



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA**  
**INGENIERÍA DE SISTEMAS – PLANEACIÓN**

Un modelo de gestión verde de cadenas de suministros

**TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:  
ING. MOISÉS SÁNCHEZ FLORES

TUTOR PRINCIPAL:  
DR. BENITO SÁNCHEZ LARA  
Facultad de ingeniería

Ciudad Universitaria, CD. MX. Enero de 2017

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: Dr. García Martínez Mariano Antonio

Secretario: Dr. Bautista Godínez Tomás

Vocal: Dr. Sánchez Lara Benito

1<sup>er.</sup> Suplente: M. C. Del Moral Dávila Manuel

2<sup>do.</sup> Suplente: Dr. Cedillo Campos Gastón

Lugar donde se realizó la tesis:

Ciudad Universitaria, Facultad de Ingeniería, UNAM

**TUTOR DE TESIS:**

DR. BENITO SÁNCHEZ LARA

-----  
**FIRMA**

## **Agradecimientos**

A mis padres y hermana, por el apoyo, confianza y la gran formación que siempre me han dado.

Al Dr. Benito Sánchez Lara, por su apoyo y guía en este proceso.

A mi familia, por su presencia, apoyo y preocupación que me han dado.

A todos los profesores y sinodales, por haberme ayudado a realizar esta tesis y por compartir sus conocimientos y consejos conmigo

A CONACYT, por el apoyo económico recibido durante el desarrollo de la maestría.

A mis amigos y compañeros que me han acompañado y enseñado mucho, formando parte de esta etapa de mi vida. En especial a mis hermanos de EiN, por todas esas horas perdidas y los buenos momentos en cada una de ellas.

# ÍNDICE

|                                                                                                                |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| RESUMEN .....                                                                                                  | 10        |
| INTRODUCCIÓN.....                                                                                              | 11        |
| <br>                                                                                                           |           |
| <b>CAPÍTULO 1: LA GESTIÓN VERDE EN LAS CADENAS DE SUMINISTROS</b>                                              | <b>12</b> |
| 1. Características de la gestión verde en las cadenas de suministros .....                                     | 13        |
| 1.1.1 La gestión verde en las cadenas de suministros: métricas para el desempeño .....                         | 15        |
| 1.1.2 La gestión verde en las cadenas de suministros: motivaciones para transformar la gestión en verde.....   | 17        |
| 1.2 Etapas de la gestión verde en cadenas de suministros .....                                                 | 19        |
| 1.3 Transformación de una cadena de suministros en verde mediante prácticas asociadas a la gestión verde... .. | 21        |
| 1.4 Objetivo y alcances de la tesis .....                                                                      | 23        |
| 1.4.2 Objetivo.....                                                                                            | 23        |
| 1.4.3 Alcances .....                                                                                           | 23        |
| <br>                                                                                                           |           |
| <b>CAPÍTULO 2: LA GESTIÓN VERDE PLANEADA DE LAS CADENAS DE SUMINISTROS</b>                                     | <b>24</b> |
| 2.1 Modelos de cadenas de suministro verde .....                                                               | 25        |
| 2.2. Elementos sistémicos de la gestión verde planeada de las cadenas de suministros .....                     | 26        |
| 2.2.1. El enfoque sistémico para la gestión planeada.....                                                      | 26        |
| 2.2.2. Niveles estratégico y táctico .....                                                                     | 27        |
| 2.2.3. Metodología de la planeación .....                                                                      | 27        |
| 2.3. Estrategia de investigación .....                                                                         | 29        |

|                                                                                                                  |                                                                     |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------|
| 2.3.1.                                                                                                           | Análisis comparativo .....                                          | 29            |
| 2.3.2.                                                                                                           | Multi metodología .....                                             | 31            |
| 2.3.3.                                                                                                           | La intervención sistémica.....                                      | 32            |
| <br><b>CAPÍTULO 3: CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN VERDE DE CADENAS DE SUMINISTROS</b>                      |                                                                     | <br><b>34</b> |
| 3.1.                                                                                                             | Análisis comparativo de modelos de cadenas de suministro verde..... | 35            |
| 3.1.1.                                                                                                           | Fronteras.....                                                      | 35            |
| 3.1.2.                                                                                                           | Flujos.....                                                         | 36            |
| 3.1.3.                                                                                                           | Diseño de productos verde .....                                     | 37            |
| 3.1.4.                                                                                                           | Gestión de materiales verde .....                                   | 37            |
| 3.1.5.                                                                                                           | Manufactura verde .....                                             | 37            |
| 3.1.6.                                                                                                           | Marketing verde.....                                                | 38            |
| 3.1.7.                                                                                                           | Distribución verde .....                                            | 38            |
| 3.1.8.                                                                                                           | Logística inversa .....                                             | 38            |
| 3.1.9.                                                                                                           | Tecnología .....                                                    | 38            |
| 3.1.10.                                                                                                          | Demanda verde.....                                                  | 38            |
| 3.1.11.                                                                                                          | Estrategia de desarrollo e implantación de GSCM .....               | 39            |
| 3.2                                                                                                              | Construcción de la propuesta de modelo sobre la gestión verde ..... | 41            |
| <br><b>CAPÍTULO 4: INTERVENCIÓN EN UNA CADENA DE SUMINISTROS UTILIZANDO EL MODELO PROPUESTO DE GESTIÓN VERDE</b> |                                                                     | <br><b>44</b> |
| 4.1.                                                                                                             | La intervención en la gestión verde en cadenas de suministros ..... | 45            |
| 4.1.1.                                                                                                           | Flujos de información.....                                          | 45            |
| 4.1.2.                                                                                                           | Diseño de producto verde .....                                      | 46            |
| 4.1.3.                                                                                                           | Materiales verdes.....                                              | 46            |
| 4.1.4.                                                                                                           | Distribución verde .....                                            | 46            |
| 4.1.5.                                                                                                           | Logística inversa .....                                             | 46            |
| 4.1.6.                                                                                                           | Contexto.....                                                       | 47            |

|                                                                                                     |                                                                                                |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2.                                                                                                | Caso de estudio: La intervención en la cadena de suministros de Mesas y Sillas S.A de C.V..... | 48        |
| 4.2.1.                                                                                              | Caracterización de la cadena de suministros de MyS.....                                        | 48        |
| 4.2.1.1.                                                                                            | Suministro .....                                                                               | 50        |
| 4.2.1.2.                                                                                            | Producción .....                                                                               | 53        |
| 4.2.1.3.                                                                                            | Distribuidor .....                                                                             | 54        |
| 4.2.1.4.                                                                                            | Comercializador .....                                                                          | 55        |
| 4.2.1.5.                                                                                            | Consumidor .....                                                                               | 56        |
| 4.2.2.                                                                                              | Funciones en la cadena de suministros .....                                                    | 57        |
| 4.2.3.                                                                                              | Presentación de resultados de la intervención.....                                             | 59        |
| 4.2.3.1.                                                                                            | Diseño de producto verde .....                                                                 | 60        |
| 4.2.3.2.                                                                                            | Materiales verdes.....                                                                         | 60        |
| 4.2.3.3.                                                                                            | Manufactura verde .....                                                                        | 60        |
| 4.2.3.4.                                                                                            | Distribución verde.....                                                                        | 61        |
| 4.2.3.5.                                                                                            | Marketing verde.....                                                                           | 61        |
| 4.2.3.6.                                                                                            | Logística inversa .....                                                                        | 61        |
| 4.2.4.                                                                                              | Análisis de resultados de la intervención.....                                                 | 62        |
| 4.2.5.                                                                                              | Reformulación del modelo propuesto de gestión verde de las cadenas de suministros .....        | 66        |
| <b>CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES.....</b>                                                                |                                                                                                | <b>68</b> |
| Bibliografía .....                                                                                  |                                                                                                | 72        |
| Anexo A: Practicas verdes en las etapas del modelo de gestión verde de cadenas de suministros ..... |                                                                                                | 75        |
| Anexo B: Instrumentos de la intervención .....                                                      |                                                                                                | 77        |
| Anexo C: Resultados de la intervención.....                                                         |                                                                                                | 82        |
| Anexo D: Practicas verdes en la cadena de suministros de MyS.....                                   |                                                                                                | 87        |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Figura 1. 1: Las etapas de la cadena de suministros. Fuente: (Chopra &amp; Meindil 2001).</i>                                                                                           | 13 |
| <i>Figura 1. 2: Flujos y presiones de la gestión verde en cadenas de suministros/sistema de medición del desempeño (GSCM/PMS por sus siglas en inglés). Fuente: (Hervani et al., 2005)</i> | 15 |
| <i>Figura 1. 3: Gestión verde en una cadena de suministros. Fuente (Andiç et al. 2012)</i>                                                                                                 | 18 |
| <i>Figura 1. 4: Gestión de una cadena de suministros verde. Fuente (Hervani et al., 2005)</i>                                                                                              | 19 |
| <i>Figura 1. 5: La gestión verde en una cadena de suministros, etapas y relaciones. Fuente (Sarkis, 2012)</i>                                                                              | 20 |
| <i>Figura 1. 6: Marco para el proceso de implantación de la gestión verde en una cadena. Ghobakhloo (2013)</i>                                                                             | 20 |
| <i>Figura 1. 7: Principales líneas de investigación encontradas en la gestión verde de cadenas de suministros.</i>                                                                         | 21 |
| <br>                                                                                                                                                                                       |    |
| <i>Figura 2. 1: Fronteras y flujos en la cadena de suministros verde. Fuente: Sarkis (2012)</i>                                                                                            | 25 |
| <i>Figura 2. 2: Los subsistemas de la planeación. Fuente: Fuentes, A y Sánchez, G. (1995)</i>                                                                                              | 28 |
| <i>Figura 2. 3: Número de elementos y grado de detalle. Fuente: Lor (2011)</i>                                                                                                             | 30 |
| <i>Figura 2. 4: Tres aspectos para una metodología de intervención sistémica. Fuente: Lor (2011)</i>                                                                                       | 33 |
| <br>                                                                                                                                                                                       |    |
| <i>Figura 3. 1: Flujos y fronteras de la cadena de suministros verde. Fuente: (Sarkis, 2012)</i>                                                                                           | 37 |
| <i>Figura 3. 2: Matriz resultado del análisis comparativo.</i>                                                                                                                             | 39 |
| <i>Figura 3. 3: Resultados del análisis comparativo, frecuencia de criterios.</i>                                                                                                          | 41 |
| <i>Figura 3. 4: Etapas de la gestión verde en una cadena de suministros.</i>                                                                                                               | 42 |
| <i>Figura 3. 5: Etapas y flujos de la gestión verde en una cadena de suministros.</i>                                                                                                      | 42 |
| <i>Figura 3. 6: Un modelo de gestión verde en cadenas de suministros.</i>                                                                                                                  | 43 |
| <br>                                                                                                                                                                                       |    |
| <i>Figura 4. 1: Etapas que componen a una cadena de suministro típica. Fuente: Chopra (2010)</i>                                                                                           | 48 |
| <i>Figura 4. 2: Cadena de suministro de MyS.</i>                                                                                                                                           | 50 |
| <i>Figura 4. 3: Elemento suministro: flujos, relaciones y conexiones.</i>                                                                                                                  | 51 |
| <i>Figura 4. 4: Clasificación de proveedores según su nivel crítico y valor/costo.</i>                                                                                                     | 52 |
| <i>Figura 4. 5: Procedimiento de compras para la obtención de materiales.</i>                                                                                                              | 52 |
| <i>Figura 4. 6: Elemento producción: flujos, relaciones y conexiones.</i>                                                                                                                  | 53 |
| <i>Figura 4. 7: El proceso de transformación de la producción.</i>                                                                                                                         | 54 |
| <i>Figura 4. 8: Elemento distribuidor: flujos, relaciones y conexiones.</i>                                                                                                                | 55 |
| <i>Figura 4. 9: Procedimiento del componente de Logística.</i>                                                                                                                             | 55 |
| <i>Figura 4. 10: Elemento comercializador: flujos, relaciones y conexiones.</i>                                                                                                            | 56 |
| <i>Figura 4. 11: Elemento consumidor: flujos, relaciones y conexiones.</i>                                                                                                                 | 56 |
| <i>Figura 4. 12: Áreas de Mesas y sillas.</i>                                                                                                                                              | 57 |
| <i>Figura 4. 13: Funciones en la cadena de suministro de MyS.</i>                                                                                                                          | 58 |
| <i>Figura 4. 14:- Las áreas de oportunidad de gestión verde en la cadena de suministros de MyS.</i>                                                                                        | 62 |
| <i>Figura 4. 15: Reformulación del modelo propuesto de la gestión verde de cadenas de suministros.</i>                                                                                     | 67 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Tabla 1. 1: Métricas para medir desempeño ambiental. Fuente (Hervani et al., 2005)</i>                                | 16 |
| <i>Tabla 1. 2: Métricas generales adicionales. Fuente (Hervani et al., 2005)</i>                                         | 16 |
| <i>Tabla 1. 3: Iniciativas y beneficios asociados a las motivaciones medio ambientales. Fuente (Andiç et al. 2012)</i>   | 17 |
| <i>Tabla 2. 1: Posibilidades al combinar metodologías. Fuente: Minger (1997)</i>                                         | 31 |
| <i>Tabla 2. 2: Tabla para mapear metodologías. Fuente Mingers (1997).</i>                                                | 32 |
| <i>Tabla 3. 1: Criterios del análisis comparativo.</i>                                                                   | 35 |
| <i>Tabla 3. 2: Dimensiones de las fronteras de la gestión verde en una cadena de suministros. Fuente: Sarkis (2012)</i>  | 36 |
| <i>Tabla 3. 3: Tipos de flujos de la gestión verde en una cadena de suministros. Fuente: Sarkis (2012)</i>               | 36 |
| <i>Tabla 4. 1: Áreas de oportunidad en la intervención sistémica para la gestión verde de una cadena de suministros.</i> | 45 |
| <i>Tabla 4. 2: Visitas explorativas a la cadena de suministros de Mesas y sillas.</i>                                    | 49 |
| <i>Tabla 4. 3: Visitas específicas a la cadena de suministros de MyS.</i>                                                | 59 |
| <i>Tabla 4. 4: Áreas de oportunidad según su importancia.</i>                                                            | 63 |
| <i>Tabla 4. 5: Prácticas verdes a tomar en cuenta en el rediseño de los diseños de MyS.</i>                              | 63 |
| <i>Tabla 4. 6: Prácticas verdes a tomar en cuenta las campañas de publicidad de MyS.</i>                                 | 64 |
| <i>Tabla 4. 7: Prácticas verdes a tomar en cuenta en logística inversa de MyS.</i>                                       | 64 |
| <i>Tabla 4. 8: Prácticas verdes a tomar en cuenta en logística inversa de MyS.</i>                                       | 64 |
| <i>Tabla 4. 9: Prácticas verdes a tomar en cuenta para la distribución de MyS.</i>                                       | 65 |
| <i>Tabla A. 1: Prácticas verdes en el diseño productos.</i>                                                              | 75 |
| <i>Tabla A. 2: Prácticas verdes en materiales.</i>                                                                       | 75 |
| <i>Tabla A. 3: Prácticas verdes en la manufactura</i>                                                                    | 76 |
| <i>Tabla A. 4: Prácticas verdes en la distribución.</i>                                                                  | 76 |
| <i>Tabla A. 5: Prácticas verdes en marketing.</i>                                                                        | 76 |
| <i>Tabla A. 6: Prácticas verdes en logística inversa.</i>                                                                | 76 |
| <i>Tabla B. 1: Checklist para el área critica flujo de información.</i>                                                  | 77 |
| <i>Tabla B. 2: Checklist para el área critica diseño de producto verde.</i>                                              | 78 |
| <i>Tabla B. 3: Checklist para el área critica diseño de producto verde.</i>                                              | 78 |
| <i>Tabla B. 4: Checklist para el área critica manufactura verde.</i>                                                     | 79 |
| <i>Tabla B. 5: Checklist para el área critica distribución verde.</i>                                                    | 80 |
| <i>Tabla B. 6: Checklist para el área critica marketing verde.</i>                                                       | 80 |
| <i>Tabla B. 7: Checklist para el área critica logística inversa.</i>                                                     | 81 |
| <i>Tabla B. 8: Checklist para el área critica contexto.</i>                                                              | 81 |



|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Tabla C. 1: Diseño de producto verde en la cadena de suministro de MyS.</i> | 82 |
| <i>Tabla C. 2: Materiales verdes en la cadena de suministro de MyS.</i>        | 83 |
| <i>Tabla C. 3: Manufactura verde en la cadena de suministro de MyS.</i>        | 83 |
| <i>Tabla C. 4: Distribución verde en la cadena de suministro de MyS.</i>       | 84 |
| <i>Tabla C. 5: Distribución verde en la cadena de suministro de MyS.</i>       | 84 |
| <i>Tabla C. 6: Logística inversa en la cadena de suministro de MyS.</i>        | 85 |
| <i>Tabla C. 7: Flujos de información en la cadena de suministro de MyS.</i>    | 86 |
| <i>Tabla C. 8: Contexto de la cadena de suministro de MyS</i>                  | 86 |
|                                                                                |    |
| <i>Tabla D. 1: Prácticas verdes en el diseño de productos de MyS.</i>          | 87 |
| <i>Tabla D. 2: Prácticas verdes en materiales de MyS.</i>                      | 87 |
| <i>Tabla D. 3: Prácticas verdes en la manufactura de MyS</i>                   | 88 |
| <i>Tabla D. 4: Prácticas verdes en la distribución de MyS.</i>                 | 88 |
| <i>Tabla D. 5: Prácticas verdes en marketing de MyS.</i>                       | 88 |
| <i>Tabla D. 6: Prácticas verdes en logística inversa de MyS.</i>               | 88 |

## RESUMEN

Al combinarse el funcionamiento de las cadenas de suministros con la preocupación por el medio ambiente, surgió un tipo de gestión que ha ido cobrando relevancia y el cual siguió este trabajo de investigación, la gestión verde de las cadenas de suministros.

El presente trabajo aborda la gestión de una cadena de suministros desde la perspectiva de un proceso de transformación, de una cadena donde los aspectos de cuidado ambiental son de poca o nula importancia a una que los toma en cuenta en varias o todas sus etapas; se enfocó principalmente en una etapa diagnóstica de este proceso de transformación, y aunque también cuenta con una etapa de identificación y propuesta de soluciones, se limita a encontrar aquellas prácticas verdes presentes en una cadena de suministro. De esta forma la problemática que intenta resolver es la creación de un proceso que puedan seguir las empresas para realizar la transformación de sus cadenas en verdes

Los resultados que se obtuvieron fueron: identificación de prácticas verdes en una cadena de suministros, áreas de oportunidad donde implantar gestión verde, un modelo que guía la identificación de dichas áreas, un proceso estructurado para caracterizar una cadena de suministros, una intervención para obtener la información necesaria y la reformulación del modelo propuesto gracias a un caso de estudio.

La originalidad del trabajo se encuentra en la propuesta de los primeros pasos de un proceso de transformación de una cadena de suministros en verde, es decir a partir de esta propuesta se puede seguir construyendo un proceso que permita completar dicha transformación, lo cual difiere de propuestas encontradas donde solo se mencionan directrices y estrategias para lograrlo.

Palabras claves: Cadenas de suministros verdes, gestión verde, modelo de gestión, planeación, intervención, caso de estudio.

# INTRODUCCIÓN

En años recientes la preocupación por el cuidado del medio ambiente ha cobrado importancia en el funcionamiento y gestión de las empresas, y por ende de las cadenas de suministros, surgiendo formas de gestión que ayuden a disminuir los impactos negativos que tiene su funcionamiento en el medio ambiente y en la sociedad misma.

Como parte de este esfuerzo surgió la gestión verde de las cadenas de suministros, este tipo de gestión es un enfoque que se preocupa por los impactos que generan las empresas en su medio ambiente, desde sus procesos de producción, distribución y al final de la vida útil de sus productos. Esta preocupación, y entender que mejorar el desempeño medioambiental es una de las prioridades competitivas de las organizaciones (Mutingi, 2013) y que puede representar un beneficio en cuanto a disminución de costos, mejora de imagen, cumplimiento de normatividad, etc.. Es posible encontrar casos donde la implantación de gestión verde ha dado resultados positivos (Kumar, Teichman, & Timpernagel, 2012), ejemplificando que la aplicación de prácticas ligadas a la gestión verde, en la cadena de suministros es benéfico, tanto para las empresas como para el medio ambiente.

El presente trabajo de investigación es una propuesta sobre los primeros pasos de un proceso de transformación de una cadena de suministros en verde, proponiendo una serie de prácticas verdes que pueden ser implantadas en diferentes etapas de la cadena de suministros, para lograrlo en el primer capítulo se presentan características generales de la gestión verde, etapas, elementos, involucrados, etc., y más adelante el objetivo y alcance del trabajo.

En el segundo capítulo se encuentra el marco conceptual de este trabajo de investigación, puntos de vista necesarios para entender la gestión verde, además de algunos elementos del pensamiento sistémico y la planeación. En el tercer capítulo se propone un modelo de gestión verde a partir de un análisis comparativo de la literatura disponible, el cual se valida por medio de un caso de estudio donde se realiza una intervención y se determinan practicas verdes presentes en una cadena de suministros.

Finalmente se estudian los resultados obtenidos, tanto del modelo propuesto como de la intervención realizada, y una reformulación del modelo con la experiencia obtenida mediante el caso de estudio, para terminar con las conclusiones que se obtuvieron de cada una de las propuestas, mejoras en cada una de ellas y oportunidades de trabajos a futuro.

# **CAPÍTULO 1**

## **LA GESTIÓN VERDE EN LAS CADENAS DE SUMINISTROS**

En este capítulo se encuentra información relacionada a las cadenas de suministros y la gestión verde de las mismas, dicha información representa los antecedentes necesarios para lograr entender el presente trabajo de investigación. Esta información comprende desde la definición de una cadena de suministros hasta los elementos y características que identifican a la gestión verde.

# 1. Características de la gestión verde en las cadenas de suministros

Para entender la gestión verde en las cadenas de suministros (CS), el primer paso es definir lo que es una cadena de suministros, según Chopra & Meindil (2001), una cadena de suministros consiste de aquellas partes involucradas, de manera directa o indirecta, que se encargan de satisfacer las necesidades de los clientes, generando ganancias en el proceso; está compuesta no solamente de la manufactura y los proveedores, también abarca el transporte, almacenamiento, comercialización e incluso a los clientes mismos. Es así que una cadena de suministros es dinámica e incluye los flujos constantes de información, productos y monetarios en sus diferentes etapas.

En la siguiente Figura 1.1 es posible observar las etapas de una cadena de suministros según estos autores: suministro, manufactura, distribución, comercialización y clientes. Cada una de estas etapas se encuentra conectada por medio de los flujos mencionados líneas arriba, siendo posible la generación de estos en ambos sentidos, es decir hacia adelante o atrás en las etapas de la cadena, además pueden o no ser administrados por las etapas correspondientes, ocurriendo casos donde un intermediario toma esta función.

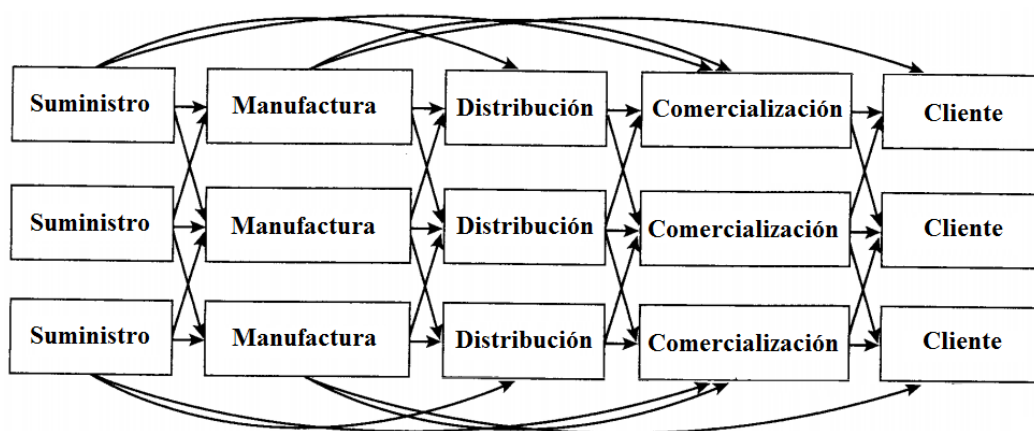


Figura 1. 1: Las etapas de la cadena de suministros. Fuente: (Chopra & Meindil 2001).

Como es posible observar en la Figura 1.1 y definición anteriores, esta forma de entender a las cadenas de suministros se enfoca en las etapas, elementos y flujos en el proceso productivo y la venta/distribución de productos, pero no toma en cuenta algunos aspectos del funcionamiento de una cadena de suministros, es decir, no considera los impactos que genera en el medio donde se desarrolla (medio ambiente, sociedad, infraestructura, etc.), cuando uno o algunos de estos aspectos son considerados surgen formas diferentes de ver a las cadenas de suministros (sustentable, verde, cerrada, adaptativa, etc.).

Dentro de estos puntos de vista la que toma en consideración el aspecto medio ambiental es la gestión verde de las cadenas de suministros, es importante mencionar que a diferencia de las cadenas cerradas, cadenas sustentables, cadenas inversas, etc. en este caso se habla de gestión verde de las cadenas de suministro en vez de cadenas de suministros verdes, dando a entender que una cadena de suministros se convierte en verde mediante la implantación de diversas prácticas relacionadas con la gestión verde.

Para entender la gestión verde en las cadenas de suministros es necesario conocer su definición e importancia. La importancia del uso de este tipo de gestión, radica en el reconocimiento por parte de las organizaciones en la necesidad de utilizar, de la mejor manera posible, los recursos que tienen disponibles en este momento, sin comprometer la habilidad de futuras generaciones de satisfacer sus necesidades, es mediante la gestión verde que se logrará utilizar mejor los recursos y disminuir los impactos negativos del funcionamiento de las cadenas de suministros en el medio ambiente.

Para definir la gestión verde se retoman las propuestas presentadas por Ahi & Searcy (2013) sobre la gestión sustentable y verde en cadenas de suministros, entre ellas es posible encontrar las primeras definiciones que se encuentran de la gestión verde de la cadena de suministro hasta las más contemporáneas a la fecha de publicación de dicho artículo.

Una de las primeras definiciones que existen sobre la gestión verde en cadenas de suministros es por Handfield et al. (1997):

*“La gestión verde de cadenas de suministros es la aplicación de principios de gestión medio ambientales a la totalidad de las actividades a lo largo del ciclo de orden del consumidor, que incluye el diseño, aprovisionamiento, manufactura y ensamblaje, empacamiento, logística y distribución”*

Para Srivastava (2007) la gestión verde en cadenas de suministros es:

*“La integración de la preocupación por el medio ambiente en la gestión de la cadena de suministros, incluyendo diseño de producto, obtención y selección de materias primas, procesos de manufactura, entrega del producto final al consumidor, así como la gestión del producto al final de su vida útil.”*

Según Yeh & Chuang (2011):

*“La gestión verde en cadenas de suministros es la gestión entre los proveedores, sus productos y su medio ambiente, esto es, el principio de protección al medio ambiente es llevado al sistema de gestión de los proveedores. El propósito es agregar conciencia de protección ambiental a los productos y de esta manera mejorar la capacidad competitiva en los mercados”*

Finalmente la definición de Ahi & Searcy, 2013 es:

*“La gestión verde de una cadena de suministros es la creación de la cadena misma coordinada a través de la integración voluntaria de consideraciones económicas y medio ambientales con sistemas clave inter-organizacionales diseñados para un manejo eficiente y efectivo de materiales, información y flujo de capitales asociados con la procuración, producción y distribución de productos o servicios para satisfacer los requerimientos de los stakeholders y mejorar la rentabilidad, competitividad y resistencia a cambios en el ambiente (resilience) de la organización en el corto y largo plazo ”*

Con las ideas de estos autores se puede concluir que, una cadena verde o gestión verde de la cadena, es aquella que tiene en consideración, en cada una de sus etapas, los preceptos de cuidado medio ambiental, y no solamente sobre sus productos cuando están dentro de sus cadenas, también cuando llegan al final de su vida útil y no sean desechados. Para entender más a fondo una cadena de suministros verde se estudiaron diversos artículos donde aparecen sus características y aspectos más importantes, en la siguiente sección se estudiaron algunas propuestas de diversos autores.

### 1.1.1 La gestión verde en las cadenas de suministros: métricas para el desempeño

Para Aref A. Hervani et al. (2005) las características de la gestión verde en cadenas de suministros (GSCM por sus siglas en inglés) tiene sus raíces en la definición de la gestión de cadenas de suministros, añadiéndole el componente “verde” ejemplificado por las influencias y relaciones de la cadena misma con el medio ambiente. De esta forma la gestión verde en la cadena de suministros la define como:

Gestión verde en la cadena de suministros (GSCM) = Compras verdes + Manufactura verde/Manejo de materiales + Distribución verde/Marketing + Logística Inversa.

Hervani et al. (2005) propone un sistema para medir el desempeño de la gestión verde en las cadenas de suministros (performance measurement system-PMS), el cual fue tomado en cuenta porque ayuda a lograr la caracterización de este tipo de gestión en las cadenas de suministros. En la Figura 1.2 se muestra la estructura del sistema de medición del desempeño (PMS)

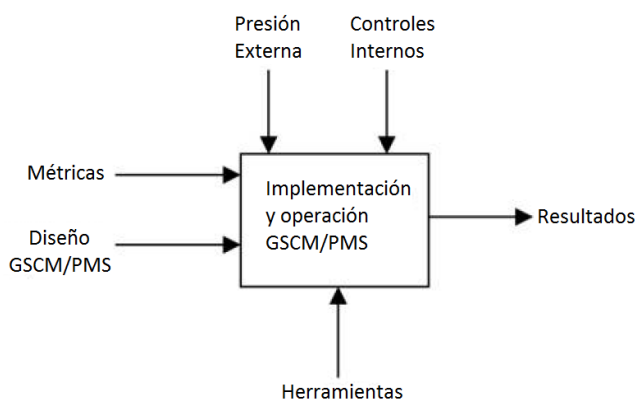


Figura 1. 2: Flujos y presiones de la gestión verde en cadenas de suministros/sistema de medición del desempeño (GSCM/PMS por sus siglas en inglés). Fuente: (Hervani et al., 2005)

Para poder caracterizar la gestión verde Hervani et al (2005) propone el uso de ciertas métricas que ayuden a definir ciertas características de la gestión, como menciona el autor en el artículo, algunas de estas no se aplican y dependerá de que tan severas sean las condiciones del contexto. En la Tabla 1.1 se presentan algunas métricas relacionadas con aspectos verdes de la gestión, fueron seleccionadas de una lista para medir el desempeño ambiental proporcionadas por la TRI y Global Reporting Initiative.

#### Métricas

|                                                  |
|--------------------------------------------------|
| Emisiones en aire fugitivas y no puntuales.      |
| Emisiones en aire puntuales.                     |
| Descargas recibidas en cuerpos y flujos de agua. |
| Inyecciones a subsuelo en sitio.                 |
| Descargas a tierra en sitio.                     |
| Descargas a espacios públicos para tratamiento.  |

|                                                     |
|-----------------------------------------------------|
| Recuperación de energía en sitio y fuera del mismo. |
| Reciclado en sitio y fuera del mismo.               |
| Tratamientos en sitio y fuera del mismo.            |
| Actividades de reducción en recursos.               |
| Prevencciones de fugas y filtraciones.              |
| Modificación de materias primas.                    |
| Preparación de superficies y terminados.            |
| Modificación a productos.                           |
| Oportunidades en prevención de contaminación.       |
| Auditorias en balances de materiales.               |

Tabla 1. 1: Métricas para medir desempeño ambiental. Fuente (Hervani et al., 2005)

Para complementar las métricas de la tabla uno, se puede utilizar las que se muestran en la tabla 1.2.

| Métricas                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gestión participativa y de empleados.                                                                                                           |
| Sistemas de gestión sobre desempeño social y ambiental.                                                                                         |
| Magnitud y naturaleza de las penalidades por no cumplir.                                                                                        |
| Número, volumen y naturaleza de las descargas a tierra, aire y agua, accidentales o no rutinarios.                                              |
| Costos asociados al cumplimiento de medidas ambientales.                                                                                        |
| Responsabilidades ambientales bajo leyes y regulaciones.                                                                                        |
| Premios recibidos.                                                                                                                              |
| Energía total utilizada.                                                                                                                        |
| Energía eléctrica total utilizada.                                                                                                              |
| Combustible total utilizado.                                                                                                                    |
| Otras materiales utilizados, no combustibles.                                                                                                   |
| Agua total utilizada                                                                                                                            |
| Mejoras al ambiente y daños generados por la operación de la empresa.                                                                           |
| Calidad de los no-productos que regresan al proceso o mercado por reciclado o reusó.                                                            |
| Impactos ambientales, sociales y económicos mayores asociados al ciclo de vida de los productos y servicios.                                    |
| Compromisos firmados para evaluar los impactos en el ciclo de vida de los productos y servicios.                                                |
| Procedimientos o programas para prevenir o minimizar potenciales impactos de productos y servicios.                                             |
| Procedimientos para asistir el diseño de productos y servicios que reduzcan impactos adversos en el ciclo de vida de los productos y servicios. |

Tabla 1. 2: Métricas generales adicionales. Fuente (Hervani et al., 2005)



Todas estas métricas tienen implicaciones en todos los niveles de la gestión (estratégico, táctico y operacional) y tienen características tangibles e intangibles, mencionarlas es importante porque ejemplifican las características que se encuentran en este tipo de cadenas de suministro.

### 1.1.2 La gestión verde en las cadenas de suministros: motivaciones para transformar la gestión en verde

Andiç et al. (2012) consideran que las iniciativas verdes no deben ser vistas desde una perspectiva de una sola empresa, sino desde la cadena de suministros, ya que la competencia ahora se desarrolla entre cadenas y no empresas. Para estos autores la gestión verde en una cadena de suministros implica la minimización, preferiblemente la eliminación, de los efectos negativos que tiene el funcionamiento de la cadena de suministros en el medio ambiente.

Otro elemento para entender la gestión verde es la motivación para implantarla en una cadena, los llamados drivers, entre los cuales se pueden encontrar aquellos que se preocupan por la parte económica, legal o normativa, responsabilidad social, éticos y presión de los stakeholders. Algunas de estas motivaciones se presentan en la tabla 1.3.

| Motivación            | Iniciativas ecológicamente responsables                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Beneficios esperados                                                                                                                                     |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Competitividad</b> | Medidas como gestión de energía y desechos, reducción de insumos, utilizar etiquetas verdes y marketing verde, el desarrollo de productos verdes y la adopción de sistemas de gestión medio ambiental (EMS por sus siglas en ingles).                                                                                                                                                                                     | Mejores ganancias, intensificación de procesos, mayor presencia en el mercado, costos menores, ganancia por renta de recursos y capacidades.             |
| <b>Legitimización</b> | Cumplir con las leyes presentes en el contexto de la organización, instalar un comité o gerencia medio ambiental que supervise los impactos en el medio ambiente, desarrollo de redes o comités con las comunidades cercanas a la cadena de suministros, realizar auditorías medio ambientales, establecer un sistema de respuesta de emergencia y alinear la imagen de las empresas con los preceptos medio ambientales. | Sustentabilidad de la cadena a largo plazo, licencia para operar, evitar multas y penalizaciones, disminución de riesgos, satisfacción de los empleados. |

Tabla 1. 3: Iniciativas y beneficios asociados a las motivaciones medio ambientales. Fuente (Andiç et al. 2012).

| Motivación                              | Iniciativas ecológicamente responsables                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Beneficios esperados                                                                              |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Responsabilidad Social</b>           | Recuperación de áreas verdes en la comunidad, creación de una línea de productos verdes aunque produzcan menos ganancias, donaciones a grupos medio ambientales u otros grupos afines, el uso de papel reciclado, reemplazo de artículos por otros de menor impacto ambiental y reciclar los desechos generados en la empresa. | Factores que elevan la satisfacción, mejora de la moral en los empleados, satisfacción individual |
| <b>Éticos y presión de stakeholders</b> | Establecer principios sobre temas éticos en toda la cadena de suministros. Transparencia con los stakeholders en asuntos que conciernen a la cadena, sobre los procesos y proyectos.                                                                                                                                           | Incremento de la confianza de los consumidores y lealtad de los stakeholders.                     |

Tabla 1. 4: Iniciativas y beneficios asociados a las motivaciones medio ambientales. Fuente (Andiç et al. 2012).  
(Continuación)

Para entender la composición y elementos presentes en la gestión verde el autor utiliza el modelo propuesto por Lambert et al. (2008) llamado “Global Supply Chain Forum – model” (GSCF) que se muestra en la Figura 1.3, este presenta etapas de la cadena, flujos presentes en la misma y ya empieza a mostrar preocupación por el retorno de los productos al final de su vida útil a la cadena, es decir logística inversa.

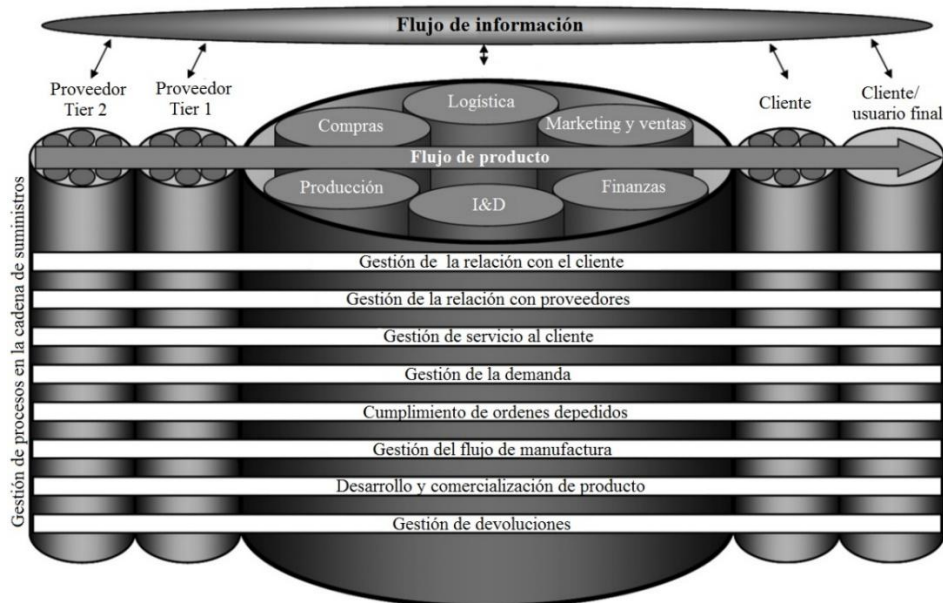


Figura 1. 3: Gestión verde en una cadena de suministros. Fuente (Andiç et al. 2012)

## 1.2 Etapas de la gestión verde en cadenas de suministros

Una vez identificadas las características de la gestión verde en cadenas de suministros, es pertinente identificar las etapas que la componen y los actores principales en ellas. En primer lugar Hervani et al. (2005), Figura 1.4, propone una composición de la gestión verde en cadenas de suministros de una organización, donde se pueden encontrar sus componentes internos, principales elementos operacionales y vínculos con organizaciones externas.

Los componentes ambientales son ejemplificados por el diseño verde (marketing e ingeniería), prácticas en obtención de materiales verdes (certificación de proveedores, compras de materiales/productos), gestión total de calidad ambiental, empaques y transportación amigable con el ambiente, re usó, re manufactura y reciclado.

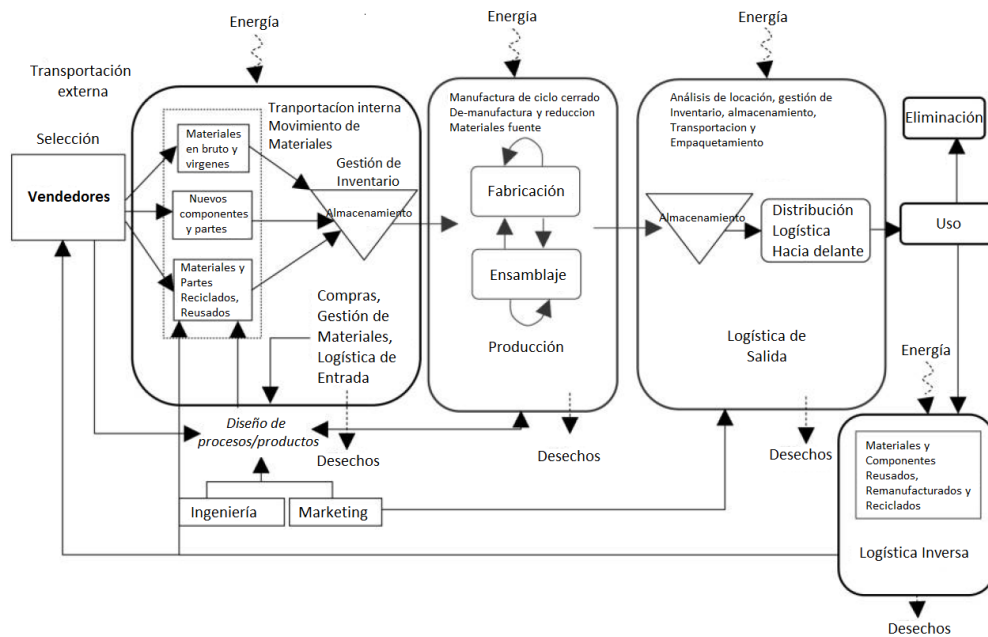


Figura 1. 4: Gestión de una cadena de suministros verde. Fuente (Hervani et al., 2005)

En la Figura 1.5 se observa otra propuesta de la estructura de la gestión verde (Sarkis 2012), como en casos anteriores se considera verde porque en los procesos de la cadena se aplican prácticas verdes, en este modelo además se cierra el ciclo de la cadena, es decir se re utilizan/reciclan/re manufacturan los productos terminados/componentes que han concluido su vida útil, la aplicación de logística inversa a la cadena, con las implicaciones ambientales que conlleva utilizarla.

En cuanto a las relaciones y flujos “río arriba” es posible encontrar: auditorías a vendedores, gestión, selección, colaboración y desarrollo de proveedores, compras y funciones de procuración de materiales, etc. Las actividades internas son aquellas que están relacionadas con temas tradicionales de la gestión de cadenas de suministros: gestión de producción y operación de la organización, manejo de flujos, relaciones y recursos dentro de la organización, etc.

En cuanto a las relaciones y flujos “río abajo”, podemos encontrar: logística de salida y transportación, marketing, distribución, empaque y almacenamiento.

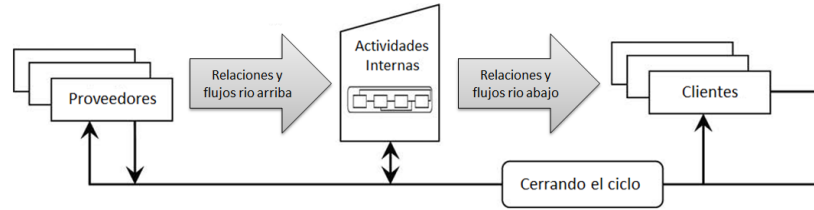


Figura 1. 5: La gestión verde en una cadena de suministros, etapas y relaciones. Fuente (Sarkis, 2012)

Para Ghobakhloo (2013), para lograr una gestión verde en la cadena de suministros las organizaciones deben seguir los principios que se encuentran en la norma ISO 14000, tomando en cuenta esta norma las organizaciones desarrollarán procedimientos que se concentren en el análisis de operaciones, mejora continua, métricas y objetivos.

Propone un modelo de la gestión verde un modelo que presenta las etapas de la gestión verde en una cadena de suministros, se puede simplificar como: Gestión verde de la cadena de suministros = Diseño de producto verde + Gestión de materiales verde + Procesos de manufactura verde + Distribución y Marketing verde + Logística inversa

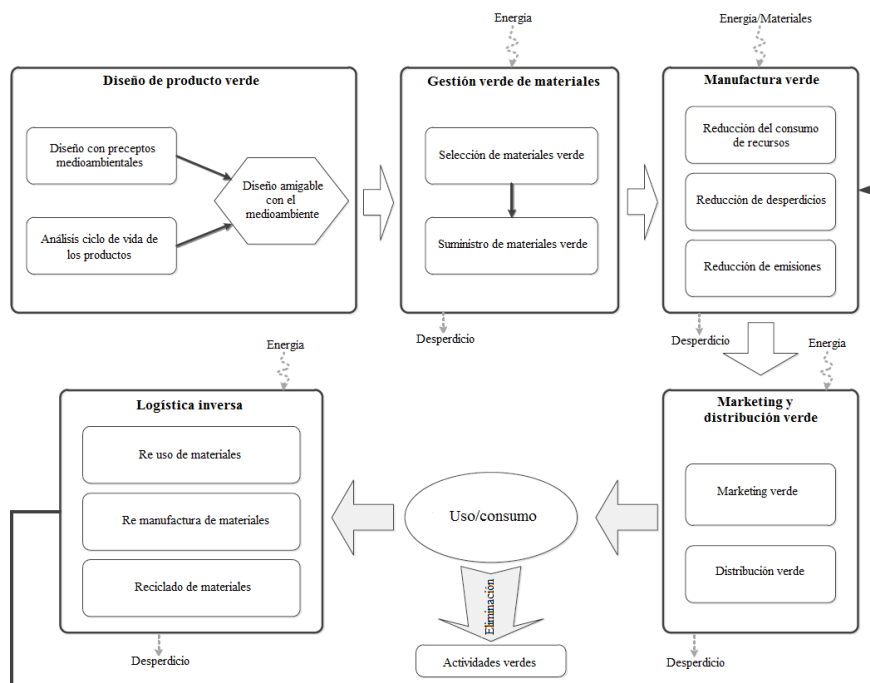


Figura 1. 6: Marco para el proceso de implantación de la gestión verde en una cadena. Ghobakhloo (2013)

Caracterizar y encontrar las etapas que componen la gestión verde, además de permitir entender a fondo el tema, facilito conocer las principales líneas de investigación que se han llevado a cabo y posibles trabajos a futuro en el tema, lo cual da pie a la problemática, objetivos y alcances del presente trabajo de tesis, como preámbulo se desarrolla, de forma breve, aquellas investigaciones que se encontró sobre la gestión verde de las cadenas de suministros.

### 1.3 Transformación de una cadena de suministros en verde mediante prácticas asociadas a la gestión verde

En una revisión de diversos artículos y materiales relacionados a la gestión verde de las cadenas de suministros, se lograron encontrar diversos puntos de vista sobre su estudio, siendo algunos de los más importantes los que se muestran en la Tabla 1.7, donde se encuentra un conglomerado de algunas de las principales líneas de investigación que han desarrollado diversos autores. El primero de ellos es el diseño de la cadena de suministros verdes, en este punto es importante recalcar la diferencia entre la gestión verde y el diseño verde de la cadena, en el primer caso se trata de una transformación de una cadena de suministros existente en verde, se utiliza cuando a una cada se le implantan diferentes tipos de prácticas verdes en alguna o todas sus etapas, en el caso del diseño se refiere a la creación de una cadena desde cero ,implantando las mismas prácticas, pero desde el momento que se concibe la cadena de suministros, es decir se utiliza para cadenas nuevas.

| Líneas de investigación          |
|----------------------------------|
| Diseño de CSV                    |
| La gestión verde como un sistema |
| Etapas e involucrados            |
| Directrices para la implantación |
| Motivaciones                     |
| Métricas de desempeño            |
| Casos de estudio                 |

Tabla 1. 7: Principales líneas de investigación encontradas en la gestión verde de cadenas de suministros.

Tomar en consideración el enfoque sistémico ha llevado a estudiar las cadenas de suministros como sistemas tipo: caja negra, donde se estudian los elementos o características que se encuentran en la totalidad de la cadena; este tipo de consideraciones presentan una línea de investigación importante, pero existe otra línea de investigación que se enfoca en las etapas principales de la cadena y los involucrados en cada una de ellas, dos puntos de vista que aportan ideas de gran valor y que es importante tener en cuenta.

Por otra parte se encontraron propuestas para definir estrategias/directrices sobre la implantación de las prácticas verdes en las cadenas de suministros, importante mencionar que no se llegan a proponer pasos o procesos para transformar una cadena de suministros en verde. Otra línea de investigación es la identificación de las motivaciones para convertir una cadena de suministros en verde, desde la responsabilidad social de las organizaciones con la protección del medio ambiente hasta las normatividad que obliga a implantar prácticas verdes en la cadena. Finalmente se encuentran las líneas de investigación sobre las métricas que se han desarrollado una vez implantadas algunas prácticas verdes en la cadena de suministros, es decir casos de estudio.

De estas líneas de investigación se identificaron dos formas principales de abordar la gestión verde, por un lado están aquellas propuestas que ven a la cadena por sus etapas, donde se implantan diversas prácticas verdes para hacer a la gestión de una cadena de suministros en verde, y por otro lado están las propuestas que ven a la cadena como un sistema, una sola entidad, y se preocupa por identificar aquellos

elementos que se encuentren en toda la cadena. Con estos dos puntos de vista surge una oportunidad pues existe la posibilidad de incluir ambas perspectivas en una nueva propuesta.

Presentadas las principales líneas de investigación, y las oportunidades implícitas en cada una de ellas, el siguiente elemento que se utilizó para formular el objetivo y problemática que intenta resolver el presente trabajo de investigación fue tomar en cuenta la propuesta de Govindan et al. (2014), donde se revisaron, analizaron y categorizaron 382 artículos sobre cadenas de suministros cerrados y logística inversa, así como las líneas de investigación ligadas a esos temas.

Una de estas líneas de investigación, es lo que los autores llaman “*Mutual interrelations*” (interrelación incluyente), término utilizado para definir una división que puede encontrarse en la mayoría de los artículos sobre CS: por un lado aquellos artículos que abordan las cadenas de suministros cerradas e inversas y por el otro los que se enfocan en cadenas verdes y sustentables, ellos encontraron un problema en esta división porque son temas tratados por separado y en algunos casos encontraron discusiones sobre la inclusión o no de gestión verde en cadenas de suministros inversas/cerradas o viceversa, cuando existe una oportunidad para considerarlas en una misma perspectiva. Una propuesta específica que hacen los autores en el artículo, es abordar las cadenas de suministro desde una perspectiva integral, es decir tomando en cuenta tanto la gestión verde y las cadenas sustentables así como las cerradas e inversas.

Un último elemento a considerar en el presente trabajo, y que también surge de la revisión de la literatura antes mencionada, es un proceso que permita la transformación de una cadena de suministros en verde, aunque es cierto que existen directrices y estrategias para lograrlo, no se encontró una herramienta o procedimiento concreto de cómo realizarlo, lo cual presenta una oportunidad para investigarlo y desarrollarlo. Además en el transcurso de dicha revisión surgieron preguntas que no están definidas del todo en los artículos que se encontraron como: sí en alguna cadena de suministros ya se implantaron algunas prácticas verdes ¿Qué tan verde es esa gestión? Tampoco se encontró información que dijera de manera contundente cuándo puede considerarse a la gestión de una cadena en verde, como ejemplo, ¿es suficiente ahorrar agua y energía para ser considerada verde? O ¿En la gestión verde están implicados y deben ser considerados más elementos?

En conclusión la problemática que desea resolver el presente trabajo es encontrar un proceso de transformación de una cadena de suministros en verde, visto desde la implantación/conversión de la gestión de una cadena utilizando prácticas verdes, además tomando en cuenta las diferentes perspectivas en cuanto a gestión verde (logística inversa/sustentable, cadena por fases/ cadena en su conjunto y grado de transformación/verde) que se mencionaron anteriormente.

## **1.4 Objetivo y alcances de la tesis**

### **1.4.2 Objetivo**

Diseñar un modelo de gestión verde de cadenas de suministros que sirva de guía y permita realizar un diagnóstico sobre la gestión verde en una organización, validando dicho modelo.

### **1.4.3 Alcances**

Realizar un estudio bibliográfico y utilizar multi metodología para crear un modelo de gestión verde de cadenas de suministros, que sirva de guía para desarrollar una intervención en una organización y determinar la presencia de prácticas verdes en una cadena de suministros, funcionando la intervención como un caso de estudio y validar el modelo, además retroalimentarlo con base en la experiencia adquirida.

## Capítulo 2

### LA GESTIÓN VERDE PLANEADA DE LAS CADENAS DE SUMINISTRO

En este capítulo se encuentra el marco conceptual y metodológico bajo el cual se desarrolló el presente trabajo de investigación, primero se mencionan algunos modelos sobre la gestión verde de cadenas de suministros encontrados en una búsqueda bibliográfica y una breve explicación de ellos. Más adelante conceptos de planeación y sistemas que se utilizaron, para finalmente explicar la estrategia de investigación que se siguió en el presente trabajo.



## 2.1 Modelos de cadenas de suministro verde

La literatura sobre la gestión verde en cadenas de suministros (GSCM por sus siglas en inglés) es diversa en cuanto a modelos y características que la componen, encontrando artículos de diversa índole donde las abordan desde diferentes perspectivas, por mencionar algunos ejemplos se encuentran publicaciones sobre estrategias en GSCM (Mutingi, 2013), modelos de GSCM (Bag & Anand, 2014), métricas e indicadores en GSCM (Jr, Zelbst, Meacham, & Bhadauria, 2012), prácticas de GSCM contextualizadas en algún país o sector específico (Andiç, Yurt, & Baltacioğlu, 2012), entre otros. Llama la atención que dentro de los modelos de GSCM se encuentran un conjunto amplio de factores o elementos, siendo importante mencionar algunos de ellos, aunque sea de manera breve, para acotar y entender a la gestión verde en cadenas de suministros.

En primera instancia se encontraron trabajos de investigación que proponen modelos generales sobre GSCM, un ejemplo de ellos es Sarkis (2012), donde propone flujos y fronteras que se pueden encontrar en la gestión verde de cadenas de suministros. Este tipo de trabajos de investigación estudian a la gestión verde desde una perspectiva generalizada, enfocándose en las características que se encuentran en toda la cadena, los elementos que interactúan con ella en su conjunto más que cada una de sus partes, es decir considerando a la cadena de suministros como un sistema, y las interacciones que tiene con su contexto y relaciones internas. En la Figura 2.1 se muestra el modelo que propone Sarkis (2012).

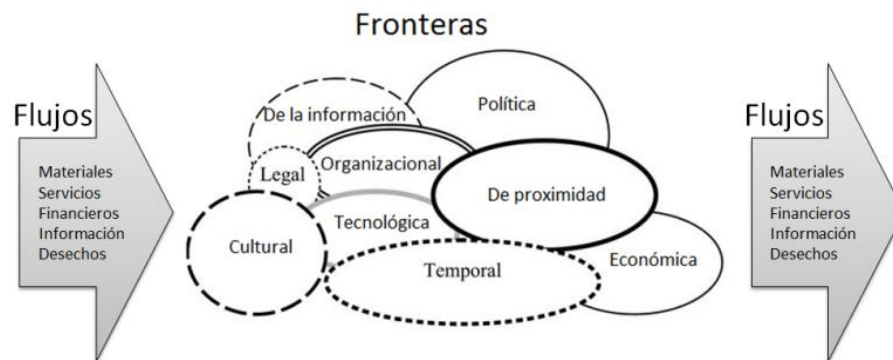


Figura 2.1: Fronteras y flujos en la cadena de suministros verde. Fuente: Sarkis (2012)

Otro tipo de modelos que fue posible encontrar son donde se definen etapas que componen a la gestión verde en una cadena de suministros y las prácticas más utilizadas en cada una de ellas, por ejemplo Hervani & Helms (2005) proponen que en dichas etapas es necesario aplicar prácticas verdes y de esta forma las etapas de la gestión se convierten en verdes. La línea de investigación que sigue este tipo de modelos es definir las etapas que integran GSCM, que sirvan de base para poder clasificar las diferentes prácticas que es posible encontrar y cuáles de ellas se pueden implantar en una cadena de suministros.

Es posible encontrar ejemplos operativos de estas etapas de GSCM, Zhu et al (2010) proponen un estudio sobre las practicas verdes utilizadas en empresas de manufactura en Japón (reducción de emisiones, desperdicios, consumo de materiales peligrosos, etc.), del mismo modo Mohanty & Prakash (2013) presentan otro ejemplo pero desarrollado en India.

Lay & Wong (2012) proponen el uso de métricas de rendimiento en GSCM, enfatizando la necesidad de planear con antelación un sistema de medición que ayude en la implantación e introducción de la gestión verde en la cadena de suministros. De estos modelos es posible identificar métricas, y prácticas asociadas a las mismas, que se utilizan en la conversión de una gestión en verde e indicadores que nos ayuden a medir el desempeño de la misma.

Existen modelos que abordan las estrategias en la gestión verde, Mutingi (2013) presenta un marco para la toma de decisiones sobre la estrategia a utilizar según el tipo de relaciones y los productos o procesos que estén presentes en la cadena. Otro enfoque para la selección de estrategias la presenta Santa-Eulalia et al. (2009), donde los criterios de importancia son: la integración, el tipo de proveedores (sourcing), economías de escala, tecnología y capacidad utilizada, todas estas características van ligadas al proceso de manufactura, y ligadas a ellas aumentará o disminuirá el impacto en el medio ambiente.

Por su parte Luthra et al. (2013) propone la identificación y jerarquización de las estrategias que ayuden a la implantación de GSCM, enfocándose en los miembros que no pertenecen a la cadena, los miembros “rio arriba/abajo” y los miembros en concreto de la cadena.

Tomando en cuenta los modelos mencionados, se llega a la conclusión que existen niveles en cuanto a las prácticas que se utilizan en las cadenas de suministro, por una lado se tienen aquellas de carácter estratégico (ligada a decisiones de largo plazo e irreversibles) y por el otro las de carácter operativo (corto plazo y reversibles), estas dos características, que serán abordadas más adelante, sirvieron para clasificar a las prácticas verdes, y que sirven para saber que practicas será posible aplicar rápidamente y cuales requerirán tiempo y cambios en la organización para su implantación.

## **2.2. Elementos sistémicos de la gestión verde planeada de las cadenas de suministros**

Como se ha mencionado este trabajo de investigación se encuentra inmerso en el enfoque sistémico y de la planeación, por su importancia deben ser mencionados. Los temas que se presentan en estas secciones son aquellos que ayudan a entender estos enfoques.

### **2.2.1. El enfoque sistémico para la gestión planeada**

El primer concepto del enfoque sistémico son los sistemas del tipo “purposeful” (con propósito), bajo el cual fueron consideradas las cadenas de suministros en este trabajo, son un sistema que tiene como características: producir la misma salida aunque se encuentre en diferentes estados, pero a la vez generar diversas salidas en diferentes o mismo estado, es decir un sistema que puede cambiar sus objetivos y selecciona los fines para lograrlos, tiene voluntad propia.

Otro punto importante de los sistemas es el ambiente, definido como un conjunto de elementos y sus propiedades relevantes, donde dichos elementos no forman parte del sistema pero un cambio en ellos produce un cambio en el sistema mismo, al tomar en cuenta el ambiente se considerara al sistema de tipo abierto. El ambiente es un aspecto importante porque cada sistema, aun si se engloban en cadenas de suministros, tiene sus particularidades en cuanto a aspectos políticos, sociales, etc.

Para englobar estos conceptos de aquí en adelante las cadenas de suministros serán consideradas como organizaciones, siendo aquellos sistemas tipo “purposeful”, que contienen al menos dos elementos purposeful con un propósito en común, una división funcional del trabajo, donde sus partes pueden responder al comportamiento de las otras mediante la observación o comunicación y finalmente al menos un elemento debe contener algún sistema de control.

Entender a la cadena de suministros como un sistema es de suma importancia porque permite estudiar la interacción entre las distintas etapas y actores que la componen, la relación con el medio donde se desarrolla, aspecto importante para el cuidado medio ambiental, y posibilita medir el desempeño de la cadena en su conjunto, pues como se comentó en capítulos anteriores, la competencia se da entre cadenas de suministros y no empresas.

### **2.2.2. Niveles estratégico y táctico**

El nivel estratégico y táctico son características de la toma de decisiones y las prácticas relacionadas a ellas, Shivakumar (2014) los define como el grado de compromiso de la decisión, que se puede medir mediante la reversibilidad o no de las decisiones, el alcance de las mismas y la influencia que tendrá la toma de una decisión con las decisiones subsecuentes.

Bajo esta perspectiva las decisiones estratégicas son aquellas que tienen, tanto un alto grado de compromiso como de alcance, es decir son estratégicas por su carácter irreversible y por el alto número de decisiones que son influenciadas por ella.

Por otra parte las decisiones que tienen un alto grado de compromiso pero no alteran o no tienen influencia en otras decisiones son consideradas tácticas, este tipo de decisiones son subsecuentes a la toma de una decisión de carácter estratégico.

Con esta perspectiva resulta evidente la presencia de decisiones estratégicas y tácticas en la gestión verde de una cadena de suministros, pues es posible implantar practicas verdes que afecten o no a toda la organización, así como ser o no reversibles.

### **2.2.3. Metodología de la planeación**

La planeación como la define Sánchez Guerrero (2003), es un proceso por el cual un sistema (objeto a planear) es conducido, a partir de una situación presente hacia un estado deseado empleando los medios y los recursos necesarios disponibles.

Este proceso es posible integrarlo en tres subsistemas o fases: el diagnostico, la identificación y diseño de soluciones y control de resultados, los cuales se muestran en la Figura 2.2.

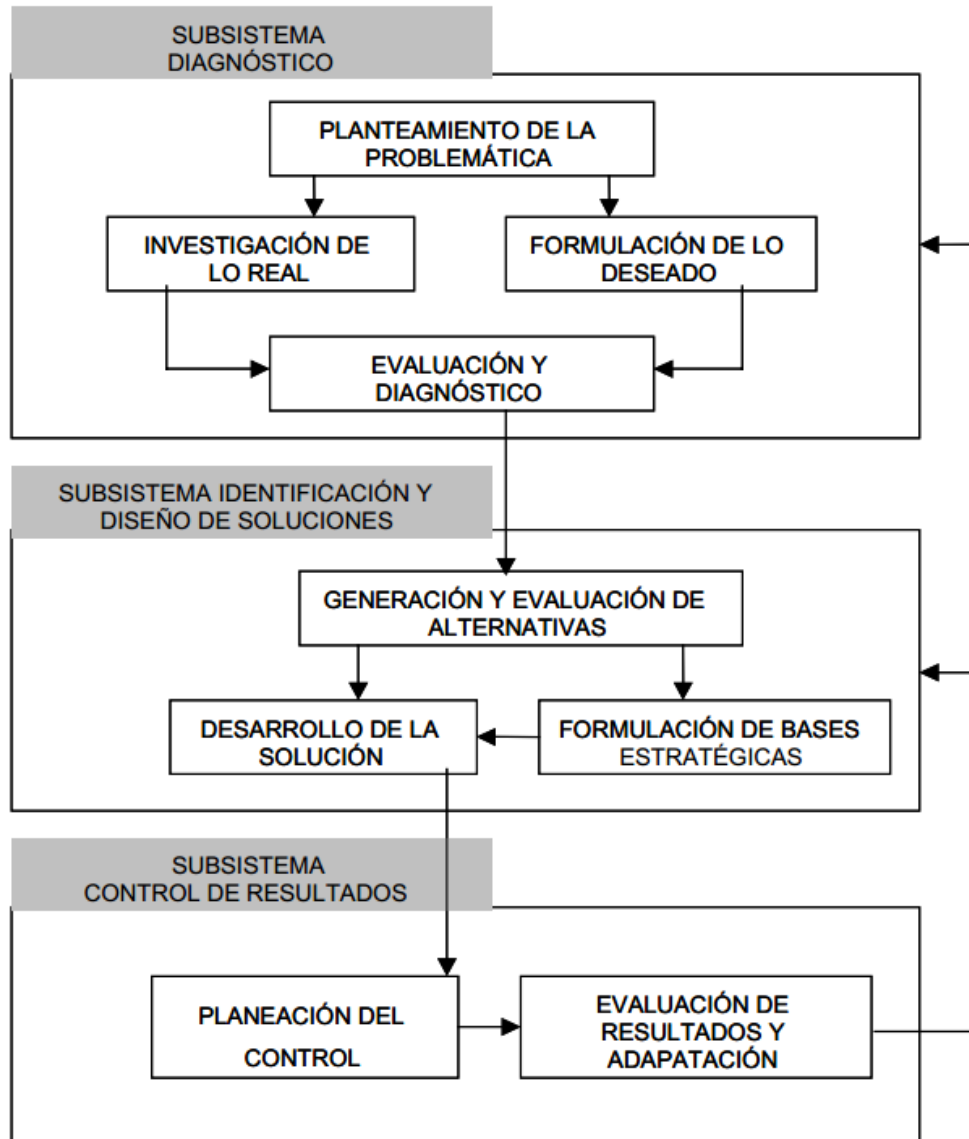


Figura 2. 2: Los subsistemas de la planeación. Fuente: Fuentes, A y Sánchez, G. (1995)

Para entender la ubicación de este trabajo de investigación en este proceso de planeación, es necesario explicar de manera breve en que consiste cada una de ellas.

- La fase de diagnóstico, más allá de las fases que la componen, inicia estructurando un estado de insatisfacción y se concluye planteando los problemas, sus causas y sus posibles repercusiones futuras.
- Identificación y diseño de soluciones empieza jerarquizando los problemas a resolver, visualizando diversas líneas estratégicas y se termina con la programación y presupuestos de las acciones.
- El control de resultados se obtiene planeando la intervención y evaluando los resultados para su adaptación. Como entrada se tiene el plan de acción y como salida, el diseño de los criterios de éxito y las medidas de desempeño.

Con estas etapas es posible decir que el presente trabajo de investigación se encuentra en la etapa diagnóstica de la planeación, ya que se centró en investigar el estado actual de una cadena de suministros y a partir del mismo, encontrar áreas de oportunidad para iniciar el proceso de transformación de la gestión de una cadena en verde.

## **2.3. Estrategia de investigación**

La estrategia de investigación que se utilizó en esta tesis fue la siguiente:

En primer lugar se realizó un análisis comparativo entre los modelos que se encontraron en la literatura sobre la gestión verde, como resultado de este estudio se encontraron los elementos y características más importantes en los modelos de GSCM.

Con los elementos más importantes el siguiente paso fue proponer un modelo de cadena de suministro verde, ya sea reforzado, combinado o multi metodología, según lo que propone Minger (1997).

Definido el modelo, y tomándolo como base, el siguiente paso fue crear una estrategia de intervención, del tipo sistémico que propone Midgley (2000), para encontrar aquellas las áreas de oportunidad antes mencionadas.

### **2.3.1. Análisis comparativo**

Se utilizó un análisis comparativo propuesto por Lor (2011), este tipo de análisis se basa en la comparación, entendida como una propiedad inherente en todos los campos de las. El método comparativo está considerado como un método básico, Lijphart (1971), es decir se encuentra al mismo nivel que el método experimental, estadístico y estudios de casos.

Uno de los temas de mayor discusión dentro de la metodología comparativa de textos en las ciencias sociales, es la pregunta sobre el número de casos que deben ser estudiados, siendo una característica que diferencia el análisis comparativo de análisis estadísticos, siendo el primer caso donde se usan menor número de casos para realizar el análisis.

Por otro lado Landman (2008) adopta una división de los estudios comparativos de la siguiente forma: comparación con muchos elementos, comparación con pocos elementos y comparación a un solo elemento. Este número de casos está ligado al nivel de detalle que se requiera y por lo tanto es importante tenerlo en cuenta según el tipo de estudio que se requiera. En la Figura 2.3 se muestra un ejemplo, siendo en este caso un estudio de países, donde se intenta ejemplificar el nivel de detalle a obtener en cada uno de ellos según el número de países estudiados. A mayor cantidad de países disminuye la información obtenida de cada uno de ellos.

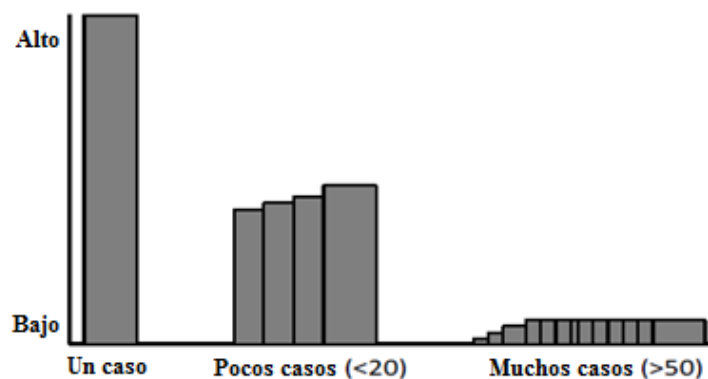


Figura 2. 3: Número de elementos y nivel de detalle. Fuente: Lor (2011)

Tomando en cuenta el número de casos se tiene la siguiente clasificación de diseños en la investigación comparativa:

- Un solo caso de estudio. Aunque no es considerado como tipo de investigación comparativa concreta, tiene sus méritos cuando es necesario información de un caso en específico, o como primer paso de un estudio comparativo.
- Pocos casos de estudio. En este tipo de estudios los casos pueden empezar a partir de dos casos de estudio, siendo el factor de decisión para determinar el número de casos la aproximación metodológica que se le quiera dar al estudio.
- Muchos casos de estudio. También conocidos como estudios intersecciones, entrecruzados de casos o N cantidad de estudios, es usualmente de tipo cuantitativo e implica un análisis multi-variable y análisis de datos simultáneos en más de una variable

En cuanto a la selección de los casos de estudio, se basa en la información que se quiera obtener al final del ejercicio, por ejemplo, si se requiere encontrar relaciones causales o condiciones asociadas con el desarrollo específico de un proceso existen dos estrategias:

- Diseño de sistemas con más similitudes (MSSD por sus siglas en ingles), propuesto por J.S. Mill,
- Diseño de sistemas más diferenciados (MDSD por sus siglas en ingles)

Algunas recomendaciones para su aplicación son:

- Seleccionar un nivel de análisis para el fenómeno que se quiere estudiar.
- Seleccionar un enfoque cuantitativo, cualitativo o una combinación de ellos.
- Tomando en cuenta los puntos anteriores seleccionar las variables a comparar.
- Seleccionar uno de los modelos según el número de casos disponibles: un solo objeto de comparación, muchos objetos de comparación y pocos objetos de comparación.

Este análisis fue utilizado para encontrar diferencias y similitudes en cuanto a aspectos o criterios que fue posible encontrar en modelos y propuestas de gestión verde de cadenas de suministros, y así realizar una propuesta para estudiar la transformación de la cadena de suministros en verde.

### 2.3.2. Multi metodología

La esencia de la multi metodología, como lo define Mingers (1997), es utilizar más de un tipo de metodología o paradigma dentro de una misma intervención. La importancia de utilizar diferentes metodologías es enriquecer la visión que se tiene de cierta situación o problema, sí se toma la perspectiva de un paradigma es posible obtener información muy útil sobre cierto fenómeno o problema, pero solamente es desde una perspectiva, viéndolo desde el punto de vista sistémico, tomando más de un paradigma se amplía la visión del fenómeno o problema, y es posible encontrar características o soluciones que no se habían visualizado.

Pero este proceso de combinar metodologías, particularmente de diferentes paradigmas, presenta un serio problema en términos de cuán efectivo es unirlas y al amplio rango de conocimientos, habilidades y flexibilidad que se requiere de los practicantes en cada una de dichas metodologías para lograrlo y a su vez aplicarlas. Las posibles combinaciones en multi metodología se encuentran en la siguiente tabla.

| Nombre                                 | Descripción                                                             | Paradigma                     |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Aislacionismo metodológico</b>      | Utilizar una metodología o técnica de un solo paradigma                 | Un solo paradigma             |
| <b>Reforzamiento de la metodología</b> | Mejorar una metodología con técnicas de una diferente                   | Múltiple y singular paradigma |
| <b>Selección de metodología</b>        | Selección de una metodología apropiada para una situación en particular |                               |
| <b>Combinación de metodologías</b>     | Combinar metodologías completas en una sola intervención                |                               |
| <b>Multi metodología</b>               | Segmentar metodologías y combinarlas para generar una nueva             | Múltiple y singular paradigma |

Tabla 2. 1: Posibilidades al combinar metodologías. Fuente: Mingers (1997)

Para ayudar en el mapeo de las características de cada metodología Mingers (1997) propone el uso de una tabla (Figura 2.2). La lógica detrás de este constructo es realizar una intervención comprensiva donde es necesario tomar en consideración tres aspectos: el material, personal y social en cuatro fases diferentes.

El siguiente paso de la multi metodología es unir las partes de cada una, ese proceso de unión requiere que las metodologías sean descompuestas de forma sistemática para encontrar los elementos que puedan ser desincorporados y sus funciones o propósitos

|                 | Apreciación de                          | Análisis de                                     | Evaluación de                                     | Acción para                                      |
|-----------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>Social</b>   | Prácticas sociales, relaciones de poder | Distorsiones, conflictos, intereses             | Formas de alterar estructuras existentes          | Generar empoderamiento y crecimiento             |
| <b>Personal</b> | Creencias individuales, emociones,      | Diferentes percepciones y racionalidad personal | Alternativas de conceptualización y constructos   | Generar consensos y acomodación                  |
| <b>Material</b> | Circunstancias físicas                  | Estructura causal inherente                     | Alternativas de estructuras físicas y estructural | Selección e implantación de mejores alternativas |

Tabla 2. 2: Tabla para mapear metodologías. Fuente Mingers (1997).

El último punto a tomar en cuenta es el rol del agente que realiza la combinación de metodologías, ya que para realizarlo el actor depende de sus habilidades, conocimiento, estilo personal y experiencia en un punto particular del tiempo.

### 2.3.3. La intervención sistémica

El termino intervención, como lo define Midgley (2000) es una acción de tipo “purposeful” que realiza un agente humano para crear un cambio. Tipo de acciones que no necesariamente son hechas por un solo ser humano, también pueden ser llevadas a cabo por un grupo de personas, un equipo, una familia, una organización, comunidad, nación, etc.

Un área de investigación donde se utiliza la intervención es la llamada investigación por acciones, este tipo de investigación no está enfocado al método científico de las ciencias duras, se enfoca en obtener un beneficio para la sociedad, Lewin lo define como una decisión entre realizar investigación por satisfacer la curiosidad sobre un tema o ayudarse a sí mismo o a otras personas a mejorar las condiciones sociales que los rodean.

Para entender la intervención sistémica es necesario retomar un concepto que se mencionó anteriormente, el contexto, en el área de sistemas se sabe qué de forma directa o indirecta todas las cosas del universo se encuentran conectadas, por lo tanto es de suma importancia definir las fronteras de dicho contexto; determinar un límite donde considerar que un elemento pertenece o no al análisis, y así algunas propiedades o características sean visibles o no. Aunque se desea abarcar tanto contexto como sea posible, en términos prácticos no es posible realizarlo.

Así Midgley (2000) propone que para tener una metodología adecuada de intervención sistémica, esta deber ser explicita en tres conceptos, el primero es que los agentes reflexionen de manera crítica sobre las fronteras que utilizaran para delimitar el sistema y realizar una selección o definición de las mismas.

El segundo aspecto que debe ser explicito es la necesidad, por parte de los agentes, de tomar decisiones en cuanto a la selección de métodos y teorías que guíen a la acción misma, lo que requiere un pluralismo tanto metodológico como teórico.



Finalmente el último aspecto para una metodología de intervención sistémica y que debe ser explícita, es llevar a cabo acciones para lograr las mejoras, donde las acciones son determinadas bajo el contexto local en el que se encuentran ya que dependiendo de la definición del primer aspecto puede llegar a tomar distintas formas; en cuanto a las mejoras también se define de manera local y temporal, en este caso cobra importancia el tiempo porque una mejora en cierto año puede ya no serlo para el siguiente.

Un aspecto importante en la intervención sistémica que propone Midgley (2000) es identificar los límites del sistema sobre el cual se realizará la intervención, las consecuencias y los efectos que pueden presentarse por la toma de decisiones, es decir se intenta identificar el sistema, su contexto, fronteras, todo bajo los principios y valores del consultor.

Midgley (2000) dice que el proceso de reflexión conlleva identificar áreas críticas donde la intervención se llevará a cabo, las cuales pueden ser funciones, procesos, o áreas físicas dentro de una organización/compañía. Estas tres actividades- reflexión crítica de las fronteras, selección entre métodos/teorías y realizar acciones para lograr las mejoras son inseparables componentes que forman parte de una intervención sistémica y se muestran en la Figura 2.4.

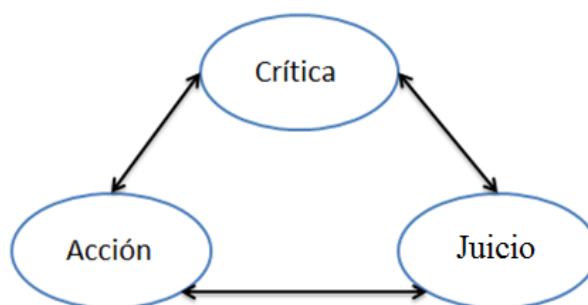


Figura 2. 4: Tres aspectos para una metodología de intervención sistémica. Fuente: Midgley (2000)

Estos tres aspectos son inseparables porque realizar uno de ellos implica el uso de los otros dos, aunque es posible cambiar el punto de atención entre los mismos, para que ninguno quede implícito y no se llegue a realizar un análisis crítico, es decir la separación entre ellos es de carácter analítico, representan tres puntos de vista que deben ser considerados para realizar una intervención sistémica.

Definidos todos los conceptos necesarios para entender el trabajo de investigación que se realizó, es momento de pasar a la presentación de propuestas, y todos los estudios que fueron necesarios realizar para llegar a ellas se encuentran en los siguientes capítulos.

## **Capítulo 3**

### **CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN VERDE DE CADENAS DE SUMINISTROS**

En este capítulo se presenta el desarrollo del trabajo de investigación, la generación de la propuesta de un modelo de GSCM que sirvió de marco para entender a las cadenas de suministros verdes y se utilizó en etapas posteriores del desarrollo. Esta propuesta representa el primer resultado de este trabajo de tesis.

### 3.1. Análisis comparativo de modelos de cadenas de suministros verdes

Como se mencionó en el capítulo anterior se utilizó un análisis comparativo para llegar al modelo de GSCM, para desarrollar este análisis se usó un diseño de pocos objetos de comparación, y el llamado diseño de los sistemas con mayor diferenciación (MDSD por sus siglas en ingles).

Los criterios que se utilizaron para realizar este análisis comparativo fue estudiar a las cadenas de suministro verde a un nivel estratégico y seleccionando un enfoque cualitativo, se utilizaron 11 modelos que se encontraron en la búsqueda bibliográfica sobre el tema. Los criterios que se seleccionaron para el análisis se muestran en la Tabla 3.1, resulta pertinente mencionar que estos engloban a prácticas de gestión verde que se encuentra en la cadena de suministros.

| Criterios                                       |
|-------------------------------------------------|
| Fronteras GSCM                                  |
| Flujos GSCM                                     |
| Diseño de productos verde                       |
| Gestión de materiales verde                     |
| Manufactura verde                               |
| Marketing verde                                 |
| Distribución verde                              |
| Logística inversa                               |
| Tecnología                                      |
| Estrategia de desarrollo e implantación de GSCM |
| Demanda verde                                   |

Tabla 3. 1: Criterios del análisis comparativo.

La descripción de cada una de los criterios se muestra a continuación:

#### 3.1.1. Fronteras

La determinación de este criterio es importante porque ayuda a definir el alcance de la cadena de suministros, por lo mismo solamente se les considera desde el punto de vista de límites, Sarkis (2012) propone las siguientes dimensiones de dichas fronteras:

| Dimensión                | Características                                                                                                                                                      |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Organizacional</b>    | Conformada por las estructuras organizacionales que es posible encontrar en una organización.                                                                        |
| <b>Proximidad</b>        | Incluye las consideraciones y dimensiones físicas y geográficas que deben ser consideradas no solamente en una cadena verde, sino en cualquier cadena de suministro. |
| <b>Política</b>          | Reglas y regulaciones impuestas por instituciones a nivel nacional, regional, local u otro nivel de gobierno.                                                        |
| <b>De la información</b> | Limites en cuanto a la disponibilidad de la información (seguridad,                                                                                                  |

|                    |                                                                                                                                       |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | ventaja competitiva, etc.).                                                                                                           |
| <b>Temporal</b>    | El periodo de tiempo que una organización es responsable por sus productos, materiales y desechos/desperdicios que utiliza.           |
| <b>Legal</b>       | Relacionada al punto donde una organización ya no es legalmente responsable de los productos y materiales en la cadena de suministro. |
| <b>Cultural</b>    | Determina las capacidades y el control existente en la gestión de la organización.                                                    |
| <b>Económica</b>   | Hasta qué punto es económicamente factible gestionar la cadena de suministro verde.                                                   |
| <b>Tecnológica</b> | La infraestructura tecnológica que tiene una organización (información, procesos, productos o apoyo organizacional)                   |

Tabla 3. 2: Dimensiones de las fronteras de la gestión verde en una cadena de suministros. Fuente: Sarkis (2012)

### 3.1.2. Flujos

Son aquellos que influyen en el manejo y la percepción de la gestión verde en cadenas de suministro, los tipos de flujo que propone Sarkis (2012) son:

| Tipo               | Características                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Materiales</b>  | Un flujo físico comúnmente asociado a la cadena de suministro, puede incluir partes, componentes, materiales vírgenes o productos terminados.                                                                                                                                                                                                |
| <b>Servicios</b>   | Flujo intangible entre las organizaciones, algunos ejemplos de él son: transportación y los servicios asociados al mismo, servicios de energía, servicios financieros y de información. Dentro de este flujo se encuentra los proporcionados por la naturaleza.                                                                              |
| <b>Financieros</b> | Principalmente el flujo de capital o dinero a través de toda la cadena de suministro. Las implicaciones de él con el medio ambiente son asociados a los fondos que se requieren para llevar a cabo las prácticas y/o los flujos de servicios que pueden causar daños al medio ambiente.                                                      |
| <b>Información</b> | Información y conocimiento son flujos críticos en GSCM, tener información veraz sobre los materiales y productos puede reducir considerablemente la cantidad de energía, transporte y material de inventario. La información puede ser una herramienta que ayude a las organizaciones a re-evaluar sus procesos en la cadena de suministros. |

Tabla 3. 3: Tipos de flujos de la gestión verde en una cadena de suministros. Fuente: Sarkis (2012)

Un elemento importante en cuanto a los flujos, y que es mencionado en escasas ocasiones, es la creación de un sistema de información verde, con la implantación de prácticas verdes se generan nuevos flujos de información que necesitan ser administrados y analizados para poder dar un seguimiento al desempeño de la cadena de suministros, lo cual hace necesario la creación de dicho sistema.

En la Figura 3.1 se muestran los flujos y fronteras antes mencionados, el modelo sirve de apoyo para entender las características de la gestión verde en cadena de suministros verde, y responde a una concepción tipo caja negra de la cadena.



Figura 3. 1: Flujos y fronteras de la cadena de suministros verde. Fuente: (Sarkis, 2012)

### 3.1.3. Diseño de productos verde

Como su nombre lo indica es crear productos, que desde su concepción busquen la disminución de desechos/desperdicios, el re uso y reciclado de los mismos, tanto de sus componentes y como sus desechos. Incluye tipos como el diseño con conciencia ambiental (ECD por sus siglas en ingles) y el análisis del ciclo de vida (LCA).

### 3.1.4. Gestión de materiales verde

Se refiere a la gestión de los materiales que se utilizan en la cadena de suministros sean seleccionados y utilizados porque son amigables con el medio ambiente. Entre las actividades que engloba esta etapa se encuentra el reemplazamiento de materiales peligrosos, facilidad en la separación de materiales, disminución del uso de materiales, materiales adaptables que puedan utilizarse en más de un producto, entre otros.

### 3.1.5. Manufactura verde

Siendo uno de sus objetivos principales reducir el uso de materiales vírgenes y otros recursos/tipos de energía, esta etapa reduce indirectamente los volúmenes de desechos/desperdicios en el proceso de manufactura. Otro objetivo es la reducción de emisiones, teniendo dos formas de realizarlo: controlando las emisiones, ya sea atrapándolas, tratándolas o destruyéndolas y, por otro lado, la prevención de las mismas.

### **3.1.6. Marketing verde**

Marketing verde es un criterio que abarca no solamente la promoción de los productos que se preocupan por el medio ambiente, también comprende modificaciones a producto, cambios al proceso de producción y cambio en empaques.

### **3.1.7. Distribución verde**

La distribución verde se apoya en el transporte verde, siendo este último, el servicio que disminuye el impacto negativo en la salud humana y en el medio ambiente comparado con otros servicios de transporte. De gran importancia al momento de hacer verde la gestión de una cadena de suministro, ya que tiene un gran impacto.

### **3.1.8. Logística inversa**

El reciclado, re manufactura y re uso son consideradas funciones de logística inversa que sirven a la GSCM. El reciclado es el proceso de recolección de los productos, componentes y/o materiales que son desensamblados, separados por categorías y procesados para ser considerados como reciclados. El re uso es el mismo proceso de recolección pero en este caso vender o distribuirlos como productos como usados.

La re manufactura consiste en recolección de productos o componentes usados, evaluar sus condiciones y reemplazar los componentes que se encuentren rotos, gastados o sean obsoletos por partes nuevas o partes reprocesadas, y pasar por un proceso de control de calidad.

### **3.1.9. Tecnología**

La tecnología es un criterio importante para GSCM, ya que es gracias a ella que es posible disminuir la producción de desperdicios, uso eficiente de recursos, sistemas de recolección de información, entre otros. Tecnología, como la define García-Córdoba (2010) hace referencia a:

- El estudio de las técnicas.
- Los procesos tecnológicos o de generación de tecnología.
- Los productos tecnológicos (conocimientos, procesos y artefactos).

### **3.1.10. Demanda verde**

Se refiere a la importancia de crear la demanda para los productos verdes, concientizar a los clientes sobre la importancia de tener procesos y materiales verdes en la cadena de suministros. Como dice Beamon (1999) el implementar prácticas de reciclado, re manufactura y re uso (algunas de las practicas verdes) agrega un nivel adicional de complejidad a la cadena de suministro que en la mayoría de los casos, se convierte en costos adicionales para las organizaciones y serán reflejadas en el costo que paguen los clientes por el producto.

### 3.1.11. Estrategia de desarrollo e implantación de GSCM

Este criterio es para aquellos artículos que proponen un procedimiento o método para el desarrollo, implantación y control de la cadena de suministros verde. En términos generales desarrollar diagnósticos que nos ayudan a conocer el funcionamiento de una organización, sistemas de medición, desarrollo de alternativas y aspectos de la implantación.

Definidos los criterios que fueron tomados en cuenta para el análisis comparativo se crea la matriz de la Figura 3.2, en esta matriz encontramos en las filas los diferentes modelos que proponen diversos autores y en las columnas se encuentran los criterios que se definieron anteriormente.

|         |                                                            | Criterios  |                           |                             |                   |                    |                   |               |                                                 |                 |            |               |
|---------|------------------------------------------------------------|------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|---------------|-------------------------------------------------|-----------------|------------|---------------|
|         |                                                            | Flujos CSV | Diseño de productos verde | Gestión de materiales verde | Manufactura verde | Distribución verde | Logística inversa | Fronteras CSV | Estrategia de desarrollo e implantación de GSCM | Marketing verde | Tecnología | Demanda verde |
| Modelos | Modelo practicas GSCM Sarkis (2012)                        |            |                           |                             |                   |                    |                   |               |                                                 |                 |            |               |
|         | Modelo practicas GSCM Ghobakhloo, M. et al(2013)           |            |                           |                             |                   |                    |                   |               |                                                 |                 |            |               |
|         | Modelo practicas GSCM Santa-Eulalia, L. A. et al (2009)    |            |                           |                             |                   |                    |                   |               |                                                 |                 |            |               |
|         | Modelo practicas GSCM Mohanty, R. P., & Prakash, A. (2013) |            |                           |                             |                   |                    |                   |               |                                                 |                 |            |               |
|         | Modelo practicas GSCM Beamon, B. M. (1999)                 |            |                           |                             |                   |                    |                   |               |                                                 |                 |            |               |
|         | Modelo practicas GSCM Mutingi, M. (2013)                   |            |                           |                             |                   |                    |                   |               |                                                 |                 |            |               |
|         | Modelo practicas GSCM Andiç, E. et al (2012)               |            |                           |                             |                   |                    |                   |               |                                                 |                 |            |               |
|         | Modelo practicas GSCM Zhu, Q. et al (2010)                 |            |                           |                             |                   |                    |                   |               |                                                 |                 |            |               |
|         | Modelo practicas GSCM Luthra, S. et al (2013)              |            |                           |                             |                   |                    |                   |               |                                                 |                 |            |               |
|         | Modelo practicas GSCM Hervani, A. a. et al (2005)          |            |                           |                             |                   |                    |                   |               |                                                 |                 |            |               |
|         | Modelo practicas GSCM ISO(2010)                            |            |                           |                             |                   |                    |                   |               |                                                 |                 |            |               |

Figura 3. 2: Matriz resultado del análisis comparativo.

Los resultados que se obtuvieron de esta matriz son diversos, el primero de ellos es la separación de los modelos encontrados en dos grupos principales, por un lado tenemos aquellos donde la mayoría de las prácticas utilizadas se encuentran en las etapas de una cadena de suministros (diseño de productos, gestión de materiales, manufactura, marketing y distribución verdes, además de la logística inversa). Estos modelos se utilizaron como elementos para crear un nuevo modelo utilizando la multi metodología, es decir a un modelo base adicionarle aquellos elementos no presentes que mencionan otras propuestas, obteniendo un modelo que toma en cuenta una amplia gama de perspectivas.

Por otra parte están los modelos que consideran los flujos, fronteras y la tecnología en la cadena de suministros, de cierta forma se enfocan en el contexto de la cadena y que practicas utilizar en su totalidad, y no solamente sus etapas.

Otro resultado de la matriz es la poca importancia que los autores le dan a la demanda verde, y por ende beneficios de una gestión verde, como dice Beamon (1999) el implementar prácticas de reciclado, re manufactura y re uso (algunas de las practicas verdes) agrega un nivel adicional de complejidad a la cadena de suministro, que en la mayoría de los casos, se convierte en costos adicionales

para las organizaciones, por estos costos es necesario estar seguro que existirá una demanda llamada verde y que los clientes pagaran esos costos adicionales que estarán presentes en los productos.

Una disimilitud entre los modelos es la tecnología como un aspecto importante en las cadenas de suministro verde, Santa-Eulalia et al. (2009) se refiere a la tecnología como especializada o polivalente, en el primer caso se asume que es más eficiente y por tanto genera menos desechos y desperdicios pero presenta la debilidad de no poder adaptarse fácilmente a cambios en el mercado. Bajo esta idea se puede decir que la tecnología no está ligada a alguna de las etapas en específico que propone Chopra y Meindil (2007) o Beamon (1999), sino que estará presente en todas ellas, siendo un tipo de contexto que puede o no estar disponible en cierta cadena de suministro.

Otra disimilitud es un sistema de información verde, se habla de prácticas y métricas en la gestión verde, pero son pocos los artículos (Andiç et al. 2012) donde se aborda la necesidad de crear un sistema que dé seguimiento a toda la información que se generará al convertir la gestión en verde, Sarkis (2012) define el flujo de información que existe en toda la cadena pero no especifica la forma en la que debe tratarse. Este sistema es un punto importante porque la mayoría de las prácticas utilizadas en la gestión de cadenas de suministros verde se enfocan en minimizar desechos/desperdicios y mejor uso de energía y recursos, resulta evidente que se generará información adicional en la búsqueda de lograr estos objetivos.

Las siguientes disimilitudes, que se encuentran en pocos modelos, fueron las estrategias o procedimientos para la implantación, desarrollo y mantenimiento de una cadena de suministro verde, este es un tema importante porque define un estrategias a seguir en la conversión de la gestión en verde, en algunos modelos se encontraron prácticas verdes pero la decisión de cómo implantarlas no son proporcionadas por este tipo de estrategias y procedimientos.

En cuanto a las similitudes que se encontró entre los modelos, están las etapas de la gestión verde en una cadena de suministros: diseño de producto verde, gestión de materiales verde, manufactura verde, distribución verde y logística inversa. Estas etapas guardan similitudes con aquellas que propone la cadena de suministros extendida, pero considerando que en cada una de ellas se aplican diferentes prácticas que convierten a una etapa tradicional en verde.

Finalmente la categoría que está presente en casi todos los artículos son los flujos en las prácticas de gestión de la cadena de suministros verde, no solamente representados por la energía, desechos/desperdicios y los materiales para la manufactura sino por todos aquellos que menciona Sarkis (2010). Esta variable es de importancia porque las prácticas en GSCM se enfocan en acciones que disminuyan los impactos y costos ambientales que genera la cadena de suministro, que en la mayoría de los casos están ligados a dichos flujos.

Para facilitar la visualización de las categorías y su presencia en los diversos modelos se presenta la Figura 3.3, donde se pueden observar la presencia en mayor o menor medida en los diferentes modelos y algunas más que son importantes y vale la pena mencionar.



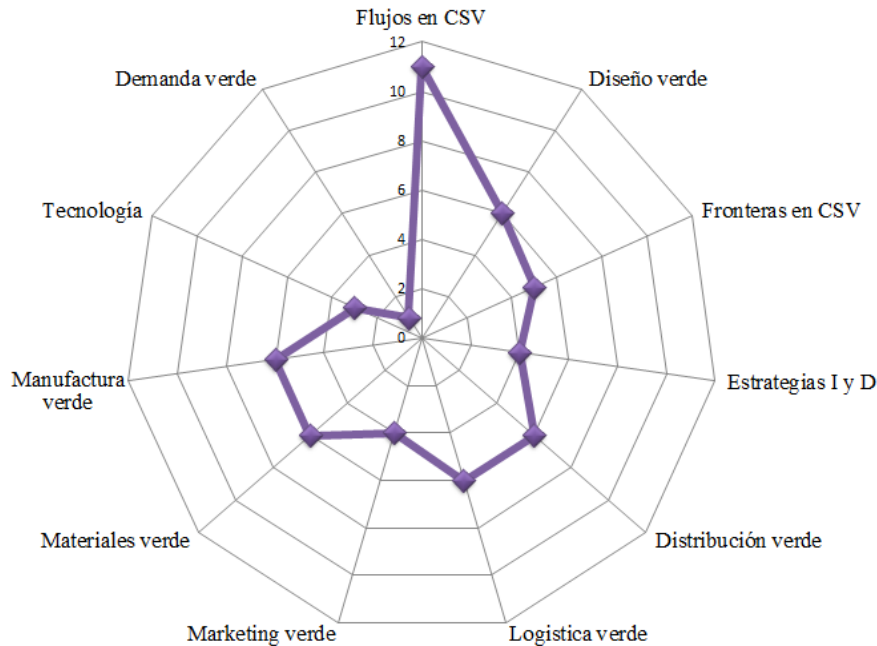


Figura 3. 3: Resultados del análisis comparativo, frecuencia de criterios.

### 3.2 Construcción de la propuesta de modelo sobre la gestión verde

Las asociaciones que se encontraron en el análisis comparativo hacen posible proponer algunos criterios de importancia que fueron considerados en el momento de proponer un modelo de gestión verde de las cadenas de suministro. Este modelo podría estar constituido por:

- Las cuatro etapas que engloban las principales funciones de una cadena de suministros verde: diseño de productos verde, manufactura verde, distribución verde y marketing verde.
- La logística inversa como un proceso que ayude a la cadena a reusar, reciclar y re manufacturar los productos y desperdicios que se generan en los diferentes procesos.
- Los diferentes flujos que se encuentran a lo largo de la cadena y por la importancia que se ha mencionado anteriormente es recomendable tomar en cuenta.
- Ligado a los flujos del punto anterior se encuentra la creación de un sistema de información que ayude a la organización a dar seguimiento a dichos flujos.
- Finalmente tomar en cuenta las fronteras, pero no solamente como una limitación del estudio sino como diferentes contextos en los que se encuentra inmersa cada cadena de suministros.

Como se comentó en el capítulo anterior para desarrollar la propuesta de modelo se utilizó la multi metodología, en primer lugar se toman las etapas de la cadena verde que propone Ghobakhlo

(2013), como se toman partes completas de su aportación se usó un enfoque de combinación de metodologías/modelos. Para demostrar la secuencia en cada una de las etapas y la importancia que tiene cada una de ellas con la subsiguiente se representa en forma piramidal, demostrando la importancia la etapa anterior representando una base sobre la que se construyen etapas posteriores. En la Figura 3.4 se muestran dichas etapas.



Figura 3. 4: Etapas de la gestión verde en una cadena de suministros.

La siguiente adición al modelo es la inclusión de la logística inversa en las actividades de la cadena de suministros, se decidió ejemplificarlo como un proceso que puede encontrarse en algunas de las etapas así que engloba a aquellas donde puede estar presente. Una vez definidas las etapas de una cadena verde se retoman las ideas sobre flujos de Sarkis (2012), en esta ocasión los flujos se representan como un contexto en el que están inmersos cada una de las etapas, es decir que fluyen por cada una de ellas y es posible encontrarlas en las mismas. En la Figura 3.5 se muestran el modelo con estas adiciones.

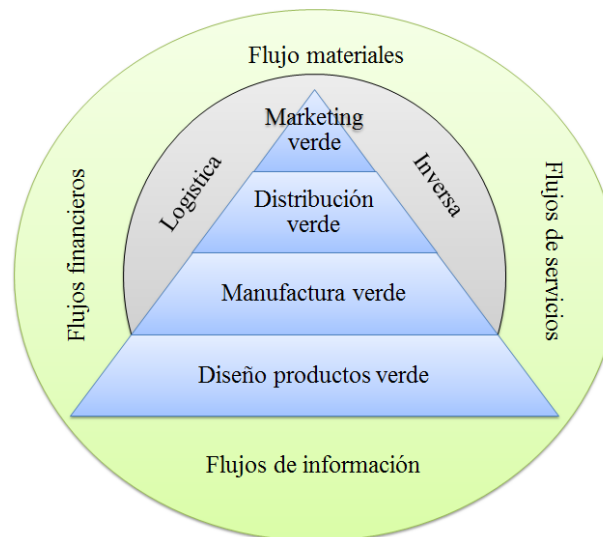


Figura 3. 5: Etapas y flujos de la gestión verde en una cadena de suministros.

Finalmente se adicionan las fronteras que propone Sarkis (2012), pero como se ha mencionado anteriormente, no solamente como un límite para las responsabilidades de las empresas relacionadas a los

procesos de la cadena de suministros, sino como un contexto que permita conocer diversas características que enfrenta cada cadenas de suministros en particular.

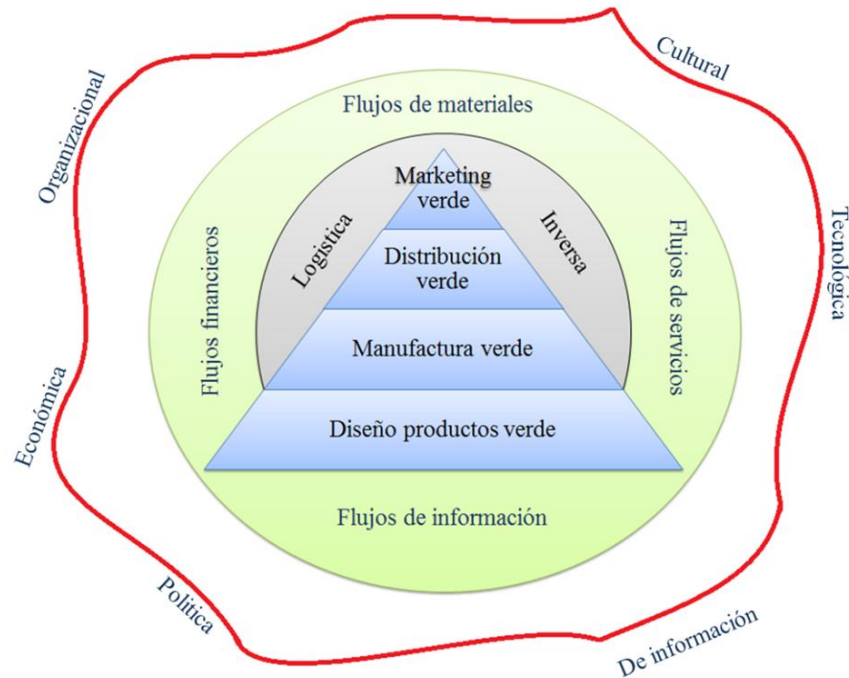


Figura 3. 6: Un modelo de gestión verde en cadenas de suministros.

El modelo de la Figura 3.6 representa una propuesta que sirve para identificar los componentes más importantes de una cadena de suministros verde, ya sean internos o aquellos que forman parte del contexto donde se desarrolla. La utilidad de este modelo, además de servir como un marco para la gestión verde en cadenas de suministros, es ayudar a identificar aquellas áreas de una cadena de suministros donde sea posible aplicar alguna practica verde.

El siguiente paso en la investigación fue llevar el modelo propuesto a la práctica, esto se logró mediante un proceso de intervención, que se presenta en el siguiente capítulo.

## Capítulo 4

### INTERVENCIÓN EN UNA CADENA DE SUMINISTROS USANDO LA PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN VERDE

En este capítulo se propone una intervención y los instrumentos que sirvieron para obtener la información sobre la cadena de suministro, estos elementos se basan en el modelo GSCM propuesto. Finalmente para terminar este trabajo de investigación se aplicó la intervención en un caso de estudio (empresa) y se presentan los resultados que se obtuvieron.

## 4.1. La intervención en la gestión verde en cadenas de suministros

Para lograr identificar áreas de oportunidad en la transformación de una CS en verde, se retomaron las ideas sobre una intervención según Midgley (2000), en esta propuesta la definición de áreas críticas es uno de los primeros pasos para desarrollar este tipo de intervención. Estas áreas son etapas o elementos importantes del sistema y deben ser tomados en cuenta.

Las áreas críticas para esta intervención fueron equiparadas con las etapas propuestas del modelo de gestión verde presentado en el capítulo anterior, pero antes de entrar a fondo en cada una de ellas, es importante mencionar, que en el proceso de intervención fue necesario realizar una caracterización de la cadena de suministros, obtener esta información permitió limitar el alcance del análisis y ayudo a conocer más a fondo la cadena misma, lo que facilitó los siguientes pasos de la intervención sistémica. Para realizar esta caracterización se mapearon etapas, elementos y funciones principales en la cadena y las relaciones existentes entre sus diferentes áreas. Así las áreas críticas serán las que se muestra en la Tabla 4.1.

| Áreas críticas           |
|--------------------------|
| Flujos de Información    |
| Diseño de producto verde |
| Materiales verdes        |
| Manufactura verde        |
| Distribución verde       |
| Marketing verde          |
| Logística inversa        |
| Contexto                 |

Tabla 4. 1: Áreas de oportunidad en la intervención sistémica para la gestión verde de una cadena de suministros.

Para obtener la información necesaria para cada una de las áreas críticas se propone utilizar algunas herramientas como cuestionarios, checklist, entrevista, etc. lo que permitió obtener información de primer orden y poder tener una imagen de las características que tiene una cadena de suministros en un momento dado.

### 4.1.1. Flujos de información

Como se ha mencionado en capítulos anteriores el uso de prácticas verdes genera nuevos flujos de información, es entonces importante conocer la existencia o el estado de un sistema de información en el cual se pueda vertir la información que se creará.

Para esta área crítica la información que es de utilidad es aquella donde se explique que se hace con la información de la cadena de suministros, donde se guarda, que se hace con ella, procedimientos para acceder a ella, entre otros. Un checklist para obtener esta información se encuentra en el Anexo A en la Tabla B.1.

#### **4.1.2. Diseño de producto verde**

La siguiente área crítica está relacionada con la creación de nuevos productos, cuando se definen las características, materiales y elementos de los productos que se elaboran en una cadena de suministros. Es en este momento cuando es posible incidir de manera importante en los impactos que tendrán los productos de la cadena en el medio ambiente. Ligada al diseño de los productos se encuentra la selección de los materiales y los proveedores que los suministran a la cadena de suministros.

En esta área la información de interés es aquella que esté relacionada con las decisiones que se toman en el momento de definir las distintas características que tendrá un nuevo producto, no solamente por los actores principales de la cadena, también es necesario considerar a los proveedores de los que se obtienen componentes o materias primas. Como el caso anterior las preguntas para obtener esta información están el Anexo B, Tablas B.2 y B.3.

#### **4.1.3. Manufactura verde**

Esta área crítica como lo indica su nombre, es la etapa donde se transforman las materias primas en productos terminados, es aquí donde se llegan a producir desechos que pueden causar daños al medio ambiente. La información que nos interesa obtener está relacionada con desechos generados en el proceso, consumos de materiales, consumo de energía, el impacto del proceso de manufactura en el medio ambiente y la presencia de alguna practica de reciclado o re uso (Tabla B.4).

#### **4.1.4. Distribución verde**

Área crítica que está relacionada con el transporte que se utiliza para llevar los productos terminados a los clientes, desde transporte terrestre, aéreo o marítimo, la importancia de esta área surge por los contaminantes que producen los motores que utilizan la mayoría de los medios de transporte, dejando una marca de carbono que es importante tomar en cuenta.

Por su parte el marketing verde se relaciona con dar a conocer el uso en la cadena de suministros de prácticas que disminuyen los impactos en el medio ambiente, es decir mostrar a los clientes finales los beneficios de comprar un producto que se preocupa por el medio ambiente, aun cuando puede implicar un costo mayor por esta consideración.

Para la primera área la información a obtener es sobre los contaminantes generados por la flota de distribución, el encargado de dicho servicio y características del funcionamiento de dicha flota. Para la segunda área, se busca la presencia de campañas publicitarias, métricas para medir la efectividad de las mismas y presencia verde en los productos (logotipos, marcas, etc.). Tablas B.5 y B.6

#### **4.1.5. Logística inversa**

Esta área crítica es sobre la recuperación de los productos, generados en la cadena de suministros, que han llegado al final de su vida útil, recuperación entendida como el re uso, re manufactura y reciclado de componentes o del producto mismo. Al implantar logística inversa es posible obtener beneficios en cuanto a disminución de costos, oportunidades de obtener fuentes extras de ingresos y disminuir el impacto que tiene el producto final en el medio ambiente. Como en casos anteriores la Tabla B.7 están las preguntas para llegar a esta la información.

#### 4.1.6. Contexto

Como ultima área critica aparece el contexto, compuesto por diversos aspectos como lo muestra el modelo de gestión verde propuesto, esta área es importante porque el contexto de cada cadena de suministro es específico, las características cambian y algunas de ellas tendrán más importancia que otras, por ello es importante saber dónde estamos ubicados para enfocar los esfuerzos en estas características de mayor peso.

Así la información que se obtiene para esta área sirve para conocer el ambiente donde se desarrolla la cadena de suministros, la Tabla B.8 muestra las preguntas para obtener este tipo de información.

Para finalizar este capítulo es importante recordar la estructura de la intervención sistémica para entender en que parte de ella se encuentran los instrumentos propuestos, en primer lugar la caracterización de la cadena de suministros pertenece a la etapa de reflexión crítica, pues es en ella donde fue posible determinar los límites de la intervención, es decir enfocarse en los materiales de mayor importancia y sobre ellos identificar las practicas verdes en la cadena de suministros.

En cuanto a los checklist propuestos y que sirvieron para obtener información, pertenecen a la segunda etapa de la intervención sistémica, el juicio, se consideran pertenecientes a esta etapa porque existe una selección en cuanto al marco de gestión verde (modelo propuesto) y los instrumentos que se utilizaron para obtener dicha información, es decir existe una decisión en cuanto a que elementos utilizar.

Antes de seguir con el caso de estudio, es pertinente mencionar un aspecto importante del trabajo de investigación que no ha sido explico antes, practicas verdes especificas utilizadas en cadenas de suministros. En el transcurso del desarrollo de este trabajo de investigación se encontraron prácticas ligadas a la gestión verde en las distintas etapas y elementos de la cadena de suministros, algunas de ellas fueron retomadas y clasificadas con respecto a las etapas del modelo propuesto, y así determinar la presencia o ausencia de la gestión verde en alguna etapa de la cadena de suministros. Dichas prácticas pueden ser visualizadas en el Anexo A (Tablas A.1-A.6).

Una vez presentadas las propuestas, tanto del modelo de gestión verde como la intervención, el siguiente paso es llevar las propuestas al campo laboral y poder determinar si las herramientas aquí presentadas sirven a las empresas a identificar áreas de oportunidad cuando implanten la gestión verde en sus cadenas de suministros, la etapa final de la intervención sistémica.

## 4.2. Caso de estudio: La intervención en la cadena de suministros de Mesas y Sillas S.A de C.V

Como se mencionó el proceso de intervención quedo dividido en dos partes: la primera consistió en una caracterización de la cadena de suministros desde un punto de vista general, identificando los aspectos más importantes de la misma y además delimitar el alcance de la intervención. La segunda etapa es la aplicación del modelo y las tablas propuestas, donde se tomó en cuenta la información obtenida en la primera etapa, y que permitieron identificar las prácticas de gestión verde en la cadena de suministros de la empresa de este caso de estudio. Pero antes de empezar con el proceso de intervención es pertinente hablar un poco sobre la empresa en cuestión.

La empresa sobre la que se desarrolló este caso de estudio, y por cuestiones de confidencialidad será llamada Mesas y Sillas S.A de C.V (MyS de aquí en adelante), es una empresa con más de 20 años de experiencia en la fabricación, comercialización, y ventas de sillas plegables y mesas, se encuentra ubicada en una zona industrial del Estado de México, siendo una de las empresas más importante y líder en su ramo.

La empresa puede ser considerada una Pyme, contando con alrededor de 120 personas que laboran en la misma, tiene más de 30 sucursales distribuidas en la región centro-sur de la república mexicana (Ciudad de México, Guadalajara, Mérida, Puebla y León por nombrar algunas). En cuanto a los productos ofrecidos por la empresa encontramos diversos modelos de sillas plegables, de alta calidad, resistentes y ligeras, también ofrecen mesas tubulares apilables de alta calidad y durabilidad.

El mercado de la empresa consiste primordialmente en empresas alquiladoras que desarrollan o rentan las mesas y sillas para eventos sociales, aunque también venden directamente al consumidor final y centros comerciales. Se seleccionó esta empresa tanto por las características de su cadena de suministros, los procesos que se realizan en la misma, así como la facilidad de obtener la información necesaria para el estudio.

### 4.2.1. Caracterización de la cadena de suministros de Mesas y Sillas

Para empezar la caracterización se parte de la propuesta de Chopra, (2010) sobre las etapas de una cadena de suministros típica, las cuales se muestran en la Figura 4.1, donde es posible encontrar: suministro, producción, distribución, comercialización y consumidor. Se utilizó esta estructura para mapear la cadena de suministro de MyS y así poder identificar los elementos que la componen, sus funciones y estructura.

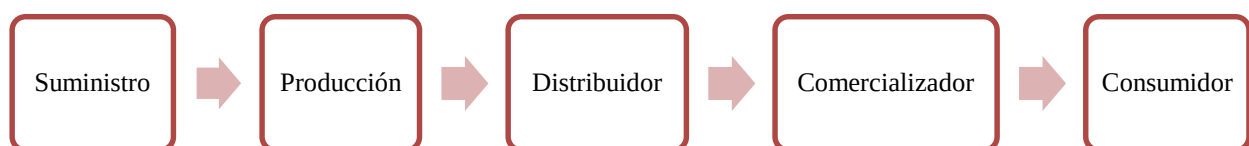


Figura 4. 1: Etapas que componen a una cadena de suministro típica. Fuente: Chopra (2010)



Para hacer la caracterización se realizaron seis visitas a la empresa MyS, en cada una ellas, y las entrevistas de las mismas, se buscó información relacionada con las practicas verdes en la cadena de suministros, pero se utilizaron dos formas diferentes de llegar a dicha información, la primera corresponde a la etapa de la caracterización (de manera general) y la segunda la aplicación de las herramientas propuestas anteriormente (buscando la presencia o no de alguna practica verde). Así las primeras tres visitas pertenecen a la primera categoría y las últimas tres a la segunda etapa, las primeras visitas se muestran en la Tabla 4.2.

| Visita | Personal visitado    | Tiempo empleado | Propósito de la visita                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------|----------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Director general     | 1 hora          | Presentación de la propuesta de trabajo: número de visitas necesarias para realizar la intervención, personal a quien se realizó las entrevistas, los beneficios para ambas partes, alcances y fines de la intervención.                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 2      | Gerente general      | 0.5 horas       | Presentación rápida de la propuesta de trabajo, coordinación para futuras visitas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|        | Gerente de Compras   | 1.5 horas       | Platica sobre los materiales que se utilizan en la cadena de suministros, los procedimientos de compra, responsabilidades, importancia de materiales, información general del área de compras.                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|        | Gerente de logística | 1.5 horas       | Platica sobre los medios de distribución empleados en la cadena de suministros, el tipo de flota que se utiliza, procedimientos de entrega de producto y relaciones con otras áreas dentro de la organización.                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3      | Gerente general      | 3 horas         | Platica sobre la cadena de suministros en su conjunto, visto desde la perspectiva de la persona encargada de su buen funcionamiento. Algunos aspectos que se trataron fueron: Estructura organizacional, principales áreas en la organización, principales proveedores, métricas de desempeño en la cadena, sistema de información, entre otras. Además se realizó una visita a las instalaciones de la empresa, incluyendo la planta de producción y los diferentes procesos de manufactura. |

Tabla 4. 2: Visitas exploratorias a la cadena de suministros de Mesas y sillas.

Con la información obtenida se pudo señalar que Mesas y sillas cuenta con las etapas básicas y típicas de una cadena de suministro. En la Figura 4.2 se muestran las etapas y elementos que componen a la cadena de suministros de MyS, además se muestran los flujos de recursos e información representados con flechas rojas, negras y azules, los cuales serán vistos a detalle más adelante.

En cuanto a los elementos mostrados en la Figura 4.2 es importante resaltar que no todos los componentes organizacionales de la empresa forman parte de la cadena de suministro, sin embargo son importantes y fueron considerados ya que son parte del contexto o entorno de la cadena; más adelante se

señalan estos elementos externos e influyentes y su forma de interactuar con el sistema (donde el sistema es la cadena de suministro de MyS).

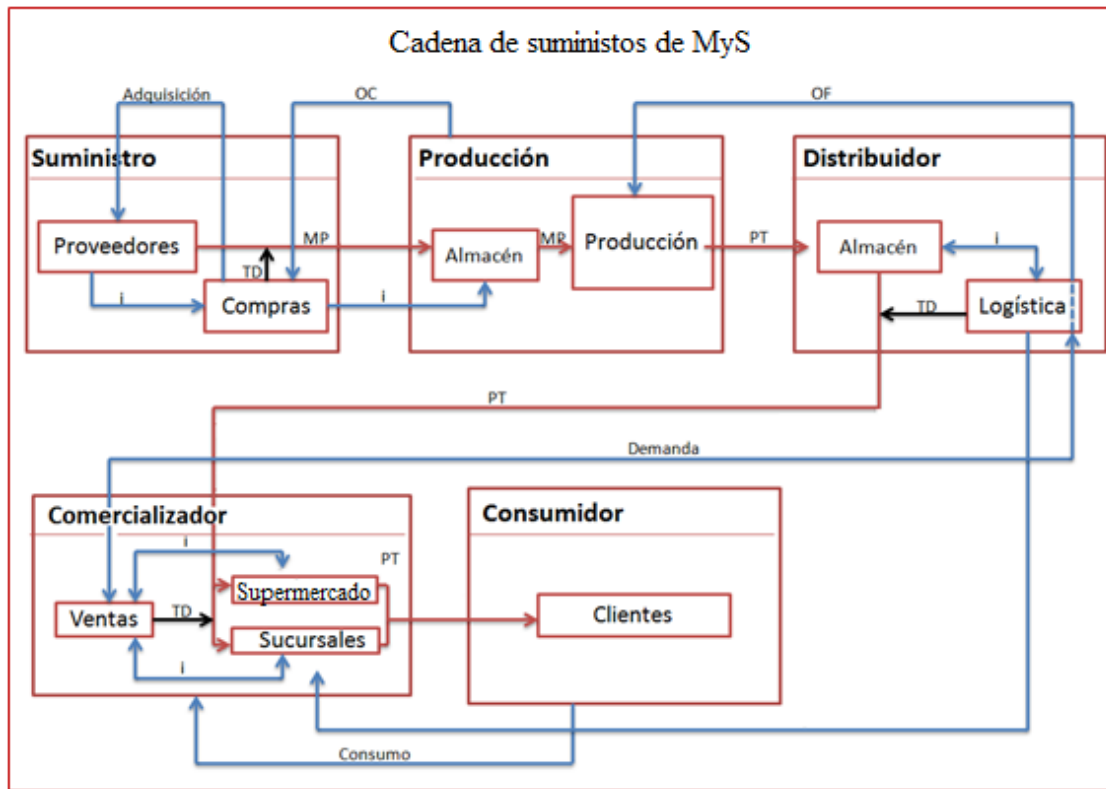


Figura 4. 2: Cadena de suministro de Mesas y sillas S.A de C.V (MyS).

#### 4.2.1.1. Suministro

Este elemento está conformado por los componentes que inician el flujo en la cadena de suministro: proveedores y compras, estos componentes se consideran parte del elemento suministro porque son los impulsores de las entradas principales para MyS. En la figura 4.3 se señalan las características de los flujos que se encontraron entre estos dos componentes, están representados por flechas azules y rojos.

El componente proveedores representa a todas las empresas que suministran a MyS materiales directos como indirectos. En la Figura 4.4 se presenta una categorización de los diferentes proveedores basado en los materiales que suministran. La intención de la categorización es identificar a los proveedores críticos, estratégicos, de volumen y generales (Chopra 2010).

- **Críticos.** Como su nombre lo indica son aquellos que representan un nivel crítico para MyS, en el sentido de proporcionar materiales que se busca tener disponibles un 100% del tiempo de la operación de la cadena de suministro, pero no tienen un gran valor económico al momento de su adquisición. Lo que agrega valor a este tipo de proveedor es una respuesta inmediata a las necesidades de MyS y en caso de que un proveedor falle, contar con otro proveedor que tenga la capacidad de responder en su lugar, siendo esta una característica importante.

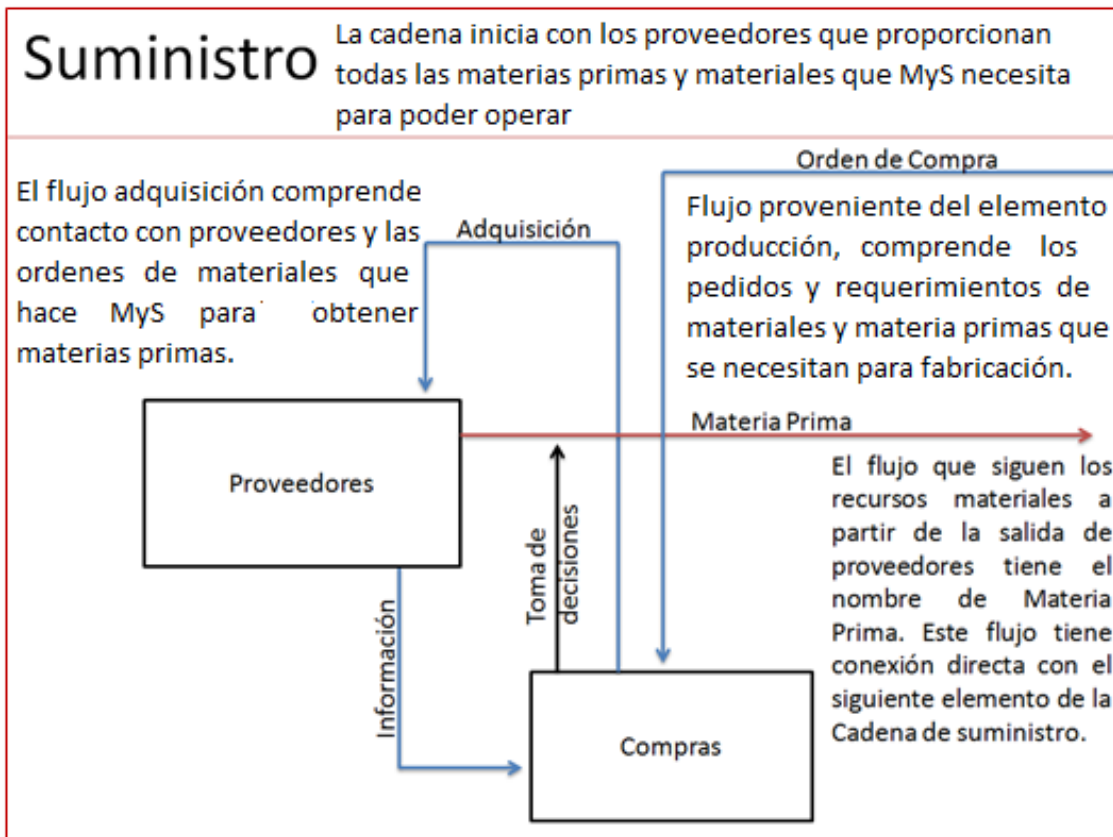


Figura 4. 3: Elemento suministro: flujos, relaciones y conexiones.

- **Estratégicos.** Los proveedores que entran en la categoría estratégicos tienen un alto nivel crítico y alto nivel o valor económico. La característica de este tipo de materiales/proveedores es la presencia de una relación de largo plazo, siendo de mayor importancia evaluar el costo/valor de la relación por un periodo extenso de tiempo. Este tipo de proveedores son aquellos con los que se puede colaborar y coordinar en el diseño y actividades de producción con otros elementos de la cadena de suministros.
- **Generales.** Los proveedores que entran en esta categoría representan un bajo nivel crítico y además bajo costo o valor, es decir materiales que son necesarios para el funcionamiento de MyS, pero no representan una carga importante para la empresa. En esta categoría se encontraron a aquellos proveedores que están relacionados a los materiales de tipo indirectos. La intención con estos proveedores es buscar el menor costo de adquisición o menor costo de la transacción.
- **Volumen.** Este tipo de proveedores representan un nivel crítico bajo y un costo alto. Una característica de los proveedores que se encuentran en esta categoría es la igualdad del precio ofrecido por sus productos, siendo la selección entre ellos basada en los servicios que proveen y su desempeño.



Figura 4. 4: Clasificación de proveedores según su nivel crítico y valor/costo.

El área de compras tiene una relación directa con los proveedores y es el área que balancea los pedidos y necesidades de recursos de MyS. Este componente es un tomador de decisiones, pues procesa toda la información de pedidos y requerimientos que llegan de las diferentes áreas, así como el estado de proveedores actuales y potenciales, y con base a ello decidir el flujo de suministro de materiales. El procedimiento que sigue este componente se muestra en la Figura 4.5, el proceso de compra de cualquier producto requiere hacer una cotización y después de ser autorizada se realiza la adquisición, referida a la orden de compra con el proveedor directamente. Esta área también se encarga de balancear los tiempos de entrega y de crédito que proponen los diferentes proveedores.

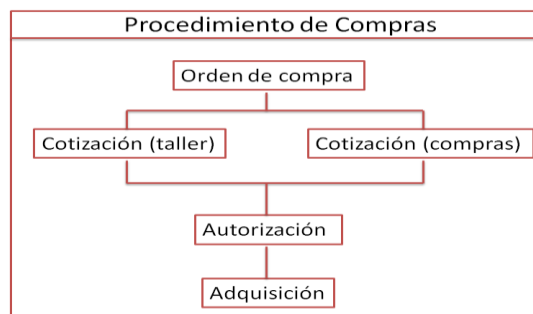


Figura 4. 5: Procedimiento de compras para la obtención de materiales.

#### 4.2.1.2. Producción

Este elemento lo componen el almacén y el área de producción (planta), áreas íntimamente relacionadas con la operación de MyS en la etapa de transformación de materias primas en productos terminados. El componente almacén provee de materias primas y componentes básicos para su procesamiento y su conversión a través del proceso de transformación en productos terminados.

Por su parte producción se representó como una caja negra (entradas, salidas y un proceso de transformación), posible observar en la Figura 4.6. Por su importancia, y siendo esta la etapa donde se agrega valor a las materias primas, se desagregó esta etapa de tal forma que es posible observar el proceso general que siguen los materiales para hasta convertirse en productos terminados.

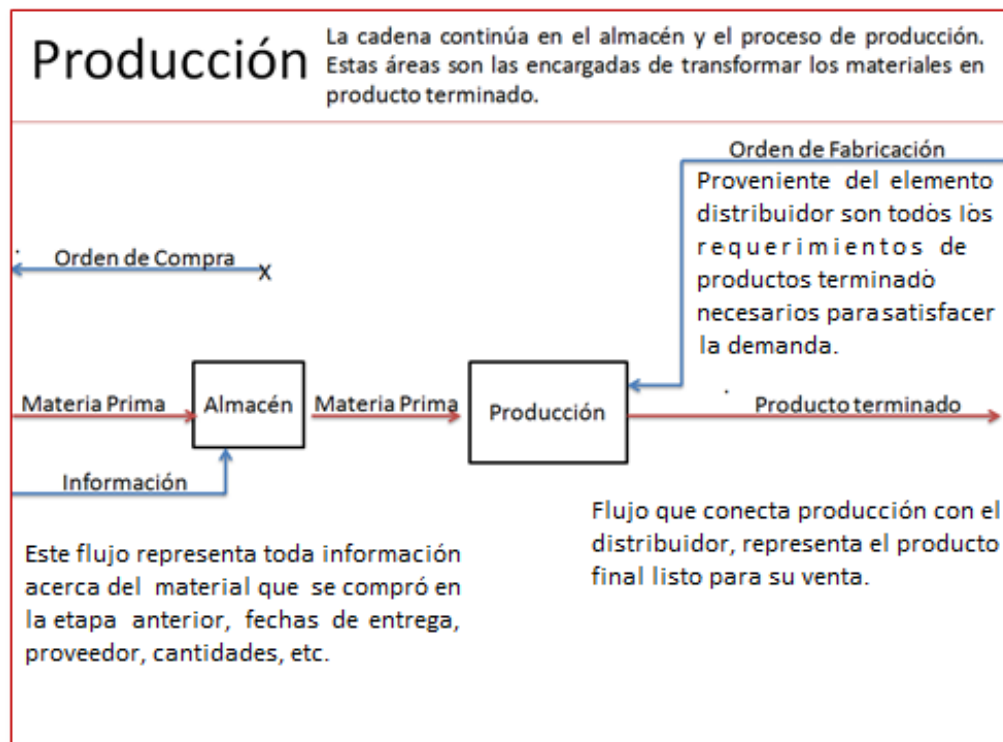


Figura 4. 6: Elemento producción: flujos, relaciones y conexiones.

Este proceso de desagregación se muestra en la figura 4.7. De manera general, se puede decir que en el proceso de producción se utilizan dos materiales principales, el acero y el plástico. En el caso del acero, implica la transformación de la lámina del mismo en tubo y por posteriores procesos se convierte en un componente para las sillas y mesas. En el caso del plástico, el objetivo específico, es la creación de componentes plásticos como respaldos y asientos. Con estos componentes metálicos y plásticos, además de pijas, refuerzos, rondanas, etc., se ensamblan y se fabrican los productos terminados.

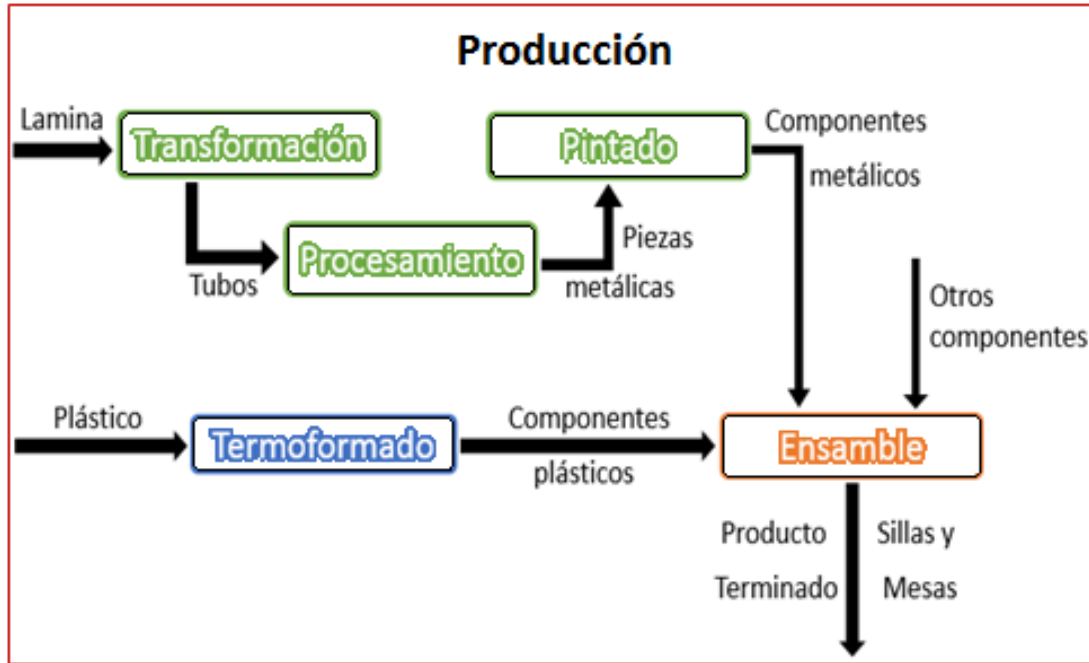


Figura 4. 7: El proceso de transformación de la producción.

#### 4.2.1.3. Distribuidor

El elemento distribuidor lo componen el almacén y logística, las áreas que se encargan de tener preparado el material para surtirlo a los puntos de venta para su posterior adquisición por los consumidores finales. El componente de logística es un tomador de decisiones, pues procesa la información que proviene del elemento anterior (producción) y del elemento posterior (comercializador), permitiendo un análisis para ayudar y soportar la toma de decisiones y acciones para el manejo de producto terminado. Este elemento se muestra en la Figura 4.8.

Dentro del área de logística se realiza un procedimiento específico para surtir productos a las sucursales, Figura 4.9, este procedimiento consiste en las siguientes actividades: recibir las diferentes demandas de cada una de las sucursales, la demanda recibida es analizada haciendo una comparación del inventario existente en el almacén y en cada sucursal contra las necesidades de las sucursales.

Posteriormente se realiza un balanceo de producto terminado que consiste en la distribución del inventario general entre las sucursales. Una vez hecha la distribución de material se genera una orden de fabricación en la que se solicita el producto que se requiere para completar los pedidos y para cubrir la producción de la semana siguiente. Finalmente se define la ruta que se sigue para la entrega de producto en los diferentes puntos de venta.

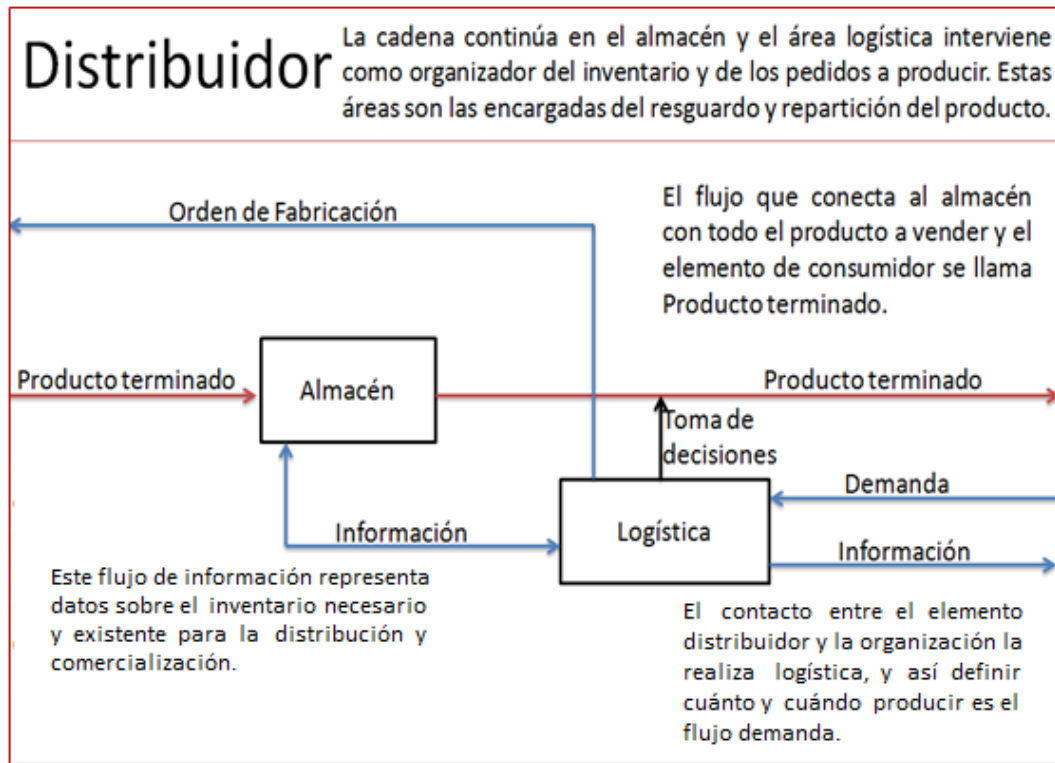


Figura 4. 8: Elemento distribuidor: flujos, relaciones y conexiones.

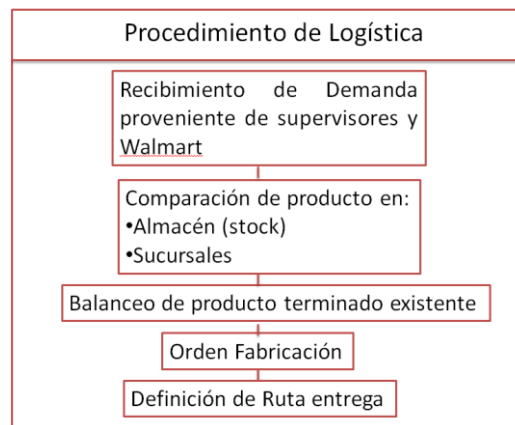


Figura 4. 9: Procedimiento del componente de Logística.

#### 4.2.1.4. Comercializador

Al elemento comercializador lo componen el área de ventas, así como las diferentes sucursales que tiene MyS distribuidas en diferentes ciudades de la república mexicana, además como un cliente importante de la empresa aparece una tienda de autoservicio, a la par de las sucursales de MyS. Estos componentes se hacen cargo de las ventas del producto final y el contacto directo con el consumidor final. La consideración que se hace en cuanto a la tienda de autoservicios (poner en el mismo nivel de

importancia que a las sucursales) se debe a la gran influencia que tiene en la operación de MyS, y es un componente sobre el que se basan algunas decisiones en el elemento comercializador y en el elemento distribuidor, generando variaciones en el elemento de producción. En la Figura 4.10 se muestra el elemento comercializador y sus componentes.

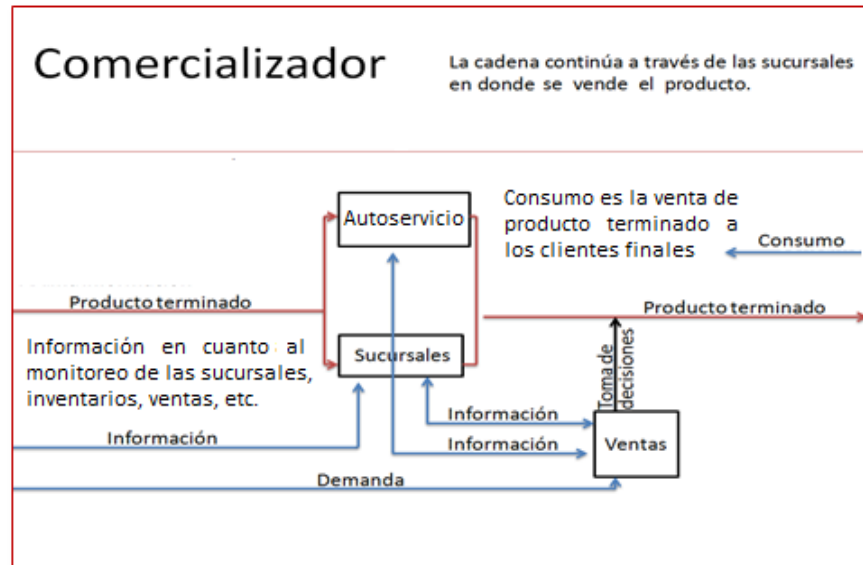


Figura 4. 10: Elemento comercializador: flujos, relaciones y conexiones.

#### 4.2.1.5. Consumidor

Al elemento consumidor lo componen únicamente los clientes, que son el consumidor final y donde la cadena termina. Este elemento es el que jala de cierta forma al sistema y hace que el comportamiento tenga variaciones. La demanda de los consumidores acelera o frena al sistema. El resto de la cadena debe estar atento al comportamiento de este elemento a través de los históricos, pedidos y solicitudes que tengan con MyS. En la figura 4.11 se muestra el elemento consumidor.

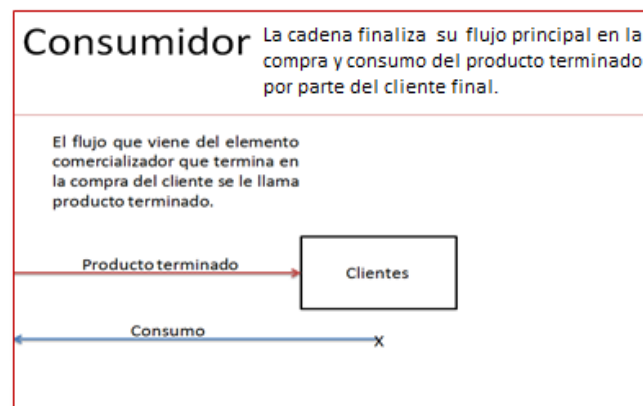


Figura 4. 11: Elemento consumidor: flujos, relaciones y conexiones.



#### 4.2.2. Funciones en la cadena de suministros

El siguiente paso para caracterizar a la cadena de suministros es definir las funciones que se desarrollan dentro de la misma, para lograrlo se consideraron a las actividades como sistemas de actividad humana. Un sistema de actividad humana se describe como un conjunto de subsistemas interactuando o como un conjunto de actividades que interactúan entre ellas.

Como primer paso para definir estas funciones, se realizó un esquema donde se muestran las áreas que se identificaron en la cadena de suministros de MyS, Figura 4.12. La primera característica de este esquema es una división entre las áreas que participan directamente en la fabricación, distribución y venta de los productos que ofrece MyS (enmarcadas dentro de un ovalo para ejemplificar su importancia), las demás áreas (fuera del ovalo) participan pero de forma indirecta, y sirven de apoyo en diferentes aspectos para la fabricación de los productos terminados.

Otra característica son las relaciones entre las diferentes áreas, representadas por las flechas en el esquema, donde se muestran tanto flujos de información como de materiales.

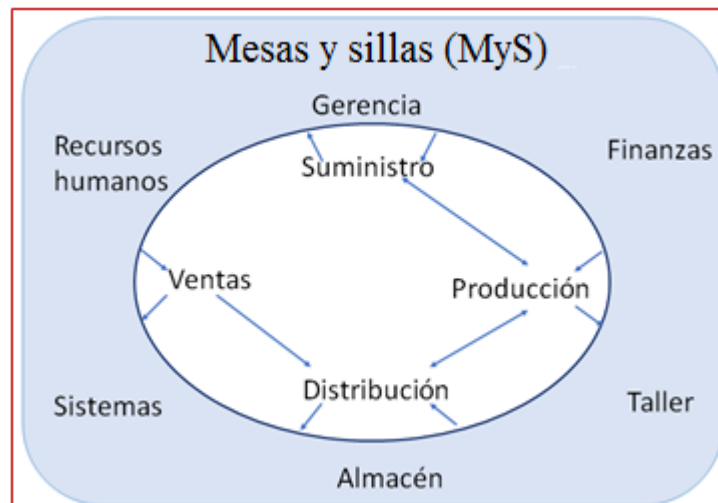


Figura 4. 12: Áreas de Mesas y sillas.

Tomando como base el esquema anterior es posible caracterizar las funciones dentro de la cadena en tres tipos: de soporte, de proceso y estratégicas. Las de tipo soporte, como su nombre lo indica, son aquellas que ayudan al funcionamiento de las demás funciones, pueden ser consideradas como aquellas funciones que se encuentran en el entorno en el que se desarrolla la cadena de suministros.

Las funciones de proceso son las que forman parte de la transformación de materias primas en productos terminados, distribución y comercialización. Finalmente las funciones estratégicas son aquellas donde su impacto afecta a toda la cadena de suministros y los cambios generados por ellas llegan a ser irreversibles. Con estas categorías en la Figura 4.13 se encuentran las principales funciones con las que cuenta MyS.

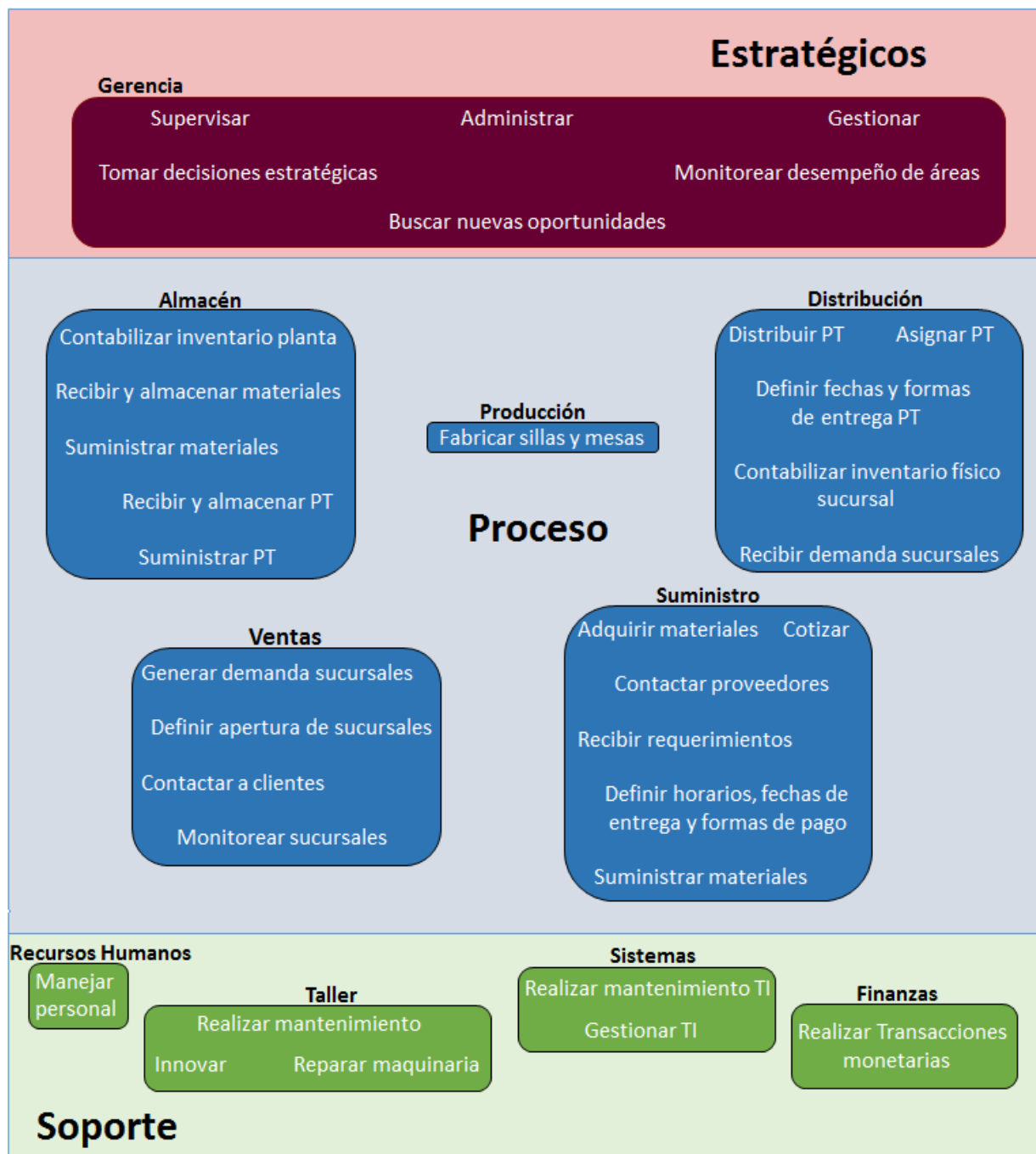


Figura 4. 13: Funciones en la cadena de suministro de MyS.

Haber realizado esta caracterización permitió observar la gran cantidad de procesos y materias primas que forman parte de la cadena de suministros de MyS, llegando a la conclusión de cuan necesario era enfocar el estudio en los elementos más importantes de la cadena. Para realizarlo se utilizó la información obtenida anteriormente, en primer lugar se consideraron los materiales se encuentran en la categoría de proveedores tipo estratégico (acero y polipropileno), ya que la transformación de estas materias primas son consideradas la más importante para MyS, pues a partir de dichos procesos la empresa fabrica los componentes más importantes de los productos; gracias a esta selección los procesos que se consideraron fueron minimizados.

Otro beneficio de la caracterización es haber identificado aquellas áreas y personal específico dentro de la empresa que tiene información relacionada con las prácticas de gestión verde en la cadena de suministros y, sabiendo que tendrán conocimiento e información específica de prácticas verdes, con ellos realizar la siguiente etapa de la intervención.

Aunque al realizar esta caracterización se obtuvo información sobre algunas prácticas de gestión verde presentes en las etapas de la cadena, su carácter generalizado no permitió ahondar en temas específicos o practicas específicas, surgiendo la necesidad de obtener información adicional para lograr la identificación de las prácticas verdes que se utilizan en la cadena de suministros, para lograrlo se utilizaron las herramientas propuestas en el capítulo anterior; en las siguientes secciones se muestra la información que se obtuvo.

#### 4.2.3. Presentación de resultados de la intervención

Como se mencionó las últimas visitas a la empresa MyS fueron de carácter más específico, buscando puntualmente la presencia o ausencia de alguna practica verde relacionada con alguna área de la cadena de suministros. Estas visitas, tiempo empleado en realizarlas y el propósito de las mismas se muestran en la Tabla 4.3.

| Visita | Personal visitado                       | Tiempo empleado | Propósito de la visita                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------|-----------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4      | Gerente de Compras                      | 0.5 horas       | Segunda plática se buscó información específica: el movimiento de la información a través del área, selección de proveedores, interacciones con otras áreas.                                                                                                |
|        | Encargado almacén de materias primas    | 1.5 horas       | Se buscó información relacionada con la adquisición de materiales y la disposición de los mismos, materiales de manejo especial, relación con proveedores sobre manejo de desperdicios.                                                                     |
|        | Encargado almacén de producto terminado | 1.5 horas       | Además de conocer algunos aspectos del funcionamiento de este almacén se buscó información en cuanto al manejo de los productos terminados, políticas de retorno por defecto de fábrica, almacenamiento, relaciones con otras áreas y flujo de información. |
| 5      | Gerente de producción                   | 1.5 horas       | En esta entrevista se obtiene información del área, buscando aquella que aborde los procesos de manufactura y algunas prácticas verdes que se puedan encontrar en ellas. Énfasis en los desechos producidos por los diferentes procesos.                    |
| 6      | Gerente de ventas                       | 3 horas         | Para finalizar se entrevistó a esta área para obtener información sobre las campañas publicitarias, su funcionamiento y relaciones con otras áreas dentro de la empresa.                                                                                    |

Tabla 4. 3: Visitas específicas a la cadena de suministros de MyS.

En las Tablas que se encuentran en el Anexo C (C.1-C.8) se muestran los resultados que se obtuvieron al haber realizado dichas entrevistas. En las siguientes secciones se ahonda sobre la información que se recopiló, divididas por las áreas críticas antes propuestas.

#### **4.2.3.1. Diseño de producto verde**

Algunos aspectos que se toman en cuenta para el diseño de los productos de MyS son: adaptabilidad a los diferentes climas donde se comercializan sus productos, por ejemplo existen puntos de venta en zonas costeras donde la temperatura promedio es mayor, por lo tanto es necesario modificar algunos elementos del producto para mantener un buen funcionamiento, viéndose afectado el diseño de los productos para adaptarse al ambiente; otro aspecto es la fortaleza estructural de los productos para soportar las cargas a la que son sometidos, entre otros.

En cuanto aspectos verdes y como se puede observar en la Tabla B-1, en el diseño de los productos que ofrece MyS la presencia de prácticas verdes es casi nula, si entendemos que los productos terminados son sillas y mesas, cuyo diseño fue definido hace años en un contexto donde no era tan importante el cuidado medio ambiental y no ha recibido cambios desde entonces, es posible entender la exclusión de este tipo de aspectos en el diseño.

#### **4.2.3.2. Materiales verdes**

La gestión de materiales en la cadena de suministros de MyS es un elemento que adopta algunas prácticas verdes, en parte por la naturaleza de las materias primas principales del proceso de transformación (acero y plástico) que son susceptibles al reciclado y reusó; además los controles normativos son estrictos en asuntos relacionados con desechos y el uso del agua. En cuanto a desechos de manejos especiales existe el caso de aceites donde se requiere un procedimiento específico para su manejo final, el cual es realizado por un tercero para su correcta eliminación.

Un aspecto importante presente en esta etapa de la cadena de MyS es la sustitución de materiales, existe un proyecto donde se busca una alternativa enfocada en el cuidado del ambiente cambiando el uso de un material en la fabricación, el cual disminuirá costos e impactos negativos con el ambiente, esta sustitución es uno de los puntos importantes en los materiales verdes. En cuanto a proveedores, aunque existe una relación de largo plazo con los proveedores de acero, por el lado de los plásticos no es así, teniendo mayor peso la selección de proveedores basado en costos y facilidades de financiamiento. Las prácticas verdes que se encontraron en esta etapa fueron: uso de materiales con menor impacto negativo en el medio ambiente, disminución de desechos sólidos, utilización de empaques reciclables, sustitución de materiales verde, proveedores con certificaciones ambientales.

#### **4.2.3.3. Manufactura verde**

En esta etapa se encontraron pocas aplicaciones de prácticas verdes, más allá de aquellas ligadas con el reciclado de componentes de acero y plástico, como el re uso de materiales de refrigeración, la presencia de otras prácticas fue escasa. En cuanto al reciclado existe información sobre las cantidades que son recuperadas y vendidas, y aunque existen ideas para minimizar desperdicios (maquinaria que mejore cortes de acero y eliminar sobrantes) en la mayoría de las etapas de manufactura no se implementan controles para disminuirlos.

Finalmente es importante mencionar que no existe información en cuanto a los contaminantes generados en el proceso de transformación de materias primas en productos terminados, y aunque se cuente

con información al inicio y al final del proceso en cuanto a los materiales que se utilizaron, en los procesos intermedios falta claridad de cuanto se ocupa en cada sub-proceso. En conclusión las prácticas verdes que se encontraron fueron: minimización de consumo de agua y venta de desperdicios para reciclaje.

#### **4.2.3.4. Distribución verde**

La distribución de los productos de MyS es realizada por una flota propia, la cual cuenta con pocos años de servicio y sigue las normas medio ambientales en materia de emisiones contaminantes. A pesar del interés de la organización por contar con transportes que utilicen nuevas tecnologías, y que disminuyan la generación de gases de efecto invernadero/contaminantes, por cuestiones de costos no es posible realizarlo. Es importante mencionar que una práctica de la organización, y para evitar mal uso de la flota de distribución, es forzar el regreso en vacío de los elementos de la flota. Aunque se siguen los reglamentos existentes, no existe información concreta sobre los contaminantes generados en el proceso de distribución de los productos terminados a los diferentes puntos de venta. Las practicas encontradas fueron: mantenimiento constante flota de producción, cumplimiento con normas de emisiones de la flota.

#### **4.2.3.5. Marketing verde**

El área de marketing es un área importante de MyS, donde el contacto con clientes y dar a conocer los productos que ofrece la organización son consideradas una actividades que debe realizarse constantemente, sino es que diariamente. En cuanto a prácticas verdes en esta etapa son casi inexistentes, aunque existen campañas publicitarias para dar a conocer los productos no se mencionan algunas de las acciones de cuidado medio ambiental que se realizan en la organización.

#### **4.2.3.6. Logística inversa**

La utilización de algunas prácticas de logística inversa en la cadena de suministros de MyS es escasa, aunque se encuentro un mecanismo para devolución de productos defectuosos por los clientes, es solamente en ese caso muy específico, dejando la puerta abierta para recuperar productos terminados en otras circunstancias. En cuanto a los productos que regresaron a la planta existió un procedimiento para venderlos más baratos, pero de momento son almacenados. En cuanto a materiales peligrosos dentro de los productos terminados no existen procedimientos porque no se encuentran este tipo de materiales en los productos. Las prácticas relacionadas con la logística inversa fueron: reciclado de componentes de productos terminado, procedimientos en caso de devolución de producto terminado.

Como se mencionó en capítulos anteriores el sistema de información es un componente importante para la implantación de las practicas verdes, en este caso, se encontró un sistema donde se vierte la información e incluso se le da seguimiento al reciclado y venta de algunos materiales/desechos que se generan en el proceso de manufactura. En la tabla B.7 están los elementos que se encontraron en cuanto al sistema de información, aunque no sea verde, por su importancia es necesario saber algunas de sus características.

Finalmente algunos aspectos adicionales de la cadena de suministros de MyS, que si bien no están relacionados directamente con aspectos verdes de la gestión, sirven para entender un poco más a la organización que gestiona la cadena, practicas generales que se utilizan, competidores, etc., la cual se encuentra en la tabla B.8.

#### 4.2.4. Análisis de resultados de la intervención

Presentada la información obtenida al aplicar las herramientas en la cadena de suministros de MyS, el siguiente paso fue analizarla para poder determinar cuáles son las mejores áreas de oportunidad para la organización en cuanto a la implantación de gestión verde en la cadena, para realizarlo se identificó la presencia o ausencia de prácticas verdes en las diferentes etapas de la cadena, esta información se puede consultar en el Anexo D (Tablas D.1-D.6). Sí se toma en consideración que nos interesa saber dónde no se aplican practicas verdes se genera la siguiente Figura.

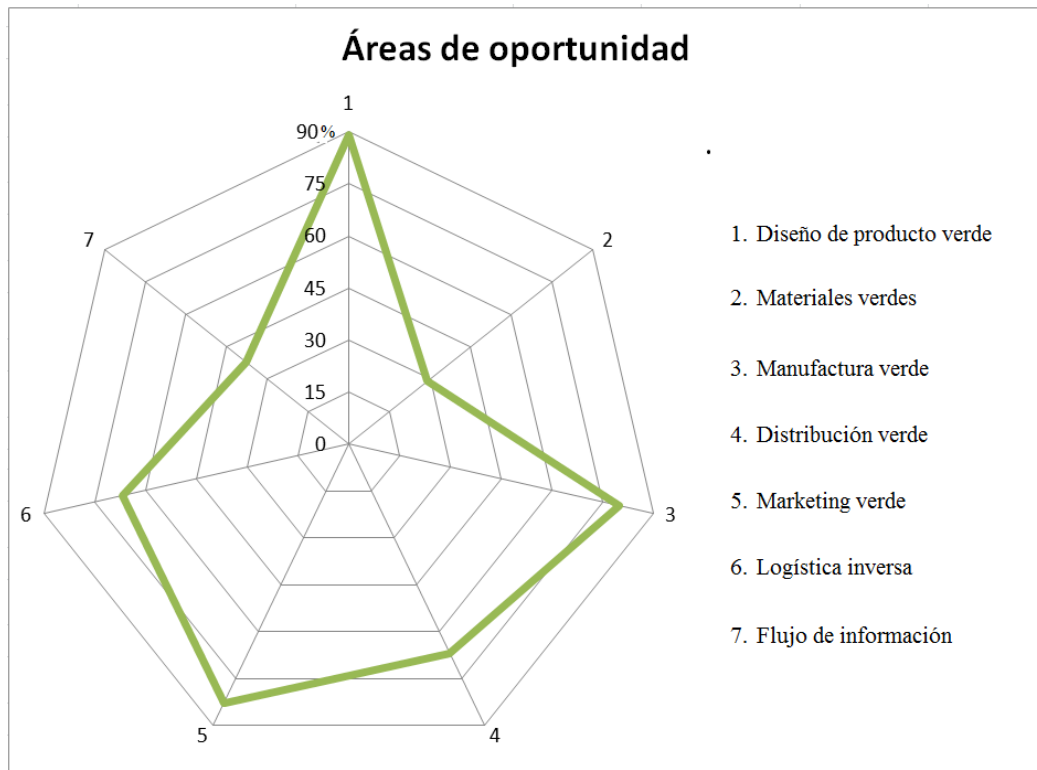


Figura 4. 14:- Las áreas de oportunidad de gestión verde en la cadena de suministros de MyS.

La Figura 4.15 presentan las áreas de oportunidad utilizando un porcentaje para indicar cuál de ellas representa una mejor opción para implantar la gestión verde, este porcentaje está relacionado con la inexistencia de prácticas verdes en alguna de las etapas de la cadena de suministros, es decir se supuso que la ausencia de la gestión verde es una mejor oportunidad porque existirá un mayor impacto al implantarla comparada con aquellas áreas donde ya hay presencia de alguna practica verde, teniendo en cuenta esta consideración se creó la Tabla 4.4, donde se muestran las etapas/aspectos de la gestión verde donde el número uno representa una mejor oportunidad para la organización al momento de implantar la gestión verde en la cadena de suministros.

| <b>Áreas de oportunidad en la gestión verde de MyS</b> |                          |
|--------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1.                                                     | Diseño de producto verde |
| 2.                                                     | Marketing verde          |
| 3.                                                     | Manufactura verde        |
| 4.                                                     | Logística inversa        |
| 5.                                                     | Distribución verde       |
| 6.                                                     | Flujo de información     |
| 7.                                                     | Materiales verdes        |

Tabla 4. 4: Áreas de oportunidad según su importancia.

Se encontró que el diseño de producto verde es el área de oportunidad donde la implantación de prácticas verdes tendrá mejores resultados, como se mencionó anteriormente, los diseños de las sillas y mesas fueron determinados años atrás y las modificaciones han sido pocas, se podría decir que el diseño de los productos ha demostrado sus fortalezas pues han cumplido con las exigencias de los clientes y se han mantenido presentes en el mercado, es en este momento cuando habría lugar a preguntarse ¿Realmente los diseños que se utilizan son los mejores o existe lugar a mejoras?

Para responder esta pregunta es importante considerar el contexto histórico de cuando se crearon los diseños, un lugar en el tiempo donde la importancia sobre el cuidado y preocupación por el medio ambiente era poca o nula, se fabricaba para tener mayores ganancias sin darle tanta importancia a los impactos negativos que este proceso generará en el medio ambiente; además es importante considerar los avances en tecnologías de materiales y tecnología en general que se han desarrollado en los últimos años, y que podrían ser utilizados en un rediseño de los productos que ofrece MyS.

En conclusión sería la mejor oportunidad para MyS es realizar nuevos diseños tomando en cuenta las prácticas verdes mostradas en la tabla 4.5, teniendo en consideración que algunas de ellas podrían o no aplicarse al caso de MyS, quedaría en manos de los expertos decidir cuál de ellas utilizar.

| <b>Prácticas verdes en el diseño de producto</b>                        |
|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>Emplear elementos que sean fáciles de desensamblar</b>               |
| <b>Usar componentes modulares</b>                                       |
| <b>Evitar el uso de pegamentos y soldaduras</b>                         |
| <b>Minimizar el uso de sujetadores</b>                                  |
| <b>Minimizar procesos para desensamblar</b>                             |
| <b>Reducir los materiales necesarios para fabricación</b>               |
| <b>Diseño de procesos para desensamblar productos</b>                   |
| <b>Definir componentes que pueden ser reemplazados en caso de falla</b> |

Tabla 4. 5: Prácticas verdes a tomar en cuenta en el rediseño de los diseños de MyS.

La segunda área de oportunidad que se encontró fue marketing verde, a pesar de que MyS cuenta con mecanismos para difundir la marca y los productos que manejan, en ninguno de ellas se mencionan las prácticas de cuidado medio ambiental que ya utilizan en la cadena de suministros, lo cual representa una oportunidad para la organización pues el cuidado medio ambiental puede llegar a ser una diferenciación

con la competencia, sin olvidar que el costo de los productos puede ser mayor a causa de algunas prácticas verdes y los clientes deben saber el beneficio de pagar un poco más por ellos.

| <b>Prácticas verdes en marketing</b>                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Dar a conocer beneficios de comprar productos verdes</b>                           |
| <b>Mencionar el uso de prácticas verdes en la CS</b>                                  |
| <b>Uso de logotipo para indicar uso de prácticas verdes</b>                           |
| <b>Mostrar el cumplimiento de la organización con la normatividad medio ambiental</b> |
| <b>Difundir los ahorros generados por la utilización de prácticas verdes</b>          |

Tabla 4. 6: Prácticas verdes a tomar en cuenta las campañas de publicidad de MyS.

En tercer lugar se encuentra la manufactura verde, donde existen algunas prácticas verdes, se podría implantar por ejemplo la disminución de desperdicios por medio de alguna herramienta (lean manufacturing y similares) el cual ayudaría al proceso en general y se tomarían en cuenta aspectos de cuidado medio ambiental de manera indirecta, de forma directa buscar alternativas para minimizar uso de materiales y energía en los procesos.

| <b>Prácticas verdes en manufactura</b>                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Disminuir uso de energía</b>                                                |
| <b>Disminuir uso de materiales</b>                                             |
| <b>Disminuir desperdicios generados</b>                                        |
| <b>Actualizar maquinaria y procedimientos</b>                                  |
| <b>Intercambio de bonos de carbono por ahorros generados en la fabricación</b> |

Tabla 4. 7: Prácticas verdes a tomar en cuenta en logística inversa de MyS.

En cuarto lugar aparece la logística inversa, la cual está presente en la etapa de manufactura (reciclado de componentes) pero en cuanto a la recuperación de productos terminados al final de su vida útil no es utilizada. Representa una oportunidad porque existe la posibilidad de recuperar los productos utilizando las diferentes sucursales como centros de acopio y con los regresos en vacío de la flota de distribución mover los productos a la planta donde se les podría aplicar algún tipo de re uso o re manufactura.

Además aunque existe un mecanismo para recuperar productos por fallas de fabricación y que son devueltos por el cliente, estos llegan a la planta y son almacenados quedando una oportunidad para re utilizar/re manufacturar algunos de los componentes de los productos y poder venderlo aunque sea a un precio menor.

| <b>Prácticas verdes en logística inversa</b>                         |
|----------------------------------------------------------------------|
| <b>Re uso</b>                                                        |
| <b>Recuperación de productos terminados al final de su vida útil</b> |
| <b>Re manufactura</b>                                                |

Tabla 4. 8: Prácticas verdes a tomar en cuenta en logística inversa de MyS.



La siguiente área es distribución verde, un área de alta oportunidad porque MyS cuenta con el beneficio de ser dueño de la flota de distribución, lo cual le representa a la organización una amplia gama de posibilidades en la toma de decisiones, de los elementos y tecnologías de la flota.

Un aspecto que abre posibilidades importantes en esta área sería conocer cantidades de contaminantes y generación de gases de efecto invernadero que produce la flota, y así saber en qué medida se puede disminuir las emisiones generadas por la distribución.

Parte importante de la distribución es el regreso en vacío que generalmente realizan los elementos de la flota de distribución, de alta importancia porque hay sucursales donde se recorren cientos de kilómetros para llegar, y los costos y contaminantes se siguen generando sin importar que el elemento de la flota este cargado o no, darle uso a esta capacidad no utilizada es una oportunidad en sí misma, pero en el caso de la gestión verde puede ser utilizada para recuperar productos al final de su vida y regresarlos a la planta para su reciclado, re uso o re manufactura, elementos muy ligados a la logística inversa.

| <b>Practicar verdes en la distribución</b>                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Contabilizar emisiones de gases de efecto invernadero</b>                |
| <b>Intercambio de bonos de carbono por ahorros en emisiones de la flota</b> |
| <b>Regreso de la flota con carga</b>                                        |
| <b>Unidades con tecnología que disminuya emisión de contaminantes</b>       |
| <b>Logística inversa usando la flota de distribución</b>                    |

Tabla 4. 9: Prácticas verdes a tomar en cuenta para la distribución de MyS.

Las cinco áreas mencionadas representan oportunidades importantes en la implantación de la gestión verde, ya que existen pocas practicas verdes en cada una de ellas, las últimas dos áreas son de menor importancia porque, en el caso de los materiales, ya existen algunas prácticas y por el lado del flujo de información ya existe el sistema que se encargue de ella, o incluso ya existe dicha información.

En el caso de los materiales verdes se encuentra la llamada “sustitución de materiales verdes”, la venta/reciclado de los componentes plásticos y de acero que tienen defectos, una área de oportunidad en esta etapa sería el desarrollo de proveedores verdes, actualmente se seleccionan proveedores dando gran importancia a los componentes financieros (costo y financiamiento) pero no se utilizan criterios verdes en esa decisión, además se podría abordar el desarrollo en conjunto de los proveedores de diseños verdes de los elementos que se utilizan en la fabricación.

Finalmente ya se utiliza un sistema de información (MRP) en la organización, e incluso se cuenta con cantidades y dinero asociado a la venta/reciclado de metal y diferentes plásticos, lo cual ya es una base sobre la que se podría construir un sistema de información verde, es decir adaptar el sistema presente para recibir la información proveniente de la implantación de mayor cantidad de prácticas verdes en las diferentes etapas de la cadena de suministros de MyS.

En los párrafos anteriores se abordaron cada etapa de la gestión verde y además la relación que se encontró entre ellas en cuanto a áreas de oportunidad, pero sigue presente un tema por tratar y es el grado de la gestión verde de la cadena de suministros de MyS, es decir ¿Qué tan verde es la cadena? Para

responder esta pregunta se retoman los porcentajes obtenidos anteriormente, para este caso el que representa la presencia de prácticas verdes en la cadena de suministros, después de realizar un promedio simple de los diferentes porcentajes se puede decir que las practicas verdes están presentes en un 35% de las etapas de la cadena de MyS.

Este último porcentaje puede ser interpretado para decir que la gestión de la cadena de suministros de MyS se encuentra en una etapa temprana de transformación a verde, la existencia de prácticas verdes en la cadena no es nula pero en su mayoría fueron pocas las que se pudieron encontrar. De esta forma la organización que gestiona la cadena de suministros se dirige a convertir la gestión de su cadena de suministros en verde, pero queda mucho espacio para mejorar.

Una vez presentados los resultados de la intervención y haberlos analizados, es momento de abordar los resultados pero del uso del modelo propuesto en la transformación de la cadena de suministros en verde mediante la implantación de prácticas verdes.

#### **4.2.5. Reformulación del modelo propuesto de gestión verde de las cadenas de suministros**

Utilizar el modelo propuesto de gestión verde en la intervención realizada en un caso de estudio permitió encontrar aspectos que pueden ser mejorados, el primero de ellos es en cuanto a la estructura del modelo mismo, al inicio de este trabajo se propone como base de la gestión verde el diseño y materiales verdes, que sean tratados como una misma etapa, pero con la experiencia adquirida es necesario proponer que estos aspectos sean tomados en cuenta por separado.

Al momento de realizar la intervención se descubrió que tanto el diseño como la selección de materiales son aspectos muy importantes dentro de la gestión verde, y aunque se encuentren relacionados son tan importantes que deben ser considerados de manera individual y así, poder tomar decisiones en cada uno de ellos. La importancia del diseño radica en las consecuencias que presenta crear diseños inmersos en prácticas verdes, facilitando la implantación de la gestión verde en etapas posteriores de la cadena de suministros.

El siguiente elemento a considerar es la importancia del sistema de información para la implantación de la gestión verde, en el caso de estudio se encontró en funcionamiento un sistema que centralizaba la información y que podría servir de base para las prácticas verdes, encontrarse con ese sistema demostró la necesidad y utilidad de contar con este elemento en la gestión verde. Por lo anterior es evidente reformular la presencia de dicho sistema en el modelo, aunque se mencionó en la primera propuesta, quedaba implícito su utilidad, en la siguiente aproximación es necesario recalcar ese elemento para que sea tomado en cuenta al realizar análisis futuros de una cadena de suministros.

Tras estas observaciones se realizó una reformulación y se adiciono las nuevas consideraciones, el paso del diseño verde se vuelve base de toda la gestión verde y la presencia del sistema de información se convierte en parte estructural del modelo. Estos cambios se presentan en la Figura 4.15, donde el sistema de información está representado por las líneas multidireccionales que ligan las etapas de la gestión verde por donde fluye la información y encuentra interacciones entre ellas.

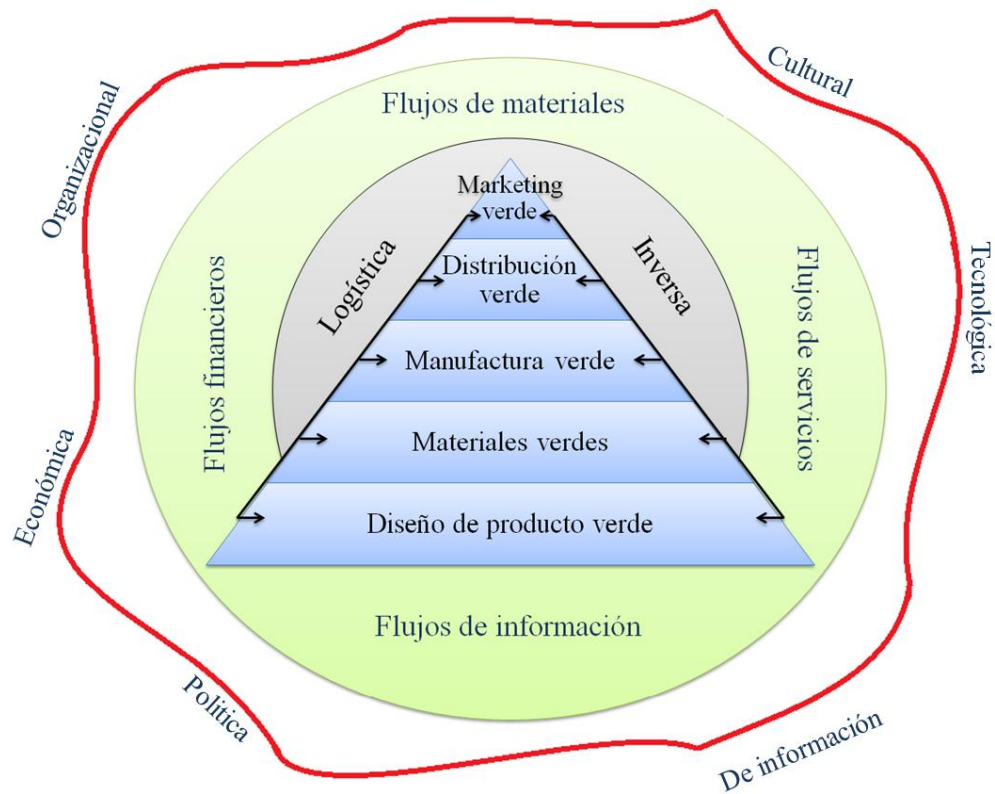


Figura 4. 15: Reformulación del modelo propuesto de la gestión verde de cadenas de suministros.

Presentados los resultados es momento de pasar a la última etapa de este trabajo de investigación, la presentación de las conclusiones relacionadas con la propuesta de modelo de gestión verde, la propuesta de intervención sistémica, los resultados obtenidos y del trabajo en su conjunto.

## **Capítulo 5**

### **CONCLUSIONES**

La primera conclusión corresponde a la propuesta de modelo de la gestión verde en cadenas de suministros, y es la importancia de haber contado con un elemento que delimitara el estudio de este tipo de cadenas de suministros, citando claramente las etapas que deben ser consideradas, los flujos y el contexto/fronteras donde se desarrollan, además de ser una base a partir de donde se desarrolló la intervención, es una parte central de la investigación, ya que se retoman elementos del modelo a lo largo de todo el trabajo.

Observar la facilidad de transformación que tienen los criterios del modelo para convertirse en áreas críticas y finalmente en áreas de oportunidad demuestra la utilidad de la metodología de investigación que se utilizó, la cual facilitó tanto la propuesta de una intervención en una empresa, como para identificar las diferentes características que tiene una cadena de suministros, y sobre cuales implantar las diferentes prácticas verdes.

Otra conclusión del modelo es que a pesar de mostrar claramente las etapas y elementos que se encuentran en toda la cadena, las relaciones entre cada una de ellas es un elemento que faltó estudiar a profundidad, ahondar en este tipo de relaciones podría presentar una oportunidad para ubicar aquellas áreas de la gestión verde que tiene mayor influencia en la implantación de prácticas verdes en otras áreas, demostrando que hay oportunidad para mejorar el modelo que se ha propuesto.

En cuanto a la intervención sistémica, el primer aspecto que salta a la vista es su localización en la etapa diagnóstica y de juicio de la transformación de la gestión en verde. Con los instrumentos propuestos (Checklist y visitas) se logró obtener información sobre diferentes áreas y aspectos de una cadena de suministros, los cuales al ser analizados y clasificados permitieron localizar áreas de oportunidad donde implantar la gestión verde en una cadena de suministros. Esta selección de elementos es donde se puede encontrar la etapa de juicio de la intervención, demostrando que es posible elegir entre las etapas de la gestión verde que representen mejores oportunidades para la empresa, en esta investigación una mejor oportunidad se seleccionó a partir de la ausencia de prácticas verdes en alguna etapa de la cadena de suministros, pero a futuro podría estudiarse cuales son de menor costo, menor tiempo, mayor impacto, etc.

Una de las características de la estructura de la intervención fue el poco tiempo que se requirió para obtener la información necesaria sobre la cadenas de suministros en el caso de estudio, gracias a la utilización de los checklist fue posible determinar rápidamente el uso de algunas prácticas verdes en la cadena de suministros.

En cuanto al aspecto metodológico de la intervención sistémica es evidente la presencia de las tres características inseparables de las que habla Midgley, se encuentra la etapa crítica al definir los alcances del sistema, la etapa de juicio representada por la selección del modelo de cadenas verdes propuesto y la acción estaría considerada mediante el uso de una herramienta obtener la información necesaria para encontrar practicas verdes utilizadas en la cadena, tomando en cuenta estas consideraciones, se podría

decir que se cumplieron las características de Midgley aunque también se podría decir que la etapa de acción quedaría inconclusa, sí se toma el punto de vista donde la acción estaría compuesta por la implantación de las practicas verdes propuestas en este trabajo, es un punto que no se llega a tocar, presentando una oportunidad para estudios en el futuro.

Un aspecto que presenta una oportunidad, en cuanto a la metodología, es en el procedimiento que se siguió para crear el modelo de gestión verde propuesto, hasta el momento se realizó un análisis comparativo para determinar criterios y después generar una propuesta mediante la multi metodología, para finalmente validar el modelo mediante un caso de estudio, es en esta última etapa se podrían adicionar otros casos de validación y retroalimentación, representaría una opción para mejorar el modelo propuesto y una línea más de investigación a futuro, se podría acudir a expertos para preguntar su opinión y retroalimentación sobre el modelo y la intervención.

Otro aspecto donde hay opciones de mejora es en la primera etapa de la intervención, en esa etapa se desarrolló una caracterización de la cadena de suministros que permitió conocer más a fondo los aspectos, características y estructuras de la misma, hasta cierto punto fue una primera etapa que permitió identificar y entender aspectos generales de la cadena de suministros, pero por esa carácter general se obtuvo información, que si bien es importante, no esta tan fuertemente relacionada a la gestión verde, se podría mejorar esta primera etapa enfocándose un poco más en aspectos de gestión verde y disminuir el tiempo destinado en la siguiente etapa de la intervención, pues ya se habrían identificado algunos aspectos.

En cuanto al marco conceptual utilizado, dividido en dos aspectos: gestión verde de cadenas de suministros y elementos sistémicos/planeación, del primero de ellos se concluye que cumple con su función de delimitar el estudio de este tipo de cadenas de suministro, pero existe una oportunidad, en la investigación se descubrió que no se habla de cadenas de suministros verdes (como en el caso de cadenas inversas, cadenas cerradas, cadenas sustentables, etc.) se habla de la gestión verde, siendo este concepto el que se define, quedando la puerta abierta para proponer una definición de una cadena verde, no solamente de la gestión. En cuanto al segundo aspecto fue suficiente y cumplió con su objetivo de poder entender el presente trabajo de investigación, pero se podría profundizar en algunos aspectos para mejorar la comprensión de esta tesis.

Los resultados del caso de estudio permitieron determinar áreas que representan oportunidades para la organización en cuanto a donde realizar un proceso de transformación de su cadena de suministros en verde, identificando las áreas donde la presencia de prácticas verdes es limitada, esta información ayuda a los tomadores de decisiones dentro de la organización, con base en su experiencia y en conjunción con la información que se obtiene de la intervención propuesta, iniciar el proceso de conversión de su gestión de la cadena en verde.

Del caso de estudio, y la reformulación que se presentó, fue posible visualizar la utilidad del modelo y las prácticas verdes ligadas, ya que facilitó la identificación de áreas de oportunidad y desde el modelo mismo fue posible definir de qué áreas se podría obtener la información necesaria y finalmente en cuál de ellas empezar a realizar la transformación de una cadena de suministros en verde.

Para el caso de la intervención es importante mencionar que en el momento de realizar el caso de estudio se identificó la necesidad de caracterizar a la cadena de suministros, tanto para delimitar el alcance de la intervención como para familiarizarse con la cadena, este aspecto fue identificado en la etapa de la intervención, y aunque se encuentra presente en este trabajo de tesis, mejorar o simplificar los aspectos que deben abordarse en dicha caracterización es un posible trabajo a futuro.

En cuanto al trabajo de investigación en su totalidad, y una vez desarrollado el trabajo escrito, se encontró que el modelo propuesto perdió cierta importancia, y aunque sigue siendo una parte fundamental para entender y enfocar el proceso de transformación de una cadena en verde, la identificación de las prácticas verdes pasó a tomar un papel principal. Al inicio del trabajo se planteó un caso de estudio como una forma de validar el modelo propuesto, pero conforme se fue desarrollando se encontró la necesidad de crear diversas herramientas que determinaran la presencia de prácticas verdes en la cadena, desde la caracterización de la cadena en una intervención hasta los checklist propuestos, el modelo pasa a un segundo plano, tomando más importancia la identificación de las prácticas verdes. Más que ser un punto negativo a la investigación, representa una oportunidad pues demuestra que hay muchas posibilidades de mejora en el diagnóstico y los posibles casos de aplicación en empresas que se encuentren operando.

Finalmente en cuanto a trabajos a futuro aparecen varias posibilidades de mejora a las propuestas mismas que se presentaron, además de las mencionadas líneas arriba, se encuentran revisiones al modelo e intervención propuestas, realización de casos de estudio adicionales y lograr ver cómo se comportan las propuestas en otras cadenas de suministros; además recordar que este trabajo de investigación solo representa la etapa diagnóstica de un proceso de transformación de una cadena de suministros en verde, el desarrollo de las siguientes etapas y los pasos a seguir es una línea de investigación que tiene mucho potencial, por la cantidad de aspectos que deben ser considerados como la importancia de tener en cuenta aspectos verdes en las cadenas de suministros y su potencial de aplicación en las empresas de nuestro país.

# Bibliografía

- Ahi, P., & Searcy, C. (2013). A comparative literature analysis of definitions for green and sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 52, 329–341. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.018>
- Albino, V., Balice, A., Dangelico, R. M., Meccanica, I., & Bari, P. (2009). Environmental Strategies and Green Product Development: an Overview on Sustainability-Driven Companies. *Business Strategy and the Environment*, 18, 83–96. <http://doi.org/10.1002/bse>
- Andiç, E., Yurt, Ö., & Baltacioğlu, T. (2012). Green supply chains: Efforts and potential applications for the Turkish market. *Resources, Conservation and Recycling*, 58, 50–68. <http://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.10.008>
- Beamon, B. M. (1999). Designing the green supply chain. *Logistics Information Management*, 12(4), 332–342. <http://doi.org/10.1108/09576059910284159>
- Bag, S., & Anand, N. (2014). Modeling Green Supply Chain Management framework using ISM and MICMAC analysis, 8(22), 1053–1065. <http://doi.org/10.5897/AJBM2013.7307>
- Bag, S., Limited, T. I., & Alipore, N. (2007). Designing the Green Supply Chain Strategy for Indian Manufacturing Firm.
- Bryson, J. M. (1988). A strategic planning process for public and non-profit organizations. *Long Range Planning*, 21(1), 73–81.
- Chaabane, A., Ramudhin, A., & Paquet, M. (2012). Int . J . Production Economics Design of sustainable supply chains under the emission trading scheme. *Intern. Journal of Production Economics*, 135(1), 37–49. <http://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.10.025>
- Cardenas-Niño, L., & Arciniegas-Rodriguez, Y. (2009). Modelo de intervención en clima organizacional. *International Journal of Psychological Research*, 2(2), 121–127.
- Fuentes, A. y Sánchez, G. (1995) “Metodología de la planeación normativa” Segunda edición. México, D. F. Facultad de Ingeniería. División de Estudios de Posgrado – UNAM
- García-Córdoba, F. (2010). La tecnología: su concepción y algunas reflexiones con respecto a sus efectos. *Revista de La Asociación Mexicana de Metodología de La Ciencia Y La Investigación.*, 2(enero - junio de 2010), 13–28.
- Ghobakhloo, M., Tang, S. H., Zulkifli, N., & Ariffin, M. K. a. (2013). An Integrated Framework of Green Supply Chain Management Implementation, 4(1). <http://doi.org/10.7763/IJIMT.2013.V4.364>
- Govindan, K., Soleimani, H., & Kannan, D. (2014). Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future. *European Journal of Operational Research*, 240(3), 603–626. <http://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.07.012>



- Hammad, M., Awan, S. H., Akhtar, C. S., & Imdadullah, M. (2012). Investigating Stress and Employee Performance in Traffic Police. *International Proceedings of Economics Development and Research*, 55(28), 141–144. <http://doi.org/10.7763/IPEDR>.
- Hervani, A. a., Helms, M. M., & Sarkis, J. (2005). Performance measurement for green supply chain management. *Benchmarking: An International Journal*, 12(4), 330–353. <http://doi.org/10.1108/14635770510609015>
- Iso, I. O. for S. (2010). ISO 14001 Environmental Management Systems.
- Jr, K. W. G., Zelbst, P. J., Meacham, J., & Bhadauria, V. S. (2012). Green supply chain management practices: impact on performance. *Supply Chain Management: An International Journal*, 17(3), 290–305. <http://doi.org/10.1108/13598541211227126>
- Khaksar, E., Abbasnejad, T., Esmaili, A., & Tamošaitienė, J. (2015). The effect of green supply chain management practices on environmental performance and competitive advantage: a case study of the cement industry. *Technological and Economic Development of Economy*, 4913(March 2016), 1–16. <http://doi.org/10.3846/20294913.2015.1065521>
- Kumar, S., Teichman, S., & Timpernagel, T. (2012). A green supply chain is a requirement for profitability, 50(5), 1278–1296.
- Laari, S., Töyli, J., Solakivi, T., & Ojala, L. (2016). Firm performance and customer-driven green supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 112, 1960–1970. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.150>
- Lai, K., & Wong, C. W. Y. (2012). Green logistics management and performance: Some empirical evidence from Chinese manufacturing exporters. *Omega*, 40(3), 267–282. <http://doi.org/10.1016/j.omega.2011.07.002>
- Lor Peter. (2011). International and comparative librarianship, Chapter 4.
- Luthra, S., Garg, D., & Haleem, a. (2013). Identifying and ranking of strategies to implement green supply chain management in Indian manufacturing industry using analytical hierarchy process. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 6(4), 930–962. <http://doi.org/10.3926/jiem.693>
- Midgley Gerald. Systemic intervention: Philosophy, Methodology, and Practice. 2000
- Mingers, J., & Brocklesby, J. (1997). Multimethodology: Towards a Framework for Mixing Methodologies, 25(5), 489–509. [http://doi.org/10.1016/S0305-0483\(97\)00018](http://doi.org/10.1016/S0305-0483(97)00018)
- Mishra, N., Kumar, V., & Chan, F. T. S. (2012). A multi-agent architecture for reverse logistics in a green supply chain. *International Journal of Production Research*, 50(9), 2396–2406. <http://doi.org/10.1080/00207543.2011.581003>
- Mohanty, R. P., & Prakash, A. (2013). Green supply chain management practices in India: an empirical study. *Production Planning & Control*, (May 2014), 1–16. <http://doi.org/10.1080/09537287.2013.832822>

Mutingi, M. (2013). Developing green supply chain management strategies : A taxonomic approach, 6(2), 525–546.

Nirenberg, Olga, autor Evaluar para la transformación: innovaciones en la evaluación de programas y proyectos sociales / Buenos Aires; México : Paidós, 2000

Russell. L. A (1971). Towards a System of Systems concepts. Management Science, 661-671  
<http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.17.11.661>

Santa-Eulalia, L. A., Juliano, L. A. S.-E., Kettani, O., Franciosi, L. A., Azevedo, R. C., & Bremer, C. F. (2009). An Essay on Green Supply Chain Design and Dynamic Alignment. Centre Interuniversitaire de Recherche Sur Les Réseaux D'entreprise, La Logistique et Le Transport.

Sarkis, J. (2012). A boundaries and flows perspective of green supply chain management. Supply Chain Management: An International Journal, 17(2), 202–216. <http://doi.org/10.1108/13598541211212924>

Zhang, C.-T., Wang, H.-X., & Ren, M.-L. (2014). Research on pricing and coordination strategy of green supply chain under hybrid production mode. Computers & Industrial Engineering, 72, 24–31. <http://doi.org/10.1016/j.cie.2014.03.012>

Zhu, Q., Geng, Y., Fujita, T., & Hashimoto, S. (2010). Green supply chain management in leading manufacturers: Case studies in Japanese large companies. Management Research Review, 33(4), 380–392. <http://doi.org/10.1108/01409171011030471>

## **Anexo A: Practicas verdes en las etapas del modelo de gestión verde de cadenas de suministros**

En las siguientes tablas se encuentran aquellas prácticas verdes que fueron identificadas en cada una de las áreas de la gestión verde de las cadenas de suministros.

### **Diseño de Producto verde**

| <b>Practicas verdes en el diseño de producto</b>                        |
|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>Emplear elementos que sean fáciles de desensamblar</b>               |
| <b>Usar componentes modulares</b>                                       |
| <b>Evitar el uso de pegamentos y soldaduras</b>                         |
| <b>Minimizar el uso de sujetadores</b>                                  |
| <b>Minimizar procesos para desensamblar</b>                             |
| <b>Reducir los materiales necesarios para fabricación</b>               |
| <b>Proteger articulaciones contra corrosión</b>                         |
| <b>Diseño de procesos para desensamblar productos</b>                   |
| <b>Definir componentes que pueden ser reemplazados en caso de falla</b> |

Tabla A. 1: Prácticas verdes en el diseño productos.

### **Materiales verdes**

| <b>Practicas verdes en los materiales</b>                    |
|--------------------------------------------------------------|
| <b>Sustituir materiales que necesitan manejos especiales</b> |
| <b>Usar materiales amigables con el ambiente</b>             |
| <b>Disminuir producción desechos solidos</b>                 |
| <b>Disminuir producción desechos líquidos</b>                |
| <b>Disminuir producción desechos gaseosos</b>                |
| <b>Usar empaques que sean reciclables</b>                    |
| <b>Selección de proveedores verdes</b>                       |
| <b>Sustitución de materiales verdes</b>                      |

Tabla A. 2: Prácticas verdes en materiales.

### **Manufactura verde**

| <b>Practicas verdes en manufactura</b>  |
|-----------------------------------------|
| <b>Disminuir uso de energía</b>         |
| <b>Re uso de componentes</b>            |
| <b>Minimizar uso de materiales</b>      |
| <b>Reciclado de componentes</b>         |
| <b>Disminuir desperdicios generados</b> |
| <b>Re manufactura de componentes</b>    |

|                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Minimizar consumo de combustible</b>                                        |
| <b>Actualizar maquinaria y procedimientos</b>                                  |
| <b>Disminuir consumo de agua</b>                                               |
| <b>Intercambio de bonos de carbono por ahorros generados en la fabricación</b> |

Tabla A. 3: Prácticas verdes en la manufactura

## Distribución verde

| <b>Prácticas verdes en la distribución</b>                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Mantenimiento constante en la flota</b>                                  |
| <b>Intercambio de bonos de carbono por ahorros en emisiones de la flota</b> |
| <b>Unidades con tecnología que disminuya emisión de contaminantes</b>       |
| <b>Logística inversa usando la flota de distribución</b>                    |
| <b>Flota de distribución actualizada</b>                                    |

Tabla A. 4: Prácticas verdes en la distribución.

## Marketing verde

| <b>Prácticas verdes en marketing</b>                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Dar a conocer beneficios de comprar productos verdes</b>                           |
| <b>Mencionar el uso de prácticas verdes en la CS</b>                                  |
| <b>Uso de logotipo para indicar uso de prácticas verdes</b>                           |
| <b>Mostrar el cumplimiento de la organización con la normatividad medio ambiental</b> |
| <b>Difundir los ahorros generados por la utilización de prácticas verdes</b>          |

Tabla A. 5: Prácticas verdes en marketing.

## Marketing verde

| <b>Prácticas verdes en logística inversa</b>                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Re uso de componentes</b>                                                       |
| <b>Re manufactura de componentes</b>                                               |
| <b>Re uso de productos terminados al final de su vida útil</b>                     |
| <b>Re manufactura de productos terminados al final de su vida útil</b>             |
| <b>Procedimientos para recuperar productos terminados al final de su vida útil</b> |
| <b>Procedimientos en caso de devolución por el cliente</b>                         |

Tabla A. 6: Prácticas verdes en logística inversa.

## Anexo B: Instrumentos de la intervención

Las siguientes tablas muestran las diversas preguntas que servirán para obtener la información de las áreas críticas de la intervención sistémica.

### Flujo de información

| Flujo de información                                                                          |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
|                                                                                               | Si | No |
| Existe información sobre material/productos reciclado                                         |    |    |
| Existe información sobre material/productos re usado                                          |    |    |
| Existe información sobre material/productos re manufacturado                                  |    |    |
| Se cuenta con información de contaminación generada en la CS                                  |    |    |
| Existe un sistema donde se guarda la información relacionada a la CS                          |    |    |
| Un departamento en específico se encarga de interpretar la información que se genera en la CS |    |    |
| Existen historiales sobre la cadena de suministros                                            |    |    |
| Existen procedimientos para la eliminación de información                                     |    |    |
| Es necesario un procedimiento para poder obtener información de la cadena                     |    |    |

Tabla B. 1: Checklist para el área critica flujo de información.

### Diseño de producto verde

| Diseño de producto verde                                              |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|----|
| En el diseño de los productos se considera:                           | Si | No |
| Facilidad para poder desensamblar los componentes y productos finales |    |    |
| Usar componentes modulares                                            |    |    |
| Evitar el uso de pegamento o soldadura                                |    |    |

|                                                                         |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------|--|--|
| Minimizar el uso de sujetadores                                         |  |  |
|                                                                         |  |  |
| Facilidad de alcanzar componentes/materiales de valor en los productos  |  |  |
|                                                                         |  |  |
| Evitar el uso de herramientas especiales para desarmar una articulación |  |  |
|                                                                         |  |  |
| Proteger contra corrosión en articulaciones                             |  |  |
|                                                                         |  |  |
| Minimizar la fuerza o torque para desensamblar partes o componentes     |  |  |
|                                                                         |  |  |
| Reducir los materiales necesarios para fabricación                      |  |  |

Tabla B. 2: Checklist para el área crítica diseño de producto verde.

## Materiales verdes

| Materiales verdes                                                       |    |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|----|
|                                                                         | Si | No |
| Se utiliza algún material que necesita manejos especiales               |    |    |
|                                                                         |    |    |
| Se utiliza algún material que sea amigable con el ambiente              |    |    |
|                                                                         |    |    |
| En la cadena se disminuye la producción de desechos sólidos             |    |    |
|                                                                         |    |    |
| En la cadena se disminuye la producción de desechos líquidos            |    |    |
|                                                                         |    |    |
| En la cadena se disminuye la producción de desechos gaseosos            |    |    |
|                                                                         |    |    |
| Se utiliza empaques que puedan ser reciclados                           |    |    |
|                                                                         | Si | No |
| Se seleccionan proveedores tomando en cuenta aspectos medio ambientales |    |    |
|                                                                         |    |    |
| Se tiene una larga relación con proveedores                             |    |    |
|                                                                         |    |    |
| Algún proveedor cuenta con una certificación medio ambiental            |    |    |
|                                                                         |    |    |

Tabla B. 3: Checklist para el área crítica diseño de producto verde.

## Manufactura verde

| Manufactura verde                                                                            |    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
|                                                                                              | Si | No |
| Utilizan materiales que cumplan con regulaciones de protección ambiental                     |    |    |
| En esta etapa se reciclan componentes                                                        |    |    |
| En esta etapa se reúsan componentes                                                          |    |    |
| En esta etapa se re manufactura algún componente                                             |    |    |
| Se utiliza alguna técnica para disminuir desperdicios en esta etapa                          |    |    |
| Se dedica presupuesto para investigación y desarrollo de alternativas medio ambientales      |    |    |
| En la fabricación se minimiza el consumo de energía eléctrica                                |    |    |
| En esta etapa se minimiza el consumo de combustible                                          |    |    |
| En la fabricación se minimiza el consumo de agua                                             |    |    |
| Se minimiza el consumo de materiales                                                         |    |    |
| Se conoce el impacto ecológico (carbón footprint) que genera la fabricación de los productos |    |    |

Tabla B. 4: Checklist para el área critica manufactura verde.

## Distribución verde

| Distribución verde                                                                                        |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
|                                                                                                           | Si | No |
| La distribución se realiza por una empresa transportadora                                                 |    |    |
| La edad de la flota de distribución es de pocos años                                                      |    |    |
| Existen datos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero que produce la distribución de productos |    |    |
| Se utilizan criterios medio ambientales al momento de adquirir/rentar medios de distribución de productos |    |    |
| Elementos de la distribución cuentan con tecnologías que disminuyan                                       |    |    |

|                                                                      |  |  |
|----------------------------------------------------------------------|--|--|
| <b>emisiones de contaminantes</b>                                    |  |  |
| <b>Se realiza mantenimiento constante a la flota de distribución</b> |  |  |
| <b>La flota regresa con carga a la planta</b>                        |  |  |

Tabla B. 5: Checklist para el área critica distribución verde.

## Marketing verde

| Marketing verde                                                                                                     |    |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
|                                                                                                                     | Si | No |
| <b>Las campañas publicitarias se realizan con frecuencia</b>                                                        |    |    |
| <b>En las campañas publicitarias se mencionan aspectos ambientales de los productos</b>                             |    |    |
| <b>Existe una forma de medir la efectividad de las campañas publicitarias</b>                                       |    |    |
| <b>Hay información sobre clientes interesados en adquirir productos que se preocupen por el medio ambiente</b>      |    |    |
| <b>Existe un logotipo que indique el uso de prácticas que sean amigables con el medio ambiente en los productos</b> |    |    |

Tabla B. 6: Checklist para el área critica marketing verde.

## Logística Inversa

| Logística inversa                                                                                   |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
|                                                                                                     | Si | No |
| <b>Una vez concluida la vida útil de los productos son recuperados por la empresa</b>               |    |    |
| <b>Existen procedimientos para reciclar productos terminados o componentes de los mismos</b>        |    |    |
| <b>Existen procedimientos para reusar productos terminados o componentes de los mismos</b>          |    |    |
| <b>Existen procedimientos para re manufacturar productos terminados o componentes de los mismos</b> |    |    |
| <b>Existen procedimientos para manejar residuos peligrosos al final de</b>                          |    |    |



|                                                                                                   |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| la vida útil de los productos                                                                     |  |  |
| Es necesario un elemento extra para recuperación de productos terminados al final de su vida útil |  |  |
| Existe procedimientos en caso de devolución por el cliente                                        |  |  |

Tabla B. 7: Checklist para el área critica logística inversa.

## Contexto

| Contexto                                                                            |    |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
|                                                                                     | Si | No |
| La cadena tiene presencia a nivel nacional                                          |    |    |
| La cadena está compuesta por varias empresas                                        |    |    |
| Se conocen los mercados y zonas objetivos                                           |    |    |
| Existe conocimiento de los competidores de la cadena                                |    |    |
| Se conoce la normatividad ambiental bajo la cual funciona la CS                     |    |    |
| Existe un seguimiento de los desechos producidos en la cadena                       |    |    |
| Hay una sección/departamento que se encarga de aspectos medioambientales            |    |    |
| Existe alguna practica o estatuto para disminuir el consumo de agua en la cadena    |    |    |
| Existe alguna practica o estatuto para disminuir el consumo de energía en la cadena |    |    |
| Existe un sistema que cuantifica y sigue el flujo de materiales                     |    |    |
| Se conocen los impactos del funcionamiento de la cadena en el medio ambiente        |    |    |

Tabla B. 8: Checklist para el área critica contexto.

## Anexo C: Resultados de la intervención

Las siguientes tablas presentan los resultados que se obtuvieron al haber realizado la intervención en la empresa MyS.

### Diseño de producto verde

| Diseño de producto verdes                                               |    |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|----|
| En el diseño de los productos se considera:                             | Si | No |
| Facilidad para poder desensamblar los componentes y productos finales   |    | X  |
| Usar componentes modulares                                              |    | X  |
| Evitar el uso de pegamento o soldadura                                  |    | X  |
| Minimizar el uso de sujetadores                                         |    | X  |
| Facilidad de alcanzar componentes/materiales de valor en los productos  |    | X  |
| Evitar el uso de herramientas especiales para desarmar una articulación |    | X  |
| Proteger contra corrosión en articulaciones                             | X  |    |
| Minimizar la fuerza o torque para desensamblar partes o componentes     |    | X  |
| Reducir los materiales necesarios para fabricación                      |    | X  |

Tabla C. 1: Diseño de producto verde en la cadena de suministro de MyS.

### Materiales verdes

| Materiales verdes                                                       |    |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|----|
|                                                                         | Si | No |
| Se utiliza algún material que necesita manejos especiales               | X  |    |
| Se utiliza algún material que sea amigable con el ambiente              | X  |    |
| En la cadena se disminuye la producción de desechos sólidos             | X  |    |
| En la cadena se disminuye la producción de desechos líquidos            |    | X  |
| En la cadena se disminuye la producción de desechos gaseosos            | X  |    |
| Se utiliza empaques que puedan ser reciclados                           | X  |    |
| Se seleccionan proveedores tomando en cuenta aspectos medio ambientales |    | X  |
| Se tiene una larga relación con proveedor de acero                      | X  |    |

|                                                                     |          |          |
|---------------------------------------------------------------------|----------|----------|
| <b>Se tiene una larga relación con proveedores de plásticos</b>     |          | <b>X</b> |
| <b>Algún proveedor cuenta con una certificación medio ambiental</b> | <b>X</b> |          |

Tabla C. 2: Materiales verdes en la cadena de suministro de MyS.

## Manufactura verde

| Manufactura verde                                                                                   |          |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
|                                                                                                     | Si       | No       |
| <b>Utilizan materiales que cumplan con regulaciones de protección ambiental</b>                     | <b>X</b> |          |
| <b>En esta etapa se reciclan componentes de acero</b>                                               | <b>X</b> |          |
| <b>En esta etapa se reúsan componentes de acero</b>                                                 |          | <b>X</b> |
| <b>En esta etapa se re manufactura algún componente de acero</b>                                    |          | <b>X</b> |
| <b>En esta etapa se reciclan componentes plásticos</b>                                              | <b>X</b> |          |
| <b>En esta etapa se reúsan componentes plásticos</b>                                                |          | <b>X</b> |
| <b>En esta etapa se re manufactura algún componente plástico</b>                                    |          | <b>X</b> |
| <b>Se utiliza alguna técnica para disminuir desperdicios en esta etapa</b>                          |          | <b>X</b> |
| <b>En la fabricación se minimiza el consumo de energía eléctrica</b>                                |          | <b>X</b> |
| <b>En esta etapa se minimiza el consumo de combustible</b>                                          |          | <b>X</b> |
| <b>En la fabricación se minimiza el consumo de agua</b>                                             | <b>X</b> |          |
| <b>Se minimiza el consumo de materiales</b>                                                         |          | <b>X</b> |
| <b>Se conoce el impacto ecológico (carbón footprint) que genera la fabricación de los productos</b> |          | <b>X</b> |

Tabla C. 3: Manufactura verde en la cadena de suministro de MyS.

## Distribución verde

| Distribución verde                                                                                        |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
|                                                                                                           | Si | No |
| La distribución se realiza por una empresa transportadora                                                 |    | X  |
| La edad de la flota de distribución es de pocos años                                                      | X  |    |
| Existen datos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero que produce la flota                     |    | X  |
| Se utilizan criterios medio ambientales al momento de adquirir/rentar medios de distribución de productos |    | X  |
| Elementos de la flota cuentan con tecnologías que disminuyan emisiones de contaminantes                   |    | X  |
| Se realiza mantenimiento constante a la flota                                                             | X  |    |
| La flota regresa con carga a la planta                                                                    |    | X  |

Tabla C. 4: Distribución verde en la cadena de suministro de MyS.

## Marketing verde

| Marketing verde                                                                                                  |    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
|                                                                                                                  | Si | No |
| Campañas publicitarias se realizan con frecuencia                                                                | X  |    |
| En las campañas publicitarias se mencionan aspectos ambientales de los productos                                 |    | X  |
| Existe una forma de medir la efectividad de las campañas publicitarias                                           |    | X  |
| Se encuentra información sobre clientes interesados en adquirir productos que se preocupen por el medio ambiente |    | X  |
| Existe un logotipo que indique el uso de prácticas que sean amigables con el medio ambiente en los productos     |    | X  |

Tabla C. 5: Distribución verde en la cadena de suministro de MyS.

## Logística Inversa

| Logística inversa                                                                                 |    |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
|                                                                                                   | Si | No |
| Una vez concluida la vida útil de los productos son recuperados por la empresa                    |    | X  |
| Existen procedimientos para reciclar productos terminados o componentes de los mismos             | X  |    |
| Existen procedimientos para reusar productos terminados o componentes de los mismos               |    | X  |
| Existen procedimientos para re manufacturar productos terminados o componentes de los mismos      |    | X  |
| Existen procedimientos para manejar residuos peligrosos al final de la vida útil de los productos |    | X  |
| Es necesario un elemento extra para recuperación de productos terminados al final de su vida útil |    | X  |
| Existe procedimientos en caso de devolución por el cliente                                        | X  |    |

Tabla C. 6: Logística inversa en la cadena de suministro de MyS.

## Flujo de información

| Flujo de información                                                                          |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
|                                                                                               | Si | No |
| Existe información sobre material/productos reciclado                                         | X  |    |
| Existe información sobre material/productos re usado                                          |    | X  |
| Existe información sobre material/productos re manufacturado                                  |    | X  |
| Existe un sistema donde se guarda la información relacionada a la CS                          | X  |    |
| Un departamento en específico se encarga de interpretar la información que se genera en la CS | X  |    |
| Existen historiales sobre la cadena de suministros                                            | X  |    |

|                                                                         |          |          |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
| <b>Existen procedimientos para la eliminación de información</b>        |          | <b>X</b> |
| <b>Es fácil acceder a la información sobre la cadena de suministros</b> | <b>X</b> |          |

Tabla C. 7: Flujos de información en la cadena de suministro de MyS.

## Contexto

| <b>Contexto</b>                                                                            |          |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
|                                                                                            | Si       | No       |
| <b>La cadena tiene presencia a nivel nacional</b>                                          | <b>X</b> |          |
| <b>La cadena está compuesta por varias empresas</b>                                        |          | <b>X</b> |
| <b>Se conocen los mercados y zonas objetivos</b>                                           | <b>X</b> |          |
| <b>Existe conocimiento de los competidores de la cadena</b>                                | <b>X</b> |          |
| <b>Existe un seguimiento de los desechos producidos en la cadena</b>                       |          | <b>X</b> |
| <b>Hay una sección/departamento que se encarga de aspectos medioambientales</b>            | <b>X</b> |          |
| <b>Existe alguna practica o estatuto para disminuir el consumo de agua en la cadena</b>    | <b>X</b> |          |
| <b>Existe alguna practica o estatuto para disminuir el consumo de energía en la cadena</b> | <b>X</b> |          |
| <b>Existe un sistema que cuantifica y sigue el flujo de materiales</b>                     | <b>X</b> |          |
| <b>Se conocen los impactos del funcionamiento de la cadena en el medio ambiente</b>        | <b>X</b> |          |

Tabla C. 8: Contexto de la cadena de suministro de MyS

## Anexo D: Practicas verdes en la cadena de suministros de MyS

Las siguientes tablas demuestran la presencia y ausencia de algunas prácticas verdes en la cadena de suministros de la empresa del caso de estudio (MyS). Donde el color verde representa la presencia de la práctica verde en la cadena de suministros y el negro la ausencia de la misma.

### Diseño de Producto verde

| Practicas verdes en el diseño de producto                        |  |  |
|------------------------------------------------------------------|--|--|
| Emplear elementos que sean fáciles de desensamblar               |  |  |
| Usar componentes modulares                                       |  |  |
| Evitar el uso de pegamentos y soldaduras                         |  |  |
| Minimizar el uso de sujetadores                                  |  |  |
| Minimizar procesos para desensamblar                             |  |  |
| Reducir los materiales necesarios para fabricación               |  |  |
| Proteger articulaciones contra corrosión                         |  |  |
| Diseño de procesos para desensamblar productos                   |  |  |
| Definir componentes que pueden ser reemplazados en caso de falla |  |  |

Tabla D. 1: Prácticas verdes en el diseño de productos de MyS.

### Materiales verdes

| Practicas verdes en los materiales                    |  |  |
|-------------------------------------------------------|--|--|
| Sustituir materiales que necesitan manejos especiales |  |  |
| Usar materiales amigables con el ambiente             |  |  |
| Disminuir producción desechos solidos                 |  |  |
| Disminuir producción desechos líquidos                |  |  |
| Disminuir producción desechos gaseosos                |  |  |
| Usar empaques que sean reciclables                    |  |  |
| Selección de proveedores verdes                       |  |  |
| Sustitución de materiales verdes                      |  |  |

Tabla D. 2: Prácticas verdes en materiales de MyS.

### Manufactura verde

| Practicas verdes en manufactura  |  |  |
|----------------------------------|--|--|
| Disminuir uso de energía         |  |  |
| Re uso de componentes            |  |  |
| Minimizar uso de materiales      |  |  |
| Reciclado de componentes         |  |  |
| Disminuir desperdicios generados |  |  |
| Re manufactura de componentes    |  |  |

|                                                                         |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------|--|--|
| Minimizar consumo de combustible                                        |  |  |
| Actualizar maquinaria y procedimientos                                  |  |  |
| Disminuir consumo de agua                                               |  |  |
| Intercambio de bonos de carbono por ahorros generados en la fabricación |  |  |

Tabla D. 3: Prácticas verdes en la manufactura de MyS

## Distribución verde

| Prácticas verdes en la distribución                                  |  |  |
|----------------------------------------------------------------------|--|--|
| Mantenimiento constante en la flota                                  |  |  |
| Intercambio de bonos de carbono por ahorros en emisiones de la flota |  |  |
| Unidades con tecnología que disminuya emisión de contaminantes       |  |  |
| Regreso de la flota con carga                                        |  |  |
| Logística inversa usando la flota de distribución                    |  |  |
| Flota de distribución actualizada                                    |  |  |

Tabla D. 4: Prácticas verdes en la distribución de MyS.

## Marketing verde

| Prácticas verdes en marketing                                                  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| Dar a conocer beneficios de comprar productos verdes                           |  |  |
| Existencia de campañas publicitarias                                           |  |  |
| Mencionar el uso de prácticas verdes en la CS                                  |  |  |
| Uso de logotipo para indicar uso de prácticas verdes                           |  |  |
| Mostrar el cumplimiento de la organización con la normatividad medio ambiental |  |  |
| Difundir los ahorros generados por la utilización de prácticas verdes          |  |  |

Tabla D. 5: Prácticas verdes en marketing de MyS.

## Logística inversa

| Prácticas verdes en logística inversa                                       |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------|--|--|
| Re uso de componentes                                                       |  |  |
| Re manufactura de componentes                                               |  |  |
| Re uso de productos terminados al final de su vida útil                     |  |  |
| Re manufactura de productos terminados al final de su vida útil             |  |  |
| Procedimientos para recuperar productos terminados al final de su vida útil |  |  |
| Procedimientos en caso de devolución por el cliente                         |  |  |

Tabla D. 6: Prácticas verdes en logística inversa de MyS.