments», *Omega*, **9**(3), págs. 1–17.
- MONCZKA, R. M. (2009), *PURCHASING AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT*, cuarta edición, South-Western Cengage Learning, Mason, OH.
- NNAMDI, O. (2018), «Strategies for Managing Excess and Dead Inventories A Case Study of Spare Parts Inventories in the Elevator Equipment Industry», *OPERATIONS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT*, **11**(3), págs. 128–139.
- RICHARD E., C. (2003), «Managing Excess Inventories: A Life-Cycle Approach», *The Academy of Management Executive*, **17**(3), págs. 99–113.

- SAPUTRO, T. E. (2021), *Leveraging Supplier Selection Within Supply Chain Management Under Uncertainty*, Tesis Doctoral, FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO, Porto, an optional note.
- SHIH, K.-H. (2009), «Supplier evaluation model for computer auditing and decision-making analysis», *Emerald*, **38**(9), págs. 1439–1460.
- SINGH, A. (2014), «Supplier evaluation and demand allocation among suppliers in a supply chain», *Journal of Purchasing & Supply Management*, **20**(1), págs. 167–176.
- TAHERDOOST, H. y A. BRARD (2019), «Analyzing the process of supplier selection criteria and methods», *Procedia Manufacturing*, **32**(1), págs. 1024–1034.
- YALE T. HERER, E. Y., MICHAL TZUR (2001), «Transshipments: An emerging inventory recourse to achieve supply chain leagility», *Int. J. Production Economics*, **80**(1), págs. 201–212.

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Luis Enrique Villegas Pineda

Candidato para obtener el grado de
Maestría en Logística y Cadena de Suministro

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Tesis:

ABASTECIMIENTO MÚLTIPLE PARA LA ADMINISTRACIÓN DE
EXCESO DE INVENTARIOS: CASO DE ESTUDIO EN COMPAÑÍA DE
MANUFACTURA.

Luis Enrique Villegas Pineda es hijo del Dr. Jose Sergio Villegas Garcia y de la Lic. Enf. Dulce Maria del Carmen Pineda Mares, nacido en la Ciudad de Toluca de Lerdo, Estado de México, el día 24 de Julio de 1973. Es Ingeniero Industrial egresado de la Universidad Iberoamericana campus Cd. de México. El Ingeniero Villegas cuenta con más de 20 años de experiencia en el área de cadena de abastecimiento.