



SUBSECRETARIA DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ



SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



**INFORME TÉCNICO  
DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PRESENTA:**

**DULCE ANALY CABRERA LÓPEZ**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

**Implementación del método de análisis de modo y efecto de falla  
para la identificación y evaluación de riesgos en maquinaria, equipo  
y operaciones en Volkswagen de México S.A. de C.V.**

**ASESOR**

**DR. SABINO VELÁZQUEZ TRUJILLO**

**REVISORES**

**DR. ELÍAS NEFTALÍ ESCOBAR GÓMEZ**

**ING. JOSE DEL CARMEN VÁZQUEZ HERNÁNDEZ**

**TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS A 16 DE ENERO DE 2012.**

# VOLKSWAGEN

DE MEXICO

Puebla, Pue a 25 de Enero de 2012

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ

PRESENTE

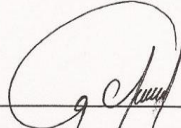
AT'N: MC. ROBERTO CARLOS GARCÍA GOMEZ  
JEFE DEL DEPTO. DE GESTIÓN TECNOLÓGICA  
Y VINCULACIÓN

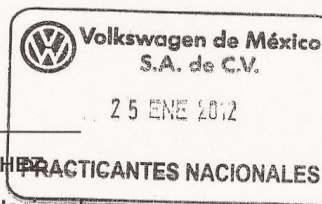
Por medio de la presente se hace constar que **CABRERA LOPEZ DULCE ANALY** con **NÚMERO CONTROL 07270402** de la carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** del plantel a su cargo, realizó **RESIDENCIAS PROFESIONALES** en Volkswagen de México, participando en el desarrollo del proyecto **IMPLEMENTACION EL METODO DEL ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN MAQUINARIA, EQUIPO Y OPERACIONES**, bajo la asesoría de **TABASCO ESPOSITO PASQUALE**, durante el período comprendido del **29 DE JUNIO DE 2011** hasta el **29 DE DICIEMBRE DE 2011** con horario de **8:00 a 17:00** horas para así cubrir **960** horas.

Se extiende la presente a petición del interesado para los fines que a él convenga.

ATENTAMENTE



  
Lic. MARIA MAGALI ISLAS SANCHEZ  
Coordinación General de Practicantes Nacionales



Puebla, Puebla; 25/enero/2012  
ASUNTO: Constancia de informe técnico

OFICIO S/N

**M.C. JORGE OROZCO TORES**  
**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**INSTITUTO TECNOLÓGICO D TUXTLA GUTIÉRREZ**  
**TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS**  
**Presente**

El que suscribe especialista del departamento de Seguridad Industrial de la empresa Volkswagen de México S. A. de C. V. , hace constar que el C. Dulce Analy Cabrera López presentó su informe técnico correspondiente a su residencia profesional titulado "Implementación del Análisis de Modo y Efecto de Falla para la identificación y evaluación de riesgos en maquinaria, equipo y operaciones en Volkswagen de México S.A. de C.V."; asesorado por el M.C. Sabino Velázquez Trujillo docente del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.

Se extiende la presente a los veinticinco días del mes de enero del 2012, para los usos legales que crea conveniente.

Sin otro particular, quedo de usted.

**MUY RESPETUOSAMENTE**

---

**ING. Rodrigo Oswaldo Martínez Gómez**

C.C.P.- Dr. Elías N. Escobar Gómez, presidente de la academia de Ing. Industrial.  
C.C.P.- ARCHIVO

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ



SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



DIRECCIÓN  
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas., 28/MARZO/2012

OFICIO DEP-CT-065 -2012

C. DULCE ANALY CABRERA LÓPEZ  
PASANTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
EGRESADO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ.  
P R E S E N T E.

Habiendo recibido la liberación del informe técnico del proyecto denominado:

**"IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA PARA EL ANÁLISIS  
DE RIESGOS EN MÁQUINA EQUIPO Y OPERACIONES EN VOLKSWAGEN DE MÉXICO"**

Y en cumplimiento con los requisitos normativos para obtener el Título Profesional, comunico a usted que se  
**AUTORIZA** la impresión del Trabajo Profesional.

Sin otro particular quedo de usted reiterándole mis más finas atenciones.

**A T E N T A M E N T E**

**"CIENCIA Y TECNOLOGÍA CON SENTIDO HUMANO"**

**ING. ROBERTO CIFUENTES VILLAFUERTE**  
**JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES.**

C.c.p.- Departamento de Servicios Escolares  
C.c.p.- Expediente  
f'RCV/L'ORC



Secretaría de Educ. Pública  
Instituto Tecnológico  
de Tuxtla Gutiérrez,  
Div. de Est. Profesionales

Carretera Panamericana Km.1080, . C.P. 29050, Apartado Postal 599  
Teléfonos: (961) 61 5-03-80 (961) 61 5-04-61 Fax: (961) 61 5-16-87  
<http://www.itg.edu.mx>



Alcance del Sistema: Proceso Educativo

## Resumen

En la actualidad las empresas están enfocadas a erradicar las inspecciones y el retrabajo en los procesos, es por ello que el AMEF pretende detectar las fallas, priorizar la atención de las mismas y sobretodo tener el control de las acciones llevadas a cabo y tener con esto un proceso de mejora continua.

La implementación del método de Análisis de Modo y Efecto de Falla en la identificación y evaluación de riesgos en el departamento de seguridad industrial en Volkswagen de México pretende lograr la realización del análisis de manera cuantitativa y priorizar las actividades de prevención y corrección de acuerdo a la severidad del riesgo.

En el apartado que corresponde al fundamento teórico recalca la importancia del análisis de modo y efecto de fallas para el área de seguridad industrial de toda empresa, con el objetivo de mejorar las condiciones laborales y minimizar el impacto de los riesgos en la salud e integridad del trabajador.

En el apartado que corresponde a la metodología a desarrollar se adoptan los pasos del AMEF aunque algunas fases sufren modificaciones para ser adaptadas a los procesos o actividades de Volkswagen de México.

En la exposición de resultados, las áreas evaluadas fueron las siguientes: almacén central, laboratorio central, central de bomberos, almacén de refacciones, seguridad VWM y estampado mecanizado; en cada una de estas áreas de trabajo se detectaron las actividades que se realizan así como los peligros potenciales y riesgos a los que el personal se encuentra expuesto, posteriormente y conforme la metodología propuesta se llevó a cabo el análisis y la evaluación.

La conclusión a la que se llega con la aplicación del método de Análisis de Modo y Efecto de Falla es la identificación detallada de los factores peligrosos y riesgos en

áreas de trabajo y la atención prioritaria a situaciones que generan mayor impacto en los trabajadores, cabe mencionar que la aplicación de herramientas estadísticas proporcionarán al método la exactitud necesaria para la atención a los riesgos.

# Índice

<b>Introducción</b>	1
<b>1. Caracterización del Proyecto</b>	
1.1. Antecedentes	4
1.2. Definición del problema	4
1.3. Objetivos	5
1.4. Justificación	5
1.5. Delimitación	5
1.6. Impactos	6
<b>2. Descripción del Sistema</b>	
2.1. Antecedentes	8
2.2. Razón social	10
2.3. Ubicación	10
2.4. Misión	10
2.5. Visión	10
2.6. Políticas y valores	11
2.7. Estructura organizacional	11
2.8. Actividades principales	13
<b>3. Fundamento Teórico</b>	
3.1. Conceptualización del Análisis de Modo y Efecto de Falla	17
3.2. Antecedentes del Análisis de Modo y Efecto de Falla	18
3.3. Objetivos del Análisis de Modo y Efecto de Falla	20
3.4. Beneficios del Análisis de Modo y Efecto de Falla	21
3.5. Tipos de Análisis de Modo y Efecto de Falla	22
3.6. Metodologías del Análisis de Modo y Efecto de Falla	23
3.7. En qué Momento Iniciar un Análisis de Modo y Efecto de Falla	31

3.8	Aplicaciones del Análisis de Modo y Efecto de Falla	31
3.9.	Aplicación del AMEF en la seguridad industrial y el análisis de riesgos	33
3.10.	Riesgo: Conceptos y tipos	34
3.11.	El análisis de riesgos	35
3.12.	Origen del análisis de riesgos	36

#### **4. Metodología Propuesta**

4.1.	Integración de las fases	39
4.2.	Desarrollo de las fases	39
	Fase 1. Determinación del proceso o producto a analizar	39
	Fase 2. Condiciones actuales de trabajo	39
	Fase 3. Identificar modos potenciales de falla	42
	Fase 4. Identificar y determinar la causa y efecto de la falla	43
	Fase 5. Cálculo de la severidad, ocurrencia y grado de detección	43
	Fase 6. Cálculo del número de prioridad de riesgo (NPR)	47
	Fase 7. Medidas preventivas y correctivas	48
	Fase 8. Plan de acciones	49
	Fase 9. Cálculo del número de prioridad de riesgo de acciones tomadas	50

#### **5. Análisis De Resultados**

5.1.	Nave 38 G, Almacén Central	54
5.2.	Nave 60, laboratorio central	63
5.3.	Nave 60, Laboratorio Central Área Metalográfica	70
5.4.	Nave 38, Central de Bomberos	77
5.5.	Nave 38 Central de Bomberos, Cuarto de Polvos	84
5.6.	Nave 31, Almacén de Refacciones	92
5.7.	Nave 31, Almacén de Refacciones, Actividad de Montacargas	100
5.8.	Nave 43, Centro Canófilo Seguridad VWM	108
5.9.	Nave 43, Centro Canófilo Seguridad VWM	116
5.10.	Nave 1, Estampado Calle 9 y 15	124



## **6. Conclusiones y Recomendaciones**

6.1.	Conclusiones	131
6.2.	Recomendaciones	135
	Fuentes consultadas	136

## Lista de tablas

Tabla 3.1	Criterios y Puntuaciones para la Severidad del Efecto de la Falla	28
Tabla 3.2	Cálculo de la Probabilidad de Ocurrencia	29
Tabla 3.3	Cálculo de la Detectabilidad de fallas	30
Tabla 4.1	Evaluación de Severidad de Riesgos	44
Tabla 4.2	Evaluación de Probabilidad de Ocurrencia	45
Tabla 4.3	Evaluación de la Probabilidad de Detección	46
Tabla 4.4	Prioridades de Atención de NPR	50
Tabla 5.1	AMEF Almacén de muebles, Nave 38 G	56
Tabla 5.2	Plan de Acciones AMEF Almacén de Muebles	60
Tabla 5.3	AMEF Área Estática - Dinámica, Laboratorio Central	64
Tabla 5.4	Plan de Acciones AMEF Área Estática-Dinámica, Laboratorio Central	67
Tabla 5.5	AMEF Área Metalográfica , Laboratorio Central	71
Tabla 5.6	Plan de Acciones AMEF Área Estática-Dinámica, Laboratorio Central	74
Tabla 5.7	AMEF Central de Bomberos	78
Tabla 5.8	Plan de Acciones AMEF Central de Bomberos	81
Tabla 5.9	AMEF Cuarto de polvos, Central de Bomberos	85
Tabla 5.10	Plan de Acciones AMEF Cuarto de Polvos, Central de Bomberos	89
Tabla 5.11	AMEF Surtido Nacional y Exportación, Nave 31	93
Tabla 5.12	Plan de Acciones AMEF Surtido Nacional y Exportación, Nave 31	97
Tabla 5.13	AMEF Actividad de Montacargas, Nave 31	101
Tabla 5.14	Plan de Acciones de Actividad de Montacargas, Nave 31	105
Tabla 5.15	AMEF Centro Canófilo, Seguridad VWM	109
Tabla 5.16	Plan de Acciones de Centro Canófilo, Seguridad VWM	113

Tabla 5.17	AMEF de Actividades de Mantenimiento Menor, Seguridad VWM	117
Tabla 5.18	Plan de Acciones de Actividades de Mantenimiento Menor, Seguridad VWM	120
Tabla 5.19	AMEF Área Estampado Mecanizado, Nave 1	124
Tabla 5.20	Plan de Acciones Estampado Mecanizado, Nave 1	128

## Lista de figuras

Figura 2.1	Organigrama del Departamento de Seguridad Industrial	12
Figura 2.2	Ubicación Geográfica de Volkswagen de México	15
Figura 3.1	Formato de Resultados del AMEF	27
Figura 4.1	Fases del Análisis de Modo y Efecto de Falla	42
Figura 4.2	Programación de Actividades del Periodo Julio. Diciembre	43
Figura 4.3	Diagrama de Ishikawa	46
Figura 4.4	Determinación de Criticidad	51
Figura 5.1	Condiciones Laborales Almacén Central	55
Figura 5.3	Diagrama de Ishikawa de Almacén Central Nave 38G	56
Figura 5.4	NPR Inicial Almacén Central	60
Figura 5.5	NPR Final Almacén Central	63
Figura 5.6	Condiciones Laborales Laboratorio Central	64
Figura 5.7	Diagrama de Ishikawa de Laboratorio Central Nave 60	65
Figura 5.8	NPR Inicial Laboratorio Central	68
Figura 5.9	NPR Final Laboratorio Central	70
Figura 5.10	Condiciones Laborales Estática-Dinámica	71
Figura 5.11	Diagrama de Ishikawa de Laboratorio Central Área Estática - Dinámica, Nave 60	72
Figura 5.12	NPR Inicial Estática-Dinámica	74
Figura 5.13	NPR Final Estática-Dinámica	76
Figura 5.14	Condiciones Laborales Central de Bomberos	77
Figura 5.15	Diagrama de Ishikawa de Central de Bomberos	78
Figura 5.16	NPR Inicial Central de Bomberos	81
Figura 5.17	NPR Final Central de Bomberos	83
Figura 5.18	Condiciones Laborales Cuarto de Polvos	84
Figura 5.19	Diagrama de Ishikawa de Cuarto de Polvos, Central de Bomberos	85
Figura 5.20	NPR Inicial Cuarto de Polvos	89

Figura 5.21	NPR Final Cuarto de Polvos	91
Figura 5.22	Condiciones Laborales Surtido Nacional y Exportación	92
Figura 5.23	Diagrama de Ishikawa de Surtido Nacional y Exportación, Nave 31	93
Figura 5.24	NPR Inicial Surtido Nacional y Exportación	97
Figura 5.25	NPR Final Surtido Nacional y Exportación	99
Figura 5.26	Condiciones Laborales Actividad de Montacargas	100
Figura 5.27	Diagrama de Ishikawa de Actividad de Montacargas, Nave 31	101
Figura 5.28	NPR Inicial Actividad de Montacargas	105
Figura 5.29	NPR Final Actividad de Montacargas	107
Figura 5.30	Condiciones Laborales Centro Canófilo	108
Figura 5.31	Diagrama de Ishikawa de Centro Canófilo, Seguridad VWM	109
Figura 5.32	NPR Inicial Centro Canófilo	112
Figura 5.33	NPR Final Centro Canófilo	124
Figura 5.34	Condiciones Laborales Actividades de Mantenimiento Menor	115
Figura 5.35	Diagrama de Ishikawa de Actividades de Mantenimiento Menor, Seguridad VWM	116
Figura 5.36	NPR Inicial Actividades de Mantenimiento Menor	119
Figura 5.37	NPR Final Actividades de Mantenimiento Menor	121
Figura 5.38	Condiciones Laborales Estampado	122
Figura 5.39	Diagrama de Ishikawa de Estampado, Nave 1	123
Figura 5.40	NPR Inicial Estampado	127
Figura 5.41	NPR Final Estampado	129

## Introducción

En la actualidad, las empresas están enfocándose a lograr un producto o servicio en el que la satisfacción del cliente sea lo más importante, por ello, un punto importante es el retrabajo, la erradicación de éste creará empresas con mayor índice de calidad y permanecerá en la preferencia del público.

La calidad en el producto, proceso y servicio es lo que ha llevado a generar estudios y modelos de aplicación para mejorar estos aspectos en la industria.

El Análisis de Modo y Efecto de Falla es una herramienta que se enfoca en la detección de las fallas que se generan en el proceso de toda industria y en todos los ámbitos, desde la producción hasta el servicio que se ofrece al cliente.

En éste proyecto, la implementación del modelo es en el área de Seguridad Industrial; el impacto que se pretende lograr es fijar prioridades de atención de riesgos.

A continuación se presenta el contenido capitular del proyecto en Volkswagen de México.

Para dar inicio al proyecto en el **capítulo 1** se realiza la presentación, los objetivos que se pretenden alcanzar con su ejecución así como las diferentes partes de las que consta el protocolo.

En el **capítulo 2** del presente, se menciona la caracterización de la entidad en la cual fue desarrollado el proyecto, así como su importancia en el país, su historia y la manera en la que están distribuidos los puestos de trabajo y las actividades que se realizan en el departamento de seguridad industrial de Volkswagen de México.

El sustento del proyecto se encuentra en el **capítulo 3**, en él se encuentra la información a cerca del Análisis de Modo y Efecto de Falla y el Análisis de Riesgos, su importancia, aplicación y conceptos propios de los estudios de diversos autores.

Las etapas del proyecto en Volkswagen de México así como su descripción y las herramientas utilizadas para el seguimiento se presentan en el **capítulo 4**.

El **capítulo 5** se encuentra constituido por el análisis de los resultados que se obtuvieron con la aplicación del Análisis de Modo y Efecto de Falla, de acuerdo a la metodología propuesta descrita en el capítulo anterior, además del desglose conforme a las etapas.

Para finalizar, se presentan en el **capítulo 6** las conclusiones obtenidas así como aportes o recomendaciones hacia el proceso del análisis de riesgos para el departamento de seguridad industrial de Volkswagen de México.

**Capítulo 1**

**Caracterización del Proyecto**



## **1.1. Antecedentes**

La realización de los análisis de riesgos en Volkswagen de México ha tomado importancia debido a la magnitud de la planta y a la cantidad de personal expuesto a actividades en las que se ponga en riesgo su integridad física y psicológica.

El análisis de riesgo es una necesidad de la planta para poder dar cumplimiento al PASST (Programa de Autogestión en Seguridad y Salud en el Trabajo) involucrándose en este proceso la Secretaria del Trabajo y Previsión Social.

Actualmente se cuenta con una creciente demanda de análisis de riesgos en maquinaria, equipos y operaciones en diversas áreas de Volkswagen de México debido a que es un requisito de la STPS al llevar a cabo las auditorias internas.

Conforme el paso del tiempo se ha ido mejorando el proceso de los análisis de riesgos en planta, sobretodo perfeccionado el formato de registro en el que se encuentran plasmados los resultados que se detectan en las áreas de trabajo, con esto se logra el dominio del formato y la cooperación del personal para con el objetivo del análisis, mejorar las áreas de trabajo haciéndolas más seguras.

## **1.2. Definición del problema**

Implementación de un método con la posibilidad de controlar el proceso de análisis de riesgos así como proveer de una completa exploración de las actividades y determinar las medidas correctivas con un orden de prioridad.

### **1.3. Objetivos**

#### **Objetivo General**

Determinar cuantitativamente los efectos de los riesgos evaluados para fijar prioridades en las medidas preventivas en áreas de administración y producción de VOLKSWAGEN de México S.A. de C.V.

#### **Objetivos Específicos**

- Detectar los puntos críticos que requieren atención inmediata
- Conocer los modos potenciales de falla de los procesos y a partir de estos tomar las decisiones adecuadas.

### **1.4. Justificación**

Utilizar el procedimiento del análisis de modo y efecto de falla trae consigo múltiples beneficios entre los cuales se encuentran la detección eficaz de las fallas y riesgos, el control de los actos y condiciones inseguras y establecer prioridades de atención a actividades preventivas y correctivas que se realizan con la finalidad de mejorar las condiciones laborales en Volkswagen de México, con esto se logrará impactar en el aumento de la seguridad en las actividades y la disminución de los accidentes.

### **1.5. Delimitación**

El análisis de los riesgos en máquinas, equipos y operaciones que se lleva a cabo mediante el proceso y formato del análisis de modo y efecto de falla se desarrolla en áreas productivas y administrativas en Volkswagen de México, la selección de las áreas a analizar se realizará conforme la programación que la Secretaría del Trabajo

y Previsión Social a la par con la empresa han asignado para la consecución satisfactoria de dicho análisis.

Las áreas en las que se lleva a cabo el análisis de los riesgos comprenden naves administrativas y de producción seleccionadas por el Programa de Autogestión de Seguridad, Salud en el Trabajo las cuales son: Almacén Central Nave 38G, Seguridad VWM Nave 43, Laboratorio Central Nave 60, Almacén de Refacciones Nave 31, Central de Bomberos Nave 38 y Estampado Nave1.

El tiempo en el que se efectúa el análisis de riesgos comprende el periodo de Julio a Diciembre del año 2011, con un horario de 8:00 am a 5:00 pm de lunes a viernes.

## **1.6. Impactos**

**Impacto social:** Mediante la implementación del Análisis de modo y efecto de falla en el análisis de riesgos en Volkswagen de México es posible minimizar las condiciones de riesgo en las que el personal desempeña sus actividades.

**Impacto ético:** Con este método es posible minimizar la recurrencia de las condiciones de riesgo detectadas en las áreas de trabajo así mismo, la prevención de los accidentes estará bajo control. El análisis de modo y efecto de falla se verá reflejado en el aumento del nivel de seguridad que se brindará al personal en las áreas de trabajo

**Impacto económico:** Con este método es posible la reducción de inversión económica en las áreas de trabajo debido a que el AMEF se enfoca a detectar los puntos críticos sobre los cuales deberán tomarse acciones correctivas.

**Capítulo 2**  
**Descripción del Sistema**

## **2.1. Antecedentes**

Desde los inicios de la actividad productiva en Volkswagen de México ha existido el área encargada de salvaguardar la integridad del personal que en ella labora, conforme el paso de los años, ésta área se ha ido especializando, integrando a su equipo de trabajo a personal con las cualidades y aptitudes para desempeñar labores preventivas y de planeación.

El cambio de los sistemas, de los procesos y de las mejoras en las condiciones de trabajo ha llevado a que el departamento de seguridad industrial evolucione en sus actividades.

Haciendo una remembranza de las personalidades que han formado parte de tan importante área damos inicio con el Lic. Peter Hands quien fue el primer personaje que tomó a su cargo el departamento de seguridad industrial que en sus inicios perteneció al área de Ingeniería de Planta.

El Lic. Pablo Duarte, en el año de 1986 retoma el cargo de jefe del área en su periodo directivo el área denominada Ingeniería de Planta.

En el año de 1994 se logra la creación del área de Gestión de la salud, adjudicándole bajo su responsabilidad el área de comedores, el área de vigilancia y seguridad, el área de bomberos y es en éste año donde el área de Seguridad Industrial pasa a formar parte de este departamento bajo la gerencia del TUM Favio Contreras Martínez.

Debido a cambios en los procesos y administración, a principios del año 2000 se unen el área de bomberos y Seguridad Industrial y con este cambio llega consigo un gerente para estas dos áreas; TUM Julio Benítez Sainz. Ambas áreas comparten actividades y oficinas; la administración del departamento se llevaba a cabo de la siguiente manera: para cubrir las actividades de seguridad industrial el departamento

contaba con 5 especialistas, los cuales tenían asignadas diversas áreas y naves de toda la planta, es decir, cada especialista en seguridad estaba a cargo de varias áreas.

El departamento funcionó operativamente bien durante un periodo de tiempo, de la forma en que se incrementaron las actividades, la producción y por consiguiente, la cantidad de personal contratado en Volkswagen de México se tuvo la necesidad de mejorar los procesos de las actividades y por consiguiente de aumentar la cantidad de personal contratado en el departamento de seguridad industrial.

En el año 2010 se dio la contratación, cambio y reemplazo de personal, dada esta situación llega a seguridad industrial el Lic. Pasquale Tabasco Esposito contratado como gerente del área.

Es en este año en donde se termina la fusión de seguridad industrial y bomberos, por lo cual se convierten en áreas independientes; con ésta reciente gerencia se dan cambios para beneficio de la organización y del alcance del departamento hacia la totalidad de Volkswagen de México, estos cambios son: la contratación de mayor número de personal especialista en Seguridad Industrial, diferente administración con enfoque en la prevención y en el desarrollo del sentido humano, la asignación de las áreas por especialista se terminó y con mayor número de personal cada especialista tiene asignado un tema en específico para todas las áreas administrativas y de producción.

En la actualidad este sistema es funcional y ha llevado a la obtención de sobresalientes resultados en la mejora de los incidentes y accidentes en el área de trabajo.

## **2.2. Razón social**

Volkswagen de México

## **2.3. Ubicación**

Volkswagen de México se encuentra ubicada en Calle: Autopista México – Puebla, Km. 116, Cuautlancingo, Puebla; en la **Figura 2.2** se encuentra plasmada la distribución geográfica de la plana.

## **2.4. Misión**

Gestionar diversas técnicas que permitan localizar, analizar, corregir o minimizar los riesgos inherentes a las áreas de trabajo, para establecer las medidas de prevención de emergencias, accidentes y/o enfermedades ocupacionales. Vigilando el cumplimiento normativo de los requisitos nacionales, internacionales y del Grupo Volkswagen.

## **2.5. Visión**

Ser los mejores prestadores de servicios en materia de seguridad e higiene industrial, para contribuir a los objetivos y a la buena imagen de VWM y del Consorcio.

## 2.6. Políticas y valores

### Principios

- Orientación a la mejora continua en nuestros procesos
- Cumplir con los requisitos nacionales, internacionales y del grupo Volkswagen en materia de: calidad en los productos y servicios, prevención de la contaminación ambiental, seguridad y salud laboral.
- Fomentar una actitud de excelencia en todos nuestros colaboradores y socios comerciales.

### Valores

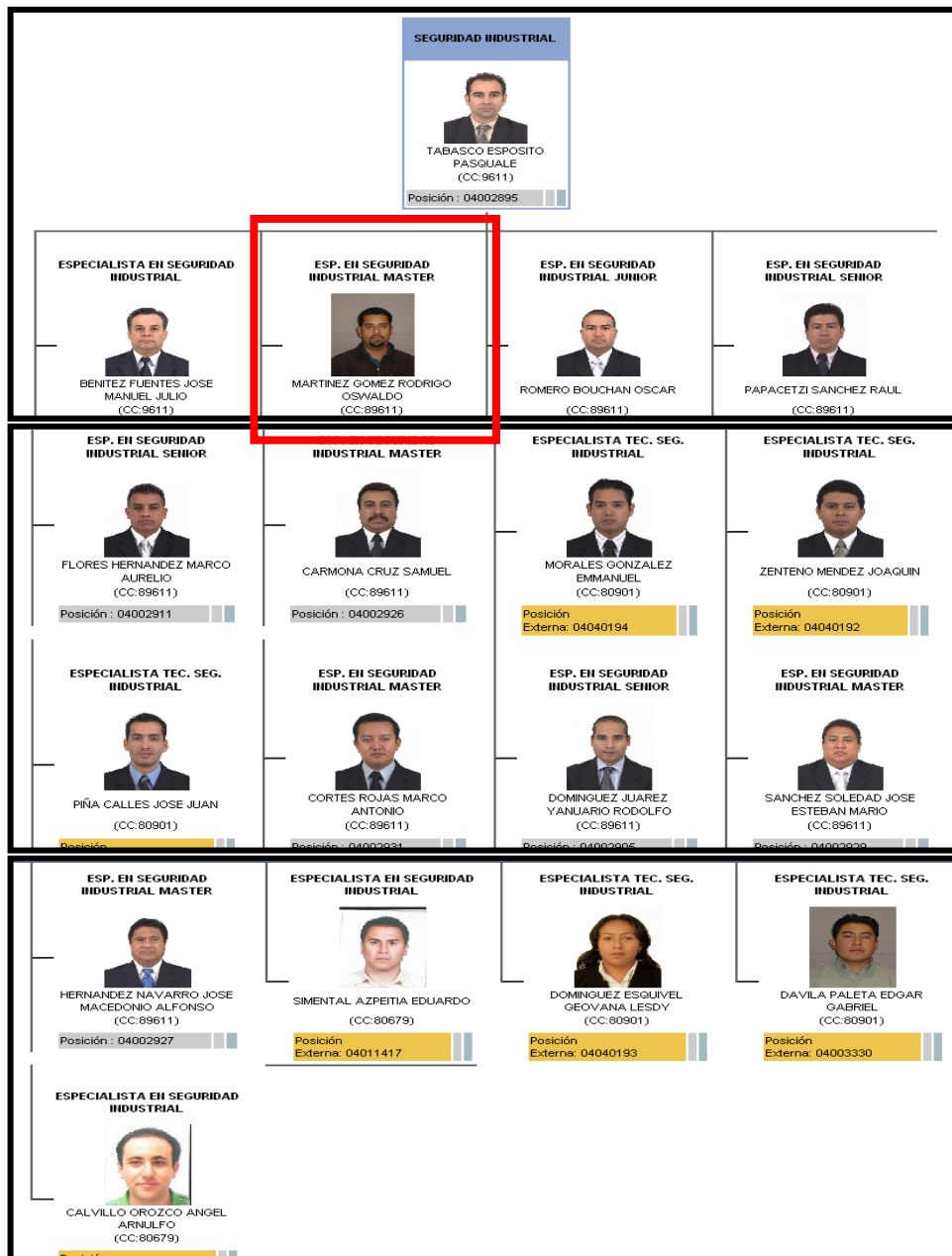
- Cercanía al cliente
- Alto desempeño
- Crear valores
- Capacidad de renovación
- Respeto
- Responsabilidad
- Desarrollo sustentable

## 2.7. Estructura organizacional

El departamento de seguridad industrial en Volkswagen de México se encuentra estructurado conforme lo establece la **figura 2.1**, se encuentra bajo la gerencia del Lic. Pasquale Tabasco Esposito y subdividido en categorías Especialista Máster y especialista Sénior.



El área que se encuentra señalada con un recuadro rojo tiene a su cargo la actividad del análisis de riesgos en Volkswagen de México y es en ésta en donde se implementará el AMEF.



**Figura 2.1** Organigrama del Departamento de Seguridad Industrial  
Fuente: Intranet Volkswagen de México (2011)

## **2.8. Actividades principales**

- Investigación de accidentes

Objetivo: Obtener y verificar información sobre las causas, técnicas de operación que originaron los incidentes y/o accidentes, para determinar en conjunto con las áreas involucradas cuales serán las medidas correctivas que se implementaran para evitar la ocurrencia de incidentes y/o accidentes similares. Adicionalmente con los datos que contiene el reporte, se elaboran programas de seguridad específicos para la prevención de estos e información general sobre accidentabilidad.

- Análisis de accidentabilidad

Objetivo: Realizar el reporte de análisis de accidentabilidad, para dar a conocer a las áreas, la causa, tipo de lesión y partes del cuerpo afectadas.

- Elaboración de estadísticas de accidentabilidad

Objetivo: Mantener informados a los directivos y gerentes de las áreas del comportamiento de accidentabilidad de manera que tomen las acciones requeridas para el control y disminución de los accidentes, con base en la información.

- Inspecciones de seguridad

Objetivo: Detectar condiciones de peligro y riesgo de incidentes, accidentes o enfermedades profesionales y proponer medidas preventivas y/o correctivas para su corrección o control, de manera que no representen daño a la salud del personal.

- Análisis de riesgos en máquinas, equipos y operaciones (ARMEO's)

Objetivo: Establecer la metodología para llevar a cabo el análisis de los riesgos presentes en maquinaria, equipo y operaciones de manera uniforme, así como, establecer las responsabilidades y plazos para dar solución a los riesgos evaluados.

- Auditorias internas de DOL (Disciplina, Orden, Limpieza)

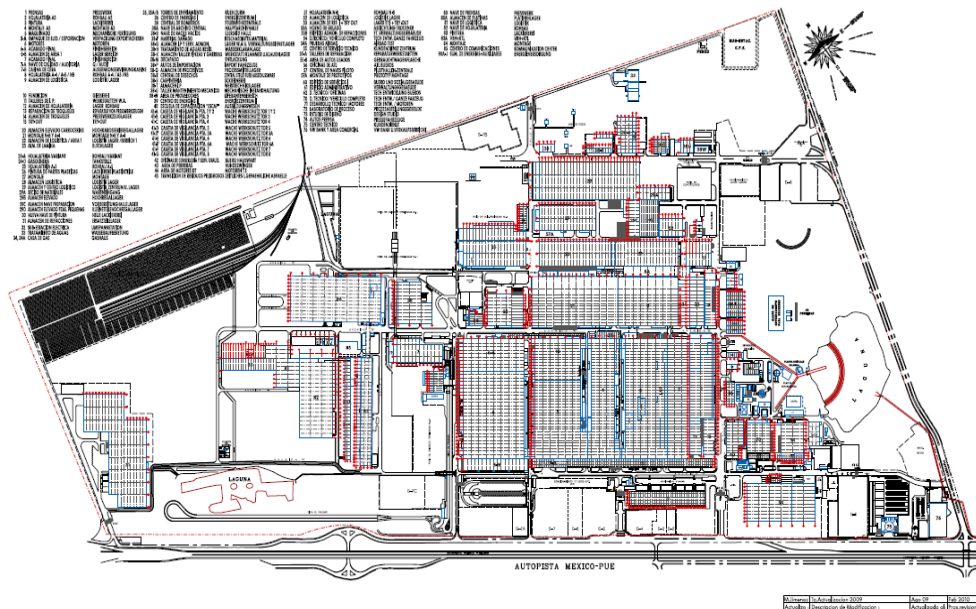
Objetivo: Mantener en forma constante un estado de orden y limpieza en todas las instalaciones a cargo del área de Seguridad Industrial y Protección Contra Incendio, a fin de permanecer dentro del rango de calificación de 1.6 que es la meta para Volkswagen de México.

- Equipo de protección personal

Objetivo: Definir los criterios a seguir para la adquisición del equipo de protección personal en VWM.

- Estándares de seguridad industrial

Objetivo: Regular la Elaboración, Revisión y Actualización de los "Estándares de Seguridad Industrial" en Volkswagen de México.



**Figura 2.2** Ubicación geográfica de Volkswagen de México  
 Fuente: Planeación Ambiental. Volkswagen de México (2011)

**Capítulo 3**  
**Fundamento Teórico**

### 3.1. Conceptualización del Análisis de Modo y Efecto de Falla

A continuación se presentan las definiciones a cerca del Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) que proporcionan diversos autores.

Izar Landeta (2004) define al AMEF de la siguiente manera: Siglas de Análisis de Modo y Efecto de Falla, es una técnica colaborativa utilizada para el mejoramiento continuo de un proceso y consiste en detectar los puntos de falla posibles de un proceso y ponderar en cada uno de ellos los criterios de probabilidad de ocurrencia, severidad en caso de falla y detección.

Escalante Vázquez (2008) indica que el análisis de modo y efecto de fallas es un grupo sistemático de actividades con el propósito de:

- Reconocer y evaluar las fallas potenciales de un producto o proceso, y los efectos de dichas fallas
- Identificar acciones que podrían eliminar o reducir la posibilidad de que ocurra fallas potenciales
- Documentar todo el proceso.

Las características del AMEF son: minimizar la probabilidad de una falla o minimizar el efecto de la falla; se efectúa previamente a la finalización del concepto o previamente al inicio de la producción; es un proceso interactivo sin fin, y es una manera de documentar el diseño y el proceso.

“Es una herramienta de predicción y prevención y se puede aplicar tanto al diseño como a la mejora del proceso o producto” (Serra Belenguer, 2004)

Acuña Acuña (2003) menciona que es una técnica que sirve para hacer estudios mas detallados de modos de falla y calcular riesgos para establecer medidas correctivas sobre aquellos problemas que se detecten como críticos.

Miranda Rivera (2006) describe que el Análisis de Modo y Efecto de Falla es una herramienta que relaciona las fallas o defectos de las características del proceso que afectan las salidas del proceso.

De acuerdo a los conceptos proporcionados por diversos especialistas y autores se propone una definición aproximada del concepto de AMEF.

El AMEF o Análisis de Modo y Efecto de Falla es un método dirigido a lograr el aseguramiento de la Calidad, que mediante el análisis sistemático, contribuye a identificar y prevenir los modos de falla, tanto de un producto como de un proceso, evaluando su gravedad, ocurrencia y detección, mediante los cuales, se calculará el número de Prioridad de Riesgo, para priorizar las causas, sobre las cuales habrá que actuar para evitar que se presenten dichos modos de falla.

El uso del AMEF se enfoca en nuevos diseños, nueva tecnología o procesos nuevos, cuando se hacen modificaciones a diseños o procesos existentes, cuando se usa un diseño o proceso existente en un nuevo ambiente, o en un nuevo lugar, o una nueva aplicación; sin embargo también se puede usar en procesos que ya están instalados y funcionando, y también como técnica de solución de problemas.

### **3.2. Antecedentes del Análisis de Modo y Efecto de Falla**

La disciplina del AMEF fue desarrollada en el ejército de la Estados Unidos por los ingenieros de la National Agency of Space and Aeronautical (NASA), y era conocido como el procedimiento militar MIL-P-1629, titulado "Procedimiento para la Ejecución de un Modo de Falla, Efectos y Análisis de criticidad" y elaborado el 9 de noviembre

de 1949; este era empleado como una técnica para evaluar la confiabilidad y para determinar los efectos de las fallas de los equipos y sistemas, en el éxito de la misión y la seguridad del personal o de los equipos<sup>1</sup>.

En 1988 la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), publicó la serie de normas ISO 9000 para la gestión y el aseguramiento de la calidad; los requerimientos de esta serie llevaron a muchas organizaciones a desarrollar sistemas de gestión de calidad enfocados hacia las necesidades, requerimientos y expectativas del cliente, entre estos surgió en el área automotriz el QS 9000, éste fue desarrollado por la Chrysler Corporation, la Ford Motor Company y la General Motors Corporation en un esfuerzo para estandarizar los sistemas de calidad de los proveedores; de acuerdo con las normas del QS 9000 los proveedores automotrices deben emplear Planeación de la Calidad del Producto Avanzada (APQP), la cual necesariamente debe incluir AMEF de diseño y de proceso, así como también un plan de control.

Posteriormente, en febrero de 1993 el grupo de acción automotriz industrial (AIAG) y la Sociedad Americana para el Control de Calidad (ASQC) registraron las normas AMEF para su implementación en la industria, estas normas son el equivalente al procedimiento técnico de la Sociedad de Ingenieros Automotrices SAE J - 1739.

Los estándares son presentados en el manual de AMEF aprobado y sustentado por la Chrysler, la Ford y la General Motors; este manual proporciona lineamientos generales para la preparación y ejecución del AMEF.

- 
- <sup>1</sup>Tomado de la página electrónica: Quality-One International Discover the value:  
<http://www.quality-one.com/services/fmeaES.php>



Actualmente, el AMEF se ha popularizado en todas las empresas automotrices americanas y ha empezado a ser utilizado en diversas áreas de una gran variedad de empresas a nivel mundial.

Escalante Vázquez (2008) se empezó a usar originalmente por la NASA en los años 60, pero fue dado a conocer por Ford Motor Co. en los 70's; es una metodología creada por la industria aeroespacial en los años 60's.

Fue incorporada por Ford Motor Company, Chrysler y General Motors en 1988.

La AIAG (Automotive Industry Action Group) y la ASQC (American Society for Quality Control) crearon y controlaron los estándares del PFMEA en 1993.

Se creó con el compromiso de las empresas hacia la mejora continua tanto de productos como de procesos; el PFMEA se convirtió en una técnica para identificar y ayudar a eliminar posibles problemas.

### **3.3. Objetivos del Análisis de Modo y Efecto de Falla**

- Satisfacer al cliente
- Introducir en las empresas la filosofía de la prevención
- Identificar los modos de falla que tienen consecuencias importantes respecto a diferentes criterios: disponibilidad, seguridad, etc.
- Precisar para cada modo de falla los medios y procedimientos de detección
- Adoptar acciones correctivas y/o preventivas, de forma que se supriman las causas de falla del producto, en diseño o proceso
- Valorar la eficacia de las acciones tomadas y ayudar a documentar el proceso

### 3.4. Beneficios del análisis de modo y efecto de falla

Los principales beneficios que se obtienen al aplicar este método

Son los siguientes<sup>2</sup>:

- **Potencia la atención al cliente**

En la aplicación del método AMFE y la consiguiente reducción, al mínimo, del Número de Prioridad de Riesgo, lo que se pretende es que el efecto para los clientes (tanto externos como internos) de los posibles modos de falla sea el mínimo posible, esto se consigue mediante las acciones correctivas.

- **Potencia la comunicación entre los departamentos**

La organización para la realización del AMFE requiere que diversos departamentos de la empresa colaboren en la búsqueda de los modos de falla y sus soluciones, ésta interacción facilita la comunicación entre departamentos, de forma que los problemas no se observan como relativos a un departamento, sino al conjunto de la empresa.

- **Facilita el análisis de los productos y los procesos**

La estructuración sistemática del AMFE permite recopilar una enorme cantidad de información que de otra forma sería imposible, además, proporciona la información necesaria para decidir qué es lo que se debe hacer y por qué, de forma clara y concisa, fomentando la participación del grupo.

- **Mejora la calidad de los productos y los procesos**

El AMFE permite, mediante la ponderación y la selección, proponer y aplicar las acciones correctivas que mejoran el diseño o el proceso, de forma que se reduce el

---

• <sup>2</sup> Tomado de la página electrónica: Quality-One International Discover the value:  
<http://www.quality-one.com/services/fmeaES.php>

riesgo de ocurrencia de ineficacias y, por lo tanto, el resultado es una mejora de la calidad del producto o del proceso.

- **Reduce los costos operativos**

La filosofía de la prevención y de la mejora continua, que subyace en el AMFE, ayuda a eliminar las ineficiencias existentes, con la consiguiente reducción en tiempo y dinero.

- **Ayuda a cumplir con requisitos ISO 9000 y directivas europeas de responsabilidad de productos**

La razón por la que el AMFE se aplica a todos los apartados de la norma ISO 9000, es porque el AMFE comparte el objetivo y el espíritu de modo de prevención que impregna este estándar; se debe recordar siempre que por definición el AMFE es una herramienta que quiere optimizar el sistema, diseño, proceso y/o servicio a través de la modificación, mejora y/o eliminación de cualquier problema conocido o potencial.

El AMEF, análisis de modo y efecto de falla es una herramienta que relaciona las fallas o defectos de las características del proceso que afectan las salidas del proceso.

### **3.5. Tipos de Análisis de Modo y Efecto de Falla**

- **AMEF de diseño**

Consiste en el análisis preventivo de los diseños, buscando anticiparse a los problemas y necesidades de los mismos.

El AMEF de diseño es una etapa anterior al inicio de todo proceso debido a que se debe realizar todas las acciones correctivas o de mejora para evitar fallas en etapas posteriores y minimizar el retrabajo.

El objetivo del AMEF de diseño es el producto o todas las actividades que se relacionan con su realización; el análisis se lleva a cabo para la selección de los materiales, su aspecto físico y los problemas de todo el proceso.

- **AMEF de proceso**

Es el análisis de modo y efecto de falla potenciales de un proceso de fabricación, para asegurar la calidad del producto y, cuanto de él dependa, la fiabilidad de las funciones exigidas por el cliente.

En el AMEF de proceso lleva a cabo el análisis de las fallas del producto provenientes de las fallas en el proceso de producción hasta la entrega al cliente.

Las fallas que analiza el AMEF de proceso en diferentes elementos son: materia prima, equipo mano de obra, métodos y entorno.

### **3.6. Metodologías del Análisis de Modo y Efecto de Falla**

De acuerdo al proceso planteado por Stamatis, 1995, Edgardo, Escalante (2008) la modifica y propone una metodología que consta de 7 pasos básicos para la implementación del AMEF los cuales son:

1. Seleccionar al equipo y realizar lluvia de ideas (formado por personal de diferentes áreas)
2. Elaborar diagrama de bloques o diagrama de flujo de proceso
3. Obtener datos de fallas y llenado de la forma

4. Análisis de la información, pueden ser análisis cuantitativos o cualitativos.
5. Recomendar acciones de mejoramiento
6. Evaluar las acciones
7. Continuar con las mejoras

Acuña (2003) incrementa acciones para la metodología anterior, con lo cual su propuesta es la siguiente:

1. Formar el equipo
2. Identificar funciones
3. Identificar modos de falla
4. Identificar efectos de modos de falla
5. Determinar severidad
6. Aplicar procedimientos para consecuencias potenciales
7. Identificar posibles causas
8. Determinar ocurrencias
9. Calcular criticidad
10. Identificar diseño o controles de proceso
11. Determinar detección
12. Calcular el número de prioridad de riesgo
13. Tomar acciones para reducir el riesgo

De acuerdo a las metodologías anteriores, se ha llegado al establecimiento de un formato para la realización del AMEF de manera que integra todos los aspectos a considerar en el desarrollo del análisis, en la **figura 3.1** es posible ver la conformación del formato de resultados del AMEF.

A continuación se presentan los conceptos de diversos autores a cerca de los criterios a evaluar en el proceso de implementación del AMEF.

## **Modo de Falla**

Atehortúa (2005), es la manera en que el componente, pieza, actividad, subsistema o sistema podría potencialmente fallar en el cumplimiento de la función asignada.

## **Severidad**

Atehortúa (2005) define la severidad como una calificación cualitativa/cuantitativa del impacto de la falla sobre los objetivos del producto, proceso o sistema al que se está haciendo el AMEF; está relacionado con la seguridad del cliente o las partes interesadas, su percepción acerca de la falla y la pérdida de funcionalidad del producto, proceso o sistema.

Barreiro Torres (2002), la severidad es el rango asociado con el más serio efecto para un modo de falla.

En la **tabla 3.1** se encuentra la tabla de evaluación de la severidad para el Análisis de Modo y Efecto de Falla.

## **Ocurrencia**

La probabilidad de ocurrencia es una calificación cualitativa o cuantitativa de la ocurrencia posible de cada causa; la escala debe definirse en función del tipo de actividades del proceso o de las características del producto al que se está haciendo el AMEF. Atehortúa, Federico (2005, 124).

Barreiro Torres (2002), se denomina ocurrencia a la frecuencia con que se prevé que ocurra la causa/mecanismo de la falla.

La **tabla 3.2** propone la evaluación de la ocurrencia de una falla en el Análisis de Modo y Efecto de Falla.

## **Detección**

Atehortúa (2005), es la calificación cualitativa o cuantitativa del control existente. Va desde la total incertidumbre, cuando no existen controles para prevenir o detectar la causa o modo de falla, hasta la total certidumbre cuando los controles existentes detectan con seguridad una causa potencial.

En la **tabla 3.3** se encuentra plasmada la evaluación y cálculo de la probabilidad de detección del AMEF.

## **Controles Existentes**

Lista de actividades existentes de prevención, verificación, validación u otras que son llevadas a cabo para asegurar que la causa bajo análisis no se presentará.

Barreiro Torres (2002), son descripciones del proceso que prevengan o detecten, en un alcance posible, la ocurrencia del modo de falla; estos controles pueden ser dispositivos a prueba y error, control estadístico del proceso o evaluaciones después del proceso.

Análisis del Modo y Efecto de Falla Potencial (AMEF de Proceso)										AMEF Número		1	
Descripción		2		Responsable del proceso		3		Página		De		4	
Año modelo / Vehículo (s)		5		Fecha de elaboración		6		Preparado por		7		Fecha del AMEF	
Equipo de trabajo		8		Clasificación		1		Responsable y fecha y fecha objetivo de cierre (Para la Acción Recomendada)		2		Resultados de las Acciones Tomadas	
Requerimientos del proceso / Funciones		9		Efectos Potenciales de la Falla		1		Severidad		1		Acciones Tomadas	
Modo de falla potencial		1		Causa(s) Potencial(es) / Mecanismo(s) de falla		1		Ocurrencia		1		Severidad	
				Controles del Proceso Actuales		1		Acciones recomendadas		1		Ocurrencia	
				NPR		1		NPR		1		Detección	
				Detección		1						NPR	

Figura 3.1 Formato de Resultados del AMEF

Fuente: Escalante Vázquez (2005)



**Tabla 3.1** Criterios y Puntuaciones para la Severidad del Efecto de la Falla

<b>CRITERIOS Y PUNTUACIONES PARA LA SEVERIDAD DEL EFECTO DE LA FALLA</b>		
<b>EFFECTOS</b>	<b>CRITERIO</b>	<b>PUNTUACION</b>
<b>Peligroso sin aviso</b>	<b>Cliente:</b> muy alto grado de severidad cuando el modo de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra incumplimiento de regularizaciones gubernamentales con previo aviso. <b>Proceso:</b> puede dañar al operador (máquina o ensamble) sin previo aviso.	<b>10</b>
<b>Peligroso con aviso</b>	<b>Cliente:</b> muy alto grado de severidad cuando el modo de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra incumplimiento de regularizaciones gubernamentales sin previo aviso. <b>Proceso:</b> puede dañar al operador (máquina o ensamble) con previo aviso.	<b>9</b>
<b>Muy alto</b>	<b>Cliente:</b> el producto o la parte son inoperables, debido a la pérdida de su función primaria. <b>Proceso:</b> el 100 % de la producción puede tener que ser desechada o reparada en el departamento de reparaciones en un tiempo mayor de una hora.	<b>8</b>
<b>Alto</b>	<b>Cliente:</b> el producto/parte operable, pero con bajo nivel de desempeño. <b>Proceso:</b> el producto tiene que ser clasificado y una porción (menor al 100%) desechada o el producto/parte reparada en el departamento de reparaciones en un tiempo entre una hora y media	<b>7</b>
<b>Moderado</b>	<b>Cliente:</b> el producto/parte operable, pero con dispositivos de confort/conveniencia inoperables. El cliente está insatisfecho. <b>Proceso:</b> una porción (menor al 100%) del producto puede tener que ser desechada sin clasificación o el producto/parte reparada en	<b>6</b>
<b>Bajo</b>	<b>Cliente:</b> el producto/parte operable, pero con dispositivos de comodidad/conveniencia operado en un nivel reducido de desempeño. <b>Proceso:</b> el 100% del producto puede tener que ser retrabajado o el producto/parte reparado fuera de la línea, pero no tiene que	<b>5</b>
<b>Muy bajo</b>	<b>Cliente:</b> ajuste. Acabado/rechinido y golpeteo de la parte presentan no conformidades. El defecto es apreciado por la mayoría de los clientes (mas del 75%). <b>Proceso:</b> el producto puede tener que ser clasificado sin desperdicio y una porción (menos de 100%) r	<b>4</b>

(Continuación tabla 3.1)

<b>Menor</b>	<b>Cliente:</b> ajuste, acabado/rechinido y golpeteo de la parte presentan no conformidades. El defecto lo notan 50% de los clientes. <b>Proceso:</b> una porción (menor a 100%) del producto puede tener que ser retrabajada sin desperdicio en la línea pero en la estación.	<b>3</b>
<b>Mínimo</b>	<b>Cliente:</b> ajuste, acabado/rechinido y golpeteo de la parte presentan no conformidades. El defecto lo notan solo clientes exigentes (menos del 25%). <b>Proceso:</b> una porción (menor al 100 %) del producto puede tener que ser retrabajada sin desperdicio en la línea	<b>2</b>
<b>Ninguno</b>	<b>Cliente:</b> sin efecto apreciable para el cliente. Ligeros inconvenientes de operación o para el operador. <b>Proceso:</b> sin efecto para el proceso.	<b>1</b>

Fuente: Escalante Vázquez (2005)

**Tabla 3.2** Cálculo de la Probabilidad de Ocurrencia

<b>PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LA CAUSA QUE PROVOCA EL FALLA</b>	<b>TASA DE FALLA</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
<b>Muy alta:</b> Fallas persistentes	> 100 por cada mil piezas	<b>10</b>
	50 por cada mil piezas	<b>9</b>
<b>Alta:</b> Fallas frecuentes	20 por cada mil piezas	<b>8</b>
	10 por cada mil piezas	<b>7</b>
<b>Moderada:</b> Fallas ocasionales	5 por cada mil piezas	<b>6</b>
	2 por cada mil piezas	<b>5</b>
	1 por cada mil piezas	<b>4</b>
<b>Baja:</b> Relativamente pocas fallas	0.5 por cada mil piezas	<b>3</b>
	0.1 por cada mil piezas	<b>2</b>
<b>Remota: la falla es improbable</b>	0.01 por cada mil piezas	<b>1</b>

Fuente: Escalante Vázquez (2005)

**Tabla 3.3** Cálculo de la Detectabilidad de Fallas

CRITERIOS	DETECCIÓN	TIPOS DE INSPECCIÓN			RANGO SUGERIDO DE MÉTODOS DE DETECCIÓN	CAL
		A	B	C		
<b>Casi imposible</b>	Certeza absoluta de no detección			X	No puede detectarse o no puede verificarse	<b>10</b>
<b>Muy remota</b>	Los controles probablemente no la detectarán			X	El control se logra solo con verificación indirecta o aleatoriamente	<b>9</b>
<b>Remota</b>	Los controles tienen poca probabilidad de detección			X	El control se logra solo con inspección visual	<b>8</b>
<b>Muy baja</b>	Los controles tienen poca probabilidad de detección			X	El control se logra solo con doble inspección visual	<b>7</b>
<b>Baja</b>	Los controles pueden detectarla		X	X	El control se logra con métodos gráficos como el CEP (Control Estadístico del Proceso)	<b>6</b>
<b>Moderada</b>	Los controles pueden detectarla		X		El control es basado en la medición de variables después de que la parte ha dejado la estación o en medidores tipo Pasa/No pasa que miden 100% de las partes después de que las partes han dejado la estación	<b>5</b>
<b>Moderadamente alta</b>	Los controles tienen buena oportunidad de detectarla	X	X		Detección del error en operaciones subsiguientes o las mediciones hechas en la puesta a punto o inspección de primera pieza (para causas de arranque solamente)	<b>4</b>
<b>Alta</b>	Los controles tienen buena oportunidad de detectarla	X	X		Detección del error en la estación o en operaciones subsiguientes de múltiples pasos de aceptación. No puede aceptar partes discrepantes	<b>3</b>

(Continuación tabla 3.3)

<b>Muy alta</b>	Los controles casi segurament e la detectarán	<b>X</b>	<b>X</b>		Detección del error en la estación (medición automática con dispositivo de paro automático). Las partes discrepantes no pasan.	<b>2</b>
<b>Casi seguro</b>	Los controles segurament e la detectarán	<b>X</b>			No pueden hacerse partes discrepantes porque el punto tiene prevención de errores desde el diseño del producto y del proceso	<b>1</b>

Fuente: Escalante Vázquez (2005)

### 3.7. En qué Momento Iniciar un Análisis de Modo y Efecto de Falla

Reyes Aguilar (2010), por definición el AMEF es una metodología orientada a maximizar la satisfacción del cliente mediante la reducción o eliminación de los problemas potenciales o conocidos; para cumplir con este objetivo el AMEF se debe comenzar tan pronto como sea posible, incluso cuando aun no se disponga de toda la información.

En concreto el AMEF se debería comenzar:

- Cuando se diseñan nuevos procesos o diseños
- Cuando cambian procesos o diseños actuales
- Cuando se encuentran nuevas aplicaciones para los productos o procesos
- Cuando se buscan mejoras para los procesos o diseños

### 3.8. Aplicaciones del Análisis de Modo y Efecto de Falla

Mario, Villacourt (1992), durante años, los modos de falla y análisis de efectos (FMEA) ha sido una parte integral de la ingeniería diseños, en su mayor parte, ha

sido una herramienta indispensable para las industrias como la aeroespacial y las industrias del automóvil.

Agencias de gobierno (es decir, de la Fuerza Aérea, la Armada) requieren que se FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) realizadas en sus sistemas para garantizar la seguridad, así como la fiabilidad. En particular, la industria del automóvil la industria ha adoptado FMEA en el diseño y fabricación / ensamblaje de automóviles.

Algunas de las aplicaciones en distintas ramas de la industria se presentan a continuación<sup>3</sup>:

### **Uso del AMEF en la Industria Médica**

Análisis de Modo y Efecto de Falla ha sido incorporado en muchas industrias adicionales a la Automotriz y la Aeroespacial. Equipo Médico y entrega de medicamentos ha incorporado AMEF como una medida para entender los riesgos no considerados por el personal de diseño y procesos; el AMEF permite a un equipo de personas revisar el diseño en los puntos críticos del desarrollo del producto y hacer comentarios y cambios ya sea al diseño del producto o del proceso anticipándose a las fallas potenciales.

Los Hospitales también empezaron a utilizar AMEF para prevenir la posibilidad de errores y fallas relacionados con una cirugía o administración de medicamentos incorrectos, el uso es impulsado por la Joint Comisión of Accreditation of Health Care Organizations (JCAHO).

---

<sup>3</sup> Tomado de la página electrónica: Quality-One International Discover the value: <http://www.quality-one.com/services/.fmeaES.php>.

## **AMEF en Desarrollo de Maquinaria**

La confiabilidad y el mantenimiento de la maquinaria son cruciales para muchas empresas de manufactura tal como los tiempos muertos de mantenimiento o las reparaciones, las cuales deben mantenerse al mínimo; AMEF es una herramienta la cual ayuda a los diseñadores y constructores de herramental y equipo a determinar cuando mejorar la confiabilidad de los componentes y cuando utilizar partes comunes.

## **AMEF en la Industria Aeroespacial y de Defensa**

Análisis de Modo y Efecto de Falla ha sido siempre parte de la industria Aeroespacial desde el primer uso en los cohetes, AMEF continúa siendo una parte integral del desarrollo de los Aviones, sistemas de Misiles, Radares, Comunicaciones, Electrónicos y otras tecnologías de interfase, nuevas innovaciones en esta tecnología de prevención ha mejorado su efectividad.

### **3.9. Aplicación del Análisis de Modo y Efecto de Falla en la seguridad industrial y el análisis de riesgos**

Algunas veces un riesgo tiene varios orígenes, y debe realizarse un análisis detallado de las posibles causas, usualmente los ingenieros en confiabilidad utilizan un método llamado AMEF para rastrear el efecto de las fallas de cada componente en la falla general o catastrófica del equipo.

Asfahl (2000), el análisis de modos y efectos de fallas es importante para el gerente de seguridad e higiene cuando la falla de una pieza del equipo puede dar lugar a una lesión o enfermedad industrial, si una pieza es vital para la seguridad o la higiene de los empleados, conviene que el gerente pida un informe del AMEF realizado por el

fabricante o comerciante potencial del equipo, sin embargo, en la práctica los gerentes de seguridad e higiene ignoran el análisis hasta que ha ocurrido un accidente.

### **3.10. Riesgo: Concepto y tipos**

Casal Fábrega (1999), propone diversas definiciones del riesgo: situación que puede conducir a una consecuencia negativa no deseada en un acontecimiento, además; probabilidad de que suceda un determinado peligro potencial (entendiendo por peligro una situación física que puede provocar daños a la vida, a los equipos o al medio), y consecuencias no deseadas de una actividad dada, en relación con la probabilidad de que ocurra.

Ponce de León (2001) menciona que el riesgo se refiere a la probabilidad en función de la frecuencia de un acontecimiento determinado que permita usar algún tipo de evaluación de los impactos producto del acontecimiento.

Cortes Díaz (2007) retoma de las directrices para la evaluación de riesgos en el lugar de trabajo elaborado por la comisión europea y publicado por la oficina de publicaciones oficiales de las comunidades europeas, Luxemburgo 1996, se entiende por evaluaciones de riesgos al proceso de valoración del riesgo que entraña para la salud y seguridad de los trabajadores la posibilidad de que se verifique un determinado peligro en el lugar de trabajo.

Se denomina riesgo laboral a todo aquel aspecto del trabajo que ostenta la potencialidad de causarle algún daño al trabajador<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Tomado de la página electrónica: <http://www.definicionabc.com/salud/riesgo-laboral.php>

Son aquellos que se producen por el hecho o en ocasión del trabajo a través de dos manifestaciones: los accidentes y las enfermedades profesionales, cuyos efectos pueden generar situaciones de invalidez temporaria o permanente, y cuyas consecuencias pueden variar entre la curación, la huella de alguna secuela, e inclusive la posibilidad de que la víctima muera.<sup>5</sup>

Se denomina riesgo laboral a todo aquel aspecto del trabajo que tiene la potencialidad de causar un daño, esta potencialidad se conoce por el historial de la empresa. Parra, Manuel (2003).

### **3.11. El análisis de riesgos**

Cortés Díaz (2007) el análisis del riesgo consiste en la identificación de peligros asociados a cada fase o etapa del trabajo y la posterior estimación de los riesgos teniendo en cuenta conjuntamente la probabilidad y las consecuencias en el caso de que el peligro se materialicen.

La evaluación de los diversos riesgos asociados a una determinada instalación industrial o, incluso, al transporte de mercancías peligrosas, se lleva a cabo, como ya se ha dicho anteriormente, mediante el análisis de riesgos, orientado a la determinación de los aspectos siguientes:

- Accidentes que pueden ocurrir
- Frecuencia de estos accidentes
- Magnitud de sus consecuencias

---

<sup>5</sup> Tomado de la página electrónica: <http://www.losrecursoshumanos.com/contenidos/908-conceptos-básicos-sobre-riesgos-laborales.html>



Una forma de aumentar conocimientos sobre riesgo en el lugar de trabajo es realizar un análisis de riesgos del trabajo sobre las tareas de los individuos, mediante su desarrollo integra los principios y prácticas de salud y seguridad; en cada una de las actividades que se examinan el objetivo es identificar los riesgos potenciales y determinar la manera más segura de hacer el trabajo

Ponce de León (2001) define al análisis de riesgos como un proceso de calidad total o mejora continua, que busca estimar las probabilidades de que se presenten acontecimientos indeseables, permitiendo medir la magnitud de dichos impactos negativos en el transcurso de ciertos intervalos específicos de tiempo.

Así, el análisis de riesgos, consiste no solo en la observación detallada y sistemática, sino que principalmente es una propuesta metodológica, que permite el conocimiento de los riesgos y sus fuentes o causas (peligros), las consecuencias potenciales y remanentes, y la probabilidad de que esto se presente.

### **3.12. Origen del análisis de riesgos**

Ponce de León (2002), como consecuencia de la crisis petrolera de la década de los 70's, los países de limitados recursos naturales y energéticos, se vieron obligados a establecer distintos parámetros en la utilización de recursos naturales y a implementar nuevas alternativas de producción, partiendo de una concepción mas amigable con el entorno ambiental, mas respetuosa de la salud y del bienestar de la sociedad en su conjunto.

Imponiéndose como obligación fundamental, la exigencia de lograr mediante los procesos productivos, los mas altos índices de eficiencia, calidad, respeto ambiental, salud, seguridad y economía, las sociedades, los gobiernos e industrias europeas se enfocaron a concebir una nueva forma de hacer las cosas, lo que trascendió hasta lo que hoy se conoce como; desarrollo sustentable.

Conforme a los principios fundamentales emitidos según la Carta Internacional de Negocios Sostenible, aceptado de manera prácticamente general, el riesgo se entiende como la combinación de la probabilidad y la frecuencia de que ocurra un acontecimiento específico, generalmente de características, consecuencias o impactos desagradables en cualquier campo del que se trate.

Ponce de León (2002), en la búsqueda de un mas alto grado de objetividad para analizar los diferentes riesgos, surgen una gama de opciones de métodos de análisis englobados en la Evaluación y Administración de Riesgos, como una disciplina contemplada en el Diseño de Ingeniería Medioambiental, partiendo del apartado conocido como Gestión de Seguridad de Seguridad o Riesgos, el cual establece como mínimo, a nuestro entender, siete pasos básicos a seguir:

1. Definición de objetivos conforme los valores sociales, gubernamentales y empresariales
2. Identificación de los recursos en riesgo
3. Evaluar los diversos tipos de riesgos
4. Diseñar estrategias para reducir, controlar o evitar riesgos
5. Asignar prioridades y recursos a las oportunidades para reducir, controlar o evitar riesgos
6. Implantar planes, estrategias y proyectos para reducir, controlar o evitar riesgos, así como para los casos de contingencias
7. Medir, monitorear y revisar los avances de los planes, estrategias y proyectos para alcanzar las metas establecidas, buscando la implementación de un sistema de calidad y mejora continua.

**Capítulo 4**  
**Metodología**

## 4.1 Integración de las fases

Con base en las metodologías propuestas por diversos autores se retoman las fases y etapas que se ajustan a las condiciones en las que se desarrolla el análisis de riesgos en Volkswagen de México.

1. Determinación del producto o proceso a analizar
2. Análisis de condiciones actuales de trabajo
3. Determinar modos potenciales de falla
4. Causa-efecto de la falla
5. Determinación de la severidad, ocurrencia y grado de detección de las fallas
6. Cálculo del NPR inicial
7. Entrega del plan de acciones
8. Cálculo de NPR después de las acciones correctivas o preventivas

Las fases de las que consta la metodología propuesta se encuentran gráficamente representadas en la **figura 4.1**.

## 4.2 Desarrollo de las fases

### Fase 1. Determinación del proceso o producto a analizar

El inicio de la realización del AMEF se da con la identificación del área y los procesos en los cuales el personal se encuentre bajo condiciones laborales de riesgo.

Mediante los lineamientos de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social para la realización de los análisis de riesgos en áreas de Volkswagen de México se cuenta con una programación y con la identificación de las áreas a analizar, como se observa en la **figura 4.2** es posible ver que se toman en cuenta para este análisis áreas de administración y de producción.

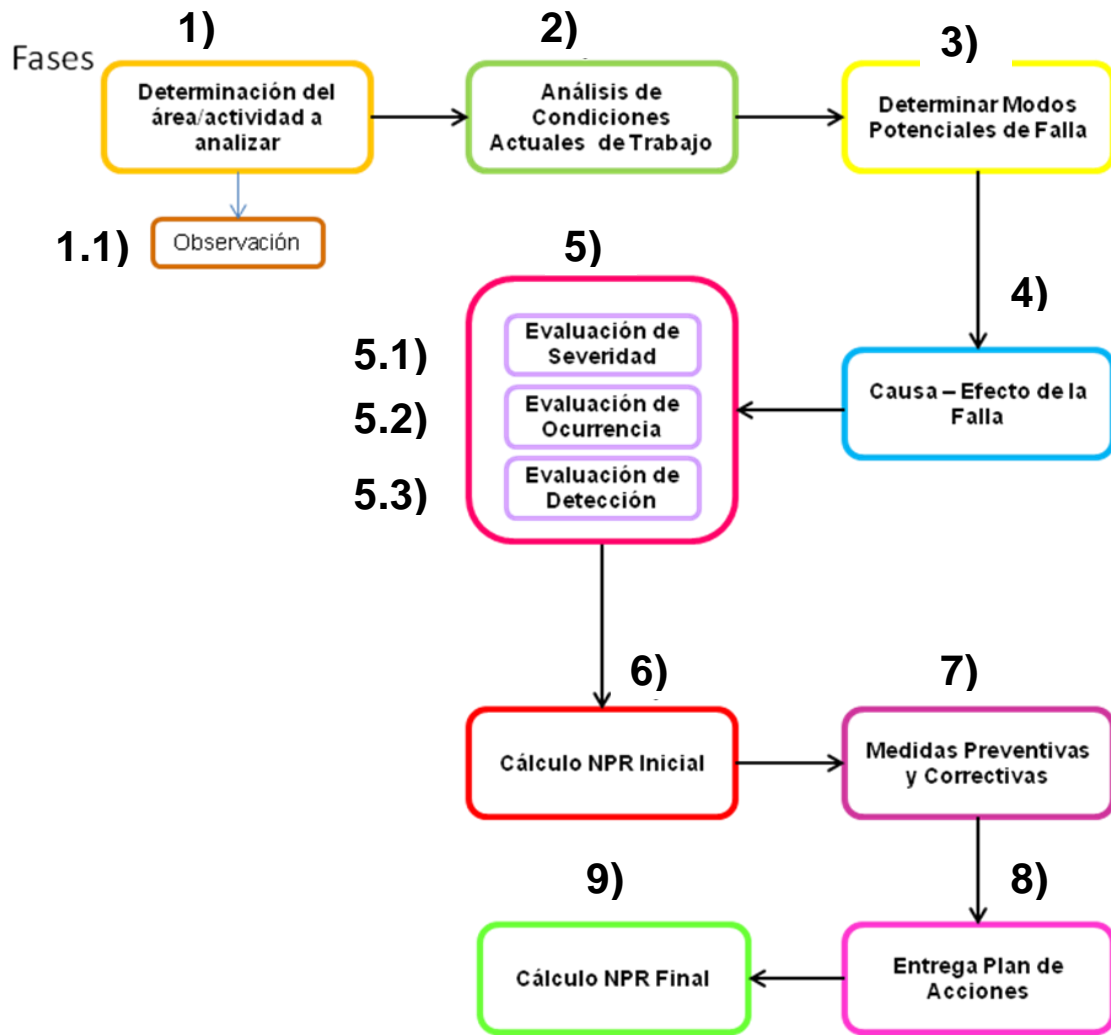


Figura 4.2 Fases del Análisis de Modo y Efecto de Falla

Fuente: Acuña Acuña (2003)

ÁREA/PROGRAMACIÓN	PERIODO JULIO – ENERO																														
	27	28	29	30	31	1	2	3	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	0	1	2	1	2
Nave 38G, Almacén central																															
Nave 60, Laboratorio central																															
Nave 38, Central de bomberos																															
Nave 31, Almacén de refacciones																															
Nave 43, Centro Canófilo																															
Nave 1, Estampado																															

Figura 4.2 Programación de Actividades del Periodo Julio-Diciembre

## **Paso 1. Observación**

En esta etapa del proceso, como su nombre lo indica, se hace uso de la observación directa del proceso productivo o actividad; a lo largo de la implementación del AMEF la observación es la herramienta clave para el análisis y el procesamiento de la información.

De acuerdo a la programación en cada área a analizar se realiza previamente un reconocimiento sensorial del área y de las actividades del personal, con la finalidad de detectar fácilmente las acciones de riesgo en el área de trabajo.

## **Fase 2. Condiciones actuales de trabajo**

En esta etapa del proceso, se verificará cuales son los controles que hasta el momento se encuentran detectando o previniendo la causa de la falla.

Para esta etapa del proceso la principal herramienta del evaluador es la observación, debido a que deberá hacer un contraste entre las condiciones en las que se realizan las actividades y las estipulaciones de los procedimientos e instrucciones de trabajo de cada área a analizar.

## **Fase 3. Identificar modos potenciales de falla**

De acuerdo a la observación que se realiza en las áreas de trabajo programadas se analiza el entorno de trabajo del personal y es así como se identifican los posibles modos de fallas potenciales.

Consiste en analizar las actividades observadas, obtener información de las instrucciones y procedimientos de trabajo por cada área, recopilar información con

los trabajadores y llevar a cabo el análisis con los especialistas en Seguridad Industrial.

#### **Fase 4. Identificar y determinar la causa y efecto de la falla**

Para la realización de ésta etapa es necesario el uso de la herramienta denominada de diagrama de Causa- Efecto, mediante su uso será posible identificar de manera sencilla las causas y los efectos de las fallas que determinada actividad arroje.

“Es el proceso que parte de la definición precisa del efecto que deseamos estudiar y, a través de la fotografía de la situación, obtenida mediante la construcción del diagrama, permite efectuar un análisis de las causas que influyen sobre el efecto estudiado” Galgano, Alberto (1992).

En la **figura 4.3** se encuentra plasmada la imagen de la estructura del diagrama de causa-efecto o de Ishikawa.

#### **Fase 5. Cálculo de la severidad, ocurrencia y grado de detección**

**Fase 5.1.** La determinación de la severidad se evalúa mediante la **tabla 4.1** la cual contiene los efectos que son producidos por el modo potencial de falla, el criterio base sobre el que se evalúa y la puntuación que se otorga de acuerdo al criterio que tome el evaluador de los riesgos.



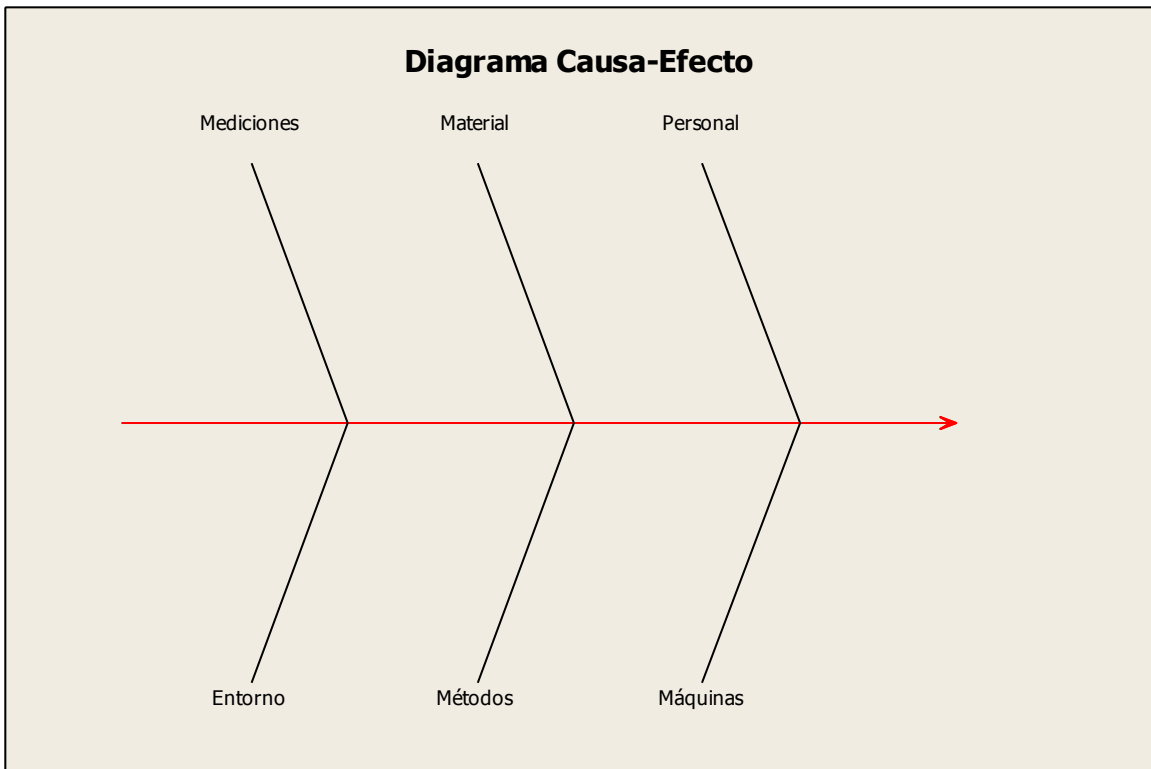


Figura 4.3 Diagrama de Ishikawa

Tabla 4.1 Evaluación de Severidad de Riesgos

Criterios y Puntuaciones para la Severidad del Efecto de la Falla		
Efectos	Criterio	Puntuación
<b>Peligroso sin aviso</b>	Muy alto grado de severidad con daño al personal sin previo aviso	<b>10</b>
<b>Peligroso con aviso</b>	Muy alto grado de severidad con daño al personal con previo aviso.	<b>9</b>
<b>Muy alto</b>	Actividad con desempeño nulo, realizada por especialistas	<b>8</b>
<b>Alto</b>	Actividad con desempeño bajo, con vigilancia	<b>7</b>

**Tabla 4.1 Evaluación de Severidad de Riesgos (Continuación)**

<b>Moderado</b>	Realización de la actividad con desempeño bajo, con precaución.	<b>6</b>
<b>Bajo</b>	Desempeño reducido	<b>5</b>
<b>Muy bajo</b>	Riesgo persistente con deficiencia en el desempeño de la actividad	<b>4</b>
<b>Menor</b>	Riesgo persistente sin daño para el personal	<b>3</b>
<b>Mínimo</b>	Riesgo notorio sin daño para el personal	<b>2</b>
<b>Ninguno</b>	Sin daños y efectos para el personal	<b>1</b>

**Fase 5.2.** El cálculo de la probabilidad de ocurrencia tiene fundamento en la **tabla 4.2** describe la probabilidad de que ocurra una falla en el proceso o producto de acuerdo a la frecuencia en que sucede; la tasa de falla es una aproximación de acuerdo a las piezas que incurren en fallas en un proceso de producción.

**Tabla 4.2 Evaluación de Probabilidad de Ocurrencia**

<b>PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE FALLA</b>	<b>TASA DE FALLA</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
<b>Muy alta:</b> Fallas persistentes	>6 por turno de trabajo	<b>10</b>
		<b>9</b>
<b>Alta:</b> Fallas frecuentes	5 por turno de trabajo	<b>8</b>
	4 por turno de trabajo	<b>7</b>

**Tabla 4.2** Evaluación de Probabilidad de Ocurrencia (Continuación tabla 4.2)

<b>Moderada:</b> Fallas ocasionales	2 por turno de trabajo	5
		4
<b>Baja:</b> Relativamente pocas fallas	1 por turno de trabajo	3
		2
<b>Remota: la falla es improbable</b>	Ninguno	1

**Fase 5.3.** La evaluación de la detección de las fallas en el proceso o producto se realiza con base en la **tabla 4.3** el proceso de evaluación y puntuación se lleva a cabo de manera cualitativa.

La evaluación de la probabilidad de detección de modos de falla para el análisis de riesgos se toma en cuenta de manera subjetiva, debido a que la detección de las fallas o riesgos en las áreas de trabajo se realizan por medio de inspecciones ejecutadas por especialistas de Seguridad Industrial.

**Tabla 4.3** Evaluación de la Probabilidad de Detección

CRITERIOS	DETECCIÓN	TIPOS DE INSPECCIÓN			RANGO SUGERIDO DE MÉTODOS DE DETECCIÓN	CAL
		A	B	C		
<b>Casi imposible</b>	Certeza absoluta de no detección			X	La detección de la falla es mediante inspección directa del área.	<b>10</b>
<b>Muy remota</b>	Los controles probablemente no la detectarán			X	La detección de la falla es mediante inspección directa del área.	<b>9</b>
<b>Remota</b>	Los controles tienen poca probabilidad de detección			X	La detección de la falla es mediante inspección directa del área.	<b>8</b>
<b>Muy baja</b>	Los controles tienen poca probabilidad de detección			X	La detección de la falla es mediante inspección directa del área.	<b>7</b>

(Continuación tabla 4.3)

<b>Baja</b>	Los controles pueden detectarla			<b>X</b>	La detección de la falla es mediante inspección directa del área.	<b>6</b>
<b>Moderada</b>	Los controles pueden detectarla			<b>X</b>	La detección de la falla es mediante inspección directa del área.	<b>5</b>
<b>Moderadamente alta</b>	Los controles tiene buena oportunidad de detectarla			<b>X</b>	La detección de la falla es mediante inspección directa del área.	<b>4</b>
<b>Alta</b>	Los controles tiene buena oportunidad de detectarla			<b>X</b>	La detección de la falla es mediante inspección directa del área.	<b>3</b>
<b>Muy alta</b>	Los controles casi seguramente la detectarán			<b>X</b>	La detección de la falla es mediante inspección directa del área.	<b>2</b>
<b>Casi seguro</b>	Los controles seguramente la detectarán			<b>X</b>	La detección de la falla es mediante inspección directa del área.	<b>1</b>

Tipos de inspección: A) A prueba de error B) Medición automatizada C) Inspección

### Fase 6. Cálculo del número de prioridad de riesgo (NPR)

El Número de Prioridad de Riesgo (NPR) es el producto de la probabilidad de ocurrencia, la gravedad, y la probabilidad de no detección, y debe ser calculado para todas las causas de falla. El NPR es usado con el fin de priorizar la causa potencial del falla para posibles acciones correctivas. El NPR también es denominado IPR (índice de prioridad de riesgo).

El cálculo del NPR se realiza de la siguiente manera:

$$\text{NPR} = \text{Severidad} * \text{Ocurrencia} * \text{Detección}$$

Los valores para la evaluación de la severidad, ocurrencia y detección se proporcionan en las **tablas 4.1, 4.2 y 4.3** de este capítulo.

Para NPR's con valores muy altos, los especialistas y responsables de las áreas deberán realizar las acciones correspondientes para reducir los riesgos calculados; un aspecto importante que debe tomarse a consideración es el rango de prioridad, se ha determinado que para cálculos de severidad a partir de 7 en adelante la acción correctiva será atendida con preferencia.

Es decir, si el cálculo de la severidad es más alto que el NPR, ésta actividad será tomada con prioridad para su corrección.

Para cada una de las áreas en donde se aplicó el método se obtuvo el valor del NPR por actividad y con este resultado se ordenan los problemas por importancia.

En la **figura 4.4** se encuentra la clasificación de acuerdo a la criticidad de los resultados de la evaluación del NPR, este ordenamiento se toma como base para deducir las actividades o fallas que deberán ser atendidas con prioridad.

El criterio base para hacer uso de esta tabla en el AMEF es el siguiente: una vez obtenido el NPR inicial se ponderan los resultados obtenidos, las actividades con alto índice de NPR se analizan para determinar su frecuencia de realización y la severidad con la que impacta al trabajador.

## **Fase 7. Medidas preventivas y correctivas**

De acuerdo al análisis realizado y el resultado de la evaluación del NPR se proponen las medidas preventivas o correctivas para reducir o erradicar el riesgo o peligro en las áreas de trabajo.

Las medidas preventivas abarcan desde la difusión de los riesgos al personal del área, el uso de equipo de protección adecuado al trabajo que se realiza o la implementación de dispositivos o sistemas que mejoren las condiciones de trabajo de las personas.

## Fase 8. Plan de acciones

En este paso se incluye una descripción breve de la acción correctiva recomendada; para las acciones correctivas es conveniente seguir un cierto orden de prioridad en su elección.

De esta manera las acciones prioritarias se efectuarán en el siguiente orden:

1. Severidades altas
2. NPR'S altos
3. Otros aspectos que designe el evaluador

Valor		Número Prioritario de Riesgo		
		15	30	60
Alta	3	<b>Zona de riesgo moderado:</b> Prevenir el riesgo	<b>Zona de riesgo importante:</b> Prevenir el riesgo Proteger a la organización Compartir el riesgo	<b>Zona de riesgo inaceptable:</b> Evitar el riesgo Prevenir el riesgo Proteger a la organización Compartir el riesgo
Media	2	<b>Zona de riesgo tolerable:</b> Acepta el riesgo. Prevenir el riesgo	<b>Zona de riesgo moderado:</b> Prevenir el riesgo Proteger a la organización Compartir el riesgo	<b>Zona de riesgo importante:</b> Prevenir el riesgo Proteger a la organización Compartir el riesgo
Baja	1	<b>Zona de riesgo aceptable:</b> Acepta el riesgo	<b>Zona de riesgo tolerable:</b> Proteger a la organización Compartir el riesgo	<b>Zona de riesgo moderado:</b> Proteger a la organización Compartir el riesgo
Valor		5	10	20
Severidad		Leve	Moderada	Grave

Figura 4.4 Determinación de criticidad.  
Fuente: Federico Atehortúa Hurtado

**Tabla 4. 4 Prioridades de Atención de NPR**

NPR	
Rango	Criterio
>41	Riesgo Inaceptable
30 – 40	Riesgo Importante
21 – 30	Riesgo Moderado-Importante
15 – 20	Riesgo Moderado
11 – 15	Riesgo Tolerable-Moderado
6 – 10	Riesgo Tolerable
0 – 5	Riesgo Aceptable

### **Fase 8. Cálculo del número de prioridad de riesgo de acciones tomadas**

Una vez que se realiza la entrega del plan de acciones junto con las evidencias de las mejoras aplicadas se procede a calcular nuevamente el NPR siguiendo el proceso del cálculo inicial; la operación se realiza para cada una de las actividades o modos de falla evaluados en la fase inicial

La manera de calcular el NPR es con la fórmula siguiente:

$$\text{NPR} = \text{Severidad} * \text{Ocurrencia} * \text{Detección}$$

Como consecuencia de las acciones correctivas implantadas, los valores de la probabilidad de ocurrencia, la gravedad y/o la probabilidad de no detección habrán disminuido, reduciéndose, por tanto, el Número de Prioridad de Riesgo.

Si a pesar de la implantación de las acciones correctivas, no se cumplen los objetivos definidos en algunos Modos de Falla, es necesario investigar, proponer e implantar nuevas acciones correctivas, hasta conseguir que el NPR sea menor que el definido en los objetivos. Una vez conseguido que los NPR de todos los modos de falla estén por debajo del valor establecido, se da por concluido el AMEF.



**Capítulo 5**  
**Resultados**

A lo largo del proyecto se presentaron los aspectos relevantes del mismo, en este capítulo en donde encontraremos los resultados de la aplicación del Análisis de Modo y Efecto de Falla en el Análisis de Riesgos en el departamento de Seguridad Industrial en Volkswagen de México.

El desarrollo de la presentación de resultados consta de 4 fases, la primera es la evidencia fotográfica obtenida de las áreas en las que se realizaron los estudios así como también del análisis Causa-Efecto con la aplicación del diagrama de Ishikawa; la segunda fase de la presentación de resultados es el AMEF en sí mismo, en el encontraremos el análisis y evaluación de los riesgos en las áreas de trabajo.

La tercer fase trata de la implementación de medidas correctivas o preventivas para las actividades con alto índice de criticidad, en esta fase encontraremos los plazos programados para la realización de las medidas así como la responsabilidad en quien recae la implementación en las áreas de trabajo.

La cuarta y ultima fase de este capítulo es el seguimiento que se le da al AMEF realizado, una vez evaluados los riesgos, propuestas las medidas preventivas o correctivas, se prosigue con las evidencias de la implementación de las medidas del plan de acciones mediante las cuales se realiza nuevamente la evaluación de los riesgos y se realiza nuevamente el cálculo del NPR.

Es de esta manera como se encuentra constituido el capítulo 5 del proyecto

## 5.1 Nave 38 G, Almacén Central

Para tener una noción de las condiciones en las que se encuentra el área de trabajo se presenta la **figura 5.1**, ésta imagen representa el punto crítico que debe ser corregido mediante el plan de acciones.

### Modos Potenciales de Falla

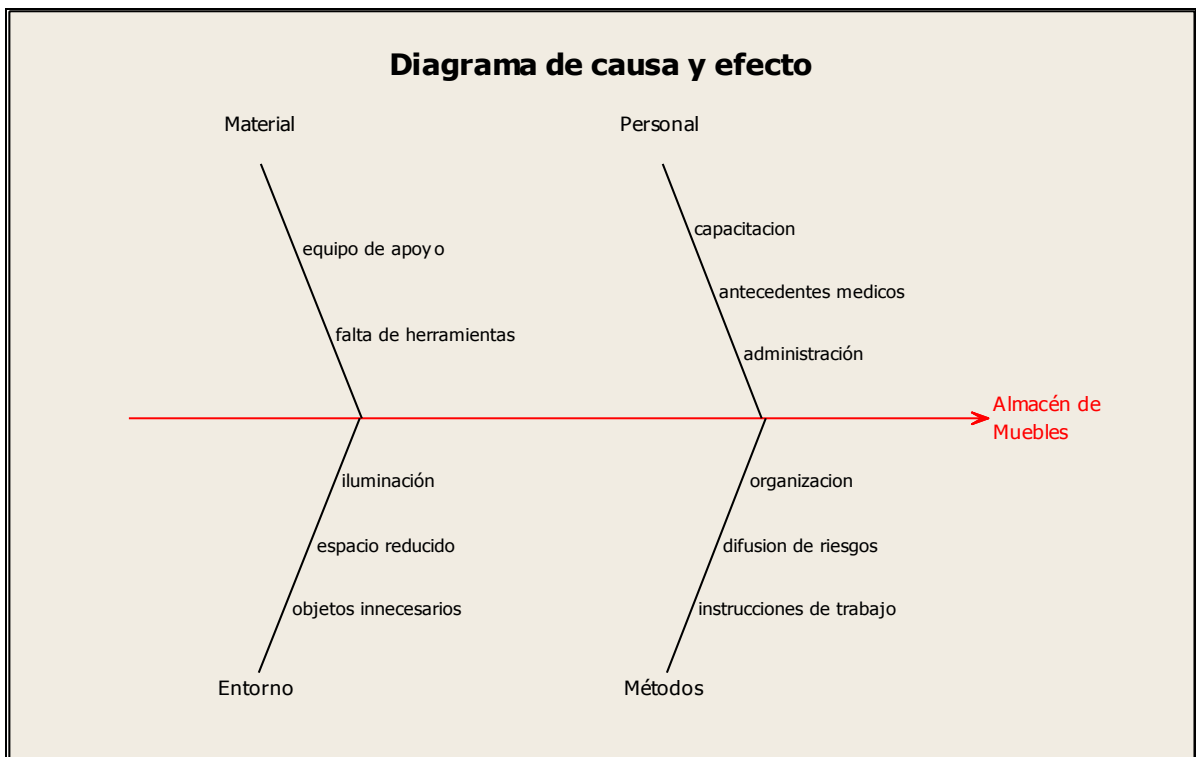
- Posturas de trabajo
- Esfuerzo físico
- Caída de materiales
- Caída de objetos pesados
- Malas condiciones de equipo de apoyo para almacenamiento
- Pisos en malas condiciones
- Falta de organización

El análisis para determinar las causas y efectos de las fallas en el trabajo realizado por el personal se lleva a cabo mediante el uso del software Minitab®, la **figura 5.2** representa las variables encontradas mediante la observación directa.



Figura 5.1 Condiciones de Trabajo del Almacén de Muebles

Continuando con el proceso, en la **tabla 5.1** se encuentra detalladamente la descripción del área y actividad en la que se lleva a cabo el análisis; seguidamente se obtiene la información de campo necesaria para realizar la evaluación y las recomendaciones adecuadas para la mejora de las condiciones de trabajo y de seguridad del trabajador; con los datos requeridos se lleva a cabo el cálculo inicial de NPR.



**Figura 5.2** Diagrama de Ishikawa de Almacén Central Nave 38G

**Tabla 5. 1 AMEF Almacén de muebles, Nave 38 G**

<b>Dirección</b>	Finanzas y Organización
<b>Gerencia</b>	Servicios Administrativos
<b>Gerente</b>	Verónica Becerril Mora
<b>Responsable</b>	Dulce Analy Cabrera López
<b>Última actualización</b>	18.07.2011
<b>Siguiente actualización</b>	18.07.2016

<b>Nave</b>	38 G
<b>Proceso, operación</b>	Almacén de Muebles
<b>Ubicación</b>	Nave 38 G
<b>Turnos de trabajo</b>	1 (8:00-17:00)
<b>Total de personal</b>	2

Act	Función del proceso	Modo de falla potencial	Efectos de la falla potencial	Causa/Mecanismo de la falla potencial	Controles actuales del proceso para detección					Acciones recomendadas	Responsabilidad y fecha prometida
						Sever	Ocur	DET	NPR		
1	Recepción de mobiliario	Malas posturas de trabajo	Lesiones musculoesqueléticas,	Método incorrecto de carga manual	Inspecciones de seguridad	5	2	1	10	Proveer de equipo de protección personal	Semana 32
		Sobreesfuerzo físico	Caídas	Difusión de riesgos		5	2	1	10	Mantener posturas adecuadas de trabajo	
		Caída de materiales de estantería	Golpes	Difusión de riesgos		6	2	1	12	Carga manual.	

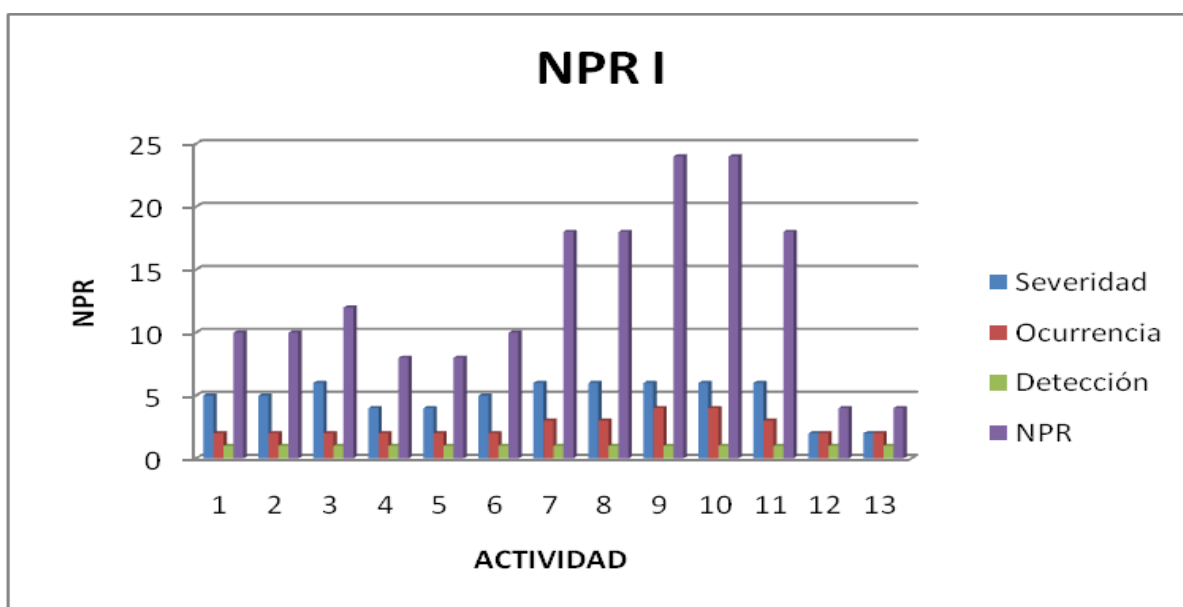
Tabla 5.1 AMEF Almacén de muebles, Nave 38 G (Continuación tabla 5.1)

2	<b>Destrucción y reciclado de mobiliario</b>	Esfuerzo físico del personal	Lesiones, lumbalgias, caídas, golpes	Método incorrecto de carga manual, difusión de	Inspecciones de seguridad	4	2	1	8	Proveer de equipo de protección personal adecuado,	Semana 32
3	<b>Desarmar, trasladar y armar mobiliario</b>	Caída de objetos pesados	Golpes leves, moderados y graves	Método incorrecto de carga manual, difusión de riesgos	Inspecciones de seguridad	4	2	1	8	Proveer de equipo de protección personal adecuado, mantener posturas adecuadas de trabajo y carga manual.	Semana 32
		Esfuerzo físico	Lesiones			5	2	1	10		
4	<b>Mudanzas</b>	Caída de objetos pesados	Golpes leves, moderados y graves	Método incorrecto de carga manual, difusión de riesgos	Inspecciones de seguridad	6	3	1	18	Proveer de equipo de protección personal adecuado, mantener posturas adecuadas de trabajo y carga manual.	Semana 32
		Esfuerzo físico	Lesiones			6	3	1	18		

**Tabla 5.1 AMEF Almacén de muebles, Nave 38 G (Continuación tabla 5.1)**

5	Almacén	Malas condiciones del equipo de apoyo para almacenamiento (Escaleras)	Caídas graves desde elevadas alturas, golpes	Equipo y herramienta incorrecta	Inspecciones de seguridad	6	4	1	24	Proveer de una escalera adecuada en altura y seguridad a la actividad de almacenamiento	Semana 32
		Caída de objetos pesados	Leves a graves	Método incorrecto de carga manual, difusión de riesgos		6	4	1	24	Proveer de equipo de protección personal adecuado, mantener posturas adecuadas de trabajo y carga manual	
		Esfuerzo físico del personal	Caída de objetos	Método incorrecto de carga manual, difusión de riesgos		6	3	1	18		
6	Actividades de escritorio	Pisos en malas condiciones	Perdida de objetos de valor,	Inspecciones de seguridad	Inspecciones de seguridad	2	2	1	4		Semana 32
		Falta de organización	Traspapel	Inspecciones de seguridad		2	2	1	4		

Después del cálculo del NPR inicial y para tener una visión amplia de los resultados, se grafican los NPR obtenidos por actividad; la gráfica de la **figura 5.3** representa el Número de Prioridad de Riesgo en la cual se toma como prioritario el resultado con número más alto.



**Figura 5.3** NPR inicial Almacén de muebles

Fuente: Elaboración Propia

### Plan de acciones

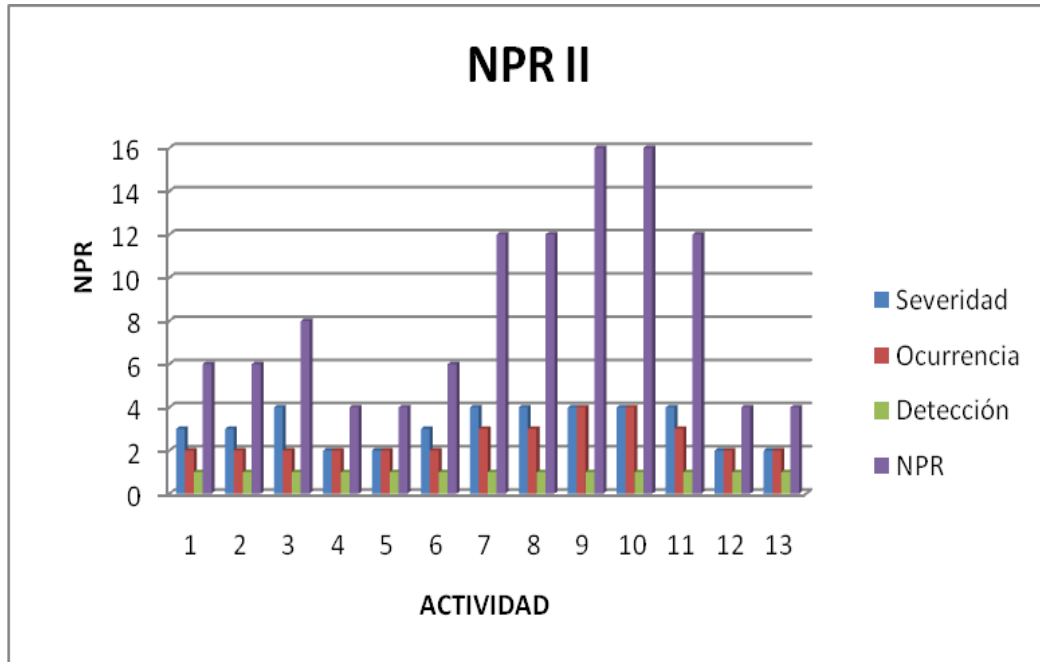
De acuerdo a los resultados arrojados por el cálculo del NPR se elabora el plan de acciones correspondiente al área, la **tabla 5.2** corresponde al plan de acciones de medidas correctivas y preventivas por actividad; en el mismo formato se realiza el cálculo del NPR después de implementadas las acciones con la finalidad de reducir el nivel de riesgo al que se encuentra expuesto el trabajador.



Tabla 5.2 Plan de Acciones AMEF Almacén de Muebles

Resultados de las Acciones					
Actividad	Acciones tomadas	SEV	OCUR	DET	NPR
Recepción de mobiliario	Proveer de equipo de protección personal	3	2	1	6
	Mantener posturas adecuadas de trabajo	3	2	1	6
	Carga manual.	4	2	1	8
Dstrucción y reciclado de mobiliario	Proveer de equipo de protección personal adecuado,	2	2	1	4
Desarmar, trasladar y armar mobiliario	Proveer de equipo de protección personal adecuado, mantener posturas adecuadas de trabajo y carga manual.	2	2	1	4
		3	2	1	6
Mudanzas	Proveer de equipo de protección personal adecuado, mantener posturas adecuadas de trabajo y carga manual.	4	3	1	12
		4	3	1	12
Almacén	Proveer de equipo de protección personal adecuado, mantener posturas adecuadas de trabajo y carga manual.	4	4	1	16
		4	4	1	16
		4	3	1	12
Actividades de escritorio		2	2	1	4
		2	2	1	4

Después del cálculo del NPR de las acciones implementadas se realiza la gráfica de los resultados para una representación visual de la disminución del nivel de riesgo en el área y las actividades; en la **figura 5.4** están plasmados numéricamente los resultados del NPR final.



**Figura 5.4 NPR Final Almacén de Muebles**

Fuente: Elaboración Propia

## 5.2 Nave 60, laboratorio central

Para tener una noción de las condiciones en las que se encuentra el área de trabajo se presenta la **figura 5.5**, ésta imagen representa el punto crítico que debe ser corregido mediante el plan de acciones.

### Modos Potenciales de Falla:

- Herramientas manuales
- Carga y manipulación de materiales
- Electricidad por contacto indirecto
- Esfuerzo físico

El análisis para determinar las causas y efectos de las fallas en el trabajo realizado por el personal se lleva a cabo mediante el uso del software Minitab®, la **figura 5.6** representa las variables encontradas mediante la observación directa.



**Figura 5.5** Condiciones Laborales Laboratorio Central

Continuando con el proceso, en la **tabla 5.3** se encuentra detalladamente la descripción del área y actividad en la que se lleva a cabo el análisis; seguidamente se obtiene la información de campo necesaria para realizar la evaluación y las

recomendaciones adecuadas para la mejora de las condiciones de trabajo y de seguridad del trabajador; con los datos requeridos se lleva a cabo el cálculo inicial de NPR.

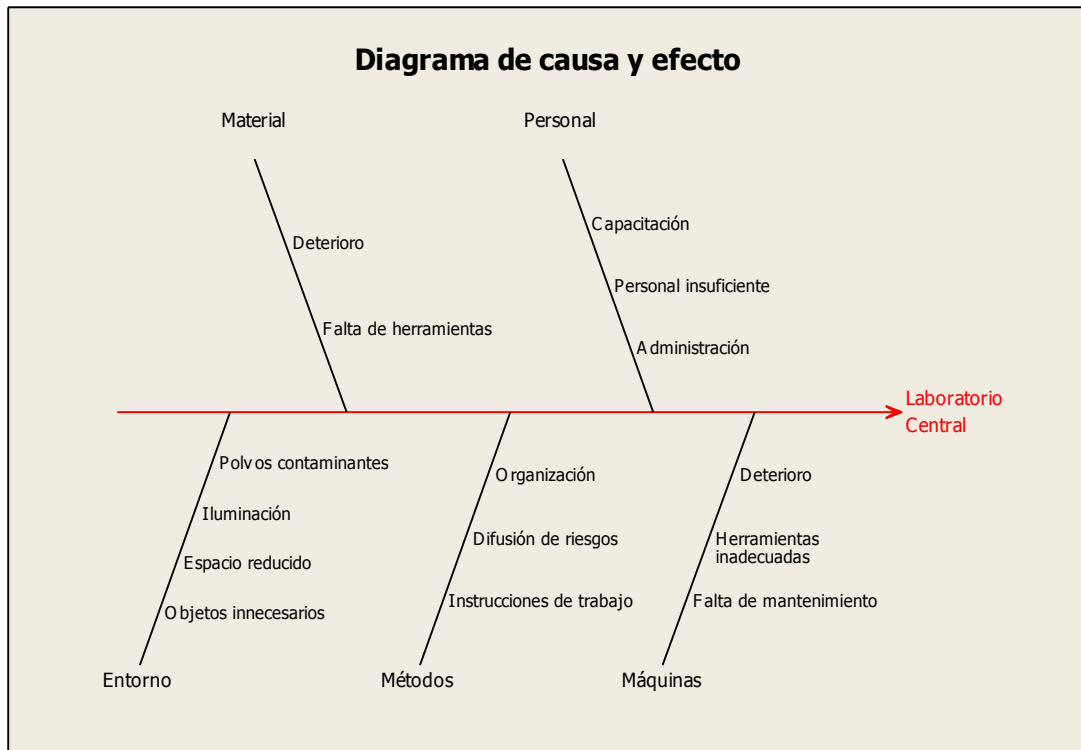


Figura 5.6 Diagrama de Ishikawa de Laboratorio Central Nave 60

**Tabla 5.3 AMEF Área Estática-Dinámica, Laboratorio Central**

<b>Dirección</b>	Calidad
<b>Gerencia</b>	Laboratorio central
<b>Gerente</b>	Richard Kauermann
<b>Responsable</b>	Dulce Cabrera López
<b>Última actualización</b>	15 de agosto 2011
<b>Siguiente actualización</b>	15 de agosto 2016

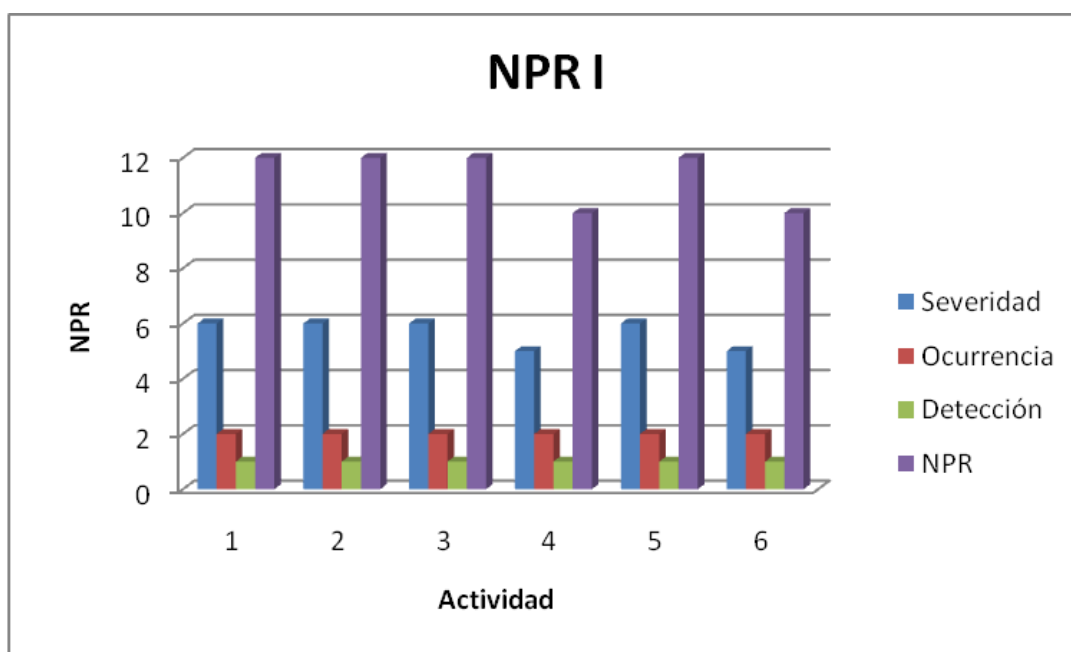
<b>Nave</b>	Nave 60
<b>Proceso, operación</b>	Área estática y Dinámica
<b>Ubicación</b>	Cubo 5 planta baja Metales
<b>Turnos de trabajo</b>	1 (8:00-17:00)
<b>Total de personal</b>	8

Act	Función del proceso	Modo de falla potencial	Efectos de la falla potencial	Causa/Mecanismo de la falla potencial	Controles actuales del proceso para detección	Sever	Ocur	DET	NPR	Acciones recomendadas	Responsabilidad y fecha prometida
1	Montaje y desmontaje de cigüeñal en máquinas de torsión y flexión	Herramientas manuales	Heridas, superficies cortantes o agudas	Falta de mantenimiento y seguimiento de instrucciones y procedimientos de trabajo	Inspecciones de seguridad	6	2	1	12	Plan de mantenimiento de máquinas y colocarlo en lugar visible	Semana 39
		Carga y manipulación de materiales	Caída de objetos manipulados manualmente	Seguimiento de instrucciones y procedimientos de trabajo, difusión de riesgos	Inspecciones de seguridad	6	2	1	12		

Tabla 5.3 AMEF Área Estática-Dinámica, Laboratorio Central (Continuación tabla 5.3)

2	Prueba de torsión y flexión para ejes	Herramientas manuales	Heridas, superficies cortantes o agudas, machucones, golpes y prensado	Falta de mantenimiento y seguimiento de instrucciones y procedimientos de trabajo	Inspecciones de seguridad	6	2	1	12	Utilizar herramientas adecuadas para cada actividad	Semana 39
		Carga y manipulación de materiales	Caída de objetos manipulados mecánicamente	Falta de mantenimiento y seguimiento de instrucciones y procedimientos de trabajo	Inspecciones de seguridad	5	2	1	10	Plan de mantenimiento de las máquinas y equipo, colocarlo en lugar visible	
3	Evaluación y simulación de diferentes componentes del auto	Electricidad-Contacto indirecto	Electricidad estática, descargas, quemaduras, incendios	Falta de mantenimiento y seguimiento de instrucciones y procedimientos de trabajo	Inspecciones de seguridad	6	2	1	12	Cambio y reparación de cableado y mangueras, programa de revisiones periódicas de conexiones y cableado	Semana 39
4	Desecho de pruebas	Esfuerzo físico	Lesiones, lumbalgias	Falta de difusión de riesgos	Inspecciones de seguridad	5	2	1	10	Difusión del método de carga manual correcto, no sobrepasar el límite de carga permitido	Semana 39

Después del cálculo del NPR inicial y para tener una visión amplia de los resultados, se grafican los NPR obtenidos por actividad; la gráfica de la **figura 5.7** representa el Número de Prioridad de Riesgo en la cual se toma como prioritario el resultado con número más alto.



**Figura 5.7** NPR inicial Laboratorio Central

Fuente: Elaboración Propia

## Plan de acciones

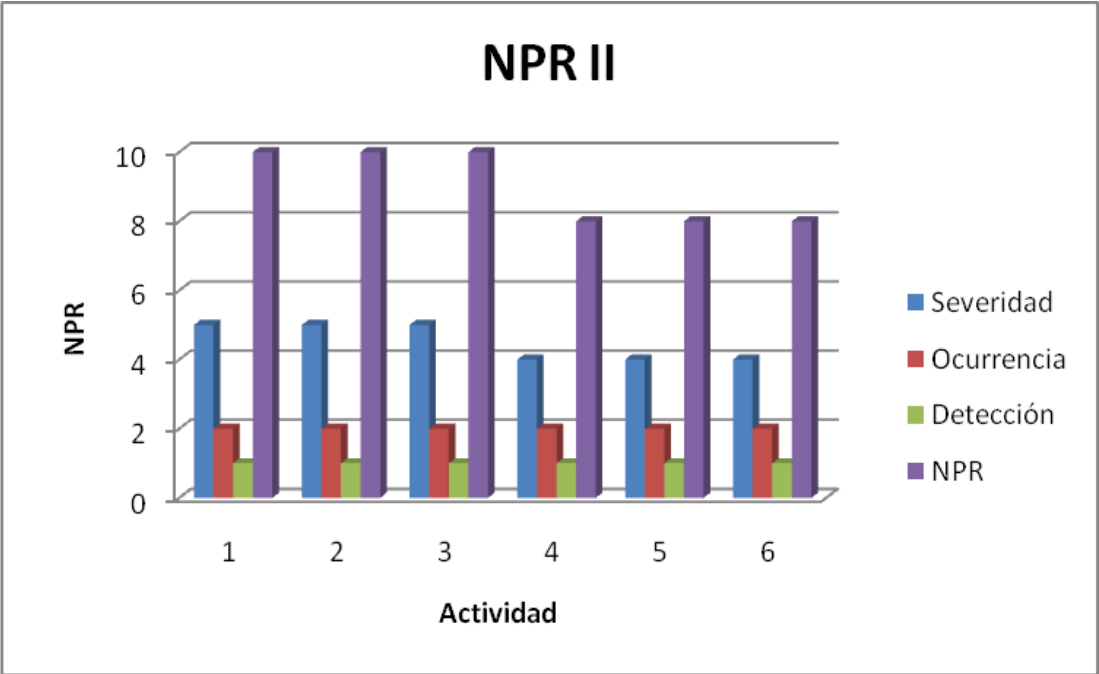
De acuerdo a los resultados arrojados por el cálculo del NPR se elabora el plan de acciones correspondiente al área, la **tabla 5.4** corresponde al plan de acciones de medidas correctivas y preventivas por actividad; en el mismo formato se realiza el cálculo del NPR después de implementadas las acciones con la finalidad de reducir el nivel de riesgo al que se encuentra expuesto el trabajador.

**Tabla 5.4** Plan de Acciones AMEF Área Estática-Dinámica, Laboratorio Central

Resultados de las Acciones					
Actividad	Acciones tomadas	SEV	OCUR	DET	NPR
Montaje y desmontaje de cigüeñal en máquinas de torsión y flexión	Plan de mantenimiento de máquinas y colocarlo en lugar visible	5	2	1	10
		5	2	1	10
Prueba de torsión y flexión para ejes	Utilizar herramientas adecuadas para cada actividad	5	2	1	10
	Plan de mantenimiento de las máquinas y equipo, colocarlo en lugar visible	4	2	1	8
Evaluación y simulación de diferentes componentes del auto	Cambio y reparación de cableado y mangueras, programa de revisiones periódicas de conexiones y cableado	4	2	1	8
Desecho de pruebas	Difusión del método de carga manual correcto, no sobrepasar el límite de carga permitido	4	2	1	8



Después del cálculo del NPR de las acciones implementadas se realiza la gráfica de los resultados para una representación visual de la disminución del nivel de riesgo en el área y las actividades; en la **figura 5.8** están plasmados numéricamente los resultados del NPR final.



**Figura 5.8** NPR final Laboratorio Central  
Fuente: Elaboración Propia

### 5.3 Nave 60, Laboratorio Central Área Metalográfica

Para tener una noción de las condiciones en las que se encuentra el área de trabajo se presenta la **figura 5.10**, ésta imagen representa el punto crítico que debe ser corregido mediante el plan de acciones.

#### Modos Potenciales de Falla

- Manejo de sustancias y químicos peligrosos
- Herramientas manuales



**Figura 5.10** Condiciones laborales área Estática-Dinámica

El análisis para determinar las causas y efectos de las fallas en el trabajo realizado por el personal se lleva a cabo mediante el uso del software Minitab®, la **figura 5.11** representa las variables encontradas mediante la observación directa.



**Figura 5.11** Diagrama de Ishikawa de Almacén Central Nave 38 G

Continuando con el proceso, en la **tabla 5.5** se encuentra detalladamente la descripción del área y actividad en la que se lleva a cabo el análisis; seguidamente se obtiene la información de campo necesaria para realizar la evaluación y las recomendaciones adecuadas para la mejora de las condiciones de trabajo y de seguridad del trabajador; con los datos requeridos se lleva a cabo el cálculo inicial de NPR.

**Tabla 5.5 AMEF Área Metalográfica, Laboratorio Central**

<b>Dirección</b>	Calidad
<b>Gerencia</b>	Laboratorio Central
<b>Gerente</b>	Richard Kauermann
<b>Responsable</b>	Dulce Cabrera López
<b>Última actualización</b>	15 de agosto 2011
<b>Siguiente actualización</b>	15 de agosto 2016

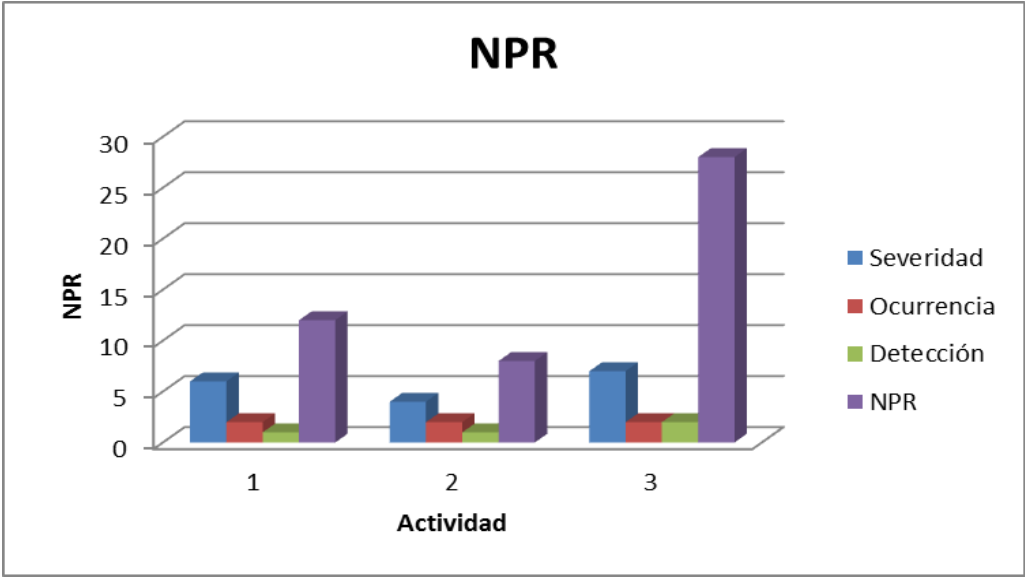
<b>Nave</b>	Nave 60
<b>Proceso, operación</b>	Área Metalográfica
<b>Ubicación</b>	Cubo 5 planta baja Metales
<b>Turnos de trabajo</b>	1 (8:00-17:00)
<b>Total de personal</b>	8

Actividad	Función del proceso	Modo de falla potencial	Efectos de la falla potencial	Causa/Mecanismo de la falla potencial	Controles actuales del proceso para detección	Ocurr	DET	NPR	Acciones recomendadas	Responsabilidad y fecha prometida
1	Embaquelitado de pruebas	Manejo de sustancias y químicos peligrosos	Inhalación, vapores, neblinas	Exposición a químicos peligrosos, concientización de riesgos	Inspecciones de seguridad	2	1	12	Difusión de riesgos, procedimientos e instrucciones de trabajo	Semana 39

**Tabla 5.5 AMEF Área Metalográfica, Laboratorio Central (Continuación tabla 5.5)**

<b>2</b>	Pulido de pruebas	Herramientas manuales	Golpes y heridas	Exposición a químicos peligrosos, concientización de riesgos	Inspecciones de seguridad	2	1	8	Difusión de riesgos, procedimientos e instrucciones de trabajo	Semana 39
<b>3</b>	Ataque químico	Manejo de sustancias y químicos peligrosos	Inhalación, vapores, neblinas	Exposición a químicos peligrosos que no tienen control	Inspecciones de seguridad	2	2	28	Instalar lavaojos de emergencia, difusión de riesgos, procedimientos e instrucciones de trabajo	Semana 39

Después del cálculo del NPR inicial y para tener una visión amplia de los resultados, se grafican los NPR obtenidos por actividad; la gráfica de la **figura 5.12** representa el Número de Prioridad de Riesgo en la cual se toma como prioritario el resultado con número más alto.



**Figura 5.12** NPR inicial Laboratorio Central

Fuente: Elaboración Propia

## Plan de acciones

De acuerdo a los resultados arrojados por el cálculo del NPR se elabora el plan de acciones correspondiente al área, la **tabla 5.6** corresponde al plan de acciones de medidas correctivas y preventivas por actividad; en el mismo formato se realiza el cálculo del NPR después de implementadas las acciones con la finalidad de reducir el nivel de riesgo al que se encuentra expuesto el trabajador.

**Tabla 5.6** Plan de Acciones AMEF Área Estática-Dinámica, Laboratorio Central

Resultados de las Acciones						
Actividad	Acciones tomadas	SEV	OCUR	DET	NPR	
Embaquelitado de pruebas	Difusión de riesgos, procedimientos e instrucciones de trabajo	5	2	1	10	
Pulido de pruebas	Difusión de riesgos, procedimientos e instrucciones de trabajo	3	2	1	6	
Ataque químico	Instalar lavaojos de emergencia, difusión de riesgos, procedimientos e instrucciones de trabajo	5	2	2	20	

Después del cálculo del NPR de las acciones implementadas se realiza la gráfica de los resultados para una representación visual de la disminución del nivel de riesgo en el área y las actividades; en la **figura 5.13** están plasmados numéricamente los resultados del NPR final.

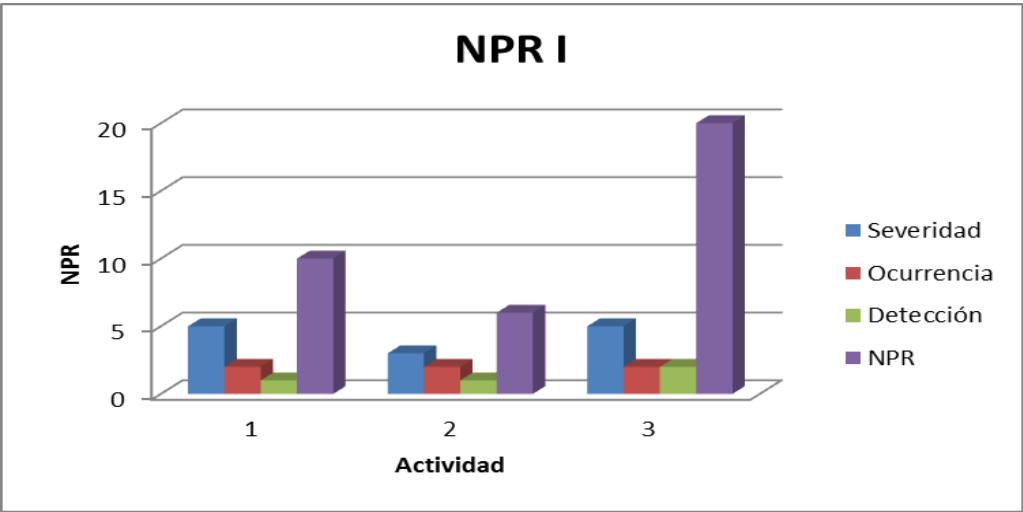


Figura 5.13 NPR final Laboratorio Central

Fuente: Elaboración Propia



## 5.4 Nave 38, Central de Bomberos

Para tener una noción de las condiciones en las que se encuentra el área de trabajo se presenta la **figura 5.14**, ésta imagen representa el punto crítico que debe ser corregido mediante el plan de acciones.

### Modos Potenciales de Falla

- Herramientas manuales
- Manejo de sustancias y residuos químicos peligrosos
- Recipientes sujetos a presión
- Exposición a ruido

El análisis para determinar las causas y efectos de las fallas en el trabajo realizado por el personal se lleva a cabo mediante el uso del software Minitab®, la **figura 5.15** representa las variables encontradas mediante la observación directa.



**Figura 5.14** Condiciones Laborales Central de Bomberos

Continuando con el proceso, en la **tabla 5.7** se encuentra detalladamente la descripción del área y actividad en la que se lleva a cabo el análisis; seguidamente se obtiene la información de campo necesaria para realizar la evaluación y las recomendaciones adecuadas para la mejora de las condiciones de trabajo y de seguridad del trabajador; con los datos requeridos se lleva a cabo el cálculo inicial de NPR.



**Figura 5.15** Diagrama de Ishikawa de Central de Bomberos

Tabla 5.7 AMEF Central de Bomberos

<b>Dirección</b>	Seguridad VWM
<b>Gerencia</b>	Protección contra Incendios
<b>Gerente</b>	Agustín Salas Vázquez
<b>Responsable</b>	Dulce Cabrera López
<b>Última actualización</b>	28.09.11
<b>Siguiente actualización</b>	28.09.16

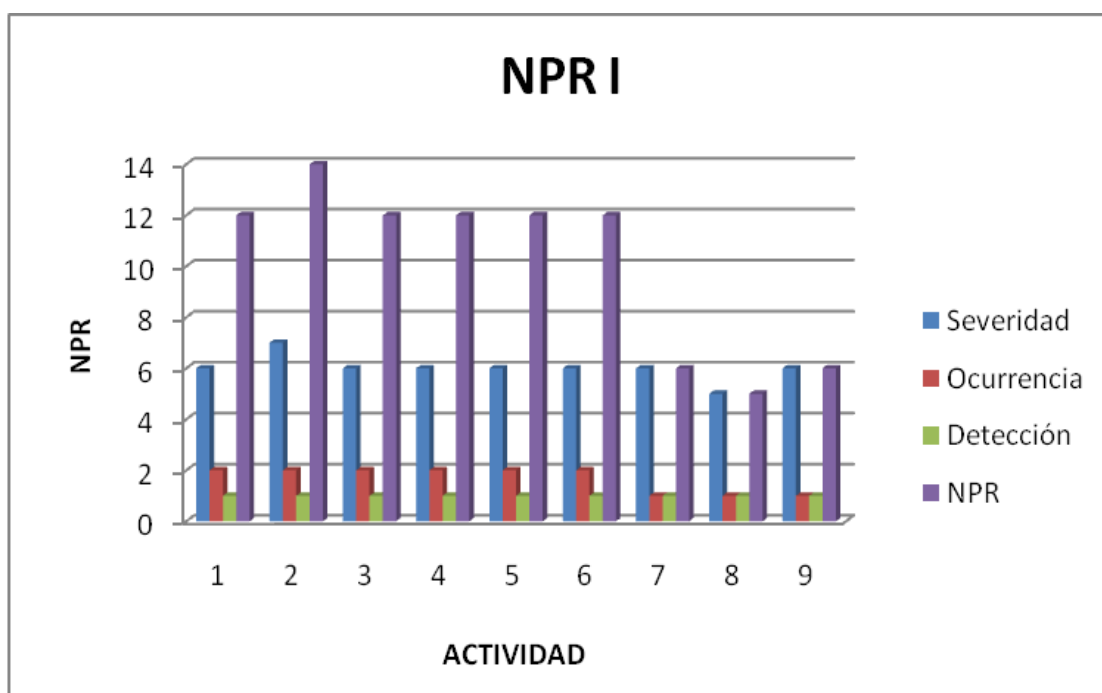
<b>Nave</b>	38
<b>Proceso, operación</b>	Central de bomberos
<b>Ubicación</b>	Nave 38
<b>Turnos de trabajo</b>	3
<b>Total de personal</b>	24

Actividad	Función del proceso	Modo de falla potencial	Efectos de la falla potencial	Causa/Mecanismo de la falla potencial	Controles actuales del proceso para detección	Sever	Ocurr	DET	NPR	Acciones recomendadas	Responsabilidad y fecha prometida
1	Mantenimiento superficial de extintores	Herramientas manuales	Machucones, golpes, prensado, lesiones	Herramientas en mal estado	Inspecciones de seguridad	6	2	1	12	Difusión de riesgos para la actividad, proveer del EPP adecuado	Semana 40
		Manejo de sustancias y residuos químicos peligrosos	Inhalación, contacto dérmico	Falta de EPP adecuado, seguimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo	Inspecciones de seguridad	7	2	1	14		

Tabla 5.7 AMEF Central de Bomberos (Continuación tabla 5.7)

2	Mantenimiento y revisión de hidrantes	Herramientas manuales	Golpes, lesiones	Herramientas en mal estado	Inspecciones de seguridad	6	2	1	12	Difusión de riesgos y procedimientos de trabajo	Semana 40
		Recipientes sujetos a presión	Explosiones de cilindros, degollamiento	Difusión de riesgos de trabajo y procedimientos	Inspecciones de seguridad	6	2	1	12		
3	Inspección y mantenimiento de unidades y equipos	Herramientas manuales	Golpes, lesiones, explosiones de cilindros de gas	Herramientas en mal estado	Inspecciones de seguridad	6	2	1	12	Provisión de herramientas y equipo necesario para la actividad	Semana 40
		Recipientes sujetos a presión	Explosiones de cilindros, degollamiento	Difusión de riesgos de trabajo y procedimientos	Inspecciones de seguridad	6	2	1	12		
4	Mantenimiento y recarga de equipos de respiración autónoma	Recipientes sujetos a presión	Golpes, degollamiento de cilindros, explosiones	Difusión de riesgos y procedimientos de trabajo	Inspecciones de seguridad	6	1	1	6	Difusión de riesgos de la actividad, método correcto de carga manual	Semana 40
5	Prueba hidrostática para mangueras	Herramientas manuales	Golpes, lesiones, cortaduras	Herramientas en mal estado	Inspecciones de seguridad	5	1	1	5	Difusión de riesgos de la actividad, provisión del EPP	Semana 40
		Exposición a ruido	Hipoacusia, pérdida de capacidad auditiva	Difusión de riesgos de trabajo y procedimientos	Inspecciones de seguridad	6	1	1	6		

Después del cálculo del NPR inicial y para tener una visión amplia de los resultados, se grafican los NPR obtenidos por actividad; la gráfica de la **figura 5.16** representa el Número de Prioridad de Riesgo en la cual se toma como prioritario el resultado con número más alto.



**Figura 5.16** NPR Inicial Central de Bomberos

Fuente: Elaboración Propia

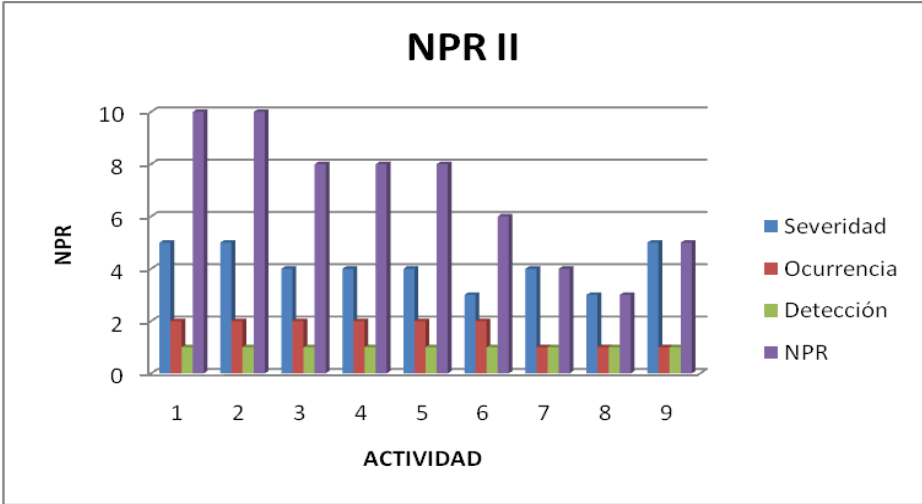
## Plan de acciones

De acuerdo a los resultados arrojados por el cálculo del NPR se elabora el plan de acciones correspondiente al área, la **tabla 5.8** corresponde al plan de acciones de medidas correctivas y preventivas por actividad; en el mismo formato se realiza el cálculo del NPR después de implementadas las acciones con la finalidad de reducir el nivel de riesgo al que se encuentra expuesto el trabajador.

Tabla 5.8 Plan de Acciones AMEF Central de Bomberos

Resultados de las Acciones					
Actividad	Acciones tomadas	SEV	OCUR	DET	NPR
Mantenimiento superficial de extintores	Difusión de riesgos para la actividad, proveer del EPP adecuado	5	2	1	10
	Proveer de EPP necesario, difusión de riesgos	5	2	1	10
Mantenimiento y revisión de hidrantes	Difusión de riesgos y procedimientos de trabajo	4	2	1	8
		4	2	1	8
Inspección y mantenimiento de unidades y equipos	Provisión de herramientas y equipo necesario para la actividad	4	2	1	8
	Uso de EPP	3	2	1	6
Mantenimiento y recarga de equipos de respiración autónoma	Difusión de riesgos de la actividad, método correcto de carga manual	4	1	1	4
Prueba hidrostática para mangueras	Difusión de riesgos de la actividad, provisión del EPP	3	1	1	3
	Uso de EPP	5	1	1	5

Después del cálculo del NPR de las acciones implementadas se realiza la gráfica de los resultados para una representación visual de la disminución del nivel de riesgo en el área y las actividades; en la **figura 5.17** están plasmados numéricamente los resultados del NPR final.



**Figura 5.17** NPR Final Central de Bomberos

Fuente: Elaboración Propia

## 5.5 Nave 38 Central de Bomberos, Cuarto de Polvos

Para tener una noción de las condiciones en las que se encuentra el área de trabajo se presenta la **figura 5.18**, ésta imagen representa el punto crítico que debe ser corregido mediante el plan de acciones.

### Modos Potenciales de Falla

- Carga y manipulación de materiales
- Exposición a ruido
- Manejo de sustancias y químicos peligrosos
- Herramientas en mal estado

El análisis para determinar las causas y efectos de las fallas en el trabajo realizado por el personal se lleva a cabo mediante el uso del software Minitab®, la **figura 5.19** representa las variables encontradas mediante la observación directa.



Figura 5.18 NPR Final Central de Bomberos

Continuando con el proceso, en la **tabla 5.9** se encuentra detalladamente la descripción del área y actividad en la que se lleva a cabo el análisis; seguidamente se obtiene la información de campo necesaria para realizar la evaluación y las



recomendaciones adecuadas para la mejora de las condiciones de trabajo y de seguridad del trabajador; con los datos requeridos se lleva a cabo el cálculo inicial de NPR.

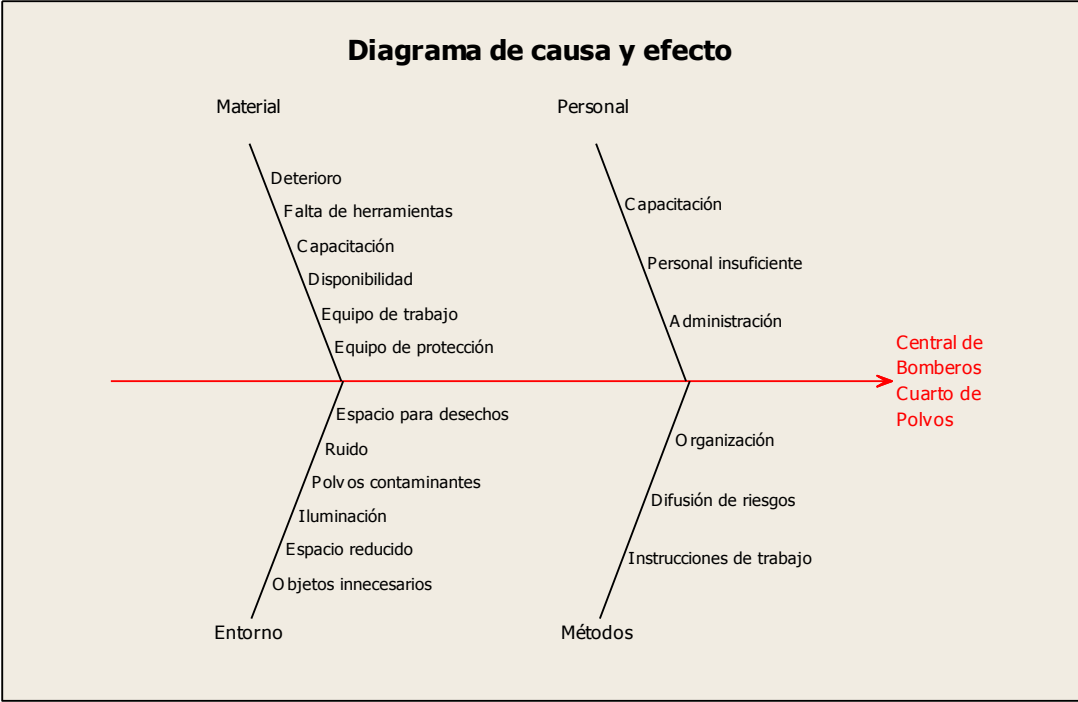


Figura 5.19 Diagrama de Ishikawa de Cuarto de polvos, Central de bomberos

Tabla 5.9 AMEF Cuarto de Polvos, Central de Bomberos

<b>Dirección</b>	Seguridad VWM
<b>Gerencia</b>	Protección contra Incendios
<b>Gerente</b>	Agustín Salas Vázquez
<b>Responsable</b>	Dulce Analy Cabrera López
<b>Última actualización</b>	28.09.11
<b>Siguiente actualización</b>	28.09.16

<b>Nave</b>	38
<b>Proceso, operación</b>	Cuarto de polvos
<b>Ubicación</b>	Nave 38 bomberos
<b>Turnos de trabajo</b>	2
<b>Total de personal</b>	27

Act	Función del proceso	Modo de falla potencial	Efectos de la falla potencial	Causa/Mecanismo de la falla potencial	Controles actuales del proceso para detección	Sever	Ocurr	DET	NPR	Acciones recomendadas	Responsabilidad y fecha prometida
1	Trasvase de extintores	Carga y manipulación de materiales	Caída de objetos manipulados manualmente	Difusión de procedimientos, instrucciones de trabajo y riesgos en el trabajo	Inspecciones de seguridad	6	3	1	18	Difusión de riesgos de la actividad, provisión del EPP adecuado	Semana 40
		Exposición a ruido	Hipoacusia, pérdida de capacidad auditiva.	Difusión de procedimientos, instrucciones de trabajo y riesgos en el trabajo	Inspecciones de seguridad	7	2	1	14		
		Manejo de sustancias químicas peligrosas	Inhalación, contacto dérmico	Difusión de procedimientos, instrucciones de trabajo y riesgos en el trabajo	Inspecciones de seguridad	5	2	1	10		

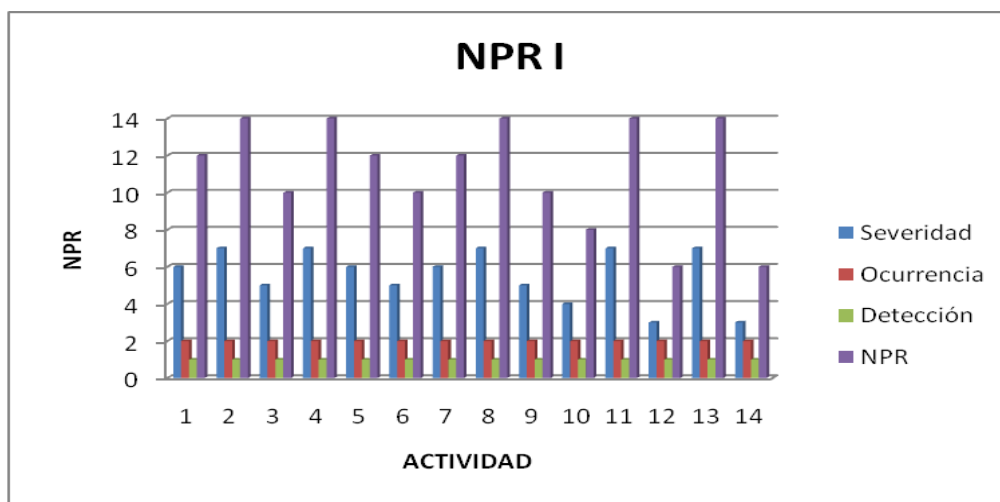
**Tabla 5.9 AMEF Cuarto de Polvos, Central de Bomberos (continuación tabla 5.9)**

2	Limpieza tipo mecánico	Exposición a ruido	Hipoacusia, pérdida de capacidad auditiva.	Difusión de procedimientos, instrucciones de trabajo y riesgos en el trabajo	Inspecciones de seguridad	7	2	1	14	Difusión de riesgos de la actividad, provisión del EPP adecuado	Semana 40
		Herramientas en mal estado de operación	Lesiones		Inspecciones de seguridad	6	2	1	12		
		Manejo de sustancias y químicos peligrosos	Inhalación, contacto dérmico		Inspecciones de seguridad	5	2	1	10		
3	Llenado de extintores con nitrógeno	Carga y manipulación de materiales	Caída de objetos manipulados manualmente	Difusión de procedimientos, instrucciones de trabajo y riesgos en el trabajo	Inspecciones de seguridad	6	2	1	12	Difusión de riesgos de la actividad, provisión del EPP adecuado	Semana 40
		Exposición a ruido	Hipoacusia, pérdida de capacidad auditiva.		Inspecciones de seguridad	7	2	1	14		
		Manejo de sustancias y químicos peligrosos	Inhalación, contacto dérmico		Inspecciones de seguridad	5	2	1	10		
4	Prueba de hermeticidad para extintores	Carga y manipulación de materiales,	Caída de objetos manipulados manualmente	Difusión de procedimientos, instrucciones de trabajo y riesgos en el trabajo	Inspecciones de seguridad	4	2	1	8	Difusión de riesgos de la actividad, provisión del EPP adecuado	Semana 40
		Exposición a ruido	Hipoacusia, pérdida de capacidad auditiva.		Inspecciones de seguridad	7	2	1	14		

**Tabla 5.9 AMEF Cuarto de Polvos, Central de Bomberos (continuación tabla 5.9)**

5	Almacenamiento de extintores para llenado	Carga y manipulación de materiales,	Caída de objetos manipulados manualmente	Difusión de procedimientos, instrucciones de trabajo y riesgos en el trabajo	Inspecciones de seguridad	3	2	1	6	Difusión de riesgos de la actividad, provisión del EPP adecuado	Semana 40
		Exposición a ruido	Hipoacusia, pérdida de capacidad auditiva.		Inspecciones de seguridad	7	2	1	14		
		Manejo de sustancias químicas y peligrosos	Inhalación, contacto dérmico		Inspecciones de seguridad	3	2	1	6		

Después del cálculo del NPR inicial y para tener una visión amplia de los resultados, se grafican los NPR obtenidos por actividad; la gráfica de la **figura 5.20** representa el Número de Prioridad de Riesgo en la cual se toma como prioritario el resultado con número más alto.



**Figura 5.20** NPR Inicial Cuarto de Polvos

### Plan de acciones

De acuerdo a los resultados arrojados por el cálculo del NPR se elabora el plan de acciones correspondiente al área, la **tabla 5.10** corresponde al plan de acciones de medidas correctivas y preventivas por actividad; en el mismo formato se realiza el cálculo del NPR después de implementadas las acciones con la finalidad de reducir el nivel de riesgo al que se encuentra expuesto el trabajador.

Tabla 5.10 Plan de Acciones AMEF Cuarto de Polvos, Central de Bomberos

Resultados de las Acciones					
Actividad	Acciones tomadas	SEV	OCU R	DET	NPR
Trasvase de extintores	Difusión de riesgos de la actividad, provisión del EPP adecuado, provisión de herramientas adecuada a la actividad	4	2	1	8
		5	2	1	10
		3	2	1	6
Limpieza mecánico tipo	Difusión de riesgos de la actividad, provisión del EPP adecuado, provisión de herramientas adecuada a la actividad	5	2	1	10
		4	2	1	8
		3	2	1	6
Llenado de extintores con nitrógeno	Difusión de riesgos de la actividad, provisión del EPP adecuado, provisión de herramientas adecuada a la actividad	4	2	1	8
		5	2	1	10
		3	2	1	6
Prueba de hermeticidad para extintores	Difusión de riesgos de la actividad, provisión del EPP adecuado, provisión de herramientas adecuada a la actividad	2	2	1	4
		5	2	1	10
Almacenamiento de extintores para llenado	Difusión de riesgos de la actividad, provisión del EPP adecuado, provisión de herramientas adecuada a la actividad	2	2	1	4
		5	2	1	10
		2	2	1	4

Después del cálculo del NPR de las acciones implementadas se realiza la gráfica de los resultados para una representación visual de la disminución del nivel de riesgo en el área y las actividades; en la **figura 5.21** están plasmados numéricamente los resultados del NPR final.

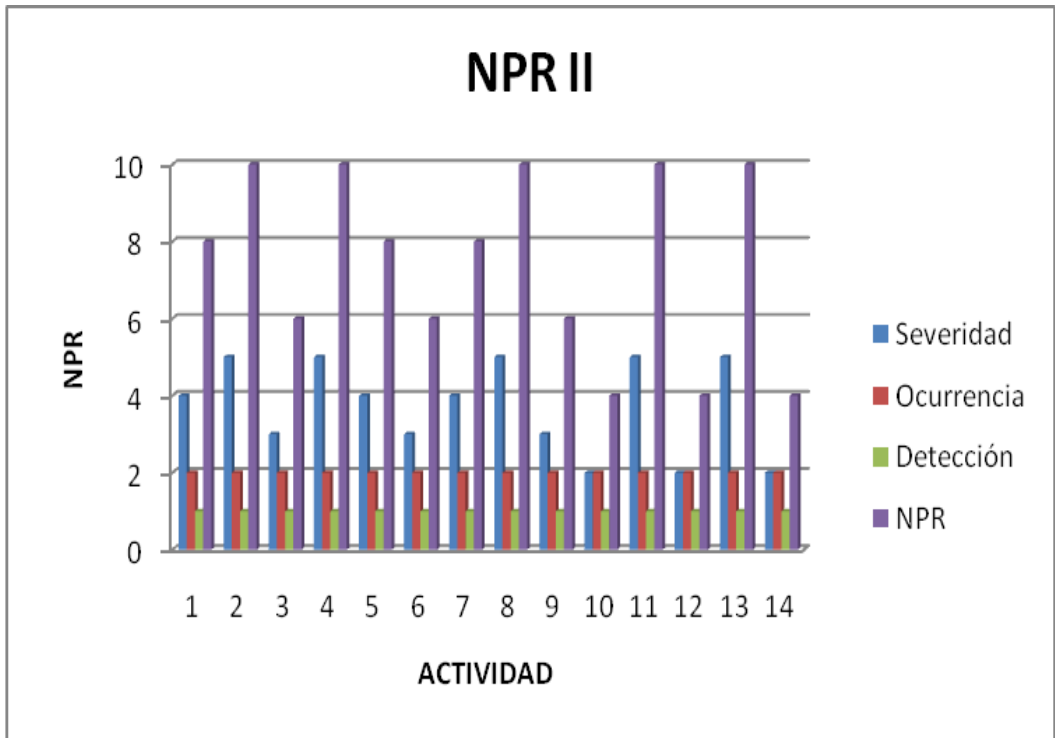


Figura 5.21 NPR Final Cuarto de Polvos

Fuente: Elaboración Propia

## 5.6 Nave 31, Almacén de Refacciones

Para tener una noción de las condiciones en las que se encuentra el área de trabajo se presenta la **figura 5.22**, ésta imagen representa el punto crítico que debe ser corregido mediante el plan de acciones.

### Modos Potenciales de Falla

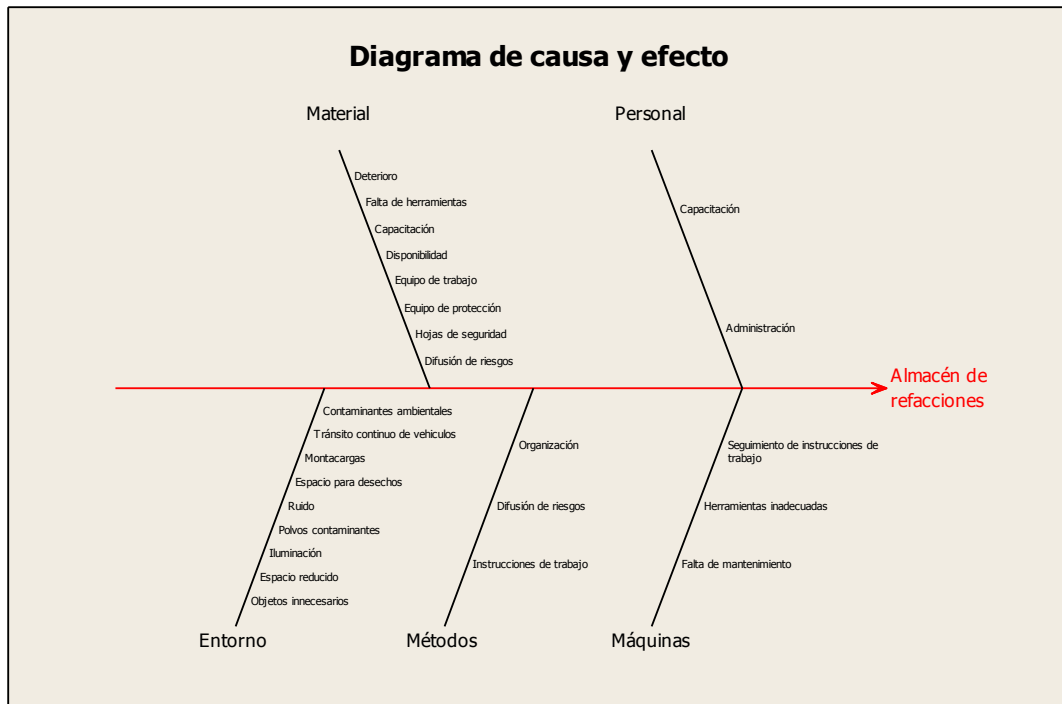
- Vehículos de carga
- Carga y manipulación de materiales
- Herramientas y máquinas de potencia



**Figura 5.22** Condiciones Laborales de Almacén de Refacciones

El análisis para determinar las causas y efectos de las fallas en el trabajo realizado por el personal se lleva a cabo mediante el uso del software Minitab®, la **figura 5.23** representa las variables encontradas mediante la observación directa.





**Figura 5.23** Diagrama de Ishikawa de Surtido nacional y exportación, Nave 31

Continuando con el proceso, en la **tabla 5.11** se encuentra detalladamente la descripción del área y actividad en la que se lleva a cabo el análisis; seguidamente se obtiene la información de campo necesaria para realizar la evaluación y las recomendaciones adecuadas para la mejora de las condiciones de trabajo y de seguridad del trabajador; con los datos requeridos se lleva a cabo el cálculo inicial de NPR.

Tabla 5.11 AMEF Surtido Nacional y Exportación, Nave 31

<b>Dirección</b>	Operación de Refacciones
<b>Gerencia</b>	Operación Centro Logístico Refacciones
<b>Gerente</b>	Herrera Ramos Epifanio Roberto
<b>Responsable</b>	Dulce Cabrera López
<b>Última actualización</b>	14.10.11
<b>Siguiente actualización</b>	14.10.16

Nave 31	Nave 31
<b>Proceso, operación</b>	Surtido Nacional y Exportación
<b>Ubicación</b>	Nave 31
<b>Turnos de trabajo</b>	1 (8:00-17:00)
<b>Total de personal</b>	29

Act	Función del proceso	Modo de falla potencial	Efectos de la falla potencial	Causa/Mecanismo de la falla potencial	Controles actuales del proceso para detección	Sever	Ocurr	DET	NPR	Acciones recomendadas	Responsabilidad y fecha prometida
1	Recibo de piezas: Refacciones, Piezas plásticas y metálicas.	Vehículos de carga	Atropellamiento, golpes, aplastamiento, caída de objetos	Control de los dispositivos de carga y tráfico de vehículos dentro del almacén	Procedimientos e instrucciones de trabajo, inspecciones de seguridad	7	2	1	21	Difusión del método de operación de vehículos de forma segura	Semana 45

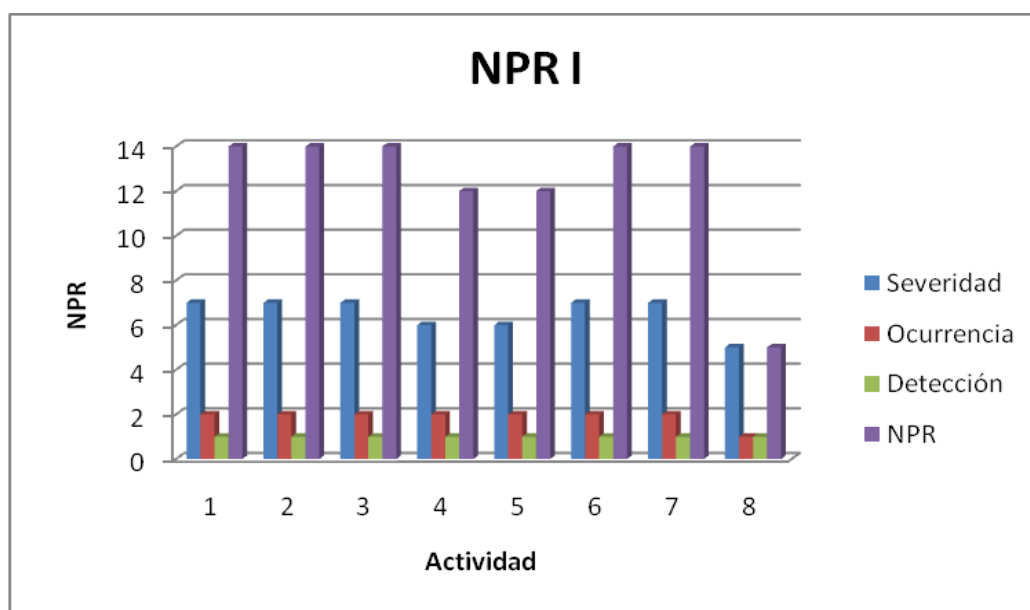
Tabla 5.11 AMEF Surtido Nacional y Exportación, Nave 31 (Continuación tabla 5.11)

		Manejo de materiales	Manipulados mecánicamente	Control de los dispositivos de carga y tráfico de vehículos dentro del almacén		7	2	1	14	Proporcionar EPP adecuado a la actividad, método correcto de carga manual	
2	Reempaque de Piezas y Refacciones para Embarque	Vehículos de carga	Atropellamiento, golpes, aplastamiento	Control de los dispositivos de carga y tráfico de vehículos dentro del almacén	Procedimientos e instrucciones de trabajo, inspecciones de seguridad	7	2	1	14	Difusión del método de operación de vehículos de forma segura	Semana 45
		Herramientas y máquinas de potencia	Golpes, aplastamiento	Control de los dispositivos de carga y tráfico de vehículos dentro del almacén		6	2	1	12	Proporcionar EPP adecuado a la actividad, método correcto de carga manual	
3	Embarque de Piezas para Surtido Nacional y Exportación	Vehículos de carga	Atropellamiento, golpes, aplastamiento	Control de los dispositivos de carga y tráfico de vehículos dentro del almacén	Procedimientos e instrucciones de trabajo, inspecciones de seguridad	6	2	1	12	Difusión del método de operación de vehículos de forma segura	Semana 45

**Tabla 5.11 AMEF Surtido Nacional y Exportación, Nave 31 (Continuación tabla 5.11)**

4	Transporte de piezas	Vehículos de carga	Atropellamiento, golpes, aplastamiento, caída de objetos manipulados	Control de los dispositivos de carga y tráfico de vehículos dentro del almacén	Procedimientos e instrucciones de trabajo, inspecciones de seguridad	7	2	1	21	Difusión del método de operación de vehículos de forma segura,	Semana 45
		Carga y manipulación de materiales	Mecánicamente	Control de los dispositivos de carga y tráfico de vehículos dentro del almacén	Procedimientos e instrucciones de trabajo, inspecciones de seguridad	7	2	1	14	método correcto de carga manual	
5	Actividades de escritorio	Vehículos de carga	Atropellamiento, golpes, aplastamiento	Control de los dispositivos de carga y tráfico de vehículos dentro del almacén	Procedimientos e instrucciones de trabajo, inspecciones de seguridad	5	1	1	5		Semana 45

Después del cálculo del NPR inicial y para tener una visión amplia de los resultados, se grafican los NPR obtenidos por actividad; la gráfica de la **figura 5.24** representa el Número de Prioridad de Riesgo en la cual se toma como prioritario el resultado con número más alto.



**Figura 5.24** NPR Inicial Surtido Nacional y Exportación  
Fuente: Elaboración Propia

### Plan de acciones

De acuerdo a los resultados arrojados por el cálculo del NPR se elabora el plan de acciones correspondiente al área, la **tabla 5.12** corresponde al plan de acciones de medidas correctivas y preventivas por actividad; en el mismo formato se realiza el cálculo del NPR después de implementadas las acciones con la finalidad de reducir el nivel de riesgo al que se encuentra expuesto el trabajador.

Tabla 5.12 Plan de Acciones AMEF Surtido Nacional y Exportación, Nave 31

Resultados de las Acciones					
Actividad	Acciones tomadas	SEV	OCUR	DET	NPR
Recibo de piezas: Refacciones, Piezas plásticas y metálicas.	Difusión del método de operación de vehículos de forma segura	5	2	1	10
	Proporcionar EPP adecuado a la actividad, método correcto de carga manual	5	2	1	10
Reempaque de Piezas y Refacciones para Embarque	Difusión del método de operación de vehículos de forma segura	5	2	1	10
	Proporcionar EPP adecuado a la actividad, método correcto de carga manual	4	2	1	8
Embarque de Piezas para Surtido Nacional y Exportación	Difusión del método de operación de vehículos de forma segura, proporcionar EPP adecuado a la actividad, método correcto de carga manual	4	2	1	8
Transporte de piezas	Difusión del método de operación de vehículos de forma segura, proporcionar EPP	5	2	1	10
	Adecuado a la actividad, método correcto de carga manual	5	2	1	10
Actividades de escritorio	Difusión del método de operación de vehículos de forma segura, proporcionar EPP adecuado a la actividad, método correcto de carga manual	3	1	1	3

Después del cálculo del NPR de las acciones implementadas se realiza la gráfica de los resultados para una representación visual de la disminución del nivel de riesgo en el área y las actividades; en la **figura 5.25** están plasmados numéricamente los resultados del NPR final.

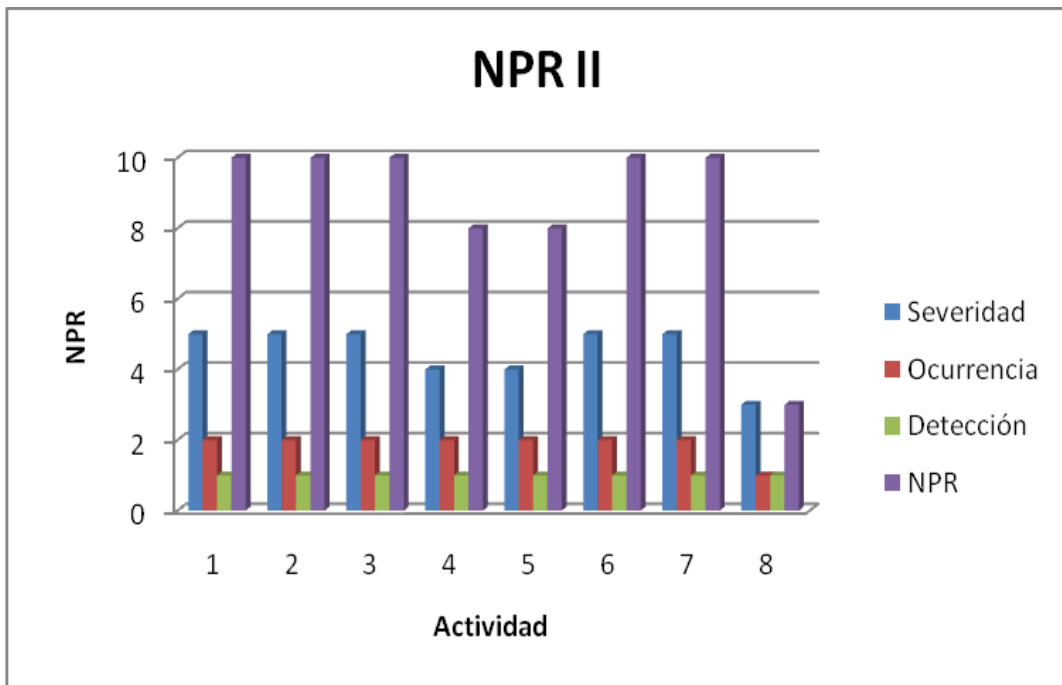


Figura 5.25 NPR Final Surtido Nacional y Exportación

## 5.7 Nave 31, Almacén de Refacciones, Actividad de Montacargas

Para tener una noción de las condiciones en las que se encuentra el área de trabajo se presenta la **figura 5.26**, ésta imagen representa el punto crítico que debe ser corregido mediante el plan de acciones.

### Modos Potenciales de Falla

- Escaleras y plataformas
- Vehículos de carga
- Trabajos en alturas
- Carga y manipulación de materiales
- Contacto con cilindros de gas
- proyección de partículas
- Manejo de sustancias y químicos peligrosos

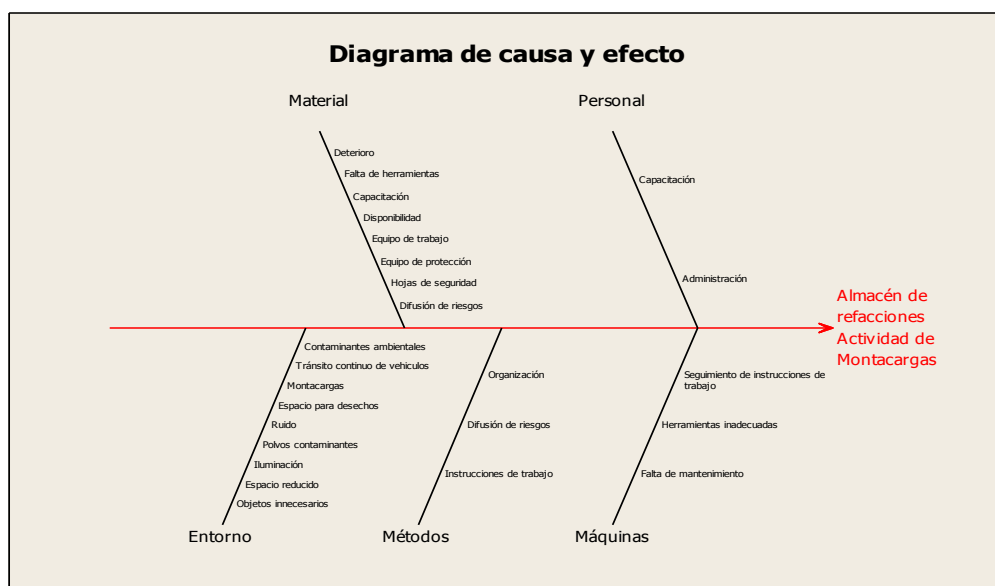


**Figura 5.26** Condiciones Laborales Actividad de Montacargas

El análisis para determinar las causas y efectos de las fallas en el trabajo realizado por el personal se lleva a cabo mediante el uso del software Minitab®, la **figura 5.27** representa las variables encontradas mediante la observación directa.



Continuando con el proceso, en la **tabla 5.13** se encuentra detalladamente la descripción del área y actividad en la que se lleva a cabo el análisis; seguidamente se obtiene la información de campo necesaria para realizar la evaluación y las recomendaciones adecuadas para la mejora de las condiciones de trabajo y de seguridad del trabajador; con los datos requeridos se lleva a cabo el cálculo inicial de NPR.



**Figura 5.27** Diagrama de Ishikawa de Actividad de montacargas, Nave 31

**Tabla 5.13 AMEF Actividad de Montacargas, Nave 31**

<b>Dirección</b>	Operación de Refacciones
<b>Gerencia</b>	Operación Centro Logístico Refacciones
<b>Gerente</b>	Herrera Ramos Epifanio Roberto
<b>Responsable</b>	Dulce Cabrera López
<b>Última actualización</b>	18.07.2011
<b>Siguiente actualización</b>	18.07.2016

<b>Nave</b>	Nave 31
<b>Proceso, operación</b>	Actividad de Montacargas
<b>Ubicación</b>	Nave 31
<b>Turnos de trabajo</b>	1 (6:00 - 15:00)
<b>Total de personal</b>	48

Act	Función del proceso	Modo de falla potencial	Efectos de la falla potencial	Causa/Mecanismo de la falla potencial	Controles actuales del proceso para detección	Sever	Ocurr	DET	NPR	Acciones recomendadas	Responsabilidad y fecha prometida
1	Actividades de Montacargas: Operador de pie y elevación de 5-9 metros (Raymond y Stockpicker)	Escaleras, plataformas	Caídas, golpes	Falta de inducción a la actividad	Inspecciones de seguridad	6	3	2	36	Difusión de riesgos	Semana 45
		Vehículos de carga	Atropellamiento, caída de materiales manipulados mecánicamente	Montacargas, señalamientos de pasillos y pasos peatonales, falta de gobernadores de velocidad	Inspecciones de seguridad	8	3	2	48	Colocar arnés de seguridad a operadores, tener control de estado de operación de montacargas, manual de operación segura de montacargas	

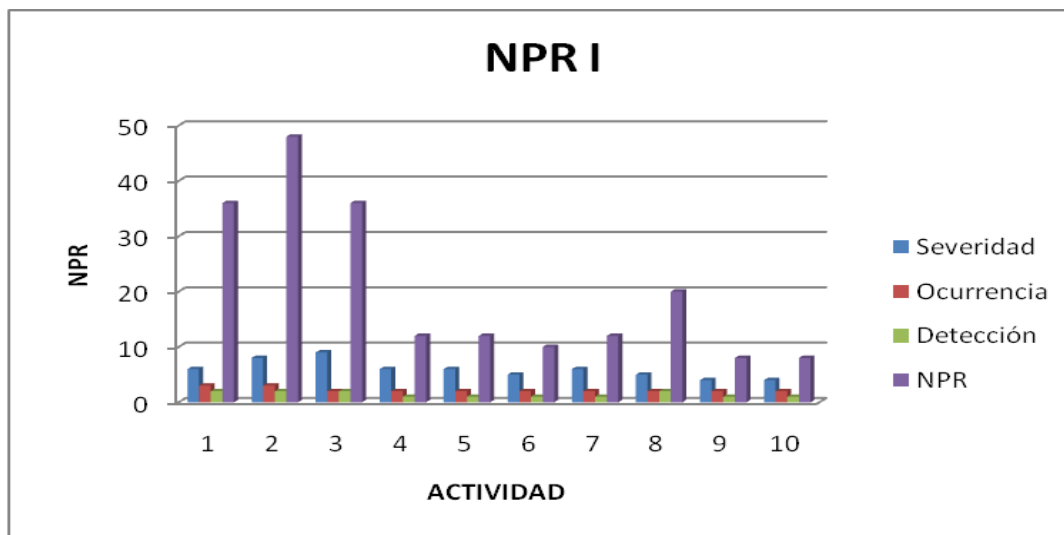
Tabla 5.13 AMEF Actividad de Montacargas, Nave 31 (continuación tabla 5.13)

		Trabajos en alturas	Caídas, golpes	Falta de arnés de seguridad para operadores de alturas	Inspecciones de seguridad	9	2	2	36	Difusión de riesgos, provisión de equipo de seguridad adecuado para la actividad, capacitación para trabajos en alturas	
2	Operación de Montacargas Eléctrico	Vehículos de carga	Atropellamiento, caída de materiales manipulados mecánicamente	Falta de gobernador de velocidad, falta de capacitación	Inspecciones de seguridad	6	2	1	12	Tener control de estado de operación de montacargas, manual de operación segura de montacargas, difusión de riesgos	Semana 45
		Caída de materiales	Golpes, lesiones	A operadores de montacargas	Inspecciones de seguridad	6	2	1	12		
3	Operación de Montacargas Gas	Vehículos de carga	Atropellamiento, caída de materiales	Falta de gobernador de velocidad	Inspecciones de seguridad	5	2	1	10	Tener control de estado de operación de montacargas, manual de operación segura de montacargas, difusión de riesgos	Semana 45
		Manipulación de materiales	Manipulados mecánicamente, incendios, quemaduras,	, falta de capacitación a operadores de montacargas,	Inspecciones de seguridad	6	2	1	12		

Tabla 5.13 AMEF Actividad de Montacargas, Nave 31 (continuación tabla 5.13)

		Contacto con cilindros de gas	Explosiones	Control de checklist del equipo	Inspecciones de seguridad	5	2	2	20		
4	Recarga de Montacargas Eléctricos	Proyección de partículas	Atropellamiento, aplastamiento por vehículos	Falta de gobernador de velocidad, falta de capacitación a operadores de montacargas, verificar conexiones y cableado de baterías	Inspecciones de seguridad	4	2	1		Tener control de estado de operación de montacargas, manual de operación segura de montacargas, difusión de riesgos	Semana 45
5	Recarga de Montacargas con Gas LP	Manejo de sustancias y químicos peligrosos	Incendios, explosiones, quemaduras, atropellamiento, aplastamiento	Falta de capacitación de manejo de sustancias y materiales peligrosos, conocimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo	Inspecciones de seguridad	4	2	1	8	Tener control de estado de operación de montacargas, manual de operación segura de montacargas, difusión de riesgos	Semana 45

Después del cálculo del NPR inicial y para tener una visión amplia de los resultados, se grafican los NPR obtenidos por actividad; la gráfica de la **figura 5.28** representa el Número de Prioridad de Riesgo en la cual se toma como prioritario el resultado con número más alto.



**Figura 5.28** NPR Inicial Actividad de Montacargas

Fuente: Elaboración Propia

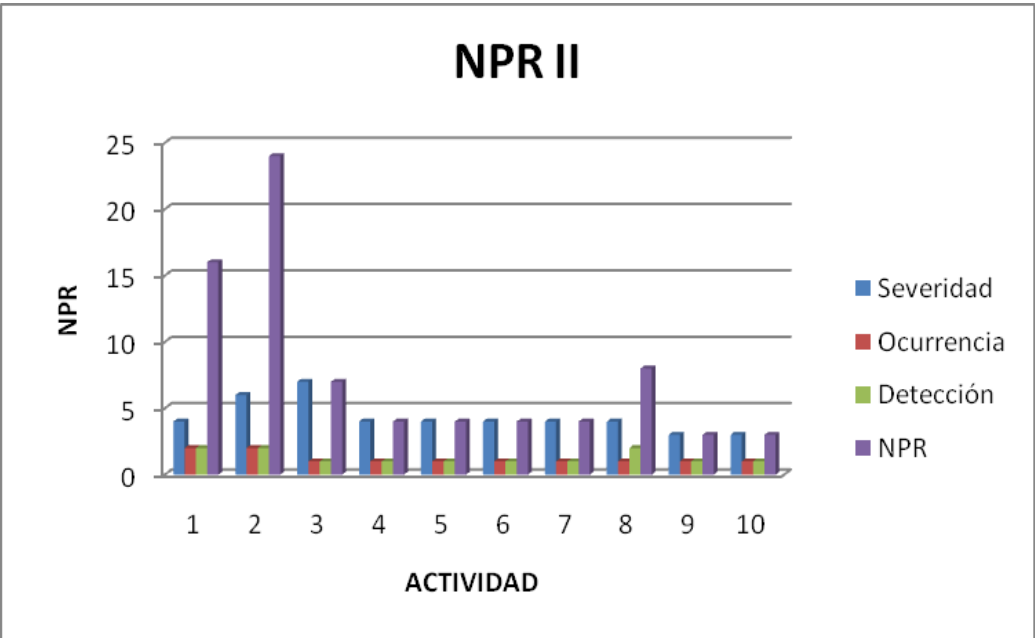
## Plan de acciones

De acuerdo a los resultados arrojados por el cálculo del NPR se elabora el plan de acciones correspondiente al área, la **tabla 5.14** corresponde al plan de acciones de medidas correctivas y preventivas por actividad; en el mismo formato se realiza el cálculo del NPR después de implementadas las acciones con la finalidad de reducir el nivel de riesgo al que se encuentra expuesto el trabajador.

Tabla 5.14 Plan de Acciones de Actividad de Montacargas, Nave 31

Resultados de las Acciones					
Actividad	Acciones tomadas	SEV	OCUR	DET	NPR
Actividades de Montacargas: Operador de pie y elevación de 5-9 metros (Raymond y Stockpicker)	Difusión de riesgos	4	2	2	16
	Colocar arnés de seguridad a operadores, tener control de estado de operación de montacargas, manual de operación segura de montacargas, difusión de riesgos	6	2	2	24
	Difusión de riesgos, provisión de equipo de seguridad adecuado para la actividad, capacitación para trabajos en alturas	7	1	1	7
Operación de Montacargas Eléctrico	Tener control de estado de operación de montacargas, manual de	4	1	1	4
	operación segura de montacargas, difusión de riesgos	4	1	1	4
Operación de Montacargas a Gas	Tener control de estado de operación de montacargas, manual de operación segura de montacargas, difusión de riesgos	4	1	1	4
		4	1	1	4
		4	1	2	8
Recarga de Montacargas Eléctricos	Tener control de estado de operación de montacargas, manual de operación segura de montacargas, difusión de riesgos	3	1	1	3
Recarga de Montacargas con Gas LP	Tener control de estado de operación de montacargas, manual de operación segura de montacargas, difusión de riesgos	3	1	1	3

Después del cálculo del NPR de las acciones implementadas se realiza la gráfica de los resultados para una representación visual de la disminución del nivel de riesgo en el área y las actividades; en la **figura 5.29** están plasmados numéricamente los resultados del NPR final.



**Figura 5.29** NPR Final Actividad de Montacargas

Fuente: Elaboración Propia

## 5.8 Nave 43, Centro Canófilo Seguridad VWM

Para tener una noción de las condiciones en las que se encuentra el área de trabajo se presenta la **figura 5.30**, ésta imagen representa el punto crítico que debe ser corregido mediante el plan de acciones.

### Modos Potenciales de Falla

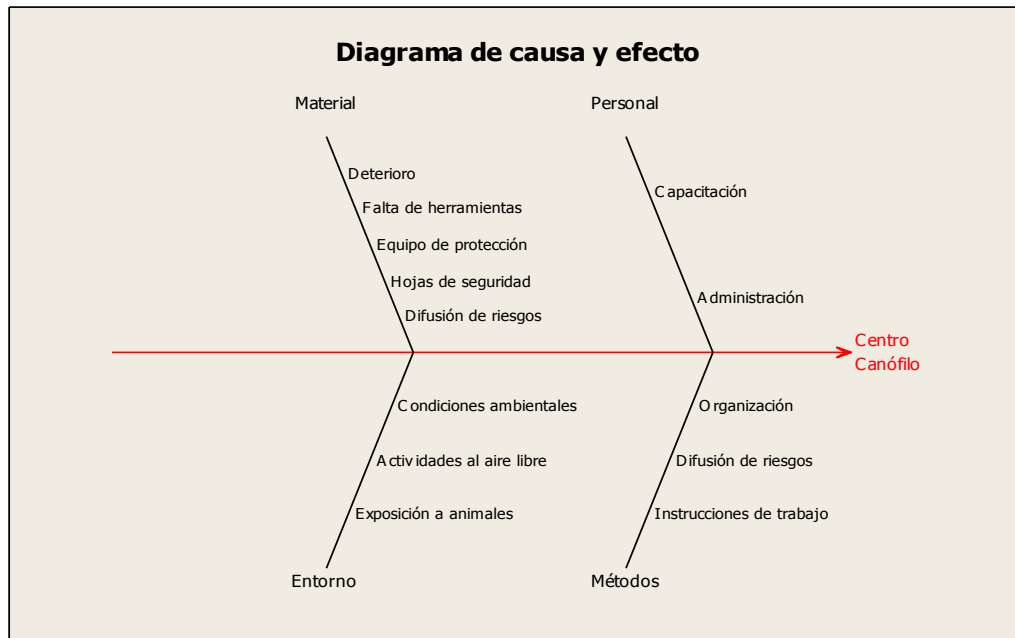
- Exposición a animales
- Riesgos biológicos
- Exposición a temperaturas bajas y altas
- Posturas de trabajo
- Esfuerzo físico
- Pisos y desniveles



**Figura 5.30** Condiciones Laborales Centro Canófilo

El análisis para determinar las causas y efectos de las fallas en el trabajo realizado por el personal se lleva a cabo mediante el uso del software Minitab®, la **figura 5.31** representa las variables encontradas mediante la observación directa.





**Figura 5.31** Diagrama de Ishikawa de Centro Canófilo, Seguridad VWM

Fuente: Elaboración Propia

Continuando con el proceso, en la **tabla 5.15** se encuentra detalladamente la descripción del área y actividad en la que se lleva a cabo el análisis; seguidamente se obtiene la información de campo necesaria para realizar la evaluación y las recomendaciones adecuadas para la mejora de las condiciones de trabajo y de seguridad del trabajador; con los datos requeridos se lleva a cabo el cálculo inicial de NPR.

**Tabla 5.15 AMEF de Centro Canófilo, Seguridad VWM**

<b>Dirección</b>	Seguridad VWM
<b>Gerencia</b>	Administración de Operaciones
<b>Gerente</b>	Mokross Hans Dieter / Jesús Gómez Morales
<b>Responsable</b>	Dulce Cabrera López
<b>Última actualización</b>	26.Octubre.2011
<b>Siguiente actualización</b>	26.Octubre.2016

<b>Nave</b>	Nave 43
<b>Proceso, operación</b>	Centro Canófilo
<b>Ubicación</b>	Nave 43
<b>Turnos de trabajo</b>	3
<b>Total de personal</b>	30

Act	Función del proceso	Modo de falla potencial	Efectos de la falla potencial	Causa/Mecanismo de la falla potencial	Controles actuales del proceso para detección	Indicadores				Acciones recomendadas	Responsabilidad y fecha prometida
						Sever	Ocurr	DET	NPR		
1	Aseo y mantenimiento de las perreras (diario y semanal)	Exposición a animales	Mordeduras, golpes	Falta de equipo adecuado para la actividad, seguimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo	Inspecciones de seguridad	6	2	1	1 2	Proveer de equipo y herramientas para cada actividad, EPP adecuado,	Semana 48
		Riesgos biológicos	Enfermedades por bacterias	Falta de equipo adecuado para la actividad, seguimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo,	Inspecciones de seguridad	6	2	1	1 2	Difusión de riesgos al personal	

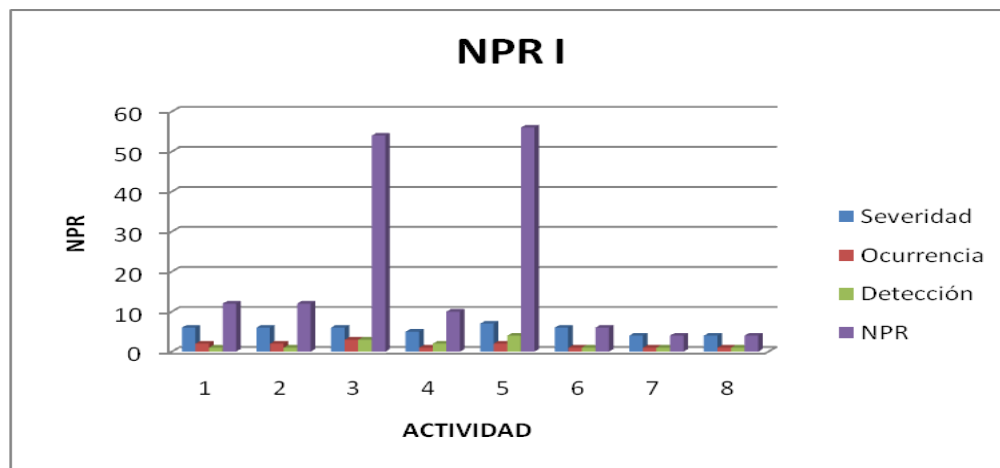
Tabla 5.15 AMEF de Centro Canófilo, Seguridad VWM (continuación tabla 5.15)

2	Rondines en Áreas perimetrales	Exposición a temperaturas bajas y altas,	Enfermedades por exposición a temperaturas, caídas,	Falta de equipo adecuado para la actividad, seguimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo	Inspecciones de seguridad	6	3	3	5 4	Proveer de equipo y herramientas para cada actividad, EPP A Adecuado, difusión de riesgos al personal	Semana 48
		Posturas de trabajo	Golpes, lesiones musculares esqueléticas	Falta de equipo adecuado para la actividad, seguimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo	Inspecciones de seguridad	5	1	2	1 0	Difusión de riesgos	
3	Cuidado y adiestramiento de perros	Exposición a animales	Mordeduras, lesiones,	Falta de equipo adecuado para la actividad, seguimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo	Inspecciones de seguridad	7	2	4	5 6	Proveer de equipo y herramientas para cada actividad, EPP adecuado,	Semana 48
		Riesgos biológicos	Infecciones	Falta de equipo adecuado para la actividad, seguimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo	Inspecciones de seguridad	6	1	1	6	Difusión de riesgos al personal	

Tabla 5.15 AMEF de Centro Canófilo, Seguridad VWM (Continuación tabla 5.15)

4	Acondicionamiento físico del personal	Esfuerzo físico	Lesiones musculoesqueléticas	Falta de equipo adecuado para la actividad, seguimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo	Inspecciones de seguridad	4	1	1	4	Proveer de equipo y herramientas para cada actividad, EPP adecuado, difusión de riesgos al personal	Semana 48
		Pisos y desniveles	Caídas, golpes, fracturas	Falta de equipo adecuado para la actividad, seguimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo	Inspecciones de seguridad	4	1	1	4		

Después del cálculo del NPR inicial y para tener una visión amplia de los resultados, se grafican los NPR obtenidos por actividad; la gráfica de la **figura 5.32** representa el Número de Prioridad de Riesgo en la cual se toma como prioritario el resultado con número más alto.



**Figura 5.32 NPR Inicial Centro Canófilo**

Fuente: Elaboración Propia

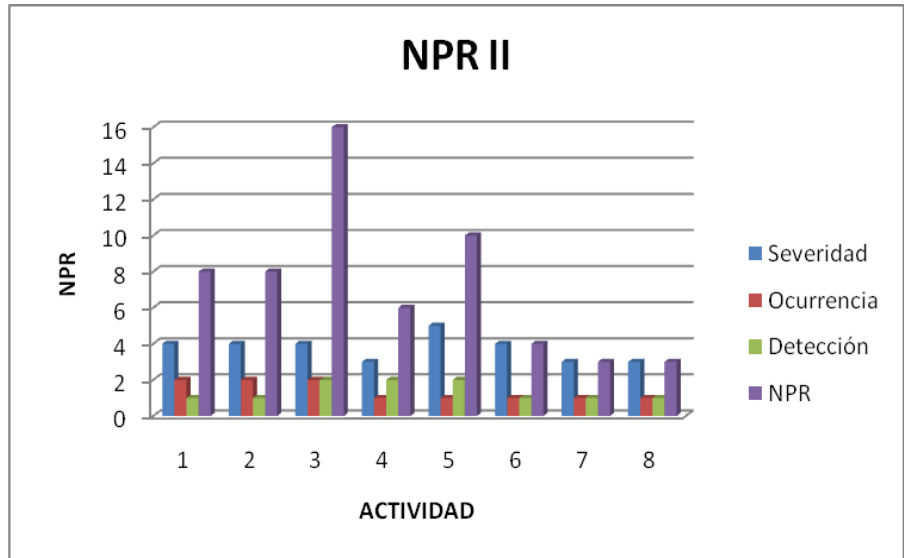
### Plan de acciones

De acuerdo a los resultados arrojados por el cálculo del NPR se elabora el plan de acciones correspondiente al área, la **tabla 5.16** corresponde al plan de acciones de medidas correctivas y preventivas por actividad; en el mismo formato se realiza el cálculo del NPR después de implementadas las acciones con la finalidad de reducir el nivel de riesgo al que se encuentra expuesto el trabajador.

Tabla 5.16 Plan de Acciones de Centro Canófilo, Seguridad VWM

Resultados de las Acciones					
Actividad	Acciones tomadas	SEV	OCUR	DET	NPR
Aseo y mantenimiento de las perreras (diario y semanal)	Proveer de equipo y herramientas para cada actividad, EPP adecuado,	4	2	1	8
	Difusión de riesgos al personal	4	2	1	8
Rondines en Áreas perimetrales	Proveer de equipo y herramientas para cada actividad, EPP adecuado, difusión de riesgos al personal	4	2	2	16
	Difusión de riesgos	3	1	2	6
Cuidado y adiestramiento de perros	Proveer de equipo y herramientas para cada actividad, EPP adecuado	5	1	2	10
	Difusión de riesgos al personal	4	1	1	4
Acondicionamiento físico del personal	Proveer de equipo y herramientas para cada actividad, EPP adecuado, difusión de riesgos al personal	3	1	1	3
		3	1	1	3
Actividades de escritorio					

Después del cálculo del NPR de las acciones implementadas se realiza la gráfica de los resultados para una representación visual de la disminución del nivel de riesgo en el área y las actividades; en la **figura 5.33** están plasmados numéricamente los resultados del NPR final.



**Figura 5.33** NPR Final Centro Canófilo

Fuente: Elaboración Propia

## 5.9 Nave 43, Centro Canófilo Seguridad VWM

Para tener una noción de las condiciones en las que se encuentra el área de trabajo se presenta la **figura 5.34**, ésta imagen representa el punto crítico que debe ser corregido mediante el plan de acciones.

### Modos Potenciales de Falla

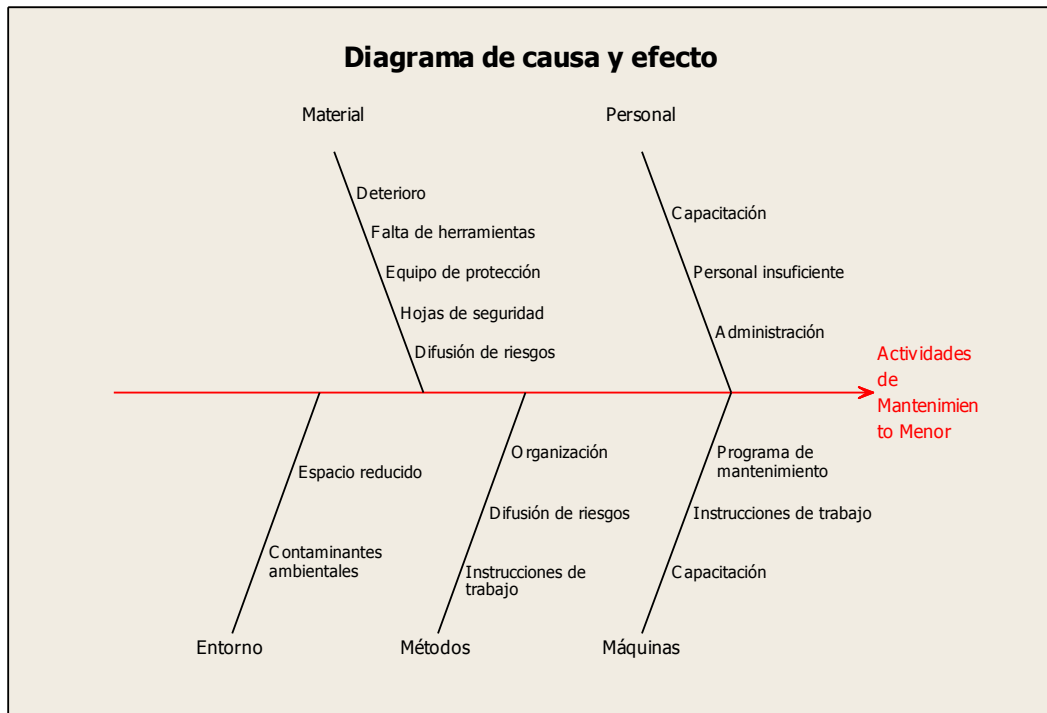
- Herramientas manuales
- Recipientes sujetos a presión
- Proyección de partículas
- Electricidad por contacto indirecto
- Radiación
- Riesgos químicos
- Cilindros de gas



**Figura 5.34** Condiciones Laborales Mantenimiento Menor

El análisis para determinar las causas y efectos de las fallas en el trabajo realizado por el personal se lleva a cabo mediante el uso del software Minitab®, la **figura 5.35** representa las variables encontradas mediante la observación directa.





**Figura 5.35** Diagrama de Ishikawa de Actividades de mantenimiento menor, Seguridad VWM

Continuando con el proceso, en la **tabla 5.17** se encuentra detalladamente la descripción del área y actividad en la que se lleva a cabo el análisis; seguidamente se obtiene la información de campo necesaria para realizar la evaluación y las recomendaciones adecuadas para la mejora de las condiciones de trabajo y de seguridad del trabajador; con los datos requeridos se lleva a cabo el cálculo inicial de NPR.

Tabla 5.17 AMEF de Actividades de Mantenimiento Menor, Seguridad VWM

<b>Dirección</b>	Seguridad VWM
<b>Gerencia</b>	Administración de Operaciones
<b>Gerente</b>	Mokross Hans Dieter / Jesús Gómez Morales
<b>Responsable</b>	Dulce Cabrera López
<b>Última actualización</b>	26.Octubre.2011
<b>Siguiente actualización</b>	26.Octubre.2016

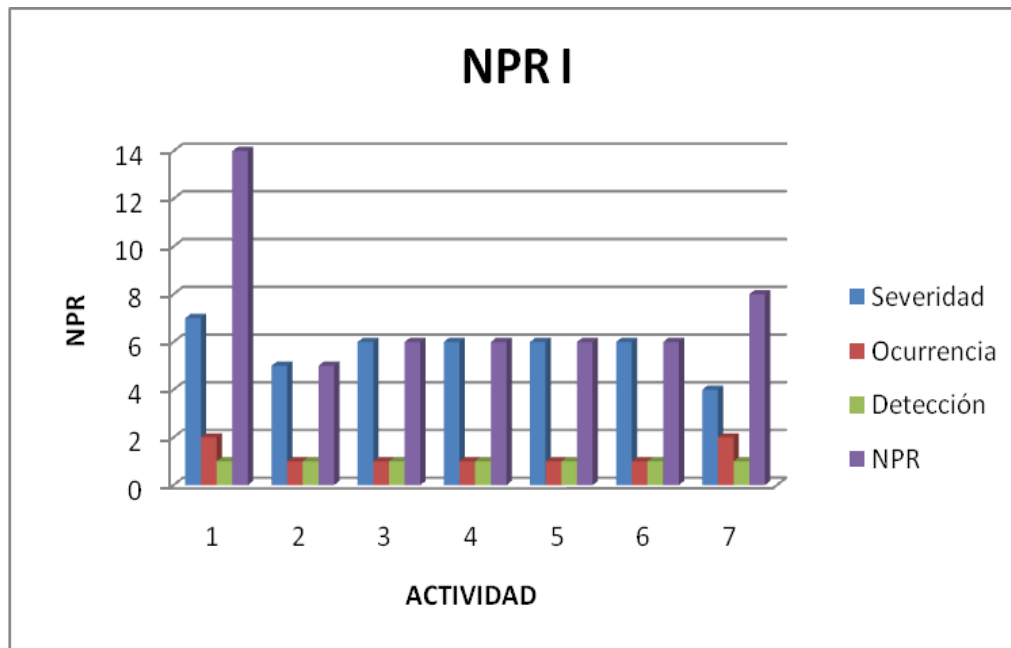
<b>Nave</b>	Centro Canófilo
<b>Proceso, operación</b>	Actividades de mantenimiento menor
<b>Ubicación</b>	Nave 43
<b>Turnos de trabajo</b>	3
<b>Total de personal</b>	30

Act	Función del proceso	Modo de falla potencial	Efectos de la falla potencial	Causa/Mecanismo de la falla potencial	Controles actuales del proceso para detección	Sever				Acciones recomendadas	Responsabilidad y fecha prometida	
						Ocurr	DET	NPR				
1	Parchado de llantas de equipo móvil de Seguridad VWM	Herramientas manuales	Golpes, heridas, machucones	Seguimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo	Inspecciones de seguridad	7	2	1	1	4	Proporcionar herramientas adecuadas para la actividad	Semana 48
		recipientes sujetos a presión	proyecciones, quemaduras, explosiones	Seguimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo, falta de equipo y herramienta adecuada	Inspecciones de seguridad	5	1	1	5	EPP adecuado, difusión de riesgos		

**Tabla 5.17 AMEF de Actividades de Mantenimiento Menor, Seguridad VWM (continuación tabla 5.17)**

2	Trabajos menores de soldadura en el área de operaciones	Proyección de partículas	lesiones oculares o dérmicas	Seguimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo	Inspecciones de seguridad	6	1	1	6	Proporcionar herramientas adecuadas para la actividad, EPP adecuado, difusión de riesgos	Semana 48
		Electricidad por contacto indirecto, radiación	Dérmicas, quemaduras, contaminación,	Falta de equipo y herramienta adecuada	Inspecciones de seguridad	6	1	1	6		
		Riesgos químicos	Quemaduras, contaminación	Seguimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo, falta de equipo y herramienta adecuada	Inspecciones de seguridad	6	1	1	6		
		Cilindros de gas	Incendios, explosiones	Seguimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo, falta de equipo y herramienta adecuada	Inspecciones de seguridad	6	1	1	6		
3	Reparaciones Menores a equipo móvil: Cambio de aceite, agua, anticongelante, cambio de focos para unidades	Herramientas manuales	Golpes, heridas	Seguimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo, falta de equipo y herramienta adecuada	Inspecciones de seguridad	4	2	1	8	Proporcionar herramientas adecuadas para la actividad, EPP adecuado, difusión de riesgos	Semana 48

Después del cálculo del NPR inicial y para tener una visión amplia de los resultados, se grafican los NPR obtenidos por actividad; la gráfica de la **figura 5.36** representa el Número de Prioridad de Riesgo en la cual se toma como prioritario el resultado con número más alto.



**Figura 5.36** NPR Inicial Mantenimiento Menor

Fuente: Elaboración Propia

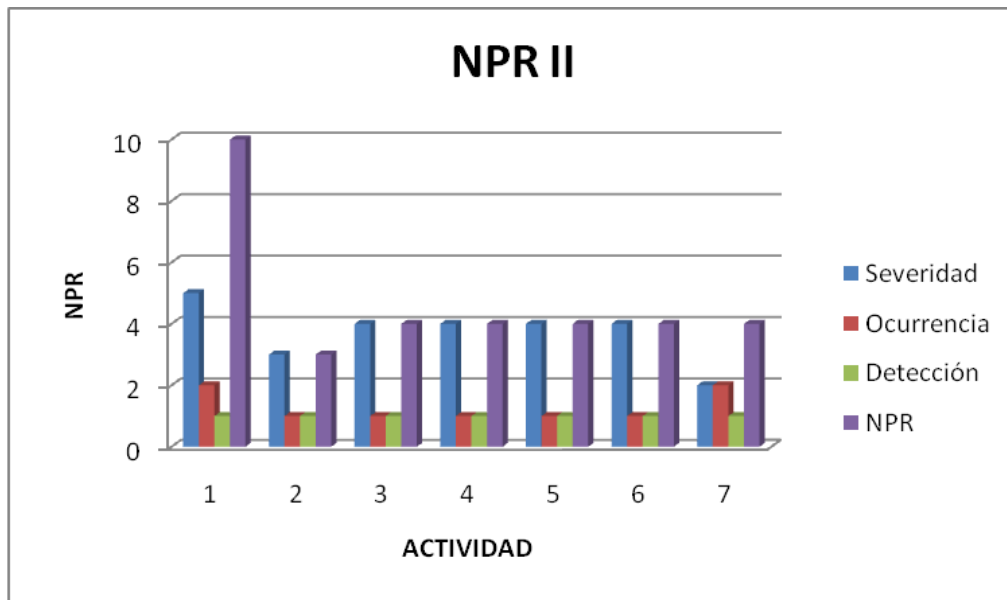
### Plan de acciones

De acuerdo a los resultados arrojados por el cálculo del NPR se elabora el plan de acciones correspondiente al área, la **tabla 5.18** corresponde al plan de acciones de medidas correctivas y preventivas por actividad; en el mismo formato se realiza el cálculo del NPR después de implementadas las acciones con la finalidad de reducir el nivel de riesgo al que se encuentra expuesto el trabajador.

**Tabla 5.18** Plan de Acciones de Actividades de Mantenimiento Menor, Seguridad VWM

Resultados de las Acciones					
Actividad	Acciones tomadas	SEV	OCUR	DET	NPR
Parchado de llantas de equipo móvil de Seguridad VWM	Proporcionar herramientas adecuadas para la actividad	5	2	1	10
	EPP adecuado, difusión de riesgos	3	1	1	3
Trabajos menores de soldadura en el área de operaciones	Proporcionar herramientas adecuadas para la actividad, EPP adecuado, difusión de riesgos	4	1	1	4
		4	1	1	4
		4	1	1	4
		4	1	1	4
Reparaciones Menores a equipo móvil: Cambio de aceite, agua, anticongelante, cambio de focos para unidades mobiliario	Proporcionar herramientas adecuadas para la actividad, EPP adecuado, difusión de riesgos	2	2	1	4

Después del cálculo del NPR de las acciones implementadas se realiza la gráfica de los resultados para una representación visual de la disminución del nivel de riesgo en el área y las actividades; en la **figura 5.37** están plasmados numéricamente los resultados del NPR final.



**Figura 5.37 NPR Final Mantenimiento Menor**  
Fuente: Elaboración Propia

## 5.10 Nave 1, Estampado Calle 9 y 15

Para tener una noción de las condiciones en las que se encuentra el área de trabajo se presenta la **figura 5.38**, ésta imagen representa el punto crítico que debe ser corregido mediante el plan de acciones.

### Modos Potenciales de Falla

- Vehículos de carga
- Carga y manipulación de materiales
- Exposición a ruido
- Escaleras y plataformas
- Maquinas, equipos y herramientas de potencia



**Figura 5.38** Condiciones Laborales Estampado Mecanizado

El análisis para determinar las causas y efectos de las fallas en el trabajo realizado por el personal se lleva a cabo mediante el uso del software Minitab®, la **figura 5.39** representa las variables encontradas mediante la observación directa.



**Figura 5.39** Diagrama de Ishikawa de Estampado, Nave 1

Continuando con el proceso, en la **tabla 5.19** se encuentra detalladamente la descripción del área y actividad en la que se lleva a cabo el análisis; seguidamente se obtiene la información de campo necesaria para realizar la evaluación y las recomendaciones adecuadas para la mejora de las condiciones de trabajo y de seguridad del trabajador; con los datos requeridos se lleva a cabo el cálculo inicial de NPR.



Tabla 5.19 AMEF Área Estampado Mecanizado, Nave 1

<b>Dirección</b>	Estampado
<b>Gerencia</b>	Fabricación II (KS)
<b>Gerente</b>	Moisés Zaldívar Maldonado
<b>Responsable</b>	Dulce Cabrera López
<b>Última actualización</b>	23.09.2011
<b>Siguiente actualización</b>	23.09.2016

<b>Nave</b>	Nave 1
<b>Proceso, operación</b>	Estampado Mecanizado
<b>Ubicación</b>	Calles 9 y 15
<b>Turnos de trabajo</b>	1º, 2º y 3º
<b>Total de personal</b>	42

Act	Función del proceso	Modo de falla potencial	Efectos de la falla potencial	Causa/Mecanismo de la falla potencial	Controles actuales del proceso para detección	Sever	DET	Ocurr	NPR	Acciones recomendadas	Responsabilidad y fecha prometida
1	Alimentación de desafiladoras	Vehículos de carga	Atropellamiento, golpes, aplastamiento	Seguimiento de procedimientos e instrucciones de trabajo, falta de medidas de seguridad	Inspecciones de seguridad	7	2	2	28	Difusión de riesgos y procedimientos de trabajo, señalamientos de prevención	Semana 52
		Carga y manipulación de materiales	Golpes contra objetos suspendidos	Falta de medidas de seguridad y señalamientos	Inspecciones de seguridad	7	2	2	28		
		Exposición a ruido	Hipoacusia, pérdida de capacidad auditiva	Difusión de riesgos	Inspecciones de seguridad	6	1	2	12	Difusión de riesgos	

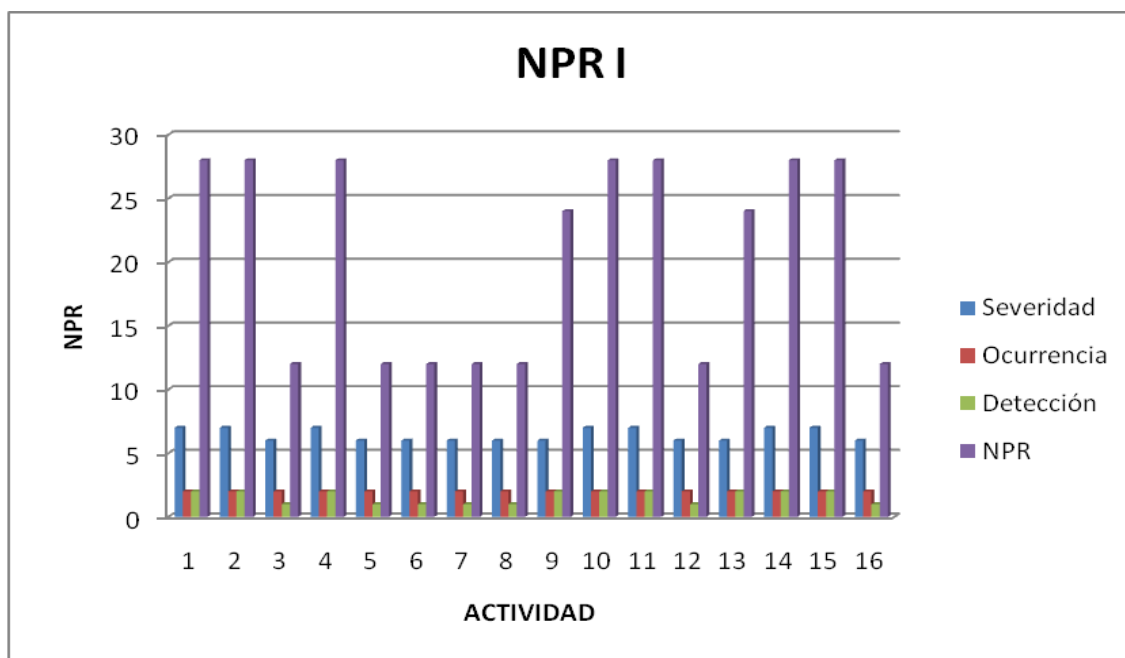
**Tabla 5.19 AMEF Área Estampado Mecanizado, Nave 1 (Continuación tabla 5.19)**

2	Proceso de estampado: embutido, corte, corte y punzonado, corte y formado, estación de vacío, formado corte y punzonado	Caída y manipulación de materiales	Caída de objetos manipulados mecánicamente	Falta de medidas de seguridad y señalamientos	Inspecciones de seguridad	7	2	2	28	Difusión de riesgos y procedimientos de trabajo, señalamientos de prevención	Semana 52
		Exposición a ruido	Hipoacusia, pérdida de capacidad auditiva	Difusión de riesgos	Inspecciones de seguridad	6	1	2	12		
3	Actividades de facilitador	Exposición a ruido	Hipoacusia, pérdida de capacidad auditiva	Difusión de riesgos	Inspecciones de seguridad	6	1	2	12	Difusión de riesgos y procedimientos de trabajo, señalamientos de prevención	Semana 52
4	Revisión e inspección de piezas terminadas	Exposición a ruido	Hipoacusia, pérdida de capacidad auditiva	Difusión de riesgos	Inspecciones de seguridad	6	1	2	12	Difusión de riesgos y procedimientos de trabajo, señalamientos de prevención	Semana 52
5	Empaque de piezas	Exposición a ruido	Hipoacusia, pérdida de capacidad auditiva	Difusión de riesgos	Inspecciones de seguridad	6	1	2	12	Difusión de riesgos y procedimientos de trabajo, señalamientos de prevención	Semana 52

Tabla 5.19 AMEF Área Estampado Mecanizado, Nave 1 (Continuación tabla 5.19)

6	Cambio de troquel: mantenimiento	Escaleras y plataformas	Caídas, golpes	Difusión de riesgos	Inspecciones de seguridad	6	2	2	2	Difusión de riesgos y procedimientos de trabajo, señalamientos de prevención	Semana 52
		Máquinas, equipos y herramientas de potencia	Aplastamiento por elementos accionados	Falta de medidas de seguridad y señalamientos	Inspecciones de seguridad	7	2	2	2		
		Carga y manipulación de materiales	Golpes contra un objeto suspendido	Falta de medidas de seguridad y señalamientos	Inspecciones de seguridad	7	2	2	2		
		Exposición a ruido	Hipoacusia, pérdida de capacidad auditiva	Difusión de riesgos	Inspecciones de seguridad	6	1	2	1		
7	Cambio de troquel: producción	Escaleras y plataformas	Caídas, golpes	Difusión de riesgos	Inspecciones de seguridad	6	2	2	2	Difusión de riesgos y procedimientos de trabajo, señalamientos de prevención	Semana 52
		Máquinas, equipos y herramientas de potencia	Aplastamiento por elementos accionados	Falta de medidas de seguridad y señalamientos	Inspecciones de seguridad	7	2	2	2		
		Carga y manipulación de materiales	Golpes contra un objeto suspendido	Falta de medidas de seguridad y señalamientos	Inspecciones de seguridad	7	2	2	2		
		Exposición a ruido	Hipoacusia, pérdida de capacidad auditiva	Difusión de riesgos	Inspecciones de seguridad	6	1	2	1		

Después del cálculo del NPR inicial y para tener una visión amplia de los resultados, se grafican los NPR obtenidos por actividad; la gráfica de la **figura 5.40** representa el Número de Prioridad de Riesgo en la cual se toma como prioritario el resultado con número más alto.



**Figura 5.40** NPR Inicial Estampado Mecanizado

Fuente: Elaboración Propia

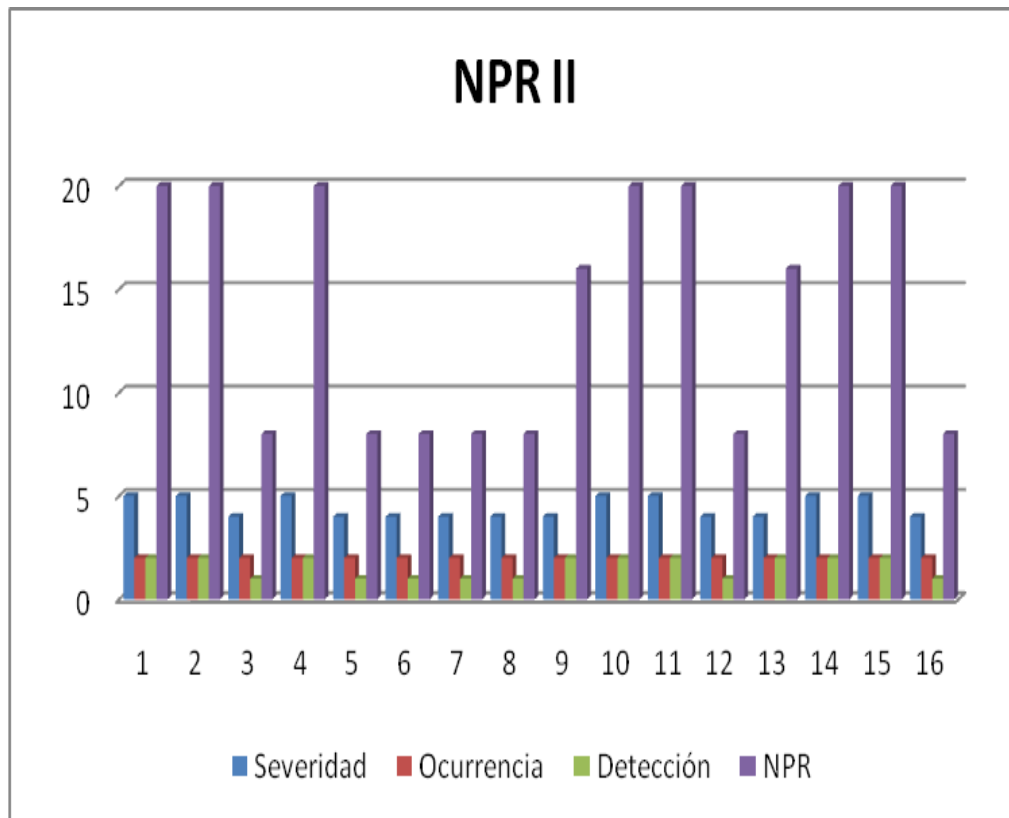
## Plan de acciones

De acuerdo a los resultados arrojados por el cálculo del NPR se elabora el plan de acciones correspondiente al área, la **tabla 5.20** corresponde al plan de acciones de medidas correctivas y preventivas por actividad; en el mismo formato se realiza el cálculo del NPR después de implementadas las acciones con la finalidad de reducir el nivel de riesgo al que se encuentra expuesto el trabajador.

Tabla 5.20 AMEF Área Estampado Mecanizado, Nave 1

Resultados de las Acciones						
Actividad	Acciones tomadas	SEV	OCUR	DET	NPR	
Alimentación de desafiladoras	Difusión, medidas de seguridad, señalamientos, EPP	5	2	2	20	
		5	2	2	20	
		4	2	1	8	
Proceso de estampado: embutido, corte, corte y punzonado, corte y formado, estación de vacío, formado corte y punzonado	Difusión, medidas de seguridad, señalamientos, EPP	5	2	2	20	
		4	2	1	8	
Actividades de facilitador	Difusión, medidas de seguridad, señalamientos, EPP	4	2	1	8	
Revisión e inspección de piezas terminadas	Difusión, medidas de seguridad, señalamientos, EPP	4	2	1	8	
Empaque de piezas	Difusión, medidas de seguridad, señalamientos, EPP	4	2	1	8	
Cambio de troquel: mantenimiento	Difusión, medidas de seguridad, señalamientos, EPP	4	2	2	16	
		5	2	2	20	
		5	2	2	20	
		4	2	1	8	
Cambio de troquel: producción	Difusión, medidas de seguridad, señalamientos, EPP	4	2	2	16	
		5	2	2	20	
		5	2	2	20	
		4	2	1	8	

Después del cálculo del NPR de las acciones implementadas se realiza la gráfica de los resultados para una representación visual de la disminución del nivel de riesgo en el área y las actividades; en la **figura 5.41** están plasmados numéricamente los resultados del NPR final.



**Figura 5.41** NPR Final Estampado Mecanizado

Fuente: Elaboración Propia

## **Capítulo 6**

# **Conclusiones y Recomendaciones**

## **6.1 Conclusiones**

### **Nave 38G, Almacén de muebles**

De acuerdo al plan de acciones sugerido a la nave 38G la actividad con mayor riesgo para el personal es la de almacenamiento debido a que no contaban con escaleras con altura y características adecuadas; ésta fue la actividad a la que se trató con prioridad para su corrección debido a la frecuencia de uso del equipo y a la gravedad de la situación del personal.

Los responsables del área, al notar que la actividad se encontraba en estado crítico tomaron las medidas correspondientes adecuando una escalera especial para la actividad y con esto disminuir la gravedad de la actividad; estos resultados son reflejados en el cálculo del NPR después de realizadas las acciones correspondientes.

### **Nave 60, Laboratorio Central Área Estática-Dinámica**

Las actividades críticas de ésta área son la manipulación de cargas pesadas y el uso de maquinaria y herramientas en mal estado o inapropiadas, el compromiso de los encargados del área se dejó ver al aceptar las acciones correctivas y preventivas y formar un equipo de trabajo para la mejora constante de estos puntos señalados.

### **Nave 60, Laboratorio Central Área Metalográfica**

El área metalográfica posee un alto índice de criticidad debido a la actividad de ataque químico, el área no contaba con el equipo de protección y de emergencia en caso de un accidente, este punto ya había sido marcado con anterioridad en



inspecciones de seguridad; el cambio fue posible debido a la puntualización de esta actividad como de alto impacto y gravedad para el personal expuesto.

### **Nave 38, Central de Bomberos**

La central de bomberos, dentro de sus actividades internas un modo potencial de falla observado es la manipulación de cargas pesadas sin el equipo de protección adecuado y sobretodo sin el conocimiento del personal acerca del método correcto de carga manual, es por ello que se llevó a cabo la difusión de los riesgos que trae consigo este tipo de prácticas, todo esto con la finalidad de mejorar las condiciones en las que labora el personal.

### **Nave 38, Central de Bomberos Cuarto de Polvos**

En el cuarto de polvos de la central de bomberos es sencillo percibir las actividades críticas debido a la frecuencia de la actividad y a los materiales que emplean para llevar a cabo su tarea, la exposición a ruido constantemente y a polvos respirables en el ambiente.

La difusión de los riesgos y medidas preventivas llevaron a que la gerencia se comprometiera a la constante capacitación y retroalimentación del personal para disminuir el impacto de estos factores en la salud e integridad.

### **Nave 31, Almacén de Refacciones**

Los aspectos críticos observados en el área de surtido nacional es el manejo de materiales sin el equipo de protección adecuado, además de la constante exposición a vehículos de carga que puede generar accidentes.

La gerencia de la nave con el compromiso de la disminución de accidentes, otorgó el equipo de protección adecuado para cada una de las actividades y contribuyó al señalamiento de pasillos para evitar accidentes.

Estas acciones llevaron a que el cálculo final del NPR final disminuyera respecto al cálculo inicial.

### **Nave 31, Actividad de Montacargas**

La actividad de montacargas fue una de las actividades con alto impacto en el área donde se lleva a cabo debido a incidencias de accidentes y lesiones en trabajadores por no contar con el equipo de protección personal adecuado para llevar a cabo su labor. La difusión de los resultados y los riesgos así como la concientización del personal y la gerencia logró implementar medidas correctivas que son percibidas en la reducción del NPR después del plan de acciones.

### **Nave 43, Centro Canófilo Seguridad VWM**

Las actividades de ésta área de Volkswagen de México no habían sido tomadas en cuenta para realizar análisis de riesgos y sobretodo la actividad con alto índice de gravedad del adiestramiento y cuidado canino; la difusión de los riesgos y la concientización del personal de Seguridad VWM hacen que se tomen medidas preventivas para minimizar el impacto de esta actividad en la integridad de los trabajadores.

### **Nave 43, Actividades de Mantenimiento Menor Seguridad VWM**

En los NPR calculados antes y después de las medidas preventivas o correctivas se encuentran plasmadas las actividades a las que debe darse prioridad y seguimiento para mantener el control de la integridad del personal expuesto.

### **Nave 1, Estampado Calles 9 Y 15**

A diferencia de las áreas anteriores, la nave de estampado tiene por actividad la producción de partes de automóviles, por lo tanto los riesgos a los que el personal se encuentra expuesto son diversos; la observación y análisis del área permitieron la concentración de la mayoría de estos riesgos, con la aplicación del AMEF se obtuvo la puntuación y respecto a esta se tomaron las acciones correspondientes con la colaboración de la dirección de la nave.

## **6.2 Recomendaciones**

Para el departamento de Seguridad Industrial en la actividad de Análisis de Riesgos en Máquinas, Equipo y Operaciones (ARMEO) se propone el uso de herramientas estadísticas para el cálculo de la probabilidad de ocurrencia de un modo de falla, el objetivo de realizar los cálculos mediante técnicas cuantitativas es tener el control de las actividades y sobretodo de proporcionar exactitud en las evaluaciones de riesgos.

De la misma manera, se propone la creación de una base de datos que contenga las puntuaciones de las áreas en donde se aplicó el análisis de riesgos.

Un punto importante que se debe tomar en cuenta en las actividades del departamento de Seguridad Industrial es la participación del personal en la difusión de los riesgos y resultados de las evaluaciones al personal de las áreas evaluadas debido a que forma parte de las evidencias la correcta difusión de riesgos.

El aspecto más importante es la creación de un grupo de expertos en el área de Seguridad Industrial con el apoyo de especialistas en las áreas de trabajo para realizar de manera conjunta la exploración y análisis de los riesgos en las actividades.

## Bibliografía

1. Acuña Acuña, Jorge; (2003). "Ingeniería de confiabilidad". Editorial Tecnológica de Costa Rica. Costa Rica. p.268. ISBN 9977 – 66 – 141 – 3.
2. Asfahl, C. Ray; (2000) "Seguridad y salud". Edit. Pearson. México. p. 59. ISBN 970-17-0331- b
3. Atehortúa hurtado, Federico. (2005). "Gestión y auditoria de la calidad para organizaciones publicas". Editorial universidad Antioquia. Antioquia Colombia. Pp.111-124.ISBN: 958-655-903-3.
4. Casal Fábrega, Joaquim; (2009). "Análisis del riesgo en instalaciones industriales". Edit. Ediciones UPC. Barcelona, España. Pp. 19-38.ISBN: 84-8301-227-B.
5. Cortés Díaz, José María; (2007). "Técnicas de prevención de riesgos laborales". Editorial Altebar. Madrid. Pp. 111-113. ISBN: 978-84-7360-272-3.
6. Escalante, J. Edgardo; (2008). "Seis sigma: metodología y técnicas". Editorial Limusa. México. Pp. 339. ISBN-13: 978-968-18-6391-3.
7. Helman, Horacio; (1991). "Análisis De Fallas". Escuela de Ingeniería de UFMG. Brasil 1995.
8. Izar Landeta, Juan Manuel;(2004). "Las 7 herramientas básicas de la calidad". Editorial Universitaria Potosina. San Luis Potosí. p. 211.ISBN 970-705- 021-7.
9. Martínez Ponce de León, Jesús G; (2002). "Inducción al análisis de riesgos". Editorial Limusa. México D.F. Pp. 9-49. ISBN 968 – 18 – 6153 – 1.
10. Miranda Rivera, Luis Néstor; (2006). "Seis Sigma, guía para principiantes". Editorial Panorama. México, D. F. p. 76. ISBN 968-11462-x.
11. Serra Belenguer, Juan; (2004). "Gestión de calidad en las Pymes agroalimentarias". Editorial Universidad Politécnica de Valencia. España. Pp. 125-137. ISBN: 84-9705-711-2.

## Artículos

1. Villacourt, Mario (1992, 30 September). "Failure Mode and Effects Analysis (FMEA): A Guide for Continuous Improvement for the Semiconductor Equipment Industry". International SEMATECH, Inc.
2. Parra, Manuel (2003). "Conceptos básicos en salud laboral". Central Unitaria de Trabajadores de Chile. Textos para Capacitación.

## Páginas electrónicas

1. Centro canadiense de salud y seguridad ocupacional; (1997-2006). "análisis de riesgos". [Http://www.ccsso.ca/oshanswers/hsprogram/job-haz.html](http://www.ccsso.ca/oshanswers/hsprogram/job-haz.html)
2. <http://www.losrecursoshumanos.com/contenidos/908-conceptos-basicos-sobre-riesgos-laborales.html>. (2012,4).
3. First consulting group: <http://www.firstconsultinggroup.com.mx/AMEF.asp> . (2011, 27).
4. Reyes Aguilar, Primitivo. (2010). <http://www.icicm.com/>