CORPORACIÓN MEXICANA DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

AUTOEVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD EN EMPRESAS EXPORTADORAS Y MANUFACTURERAS

TESIS

PRESENTA

Deniz Angélica Ramos López

MAESTRO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA CON ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE MANUFACTURA

Saltillo, Coahuila. Septiembre de 2012.

Autoevaluación de la vulnerabilidad en empresas exportadoras y manufactureras

Por
Deniz Angélica Ramos López

Tesis

Presentada al Programa Interinstitucional en Ciencia y Tecnología

Sede

Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S. A. de C. V.

Como requisito parcial para obtener el Grado Académico de

Maestro en Ciencia y Tecnología con
Especialidad en Ingeniería Industrial y de Manufactura

Programa Interinstitucional en Ciencia y Tecnología COMIMSA / CONACyT

Saltillo, Coahuila. Septiembre de 2012.

Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A de C.V
Gerencia de Desarrollo Humano
División de Estudios de Posgrado

Los abajo firmantes, miembros del Comité Tutorial recomendamos que la Tesis **"AUTOEVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD EN EMPRESAS EXPORTADORAS Y MANUFACTURERAS"**, realizada por el alumno **DENIZ ANGÉLICA RAMOS LÓPEZ** matrícula **1006IM1060** sea aceptada para su defensa como Maestro en Ciencia y Tecnología con Especialidad en **Ingeniería Industrial y de Manufactura.**

El Comité Tutorial

_____
Dr. Mario Cantú Sifuentes
Director de Tesis

_____
Lic. Juan Manuel Quiroga Lam
Tutor en Planta

_____
Dr. Pedro Pérez Villanueva
Asesor

_____
Vo. Bo.
Dr. Felipe Arturo Reyes Valdés
Coordinador General del Posgrado COMIMSA-CONACYT

Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S. A. de C. V

Gerencia de Desarrollo Humano

División de Estudios de Posgrado

Los abajo firmantes, miembros del Jurado de Examen de Grado del alumno Deniz Angélica Ramos López, una vez leída y revisada la Tesis titulada "AUTO/EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD EN EMPRESAS EXPORTADORAS Y MANUFACTURERAS", aceptamos que la referida tesis revisada y corregida sea presentada por el alumno para aspirar al grado de Maestro en Ciencia y Tecnología con Especialidad en Ingeniería Industrial y de Manufactura durante el Examen de Grado correspondiente.

Y para que así conste firmamos la presente a los 21 días del mes de septiembre del año 2012.

Dr. José Luis Martínez Flores	Dra. Irma Delia García Calvillo
Presidente	Secretario
Dr. Rolando Javier Praga Alejo	Dr. David Salvador González González
Vocal	Vocal

Dr. Mario Cantú Sifuentes

Vocal

Dedicado a

mi hermanita Isis Yaribeth.

El mundo está listo para sorprenderte!

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia, mis padres Sotero Ramos Uvilla y María de los Ángeles López Orozco, y a mis hermanos.

A mi mamá por ser una amiga incondicional y aliada en todo momento.

A mi papá por ser ejemplo de lucha y constancia.

A mis hermanos, Ivan y Eddy que siendo tan diferentes en su forma de ser y de pensar, me han expuesto a diferentes perspectivas.

Y a mi hermanita Isis quien me recuerda que siempre hay cosas nuevas por descubrir.

Quiero agradecer al director general del Consejo Mexicano de Comercio Exterior del Noreste Lic. Juan Manuel Quiroga Lam y al Lic. Christian Cantú González, Gracias por el apoyo brindado durante la realización de esta tesis.

A COMIMSA y a CONACyT por su apoyo con el numero de beca 240410, y a las personas que intervinieron en mi formación.

También a Esmeralda Ramírez Méndez, gracias por tus preguntas y críticas constructivas, tanta sinceridad es resultado de nuestra amistad.

Un agradecimiento especial para mi tutor el Dr. Mario Cantú Sifuentes, todo mi respeto y admiración para un gran hombre.

RESUMEN

La seguridad en las redes de suministro, es fundamental para que las empresas participantes logren satisfacer eficientemente una orden, en el tiempo preciso y con el mayor valor agregado. Sin embargo existen muchas amenazas de seguridad que evitan que las redes de suministro logren tal objetivo. Las empresas *vulnerables* que forman parte de una cadena de la red de suministros, son afectadas por las amenazas de seguridad a las que están expuestas, el resultado es una ruptura que impacta en el resto de los eslabones, algunas veces en el resto de la red.

En este trabajo de investigación se propone una autoevaluación de la vulnerabilidad de empresas exportadoras, basada en un Análisis Jerárquico Multicriterio, a través del desarrollo de una herramienta en Excel, que se ha llamado DAV por las letras iniciales de "Detector de Áreas Vulnerables".

El DAV se desarrolla en base al cumplimiento de los requerimientos mínimos de las iniciativas de seguridad Customs –Trade Partnership Against Terrorism (C-TPAT) y Cadena Segura del Comercio Exterior Mexicano (CASCEM). La información pertinente a la autoevaluación se obtiene mediante una lista de verificación del cumplimiento y los resultados, permiten a las empresas exportadoras conocer la medida de vulnerabilidad de

las áreas detectadas como vulnerables. La finalidad es que las empresas exportadoras y manufactureras cuenten con esta información a fin de fortalecer las áreas identificadas, reduciendo los riesgos de seguridad derivados de la exposición a amenazas.

CONTENIDO

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN 11

CAPÍTULO II
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 14

2.1 Introducción 14

2.2 Definiciones técnicas 14

2.3 Planteamiento del problema 19

2.4 Descripción del problema 20

2.5 Preguntas de investigación 21

2.6 Hipótesis 22

2.7 Objetivos 22

2.8 Justificación 22

2.9 Delimitaciones del proyecto 26

2.10 Conclusiones 27

CAPÍTULO III
MARCO TEÓRICO 29

3.1. Introducción 29

3.2 Reducción de riesgos en Estados Unidos 29

3.2.1 C-TPAT. 29

3.2.2 C-TPAT y FAST 35

3.3 Reducción de riesgos en México 35

3.3.1 COMCE y CASCEM 35

3.4 Métodos de evaluación y decisión multicriterio discreto 36

3.4.1 Método de ponderación Lineal 37

3.4.2 Teoría de Utilidad Multiatributo 38

3.4.3 AHP… 39

3.4.4 Lógica difusa 40

3.5. Conclusiones 42

CAPÍTULO IV
ESTADO DEL ARTE 43

4.1 Introducción 43

4.2 Metodología AHP 45

4.2.1 Estructuración del modelo jerárquico 45

4.2.2 Emisión de juicios y evaluaciones. 47

4.2.3 Normalización de la matriz del criterio 49

4.2.4 Desarrollo del vector prioridad para el criterio 50

4.2.5 Análisis de consistencia de las opiniones vertidas 50

4.2.6 Desarrollo de la matriz de prioridades 52

4.2.7 Desarrollo del vector prioridad total 52

4.2.8 Interpretación del resultado 53

4.3 Conclusiones 53

CAPÍTULO V
DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA 54

5.1 Introducción 54

5.2 Desarrollo de la metodología 54

5.2.1 Estructuración del modelo jerárquico. 55

5.2.2 Emisión de juicios y evaluaciones por parte de los expertos. 57

5.2.3 Emisión de juicios y evaluaciones por parte de los usuarios. 60

5.2.4 Interpretación del resultado 61

CAPÍTULO VI
CASO DE APLICACIÓN 62

6.1 Introducción 62

6.2 Desarrollo del caso de aplicación 62

6.3 Conclusiones 70

CAPÍTULO VII
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 71

7.1 Introducción 71

7.2 Desarrollo del DAV 71

7.2.1 Identificar las condiciones de seguridad que deben evaluarse 71

7.2.2 Recopilar la información en base a la experiencia de los expertos. 72

7.2.3 Comparar e integrar herramientas científicas. 72

7.3 Recomendaciones y Trabajo futuro 73

BIBLIOGRAFÍA 74

ANEXO 1 78

ANEXO 2 80

ANEXO 3 89

LISTA DE FIGURAS

Figura 2. 1 Cadena de suministro básica…….……..15

Figura 4. 1 Estructura Jerárquica Básica……...….46

Figura 6.1 Pestaña de usuario: lista de verificación…….…64

Figura 6.2 Pestaña de usuario: resultados de la lista de verificación…….…66

Figura 6. 3: Gráfica de vulnerabilidad total y por criterio de la autoevaluación…...67

Figura 6. 4: Gráfica del riesgo esperado por criterio con evaluación C-TPAT…….68

Figura 6. 5 Gráfica de vulnerabilidad después de implementación de seguridad….70

LISTA DE TABLAS

Tabla 4. 1 : Escala de Saaty……48

Tabla 4. 2 : Índice de Consistencia Aleatoria de Saaty…….…52

Tabla 5. 1: Matriz de comparación de "Procedimientos de seguridad"……..…….59

Tabla 5. 2 : Modificación de escala de Saaty para el cumplimiento……..…….61

Tabla 6. 1: Escala de evaluación en base al cumplimiento…….…….…63

Tabla 6. 2: Tabla de equivalencias entre cumplimiento con AHP y riesgo C-TPAT…….……..…….…….66

Tabla 6. 3 : Áreas más vulnerables del caso uno…….……..69

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La red de suministro es un sistema dinámico compuesto por grupos de empresas y las complejas interacciones existentes entre ellas, creadas para satisfacer las necesidades del cliente. En México la seguridad en las redes de suministro, se ha tornado cada vez más importante, sobre todo para que las empresas exportadoras puedan competir y sobrevivir a la competencia global. Desafortunadamente existen muchas amenazas de seguridad que evitan que las redes de suministro logren tal objetivo. Las amenazas de seguridad afectan sobre todo a las empresas más vulnerables, ocasionando interrupciones y daños colaterales a empresas que forman parte de la misma red de suministro.

La presente tesis es el producto de la investigación de los requerimientos de seguridad que deben aplicar las empresas mexicanas de exportación y manufactureras, para fortalecer sus áreas más vulnerables. Con el fin de decidir cuales requerimientos de seguridad son más urgentes de implementar en el caso de cada empresa en específico, es necesario evaluar el nivel de vulnerabilidad en las distintas áreas y determinar cuáles requerimientos de seguridad causan un mayor impacto para fortalecer a la empresa.

Se muestra una descripción de diferentes herramientas matemáticas usadas en la toma de decisiones, útiles para la evaluación. Con el fin de fortalecer la cadena de suministro, se ofrece la aplicación de una herramienta, para que empresas exportadoras y manufactureras se realicen una autoevaluación de vulnerabilidad mediante una lista de verificación. Los resultados obtenidos permitirán a las empresas tomar las medidas necesarias para reforzar las áreas de oportunidad, resultando en que la cadena o red de suministro de la que forma parte se fortalezca.

Este trabajo se divide en siete capítulos, el presente muestra una breve introducción y describe el contenido de los capítulos posteriores.

El segundo capítulo corresponde al planteamiento del problema. Partiendo de algunas definiciones se plantea y describe el problema, se muestran algunas preguntas que motivan a la presente investigación, se propone la hipótesis, se plantea el objetivo general y también los objetivos específicos, se ofrece una justificación del impacto que tiene la inseguridad en México y en las redes de suministro, se mencionan algunas de las iniciativas de seguridad más conocidas en el mundo, finalmente se exponen los límites y el alcance del trabajo.

En el tercer capítulo se construye el marco teórico, donde se exponen las iniciativas de seguridad de mayor relevancia para las empresas mexicanas, así como las medidas que está tomando México para disminuir los riesgos a lo largo de la cadena de suministro internacional. La descripción conceptual de las distintas herramientas para la toma de decisiones también forma parte de este capítulo, además se justifica la elección

de una herramienta para el análisis de vulnerabilidad de empresas exportadoras y manufactureras.

El cuarto capítulo corresponde al estado del arte, donde se mencionan los fundamentos y se describen, en detalle, los pasos de la herramienta elegida para la toma de decisiones. Adicionalmente se señalan algunas de sus aplicaciones.

El desarrollo de la metodología propuesta se expone en el quinto capítulo, en donde se propone una estructura jerárquica que permite que las empresas exportadoras se autoevalúen y detecten las áreas con vulnerabilidad alta, con el fin de mejorar su condición.

En el sexto capítulo se expone un caso de aplicación y se muestra la utilidad de la herramienta desarrollada.

En el último capítulo se presentan las conclusiones que se obtuvieron durante la investigación, se hacen recomendaciones y se delinea el trabajo futuro.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Introducción

En este capítulo se exponen algunas definiciones que permiten entender qué es una cadena de suministro, cuáles son sus objetivos e importancia y cómo se compone una red de suministro. También se presentan las definiciones de riesgo, amenaza y vulnerabilidad. Se describen los riesgos en competencia y sus impactos, enseguida se plantea y describe el problema y se exponen algunas preguntas que han motivado esta investigación. Se plantea la hipótesis, se delinean los objetivos y después se justifica este proyecto, describiendo brevemente la importancia de abordar la inseguridad en México y los beneficios adyacentes. Después se describen algunas de las iniciativas de seguridad más conocidas en México y en el mundo, enseguida se señalan los alcances y límites del proyecto y finalmente se establecen las conclusiones de este capítulo.

2.2 Definiciones técnicas

Enseguida se ofrece una definición de cadena de suministro, la descripción de su objetivo y su importancia de acuerdo con Chopra y Meindl (2009).

Definición de cadena de suministro: Una *cadena de suministro* puede entenderse como un conjunto de empresas relacionadas mediante el flujo de productos (bienes y servicios), información y fondos. Los eslabones de la cadena son todas las fases involucradas desde la adquisición de materias primas hasta la entrega de productos terminados al usuario final, incluyendo proveedores, fabricantes, distribuidores,

almacenistas, trasportistas, vigilantes y, en general, todos los actores y procesos involucrados para entregar un producto o servicio al cliente. En la figura 2.1 se muestra una descripción gráfica del funcionamiento de una cadena de suministro.

Figura 2. 1 Cadena de suministro básica. Fuente: Elaboración propia.

Objetivo de la cadena de suministro: El objetivo primario de una cadena de suministro es satisfacer eficientemente los requerimientos de los consumidores finales mediante la colaboración de los participantes de la cadena, en el tiempo preciso y al menor costo, buscando un balance adecuado de los recursos, con la finalidad de obtener el mayor valor agregado

Importancia de la cadena de suministro: Las cadenas de suministro son necesarias para que las empresas obtengan todo lo que necesitan para sobrevivir y crecer. Es preciso que las empresas sean conscientes de las cadenas de suministro en las que se encuentran participando, para poder entender las funciones que desempeñan dentro ésta.

Definición de empresa más débil: De forma similar a un sistema en serie, una cadena de suministro se rompe cuando lo hace el eslabón (empresa) más débil. Para propósitos del presente trabajo la empresa más débil deberá entenderse como el punto de falla o el eslabón que puede fracturarse con mayor facilidad, interrumpiendo el funcionamiento adecuado de la cadena y arriesgando su integridad.

Definición de red de suministro: De acuerdo con Battini (2008), las cadenas de suministro modernas cada vez ofrecen inter-correlaciones más complejas entre los diferentes participantes y los flujos que existen entre ellos, esto ha ocasionado que las cadenas de suministro evolucionen a *redes de suministro.* Una red de suministro es un sistema complejo y dinámico, donde los nodos de la red son todas las fases involucradas en el cumplimiento de una orden, incluyendo proveedores, fabricantes, distribuidores, almacenistas, trasportistas, vigilantes y en general, todas las partes incluidas para entregar un producto o servicio al cliente.

Definición de riesgo: El *riesgo* se define como el producto de la probabilidad de ocurrencia de una amenaza con el impacto esperado (Knemeyer et al., 2009).

Definición de amenaza: Para los propósitos de este trabajo, se entenderá por *amenaza* un evento capaz de poner en peligro a la cadena o red de suministro; siendo posible estimar su probabilidad de ocurrencia (UNDRO, 1980).

Definición de vulnerabilidad: Donald Waters (2007) define la vulnerabilidad como la exposición a rupturas de la cadena de suministro. De acuerdo con Gaonkar (2009), las empresas son vulnerables no sólo a los ataques contra sus propios bienes,

sino también a los ataques contra los demás elementos de la red de cadenas. Para propósito de este trabajo se entenderá que la *vulnerabilidad* de la red de suministro es la condición de las redes de cadenas de suministro y de las empresas que la conforman, a sufrir daños como resultado de la exposición a amenazas.

Impacto del riesgo: Según la norma ISO 28000, el *impacto del riesgo* es la cuantificación del daño provocado por la ocurrencia de una amenaza en las áreas vulnerables de una organización. El impacto del riesgo puede clasificarse como un impacto catastrófico, crítico, marginal y despreciable, como se describe a continuación:

- Catastrófico: La ocurrencia de la amenaza en este nivel compromete la supervivencia de la organización. Las amenazas de este nivel pueden asociarse con ataques terroristas tales como los de las torres gemelas, provocando una pérdida total de la organización y de los ingresos.
- Crítico: Si ocurre la amenaza en este nivel la existencia de la organización corre peligro pero puede salvarse al poner en marcha un plan de acción que permita la recuperación.
- Marginal: En caso de ocurrencia de este nivel de amenazas, la situación puede controlarse de manera adecuada y sin tantos esfuerzos e inversión. Se puede ejemplificar con el daño en la infraestructura de una empresa, que puede repararse sin comprometer la existencia de la organización.
- Despreciable: Las consecuencias de la ocurrencia de la amenaza a este nivel, no tienen incidencia trascendente en la organización. Son parte de

la actividad diaria de cada organización. El daño inherente al manejo de un producto y los costos derivados del mismo sirven como ejemplo.

Riesgos en competencia de la cadena de suministro: Para una cadena de suministro dada, es posible detectar una serie de riesgos. Estos son llamados riesgos en competencia. En seguida, se ofrece una clasificación general de dichos riesgos para una cadena de suministro general, y se describen algunos de ellos.

Los riesgos de la cadena de suministro se dividen en dos tipos; los riesgos relacionados con el medio ambiente de la cadena o red y los riesgos propios de la cadena. Manuj y Mentzer (2008) desglosan los dos tipos de riesgos de la siguiente manera:

Los riesgos relacionados con el medio ambiente de la cadena de suministro a su vez se clasifican en cuatro tipos:

- Macro riesgos: Se refiere a los eventos provenientes de los cambios económicos, costos laborales, tipos de cambio y aduanas.
- Riesgos políticos: Conflictos derivados de acciones y sanciones gubernamentales y cambios legislativos.
- Riesgos competitivos: Provenientes de la incertidumbre acerca de las acciones y movimientos de la competencia.
- Riesgos de recursos: Se refleja en la escasez de recursos humanos, tecnológicos o capital.

Los riesgos de la cadena de suministro se clasifican en los siguientes cuatro:

- Riesgo de suministro: Se refiere a la interrupción del abastecimiento, problemas en inventario, horarios y demoras de entradas.
- Riesgos de operación: Producen fallas o desajustes de la operación o cambios de tecnología.
- Riesgos en la demanda: Son inconvenientes derivados de la variación de la demanda.
- Riesgos de seguridad: Son los eventos relacionados con el robo, la falsificación, el terrorismo, el contrabando, la piratería, el daño en la infraestructura, el daño al personal o al producto.

El presente trabajo se enfoca en los riesgos de seguridad como los describen Manuj y Mentzer (2008). Note que los riesgos de seguridad se encuentran relacionados con los otros riesgos de las cadenas y redes de suministro, ya que cualquier interrupción derivada de amenazas de seguridad también puede afectar a la operación, al suministro y a la demanda.

2.3 Planteamiento del problema

Las redes de cadenas de suministro son vulnerables a las interrupciones y fallas en cualquier punto. Las perturbaciones originadas en un punto localizado de una cadena de suministro, tienen el potencial de ser pasadas a los niveles posteriores o sucursales de la toda la red con posibles efectos de amplificación (Wu et al., 2007). Entonces una

falla en cualquier punto de la red tiene el potencial de hacer que falle toda la red de suministros.

2.4 Descripción del problema

Para satisfacer eficientemente los requerimientos de los consumidores finales a través de las redes de suministro, en el tiempo preciso, al menor costo y con el mayor valor agregado, es necesario disminuir los riesgos causantes de las interrupciones y pérdidas. Para disminuir el riesgo de seguridad es necesario disminuir o la probabilidad de ocurrencia de una amenaza, o el impacto esperado o ambos.

De acuerdo con Pickett (2003), las empresas no pueden prever todas las amenazas potenciales, y mucho menos la probabilidad de que se produzca una amenaza en cada punto de la compleja red de suministro. Sin embargo, según la definición, la probabilidad de ocurrencia de una amenaza de seguridad se encuentra asociada a la vulnerabilidad. Entonces es necesario detectar las condiciones vulnerables y fortalecerlas, con el fin de disminuir la probabilidad de ocurrencia de las amenazas de seguridad, aún cuando se desconozca dicha probabilidad.

En el presente trabajo se propone evaluar la vulnerabilidad en empresas manufactureras y de exportación en base al cumplimiento de los criterios mínimos de seguridad aplicables. El propósito es obtener información de las condiciones más susceptibles a sufrir daños, para que los tomadores de decisiones tengan una base que les permita enfocar sus esfuerzos y mejorar las condiciones vulnerables en las empresas evaluadas.

2.5 Preguntas de investigación

Las cadenas o redes de suministro se han globalizado: la materia prima puede provenir de un país, la mano de obra puede estar en otro y el cliente final puede comprar su producto desde otro país diferente a los anteriores. Pero ¿qué tan seguras son las cadenas o redes de suministro? ¿Es obligatorio tener certificaciones de seguridad para poder exportar? ¿Cómo se debe elegir a los proveedores? ¿Cómo se debe elegir a los prestadores de servicios tales como el transporte y servicios de limpieza?

Con el fin de disminuir los riesgos en las cadenas de suministros, es necesario contar con una medida que refleje la evolución de las empresas en cuanto a seguridad. Entonces ¿Cuáles son las metodologías existentes para evaluar el riesgo?

Una empresa puede estar comprometida con la seguridad en la parte de la cadena que le corresponde, pero ¿Es suficiente contar con las medidas de seguridad adecuadas en la empresa interesada? ¿Cómo afecta a las empresas que sus proveedores no implementen medidas de seguridad en sus procesos? ¿Cuáles son los requerimientos mínimos de seguridad?

2.6 Hipótesis

Un auto diagnóstico, permitirá que los tomadores de decisiones de empresas exportadoras y manufactureras identifiquen y ordenen por prioridad las áreas más vulnerables en su empresa.

2.7 Objetivos

Con el fin de establecer claramente lo que esta investigación exige para su desarrollo, se describe a continuación el objetivo general y se desglosan los objetivos específicos.

Objetivo general: Desarrollar una herramienta de autoevaluación de las condiciones de vulnerabilidad para empresas participantes de la red de suministros, integrando un enfoque de valoración cuantitativa de las percepciones a través de una escala de razón.

Objetivos específicos:

- Identificar las condiciones de seguridad que deben evaluarse.
- Recopilar la información en base a la experiencia de los expertos.
- Comparar e integrar herramientas científicas parara la medición de percepciones, con el fin de desarrollar una herramienta de autoevaluación útil.

2.8 Justificación

El Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) es un acuerdo entre los gobiernos de Estados Unidos de América, Canadá y México, para crear una zona de libre comercio. Uno de los objetivos del tratado es eliminar obstáculos al

comercio y facilitar la circulación fronteriza de bienes y servicios, entre los países participantes.

El gobierno de Estados Unidos se encuentra preocupado por las cuestiones de seguridad, esta preocupación aumentó a partir de los ataques terroristas en el 11 de Septiembre de 2001 en Nueva York. La posibilidad de tener armas de destrucción masiva entre los envíos a través de las redes de suministro, puede generar una pérdida significativa de vidas humanas, destrucción de la infraestructura, pérdida de confianza del público y las empresas y en general, distintos riesgos de la red de de suministro, con impactos variados, que obstaculizan el libre comercio.

De acuerdo con Gaonkar (2009), las empresas son vulnerables no sólo a los ataques contra sus propios bienes, sino también a los ataques contra los demás elementos, este es un motivo por el cual las empresas estadounidenses prefieren tener como socios comerciales a quienes demuestren que su cadena de suministros es segura.

En este sentido, México requiere mantener las redes de cadenas seguras, para poder seguir comercializando con sus principales socios comerciales: Estados Unidos y Canadá. Mejorar la seguridad de las empresas mexicanas, repercute positivamente en la seguridad de las cadenas y redes a las que dichas empresas pertenecen. Entonces no sólo México se beneficia por el aumento en su seguridad, sino que Estados Unidos y Canadá también resultan beneficiados.

Certificación C-TPAT La asociación aduanas – comercio en contra del terrorismo, es una iniciativa de participación voluntaria que une el CBP (Customer

Border Protection) con miembros de la comunidad comercial con el fin de trabajar juntos para fortalecer la seguridad en la cadena internacional de suministro además de facilitar el comercio con Estados Unidos. C–TPAT tiene como prioridad prevenir ataques terroristas, reducir la vulnerabilidad a ataques a Estados Unidos y minimizar el daño que estos puedan ocasionar.

Iniciativa de seguridad en México El programa CASCEM surge en el 2007, como resultado de la necesidad de las empresas Mexicanas de contar con un organismo empresarial como asesor de las nuevas exigencias de seguridad por parte de las aduanas. El objetivo de CASCEM es que las empresas que se encuentran afiliadas cumplan con certificaciones oficiales de seguridad, como C-TPAT, implementando las mejores prácticas que hagan que sus embarques sean eficientes y sus exportaciones sean competitivas, manteniendo una cultura de seguridad y revisión de procesos, con la finalidad de optimizarlos.

Existe un gran número de organizaciones que producen estándares de seguridad a nivel mundial, entre las más conocidas se pueden mencionar las siguientes: World Customer Organization (WCO), Authorized Economic Operators (AEO), International Ship and Port Facility Security Code (ISPS), ISO/PAS 28000 y C-TPAT.

WCO: la Organización Mundial de Aduanas (OMA) se compone por el consejo de cooperación aduanera, como órgano superior, conformado por los directores de aduanas del mundo. La OMA trabaja principalmente a través de comités técnicos quienes se ocupan de la armonización de los procedimientos internacionales de aduana.

La OMA se dedica a asistir y a aconsejar a los países miembros para que exista cooperación y comunicación entre ellos, quienes normalmente son representados por sus respectivas aduanas. La OMA se ha dedicado a preparar y difundir un código de conducta para los funcionarios de aduana, con el fin de que lleven a cabo sus actividades eficazmente, con el objetivo de modernizar las aduanas. La misión de la OMA consiste en mejorar la efectividad y eficiencia de las aduanas, recaudación de ingresos, facilitación de comercio, elaboración de estadísticas del comercio y protección a la sociedad. La intención es mejorar la seguridad en la cadena de suministros, al mismo tiempo que facilitar el comercio internacional. En el 2005 se adoptó el programa SAFE (Standard to Secure and Facilitate Global Trade), éste es el marco normativo de la OMA para asegurar y facilitar el comercio global, el cual se basa en los siguientes cuatro elementos principales que tratan de proveer seguridad en la cadena de suministros: Información electrónica avanzada, manejo de riesgo, inspecciones de salida y asociaciones de negocio.

AEO: Los Operadores Económicos Autorizados (OEA) que cumplan los criterios especificados por la OMA, tales como tener un historial favorable de cumplimiento de las normas aduaneras, un compromiso demostrado con la seguridad de la cadena logística, y un sistema satisfactorio para la gestión de sus registros comerciales, tienen derecho de beneficiarse con procesos simplificados y rápidos en Aduanas, proporcionando un mínimo de información. La administración de aduanas debe llegar a un acuerdo sobre el reconocimiento del estatuto de operador económico autorizado.

ISPS: El Código Internacional de Protección a Buques e Instalaciones Portuarias (Código PBIP) fue desarrollado por la Organización Marítima Internacional (OMI), en respuesta a los ataque terroristas del 11 de Septiembre de 2001. De acuerdo con Anyanova (2007) el código PBIP tiene por objeto facilitar la detección y análisis de las amenazas de seguridad, además de la introducción de medidas preventivas para atender incidentes de seguridad, que afectan a las instalaciones portuarias o buques utilizados para el comercio internacional.

ISO: La especificación de sistemas de gestión de la seguridad en cadenas de suministro (ISO/PAS 28000, 2007), es un estándar creado para mejorar la seguridad en la cadena de suministros, está diseñado para todo tamaño de organizaciones y ayuda a facilitar un mejor control ya que contiene los requisitos para que una organización pueda establecer, implementar y mantener un sistema de gestión de la seguridad en la cadena de abastecimiento. La finalidad de la norma ISO/PAS 28000, es proporcionar orientación a las formas en que debe protegerse el flujo.

2.9 Delimitaciones del proyecto

Con la finalidad de hacer un aporte concreto, se han definido los alcances y límites de este proyecto que se describen a continuación:

Alcances del proyecto: El alcance de este proyecto es el desarrollo y análisis de la herramienta que permita obtener el diagnóstico de vulnerabilidad de las áreas de una empresa exportadora o manufacturera, a través de una autoevaluación.

Límites del proyecto: Anteriormente se mencionaron los riesgos en competencia, este proyecto se enfoca en hacer un aporte que permita disminuir los riesgos de seguridad. Para disminuir los riesgos de seguridad es necesario disminuir o la probabilidad de ocurrencia de una amenaza, o el impacto esperado o ambos, en este proyecto se propone disminuir la probabilidad de ocurrencia de una amenaza, reduciendo la vulnerabilidad de empresas manufactureras y exportadoras, a través del los planes de acción derivados de la identificación y ordenación de las áreas más vulnerables.

Es necesario resaltar que el proyecto se limita a ofrecer la herramienta de autoevaluación para detectar las áreas de vulnerabilidad de empresas manufactureras y exportadoras, que muestre un ordenamiento de las medidas más urgentes a implementar.

Queda fuera de los límites de este proyecto implementar las medidas de seguridad adecuadas. Las acciones preventivas y correctivas son responsabilidad de cada empresa que realiza su autoevaluación.

Investigar los efectos que causa la implementación de las medidas de seguridad sugeridas, en la red de suministros a la que pertenece la empresa evaluada, también se encuentra fuera de los límites de este proyecto.

2.10 Conclusiones

Para que una cadena de suministros logre su objetivo, cada empresa que la integra debe conocer el papel que desempeña dentro de la misma, y asegurar la parte que le corresponde. Las empresas mexicanas deben poner especial atención en disminuir las

amenazas de seguridad, resguardando sus áreas vulnerables, con el fin de seguir compitiendo en el mercado y asegurar su participación comercial.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Introducción

En este capítulo se describen las principales iniciativas de seguridad que le competen al comercio mexicano: C-TPAT del gobierno estadounidense y CASCEM del gobierno mexicano. En seguida se realiza una descripción conceptual de algunos métodos de evaluación y decisión multicriterio que se han utilizado para la toma de decisiones.

3.2 Reducción de riesgos en Estados Unidos

Estados Unidos, preocupado por su seguridad nacional, ha establecido programas como C-TPAT, que le permiten comercializar con diferentes países sin comprometer su seguridad a través de la cadena de suministros.

3.2.1 C-TPAT.

El objetivo de C-TPAT, es que empresas y autoridades se enfoquen en el fortalecimiento de la cadena de suministros, a fin de disminuir las amenazas y riesgos de seguridad en Estados Unidos. Las empresas que se encuentran certificadas en C-TPAT tienen mayores oportunidades de comercializar con empresas estadounidenses, ya

que éstas últimas prefieren mantener su cadena de suministro segura, y para lograrlo eligen a los proveedores que han demostrado que cuentan con las exigencias de seguridad del programa C-TPAT mediante su certificación.

Las empresas que desean certificarse en C-TPAT, deben llevar a cabo un procedimiento establecido por CBP, donde demuestren que cumplen al menos con los requerimientos mínimos de seguridad. El procedimiento incluye realizar una autoevaluación y proporcionar la información y documentos requeridos, que son validados por CBP. Después de validar la conducta, los procesos y el avance de la implementación de las medidas de seguridad que determinan el nivel de riesgo, por medio de especialistas de seguridad en la cadena de suministro, CBP determina si se otorga la certificación a la empresa, si se hacen recomendaciones que deben de cumplirse en cierto tiempo para otorgar la certificación a la empresa, o si se niega la certificación hasta que la empresa asegure los procesos y pueda comenzar nuevamente el proceso de certificación. En el caso de que la certificación sea negada por falta de seguridad en los procesos, la empresa en evaluación podrá recomenzar el proceso pero estará en fila de espera. Se han dado casos en los que el tiempo entre la primer y siguiente aplicación es de dos años.

Para que CBP otorgue la certificación C-TPAT a una empresa aplicable, es requisito que esta última elabore, un análisis de riesgos y presente la documentación probatoria. El análisis de riesgos consta de cinco pasos que deben completarse de forma específica, en el reporte de la Junta Nacional Sueca del 2008 (Kommerskollegium, 2008) se mencionan los cinco pasos en el siguiente orden.

- Paso 1: Flujo de la carga e identificación de socios comerciales y procesos.
- Paso 2: Análisis de amenazas en el entorno.
- Paso 3: Análisis de vulnerabilidades.
- Paso 4: Plan de acción y seguimiento.
- Paso 5: Documentación del proceso.

En el tercer paso, la empresa que se encuentra aplicando, debe hacer una autoevaluación del cumplimiento de los requerimientos mínimos de seguridad de C-TPAT, establecer el plan de acción para dar seguimiento a los requerimientos que se incumplen y cumplirlos en un tiempo establecido para obtener la certificación o mantenerla.

Los requerimientos mínimos de seguridad de C-TPAT detallan las exigencias que se deben cumplir para asegurarse de que la empresa que se certifique, no tendrá asociada riegos mayores. La junta nacional del comercio exterior de Suecia (Kommerskollegium, 2008), describe los requerimientos de la siguiente forma.

- Requisitos para socios comerciales: Es necesario que los socios comerciales cuenten con los documentos que acrediten su cumplimiento con los requerimientos mínimos establecidos. Los procedimientos de seguridad deben ser documentados, la información debe estar disponible oportunamente y los socios deben participar en programas y certificaciones oficiales de seguridad de la cadena logística.

- Seguridad en remolques y contenedores: Debe prevenirse la introducción de materiales no autorizados y materiales ilegales dentro de los contenedores. Los remolques y contenedores deben ser inspeccionados; se debe contar con empaques y sellos de seguridad y los faltantes y sobrantes de carga deben ser reportados oportunamente a las autoridades correspondientes.

- Controles de acceso físico: Debe existir un procedimiento documentado para el control de acceso a empleados directos e indirectos, visitantes, proveedores y mensajeros, y un procedimiento para el enfrentamiento, identificación y retiro de personal no autorizado.

- Seguridad personal: Las empresas deben establecer procedimientos y rutinas de seguridad para la contratación, permanencia y término laboral del personal, sobre todo para los empleados destinados a las áreas críticas o que manejan información sensitiva.

- Seguridad de procesos: Es importante asegurarse que la información en los procedimientos para documentación y manifiestos, envíos, recibos y discrepancias de la carga, sea correcta, completa y legible.

- Seguridad física: Las instalaciones deben estar protegidas físicamente, deben contar con cercas perimetrales, puertas y casetas de seguridad, control de llaves y cerraduras, sistemas de alarma y circuito cerrado de televisión, iluminación y estructura de los edificios en buenas

condiciones y estacionamientos asignados y segregados de áreas de carga.

- Seguridad en la tecnología de la información: Las empresas deben contar con un sistema para detectar el abuso de la tecnología de información, deben protegerse las contraseñas y la información debe ser respaldada.

- Capacitación en seguridad y reconocimiento de amenazas: Deben establecerse programas de concientización sobre el consumo de substancias ilícitas, capacitación y denuncias internas, además de mantener una relación de los representantes de la autoridad para cada empresa.

La forma de la evaluación de C-TPAT consta de tres alternativas, riesgo bajo, riesgo medio y riesgo alto.

- Riesgo bajo: es cuando el criterio se cumple correctamente.
- Riesgo medio: el criterio no cumple con todas las especificaciones
- Riesgo alto: el criterio no se cumple

El criterio tendrá un riesgo bajo si todos los puntos que debe cumplir se califican con un riesgo bajo. Cuando al menos un punto del criterio que se está evaluando se califica con un riesgo medio, entonces la calificación total del criterio será de riesgo medio, pero si al menos un punto se califica con riesgo alto, aun cuando los demás puntos tengan riesgo bajo, la calificación total del criterio será de riesgo alto. En

resumen, cada criterio tendrá como calificación, el mayor riesgo que aparezca en la evaluación de cada uno de sus puntos.

Existen tres niveles de seguridad en la certificación C-TPAT, cada nivel exige mayor seguridad, pero también brinda mayores beneficios a los socios comerciales.

- En el primer nivel las empresas certificadas reciben una evaluación de factores de riesgo más baja, la intención de CBP es ofrecer a las empresas un nivel de inspecciones bajo además de un cierto grado de prioridad cuando se requiere hacer exámenes y chequeos. En realidad la diferencia de los beneficios de participar en el primer nivel y no participar en el programa de certificación no es muy relevante, sin embargo el primer nivel es un prerrequisito para acceder al programa FAST (Free And Secure Trade).

- El segundo nivel lo obtienen las empresas que han demostrado que cumplen con el nivel más bajo de los criterios de seguridad. Además de las ventajas del primer nivel, las empresas reciben el doble nivel de reducción de riesgo, que se traduce en un número de inspecciones significativamente menor, por razones de seguridad.

- El tercer nivel, lo obtienen empresas que han adoptado las mejores prácticas aplicables en su empresa, en materia de seguridad. En este nivel se reduce aún más el nivel de riesgo asociado a la empresa, logrando que las inspecciones por razones de seguridad sea muy poco frecuente

3.2.2 C-TPAT y FAST

FAST es una iniciativa en la que Estados Unidos, Canadá y México han acordado coordinar al máximo todos los envíos en las fronteras, con el propósito de lograr el comercio libre y seguro. La certificación C-TPAT es un pre requisito para que una empresa se certifique con el programa FAST. La finalidad es que el trato de las empresas certificadas sea rápido en las fronteras, con menos inspecciones incluso en periodos de alerta de alto nivel, de esta manera las aduanas estadounidenses pueden concentrarse en mercancías sospechosas, conduciendo a menos interrupciones y mayor grado de seguridad en la cadena de suministros.

3.3 Reducción de riesgos en México

En México, de igual forma, se están tomando medidas para disminuir los riesgos de seguridad, sin embargo en la junta nacional del comercio exterior de Suecia (Kommerskollegium, 2008) se comenta que los requerimientos para lograr las certificaciones de seguridad C-TPAT y FAST, son más exigentes para México.

3.3.1 COMCE y CASCEM

El Consejo Mexicano del Comercio Exterior, preocupado por el comercio seguro, se ha dado la tarea de asesorar a las empresas mexicanas por medio de su programa CASCEM, con el fin de mantenerlas actualizadas de las exigencias de las aduanas estadounidenses, y así lograr que cumplan con las certificaciones de seguridad que les permitan la comercialización con los principales socios comerciales de México, que son Estados Unidos y Canadá.

Para cumplir con los requerimientos de seguridad y disminuir el riesgo, es necesario que las empresas tomen decisiones enfocando eficientemente sus esfuerzos. Toskano (2005) afirma que para tomar una decisión es necesario definir el problema, establecer el objetivo que solucionaría el problema, identificar los criterios y las alternativas, para elegir una opción.

- El problema es la situación que se desea resolver al elegir una de las alternativas posibles.
- Los criterios son los puntos de vista trascendentes para alcanzar un objetivo o para obtener la solución de un problema por medio de su evaluación.
- El objetivo o meta es la aspiración que indica la dirección para mejorar una condición existente.
- Las alternativas son las opciones viables para alcanzar el objetivo o la meta.

Tipos de decisión: Las decisiones pueden clasificarse en dos tipos según su número de alternativas, se llama decisión multiobjetivo cuando existe un número infinito de alternativas posibles, y decisión multicriterio cuando el número de alternativas es finito.

3.4 Métodos de evaluación y decisión multicriterio discreto

Existen diferentes métodos de evaluación y decisión multicriterio (Kiker 2005, Wallenius et al 1992, Roche y Vejo 2005, García y Muñoz 2009, Ross 2004), pero el objetivo de todos ellos, es ayudar al tomador de decisiones a elegir la mejor alternativa entre un rango de alternativas, satisfaciendo en la mejor medida posible los criterios en

competencia y en conflicto. Entre los problemas de decisión multicriterio podemos encontrar el método de ponderación lineal (Scoring), el método de utilidad multiatributo (MAUT), el proceso de análisis jerárquico (AHP) y el método de lógica difusa.

3.4.1 Método de ponderación Lineal

En los problemas de decisión multicriterio, el método de ponderación lineal o Scoring, permite identificar fácil y rápidamente la alternativa preferible. Siguiendo a Roche y Vejo (2005) se mencionan las siete etapas del método:

- Identificar la meta general del problema. La meta debe mostrar la dirección que representa las necesidades e intereses del decisor.
- Identificar las alternativas. Se logra listando las propuestas factibles para alcanzar la meta general del problema.
- Listar los criterios a emplear en la toma de decisión. Es necesario identificar los puntos de vista relevantes, ya sean cualitativos o cuantitativos, que al ser evaluados afectan a la meta general del problema.
- Asignar una ponderación, w_i para cada uno de n criterios. Puede usarse una escala de n puntos, en donde 1 *y* n muestran los extremos.
- Establecer una escala de m puntos para expresar en qué medida satisface cada alternativa a cada uno de los criterios.
- Calcular la ponderación para cada una de las alternativas. Para calcular la ponderación lineal se usa la ecuación 3.1:

$$S_j = \sum_i w_i r_{ij} \tag{3.1}$$

Donde: S_j = Ponderación para la alternativa j

w_i = Ponderación para cada criterio i

r_{ij} = Medida de satisfacción de la alternativa j en función del Criterio i

- Ordenar las alternativas en función de la ponderación lineal. El ordenamiento de los datos permite identificar de la mejor a la peor de las alternativas.
-

3.4.2 Teoría de Utilidad Multiatributo

La teoría de utilidad multiatributo (MAUT), propuesta por Keeney y Raiffa (1976) es un método para la toma de decisiones que permite integrar los datos objetivos y subjetivos en una escala común buscando expresar las preferencias del tomador de decisiones sobre un conjunto de criterios (García y Muñoz, 2009). En MAUT se asume que las decisiones se articulan de acuerdo a las preferencias del decisor, buscando maximizar una función de utilidad con varios atributos (Wallenius et al., 1992).

MAUT incorpora el aporte de las distintas partes interesadas en la decisión, identificando y definiendo los criterios importantes para la decisión y las opciones que tiene como alternativa; debe establecerse una escala para evaluar cada alternativa por separado en cada criterio, asignando pesos relativos o ponderaciones a cada uno. Finalmente se incorporan los pesos de los criterios de forma aditiva o multiplicativa para

obtener una evaluación global que identifique las mejores opciones para tomar la decisión.

De acuerdo con Gass (2005) AHP ha remplazado a MAUT en la solución de problemas de decisión multicriterio del mundo real ya que a pesar de ponderar de forma similar, AHP considera el dominio de los elementos mediante las comparaciones pareadas

3.4.3 AHP

AHP es una herramienta de decisión multicriterio desarrollada por el matemático Tomas Saaty (1980), su desarrollo consiste en reflejar la forma natural en que la gente piensa y se comporta (Huan et al., 2004).

El proceso de Análisis Jerárquico consiste en estructurar de una manera simple un problema de decisión. La estructura se hace mediante la ordenación de los datos, partiendo de lo general en los niveles superiores de la jerarquía, a lo particular en los niveles inferiores.

AHP permite formalizar la comprensión intuitiva en problemas donde no basta considerar los valores cuantitativos, sino que se requiere incluir factores cualitativos y juicios humanos basados en la experiencia (Roche y Vejo, 2005). La estructura jerárquica proporciona una visión global de los elementos.

AHP es similar a MAUT/MAVT, pero a diferencia de MAUT que evalúa cada alternativa por separado en cada criterio, AHP se basa en el principio de que cada

criterio puede tener un grado de dominio sobre otro, así que utiliza un método de comparación cuantitativa por pares de criterios y de alternativas.

La metodología AHP se divide en 8 etapas:

- Estructuración del modelo jerárquico
- Emisión de juicios y evaluaciones
- Normalización de la matriz del criterio
- Desarrollo del vector prioridad para el criterio
- Análisis de consistencia de las opiniones vertidas
- Desarrollo de la matriz de prioridades
- Desarrollo del vector prioridad
- Interpretación del resultado

3.4.4 Lógica difusa

De acuerdo con Ross (2004), lógica difusa es una rama de la inteligencia artificial que se ocupa de los problemas que implican imprecisión. Se ha utilizado en diferentes áreas, tales como el control de procesos, base de datos, visión por ordenador, toma de decisiones entre muchas otras.

Uno de los conceptos de lógica difusa son los conjuntos difusos. Los conjuntos difusos pueden incluir los elementos con pertenencia parcial. Las funciones de pertenencia pueden construirse a partir de distintas funciones, pero las más básicas son

la triangular y la trapezoidal. La salida de una función de pertenencia es un valor entre cero y uno (Zadeh 1965, Mendel y Bob 2002).

Los conjuntos difusos representan características que no pueden clasificarse como 0 ó 1, es decir, que no pueden clasificarse como “falso” o “verdadero”, pero que tienen un valor intermedio. En lógica difusa es común el uso de variables lingüísticas para representar un modelo. Las variables pueden estar en varios conjuntos, por ejemplo una variable que represente el nivel de riesgo puede estar en los conjuntos “bajo”, “medio” o “alto”.

Un sistema de inferencia difusa es un modelo construido usando lógica difusa, que asigna un conjunto de entradas a un conjunto de salidas. Para construir un sistema de inferencia difusa es necesario determinar:

- Las entradas y salidas del modelo
- La definición de la operación de conjunción y disyunción
- El conjunto de reglas si - entonces que se usarán
- El proceso de defusificación o desdifusificación para combinar las salidas de las reglas difusas y crear una salida simple.

La lógica difusa se encarga de la vaguedad e imprecisión de los datos, y su capacidad de trabajar con aproximaciones se asemeja a la toma de decisiones humana. Sin embargo lógica difusa no cuenta con la característica del procesamiento de datos con estructura jerárquica y de varias dimensiones (Uzoka, 2010).

3.5. Conclusiones

Se han expuesto cuatro diferentes herramientas que son usadas en los problemas de decisión multicriterio, con la finalidad de elegir una que al aplicarla permita el análisis de riesgo de seguridad de una manera útil y confiable.

En este proyecto es necesario considerar la importancia relativa de los criterios de varias dimensiones, tomando en cuenta su jerarquía. Dado que es habitual el uso de AHP en el procesamiento de datos multidimensionales y estructurados jerárquicamente, su implementación resulta factible en el desarrollo de una herramienta de autoevaluación de vulnerabilidad por áreas.

CAPÍTULO IV

ESTADO DEL ARTE

4.1 Introducción

En este capítulo se expone el AHP, una de las metodologías de decisión multicriterio señaladas en el capítulo anterior. Se mencionan algunas de las aplicaciones y sus fundamentos, además se describen a detalle los pasos del AHP para la aplicación de la herramienta.

De acuerdo con Ho (2008), AHP se ha usado en áreas como logística, negocios, medio ambiente, gobierno, militar, educación, agricultura, servicios, industria, mercadotecnia, medicina, turismo, entre otras. Toskano (2005) menciona diferentes aplicaciones entre las cuales se encuentran la planificación estratégica, la planificación del territorio, la planificación por escenarios, la selección, calificación y promoción de personal, la selección de productos y servicios, la selección de proveedores, la asignación de recursos, la selección de rutas de transporte, la localización de instalaciones, las decisiones de marketing, la determinación de portafolios de inversión, la evaluación de planes, la optimización de procesos, la formulación de políticas, la gestión ambiental, el análisis costo beneficio, la formulación de estrategias de mercado, entre otras aplicaciones. Gregory et al. (2005), menciona algunos trabajos desarrollados

con AHP, entre los que se encuentran: la evaluación del impacto socioeconómico para proyectos de construcción, la evaluación de la vulnerabilidad ambiental, la evaluación de subcontratos logísticos externos, la evaluación y selección de proveedores, la evaluación de complejidad de proyectos, la evaluación del desempeño, entre muchas otras investigaciones de diferentes áreas, que involucran la toma de decisiones. Wu et al. (2006), proponen un modelo y usan AHP para la evaluación de riesgo en las operaciones de entrada, centrándose en los proveedores.

El AHP tiene fundamentos matemáticos y psicológicos desarrollados por Thomas Saaty (1980), está diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples (Huan et al., 2004). Esta herramienta para tomar decisiones permite describir la decisión general por medio de la descomposición de un problema complejo, en una estructura jerárquica de varios niveles, sintetizando de una manera gráfica la información respecto a un problema, descomponiéndola y analizándola por partes (Roche y Vejo, 2005).

Para la toma de decisiones con AHP es preciso decidir cuáles factores se incluirán en la estructura jerárquica. La jerarquía debe representar el problema de la forma más específica posible, incluyendo suficiente detalle relevante, pero cuidando de que la sensibilidad al cambio en los elementos no se pierda por exceso de detalle. El objetivo del AHP es identificar las alternativas posibles y seleccionar aquellas que son deseables para solucionar el problema.

4.2 Metodología AHP

De acuerdo con Roche y Vejo (2005), el fundamento del AHP es que permite dar valores numéricos a los juicios dados por las personas, midiendo la contribución de cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior. Se utilizan escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica propuesta por Saaty (1980).

Siguiendo a Saaty (1980, 2001,2004, 2008), Toskano (2005) y a Berumen y Llamazares (2007), se describen a continuación las 8 etapas de la metodología AHP.

4.2.1 Etapa 1

Estructuración del modelo jerárquico:

La ordenación de los datos se hace mediante la construcción de una estructura jerárquica que gráficamente proporciona una visión global de las relaciones complejas que existen entre cada elemento y que permite determinar cuáles elementos deben compararse en el mismo orden de magnitud.

Para resolver el problema, primero es necesario identificar la situación que se desea resolver al elegir una de las alternativas posibles. El problema debe desglosarse jerárquicamente en sus componentes relevantes de una manera gráfica, incluyendo suficientes detalles para describirlo completamente. La jerarquía básica se conforma por la meta u objetivo, criterios y subcriterios, y por las alternativas posibles. Una jerarquía puede ser dividida en subjerarquías que compartan sólo un elemento en común. La figura 4.1 ejemplifica una estructura jerárquica básica.

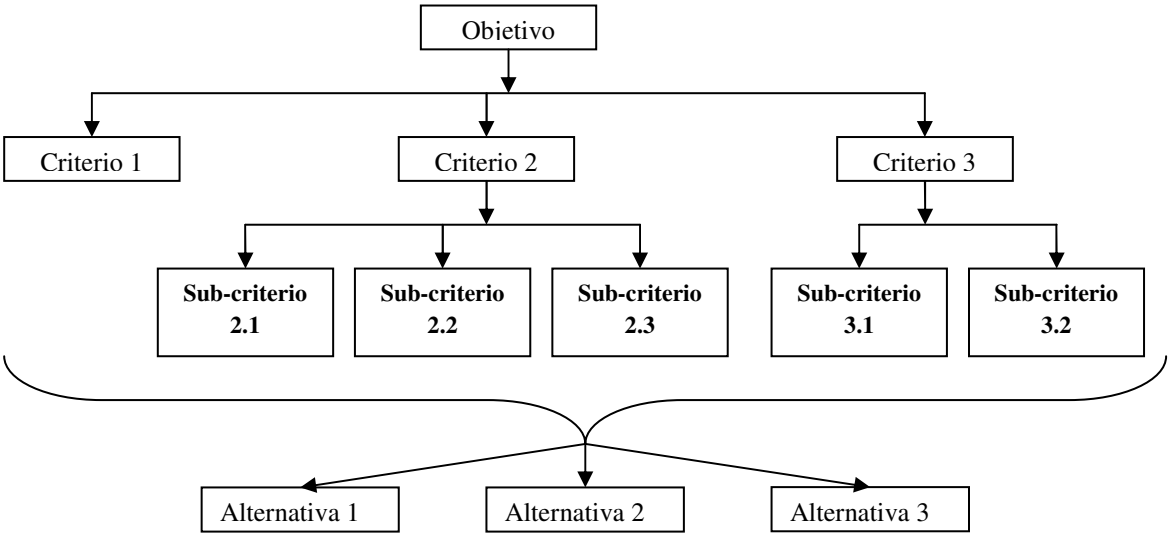

Figura 4. 2 Estructura Jerárquica Básica.
Elaboración propia a partir de Saaty, 2004.

- **El objetivo o meta** es la aspiración que representa las necesidades e intereses generales, indica la dirección para mejorar una condición existente.
- **Los criterios y subcriterios** son las dimensiones relevantes o los puntos de vista que se consideran importantes para alcanzar un objetivo o para obtener la solución de un problema por medio de su evaluación.
- **Las alternativas** son las opciones factibles mediante las cuales se puede alcanzar el objetivo o la meta.

4.2.2 Etapa 2:

Emisión de juicios y evaluaciones.

Para hacer la comparación entre dos juicios es necesario obtener una escala relativa de los criterios con respecto a la meta, y otra escala relativa de las alternativas con respecto a cada uno de los criterios.

Un juicio se hace con dos elementos respecto a una propiedad que tienen en común. El elemento más pequeño es considerado como la unidad y el otro elemento se estima considerando cuantas veces es más grande que el primero

La comparación de criterios con respecto a un nivel superior

Para desarrollar la matriz de comparación por pares, se construye una matriz de criterios $A_{n\times n}$ que se denota como $A= \{a_{ij}\}$ donde a_{ij} es el elemento (*i, j*) de la matriz de criterios *A*, para *i*=1,2…*n* y *j*=1,2…*n.*

El llenado de las celdas se hace mediante la comparación de la fila *i* con la columna *j,* donde se debe responder a la pregunta ¿Cuánto es más importante o dominante *i* que *j* para elegir la mejor alternativa que cumpla con la meta?

En los casos en que la emisión de juicios es cualitativa, se puede hacer la comparación de criterios a través de la Tabla 4.1 propuesta por Saaty (1980).

Tabla 4. 3 : Escala de Saaty, 1980.

Escala numérica	***Escala verbal***	***Significado de la valoración***
1	Ambos criterios son de igual importancia.	El criterio *i* es igual de importante que el criterio *j*.
3	Débil o moderada importancia de uno sobre otro.	El criterio *i* es un poco mas importante que el criterio *j*.
5	Importancia esencial o fuerte de un criterio sobre otro.	El criterio *i* es más importante que el criterio *j*.
7	Importancia muy grande de un criterio sobre otro.	El criterio *i* es mucho más importante que el criterio *j*.
9	Importancia extrema de un criterio sobre otro.	El criterio *i* es extremadamente más importante que el criterio *j*.
2 4 6 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes.	Se emplean cuando es necesario un término medio.
1/2 1/3 ... 1/9	Recíprocos de los anteriores	Cuando el criterio *i* se compare con el criterio *j*, entonces *j* tendrá el valor recíproco cuando se compare con *i*.
0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9	Valores con incrementos de 0.1	Permiten realizar ponderaciones más finas a los juicios cuyos valores son conocidos

Las escalas que se muestran en la tabla 4.1 convierten la importancia o preferencia relativa de una escala verbal, a un valor numérico. Cuando $i = j$, entonces la celda $a_{ij} = a_{ii} = 1$, ya que esta es la comparación de un criterio consigo mismo. Para una matriz de orden *n* el numero de juicios necesarios corresponde a $n(n-1)/2$ debido a que al comparar *j* con *i*, tenemos el reciproco, que se expresa como $a_{ji} = {}^{1}/_{a_{ij}}$.

La comparación de las alternativas con respecto a los criterios.

La comparación pareada de las alternativas, se hace de la misma forma en que se comparan los criterios, solo que en este caso, $A = \{a_{ij}\}$ es una matriz de alternativas y la pregunta que debe responderse es ¿Cuánto es más importante o dominante *i* que *j* para elegir la mejor alternativa que cumpla con el criterio?

4.2.3 Etapa 3:

Normalización de la matriz del criterio:

Para obtener el vector prioridad de criterios en su forma distributiva, es necesario normalizar la matriz de comparaciones $A = \{a_{ij}\}$, donde el vector v_j se obtiene de la ecuación 4.1.

Para j=1,2…n,

$$v_j = \sum_{i=1}^{n} a_{ij} \tag{4.1}$$

Y la matriz es normalizada se obtiene mediante la ecuación 4.2.

$$A_{norm} = \left\{\frac{a_{ij}}{v_j}\right\} \tag{4.2}$$

4.2.4 Etapa 4:

Desarrollo del vector prioridad para el criterio:

El vector prioridad es el vector propio principal de la comparación pareada, y se obtiene mediante la resolución del sistema de ecuaciones lineales $A.p = \lambda.p$, donde encontrar p es un problema de valores propios.

Con la ecuación 4.3 se calcula el vector prioridad en forma distributiva, y la suma de sus elementos debe ser igual a uno. Cada elemento del vector prioridad se obtiene calculando el vector columna que contenga los promedios de las filas de la matriz normalizada resultante de la ecuación 4.2.

Para i =1, 2,… n,

$$P = \{p_i\} = \left\{ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} a_{norm_{ij}} \right\} \tag{4.3}$$

4.2.5 Etapa 5:

Análisis de consistencia de las opiniones vertidas:

Cuando se cuenta con mediciones reales, es posible emitir juicios exactos, que no se contradigan al comparar el dominio de un criterio sobre otro; pero cuando las mediciones se basan en percepciones puede haber inconsistencias, sobre todo cuando existen muchos criterios a evaluar.

Una matriz consistente cumple con $a_{ij}.a_{jk} = a_{ik}$ donde $i, j, k = 1,2 \dots n$. Considerando la condición de consistencia, puede construirse una matriz a con $n - 1$ evaluaciones en una fila, en una columna o en un conjunto generador con al menos una evaluación en cada fila o columna.

La inconsistencia surge cuando algunos juicios de la matriz de comparación por pares se contradicen. Saaty (2004) argumenta que los juicios inconsistentes deben ser permitidos en cierta medida, ya que en la vida real el cerebro humano puede ser inconsistente. AHP permite medir el grado de inconsistencia. El índice de consistencia, *IC*, mide la dispersión de los juicios de los tomadores de decisiones y se define con la ecuación 4.4.

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \tag{4.4}$$

Donde λ_{max} es el valor principal máximo de la matriz A.

La relación de consistencia (*RC*) de las opiniones vertidas, se obtiene mediante la ecuación 4.5, que proviene de dividir el IC de la ecuación 4.4, sobre el índice de consistencia aleatorio (IA) que se obtiene de la Tabla 4.2.

$$RC = IC/IA \tag{4.5}$$

Tabla 4. 4 : Índice de Consistencia Aleatoria de Saaty, 2004.

Índice de consistencia aleatoria (*IA*)										
Núm. de elementos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice aleatorio	0.00	0.00	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

Saaty (1980) considera que el vector de prioridades tiene una consistencia aceptable cuando la RC es menor del 10%, en caso contrario es necesario que los tomadores de decisiones reevalúen los juicios emitidos.

4.2.6 Etapa 6:

Desarrollo de la matriz de prioridades:

Los vectores prioridad de las alternativas con respecto a los criterios de la jerarquía o subjerarquía, se resumen en una matriz de prioridades (MP), listando las alternativas por fila y los criterios por columna.

4.2.7 Etapa 7:

Desarrollo del vector prioridad total:

La matriz de prioridades de las alternativas se multiplica por el vector prioridad de criterios con respecto a la meta. Si la jerarquía ha sido dividida en subjerarquías, el nuevo vector de cada subjerarquía, tendrá el mismo tamaño que los vectores prioridad de las alternativas con respecto a los criterios. Estos vectores se resumen en una matriz de prioridades como se describe en la Etapa 6, luego se multiplican por el vector de prioridad de criterios de jerarquía mayor, siempre considerando el orden de los

elementos. El modelo jerárquico estructurado en la Etapa 1, permite determinar cuáles elementos se compararán en el mismo orden.

4.2.8 Etapa 8:

Interpretación del resultado:

El resultado se muestra en un ordenamiento de las alternativas, donde la ponderación muestra el nivel de preferencia de acuerdo con las evaluaciones de los criterios y subcriterios.

4.3 Conclusiones

El AHP no solo se ha usado para diferentes aplicaciones, sino que además cuenta con ciertas ventajas que son convenientes para esta investigación y se enlistan a continuación:

- Permite representar el problema gráficamente, desglosarlo y analizarlo por partes.
- Permite priorizar los elementos del modelo de acuerdo a las percepciones del cliente.
- Permite medir criterios cualitativos y cuantitativos mediante una sola escala.
- Permite verificar la consistencia y corregir las evaluaciones cuando es necesario.
- Muestra un ordenamiento de las alternativas de acuerdo con las evaluaciones.

CAPÍTULO V

DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

5.1 Introducción

En este capítulo se propone una estructura jerárquica para el desarrollo de la aplicación de AHP, que permita la autoevaluación para detectar áreas vulnerables de las empresas exportadoras y manufactureras. Se establecen los pasos que se realizaron por parte de los expertos en el tema de seguridad, y los pasos correspondientes a los responsables de la empresa en autoevaluación. La comparación de la evaluación que utiliza COMCE contra la herramienta propuesta, muestra las ventajas y desventajas del auto diagnóstico.

5.2 Desarrollo de la metodología

Siguiendo las etapas de la metodología AHP propuesta por Saaty (2004) y considerando los requerimientos mínimos de seguridad de CTPAT, se estructura el modelo jerárquico, enseguida se ofrece una breve explicación de la parte que le corresponde al comité decisor, y de la parte que le corresponde al tomador de decisiones de la empresa que se autoevalúa:

5.2.1 Estructuración del modelo jerárquico - colaboración de los expertos.

Los elementos del primer nivel de la estructura jerárquica propuesta se tomaron en base a los criterios mínimos de seguridad de C-TPAT, pero además, en base a la experiencia obtenida en las auditorías que los expertos realizan, se incluyeron algunos criterios de segundo y tercer nivel que se creyeron pertinentes.

La meta de la estructura jerárquica es "evaluar la vulnerabilidad de una empresa exportadora". La estructura jerárquica cuenta con tres niveles de criterios que se muestran gráficamente numerados y dos alternativas de vulnerabilidad, "alta y baja". Dicha estructura se muestra en el Anexo 1 Estructura Jerárquica Numerada.

El primer nivel se compone de ocho criterios necesarios para evaluar la vulnerabilidad de una empresa exportadora. El segundo nivel de criterios corresponde a los subcriterios que se relacionan con cada criterio, es decir, son los criterios del segundo nivel de la jerarquía que se consideran para evaluar cada criterio del primer nivel de la jerarquía. El tercer nivel de criterios se compone de los sub-subcriterios, es decir, los criterios necesarios para evaluar cada subcriterio o criterio del segundo nivel. Así, la evaluación emitida para los criterios del tercer nivel afectará a todos los niveles anteriores.

En la estructura propuesta el primer criterio es evaluado por cuatro subcriterios o criterios del segundo nivel, cada subcriterio es evaluado por los criterios del tercer nivel que le corresponden, la descripción es la siguiente:

1.1 Procedimientos de seguridad.

1.1.1 Procedimiento documentado para selección de socios comerciales

1.1.2 Documentos que acrediten el cumplimiento de los criterios mínimos de seguridad de C-TPAT

1.1.3 Auditorias documentadas a los procedimientos de los socios comerciales

1.1.4 Evidencia de que los transportistas subcontratados por los socios comerciales cumplen con los criterios mínimos de seguridad de C-TPAT

1.2 Punto de origen.

1.2.1 Evidencia de que los socios comerciales cuentan con procedimientos documentados con los criterios mínimos de seguridad para asegurar la carga en el punto de origen

1.2.2 Evaluaciones periódicas a las instalaciones de socios comerciales.

1.3 Participación y certificaciones oficiales de seguridad.

1.3.1 Evidencia del estado de los socios comerciales que hayan obtenido certificaciones en programas oficiales de seguridad en la cadena logística.

1.3.2 Plan de acción para fortalecer las deficiencias de seguridad

1.3.3 Alianzas de seguridad establecidas con instituciones o autoridades locales

1.4 Disposición de la información en la cadena logística.

1.4.1 Verificación de proveedores legalmente establecidos

1.4.2 Verificación de clientes legalmente establecidos

1.4.3 Análisis de riesgos de la cadena

La descripción de la jerarquía completa con todos sus elementos se encuentran en el Anexo 2 Descripción de los elementos de la jerarquía.

Para facilitar la emisión de juicios y evaluaciones por parte de los expertos y de las empresas que deseen autoevaluarse, se ha desarrollado una herramienta en Excel que concentra las ponderaciones de los criterios de seguridad en base a su importancia relativa, emitidas por los expertos, y las ponderaciones de los criterios del tercer nivel con respecto a las alternativas, emitidas por los usuarios.

El objetivo de la herramienta que se ha desarrollado, es detectar las condiciones vulnerables de empresas exportadoras y manufactureras, por esto ha sido nombrada Detector de Áreas Vulnerables, (DAV).

5.2.2 Emisión de juicios y evaluaciones por parte de los expertos.

Ponderar los criterios de seguridad en base a la importancia relativa de cada uno de ellos, requiere de la experiencia y percepciones de los expertos en seguridad de empresas exportadoras. Las matrices de comparación por pares de los 3 niveles se crearon previamente en el DAV con el fin de facilitar su desarrollo. Se ingresaron los

datos a partir de la información emitida por el comité decisor, el cual está conformado por expertos del Consejo Mexicano del Comercio Exterior (COMCE).

En base a la condición de consistencia descrita en la etapa 5 de la metodología AHP, las evaluaciones otorgadas por el comité decisor fueron mínimas ($n - 1$ para cada matriz), ya que decidieron proporcionar un conjunto generador para cada matriz de comparación por pares, otorgando un porcentaje de importancia de cumplimiento para cada conjunto de criterios del mismo orden jerárquico. Estos datos originan que la emisión de las evaluaciones parta de una medición real, de tal forma que no existen inconsistencias en las matrices y se permite realizar ponderaciones más finas para llenar la matriz de comparación por pares.

La emisión de juicios por parte de los expertos, es para evaluar un total de 44 matrices de comparación por pares. La primera matriz corresponde a la comparación de los criterios de primer nivel con respecto a la meta. Las siguientes ocho, son las matrices de comparación por pares de los criterios del segundo nivel con respecto a los criterios del primer nivel. Las 35 matrices de comparación por pares restantes, permiten evaluar los criterios del tercer nivel con respecto a los criterios del segundo nivel. Una vez evaluadas las 44 matrices el resultado quedará fijo a menos que las condiciones de seguridad cambien o se obtenga mayor información por parte de los expertos.

Enseguida se explicará con detalle cómo se llenó, solamente la primera matriz de comparación por pares del tercer nivel, respecto al criterio del segundo nivel "Procedimientos de seguridad", el resto de las matrices siguen el mismo procedimiento.

El comité decisor informó que del 100% de importancia del criterio de segundo nivel "Procedimientos para socios comerciales", el porcentaje de importancia de los criterios del tercer nivel se distribuye de la siguiente forma. 10% al criterio 1.1.1, 20% al criterio 1.1.2, 40% al criterio 1.1.3, 30% al criterio 1.1.4. El criterio 1.1.1 se toma como base, al elemento a_{11} le corresponde el 1. A partir de los datos obtenidos se hacen los siguientes 3 juicios con medidas exactas.

- El criterio 1.1.2 es 2 veces mayor que el criterio 1.1.1, se ingresa un 2 al elemento a_{12} .
- El criterio 1.1.3 es 4 veces mayor que el criterio 1.1.1, se ingresa un 4 al elemento a_{13}.
- El criterio 1.1.4 es 3 veces mayor que el criterio 1.1.1, se ingresa un 3 al elemento a_{14}.

Considerando los recíprocos de los elementos ($a_{ji} = {}^{1}/_{a_{ij}}$), y recordando la condición de consistencia ($a_{ij}.a_{jk} = a_{ik}$ donde $i, j, k = 1,2 \dots n.$) se completa la matriz de comparación por pares y se muestra el resultado en la tabla 5.1.

Tabla 5. 3: Matriz de comparación de "Procedimientos de seguridad". Fuente: Elaboración propia.

	1.1.1	**1.1.2**	**1.1.3**	**1.1.4**	**Prioridad**
1.1.1	1	1/2	1/4	1/3	0.10
1.1.2	2	1	1/2	2/3	0.20
1.1.3	4	2	1	1 1/3	0.40
1.1.4	3	1 1/2	3/4	1	0.30

Una vez que las 44 matrices de comparación por pares sean evaluadas por los expertos, y que sean todas consistentes, se lleva a cabo la liberación de la hoja de Excel por parte de los expertos. El resultado quedará fijo a menos que las condiciones de seguridad cambien o se obtenga mayor información. El DAV continúa con la evaluación del usuario en la segunda parte.

5.2.3 Emisión de juicios y evaluaciones por parte de los usuarios.

Son 137 las matrices de comparación por pares de las alternativas con respecto a los criterios del tercer nivel, y las evaluaciones deben ingresarse por parte del tomador de decisiones de la empresa en autoevaluación.

Cada matriz de comparación de criterios del tercer nivel, con respecto a las alternativas, requiere que el usuario emita un solo juicio o evaluación en base al cumplimiento.

Para comodidad del usuario y pretendiendo la introducción sencilla de los datos, se incluyó en el DAV una lista de verificación del cumplimiento de los criterios del tercer nivel. La función del usuario es determinar el grado de cumplimiento de cada criterio mediante el llenado de la lista de verificación en el DAV. Este procedimiento lo hace apoyándose en la Tabla 5.2. La tabla es una modificación de la escala fundamental de Saaty (1980), y será útil para el usuario al evaluar las alternativas en base al cumplimiento percibido.

Tabla 5. 4 : Modificación de escala de Saaty para el cumplimiento.
Fuente: Elaboración propia a partir de Saaty, 2004.

Número	Escala Verbal	Significado de la valoración
1	Extremadamente bajo	El criterio no se cumple
3	Bajo	Cumplimiento bajo del criterio
5	Medio	Cumplimiento medio del criterio
7	Alto	Cumplimiento alto del criterio
9	Extremadamente alto	Cumple perfectamente con el criterio
2,4,6,8	Intermedios	El nivel de cumplimiento se encuentra entre los anteriores.

5.2.4 Interpretación del resultado

El resultado del seguimiento de los pasos expuestos en el estado del arte, es un vector que muestra el porcentaje que le corresponde a cada alternativa. El porcentaje de vulnerabilidad se encuentra entre el 10% y el 90%, es decir, cuando la empresa tiene un cumplimiento "extremadamente alto" en todos los criterios, la alternativa de vulnerabilidad baja tendrá como máximo el 90% y la alternativa de vulnerabilidad alta, tendrá como mínimo un 10%, y viceversa.

El DAV asiste a los tomadores de decisiones de las empresas exportadoras y manufactureras para detectar las áreas más vulnerables de su empresa, muestra un condensado de los resultados, que mediante un ordenamiento de los datos de mayor a menor, indica cuáles medidas de seguridad merecen mayor atención.

CAPÍTULO VI
CASO DE APLICACIÓN

6.1 Introducción

En este capítulo se presenta un caso de aplicación del DAV, se propone una tabla de equivalencias para el uso de la herramienta AHP basado en cumplimiento, con la evaluación actual de C-TPAT. Finalmente se muestra la utilidad de la herramienta propuesta.

6.2 Desarrollo del caso de aplicación

El DAV es una herramienta que se creó en Excel para que empresas exportadoras y manufactureras evalúen la vulnerabilidad de sus áreas. Los juicios de los expertos ya se encuentran incluidos en la parte del análisis de dicha herramienta. El usuario tendrá acceso a la lista de verificación, que está compuesta por los criterios del tercer nivel. Para llenar la lista el usuario decidirá en qué medida de cumplimiento se encuentra cada uno de los criterios de seguridad, donde el nivel más bajo es uno para cuando el criterio no se cumple, y el nivel más alto es nueve para cuando el criterio se cumple perfectamente. No ha sido necesario validar la introducción de los datos, ya que de acuerdo con Saaty (2008), existen numerosos ejemplos para validar el uso de la escala del 1 al 9.

No es posible mostrar informes reales, debido a la confidencialidad de las empresas y la sensibilidad de los datos, no obstante se creó una base de datos de

doscientos casos utilizando el programa R, con el fin de validar el DAV para empresas manufactureras y exportadoras. Los primeros cien casos son datos aleatorios con una probabilidad de ocurrencia en base al comportamiento de los casos reales, los otros cien son casos completamente aleatorios. De esta base de datos se tomó el caso de estudio que se muestra a continuación para mostrar el funcionamiento de la herramienta.

El tomador de decisiones de la empresa en autoevaluación debe llenar la lista de verificación del DAV, usando la escala del 1 al 9 en base al nivel de cumplimiento, donde 1 significa que el criterio no se cumple y 9 significa que se cumple perfectamente con el criterio. Se recomienda que el usuario se base en la escala de evaluación en base al cumplimiento de la tabla 6.1, para decidir el número que le corresponde a la lista de verificación de acuerdo al cumplimiento del cada criterio. Dicha tabla también se encuentra a la derecha de la lista de verificación como "Tabla de cumplimiento" para que el tomador de decisiones pueda consultarla en el momento en que realiza la evaluación.

Tabla 6. 2: Escala de evaluación en base al cumplimiento.
Fuente: Elaboración propia a partir de Saaty, 2004

Escala Numérica	**Significado de la valoración**
1	El criterio no se cumple
3	Cumplimiento bajo del criterio
5	Cumplimiento medio del criterio
7	Cumplimiento alto del criterio
9	Cumple perfectamente con el criterio
2,4,6,8	El nivel de cumplimiento se encuentra entre los anteriores.

La lista de verificación del DAV se encuentra en la pestaña “USUARIO” y en la columna de “CUMP.” deben ingresarse los datos de acuerdo al cumplimiento. En la figura 6.1 se muestra la pantalla del DAV en la pestaña de usuario, donde se está llenando la lista de verificación para el caso de estudio.

	L	M	O
10		LISTA DE VERIFICACIÓN	CUMP.
11	1	REQUISITOS PARA SOCIOS COMERCIALES	
12	1.1	Procedimiento documentado para selección de socios comerciales	7
13		Documentos que acrediten el cumplimiento de los criterios minimos de seguridad de C-TPAT	9
14		Auditorias documentadas a los procedimientos de los socios comerciales	7
15		Evidencia de que los transportistas sub-contratados por los socios comerciales cumplen con los criterios minimos de seguridad de C-TPAT	9
16	1.2	Evaluaciones periódicas a las instalaciones de socios comerciales.	7
17		Evidencia de que los socios comerciales cuentan con procedimientos documentados con los criterios minimos de seguridad para asegurar la carga en el punto de origen.	8
18	1.3	Evidencia del status de los socios comerciales que hayan obtenido certificaciones en programas oficiales de seguridad en la cadena logistica.	2
19		Plan de acción para fortalecer las deficiencias de seguridad	
20		Alianzas de seguridad establecidas con instituciones o autoridades locales	
21	1.4	Verificación de [illegible] lecidos	
22		Verificación de clientes legalmente establecidos	
23		Análisis de riesgos de la cadena	

USUARIO ANALISIS RESULTADOS GRAFICOS COMPARACION

Figura 6.1 Pestaña de usuario: lista de verificación

Los valores de cumplimiento para casi todos los criterios que se han llenado se encuentran entre 7 y 9, es decir entre el cumplimiento alto y perfecto del criterio. Los criterios calificados con un 7, reflejan que cuentan con un cumplimiento alto. El criterio calificado con ocho significa que tiene un cumplimiento muy alto. Los criterios calificados con 9 son los que cumplen perfectamente. Pero para el criterio 1.3.1 el cumplimiento del criterio es muy bajo. Los cuadros a color indican que aún no se ha evaluado el criterio.

Para poder hacer una comparación numérica de los resultados se elaboró una tabla de equivalencias que parte de la tabla 5.2 (Modificación de la escala de Saaty para el cumplimiento) se trata de la tabla 6.2. La tabla de equivalencias entre cumplimiento con AHP y riesgo C-TPAT, muestra la transformación de los datos que se ingresan, al tipo de datos que se usan para la evaluación de C-TPAT.

Tabla 6. 2: Tabla de equivalencias entre cumplimiento con AHP y riesgo C-TPAT. Fuente: Elaboración propia.

CUMPLIMIENTO CON HERRAMIENTA AHP		**RIESGO C-TPAT**
ESCALA	**NIVEL DE CUMPLIMIENTO**	**TRANSFORMACIÓN**
1	Extremadamente bajo	3
2	Muy bajo	
3	Bajo	
4	Ligeramente bajo	2
5	Medio	
6	Ligeramente alto	
7	Alto	1
8	Muy alto	
9	Extremadamente alto	

Al terminar de evaluar los criterios, es posible hacer una comparación del DAV con la forma de evaluar que actualmente se usa en C-TPAT. En la figura 6.2 se encuentran los resultados de la lista de verificación en la pestaña de “USUARIOS”. En la columna “CUMP.” se emite la evaluación de cada uno de los sub-subcriterios del caso de estudio, en la columna oculta “Cump. Percibido ACTUAL” se despliega el equivalente al proceso que se sigue para evaluar como C-TPAT, en la columna oculta “Riesgo por criterio ACTUAL” se obtiene el resultado numérico que se obtendría con

C-TPAT, y en la última columna, “RESULTADO” se muestra el vector resultante del caso de estudio, donde podemos detectar el nivel de vulnerabilidad que aporta cada criterio, en una escala de rojos, donde el rojo más intenso es para los valores con mayor vulnerabilidad. El cumplimiento y resultados del caso de estudio se encuentran completos en el Anexo 3, Caso de Estudio con Resultados

	L	M	O	P	R	T
10		**LISTA DE VERIFICACIÓN**	**CUMP.**	**Cump. Percibido ACTUAL**	**Riesgo por criterio ACTUAL**	**RESULTADO**
11	**1**	**REQUISITOS PARA SOCIOS COMERCIALES**				**Resultado**
12	1.1	Procedimiento documentado para selección de socios comerciales	7	1	3	0.11%
13		Documentos que acrediten el cumplimiento de los criterios minimos de seguridad de C-TPAT	9	1		0.13%
14		Auditorias documentadas a los procedimientos de los socios comerciales	7	1		0.45%
15		Evidencia de que los transportistas sub-contratados por los socios comerciales cumplen con los criterios minimos de seguridad de C-TPAT	9	1		0.20%
16	1.2	Evaluaciones periódicas a las instalaciones de socios comerciales.	7	1		0.56%
17		Evidencia de que los socios comerciales cuentan con procedimientos documentados con los criterios minimos de seguridad para asegurar la carga en el punto de origen.	8	1		0.42%
18	1.3	Evidencia del status de los socios comerciales que hayan obtenido certificaciones en programas oficiales de seguridad en la cadena logistica.	2	3		0.37%
19		Plan de acción para fortalecer las deficiencias de seguridad	5	2		0.13%
20		Alianzas de seguridad establecidas con instituciones o autoridades locales	5	2		0.08%
21	1.4	Verificación de proveedores legalmente establecidos	5	2		0.31%
22		Verificación de clientes legalmente establecidos	5	2		0.31%
23		Análisis de riesgos de la cadena	5	2		0.63%

USUARIO | ANÁLISIS | RESULTADOS GRÁFICOS | COMPARACIÓN | Hoja para ordenar d

Figura 6.2 Pestaña de usuario: resultados de la lista de verificación

La pestaña “ANÁLISIS” es la segunda pestaña de la hoja de Excel del DAV, corresponde al análisis de los datos. En esta parte se sigue el procedimiento de AHP propuesto por Saaty (1980), y se encuentran incluidas las evaluaciones de los expertos, es preferible que esta pestaña se asegure, ya que los datos solo deben cambiar si los criterios de evaluación cambian.

La tercera pestaña del DAV es la pestaña de “RESULTADOS GRÁFICOS”, en esta pestaña se encuentra la representación gráfica de los resultados. La figura 6.3

muestra la primera parte de los resultados gráficos, la gráfica de la izquierda muestra el nivel de vulnerabilidad total, donde la columna azul representa el porcentaje de vulnerabilidad baja y la columna roja representa el porcentaje de vulnerabilidad alta. Note que aún cuando la columna de vulnerabilidad baja es mayor que la columna de vulnerabilidad alta, no significa que la empresa tiene una vulnerabilidad baja, más bien debe ocuparse por el 31% de vulnerabilidad alta que aun puede poner en riesgo a su organización. La gráfica de la derecha muestra el nivel de vulnerabilidad ponderada por criterio, equivale al porcentaje de vulnerabilidad alta y baja que aporta cada uno de los ocho criterios principales de la jerarquía, al nivel de vulnerabilidad total.

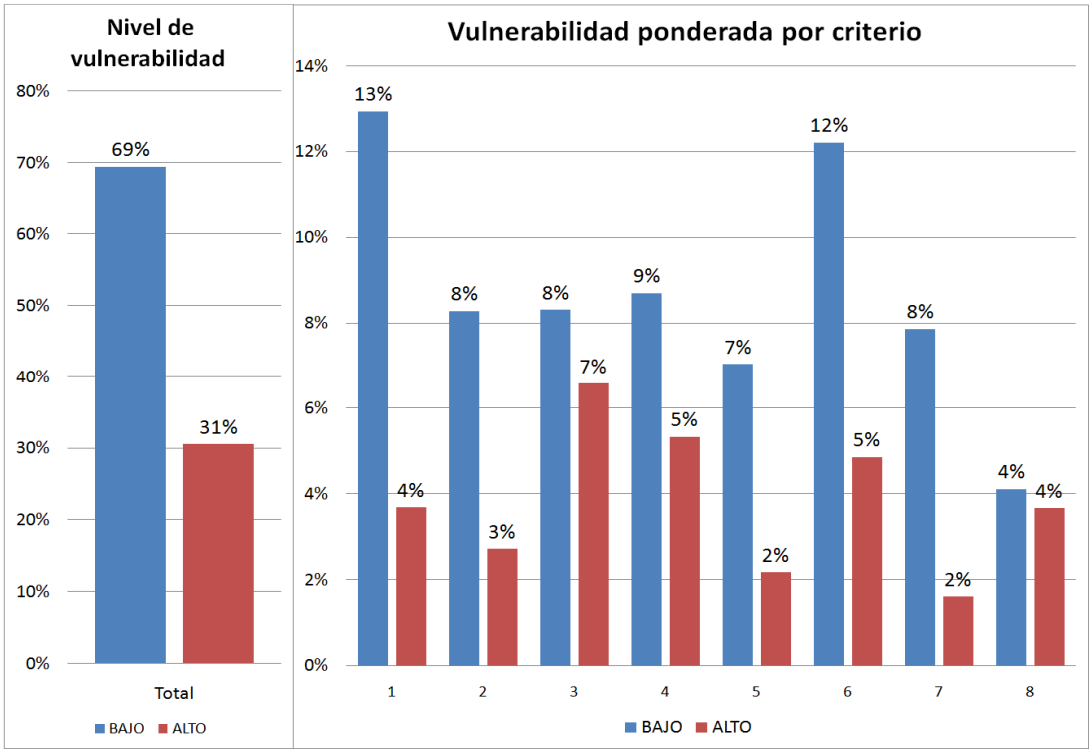

Figura 6. 3: Gráfica de vulnerabilidad total y por criterio de la autoevaluación

Si la evaluación fura hecha con C-TPAT los resultados gráficos serían como se muestra en la figura 6.4. Riesgo esperado con C-TPAT, para el mismo caso de estudio.

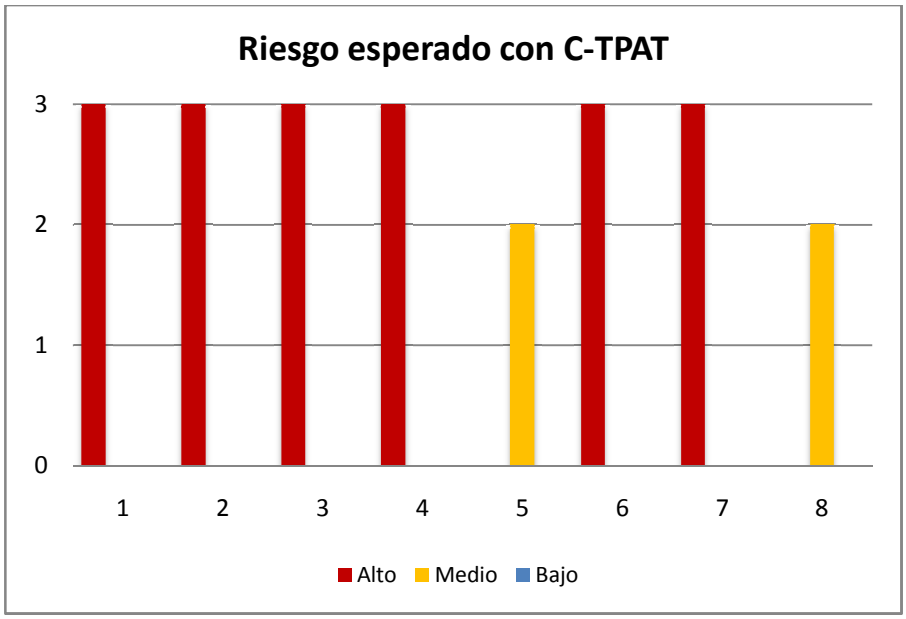

***Figura 6. 4*: *Gráfica del riesgo esperado por criterio con evaluación C-TPAT*.**

Como se puede observar en las dos gráficas (figuras 6.3 y 6.4), los resultados obtenidos de la clasificación son completamente diferentes. En la figura 6.4 la clasificación del riesgo es alto para la mayoría de los criterios, de hecho solamente cambia para los criterios 5 y 8, en los que la clasificación del riesgo es medio. Esto sucede debido a que la gráfica de la figura 6.3 no sustituye a la forma de evaluación de C-TPAT, más bien la complementa, al detectar las áreas que aportan mayor vulnerabilidad.

Mediante una ordenación de los datos, es posible localizar las áreas específicas que aportan mayor vulnerabilidad, en la tabla 6.3 se muestran en orden de mayor a menor, las cinco áreas más vulnerables para el caso de estudio.

Tabla 6. 3 : Áreas más vulnerables del caso uno.

Criterio	Lista de verificación	Vulnerabilidad
6.2.1	Accesos y /o casetas de vigilancia son atendidas y controladas por personal de vigilancia	1.87%
3.4.1	La empresa de seguridad certificada y legalmente constituida	1.13%
3.4.2	Personal de seguridad suficiente	1.13%
4.2.3	Revisión periódica de los antecedentes penales	1.05%
4.1.4	Pruebas antidoping	0.70%

Con estos datos, el tomador de decisiones cuenta con información útil para establecer los planes de acción, que permitan atender las deficiencias en cuanto a seguridad, pero dando prioridad a las áreas que presentan mayor vulnerabilidad. Suponiendo que el tomador de decisiones ha establecido los planes de acción, dando prioridad a los cinco criterios de la tabla 6.4, y que ha logrado que se cumpla perfectamente con esos criterios, la vulnerabilidad disminuye de un 31% a un 26%, como se muestra en la figura 6.5, gráfica de vulnerabilidad después de la implementación.

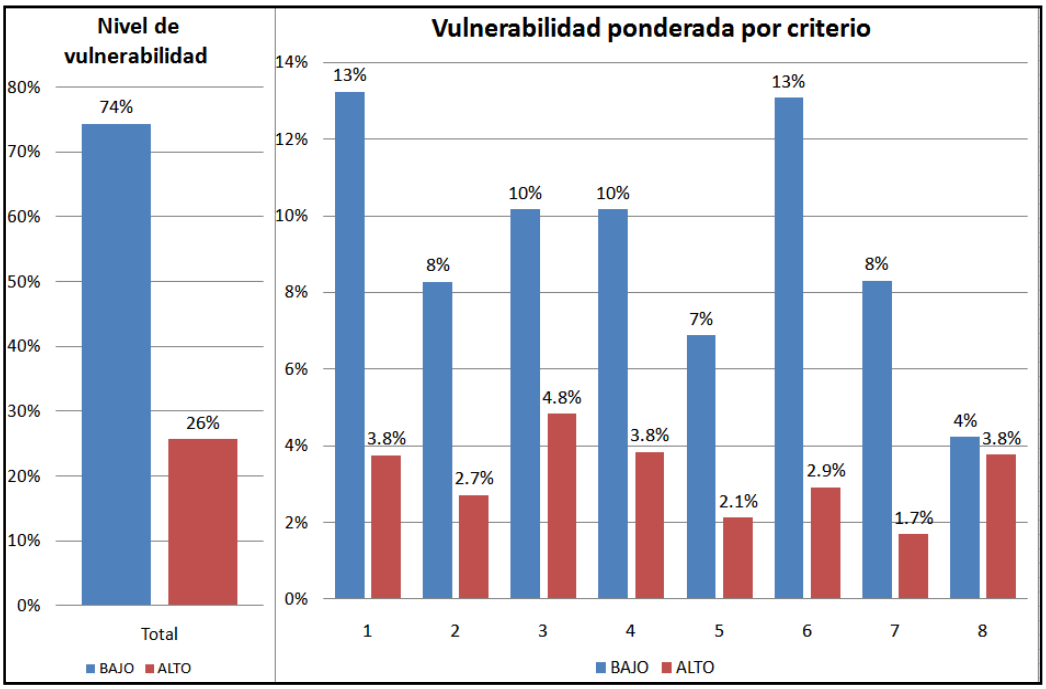

Figura 6. 5 Gráfica de vulnerabilidad después de implementación de seguridad.

6.3 Conclusiones

La herramienta propuesta no determina si a una empresa le será otorgada la certificación de C-TPAT o no, en caso de aplicar, pero sí es útil para que las empresas manufactureras o exportadoras detecten las áreas vulnerables, obtengan información del nivel de vulnerabilidad de dichas áreas, y conozcan el orden de prioridad para disminuir tal vulnerabilidad. La información permite establecer el plan de acción de acuerdo a las necesidades más urgentes de cada empresa.

CAPÍTULO VII
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Introducción

En este capítulo se presentan las conclusiones obtenidas a partir del trabajo de investigación y se delinea el trabajo futuro

7.2 Desarrollo del DAV

Durante el desarrollo del DAV ha sido necesario atender los objetivos específicos que se han establecido para crear dicha herramienta de autoevaluación, a fin de que las empresas manufactureras o exportadoras puedan evaluar sus propias condiciones de vulnerabilidad. Como resultado se obtiene un modelo que cumple con los objetivos establecidos. El cumplimento de los objetivos se llevó a cabo de la siguiente manera:

7.2.1 Identificar las condiciones de seguridad que deben evaluarse

Mediante la revisión de la literatura y la colaboración de los expertos se detectan los criterios mínimos de seguridad aplicables a las empresas manufactureras y exportadoras, el punto de partida fueron los ocho criterios que CBP exige que se evalúen para el análisis de riesgos, basándose en que este último es obligatorio para las empresas que desean obtener una certificación de C-TPAT o mantenerla. Los criterios son desglosados cuidadosamente para que la información sea clara y al mismo tiempo lo suficientemente relevante.

7.2.2 Recopilar la información en base a la experiencia de los expertos.

Los expertos cuentan con la información de la importancia relativa de cada criterio, entonces esta información se recopila mediante la comparación por pares de criterios, así se conoce la importancia que tiene un criterio sobre otro y en que magnitud. La información dada por los expertos, es el patrón contra el cuál se compara el cumplimiento de cada criterio que ingresa el usuario.

7.2.3 Comparar e integrar herramientas científicas.

Existen diferentes métodos que permiten clasificar a los elementos de acuerdo a su importancia, en este caso se han comparado conceptualmente cuatro métodos que pudieran ser útiles; el método de ponderación lineal, la teoría de utilidad multiatributo, el análisis jerárquico multicriterio y la lógica difusa. (Zadeh 1965, Keeney y Raiffa,1976; Wallenius et al., 1992; Mendel y Bob 2002, Huan et al., 2004; Ross, 2004; Gass, 2005; Kiker, 2005; Toskano, 2005; Roche y Vejo, 2005; Gregory et al., 2005; Wu et al., 2006; Berumen y Llamazares, 2007; Uzoka, 2010; Ho, 2008; García y Muñoz, 2009; Saaty 1980, 2001, 2004, 2008).

Se propuso el uso del AHP para evaluar los criterios mínimos de seguridad que se identificaron, a fin de distinguir las áreas más vulnerables de las empresas exportadoras y manufactureras, donde las ponderaciones emitidas por el comité decisor de COMCE, fueron factores fundamentales para la aplicación.

Como resultado, se ofrece el Detector de Áreas Vulnerables. Se trata de una herramienta programada en Excel, que contiene los juicios en base a la experiencia de los expertos en el tema de seguridad, y que permite al usuario final autoevaluarse, a través de una lista de verificación de cumplimiento de los criterios mínimos de seguridad. Se obtiene información del orden y la medida de las áreas que afectan negativamente al resultado final.

Cabe mencionar que el detector de áreas vulnerables no sustituye al análisis de riesgos de C-TPAT, sino que lo complementa al identificar los puntos que son más urgentes de fortalecer.

7.3 Recomendaciones y Trabajo futuro

El detector de áreas vulnerables es una herramienta que se ofrece en Excel, está diseñado para empresas exportadoras y manufactureras. Se recomienda ampliar el diseño para evaluar a todos los tipos de empresas que participan en una red de suministro. Para la implementación del detector de áreas vulnerables, se recomienda que la programación se lleve a cabo de acuerdo a las necesidades tecnológicas del administrador.

Otra recomendación es crear bases de datos seguras, para la recopilación de la información sensitiva del estado de vulnerabilidad de las empresas y su progreso en las evaluaciones. En trabajos futuros, la información en constante actualización permitirá estructurar y capturar las propiedades globales y dinámicas de la red, además del comportamiento de las interacciones entre los diferentes nodos.

BIBLIOGRAFÍA

Anyanova, Ekaterina.2007. "The EC and enhancing ship and port facility security." *Journal of International Commercial Law and Technology* Vol.2, Issue 1.

Bakır, Niyazi Onur. 2008. "A Decision Tree Model for Evaluating Countermeasures to Secure Cargo at United States Southwestern Ports of Entry." *Decision Analysis* 5:230-248; published online before print October 24, 2008.

Berumen, Sergio A. y Francisco Llamazares R. 2007. "La Utilidad de los Métodos de Decisión Muticriterio (como el AHP) en un Entorno de Competitividad Creciente." 2007. Cuad. Adm. Bogotá (Colombia), 20 (34): 65-87.

Battini D., Persona A. Allesina S. (2007). "Towards a use of network analysis: quantifying the complexity of Supply Chain Networks", *The International Journal of Electronic Customer Relationship Management*, Vol. 1, No.1, pp. 75-90

Chopra, Sunil. y Meindl, Peter. 2009. "*Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operations*." Prentice Hall.

Gaonkar, R. and Viswanadham, N., (2009). "A conceptual and analytical framework for management of integrated knowledge based logistics providers." *International Journal of Logistics Systems and Management.* Vol.5. Num. 1/2, pp. 191-209.

García C., Lucía I. y Antonio Muñoz Porcar. 2010. "Potencial de las comarcas aragonesas para la localización industrial. Implicaciones para las autoridades públicas." *Revista de Estudios Regionales* Nº 88, I.S.S.N.: 0213-7585, PP. 177-197.

Gass, Saul I. 2005. "Model World: The Great Debate—MAUT Versus AHP." *Interfaces*, Vol. 35, No. 4, July–August 2005, pp. 308–312.

Ho, William. 2008. "Integrated analytic hierarchy process and its applications: a literature review." *European Journal of Operational Research*, 186 (1), pp. 211-228.

Huan, Samuel H., Sunil K. Sheoran, Ge Wang. 2004. "A review and analysis of supply chain operations reference (SCOR) model." *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 9 Iss: 1, pp.23 – 29.

ISO 28000: 2007. "*La Seguridad en la Cadena de Suministro*". Concejalía de desarrollo económico, empleo, comercio y transportes.

Kommerskollegium. 2008. "Supply Chain Security Initiatives: A Trade Facilitation Perspective." The National Board of Trade, 2008:1, pp 1-120. ISBN 978-91-977354-3-8. Disponible en línea: http://www.kommers.se/upload/Analysarkiv/In%20English/New%20reports/Report%20Supply%20Chain%20Security%20Initiatives.pdf

Keeney, Ralph L. and Howard Raiffa. 1976. "Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs", Wiley, New York. Reedited Cambridge University Press (1993), 569 pages.

Kiker, Gregory A., Todd S. Bridges, Arun Varghese, Thomas P. Seager, and Igor Linkov. 2005. "Application of Multicriteria Decision Analysis in Environmental Decision Making. Integrated." *Environmental Assessment and Management* 1:2, pp. 95–108.

Knemeyer, M., Zinn, W. and Eroglu, C. (2009). "Proactive planning for catastrophic events in supply chains." *Journal of Operations Management*, 27(2), pp.141-153.

Manuj, I. and J.T. Mentzer. (2008). "Global Supply Chain Risk Management Strategies." *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 38, No. 3, pp. 192-223.

Manuj, I. and J.T. Mentzer. (2008). "Global Supply Chain Risk Management." *Journal of Business Logistics, 29* (1), 133-155.

Liu, Fuh-Hwa F. and Hui Lin Hai. 2005. "The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier." *International Journal of Production Economics*, Volume 97, Issue 3, Pages 308–317.

Mendel J.R. and Bob J.R. 2002 "Type-2 Fuzzy Sets Made Simple. IEEE Transactions on Fuzzy Systems. v10 i2. 117

Pfohl, Hans-Christian, Holger Köhler and David Thomas. 2010. State of the art in supply chain risk management research: empirical and conceptual findings and a roadmap for the implementation in practice.

Pickett, C. (2003). Strategies for Maximizing supply chain resilience: Learning from the past to prepare for the future. Master's Thesis. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, MA.

Roche, Hugo y Constantino Vejo. 2005. "Análisis Multicriterio en la Toma de Decisiones." *Métodos cuantitativos aplicados a la administración*. Reporte Técnico. 23 h.

Ross, Timothy J. 2004. “Fuzzy logic with engineering applications” John Wiley and Sons. ISBN: 0470860758, 628 pages.

Saaty, Thomas L. 2004. “Decision Making - The Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ ANP).” *Journal of Systems Science and Systems Engineering*. Vol. 13, No. 1, March

Saaty, T. L. 2008. “Decision making with the analytical hierarchical process.” *J. Service Sciences*. Vol. 1 No. 1, pp.83-98

Saaty, Thomas L. 1980. “The Analytic Hierarchy Process.” *McGraw Hill*. New York.1980.

Saaty, T. L. y Vargas L.G. 2001. “Models , Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process”. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.

Toskano Hurtado, Gérard B. 2005. “El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores: Aplicación en la selección del proveedor para la empresa gráfica comercial MYE S. R. L.” Monografía (Lic.). Lima, Perú: *Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Matemáticas*, EAP. De Investigación Operativa, 2005. 100 h.

UNDRO, 1980. “Natural Disasters and Vulnerability Analysis” *Report of Experts Group Meeting of 9-12 July 1979,* Oficce of the United Nations Disasters Relief Co-ordinator Geneva, Switzerland.

Uzoka, Faith-Michael E., Okure Obot, Ken Barker and J. Osuji. 2011. “An experimental comparison of fuzzy logic and analytic hierarchy process for medical decision support systems.” *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. Vol. 103, Issue 1, Pages 10-27.

Wallenius, Jyrki. James S. Dyer. Peter C. Fishburn. Ralph E. Steur, Stanley Zionts and Kalyanmoy Deb. 2008. “Multiple Criteria Decision Making, Multiattribute Utility Theory: Recent Accomplishments and What Lies Ahead.” *Management Science* 54:1336-1349; published online before print May 19, 2008.

Waters, Donald. 2007. “Supply Chain Risk Management - Vulnerability and Resilience in Logistics.” *Kogan Page Publishers*. ISBN 978-0-7494-4854-7. 270 pages. Online version available at: http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=2540&VerticalID=0.

Wu, T., Blackhurst, J. and Chidambaram ,V. (2006). "A model for inbound supply risk analysis". *Computers in Industry,* Vol 57, Issue 4, Pages 350-365.

Wu, T., Blackhurst, J. and O'grady, P. (2007). "Methodology for supply chain disruption analysis." *International Journal of Production Research*, Vol. 45 Num. 7, pp.1665-1682.

Zadeh, L. A. 1965. "Fuzzy sets" *Information and Control.* 8:338-53, 1965.

ANEXO 1

Estructura Jerárquica Numerada

ANEXO 2

Descripción de los Elementos de la Jerarquía

1.- REQUISITOS PARA SOCIOS COMERCIALES			
1.1	Procedimientos de seguridad	**1.1.1**	Procedimiento documentado para selección de socios comerciales
		1.1.2	Documentos que acrediten el cumplimiento de los criterios mínimos de seguridad de C-TPAT
		1.1.3	Auditorias documentadas a los procedimientos de los socios comerciales
		1.1.4	Evidencia de que los transportistas sub-contratados por los socios comerciales cumplen con los criterios mínimos de seguridad de C-TPAT
1.2	Punto de origen	**1.2.1**	Evidencia de que los socios comerciales cuentan con procedimientos documentados con los criterios mínimos de seguridad para asegurar la carga en el punto de origen.
		1.2.2	Evaluaciones periódicas a las instalaciones de socios comerciales.
1.3	Participación/ certificaciones oficiales de seguridad en la cadena logística	**1.3.1**	Evidencia del status de los socios comerciales que hayan obtenido certificaciones en programas oficiales de seguridad en la cadena logística.
		1.3.2	Plan de acción para fortalecer las deficiencias de seguridad
		1.3.3	Alianzas de seguridad establecidas con instituciones o autoridades locales
1.4	Disposición de la información	**1.4.1**	Verificación de proveedores legalmente establecidos
		1.4.2	Verificación de clientes legalmente establecidos
		1.4.3	Análisis de riesgos de la cadena

2.- SEGURIDAD EN REMOLQUES Y CONTENEDORES			
2.1	Inspección de contenedores	**2.1.1**	Procedimiento documentado para inspección de contenedores.
		2.1.2	Checklist para inspección de contenedores completo
		2.1.3	Criterios de aceptación de contenedores documentados
2.2	Faltantes o sobrantes de carga	**2.2.1**	Procedimiento de control de carga con actividades establecidas en caso de faltante o sobrante
		2.2.2	Reporte e investigación de faltante o sobrante de carga
2.3	Inspección de remolques	**2.3.1**	Procedimiento documentado para inspección de remolques.
		2.3.2	Checklist para inspección de remolques completo
		2.3.3	Criterios de aceptación de remolques documentados
2.4	Sellos de seguridad	**2.4.1**	Procedimiento documentado para la utilización y control de sellos
		2.4.2	Formato para control de sellos
		2.4.3	Procedimiento documentado para el reporte de sellos comprometidos
		2.4.4	Certificado en ISO PAS 17712
		2.4.5	Utilización de sellos en orden aleatorio
		2.4.6	Resguardo de sellos bajo llave
2.5	Almacenaje de contenedores y remolques	**2.5.1**	Procedimiento documentado para reporte de accesos no autorizados al área de almacenaje de contenedores y remolques
		2.5.2	Almacenaje fuera de áreas comunes
		2.5.3	Señalización de áreas restringidas

3.- CONTROLES DE ACCESO FÍSICO			
3.1	Empleados	**3.1.1**	Procedimiento documentado para control de acceso de empleados
		3.1.2	Bitácoras para control de acceso de empleados
		3.1.3	Acceso sólo a las áreas donde los empleados desempeñan sus labores
		3.1.4	Área de lockers aislada de áreas de empaque y embalaje
		3.1.5	Procedimiento documentado para entrega, reposición y recuperación de ID y /o dispositivos de acceso de los empleados
		3.1.6	Registro de automóviles de empleados
3.2	Visitantes	**3.2.1**	Procedimiento documentado para el control de accesos de los visitantes
		3.2.2	Bitácoras para control de acceso de visitantes
		3.2.3	Entrega de ID diferenciada para visitantes, proveedores y contratistas a cambio de una ID oficial
		3.2.4	Resguardo de ID oficial de visitantes durante el tiempo que permanece en las instalaciones
		3.2.5	Escolta para el visitante durante el tiempo que permanece en las instalaciones
3.3	Entregas	**3.3.1**	Procedimiento documentado para recepción de mensajería
		3.3.2	Bitácoras para registro de entregas
		3.3.3	Solicitud de ID oficial del mensajero
		3.3.4	Recepción de paquetes en caseta de vigilancia
		3.3.5	Inspección de paquetes
3.4	Servicio de seguridad	**3.4.1**	La empresa de seguridad certificada y legalmente constituida
		3.4.2	Personal de seguridad suficiente
3.5	Enfrentamiento y retiro de personal no autorizado	**3.5.1**	Procedimiento documentado para identificación y retiro de personal no autorizado
		3.5.2	Identificación de áreas restringidas

4.- SEGURIDAD PERSONAL			
4.1	Verificación de referencias laborales	**4.1.1**	Elaboración y definición de perfiles
		4.1.2	Definición documentada de responsabilidades
		4.1.3	Documentación que acredita empleos anteriores
		4.1.4	Pruebas antidoping
		4.1.5	Estudios socioeconómicos
		4.1.6	Registro fotográfico actualizado
		4.1.7	Entrega controlada y documentada de gafete de la empresa y uniformes de trabajo
		4.1.8	Verificación de referencias laborales antes de la contratación
		4.1.9	Evidencia documentada de la revisión de referencias laborales
4.2	Verificación de antecedentes penales	**4.2.1**	Verificación de antecedentes penales antes de la contratación (si las leyes lo permiten)
		4.2.2	Evidencia documentada de la verificación de antecedentes penales antes de la contratación
		4.2.3	Revisión periódica de los antecedentes penales
4.3	Procedimientos para terminación de personal	**4.3.1**	Procedimiento documentado para terminación de personal
		4.3.2	Recuperación de insignias, uniformes, llaves y equipo
		4.3.3	Cheklist de insignias, uniformes, llaves y equipo entregado al empleado
		4.3.4	Entrega del finiquito después de la verificación del cheklist

5.- SEGURIDAD DE PROCESOS			
5.1	Procedimientos para documentación	**5.1.1**	Procedimiento documentado para despacho de mercancía
		5.1.2	Información en documentos para despacho de mercancía legible, completa y exacta
		5.1.3	Información en documentos protegida contra cambios, pérdida o errores
5.2	Procedimientos para manifiestos	**5.2.1**	Procedimiento documentado para manifiestos
		5.2.2	Información y descripción completa, exacta y legible en manifiesto es recibida de manera exacta y oportuna
		5.2.3	El manifiesto y la carga se envían por separado
5.3	Envíos y recibos	**5.3.1**	Procedimiento documentado para embarque de mercancía
		5.3.2	Descripción correcta de la carga
		5.3.3	Verificación de la carga contra órdenes de compra
		5.3.4	Identificación de chóferes antes de cargar o recibir mercancía
		5.3.5	Procedimiento documentado para rastreo de la carga
5.4	Discrepancias en la carga	**5.4.1**	Procedimiento documentado sobre discrepancias en la carga
		5.4.2	Notificación sobre anomalías a las aduanas

6.- SEGURIDAD FÍSICA			
6.1	Cercas perimetrales	**6.1.1**	Cercado en todo perímetro
		6.1.2	Cercado en el interior en las áreas de manejo de carga de exportación
		6.1.3	La altura mínima de las cercas de 2.20 m.
		6.1.4	Cercado reforzado con alambre de púas y concertina.
		6.1.5	Cerca perimetral en buenas condiciones
		6.1.6	Procedimiento documentado para inspección de perímetro
		6.1.7	Rutas y horarios aleatorios para rondines
		6.1.8	Bitácora para inspección de perímetro
		6.1.9	Reporte oportuno de novedades en las cercas perimetrales
6.2	Puertas y casetas de vigilancia	**6.2.1**	Accesos y /o casetas de vigilancia son atendidas y controladas por personal de vigilancia
		6.2.2	Cantidad de accesos al mínimo
6.3	Estacionamiento	**6.3.1**	Estacionamientos se encuentran segregados de las áreas de manejo de carga
		6.3.2	Lugares asignados y controlados para visitantes
6.4	Estructura de los edificios	**6.4.1**	Construcción con materiales resistentes
		6.4.2	Inspecciones periódicas de la estructura de los edificios
		6.4.3	Reporte oportuno de novedades en la estructura
		6.4.4	Mantenimiento periódico de la estructura de los edificios
6.5	Control de llaves y cerraduras	**6.5.1**	Procedimiento documentado para el control de llaves
		6.5.2	Gaveta de resguardo de llaves
		6.5.3	Bitácoras para control de llaves
		6.5.4	Control de llaves y cerraduras por parte de gerencia o personal de seguridad
		6.5.5	Todas las puertas, ventanas y cercas interiores aseguradas
6.6	Iluminación	**6.6.1**	Procedimiento documentado para la inspección de luminarias
		6.6.2	Iluminación es la adecuada en áreas críticas de las instalaciones
		6.6.3	Bitácoras para inspección de luminarias
		6.6.4	Reporte oportuno de novedades en iluminación
		6.6.5	Mantenimiento periódico de la iluminación
6.7	Sistema de alarma y CCTV	**6.7.1**	Plan de implementación de CCTV
		6.7.2	Layout de la ubicación de las cámaras de CCTV y sus campos de visión
		6.7.3	Mantenimiento periódico de los sistemas de alarma y CCTV
		6.7.4	Monitoreo contante de los sistemas de alarma y CCTV
		6.7.5	Utilización del sistema de alarma

7.- SEGURIDAD EN LA TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN			
7.1	Protección de contraseñas	**7.1.1**	Procedimiento documentado para control de acceso en TI
		7.1.2	Cuentas de usuario y contraseñas individuales
		7.1.3	Cambios periódicos de contraseñas de al menos cada 3 meses
		7.1.4	Contraseñas con 3 de 5 criterios de seguridad
7.2	Responsabilidades	**7.2.1**	Sistema establecido para detectar usos inapropiados de los sistemas y/o la información electrónica
		7.2.2	Comunicación de las reglas para uso de los sistemas
		7.3.3	Medidas disciplinarias documentadas para quienes abusen de los sistemas y/o la información electrónica
7.3	Respaldo de la información	**7.3.1**	Procedimiento documentado para respaldo de la información electrónica
		7.3.2	Fechas y responsables definidos del respaldo de la información
		7.3.3	Pruebas a los respaldos
		7.3.4	Resguardo adecuado para los respaldos
		7.3.5	Respaldos redundantes de la información sensitiva

8.- CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y RECONOCIMENTO DE AMENAZAS			
8.1	Concientización sobre el consumo de sustancias ilícitas	**8.1.1**	Concientización grupal sobre el consumo de sustancias ilícitas
		8.1.2	Material con avisos visibles y de lectura para concientizar sobre el consumo de sustancias ilícitas
8.2	Capacitación	**8.2.1**	Programa documentado para capacitaciones de seguridad
		8.2.2	Capacitación constante y calendarizada
		8.2.3	Capacitación sobre el reconocimiento de amenazas
		8.2.4	Capacitación sobre mantenimiento de la integridad de la carga
		8.2.5	Capacitación sobre inspección de unidades de transporte
		8.2.6	Capacitación sobre denuncias de actividades sospechosas
		8.2.7	Evidencia documentada de capacitación
		8.2.8	Evaluación periódica de la capacitación
		8.2.9	Procedimiento para enfrentamiento, identificación y retiro de personal no autorizado
8.3	Denuncias internas	**8.3.1**	Procedimiento documentado para comunicación y manejo de amenazas
		8.3.2	Esquema de denuncias, tanto personalizada como confidencial
8.4	Relación de representantes de la autoridad	**8.4.1**	Información y teléfono de quienes reciben las denuncias
		8.4.2	Capacitación sobre medios de comunicación para notificar amenazas o incidentes

ANEXO 3

Caso de Estudio con Resultados

1		REQUISITOS PARA SOCIOS COMERCIALES	Nivel de Cumplimiento	Resultado
1.1	**1.1.1**	Procedimiento documentado para selección de socios comerciales	7	0.11%
	1.1.2	Documentos que acrediten el cumplimiento de los criterios mínimos de seguridad de C-TPAT	9	0.13%
	1.1.3	Auditorias documentadas a los procedimientos de los socios comerciales	7	0.44%
	1.1.4	Evidencia de que los transportistas subcontratados por los socios comerciales cumplen con los criterios mínimos de seguridad de C-TPAT	9	0.20%
1.2	**1.2.1**	Evaluaciones periódicas a las instalaciones de socios comerciales.	7	0.55%
	1.2.2	Evidencia de que los socios comerciales cuentan con procedimientos documentados con los criterios mínimos de seguridad para asegurar la carga en el punto de origen.	8	0.42%
1.3	**1.3.1**	Evidencia del status de los socios comerciales que hayan obtenido certificaciones en programas oficiales de seguridad en la cadena logística.	2	0.36%
	1.3.2	Plan de acción para fortalecer las deficiencias de seguridad	5	0.12%
	1.3.3	Alianzas de seguridad establecidas con instituciones o autoridades locales	5	0.08%
1.4	**1.4.1**	Verificación de proveedores legalmente establecidos	5	0.31%
	1.4.2	Verificación de clientes legalmente establecidos	5	0.31%
	1.4.3	Análisis de riesgos de la cadena	5	0.62%

2		SEGURIDAD EN REMOLQUES Y CONTENEDORES	Nivel de Cumplimiento	Resultado
2.1	**2.1.1**	Procedimiento documentado para inspección de contenedores.	9	0.07%
	2.1.2	Checklist para inspección de contenedores completo	9	0.07%
	2.1.3	Criterios de aceptación de contenedores documentados	8	0.17%
2.2	**2.2.1**	Procedimiento de control de carga con actividades establecidas en caso de faltante o sobrante	5	0.38%
	2.2.2	Reporte e investigación de faltante o sobrante de carga	5	0.16%
2.3	**2.3.1**	Procedimiento documentado para inspección de remolques.	9	0.07%
	2.3.2	Checklist para inspección de remolques completo	8	0.09%
	2.3.3	Criterios de aceptación de remolques documentados	9	0.14%
2.4	**2.4.1**	Procedimiento documentado para la utilización y control de sellos	7	0.16%
	2.4.2	Formato para control de sellos	7	0.05%
	2.4.3	Procedimiento documentado para el reporte de sellos comprometidos	4	0.49%
	2.4.4	Certificado en ISO PAS 17712	1	0.59%
	2.4.5	Utilización de sellos en orden aleatorio	8	0.04%
	2.4.6	Resguardo de sellos bajo llave	8	0.04%
2.5	**2.5.1**	Procedimiento documentado para reporte de accesos no autorizados al área de almacenaje de contenedores y remolques	6	0.08%
	2.5.2	Almacenaje fuera de áreas comunes	9	0.05%
	2.5.3	Señalización de áreas restringidas	7	0.04%

3		CONTROLES DE ACCESO FÍSICOS	Nivel de Cumplimiento	Resultado
3.1	**3.1.1**	Procedimiento documentado para control de acceso de empleados	6	0.19%
	3.1.2	Bitácoras para control de acceso de empleados	9	0.03%
	3.1.3	Acceso sólo a las áreas donde los empleados desempeñan sus labores	7	0.05%
	3.1.4	Área de lockers aislada de áreas de empaque y embalaje	5	0.22%
	3.1.5	Procedimiento documentado para entrega, reposición y recuperación de ID y /o dispositivos de acceso de los empleados	7	0.10%
	3.1.6	Registro de automóviles de empleados	5	0.30%
3.2	**3.2.1**	Procedimiento documentado para el control de accesos de los visitantes	9	0.09%
	3.2.2	Bitácoras para control de acceso de visitantes	4	0.45%
	3.2.3	Entrega de ID diferenciada para visitantes, proveedores y contratistas a cambio de una ID oficial	1	0.54%
	3.2.4	Resguardo de ID oficial de visitantes durante el tiempo que permanece en las instalaciones	9	0.04%
	3.2.5	Escolta para el visitante durante el tiempo que permanece en las instalaciones	5	0.22%
3.3	**3.3.1**	Procedimiento documentado para recepción de mensajería	4	0.56%
	3.3.2	Bitácoras para registro de entregas	8	0.06%
	3.3.3	Solicitud de ID oficial del mensajero	2	0.52%
	3.3.4	Recepción de paquetes en caseta de vigilancia	6	0.15%
	3.3.5	Inspección de paquetes	4	0.45%
3.4	**3.4.1**	La empresa de seguridad certificada y legalmente constituida	5	1.12%
	3.4.2	Personal de seguridad suficiente	5	1.12%
3.5	**3.5.1**	Procedimiento documentado para identificación y retiro de personal no autorizado	9	0.09%
	3.5.2	Identificación de áreas restringidas	5	0.30%

4		SEGURIDAD PERSONAL	Nivel de Cumplimiento	Resultado
4.1	**4.1.1**	Elaboración y definición de perfiles	5	0.35%
	4.1.2	Definición documentada de responsabilidades	5	0.18%
	4.1.3	Documentación que acredita empleos anteriores	5	0.35%
	4.1.4	Pruebas antidoping	5	0.70%
	4.1.5	Estudios socioeconómicos	5	0.70%
	4.1.6	Registro fotográfico actualizado	5	0.35%
	4.1.7	Entrega controlada y documentada de gafete de la empresa y uniformes de trabajo	5	0.35%
	4.1.8	Verificación de referencias laborales antes de la contratación	7	0.12%
	4.1.9	Evidencia documentada de la revisión de referencias laborales	7	0.06%
4.2	**4.2.1**	Verificación de antecedentes penales antes de la contratación (si las leyes lo permiten)	8	0.21%
	4.2.2	Evidencia documentada de la verificación de antecedentes penales antes de la contratación	9	0.13%
	4.2.3	Revisión periódica de los antecedentes penales	3	1.05%
4.3	**4.3.1**	Procedimiento documentado para terminación de personal	8	0.11%
	4.3.2	Recuperación de insignias, uniformes, llaves y equipo	7	0.14%
	4.3.3	Cheklist de insignias, uniformes, llaves y equipo entregado al empleado	3	0.47%
	4.3.4	Entrega del finiquito después de la verificación del cheklist	8	0.07%

5		SEGURIDAD DE PROCEDIMIENTOS	Nivel de Cumplimiento	Resultado
5.1	**5.1.1**	Procedimiento documentado para despacho de mercancía	6	0.18%
	5.1.2	Información en documentos para despacho de mercancía legible, completa y exacta	4	0.41%
	5.1.3	Información en documentos protegida contra cambios, pérdida o errores	9	0.06%
5.2	**5.2.1**	Procedimiento documentado para manifiestos	7	0.06%
	5.2.2	Información y descripción completa, exacta y legible en manifiesto es recibida de manera exacta y oportuna	8	0.04%
	5.2.3	El manifiesto y la carga se envían por separado	5	0.11%
5.3	**5.3.1**	Procedimiento documentado para embarque de mercancía	7	0.15%
	5.3.2	Descripción correcta de la carga	7	0.09%
	5.3.3	Verificación de la carga contra órdenes de compra	5	0.18%
	5.3.4	Identificación de chóferes antes de cargar o recibir mercancía	8	0.11%
	5.3.5	Procedimiento documentado para rastreo de la carga	7	0.15%
5.4	**5.4.1**	Procedimiento documentado sobre discrepancias en la carga	6	0.41%
	5.4.2	Notificación sobre anomalías a las aduanas	7	0.18%

6		SEGURIDAD DE PROCEDIMIENTOS	Nivel de Cumplimiento	Resultado
6.1	**6.1.1**	Cercado en todo perímetro	8	0.06%
	6.1.2	Cercado en el interior en las áreas de manejo de carga de exportación	1	0.15%
	6.1.3	La altura mínima de las cercas de 2.20 m.	8	0.06%
	6.1.4	Cercado reforzado con alambre de púas y concertina.	9	0.03%
	6.1.5	Cerca perimetral en buenas condiciones	7	0.09%
	6.1.6	Procedimiento documentado para inspección de perímetro	7	0.09%
	6.1.7	Rutas y horarios aleatorios para rondines	9	0.03%
	6.1.8	Bitácora para inspección de perímetro	8	0.02%
	6.1.9	Reporte oportuno de novedades en las cercas perimetrales	3	0.28%
6.2	**6.2.1**	Accesos y /o casetas de vigilancia son atendidas y controladas por personal de vigilancia	3	1.99%
	6.2.2	Cantidad de accesos al mínimo	8	0.13%
6.3	**6.3.1**	Estacionamientos se encuentran segregados de las áreas de manejo de carga	8	0.13%
	6.3.2	Lugares asignados y controlados para visitantes	8	0.09%
6.4	**6.4.1**	Construcción con materiales resistentes	7	0.17%
	6.4.2	Inspecciones periódicas de la estructura de los edificios	8	0.09%
	6.4.3	Reporte oportuno de novedades en la estructura	9	0.07%
	6.4.4	Mantenimiento periódico de la estructura de los edificios	7	0.17%

6		SEGURIDAD DE PROCEDIMIENTOS (continuación)	Nivel de Cumplimiento	Resultado
6.5	**6.5.1**	Procedimiento documentado para el control de llaves	7	0.09%
	6.5.2	Gaveta de resguardo de llaves	2	0.45%
	6.5.3	Bitácoras para control de llaves	3	0.14%
	6.5.4	Control de llaves y cerraduras por parte de gerencia o personal de seguridad	9	0.02%
	6.5.5	Todas las puertas, ventanas y cercas interiores aseguradas	9	0.03%
6.6	**6.6.1**	Procedimiento documentado para la inspección de luminarias	8	0.06%
	6.6.2	Iluminación es la adecuada en áreas críticas de las instalaciones	8	0.06%
	6.6.3	Bitácoras para inspección de luminarias	7	0.03%
	6.6.4	Reporte oportuno de novedades en iluminación	9	0.03%
	6.6.5	Mantenimiento periódico de la iluminación	8	0.02%
6.7	**6.7.1**	Plan de implementación de CCTV	7	0.09%
	6.7.2	Layout de la ubicación de las cámaras de CCTV y sus campos de visión	9	0.02%
	6.7.3	Mantenimiento periódico de los sistemas de alarma y CCTV	8	0.02%
	6.7.4	Monitoreo contante de los sistemas de alarma y CCTV	7	0.09%
	6.7.5	Utilización del sistema de alarma	7	0.06%

7		SEGURIDAD EN LA TECNOLOGÍA DE LA INFORMACIÓN	Nivel de Cumplimiento	Resultado
7.1	**7.1.1**	Procedimiento documentado para control de acceso en TI	8	0.14%
	7.1.2	Cuentas de usuario y contraseñas individuales	7	0.19%
	7.1.3	Cambios periódicos de contraseñas de al menos cada 3 meses	9	0.04%
	7.1.4	Contraseñas con 3 de 5 criterios de seguridad	7	0.19%
7.2	**7.2.1**	Sistema establecido para detectar usos inapropiados de los sistemas y/o la información electrónica	7	0.16%
	7.2.2	Comunicación de las reglas para uso de los sistemas	9	0.05%
	7.3.3	Medidas disciplinarias documentadas para quienes abusen de los sistemas y/o la información electrónica	8	0.06%
7.3	**7.3.1**	Procedimiento documentado para respaldo de la información electrónica	8	0.14%
	7.3.2	Fechas y responsables definidos del respaldo de la información	1	0.34%
	7.3.3	Pruebas a los respaldos	7	0.13%
	7.3.4	Resguardo adecuado para los respaldos	8	0.09%
	7.3.5	Respaldos redundantes de la información sensitiva	9	0.08%

8		CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y RECONOCIMIENTO DE AMENAZAS	Nivel de Cumplimiento	Resultado
8.1	**8.1.1**	Concientización grupal sobre el consumo de sustancias ilícitas	5	0.39%
	8.1.2	Material con avisos visibles y de lectura para concientizar sobre el consumo de sustancias ilícitas	5	0.39%
8.2	**8.2.1**	Programa documentado para capacitaciones de seguridad	6	0.09%
	8.2.2	Capacitación constante y calendarizada	4	0.17%
	8.2.3	Capacitación sobre el reconocimiento de amenazas	7	0.06%
	8.2.4	Capacitación sobre mantenimiento de la integridad de la carga	4	0.26%
	8.2.5	Capacitación sobre inspección de unidades de transporte	7	0.06%
	8.2.6	Capacitación sobre denuncias de actividades sospechosas	9	0.01%
	8.2.7	Evidencia documentada de capacitación	5	0.12%
	8.2.8	Evaluación periódica de la capacitación	5	0.06%
	8.2.9	Procedimiento para enfrentamiento, identificación y retiro de personal no autorizado	5	0.12%
8.3	**8.3.1**	Procedimiento documentado para comunicación y manejo de amenazas	5	0.58%
	8.3.2	Esquema de denuncias, tanto personalizada como confidencial	5	0.58%
8.4	**8.4.1**	Información y teléfono de quienes reciben las denuncias	5	0.39%
	8.4.2	Capacitación sobre medios de comunicación para notificar amenazas o incidentes	5	0.39%