

Uso de herramientas de ingeniería para la gestión de riesgo tecnológico en una central de abastecimiento agrícola con aglomeraciones permanentes en Bogotá.

Use of engineering tools to diagnose technological risk management in an agricultural supply center in Bogota.

Catherine Andrea Parra Abril¹, Jonathan Fernando Ortiz Rey², Coautora, Sonia Lucía Meneses Velosa³

¹ Estudiante programa Ingeniería Industrial, Universidad Libre, catherine.parra@unilibrebog.edu.co

² Estudiante programa Ingeniería Industrial, Universidad Libre, jonathanf.ortiz@unilibrebog.edu.co

³ Ingeniera, Docente investigadora programa Ingeniería Industrial, Universidad Libre, sonial.menesesv@unilibrebog.edu.co

Fecha de recepción: 09/06/2015 Fecha de aceptación del artículo: 27/10/2015

Resumen

En este artículo se presenta la metodología empleada para desarrollar un modelo de gestión de riesgos tecnológicos en la sede administrativa de Corabastos, que cuenta con una superficie total de 34.581,28 m².

En la actualidad este centro de abastecimiento agrícola no cuenta con un modelo de gestión de riesgos tecnológicos en su sede administrativa que ayude a la mitigación y control de dichos riesgos, ni a garantizar la continuidad de negocio de sus operaciones normales.

Para determinar el estado actual de riesgos tecnológicos de la sede administrativa de Corabastos se utilizaron como herramientas de recolección de información diferentes listas de chequeo enfocadas a determinar las condiciones actuales de la organización, las cuales brindaron la información de entrada requerida para llevar a cabo el diagnóstico y análisis de vulnerabilidad por medio de herramientas de ingeniería y finalmente generar propuestas de mejora para la gestión de riesgos tecnológicos

Palabras clave

Continuidad de negocio, diagnóstico, ISO 31000, modelos de gestión de riesgo, riesgos tecnológicos, análisis de vulnerabilidad.

Abstract

This article shows the method used for developing a technological risks management model in the headquarters of Corabastos, which counts with a total area of 34.581,28 m².

Nowadays, this agricultural supply center does not count with a technological risks management model in its headquarters that helps to appease and control such risks, nor guarantee the business continuity of its ordinary operations.

In order to determine the actual state of technological risks of the headquarters of Corabastos, it was used as recollection tools several checklists focused on determine the organization's actual conditions, which provided the input information to carry out the diagnosis and vulnerability analysis via engineering tools and finally, to generate improvement suggestions for the technological risks management.

Keywords

Business continuity, diagnosis, ISO 31000, risk management models, technological risks.

Objetivos

Realizar un diagnóstico del estado actual de Corabastos con respecto a la gestión de riesgo en la sede administrativa.

Identificar y valorar los riesgos tecnológicos de Corabastos en la sede administrativa.

Identificar los modelos actuales ante riesgos tecnológicos, estableciendo las variables críticas que puedan ser aplicadas al estudio de caso, teniendo en cuenta que se presentan aglomeraciones permanentes.

Aplicar los modelos seleccionados a las variables críticas de los riesgos de Corabastos dentro de un plan de emergencias.

Desarrollar un documento del plan de emergencias para Corabastos ante riesgos tecnológicos, mostrando una relación costo-beneficio con la implementación del proyecto.

1. Introducción

En la actualidad para la central de abastecimiento agrícola más grande de Bogotá, según datos de investigación en los organismos de control y mitigación de riesgos como son el IDIGUER (Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático) [1], no se encuentran en sus bases de datos, indicadores de riesgo tecnológicos ocurridos en ésta central de abastecimiento agrícola, ni tampoco planes de contingencia frente a dichos riesgos en organizaciones con aglomeraciones permanentes como es el caso presentado en este artículo.

La continua evolución que tienen las organizaciones de abastecimiento agrícola en el mundo hace que debido a la complejidad de sus operaciones se vean enfrentadas a diversos riesgos que ponen en peligro la continuidad de negocio de sus actividades económicas.

Una de las principales clases de riesgos que afectan directamente las operaciones normales de funcionamiento de cualquier organización son los riesgos tecnológicos.

El riesgo tecnológico es una situación potencial dentro de una actividad, tarea u obra realizada por el hombre, asociada con el manejo de materiales peligrosos y procesos industriales, que puede ocasionar daños al hombre, al medio ambiente y a la infraestructura [2] Estos riesgos son:

- Riesgo eléctrico
- Riesgo químico

- Riesgo biológico
- Riesgo de incendio o explosión
- Riesgo de gases tóxicos e inflamables
- Riesgo de derrames de sustancias peligrosas
- Riesgo de intoxicación

En el caso de la central de abastecimiento agrícola con aglomeraciones permanentes, sus características hacen de esta un sistema abierto, el cual se encuentra en constante interacción con factores externos e internos que actúan entre sí, y que generan impactos dentro del sistema, lo cual hace que un manejo inadecuado de estos aumente la probabilidad de ocurrencia de un evento catastrófico asociado con riesgos tecnológicos, lo cual puede generar pérdidas considerables y en consecuencia afectar la continuidad de negocio.

2. Delimitación de la investigación



Figura 1. Georreferenciación del área administrativa de la central de abastecimiento agrícola más grande de Bogotá. Fuente: [3]

La delimitación de la investigación está contenida en área total de 34.581,28 m², que comprende los edificios administrativos de la central mayorista de abastecimiento agrícola de Bogotá como lo muestra en la figura 1.

Estos edificios son:

- Edificio principal: 3.958,1 m²
- Edificio de salud ocupacional: 3.127,74 m²
- Edificio de antigua gerencia: 2.090,35 m²
- Edificio de parqueaderos: 14.949,9 m²
- Plazoleta de bancos: 12.640,68 m²
- Edificio de inspección y control: 344,44 m²
- Edificio de campamento: 460,05 m²

Estos edificios corresponden a la delimitación de la investigación a la cual fue dirigido el diagnóstico de niveles de riesgo tecnológicos.

3. Metodología

Para determinar el estado actual de la central de abastecimiento agrícola más grande de Bogotá se tuvieron que evaluar varias herramientas y métodos para determinar sus riesgos más vulnerables y la forma de cómo atacarlos para mitigarlos. Se realizó una búsqueda donde se compararon varios métodos y se llegó a la conclusión de que los más acertados para abordar la problemática de riesgos tecnológicos de esta corporación fueron el modelo Enterprise Risk Management (ERM) [4] y la gestión de riesgos ISO 31000 [5].

La gestión de riesgo ISO 31000 es un buen método pero no se ajusta al tema de investigación ya que trata los riesgos de forma muy general al poderse aplicar a cualquier organización tanto pública como privada, pero la central de abastecimiento agrícola más grande de Bogotá al ser de economía mixta y al contemplarse como un sistema abierto con aglomeraciones permanentes, con múltiples factores que influyen en el desarrollo de las operaciones normales de funcionamiento, requiere de un método específico que ayude a la identificación y control de riesgos tecnológicos a los cuales está expuesta dicha organización.

Por esta razón se escogió, después de evaluar los dos métodos, el modelo Enterprise Risk Management (ERM), ya que este método se ajusta a las condiciones de la organización.

Al realizar las inspecciones y el trabajo de campo dentro y fuera de los edificios de la zona administrativa de la corporación se identificó que era primordial realizar una priorización de riesgos tecnológicos por cada edificio considerando que en cada uno de ellos se encontraron riesgos más importantes en unas zonas que en otras, por tal motivo se desarrollaron listas de chequeo como herramienta de investigación, las cuales fueron realizadas para cada edificio, estas listas son correspondientes a la normatividad nacional e internacional, además de las leyes que en Colombia regulan los requerimientos mínimos [6-14], las listas de chequeo corresponden a:

- RETIE
- MATPEL
- NTC 2885
- Procedimientos para la auditoria de planes de emergencia.
- NFPA 1600
- Manual de procedimientos para la verificación de los estándares mínimos del programa de salud ocupacional de empresa. (Ministerio de la protección social)
- Manual de elaboración del PEC en Bogotá

Estas listas de chequeo dan respuesta a la alta exposición y vulnerabilidad que presenta la organización frente a riesgos tecnológicos, debido a que la organización no contempla un plan de emergencia propio que le ayude en caso de ocurrir un evento catastrófico a mitigar los riesgos mientras acude la ayuda pertinente como bomberos, defensa civil, ambulancias, etc.

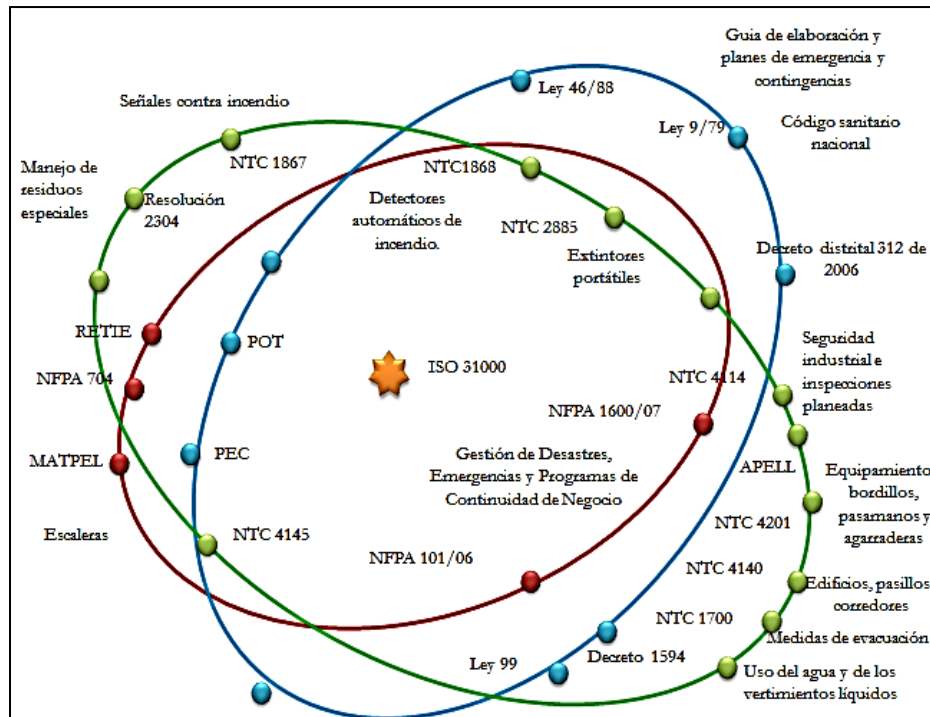


Figura 2. Referentes normativos nacionales e internacionales frente a riesgos tecnológicos. Fuente: [15].

En la figura 2, se puede observar la relación entre la normatividad nacional y extranjera con que deben cumplir las organizaciones o empresas para la mitigación y control frente a riesgos tecnológicos, además de las diferentes leyes colombianas que toda empresa u organización debe de cumplir para garantizar la seguridad de sus instalaciones, trabajadores y visitantes, además de garantizar la continuidad de negocio.

Además de las listas de chequeo mencionadas anteriormente, se tuvo en cuenta entrevistas a funcionarios de la organización encargados de la salud ocupacional, planeación, control y dirección de las operaciones de dicha organización, quienes suministraron datos de ocurrencia y mitigación relacionados con riesgos tecnológicos en las diferentes áreas de estudio, como se puede ver más adelante en registros fotográficos realizados en la investigación de campo.

Por otra parte, para el desarrollo de esta investigación se tuvo en cuenta un estudio realizado a varios países como fueron Francia, México, Chile, y un benchmarking realizado en la ciudad de Medellín,

donde se encontraron metodologías que se podían replicar en el caso de estudio ya que se presentan problemas similares como lo son las aglomeraciones permanentes, control de acceso a las instalaciones, grandes superficies, rutas de evacuación y acceso, abastecimiento agrícola mayoritario [16].

4. Resultados y discusión

Los resultados de las listas de chequeo mencionadas anteriormente sobre riesgos tecnológicos en la central de abastecimiento agrícola más grande de Bogotá se pueden observar en las siguientes figuras:

4.1 Riesgo eléctrico

Para este tipo de riesgo se utilizaron listas de chequeo correspondientes al reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) [6].

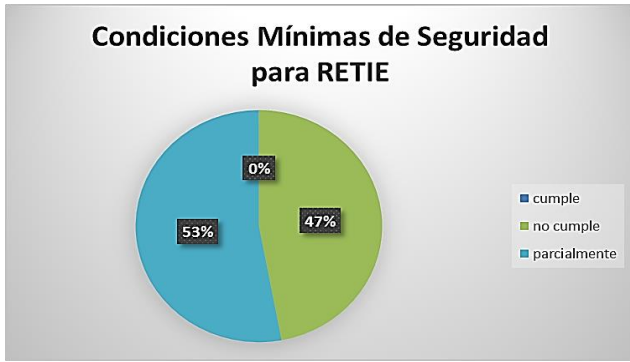


Figura 3. Resultados parciales RETIE.

En la figura 3, se puede observar que el resultado arrojado por la evaluación de riesgo eléctrico según el RETIE muestra que esta organización no cumple con cerca del 80% en cuanto al uso de instalaciones eléctricas, equipos eléctricos, equipos de protección, señalización, demarcación, puestas a tierra, establecidas por las normas de seguridad NFPA 70 y el RETIE.

Además, la organización no cuenta con procedimientos o planes de mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos del área administrativa para evitar que se generen condiciones inseguras que pueden dar a lugar a accidentes e incluso la muerte tanto para trabajadores, visitantes, o daños a las mismas instalaciones y equipos.

4.2 Riesgo químico y biológico

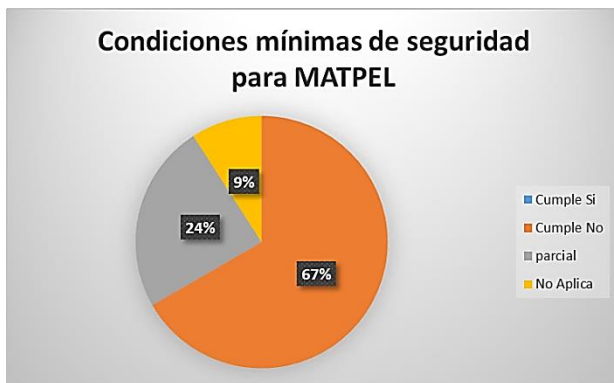


Figura 4. Resultados parciales MATPEL.

Al inspeccionar las zonas de parqueo de vehículos grandes y pequeños, los edificios de inspección y control y campamento en donde se almacenan sustancias químicas peligrosas como pinturas, productos inflamables, gas propano y de acetileno,

gasolina, ACPM, se puede evidenciar la falta de control, manipulación y almacenamiento de estas sustancias por parte de la organización, como se observa en la figura 4.

Según el MATPEL (Materiales Peligrosos) estas instalaciones no están adecuadas con sistemas de ventilación, señalización, demarcación, y separación y rotulación de químicos que pueden reaccionar al contacto con otros ocasionando una explosión, incendio o envenenamiento al contacto con estas sustancias afectando tanto la estructura de las instalaciones como la salud de personas expuestas en estas áreas.

4.3 Desarrollo del programa de salud ocupacional

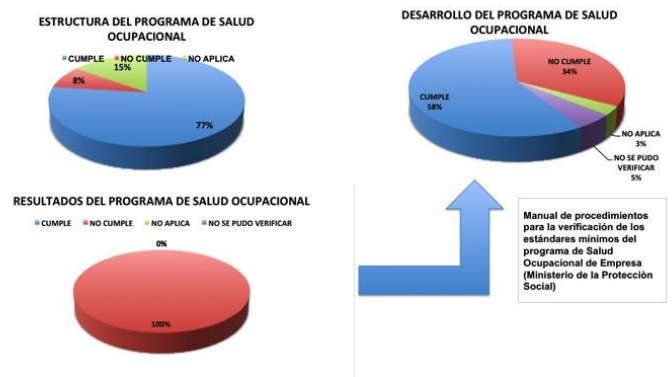


Figura 5. Resultados parciales sistema de gestión de salud y seguridad en el trabajo (programa de salud ocupacional) [17].

Por medio de entrevistas realizadas a funcionarios encargados del programa de salud ocupacional se pudo verificar el estado actual de dicho programa con la ayuda de listas de chequeo que se tomaron del manual de procedimientos para la verificación de los estándares mínimos que debe contener un programa de salud ocupacional de toda empresa, dispuesto por el ministerio de la protección social.

Estas gráficas, figuras 5 y 6, arrojan el resultado de las listas de chequeo donde permite observar un gran incumplimiento del sistema de gestión de salud y seguridad en el trabajo, debido a que a pesar de que hay un programa de salud ocupacional documentado, no se está implementando, por tal motivo no se encuentran

estadísticas o indicadores de la ocurrencia de accidentes de trabajo que se puedan tomar como referencia para el caso de estudio de riesgos tecnológicos.

4.4 Procedimiento para la auditoria de planes de emergencia

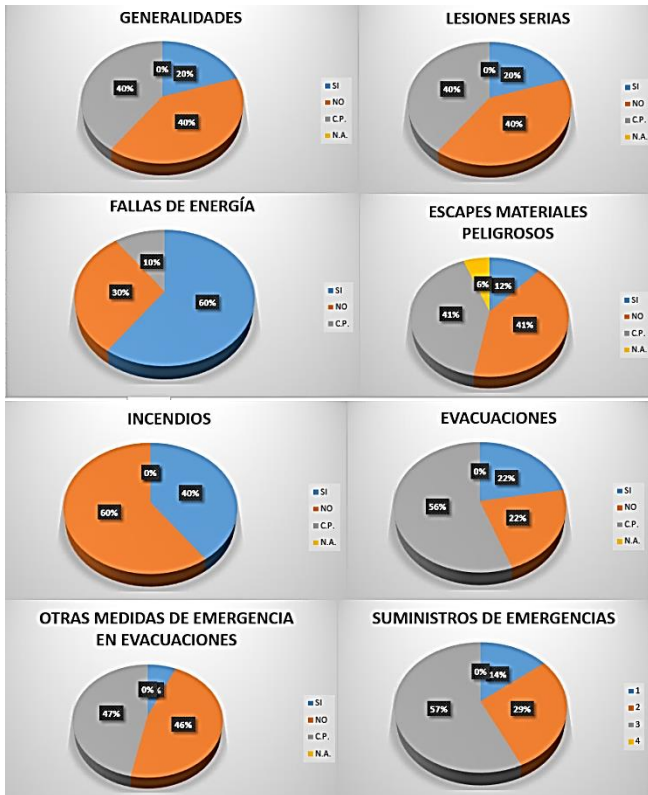


Figura 6. Procedimientos para la auditoria de planes de emergencia [8].

Para diagnosticar los riesgos tecnológicos más importantes a los cuales se encuentra vulnerable la zona administrativa de Corabastos se utilizaron los procedimientos para la auditoria de planes de emergencia (figura 6) [8].

Con esta herramienta se puede establecer cuales riesgos son los más importantes que afectarían la continuidad de negocio de la organización al momento de presentarse la ocurrencia de estos riesgos. Estos riesgos son:

- Riesgo eléctrico
- Riesgo químico
- Riesgo biológico
- Riesgo de incendio o explosión

- Riesgo de gases tóxicos e inflamables
- Riesgo de derrames de sustancias peligrosas
- Riesgo de intoxicación

A partir de esta lista de chequeo se observa que los riesgos mencionados anteriormente tienen una probabilidad de más del 40% de ocurrencia, ya que no se cumplen los estándares mínimos de seguridad que debe contener un plan de emergencias ante riesgos tecnológicos, permitiendo que se generen accidentes o lesiones graves a las personas que se encuentren en esta zona administrativa, además de generar daños estructurales y afectando drásticamente las operaciones normales de funcionamiento de la organización.

4.5 Análisis de brechas (QFD)

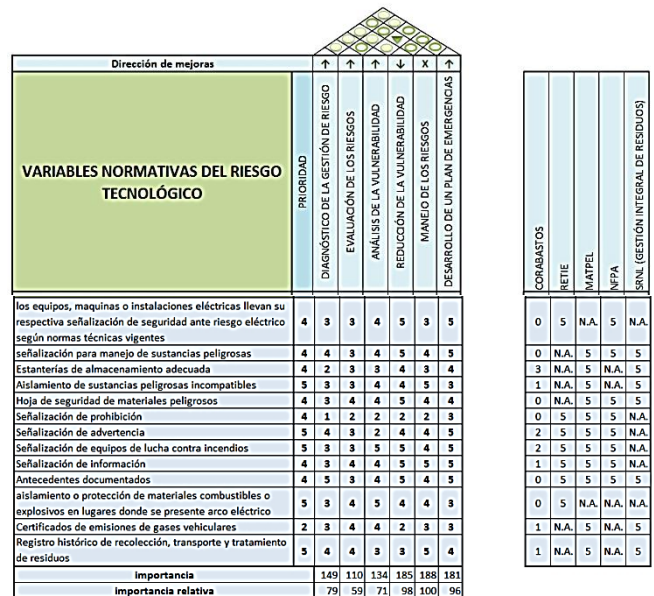


Figura 7. Quality function deployment.

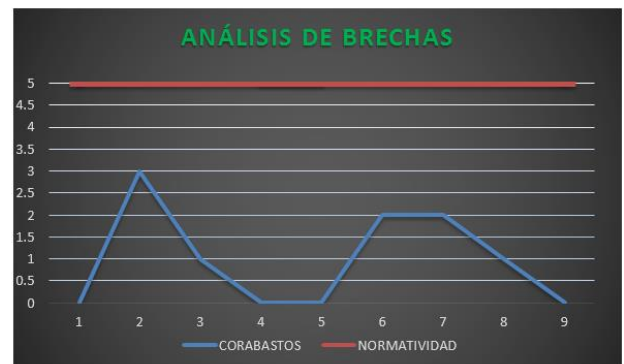


Figura 8. Análisis de brechas.

Al tener claro cuáles son los riesgos más importantes debido a su probabilidad de ocurrencia y daño que puede provocar en la zona administrativa de Corabastos, se utilizó la herramienta del sistema de despliegue de función de calidad (QFD), figura 7, para evaluar los diferentes objetivos planteados al principio de la investigación en contraste con la normativa vigente para organizaciones abiertas con aglomeraciones permanentes como lo es Corabastos, que se logró determinar con las listas de chequeo.

Esta relación que se llevó a cabo con la herramienta (QFD), mostrado en las figuras 7 y 8, permite observar el gran incumplimiento de los requerimientos mínimos de seguridad que debe contener un plan de emergencias y el incumplimiento a las normativas nacionales e internacionales para este tipo de organizaciones, donde la brecha que arroja este resultado es de más del 70% de incumplimiento

4.6 Relación de variables con la herramienta ERM (Enterprise Risk Management)

Enterprise Risk Management es una herramienta diseñada para identificar eventos potenciales que pueden afectar a la organización y administrar los riesgos dentro de sus requerimientos, bajo el objeto de proveer una seguridad razonable respecto del logro de los objetivos de la organización [4].

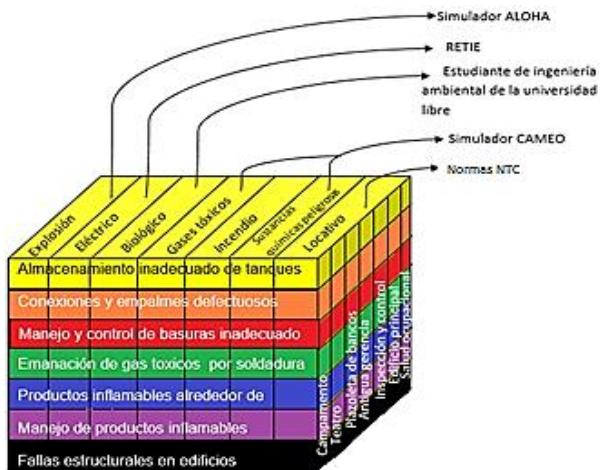


Figura 9. ERM adaptado de [4].

Se logró obtener una relación entre los factores de riesgo y las diferentes áreas que se involucran dentro de

la sede administrativa de la central de abastecimiento agrícola mediante una herramienta de ingeniería llamada Enterprise Risk Management, donde se indican las diferentes normas a utilizar para evaluar éstos riesgos y saber las diferentes medidas que se deben adoptar para mitigar estos riesgos, figura 9.

4.7 Microzonificación de riesgo tecnológico

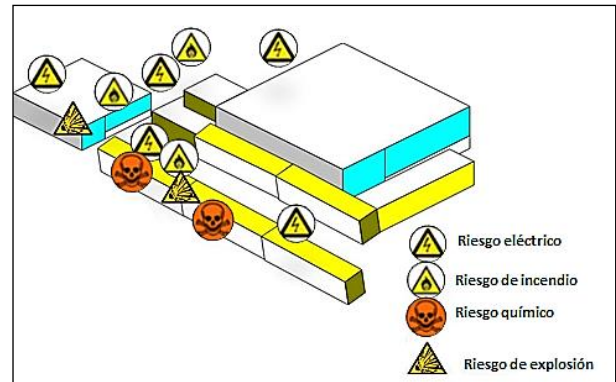


Figura 10. Microzonificación edificio de campamento.

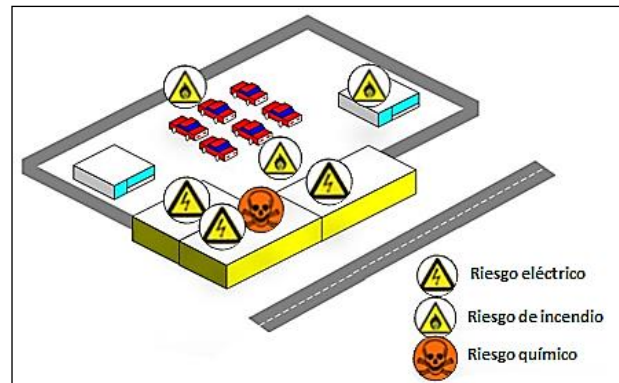


Figura 11. Microzonificación edificio de inspección y control.

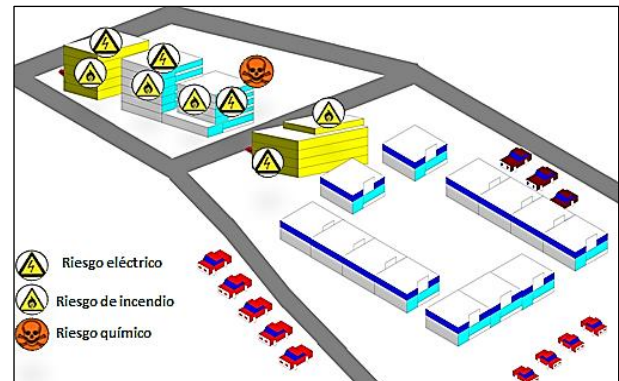


Figura 12. Microzonificación edificio principal, antigua gerencia, parqueaderos y salud ocupacional.

Con base a la información obtenida a partir de las listas de chequeo de riesgo eléctrico (RETIE), riesgo químico y biológico (MATPEL), riesgo de incendio y explosión. Se puede establecer una representación gráfica de la microzonificación de los edificios con mayor vulnerabilidad de riesgos tecnológicos para establecer las áreas con mayor vulnerabilidad, presentados en las figuras 10, 11 y 12 con el propósito que se puedan implementar acciones de mejora que reduzcan y mitiguen el riesgo tecnológico significativamente dándole a la organización una buena imagen y garantizar la continuidad de negocio sin afectar sus operaciones normales de funcionamiento.

4.7 Análisis de Vulnerabilidad

El análisis de vulnerabilidad para riesgos tecnológicos, permite establecer cuál es el daño potencial que pueden generar los riesgos mencionados anteriormente que en caso de ocurrir un accidente en la organización, y para el caso de la central de abastecimiento agrícola más grande en Bogotá, permita observar los daños tanto estructurales como humanos que se puedan presentar y afectar la continuidad de negocio, así mismo la afectación en la capacidad de abastecimiento y suministro de los alimentos que diariamente consume la población de Bogotá y sus alrededores.

Por otra parte, con este análisis de vulnerabilidad se pueden establecer las fallas que se tienen en un plan de emergencias y contingencias, frente a riesgos tecnológicos potencialmente peligrosos.

El paso a seguir luego de haber determinado los diferentes riesgos encontrados en la organización, fue establecer una priorización de las variables más críticas para evaluar el impacto que tenían para el medio ambiente, daño a la vida, su velocidad de propagación, probabilidad de ocurrencia; esto con la finalidad de construir una matriz de riesgo que permita identificar las actividades (procesos y productos) de una empresa, el tipo y nivel de riesgos inherentes a estas actividades y los factores exógenos y endógenos relacionados con estos riesgos (factores de riesgo).

Igualmente, una matriz de riesgo permite evaluar la efectividad de una adecuada gestión y administración de los riesgos tecnológicos que pudieran impactar los

resultados y por ende al logro de los objetivos de una organización.

4.8 Simulaciones

Debido a que la central de abastecimiento agrícola más grande de Bogotá, no cuenta con documentación que soporte una validez clara de los eventos catastróficos ocurridos con anterioridad, simular permite prever los cambios que un evento en particular ocasiona en el sistema, teniendo en cuenta sus diferentes características y las del sistema, evidenciando las diferentes afectaciones contempladas en el análisis de vulnerabilidad y la importancia de mitigar las condiciones de riesgo tecnológico a las que se encuentra expuesta la organización en su sede administrativa.

Además de permitir estudiar condiciones internas y externas del sistema para realizar el análisis de vulnerabilidad, también se obtiene un mejor entendimiento de éste, lo que conlleva a poder efectuar estrategias de mejora más acertadas. Para el caso de estudio se utilizaron 2 software libres ALOHA y NetLogo.

4.8.1 Riesgo de explosión pipetas de gas oxietileno

Como ejemplo para mostrar la simulación del software ALOHA Y CAMEO se tomó el riesgo de explosión encontrado en el edificio de campamento ya que en este lugar existe mayor riesgo y podría ocasionar muchos daños tanto a la estructura como a las personas que diariamente trabajan allí.

Los datos con los que fue alimentado el software para realizar la simulación lo más cerca posible a la realidad fueron tomados directamente de este lugar, teniendo en cuenta factores climáticos, físicos, estructurales, de almacenamiento y propiedades de la sustancia química, en este caso una pipeta de gas de oxietileno de 50 lbs, que se utiliza como soplete, corte o soldadura, estos datos se presentan en las tablas 1, 2 y 3.

Tabla 1. Datos de la atmosfera.

DATOS DE LA ATMÓSFERA : (ENTRADA MANUAL DE DATOS)		
	BOGOTÁ	SAN FRANCISCO
Viento	Km/h	5,5 Km/h
Temperatura	15 °C	18° C
Prob. Precipitación	30%	10%
Humedad	69%	50%
estabilidad		clase C
humedad relativa		50%
tipo de suelo	urbanización	

Tabla 2. Datos del químico utilizado en la simulación.

datos del químico utilizado en la simulación	
nombre	oxido de propileno
peso molecular	58.08 g/mol
AEGL- 1 (60 min)	73 ppm
AEGL- 2 (60 min)	290 ppm
AEGL- 3 (60 min)	870 ppm
IDLH	400 ppm
velocidad	355000 ppm
Riesgo carcinogénico	ver CAMEO Químicos
punto de ebullición	34.5 °C
Presión de vapor a temperatura ambiente	0,53 atm
concentración de saturación	53.3 %

Tabla 3. Fuente de la amenaza riesgo de explosión.

fuente de la amenaza	
Fuga del agujero en tanque cilíndrico vertical Químico inflamable está ardiendo , ya que se escapa de tanque	
diámetro del tanque	0,5 metros
longitud del tanque	1 m
Volumen del tanque	50 libras
Temperatura interna	50 °C
Masa Química en tanque	0,60 Kg
Presione interna	20 psia
Circular Diámetro de apertura	10 cm
longitud de la llama	15 m
Duración	20 seg
flujo de personas por día	5
uso del tanque por semana	3

Con estos datos de entrada se alimentó el software de simulación ALOHA Y CAMEO mostrando los siguientes resultados.

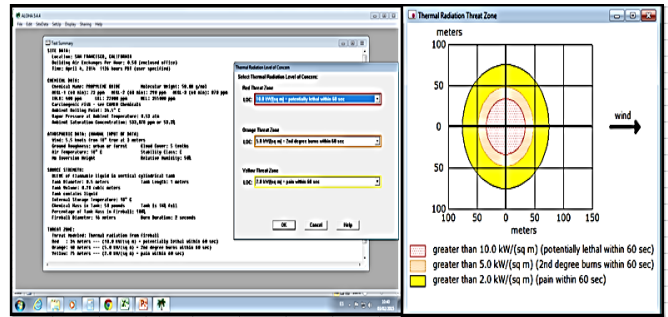


Figura 13. Simulación Explosión Pipetas de Gas Oxietileno

En la figura 13, se puede ver la simulación del riesgo de explosión y el comportamiento del mismo, se observan los siguientes datos de salida, tabla 4, que sirven para ponderar el riesgo en la matriz de Apell (figura 19).

Tabla 4. Datos de salida de la simulación.

Radio de daño	50 metros
Velocidad de propagación	10 KW/m
Daño a la propiedad	Muy grave, de 40 a 80 SMMLV
Daño a la vida	muy grave, muerte de al menos una persona y varios heridos de gravedad (20), y hasta 50 evacuados

4.8.2 Simulaciones en NetLogo

Netlogo es un lenguaje de programación basado en agentes, usa agentes en forma de tortugas, parches, “links” y observador, está disponible gratuitamente en el sitio web de Netlogo y permite la creación de nuevos modelos y la modificación de los ya existentes [18].

Para el caso de estudio se utilizó la simulación de propagación de enfermedades transmitidas por vectores, y la enfermedad I.R.A. (infección respiratoria aguda) debido a que es una enfermedad que se presenta comúnmente en la población de la localidad y puede causarse y/o agravarse debido a las condiciones de riesgo de la central de abastecimiento agrícola [9],[10], más no pueden directamente relacionarse debido a que es una alta cantidad de población flotante la que podría verse afectada, sin embargo Netlogo permite ver como la población enferma incrementa si las condiciones persisten, figura 14).

Zoonosis



Figura 14. Simulación Zoonosis datos entrada y datos salida.

En esta simulación, además de las enfermedades transmitidas por vectores se busca evidenciar como generar un espacio propicio para que estas enfermedades se generen, exponen la imagen de la corporación.

Se muestra una de las enfermedades transmisibles que afecta en su mayoría a los perros (Leishmaniasis), quienes pueden contagiar a las personas, además de los insectos que son portadores de esta enfermedad.

Debido al subregistro de personas contagiadas por esta y otras enfermedades transmitidas por vectores, los datos de entrada que se tuvieron en cuenta fueron:

Personas: Según los datos suministrados por personal de seguridad el promedio de personas que ingresan a inspección y control durante las 24 horas en promedio pasan de unas 50 a 80 personas y están 10 trabajadores durante las 24 horas, pero es muy rotativo

Insectos: Debido a que no se encuentra un monitoreo y es difícil debido a los subregistros existentes determinar la población de insectos se estableció una población inicial de 20 insectos con 1% probabilidad de transmisión de la enfermedad a personas y un 4% a perros.

Monitoreo de perros en la zona durante 15 días, el cual arrojó un promedio de 9 perros por día, los cuales pueden o no ser portadores de esta u otras enfermedades.

Los datos arrojados por las simulaciones realizadas se muestran en la figura 15.

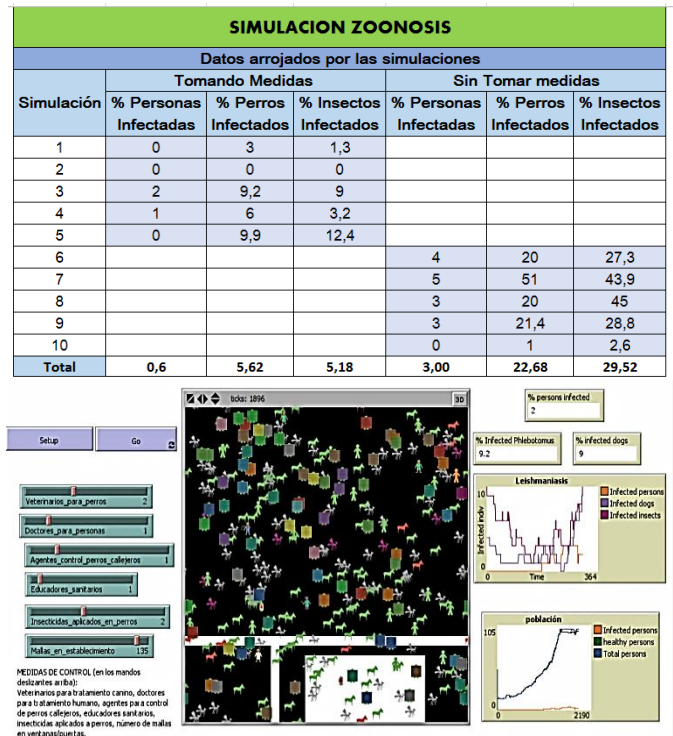


Figura 15. Simulación Zoonosis.

En los resultados se evidencia la disminución de los afectados por la enfermedad tomando diferentes medidas como son: Veterinarios para perros, doctores, agentes de control de perros callejeros, educadores sanitarios, insecticidas aplicados en perros, y mallas en el establecimiento.

Infección respiratoria aguda (i.r.a.)

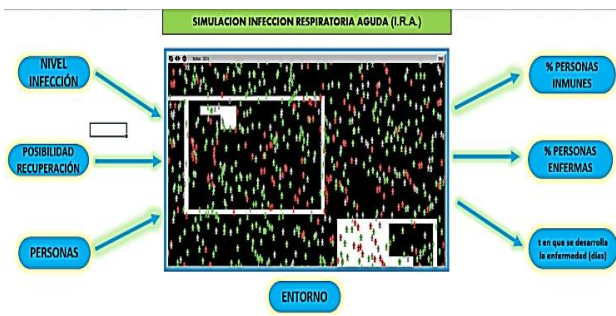


Figura 16. Simulación infección respiratoria aguda datos entrada y datos salida.

Es una enfermedad que se presenta comúnmente en la población de Kennedy, para investigar se consultó en primera estancia a secretaria de salud, sin embargo con el personal que se habló, recomendó consultar directamente con el hospital del sur, en donde se mantiene la información de todas sus sedes en la sede de Puente Aranda de salud pública, una de las personas que realiza trabajo de campo en la UPZ Corabastos, al igual que algunas personas que trabajan el tema de salud pública, mencionan que esta enfermedad no puede asociarse directamente con las condiciones de la organización, debido a que existen diferentes medios de contagio, sin embargo al generarse condiciones que propician este tipo de enfermedades se considera pertinente simular que puede llegar a pasar si estas condiciones persisten.

Los datos arrojados por las simulaciones realizadas se presentan en las figuras 16 y 17:

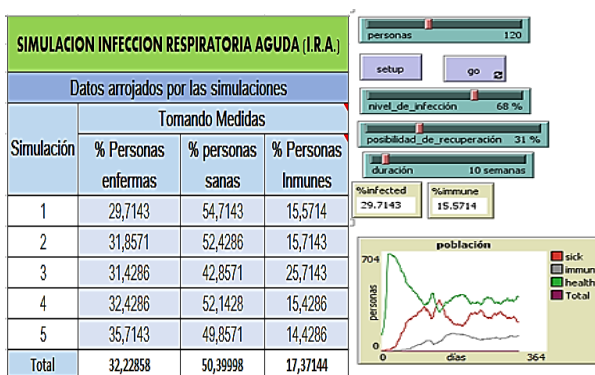


Figura 17. Simulación infección respiratoria aguda.

En los resultados se observan las diferentes afectaciones que surgen a partir de las afectaciones por enfermedades respiratorias y como las condiciones hacen que la población enferma se mantenga en un porcentaje similar durante las observaciones, lo cual evidencia la necesidad de tomar diferentes medidas como reducir el nivel de exposición a basuras u otras condiciones que son agravantes de esta enfermedad, y en Corabastos, uno de los factores agravantes de estas enfermedades es la exposición a gases por vehículos, además de que se reportaron 11 personas intoxicadas por sustancias químicas en general, se dio aproximación a 68% al nivel de infección o exposición a contaminación de este tipo. Se buscó utilizar el software libre que más se ajustara a las expectativas, y los dos utilizados permitieron una mejor comprensión del sistema.

4.9 Matriz de Riesgos

A partir de las simulaciones, se pudo establecer el daño a la vida (población enferma, o personas heridas según el radio de daño), velocidad de propagación, daño a la propiedad en cuanto al radio de daño para simulaciones en Aloha, y en Netlogo, el daño se evidencia más en el entorno visual y la mala imagen que se genera, ocasionando diferentes costos en cuanto a deserción de algunos clientes.

Por otra parte, para el daño al medio ambiente se utilizó como herramienta la matriz de Leopoldo (figura18), herramienta que se basa en el análisis técnico ponderando la magnitud y la importancia, según los ejes fundamentales identificados, se trabaja con base a las actividades que generan impactos y los aspectos ambientales afectados por este impacto.

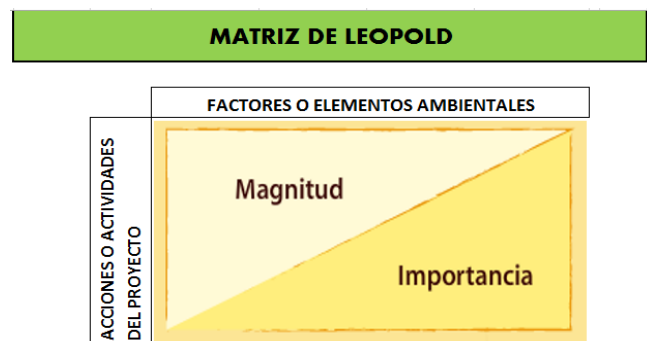


Figura 18. Componentes Matriz de Leopold.

La calificación que se da en esta matriz es cualitativa, donde se debe tener en cuenta el entorno, el tipo de riesgo tecnológico, y opiniones de expertos en el tema que para nuestro caso fue un arquitecto y el encargado del programa de salud ocupacional de la organización.

Tanto en la magnitud como en la importancia hay una calificación de 1 a 10 dependiendo de cada riesgo tecnológico que se esté evaluando.

		A	B	C	D	E	
PROBABILIDAD	Muy probable: Más de una vez al año			biológico			5
	Bastante probable: Una vez cada 1 a 10 años				eléctrico		4
	Probable: Una vez cada 10 a 100 años						3
	Poco probable: Una vez cada 100 a 1000 años					incendio	2
	Improbable: Menos de una vez cada 1000 años					explosión	1
		Poco Importante	Limitadas	Graves	Muy Grandes	Catastróficas	
PONDERACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS							

Figura 19. Matriz de riesgo modelo Apell [21].

4.10 Recomendaciones de Mejora

Teniendo en cuenta el trabajo de campo, los resultados del diagnóstico y el análisis de vulnerabilidad, en cuanto a riesgo tecnológico algunas de las oportunidades de fortalecer las gestiones realizadas por la central de abastecimiento agrícola más grande en Bogotá son las siguientes:

4.10.1. Riesgo de incendio y/o explosión

- No almacenar productos inflamables como pinturas, solventes, pipetas de gas, maderas, tubos de PVC, etc. cerca de equipos eléctricos como el equipo de soldadura ya que una chispa caliente puede generar un incendio y/o explosión.
- Realizar un mantenimiento preventivo a los equipos eléctricos, en especial a los transformadores ubicados en la subestación eléctrica para evitar que el aceite refrigerante usado en estos dispositivos pierda sus propiedades dieléctricas y genere una reacción química al contacto con el aire.

- Revisar los certificados de la tecnomecánica de camiones y vehículos que ingresan diariamente a la sede administrativa.
- Tener ubicados extintores útiles en zonas estratégicas de cada edificio.
- Ubicar una red de alarmas contra incendio en cada edificio.
- Capacitar a todo el personal en el manejo de extintores y normas de seguridad en caso de presentarse un incendio y/o explosión, al menos una vez al año.

4.10.2 Riesgo eléctrico

- Reparar la red eléctrica de los edificios administrativos acogiéndose al reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE.
- Se debe implementar o revisar el programa inspecciones y de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de todas las instalaciones eléctricas (conexiones hechas, tomas, luminarias, etc.) de los edificios administrativos.
- Aislar dieléctricamente todos los equipos que se usan en los edificios, en especial campamento donde se utilizan equipos de soldadura y herramientas eléctricas.
- Adecuar la mayoría de las instalaciones eléctricas, usando tableros eléctricos, canaletas, y una adecuada puesta a tierra de todas las instalaciones y equipos.

4.10.3 Riesgo biológico

- No almacenar productos perecederos en el almacén de inspección y control por periodos de tiempo muy largos, porque esto permite la aparición y propagación de plagas generadoras de enfermedades
- Tener una adecuada red de alcantarillado que no estén obstaculizadas con materiales orgánicos ni ningún otro material además que no genere malos olores.

- Asignar labor de revisión de vertimientos que limitan con el humedal y realizar las respectivas correcciones y establecer algún tipo de sanción tanto para los que afectan de manera continua como para los que lo hacen ocasionalmente.
- Brigadas de limpieza en las áreas comunes a los edificios de la administración.
- Establecer un centro de acopio, ya sea en alguna de las bodegas o construyendo uno, permitiendo adoptar sanciones por arrojar basuras; considerando que los comerciantes, transportadores y demás trabajadores involucrados en el proceso no tendrían excusa de no tener otra alternativa debido al volumen de residuos que se tienen.
- Recuperar puntos de críticos de basuras, residuos sólidos y vertimientos en cooperación con la empresa de residuos verdes.
- Crear brigadas de fumigación para eliminar infecciones y plagas.

Conclusiones

El estudio de campo realizado en los edificios de la zona administrativa de Corabastos, sirvió para que la organización viera las debilidades frente a riesgos tecnológicos a los que esta vulnerable y de esta forma corregirlos con la ayuda de un plan de acciones de mejora que en principio tendrá un costo elevado pero que le traerá un gran beneficio tanto en seguridad, imagen y competitividad.

Las herramientas de ingeniería en cuanto a seguridad industrial utilizadas para esta investigación como son las listas de chequeo, los software de simulación, modelo Apell, matriz de riesgos, (QFD), análisis de brechas, (ERM) y matriz de Leopold, son muy acertadas al momento de evaluar riesgos tecnológicos en una organización como esta que no contempla un plan de emergencias propio para la sede administrativa, además de no tener claro un programa de salud y seguridad en el trabajo que ayude a identificar, controlar y mitigar estos tipos de riesgos que fueron hallados en esta investigación

Con el análisis de brechas realizado puede notarse el incumplimiento de la normatividad vigente frente a la prevención y mitigación de riesgos tecnológicos que garantice el buen funcionamiento de sus instalaciones, además del cumplimiento legal que exigen las autoridades competentes.

Con la ayuda de las simulaciones realizadas con los softwares libres ALOHA y NetLogo, se pudo establecer la magnitud y el impacto de las amenazas señaladas ya que no se encontraron estadísticas o datos históricos claros de riesgos tecnológicos en la sede administrativa de Corabastos

Al realizar las simulaciones y completar la matriz de Apell se valoró el daño a vida, al medio ambiente, daño a la propiedad, la velocidad de propagación, la prioridad y la probabilidad de ocurrencia de que se llegue a presentar una emergencia de riesgos tecnológicos

Con base en el análisis de vulnerabilidad se establecieron varias acciones de mejora que de ser implementadas ayudarían a mitigar y controlar los riesgos tecnológicos presentes en la sede administrativa de Corabastos, además de garantizar la continuidad de negocio

A partir de las mejoras establecidas se logró hacer una relación de costo beneficio, para saber si el proyecto tenía viabilidad y poder implementarlo en el momento que lo decida la organización

Referencias

1. Dirección Distrital De Contabilidad, Secretaría de Hacienda. *Notas a los Estados Contables. Bogotá: Bogotá, Distrito Capital*, 31 de diciembre de 2013. En: http://www.shd.gov.co/shd/sites/default/files/files/credito_publico/informacion_relevante/2014/notas_bogotadc_dic2013.pdf.
2. Dirección de Prevención y Atención de Emergencias - DPAE. (s.f.). *Amenaza Tecnológica*. Bogotá D.C., Colombia.
3. Corporación de Abastos de Bogotá S.A. *Corabastos Nuestra historia*. 3 de julio de 2011 En:

- <http://www.corabastos.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=45&Itemid=56>.
4. Ruano, R. (s.f.). *COSO II – ERM y el Papel del Auditor Interno*. En: <http://auditor2006.comunidadcoomeva.com/blog/uploads/1-PresentacinRafaelRuano-PriceWaterHouseCoopers-COSOII-ERMyelRoldeAuditorInterno.pdf>.
 5. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. *Gestión del Riesgo*. NTC-ISO 31000. Bogotá D.C.: 2009. 29 p.
 6. Ministerio De Minas Y Energía. (2004). *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas*. RETIE. Bogotá D.C.: pp. 22.
 7. *Extintores Portátiles Contra Incendios*, NTC 2885. Bogotá D.C. 2009. pp. 123.
 8. Vega T., A. (s.f.). *Procedimientos para la Auditoría de Planes de Emergencias*. Bogotá, D. C., Colombia: Universidad Distrital FJC.
 9. Norma sobre administración de emergencias/desastres y programas para la continuidad del negocio, NFPA 1600. Edición 2010.
 10. Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios, NFPA 10. Edición 2007
 11. Alcaldía Mayor de Bogotá. *Prevención y atención de emergencias. Plan de emergencias de Bogotá. (DPAE)*. (2009). En: <http://www.fopae.gov.co/portal/page/portal/fopae>.
 12. Alcaldía Mayor de Bogotá. *Sistema de información para la gestión de riesgos y atención de emergencias de Bogotá. (SIRE)*. En: <http://www.sire.gov.co/portal/page/portal/sire>.
 13. República de Colombia, Instituto Nacional de Salud. (2010). *Manual de Gestión Integral de Residuos*.
 14. Higiene y seguridad. *Medidas de seguridad en edificaciones. Medios de evacuación*, NTC 1700. Bogotá D.C.
 15. Niño E. J., (2004). *El error humano y el control de las causas de los accidentes*. MAPFRE seguridad. No 94 – segundo trimestre.
 16. Duque, G. (2008). *Gestión del riesgo natural y el caso de Colombia*. En: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1699/1/gonzaloduqueescobar.20089.pdf>
 17. Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del sector agropecuario (SIPSA). (2012). *Características de las instalaciones y el abastecimiento en Corabastos*. Bogotá D.C.
 18. Insisoc Social Systems Engineering Centre. (s.f.). *NetLogo un manual en español*. En: <https://sites.google.com/site/manualnetlogo/introduccion-escenario-simulacion>.
 19. Alcaldía Mayor de Bogotá. (2004). *Recorriendo Kennedy 2004. Diagnóstico físico y socioeconómico de las localidades de Bogotá D.C*. Bogotá D.C.
 20. Bogotá, C. d. (2010). *Observatorio de Seguridad en Bogotá*. Edición especial. Riesgo Asociado a la Actividad Empresarial en Bogotá. Bogotá D.C.
 21. Departamento para la industria y el medio ambiente. *Concientización y preparación para emergencias a nivel local: un proceso para responder a los accidentes tecnológicos. Modelo APELL*. Francia.: PNUMA, 1989.