

**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEIS SIGMA PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS
PROCESOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL EN EL ÁREA
DE PRODUCCIÓN DE PROMOTORA MONTECARLO VIAS S.A. EN LA CIUDAD DE
CARTAGENA**

ALEJANDRA BARAKAT ACUÑA

MERLYN NIETO MARRUGO

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL

2011

**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE SEIS SIGMA PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS
PROCESOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL EN EL ÁREA
DE PRODUCCIÓN DE PMV**

ALEJANDRA BARAKAT ACUÑA

MERLYN NIETO MARRUGO

Trabajo de grado para optar por el título de Administrador Industrial

Director:

Tomás José Fontalvo Herrera

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL

2011

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios ante todo por darnos sabiduría para realizar este trabajo de grado.

A Tomás José Fontalvo, Ingeniero Industrial y tutor del proyecto, por brindarnos su apoyo y guiarnos en el desarrollo del proyecto y por brindarnos muchas enseñanzas.

A Gerardo Ruiz Díaz, ingeniero de la planta de Promotora Montecarlos Vías, por abrir sus puertas y brindar la información requerida para el desarrollo del proyecto.

A Liliana Centanaro Acuña, por apoyarnos y guiarnos durante desde el principio hasta el final del proyecto.

A demás docentes y personas que de uno u otra forma aportaron para llegar hasta aquí y alcanzar este logro.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado a Dios quien es mi sustento y ayudador, a mis padres Nagot Barakat Mogollón y Vicky Acuña Hueto, mis guías y mis consejeros en todo este proceso y en toda mi vida. De igual forma a Tatiana Centanaro Acuña, Liliana Centanaro Acuña y Gustavo Jáuregui Posso quienes han sido un gran apoyo y complemento para el alcance de este logro, a demás familiares, docentes y compañeros de la universidad mil gracias.

Alejandra Barakat Acuña

DEDICATORIA

Dedico este proyecto y toda mi carrera universitaria a Dios por ser quien ha estado a mi lado en todo momento. A mis abuelos Joaquín Alejandro Marrugo Puello y Marcela Del Carmen Pérez de Marrugo (Q.E.P.D.) ya que ellos me formaron como persona, a mi madre Nubia J. Marrugo Pérez, por darme todo el apoyo en cada una de mis metas, a mis hermanos Heral y Herlys Nieto Marrugo por cuidarme, también a toda mi familia y a mis amigos más cercanos, con los cuales he contado desde que los conocí.

Merlyn Nieto Marrugo

CONTENIDO

0. ANTEPROYECTO.....	14
0.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
0.2. OBJETIVOS.....	15
0.2.1. Objetivo general.....	15
0.2.2. Objetivos Específicos	15
0.3. METODOLOGÍA	16
1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL Y LA METODOLOGIA SEIS SIGMA.....	18
1.1. Salud Ocupacional y Seguridad Industrial.....	18
1.2. Seis Sigma (6σ)	21
1.2.1. Metodología Seis Sigma.....	23
2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS QUE SE EFECTÚAN EN EL ÁREA SISO Y EN EL ÁREA PRODUCTIVA DE PMV	27
2.1. UBICACIÓN DE PLANTA	27
2.2. MATERIALES UTILIZADOS	27
2.3. PROCESO PRODUCTIVO	29
2.3.1. Primera etapa: recepción e inspección de materiales.....	29
2.3.2. Segunda etapa: almacenamiento, preparación y clasificación de los materiales	30
2.3.3. Tercera etapa: producción de la mezcla asfáltica.....	33
2.4. DIAGRAMAS	38
2.4.1. Diagrama de proceso	38
2.4.2. Diagrama de flujo de proceso.....	40

2.4.3. Diagrama de recorrido.....	43
2.5. VARIABLES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL DE PMV	45
2.5.1. Política de SISO.....	45
2.5.2. Actividades de Gestión en seguridad y Salud Ocupacional.....	46
3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA QUE PRODUCE LAS NO CONFORMIDADES EN LOS PROCESO DE SISO	48
3.1. MATRIZ DE RELACIONES: QFD	48
3.2. DIAGRAMA SIPOC.....	54
4. MEDICIÓN DE VARIABLES ASOCIADAS A LOS PROCESOS SISO DE PMV.....	57
4.1. Métrica Seis Sigma para tributos (DPMO).....	57
4.1.1. DPMO en Trituradora	61
4.1.2. DPMO en Almacén.....	64
4.2. Rendimiento por año en función de unidades de salida	67
4.2.1. Rendimiento en Trituradora:.....	68
4.2.1. Rendimiento en el almacén:	69
5. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS Y LOS EFECTOS DE LAS NO CONFORMIDADES EN LOS PROCESOS SISO DE PMV	73
5.1. Diagrama de Pareto.....	73
5.2. Diagrama de frecuencia y de tendencia	77
5.3. Diagrama de causa y efecto.....	84
6. DISEÑO DE MÉTODOS DE CONTROL Y MEJORA EN LOS PROCESOS DE SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	87
6.1. Matriz de impacto esfuerzo	87
6.2. Matriz de criterios.....	89
6.3. AMFE: Análisis de modos de fallos y efectos	91

6.4. Programa de Gestión SISO.....	99
Ilustración 24. Ficha de pausas activas.....	106
6.5. PROGRAMA DE GESTIÓN DE RIESGOS PRIORITARIOS	107
6.5.1. Identificación de Riesgos.....	108
6.5.3. Riesgo físico vibraciones.....	110
6.5.4. Riesgo químico gases	111
6.5.5. Riesgo mecánico - golpes, choques con objetos.....	112
7. CONCLUSIONES	114
8. RECOMENDACIONES.....	117
BIBLIOGRAFIA.....	117
ANEXOS	120

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Variables de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	20
Ilustración 2. Gráfica 6σ	22
Ilustración 3. Proceso DMAMC. Fuente: Las claves practicas de Seis Sigma, 2ª edición, P. Pande, R. Neuman, y R. Cavanagh.....	24
Ilustración 4. Acopio de arena de Palmarito.....	28
Ilustración 5. Acopio de Piedra Sobre tamaño de Arroyo	29
Ilustración 6. Almacenamiento de arena	30
Ilustración 7. Bodega de materiales	31
Ilustración 8. Sistema de Trituración y clasificación.	32
Ilustración 9. Tanques de almacenamiento de asfalto.....	32
Ilustración 10. Tolvas de agregados en frío	34
Ilustración 11. Banda alimentadora.....	34
Ilustración 12. Quemador de Gas natural.....	35
Ilustración 13. Tambor mezclador	36
Ilustración 14. Elevador, Homogenizador y Silo de almacenamiento	36
Ilustración 15. Sistema de sedimentación	37
Ilustración 16. Diagrama de proceso productivo mezcla asfáltica.	39
Ilustración 17. Diagrama de flujo de proceso	42
Ilustración 18. Diagrama de recorrido	44
Ilustración 19. Matriz QFD	51
Ilustración 20. Mapa Sipoc.....	55
Ilustración 21. Ley de Pareto	75
Ilustración 22. Diagrama de Causa y Efecto.	85
Ilustración 23. Matriz Impacto Esfuerzo	88
Ilustración 24. Ficha de pausas activas	106

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Niveles Seis Sigma	23
Tabla 2. Escala de valoración de riesgos.....	49
Tabla 3. Accidentes e incidentes 2008 – 2010.....	59
Tabla 4. Condiciones inseguras de trabajo	60
Tabla 5. Resumen mediciones.....	72
Tabla 6. Tabla de Pareto	74
Tabla 7. Datos diagrama de tendencia trituradora	77
Tabla 8. Datos diagrama de tendencia almacén	79
Tabla 9. Datos gráfico rendimiento trituradora	80
Tabla 10. Datos gráfico rendimiento almacén	82
Tabla 11. Matriz de criterios.....	90
Tabla 12. Escala de valoración de matriz de criterios	90
Tabla 13. Escala de valoración para el riesgo.....	92
Tabla 14. Matriz AMFE	95
Tabla 15. Escala de valoración del NIR	97
Tabla 16. NIR por parte crítica del proceso.....	97
Tabla 17. Programa: Difusión de los programas de gestión.....	100
Tabla 18. Programa: Orden y aseo	101
Tabla 19. Normas de orden y aseo.....	102
Tabla 20. Lista de chequeo.....	103
Tabla 21. Programa: Pausas activas de trabajo.....	104
Tabla 22. Programa: Identificación de riesgos	108
Tabla 23. Programa: Riesgo físico auditivo.....	109
Tabla 24. Programa: Riesgo físico vibraciones	110
Tabla 25. Programa: Riesgo químico gases	111
Tabla 26. Programa: Riesgo mecánico - golpes, choques con objetos	112

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diagrama de Pareto.	75
Gráfico 2. Diagrama de tendencia trituradora	78
Gráfico 3. Diagrama de tendencia almacén	79
Gráfico 4. Diagrama de frecuencia trituradora.....	81
Gráfico 5. Diagrama de frecuencia almacén	82
Gráfico 6. Resultados AMFE.....	96

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Panorama de riesgos PMV	122
ANEXO 2. Tabla Sigmas	123

0. ANTEPROYECTO

0.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La empresa **Promotora Montecarlo Vías S.A.** (Planta de asfalto Torcoroma) dedicada a la producción de agregados pétreos y mezclas asfálticas, mantiene estándares de calidad y lineamientos establecidos por la gerencia para la protección de los empleados, usuarios y del medio ambiente. Sin embargo, se evidencia la falta de aplicación y control de los procesos que van dirigidos hacia el bienestar del cliente interno de la compañía.

Actualmente la planta tiene 34 no conformidades con los procesos SISO (Seguridad Industrial y Seguridad Ocupacional); no existen señalizaciones en zonas de alto riesgo, manejo inadecuado de residuos, falta de implementos de seguridad para los empleados, ubicación inadecuada de elementos para la protección, entre otras.

Estas no conformidades surgen de la falta de estandarización de los procesos, ya que no existe interés por parte de los directamente responsables de esta área en la empresa por implementar a cabalidad los parámetros y lineamientos consignados en el Sistema Integrado de Gestión.

Es así como es importante mencionar que tampoco se están realizando procesos de medición en SISO. Por ende no se está realizando un seguimiento a lo que se está llevando a cabo en este tema en la compañía; lo que hace evidente el número de no conformidades detectadas.

Todas estas falencias han traído como consecuencia accidentes laborales y diagnóstico de enfermedades causadas por el trabajo. Y es muy probable que sigan ocurriendo en un futuro. Por lo anterior la empresa no solo debe enfocarse a su cliente externo; sino también en su cliente interno (sus empleados); orientarse a sus necesidades como trabajadores de una planta de producción; necesidades como las de protección, trabajo

en excelentes condiciones, desarrollo en un ambiente de trabajo idóneo, en un lugar que le brinde seguridad. De esta manera se evitarían errores y posibles fallas que más adelante costarían mucho corregir.

En este orden de ideas, PMV necesita elementos y herramientas que le permitan minimizar o desaparecer el impacto negativo de las falencias mencionadas anteriormente. De aquí nace la necesidad de establecer metodologías para definir, medir, analizar, mejorar y controlar estos procesos para su estandarización y control que permitan así su mejora continua, para esto escogemos la metodología SEIS SIGMA.

0.2. OBJETIVOS

0.2.1. Objetivo general

Diseñar un programa de Seis Sigma para el mejoramiento de los procesos de seguridad industrial y salud ocupacional en el área de producción de PMV con el fin de reducir defectos por millón de oportunidades.

0.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar los procesos que se efectúan en el área SISO con el fin de tener claridad de las actividades que se realizan en los mismos.
- Definir el problema que produce las no conformidades en los proceso de SISO, para tener una idea clara y precisa de la situación actual que enfrenta esta área, con herramientas como el Mapa SIPOC y el QFD.
- Medir las variables asociadas a los procesos SISO y poder establecer las principales causas que generan los problemas a través de las métricas del Seis Sigma.

- Analizar las causas y los efectos de las no conformidades en los procesos de SISO y a partir de ellos gestar ideas de mejora, esto mediante el análisis de Pareto, gráficos de tendencia y de frecuencia, y diagrama de causa y efecto.
- Diseñar métodos de mejora para el funcionamiento de los procesos a partir de la creación de soluciones creativas y eficaces que generen cambios positivos a través de una Matriz de impacto/esfuerzo, Matriz de criterios o matriz de decisión y el AMFE.
- Diseñar métodos de control para mantener los procesos en funcionamiento de forma estable, predecible y que cumpla con los requisitos del cliente, por medio de cuadro de gestión por procesos, y cuadros de mando de proceso.

0.3. METODOLOGÍA

Este estudio se realizó bajo el enfoque de método *descriptivo*; contiene la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual de los procesos SISO de la parte productiva de la compañía, y la composición de los fenómenos dados. El enfoque se hizo sobre los comportamientos de estos fenómenos en su realidad actual. La investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hecho, y su característica fundamental es la de presentación correcta.

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Es así como con este estudio se midió y evaluó diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno SISO. Desde el punto de vista científico, describir es medir. Esto es, en un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente para así describir lo que se investiga¹. Muy frecuentemente en este tipo de estudios el propósito del investigador es describir situaciones y eventos.

¹ SAMPIERI, Roberto. Metodología de la Investigación. Editorial Mc Graw Hill . 1991. P. 29

También se utilizó el método *explicativo*; los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos ; están dirigidos a responder a las causas de los eventos físicos o sociales.

Se utilizó este tipo de investigación puesto que se descubrió, estableció y explicó las relaciones causalmente funcionales que existen entre las variables SISO estudiadas, y cómo, cuándo, dónde y por qué ocurre el fenómeno en estudio. A través de esta metodología se logró establecer las razones por las cuales se están diagnosticando no conformidades dentro del sistema SISO de la compañía; es decir que situaciones se están dando que impiden que el sistema de Gestión Integrado se implemente de la mejor forma.

Los métodos de investigación que se utilizaron en este estudio fueron:

El método analítico, porque se tomó partes del sistema SISO de PMV, para estudiarlas y examinarlas juntas y por separado y así establecer que tanto se cumplen las normas establecidas en estos manuales de la compañía, y encontrar las posibles causas a los problemas.

El método inductivo, porque a través de la identificación individual de las realidades de los trabajadores y de la planta, se llegó a conclusiones sobre el ambiente y condiciones de trabajo, las causas que generan los problemas y las posibles soluciones.

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL Y LA METODOLOGIA SEIS SIGMA

Este proyecto consiste en el diseño de un programa de Seis Sigma, el cual se aplicó a procesos de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional (SISO) de la empresa PMV, Seis Sigma ha sido aplicado regularmente a la mejora de procesos productivos u otros procesos misionales, lo que hace innovador esta investigación orientada a la aplicación de esta metodología a procesos SISO, sin embargo se reitera la importancia de este proyecto en que el área de SISO presenta falencias en la compañía en estudio, al igual que otros procesos que se han estudiado con Seis Sigma, entonces es así como es viable la aplicación de esta metodología.

Los procesos SISO también se pueden medir, se pueden analizar, mejorar y controlar. Así que a partir de este apartado se definieron variables y como se diseñó el programa de Seis Sigma.

1.1. SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

La Seguridad Industrial y Salud Ocupacionales son condiciones y factores que afectan el bienestar de los empleados, trabajadores temporales, contratistas, visitantes y cualquier otra persona en el sitio de trabajo². Se trata de dos aspectos que adquieren importancia de primer nivel ante la integridad de todos y cada uno de los trabajadores de cualquier empresa ya sea en su lugar de trabajo, de descanso, y en todas las áreas de la compañía.

² INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, ICONTEC. OSHAS 18001: 2007, Occupational Health And Safety Assessment Series. P.6

En este orden de ideas la seguridad ejerce influencia benéfica sobre el personal, y los elementos físicos, en consecuencia también sobre los resultados humanos y rentables que produce su aplicación. Sin embargo, sus objetivos básicos y elementales son:³

- Evitar la lesión y muerte por accidente. Cuando ocurre un accidente hay una pérdida de potencial humano y con ello una disminución de la productividad.
- Reducción de los costos operativos de producción. De esta manera se incide en la minimización de costos y la maximización de beneficios.
- Mejorar la imagen de la empresa y, por ende, la seguridad del trabajador que así da un mayor rendimiento en el trabajo.
- Contar con un sistema estadístico que permita detectar el avance o disminución de los accidentes, y las causas de los mismos.
- Contar con los medios necesarios para montar un plan de seguridad que permita a la empresa desarrollar las medidas básicas de seguridad e higiene, contar con sus propios índices de frecuencia y de gravedad, determinar los costos e inversiones.

Todos estos aspectos inciden en la productividad de la organización, llegando así a definir que, para cualquier acto productivo elemental se realice con la máxima productividad es necesario que el sistema de trabajo empleado tienda a estas condiciones: ser el más sencillo y rápido, el menos fatigoso y costoso y el más seguro⁴. Es así como las compañías desde la más pequeña hasta la más grande deben promover al buen estado de salud e integridad de sus trabajadores, creando un mejor ambiente de trabajo, adecuando el lugar de trabajo a cada persona, con buenas y claras señalizaciones que eviten accidentes, capacitaciones en manejo de riesgos y trabajo seguro, entre otras herramientas que evitarán errores en un futuro y mejorarán directamente la productividad y por ende las ganancias de la empresa.

³ RAMIREZ, Cesar. Seguridad Industrial. Ed. Limusa. 1986. P. 38

⁴ RODELLAR, Adolfo. Seguridad e higiene en el trabajo. Ed. Alfaomega. 1999. P.8.

Para efectos del estudio se necesita tener una visión de los procesos de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional que se desarrollan en una empresa, un ejemplo muy claro es la ilustración que está a continuación:

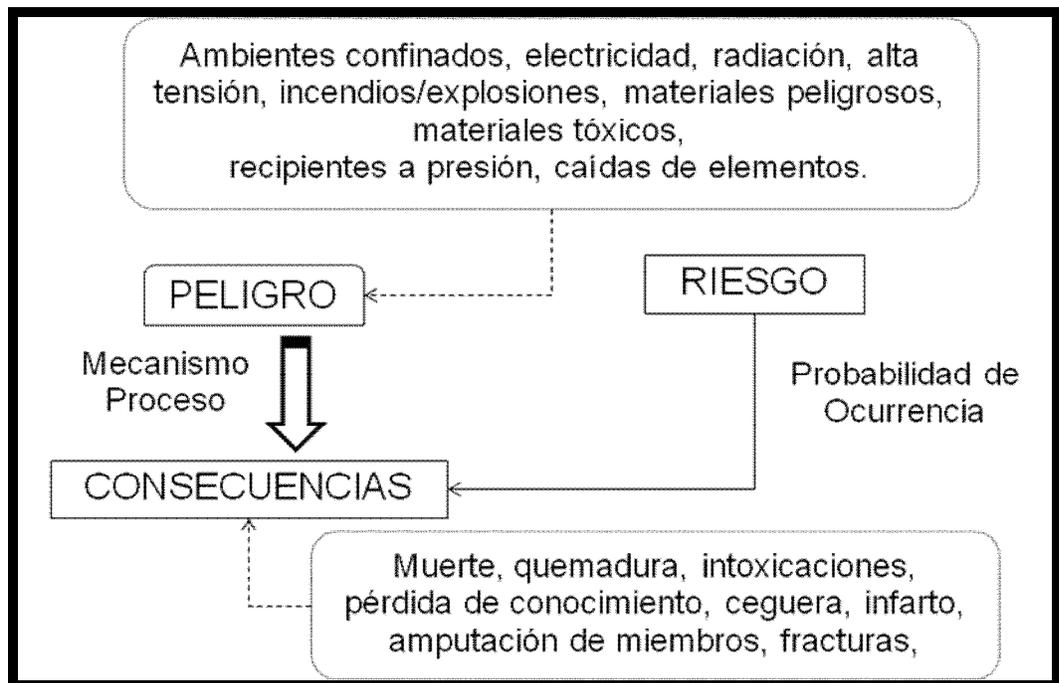


Ilustración 1. Variables de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional

Este cuadro ilustra la situación que se vive en las empresas hoy en día; que los ambientes confinados, materiales tóxicos entre otros generan un peligro que a su vez representan un riesgo en la empresa que si se materializan en el proceso traen consecuencias graves.

Las definiciones de estos términos ayudarán a entender y comprender mejor el tema de Seguridad Industrial Y Salud ocupacional:

- RIESGO: probabilidad de ocurrencia de un evento de características negativas.⁵
- FACTOR DE RIESGO: es todo elemento cuya presencia o modificación, aumenta la probabilidad de producir una daño a quien está expuesto a él.
- PELIGRO: es la expresión de la materialización construida de la observación directa de los riesgos.
- ACCIDENTE: evento no deseado que da lugar a muerte, enfermedad, lesión, daño u otra pérdida⁶.
- ENFERMEDAD PROFESIONAL: identificación de una condición física o mental adversa actual y/o empeorada por una actividad del trabajo y/o una situación relacionada⁷.
- INCIDENTE: evento que generó un accidente o que tuvo el potencial para llegar a ser un accidente⁸.

Ahora bien, se definió los conceptos de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, sin embargo es necesario saber y tener en claro que significa Seis Sigma y su metodología, a continuación la explicación clara y breve de su significado y su metodología que se utilizó en el proyecto.

1.2. SEIS SIGMA (6σ)

El término Seis Sigma hace referencia al objetivo de reducir los defectos hasta casi cero. Sigma es la letra griega que los estadísticos utilizan para representar la desviación estándar de una población. La desviación estándar nos muestra cuanta variabilidad hay

⁵ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, GTC 45: 1997, Guía para el diagnóstico de condiciones de trabajo o panorama de factores de riesgo, su identificación y valoración. Bogotá: ICONTEC. P.5

⁶ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, OSHAS 18001: 2007, Occupational Health And Safety Assessment Series. Bogotá: ICONTEC. P.3

⁷ Ibíd. P. 3

⁸ Ibíd. P. 3

en un grupo de elementos. El propósito de Seis sigma es reducir la variación para conseguir desviaciones estándar muy pequeñas, de manera que prácticamente la totalidad de sus productos o servicios cumplan, o excedan, las expectativas de los clientes; es llevar los procesos a un rendimiento eficiente en un 99.99966% con solo 3.4 posibles defectos entre mil posibilidades.

Una de las ventajas del Seis Sigma es que convierte la confusión típica de la desviación en una clara medida del éxito. Un producto o servicio cumple o no cumple con los requisitos del cliente, y cualquier cosa que no cumpla los requisitos del cliente se denomina *defecto*. Se puede definir y medir los requisitos del cliente, entonces puede calcular tanto el número de defectos en su proceso y en el resultado como el rendimiento del proceso, es decir el porcentaje de productos *buenos*; sin defectos⁹.

Aquí se visualiza más claramente la definición de Seis Sigma:

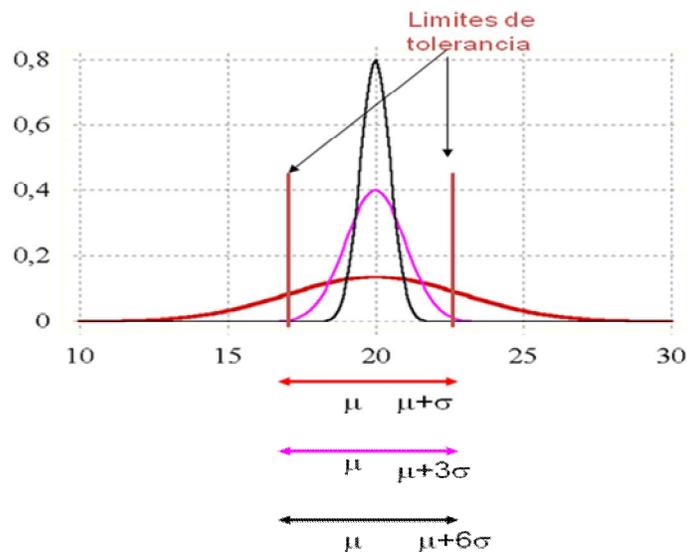


Ilustración 2. Gráfica 6σ.

⁹ Pande, P., Neuman, R., Cavanagh, R. (2004). Las Claves Prácticas de Seis Sigma: Una Guía Dirigida A Los Equipos De Mejora de Procesos.1º Edición. España. Ed. Mc Graw Hill/Interamericana, 2004. P. 4.

La escala de calidad de la metodología Seis Sigma mide el nº de sigmas que caben dentro del intervalo definido por los límites de tolerancia. Un proceso Seis Sigma debe estar siempre dentro de los límites de tolerancia. Y la curva debe responder a un nivel 6σ .

En la siguiente tabla se encuentran los niveles diferentes niveles sigma:

Nivel	DPMO (Defectos en partes por millón)	% de precisión
1 sigma	691.462	30.85% de eficiencia
2 sigma	308.538	69.15% de eficiencia
3 sigma	66.807	93.32% de eficiencia
4 sigma	6.210	99.38% de eficiencia
5 sigma	233	99.977% de eficiencia
6 sigma	3,4	99.99966% de eficiencia

Tabla 1. Niveles Sigma

1.2.1. Metodología Seis Sigma.

Seis Sigma es una metodología de mejora que nos ayudó a incorporar un enfoque sistemático de reducción de defectos en los procesos SISO, para lo cual se hizo uso de un amplio conjunto de herramientas tanto gráficas como estadísticas para determinar y analizar los posibles problemas que afectan a los procesos en estudio y cuya variabilidad se requiere reducir¹⁰. Dichas herramientas son utilizadas para alcanzar el objetivo Seis Sigma, el cual es alcanzar un proceso con una tasa de fallos mínima (3,4 defectos por millón), lo cual significa querer llegar a un grado de perfección.

Esta meta se alcanza aplicando el ciclo DMAMC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar), etapas de un programa de Seis Sigma y que han sido aplicadas en este proyecto:

¹⁰ MONTANER, Miguel Ángel. En: Tecnología y sociedad [Base de datos en línea]. Seis Sigma: Un enfoque radical para la mejora de los procesos de negocio. P. 1. Consultado el 20 de enero de 2011. Disponible en la base de datos EBSCO. (2005,Diciembre)



Ilustración 3. Proceso DMAMC. Fuente: Las claves practicas de Seis Sigma, 2ª edición, P. Pande, R. Neuman, y R. Cavanagh.

- Definir: En esta etapa se definió en detalle cuales son los elementos que conforman el proyecto, es decir un diagnóstico de la situación actual del área SISO y esto nos ayudó a definir el problema y el objetivo a alcanzar, identificar a los clientes del proceso que se está estudiando, definir los requisitos de esos clientes y redactar un plan sobre cómo se completará el proyecto. Se hizo uso de dos herramientas; el QFD y el Análisis SIPOC.
- Medir: En esta etapa se identificaron las variables que regulan el proceso. A partir de esta caracterización, se define el método para recoger datos sobre el funcionamiento actual del proceso, y así mismo determinar las métricas que serán utilizadas para medir su funcionamiento. Las métricas utilizadas fueron el DPMO (defectos en partes por millón), y el rendimiento, cuyas fórmulas son las siguientes¹¹:

$$DPMO = \frac{n}{U \times O} \times 1.000.000$$

DPMO: Cantidad de defectos por millón de oportunidades

U: Cantidad de unidades críticas revisadas de calidad de la organización

O: Oportunidad de error por unidad

¹¹ GUTIERREZ P. Humberto. Control Estadístico de calidad y Seis Sigma. 2da edición. Ed. Mc Graw Hill. 2002.

n : Número de no conformidades o fallas presentes en el proceso

Luego, se calculó la fórmula de rendimiento, que en el caso de esta investigación se aplicó por año:

$$\text{Rendimiento} = 1 - \left(\frac{\# \text{ de unidades defectuosas}}{\# \text{ de unidades de entrada}} \right)$$

Las variables de cada una de estas fórmulas son adaptadas según el estudio. Esto se realizó en el capítulo 4.

- **Analizar:** Esta es una etapa crítica en el desarrollo del proyecto Seis Sigma en los procesos SISO, ya que se identificaron las causas vitales de variación de este proceso. Esto a través del análisis primero de los datos y luego de los procesos, para así encontrar patrones y tendencias que puedan rechazar o aceptar teorías. Por tanto se acudió a herramientas estadísticas avanzadas como lo son gráficos de tendencia y de frecuencia y diagrama de causa y efecto – espina de pescado o diagrama de Ishikawa.
- **Mejorar:** En este paso se requirieron un gran número de ideas de solución, ideas creativas, a través de lluvia de ideas que nos permitieron ver el problema de SISO de forma diferente y que puede tener no solo una sino varias soluciones. Para esto se utilizó técnicas de creatividad avanzada y técnicas “rompe-reglas” para desarrollar ideas que incluyan cambios en los procesos. Algunas de estas herramientas utilizadas son: matriz de impacto esfuerzo, matriz de criterios, y AMFE.
- **Controlar:** Cuando hablamos de controlar nos referimos a mantener el proceso SISO para que funcione de forma estable, predecible y que cumple los requisitos de cliente. En esta etapa se diseñan cuadros de gestión por procesos críticos para monitorizar el proceso SISO en la organización y su objetivo es mantener el proceso en continuo funcionamiento.

Es así como la metodología Seis Sigma se convierte en un método eficaz, eficiente y efectivo para la mejora de procesos. Este sistema posee una serie de características las

cuales se hacen necesarias al momento de pensar en alcanzar el nivel Seis Sigma en los procesos de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional. Estas son llamadas los principios básicos del Seis Sigma¹²: enfoque genuino en el cliente, dirección basada en datos y hechos, orientación a procesos, gestión por procesos y mejora por procesos, dirección proactiva, colaboración sin barreras, búsqueda de la perfección.

Por consiguiente, la consecución de estos principios en el proyecto Seis Sigma de uno de los procesos claves en PMV es realmente importante. Estos principios le dieron vida al proyecto, ya que inyectó al equipo energías para seguir adelante, pero sobre todo marcó un horizonte que seguir en búsqueda de la perfección.

En fin, este importante conocer la metodología antes de implementarla, conocer su objetivo, sus principios, sus etapas y especificaciones, pero saber esto no basta, es necesario conocer el proceso donde se va a aplicar la metodología, en este caso es un proceso productivo; el proceso de producción de mezcla asfáltica.

En el siguiente capítulo se especificó este proceso desde principio a fin, pasando por cada etapa, los materiales utilizados, y el método para la producción de la mezcla. Además fue necesario también conocer que actividades acerca de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional que relacionan en la caracterización de sus procesos. Al unir estos dos conceptos, los vistos en este capítulo y los relacionados al siguiente, ya estará puesta en marcha la aplicación de la metodología Seis Sigma.

¹² La Relevancia Del Seis Sigma. Obtenido el 10 de enero de 2011. [En línea]. <http://www.gestiopolis.com/canales6/ger/casigma.htm>.

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS QUE SE EFECTÚAN EN EL ÁREA SISO Y EN EL ÁREA PRODUCTIVA DE PMV

En este capítulo se especificaron los procesos que PMV (Promotora Montecarlo Vías) lleva a cabo en su área productiva y los procesos, procedimientos y actividades que llevan adelantados en el área de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional. Esto con el fin de conocer cuál es el quehacer diario de la empresa para identificar variables principales en ambos temas (área productiva y SISO), para luego proceder a realizar mediciones, análisis y propuestas de mejoras en los capítulos siguientes.

2.1. UBICACIÓN DE PLANTA

La planta de producción de PMV se encuentra ubicada en el municipio de Bayunca, Bolívar en el kilómetro 15 de la vía la Cordialidad. Podemos decir que la ubicación de la planta es ventajosa por las siguientes razones:

- Se encuentra rodeada de las canteras que le suministran los elementos para la producción, como lo son la de Bayunca, Palmarito, y Arroyo de piedra. Haciendo así el acceso a la materia prima más cercano ahorrando tiempo y costos.
- Al estar retirada de la zona urbana, los residuos de polución emitidos durante el proceso de producción tiene un menor impacto en las zonas aledañas.

2.2. MATERIALES UTILIZADOS

Para el desarrollo de su proceso productivo:

- Arenas de Palmarito. Extraída de la cantera de Palmarito, cercana al municipio de Arroyo de Piedra. De esta cantera se explota arena de peña de tipo depósito aluvial, creada por formaciones anteriores de la desembocadura de un brazo del río Cauca. Es normalmente limpia debido a que proviene de un río y de grano muy

fino. Se almacena y se encona en patios para sacar exceso de humedad como muestra la Ilustración 4.



Ilustración 4. Acopio de arena de Palmarito

- Materiales pétreos de Arroyo de Piedra. Son extraídos de la cantera de Arroyo de Piedra. Son de dos tipos, el primero es una piedra sobretamaño que varía entre 10 y 30cm (Ilustración 5), que se explota a mano en todos los arroyos de la zona y es cargada en volcos de 8m^3 , esta piedra es de consistencia no tan dura y es fácil de fracturar generando de esta forma mucho polvillo de trituración que ayuda a conformar el mastic de la mezcla.

Por otro lado la segunda piedra es una combinación de tamaños que varía entre 1" y 8" de canto rodado obtenido de peña y por medio de zarandeo mecánico se obtienen las piedras que son de consistencia muy dura y generan poco filler de trituración, por esa razón el intermedio de trituración final se obtiene de mezclas por partes iguales los dos materiales obtenidos de estas fuentes.



Ilustración 5. Acopio de Piedra Sobre tamaño de Arroyo

- Cemento Asfáltico: material de petróleo líquido de color negro pardusco traído directamente de Barrancabermeja.
- Polvillo: material utilizado en la mezcla para fines específicos extraídos de Cimaco.

2.3. PROCESO PRODUCTIVO

El proceso productivo se divide en tres etapas la primera se define como la etapa de recepción e inspección de los materiales que llegan a la planta, la segunda es la etapa de almacenamiento, preparación y clasificación de los materiales y la última, la etapa de producción de la mezcla asfáltica donde los materiales pasan a ser tratados y mezclados para obtener el producto final.

2.3.1. Primera etapa: recepción e inspección de materiales

Al llegar o salir de la planta los materiales deben ser pesados por medio de una báscula. Este procedimiento se lleva a cabo con el fin de llevar un control exacto de cuanto

material en un momento dado se ha extraído o en su defecto, ha entrado a la planta. En el caso de no tener definida con anterioridad la densidad, el operario del laboratorio y el basculero procederán a calcularla en la misma volqueta ya que de esta forma se obtiene una medida más representativa.

Los materiales que no cumplan con los requerimientos son enviados al patio B para ser subutilizados o tratados.

2.3.2. Segunda etapa: almacenamiento, preparación y clasificación de los materiales

- **Materiales Pétreos**

Todo material que entra a la planta debe protegerse, ya que el objetivo fundamental del almacenamiento es evitar la humedad. En época de verano los materiales se dejan descubiertos para que el sol y el calor evaporen el agua, pero en época de invierno para evitar la humedad deben permanecer cubiertos con carpas, plásticos, etc., antes de su clasificación y trituración. (Ilustración 6), luego de este proceso se llevan a una bodega para almacenar y mantener seco el material mezclado y listo para procesar, esta facilita la operación y disminuye costos de producción al economizar combustibles. (Ilustración 7).



Ilustración 6. Almacenamiento de arena



Ilustración 7. Bodega de materiales

Luego de ser almacenado los agregados pétreos, la piedra pasa por la trituradora y a su vez la arena pasa por la zaranda. El objetivo de la trituración es convertir una cantidad de piedras de tamaños grandes variados, en pedazos de material de tamaños pequeños variados. La clasificadora o zaranda está íntimamente relacionada con la trituradora, ya que esta es la que permite organizar el material de tamaños variados a pilas de material con características granulométricas similares, y así poder obtener las combinaciones adecuadas de agregados dentro del diseño de la mezcla.

La planta de asfalto Torcoroma cuenta con un sistema de trituración compuesto por un alimentador vibratorio, un pulmón o túnel, un alimentador estático, una trituradora primaria de mandíbulas, una trituradora secundaria de impacto (TI-100), una zaranda vibratoria y ocho bandas alimentadoras y apiladoras (Ilustración 8).



Ilustración 8. Sistema de Trituración y clasificación.

- **Cemento Asfáltico**

El cemento asfáltico en planta se almacena en tanques de acero reforzado, con un recubrimiento de fibra de vidrio y zinc, que en su interior contiene una serie de serpentines en los cuales recorre aceite térmico (Texaterm) a altas temperaturas provocando de esta forma el calentamiento del asfalto contenido. (Ilustración 9)



Ilustración 9. Tanques de almacenamiento de asfalto

La planta cuenta con tres tanques de almacenamiento de cemento asfáltico de 35 toneladas cada uno, y con tres tanques de 15 toneladas para mezclado de aditivos, con sus respectivos sistemas de descargue e inyección. El sistema de calentamiento lo compone un quemador Honeywell (caldera) de 2 millones de BTU y una bomba de recirculación de aceite térmico que lo distribuye por todos los tanques. El combustible utilizado es gas natural, pero se puede utilizar ACPM en el caso de que el sistema falle.

El objetivo del sistema es entregar por medio de una bomba de inyección el cemento asfáltico a la planta de producción a una temperatura de trabajo que varía de 120°C a 150°C, en una proporción que corresponda a la cantidad de kilos por metros cúbicos planteada en el diseño.

2.3.3. Tercera etapa: producción de la mezcla asfáltica

- Colocar en tolvas de agregados en frío

Después de la preparación de cada uno de los materiales a utilizar se colocan en cada tolva para el diseño de la mezcla, las arenas, el triturado y el llenante. Se cuenta con cuatro tolvas que tienen paredes resistentes a presión de agregados con dispositivos de salida que pueden ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier posición durante el proceso de producción por medio de potenciómetros y reguladores de frecuencia. Las velocidades de los moto variadores se controlan desde la cabina de control, y es necesario garantizar por parte de los operadores el flujo constante de material a la banda, evitando que los agregados se atoren a la salida de la tolva ya sea por sobrepeso o por exceso de humedad. Cabe anotar que las tolvas siempre deben ubicarse a nivel del cargador, esto se logra fabricando una rampa de acceso a éstas (Ilustración 10).



Ilustración 10. Tolvas de agregados en frío

- Pasar Por Banda Alimentadora

La banda se compone de dos secciones de bandas que se encargan de transportar el material de las tolvas en frío hacia el tambor secador, a velocidad constante, ya que el flujo de material se controla desde las tolvas. En la parte media debe tener un control de sobre tamaños o sucios, que puede ser una malla de una pulgada, que evite la entrada de material no deseado a la mezcla final, (Ilustración 11).



Ilustración 11. Banda alimentadora

- Pasar A tambor secador

En esta etapa se le proporciona la cantidad de combustible más aire capaz de secar completamente la mezcla de agregados y llevarlos a una temperatura entre 120°C y 150°C. (Ilustración 12).



Ilustración 12. Quemador de Gas natural

- Llevar A Tambor Mezclador

Es un tambor de 10 metros de longitud y 2 metros de diámetro que gira a revolución constante sobre cuatro rodillos fijos, cuya función es la de mezclar y secar los agregados que vienen de la banda alimentadora (Ilustración 13). En el último tercio del tambor se inyecta el asfalto caliente proveniente de los tanques de almacenamiento y se hace una primera etapa de mezclado al final de éste. Este tambor entrega el material premezclado con asfalto al elevador de canjilones.



Ilustración 13. Tambor mezclador

- Pasar Por Elevador De Canjilones

Se compone de un cajón de 18 metros de alto, dentro del cual se desplazan dos cadenas que soportan 40 baldes o canjilones, cuya función es la de elevar el material mezclado que sale del tambor hacia la parte más alta de la planta, donde lo entrega al homogeneizador, (Ilustración 14). A este mecanismo se le debe hacer limpieza cada vez que se termine una jornada de producción, ya que dentro de éste se acumula residuo de asfalto.



Ilustración 14. Elevador, Homogeneizador y Silo de almacenamiento

- Homogenizador

Es un cajón donde llega el material que es transportado por el elevador de canjilones, dentro del cual hay una serie de paletas cuyo objetivo es el de dar un acabado a la mezcla asfáltica haciéndola más homogénea, y de esta forma evitar la segregación.

- Silo De Almacenamiento

Su función principal es la de acumular suficiente cantidad de mezcla para evitar el enfriamiento cuando sea despachada dentro de las volquetas transportadoras. Además se puede emplear para almacenar material luego de una producción.

- Sedimentador

Se compone de un sistema completo de anti polución que tiene dos plumillas que inyectan agua constante a la salida del exhausto, y cuya finalidad es la de sedimentar las partículas pesadas evitando de esta forma que sean expulsadas al medio ambiente, (Ilustración 15).



Ilustración 15. Sistema de sedimentación

- Exhausto

Es un sistema de succión de aire de la planta y de expulsión de humo hacia el medio ambiente.

Es así como se termina la descripción del proceso de producción de mezcla asfáltica. A continuación se presenta este proceso a través de diagramas que recolectan la información y hacen más fácil la comprensión de todo el proceso productivo.

2.4. DIAGRAMAS

2.4.1. Diagrama de proceso

A continuación se presenta el diagrama de proceso donde a detalle se expone el proceso productivo. Aunque el proceso es continuo podemos señalar que tiempo aproximadamente se lleva cada operación.

Esta es la representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias.

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas (representadas con un círculo), inspecciones (representadas con un cuadrado), márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el final del producto terminado.

El diagrama de operaciones de proceso permite exponer con claridad si se presenta algún problema, determinando en qué áreas existen las mejores posibilidades de mejoramiento.

A continuación el diagrama de proceso:

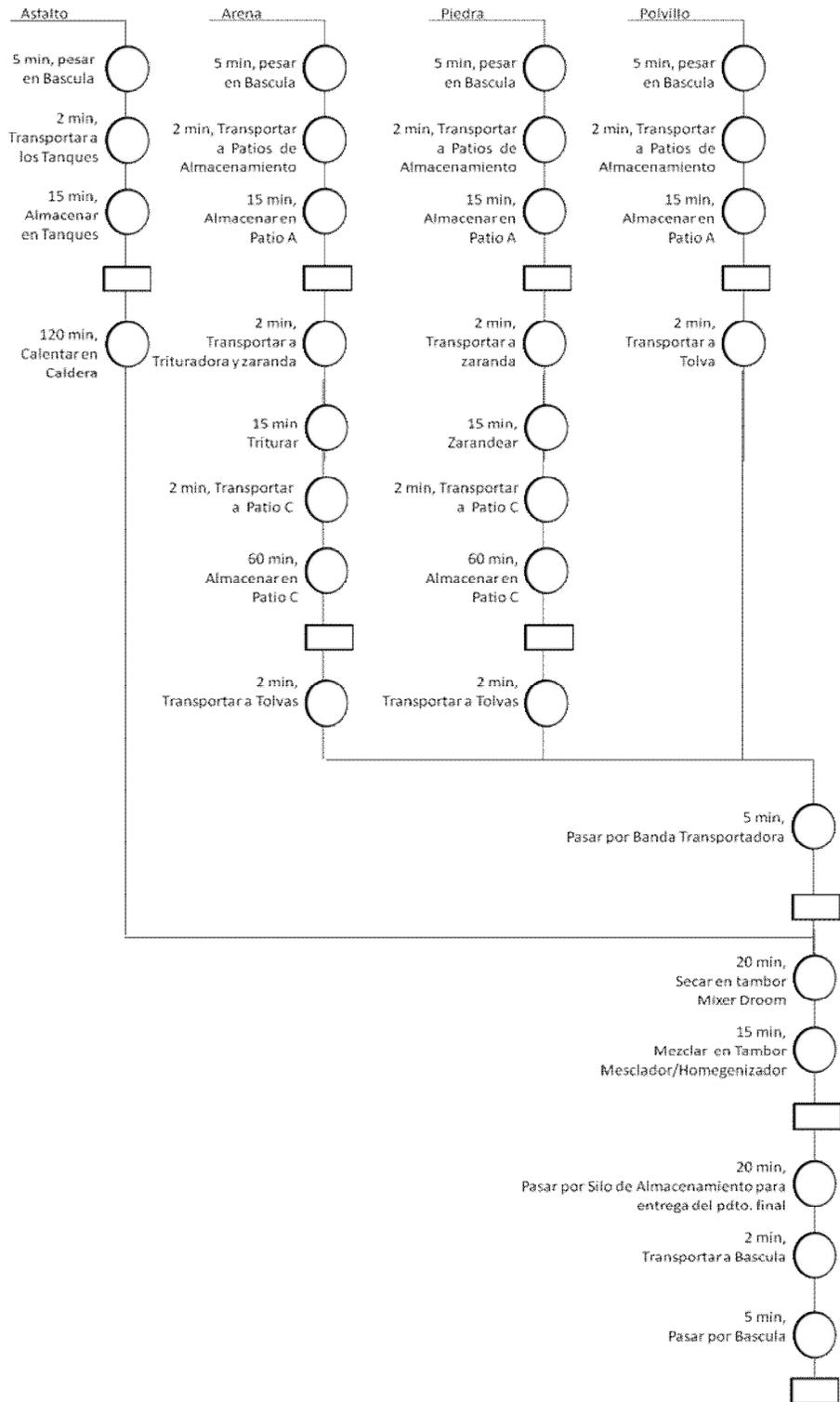


Ilustración 16. Diagrama de proceso productivo mezcla asfáltica.

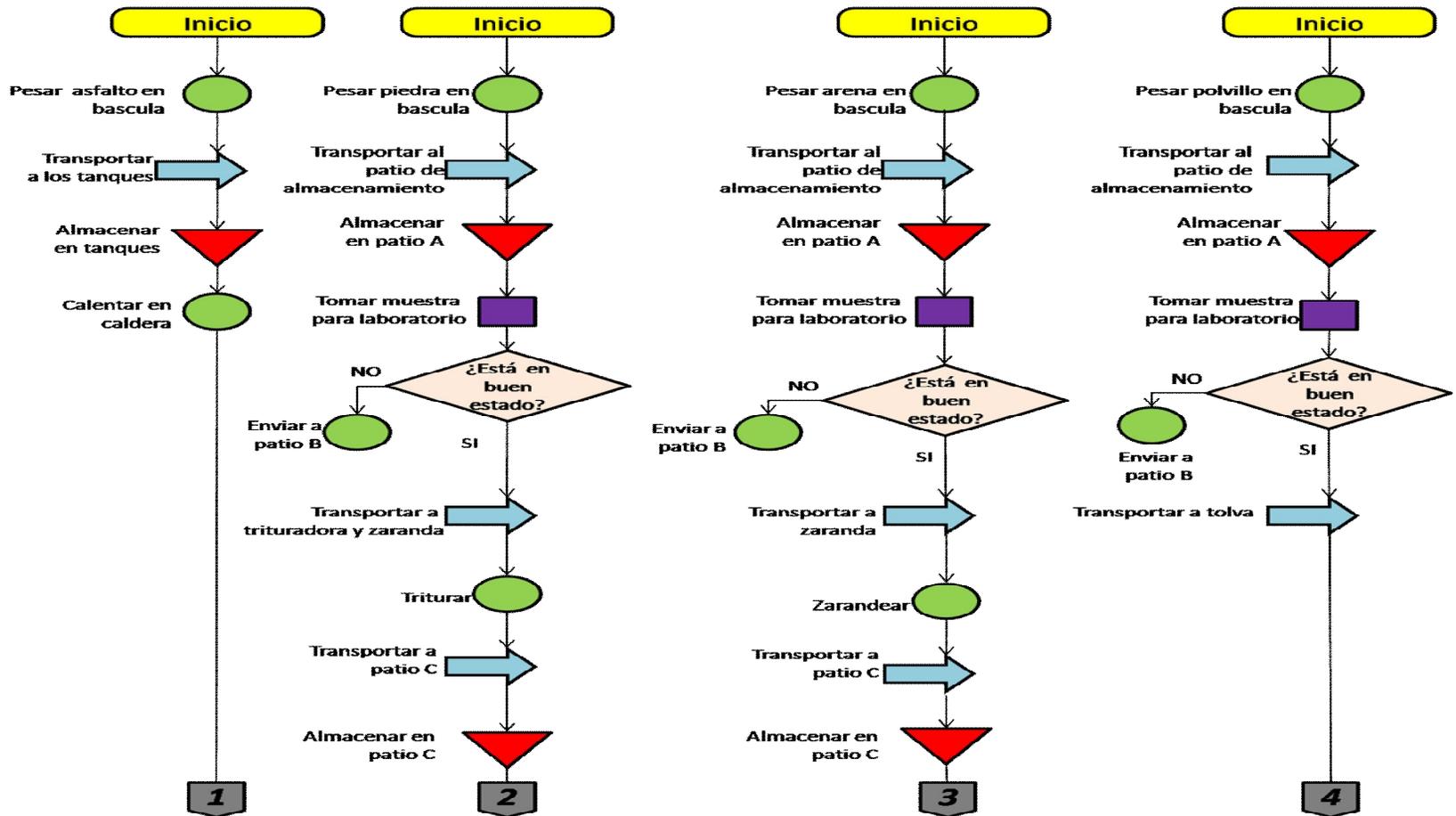
2.4.2. Diagrama de flujo de proceso

Es importante tener claro para la comprensión del proceso, la secuencia de cada uno de sus acontecimientos y la identificación de las actividades, en qué momento se proporcionan, su continuidad y orden.

En este diagrama se observa la participación dentro del desarrollo del proceso cada una de estas y la ubicación exacta donde se desarrolla para el resultado final, se observa la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las esperas y los almacenamientos que ocurren durante un proceso.

Para apoyo de este proyecto, este diagrama refleja la composición y el manejo del proceso productivo facilitando la comprensión de la explicación de las etapas.

A continuación el diagrama de flujo del proceso productivo de mezcla asfáltica en PMV:



Continuación Diagrama de flujo

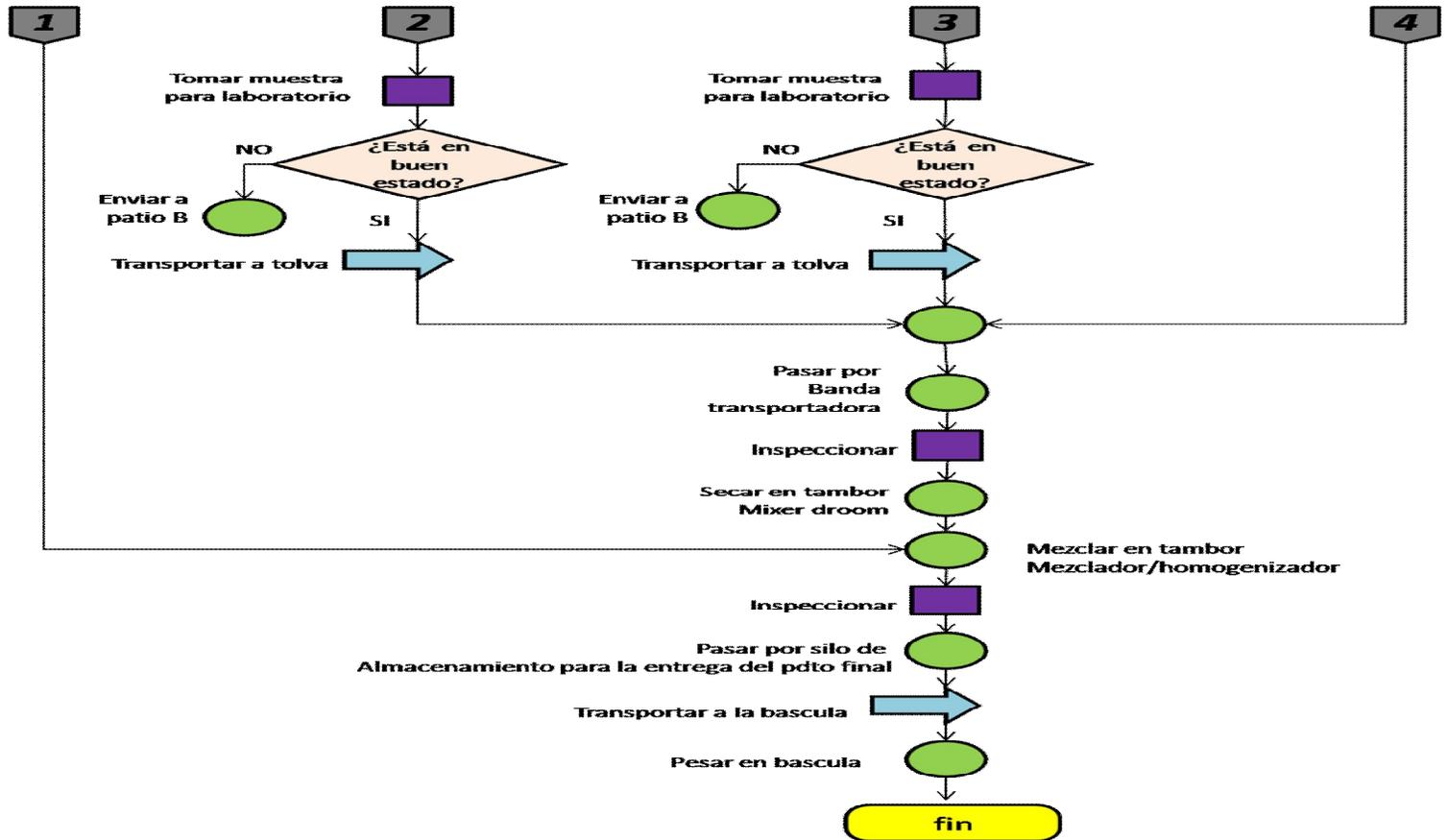


Ilustración 17. Diagrama de flujo de proceso

2.4.3. Diagrama de recorrido

Este gráfico muestra la distribución espacial de la planta, la ubicación de las máquinas y el recorrido que realiza los materiales a procesar y en proceso. Da una visión global del desarrollo de cada etapa y la culminación de cada una brindando una explicación sencilla y clara del proceso hasta llegar al final.

La línea punteada roja señala el recorrido de los materiales pétreos y su transporte, luego la corrida de las máquinas seguida con la línea verde señalando la continuidad y el orden en que va trabajando cada máquina. La línea punteada morada muestra el recorrido del asfalto al llegar a la planta. Y la línea azul muestra el recorrido en caso que los materiales que están en el lugar 2 sean rechazados.

Aunque hay materiales pétreos en reserva, es decir que para el proceso algunas veces se toman directamente de allí, este diagrama fue construido incluyendo todo el recorrido que realiza la materia prima desde que llega a la planta hasta que sale como producto final.

Por otro lado, en los puntos 2, 4 y 5 se hace mención a la sigla M.S.P; esta sigla significa Materiales Sin Procesar.

A continuación el diagrama de recorrido de la planta de producción asfáltica de PMV:

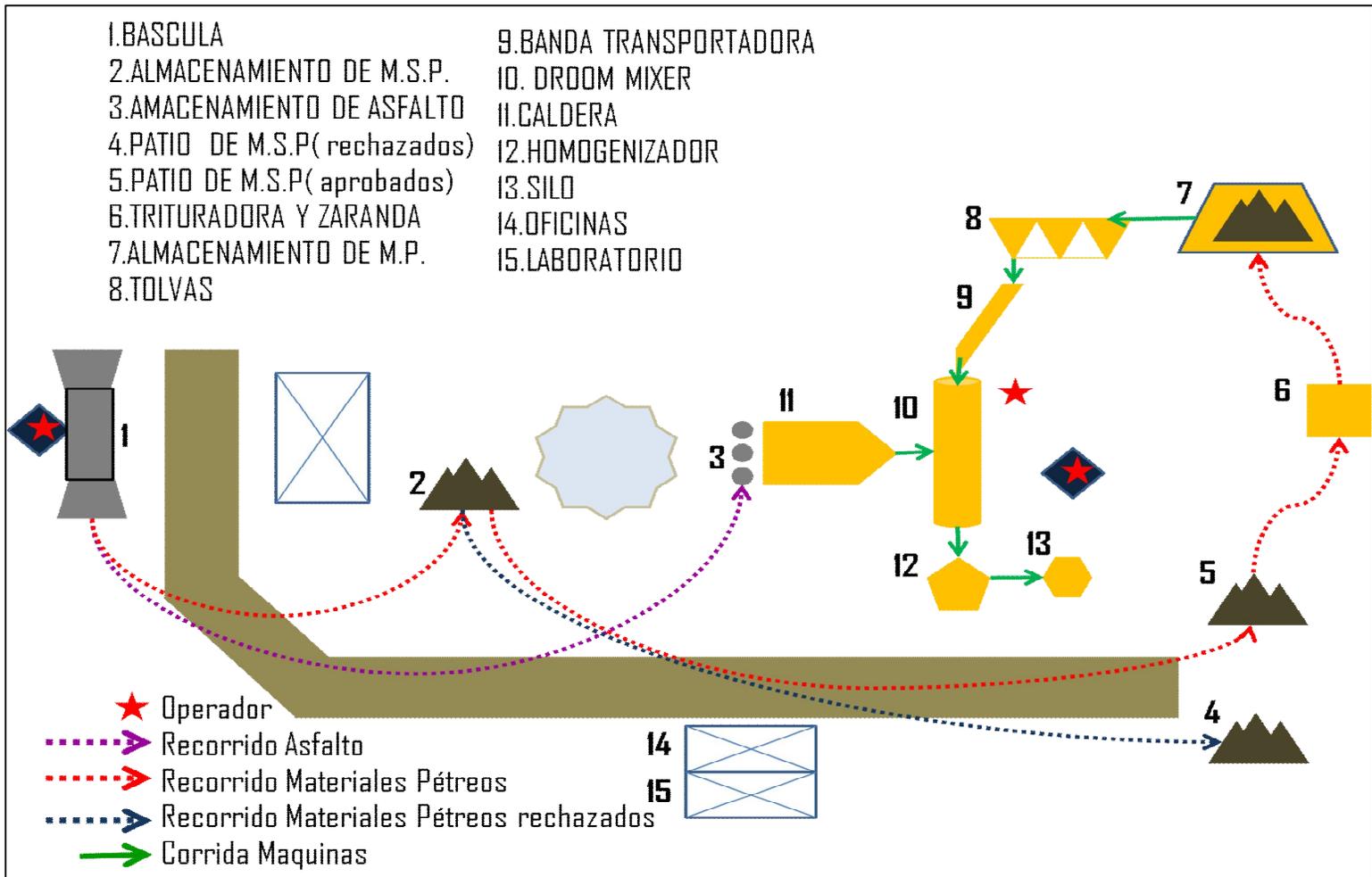


Ilustración 18. Diagrama de recorrido

2.5. VARIABLES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL DE PMV

Promotora Montecarlo Vías tiene sus procesos de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional caracterizados, con sus procedimientos e instructivos para el trabajo seguro. A continuación se describe el trabajo que se hace en esta área.

2.5.1. Política de SISO

PROMOTORA MONTECARLO VIAS S.A en su compromiso por garantizar ambientes de trabajo donde prime la seguridad, la salud y la productividad, manifiesta su posición ante el consumo de alcohol, tabaco y sustancias farmacodependientes (antihistamínicos, barbitúricos, sedantes o drogas narcóticas).

Somos conscientes que el uso de estas sustancias tiene efectos adversos en la capacidad de desempeñarse adecuadamente, agravan los riesgos ocupacionales, la salud y la seguridad, constituyéndose en una amenaza para la integridad de las personas que laboran en la organización.

Presentarse a trabajar bajo el efecto del alcohol, drogas y/o sustancias alucinógenas y enervantes o que creen dependencia, está estrictamente prohibido. Los empleados que consideren tener problemas de dependencia de alcohol o drogas, deben buscar asesoría y seguir un tratamiento, en forma inmediata y apropiada, antes que el problema se convierta en un obstáculo para un adecuado desempeño.

La gerencia espera que el cumplimiento de la presente sea acogida de forma entusiasta por parte de cada uno de los trabajadores de PROMOTORA MONTECARLO VIAS S.A, para lograr de esta forma un ambiente seguro cordial y ameno en el sitio de trabajo.

2.5.2. Actividades de Gestión en seguridad y Salud Ocupacional

Promotora Montecarlo dentro de su ficha de caracterización del sistema integrado de gestión ha establecido actividades relacionadas a la gestión de la Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, las cuales manejan actividades de este tipo:

- Elaboración y actualización de la matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos y control de estos.
- Elaboración y actualización del plan de emergencia y gestionar simulacros.
- Identificar los registros legales aplicables. Evaluar el cumplimiento de los mismos.
- Programar y hacer seguimientos de las inspecciones y gestionar su ejecución.
- Investigación y análisis de incidentes.
- Documentar los instructivos de Trabajo Seguro.
- Documentar y hacer seguimientos de los programas SISO.

Además Promotora Montecarlo Vías tiene establecido procedimientos para otra serie de actividades para el control y seguimiento del sistema como lo son:

- Procedimiento de investigación de incidentes
- Procedimiento para permisos de trabajo
- Medición y seguimiento del desempeño
- Procedimiento para la solicitud de acciones correctivas y preventivas
- Procedimiento de identificación y acceso a requisitos legales aplicables y evaluación del cumplimiento legal
- Procedimiento para la realización de auditorías internas
- Procedimiento de identificación de peligros, evaluación y control de riesgos
- Procedimiento para el control de no conformidades

Todos estos procedimientos de manera general tienen el objetivo de construir metodologías para la planear, establecer directrices, controlar eventos nos conformes, establecer tratamiento a las mismas y en general controlar el sistema de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional para su mejoramiento continuo.

De esta manera, se conoció a detalle el proceso productivo de la mezcla asfáltica; desde la recepción e inspección de materiales, pasando por almacenamiento, preparación y clasificación de los materiales hasta llegar a la producción de la mezcla asfáltica desde la báscula, pasando por la caldera, trituradora, zaranda, tambor Droom mixer, silo de almacenamiento hasta entregar el producto final.

De igual forma, se conocieron las actividades de SISO que lleva PMV en su sistema de gestión. Lo importante ahora es saber interrelacionar estos conceptos con el fin de identificar cual es el problema, y cuáles son las posibles causas que originan estos problemas.

Es así como a partir del siguiente capítulo se relacionan los conceptos de SISO, específicamente riesgos, y los conceptos del proceso productivo, identificando que riesgos se presenta en cada etapa productiva, con el fin de identificar cuáles son las partes críticas del proceso.

A través de estos resultados se evaluó si en realidad las actividades de SISO vistas, están siendo efectivas o no y que estrategias de mejora las podrían llevar a ser más eficientes, eficaces y efectivas.

3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA QUE PRODUCE LAS NO CONFORMIDADES EN LOS PROCESOS DE SISO

Este proyecto se basó en la metodología del Seis Sigma que es el ciclo DMAMC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar), en este capítulo se comenzó con la etapa de *definir*, es así, como en cada etapa se utiliza una serie de herramientas descriptivas, analíticas, y estadísticas que sirvieron de apoyo para la efectividad del proyecto.

De tal manera, que para tener una idea clara y precisa de la situación actual que enfrenta el área de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional se utilizaron herramientas como la matriz QFD y el mapa SIPOC, de tal forma que se pueda identificar qué factores producen las no conformidades en esta área, y así poder aplicar acciones correctivas y preventivas como resultado según sea el caso, todo esto con el fin de crear una cultura de mejoramiento continuo, que es lo que marca la diferencia en las organizaciones actuales.

3.1. MATRIZ DE RELACIONES: QFD

Esta matriz relaciona variables de dos conceptos, con diferentes niveles de relación, y compara el estado de estos factores con relación a la competencia de la empresa en estudio. Por lo general esta matriz ha sido utilizada con el objetivo de priorizar las necesidades de los clientes y encontrar respuestas innovadoras a esas necesidades, a través de la mejora continua de los productos y servicios en búsqueda de maximizar la oferta de valor¹³.

En el caso de esta investigación se adapta la herramienta QFD según las necesidades del estudio, es decir, relacionando los factores de riesgos con todo el proceso productivo de mezcla asfáltica en PMV.

¹³ Pande, P., Neuman, R., Cavanagh, R. (2004). Las Claves Prácticas de Seis Sigma: Una Guía Dirigida A Los Equipos De Mejora de Procesos. 1° Edición. España. Ed. Mc Graw Hill/Interamericana, 2004. P. 114

A continuación se explica el funcionamiento de la herramienta:

- La columna del lado izquierdo lista los *factores de riesgos* que tienen un impacto negativo alto. Tomamos como base el panorama de factores de riesgo de PMV, se tomaron los factores de riesgo calificados como alto (según la escala expuesta en la Guía técnica colombiana GTC 45)¹⁴: Guía para el diagnóstico de condiciones de trabajo o panorama de factores de riesgos, su identificación y valoración. Escala: 1-300: bajo, 300-600: medio, 600-1000: alto, así:

GRADO DE PELIGROSIDAD	PRIORIDAD	ACTUACIÓN
1-300	Bajo	El riesgo debe ser eliminado sin demora
301-600	Medio	Se requiere corrección urgente
601-1000	Alto	Se requiere corrección inmediata

Tabla 2. Escala de valoración de riesgos

De esa valoración resultaron 3 riesgos altos, pero también se consideró el impacto negativo que tienen los riesgos sobre variables *trabajador, calidad del producto* y la *productividad* (factores de ponderación, identificados en la empresa según la norma GTC 45 y la ARP Colmena). Es así como también se tomaron los riesgos que tienen valoración de 600 en adelante en estos aspectos (panorama de riesgos con factores de riesgo en estudio: Ver Anexo A). De estos riesgos identificados los que tengan una presencia repetitiva durante las etapas del proceso serán considerados en el resto de estudio como riesgos prioritarios.

- La fila superior lista uno a uno en secuencia el *proceso productivo*, específicamente los equipos utilizados de la planta desde su principio hasta su final, con el fin de identificar cuáles de los riesgos seleccionados se presentan en estos equipos.
- En la parte superior de esta lista (proceso productivo), se encuentra un cuadro en forma de techo de casa, es aquí donde se consigna la relación que existe entre los

¹⁴ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, GTC 45: 1997, Guía para el diagnóstico de condiciones de trabajo o panorama de factores de riesgo, su identificación y valoración. Bogotá: ICONTEC. P.19

equipos utilizados en PMV. Se toman tres niveles de relación: relación fuerte, alguna relación y relación débil.

- El centro de la matriz es donde se consigna la *valoración* que se le ha dado al riesgo y se coloca este en la casilla donde concuerde el factor de riesgo con el paso del proceso o máquina donde esté presente el factor de riesgo. Esta valoración se extrae de la matriz de valoración de riesgos o panorama de riesgos.
- Al final se calcula un *promedio* de la valoración de riesgos por equipos/partes del proceso, con el fin de identificar cuáles puntos son más peligrosos o más propensos a materializar el riesgo exponiendo a los trabajadores daños en su salud y seguridad. Estos serán considerados para el resto del estudio.
- La parte externa de la tabla relaciona a PMV en cuanto a riesgos y puntos del proceso con respecto a una empresa del mismo sector y que es *competencia* directa. De esta forma se puede comparar y evaluar que tan bien o mal se encuentra en su sector en cuanto a los aspectos de SISO. El sistema de evaluación utilizado es el siguiente: en la tabla derecha se especifica si en la empresa competencia se da los riesgos identificados en PMV y en qué grado; bajo(1), medio(2), o alto(3). Con respecto a esto, en la parte inferior se compara a PMV con la competencia en el caso que esta última utilicen las mismas máquinas y se utiliza el promedio de valoración de riesgos por equipo y se compara con el promedio dado en la valoración de PMV.

A continuación se presenta la matriz:

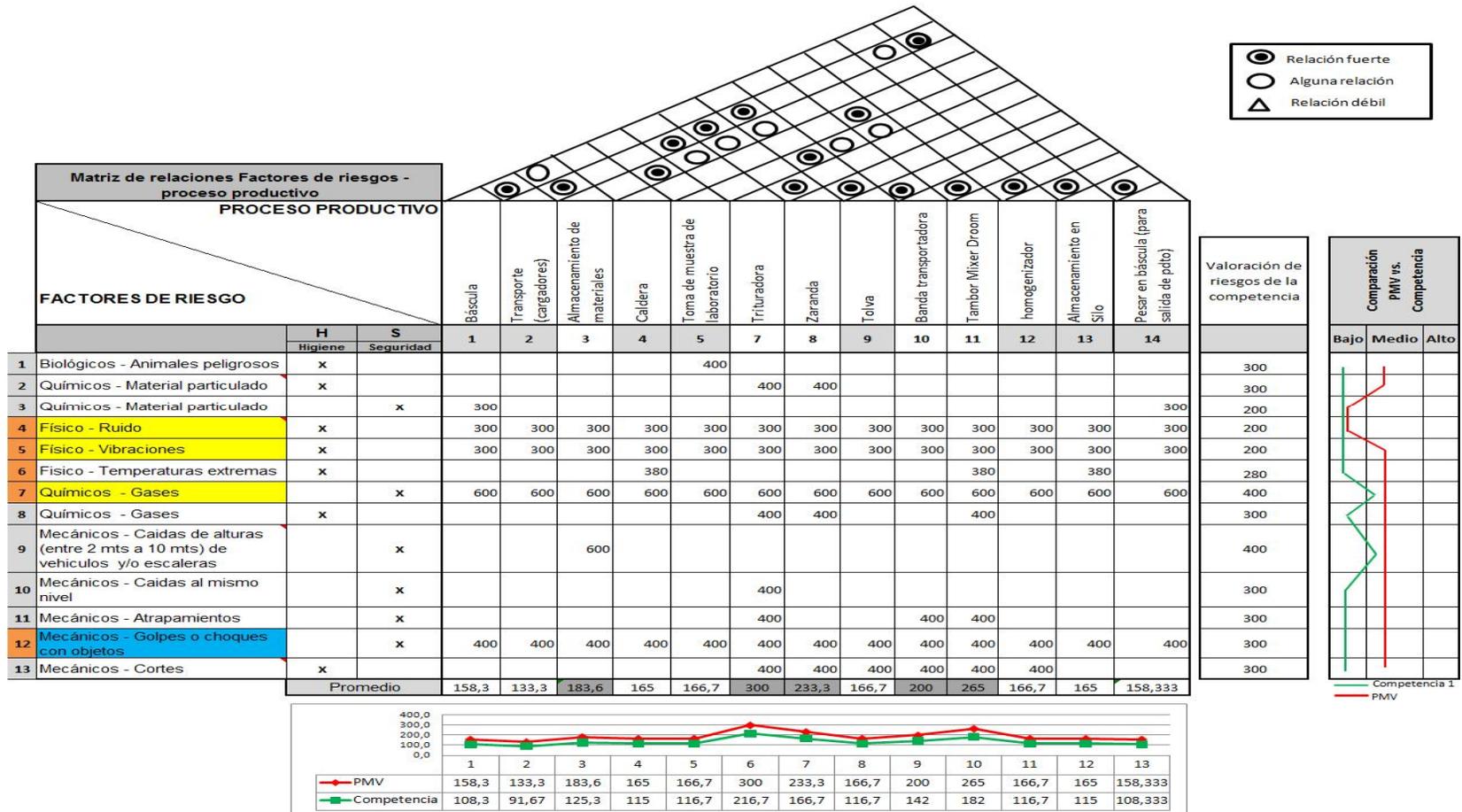


Ilustración 19. Matriz QFD

Esta herramienta arroja resultados que son muy valiosos para la continuación de este estudio de SISO en el área de producción de PMV:

- La matriz muestra los riesgos y en que parte del proceso tienen presencia, y se pueden observar que hay algunos que se encuentran en todas las etapas de producción, estos son: el factor *físico-ruído* con una valoración de 300, factor *físico-vibraciones* con una valoración de 300, y factor *mecánico-golpes* o choques con objetos con una valoración de 400; estos son factores clasificados en riesgos bajo y medio pero que tienen alta incidencia sobre el trabajador, la calidad del producto o la productividad. Y por último está el factor *químico-gases* con una valoración de 600 calificado como un factor de riesgo alto. Estos factores identificados en la matriz se toman para las siguientes etapas del estudio de Seis Sigma; cuya siguiente etapa es la de medición.
- En el promedio de valoraciones de riesgo por puntos del proceso, se identifica a la *trituradora* con 300, el promedio más alto, convirtiéndose así en la etapa del proceso donde los trabajadores están más expuestos a peligros. Otras con promedios significativos los son la etapa de *almacenamiento de materiales* con 183.58, la *zaranda* con 233.33, la *banda transportadora* con 200 y el *tambor Droom Mixer* con 256.7. Estas partes del proceso serán tomadas como variables de estudio al igual que los riesgos identificados para la etapa de medición, ya que merecen ser analizadas por la presencia de riesgos que presentan.

De igual forma, esta matriz permitió establecer relaciones entre los equipos o etapas del proceso de producción, que aunque es un proceso continuo donde todos son necesarios para llegar al producto final se dieron diferentes niveles de interacción entre ellos. Entre los más sobresalientes está la relación existente entre el transporte y otras etapas como el de la zaranda, trituradora y tolva ya que el desarrollo de las últimas dependen directamente del transporte del material para la producción. O también están las 6 últimas etapas las cuales dependen una de la otra teniendo un grado de relación fuerte, si una deja de realizarse las demás quedan imposibilitadas, creando cuellos de botella en el proceso.

Es así, como al ser un proceso donde cada etapa depende de la anterior existen relaciones muy estrechas entre ellos, sin embargo máquinas como la báscula no tienen ninguna relación con el Tambor Droom Mixer, ya que esta última para su desarrollo no necesariamente necesita de la báscula.

Por otro lado, en la matriz se establecen comparaciones entre la empresa en estudio y una de sus competencias, de la cual se reservan datos. Estas comparaciones se observan al lado derecho y parte inferior.

De la parte derecha se compara la valoración de los riesgos de PMV con la competencia, identificando las valoraciones totales y calificándolas como riesgo bajo, medio o alto. Luego de comparar las mediciones, estas arrojaron la gráfica, la cual refleja que la competencia califica los riesgos como bajos, lo que indica que ejercen mayor control sobre las condiciones inseguras haciendo que el riesgo se vuelva menos peligroso y este menos propenso a materializarse. Lo que por el contrario no sucede con la empresa en estudio, cuya línea en la gráfica supera a la verde, en el sentido de que los riesgos en la matriz tienen valoración de riesgos de nivel medio.

Por otro lado, en la parte inferior de la matriz se compara el promedio de las valoraciones de riesgo por máquina, y nuevamente, los resultados muestran que las operaciones en las máquinas de la planta son más riesgosas en la empresa en estudio que en las de la competencia.

En conclusión, lo que indican estos análisis es que es necesario encontrar la manera de hacerle tratamiento a los riesgos, para que no sigan siendo valorizados de esta manera, y para que en lo posible sean riesgos que no se materialicen y originen accidentes e incidentes en los trabajadores.

A continuación, el diagrama SIPOC, a través del cual se presenta el proceso productivo, con algunos resultados arrojados por la matriz QFD.

3.2. DIAGRAMA SIPOC

El nombre SIPOC es un acrónimo de las palabras en inglés *Supplier-Input-Process-Output-Customer*, que en español traducen proveedor, insumos, proceso, salida (producto), y consumidor.

Pero ¿por qué se realiza este diagrama?, este diagrama se realiza porque no sólo basta con identificar los riesgos en la matriz QFD si no ubicarlos estratégicamente en las partes del proceso donde son identificados, y de la forma más llamativa y representativa, caso que es el del SIPOC, donde se muestra el proceso y brinda la oportunidad de señalar en el flujo del proceso las partes críticas del mismo y la presencia de los riesgos a los que están expuestos los trabajadores.

Es así, como en este diagrama (Ilustración No. 20) en la parte superior se especifica en los cuadros respectivos desde los proveedores, las materias primas o los insumos, el proceso de forma detallada y minuciosa que está en forma de un flujograma resumido con respecto al que aparece detallado en el capítulo 2, luego la salida o producto final y por último el consumidor o cliente final, lo que nos dará una visión más clara de la esencia de la planta operativa de PMV.

En este sentido, se presenta este diagrama diseñado de acuerdo al proceso productivo de mezcla asfáltica, en este caso, se añadió la identificación de los factores de riesgo más repetitivos en las etapas del proceso identificados como riesgos prioritarios, identificándolos con círculos de colores azules y amarillos, de acuerdo como están identificados y señalados en la matriz QFD.

Además están señaladas las partes críticas del proceso que fueron encontradas en la matriz QFD (círculos fondo café), y que se tomarán en cuenta en capítulos posteriores.

A continuación el diagrama SIPOC:

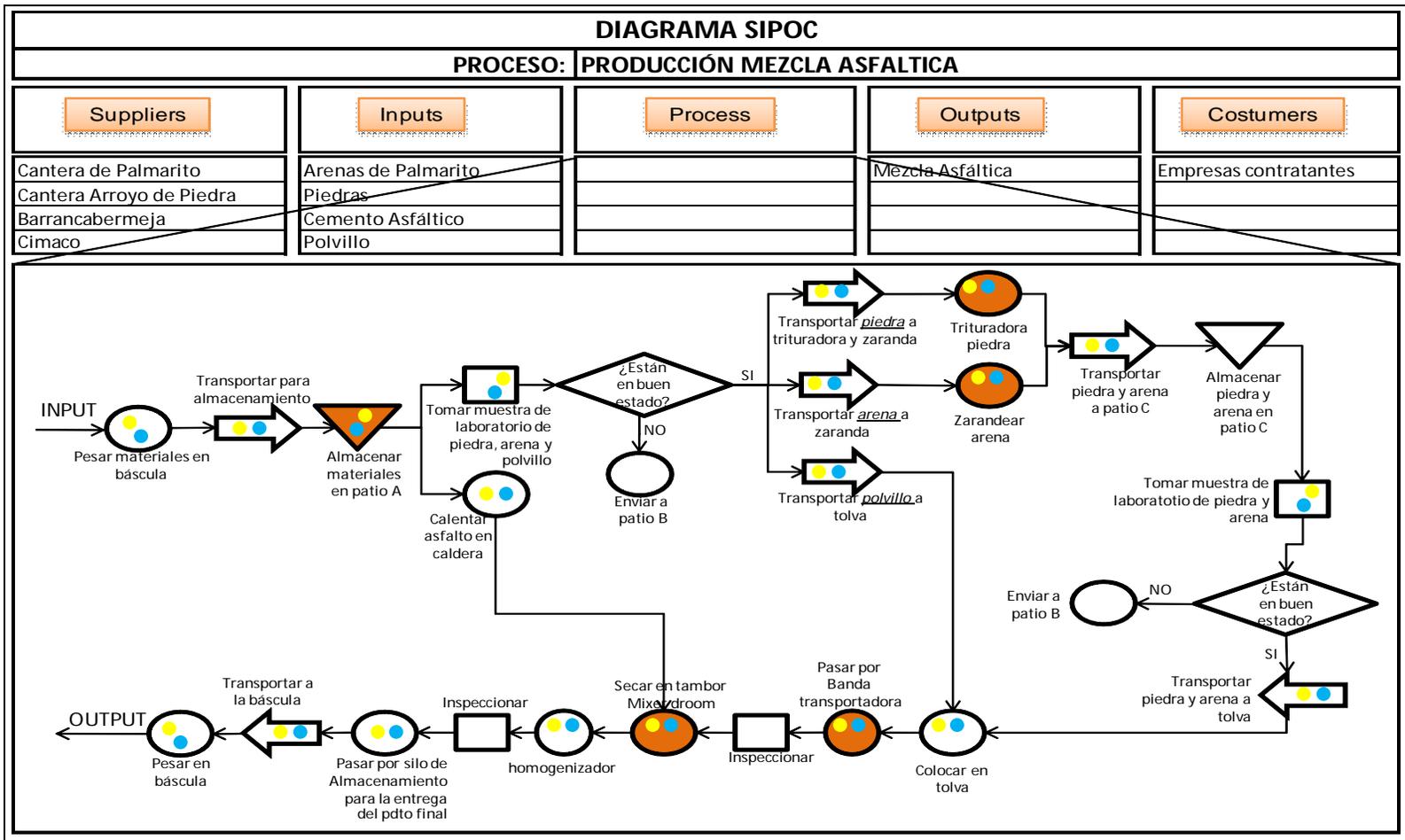


Ilustración 20. Mapa Sipoc

Es evidente como la aplicación estas herramientas ha sido valiosa y nos llevaron a identificar los factores de riesgo de alta peligrosidad y de mayor presencia en el proceso productivo de la mezcla asfáltica, que son con los cuales se continuará trabajando en lo que sigue de la investigación y a los cuales se les denomina riesgos prioritarios, ya que merecen trato urgente y cuidadoso.

También se concluyó a través de estas herramientas que las partes del proceso/máquinas que requieren atención rápida y que son consideradas como puntos críticos del proceso son:

- Trituradora
- Zaranda
- Almacén
- Tambor Droom Mixer
- Banda transportadora

Esto como resultado del análisis realizado en la matriz QFD y del mapa SIPOC, ya que son las partes del proceso o máquinas donde hay presencia de más de tres riesgos y por ende los trabajadores tiene más probabilidad de sufrir de un incidente o accidente de trabajo.

Estas partes criticas del proceso serán sometidas a mediciones a través de formulas propuestas por la metodología Seis Sigma, las cuales son denominadas las métricas del Seis Sigma entre las cuales están el DPMO (Defectos en parte por millón), rendimiento de procesos, entre otros. Además estas etapas identificadas y herramientas de análisis de resultados. y continuamente serán analizadas

4. MEDICIÓN DE VARIABLES ASOCIADAS A LOS PROCESOS SISO DE PMV

En esta etapa de medición se clarificó el problema a través de herramientas de medición, las cuales ayudaron a conocer detalladamente la situación y a buscar las causas raíces del problema.

Estas herramientas de medición fueron aplicadas a los puntos críticos del proceso identificados en el capítulo anterior. Son las métricas del Seis Sigma, entre éstas se calcularon los defectos en partes por millón de oportunidades del proceso (DPMO), y el rendimiento del proceso.

4.1. MÉTRICA SEIS SIGMA PARA TRIBUTOS (DPMO)

DPMO (Defectos por millón de oportunidades):

$$DPMO = \frac{n}{U \times O} \times 1.000.000$$

Definición de variables:

n : accidentes e incidentes por año

U : grado de exposición al riesgo (Nº de trabajadores*días trabajados al mes*meses trabajados al año)

O : condiciones inseguras de trabajo por parte críticas del proceso identificadas.

Esta es la ecuación que se utilizó para calcular los defectos en un millón de oportunidades de la planta de asfalto exactamente en las partes críticas del proceso ya identificadas en el capítulo 2 (ver ilustración No. 19). Luego a partir de estos datos se buscó el valor del nivel sigma para cada año.

Para el desarrollo de esta ecuación fue necesario saber cuántos y cuáles fueron los accidentes e incidentes que se dieron en el transcurso de los años 2008, 2009 y 2010;

información suministrada por la administración de *Pmv*. No obstante, para remplazar el valor de *n* en la fórmula, para lo cual solo se tomó del siguiente listado los accidentes e incidentes ocurridos en las partes críticas del proceso, los cuales están resaltados en la tabla:

	No	Lugar	I	A	Descripción
2008	1	Trituradora		x	Atasco de mano y fractura de dedo al tratar de desatascar una piedra en la trituradora.
	2	Planta	x		Caída en las instalaciones de la planta al resbalarse causando dolor fuerte en espalda.
Total: 2					
2009	1	Trituradora	x		Golpe en costilla y brazo al resbalarse durante la reparación de la trituradora
	2	Tolva de trituradora		x	Fractura en dedo de la mano derecha durante la remoción de piedras en la tolva
	3	Báscula	x		Golpe al caer en báscula luego de ir a buscar unas llaves en el despacho de la báscula
	4	Trituradora		x	Lesión en codo, al tratar de desatorar la trituradora, la piedra atascada salió y repicó en el codo del trabajador.
Total: 4					
2010	1	Almacén		x	Herida en dedo, almacenando tierra y otros elementos se encontró con un obstáculo afilado el cual le causo el pinchazo.
	2	Caldera		x	Quemaduras en rostro causadas durante una explosión provocada por una fuga de gas durante la instalación de la caldera.
	3	Planta		x	Lesión en rodilla causada durante un recorrido por la planta; el trabajador no pisó bien y se resbaló.
	4	Trituradora		x	Fractura en brazo de trabajador al tropezar con unas piedras atascadas en esta máquina, causando su caída y la doblez del brazo,

				fracturándolo.
5	Planta		x	Irritación de ojos causada por una cantidad de polvo presentada en el área durante las labores en la planta.
6	Almacén		x	El trabajador no realizó bien la maniobra en la manipulación de la manguera de llenado y este terminó bañado en ACPM
7	Almacén		x	Golpe y rasguño de ojo izquierdo; al organizar piezas el trabajador no se percató de la existencia de un muro en la parte superior del almacén que al levantarse se golpea causando así el accidente.
Total: 7				

I: Incidente

A: Accidente

Tabla 3. Accidentes e incidentes 2008 – 2010

De acuerdo a lo anterior, de 2008 a 2010 se generaron accidentes solo en 2 de los 5 puntos críticos; la trituradora y el almacén; es decir, en estos dos puntos es donde se desarrollarán las ecuaciones de las métricas.

De igual forma, para el desarrollo de la fórmula se hizo necesario saber cuáles son las condiciones inseguras de trabajo, para lo cual, durante visitas a las instalaciones de la planta de asfalto y por observación directa se identificaron tales condiciones por partes críticas del proceso, las cuales son:

Partes críticas del proceso	No.	Condición insegura
1. Almacén	1	- Mal uso de los EPP (Elementos de protección personal)
	2	- Presencia de polvos
	3	- No hay señalización de lugares peligrosos

	4	- Mal distribución de espacios
2. Trituradora	1	- No hay señalización en zonas de riesgo de la máquina y sus alrededores
	2	- Pisos en mal estado
	3	- Presencia de polvos
	4	- Ruido
	5	- Vibraciones
	6	- Máquinas oxidadas
	7	- Mal uso de los EPP (Elementos de protección personal)
	8	- Aguas estancadas (Humedad relativa)
	9	- Presencia de microorganismos
3. Zaranda	1	- Pisos en mal estado
	2	- Presencia de polvos
	3	- No hay señalización en zonas de riesgo de la máquina y sus alrededores
	4	- No uso de los EPP
4. Banda transportadora	1	- Presencia de polvos
	2	- Estado de la banda (por atascamientos hay posibilidades de golpes al momento de la reparación)
	3	- No uso de los EPP
5. Mixer Droom	1	- No uso de los EPP
	2	- Cambios bruscos temperatura
	3	- Herramientas inadecuadas (al encender la mecha del mixer)

Tabla 4. Condiciones inseguras de trabajo

Las celdas que están resaltadas son las condiciones inseguras de la trituradora y almacén, las cuales fueron utilizadas para el desarrollo de las fórmulas. Las otras condiciones inseguras de igual forma son de los puntos críticos identificados, pero como en los años en estudio no se dieron accidentes e incidentes en estos puntos, no son tomados en cuenta.

Es así como, los datos utilizados en el desarrollo de la fórmula fueron tomados de las tablas anteriores. En el caso de n (accidentes e incidentes) y O (condiciones inseguras de trabajo), solo se tomaron aquellos que se dieron en las partes críticas identificadas del proceso, a las cuales se les aplicó la fórmula, es decir, a la trituradora y el almacén. Para el cálculo de U , se tomaron 7 de los trabajadores de la planta, que son los expuestos a los dos puntos críticos en estudio; todos siete trabajadores en algún momento de sus labores requieren usar estos dos puntos. Por esto se toma este número de trabajadores para el desarrollo de la fórmula DPMO, así como también los 24 días hábiles del mes y los 12 meses del año, que trabaja la planta.

En efecto, la aplicación de la fórmula da como resultado el valor del DPMO, con este resultado se halló la equivalencia en niveles sigma (ver Tabla Sigmas; Anexo 2.), y a su vez el rendimiento en función del nivel sigma correspondiente.

A continuación el desarrollo de la fórmula para la trituradora y para el almacén, en ambos puntos, se realiza el cálculo para cada punto en los años 2008, 2009 y 2010:

4.1.1. DPMO en Trituradora

- Año 2008:

En el año 2008, en referencia a la tabla No. 3, se presentaron 2 eventos; un incidente en planta y un accidente en la trituradora, solo se tomó el de la trituradora, ya que ésta es la identificada como punto crítico del proceso.

Datos:

$n = 1$ (número de accidentes en la trituradora en el año 2008; ver tabla 3)

$U = 7$ operarios * 24 días/mes * 12 meses = 2016 (grado de exposición anual)

$O = 9$ (número total de condiciones inseguras de trabajo en la trituradora; ver tabla 4)

$$DPMO = \frac{n}{U \times O} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{1}{2.016 \times 9} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{1}{18144} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 5,51146E-05 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 55,1146$$

Este resultado indica que para el 2008 existió la probabilidad que dentro de un millón de oportunidades de error o de accidentes e incidentes fueran efectivos 55,1146 en la trituradora. Con este resultado también se concluye que el nivel sigma para el año 2008 fue de 3.1 sigma, es decir el proceso tuvo un rendimiento de 94.5%.

- Año 2009:

En el año 2009, se presentaron 4 eventos, 2 accidentes en la trituradora y 2 incidentes; uno en la trituradora y otro en la báscula. Para la aplicación de la fórmula se tomaron los 2 accidentes y el incidente de la trituradora, es decir, $n=3$.

Datos:

$n = 3$ (número de accidentes e incidentes en la trituradora en el año 2009; ver tabla 3)

$U = 7$ operarios * 24 días/mes * 12 meses = 2016 (grado de exposición anual)

$O = 9$ (número total de condiciones inseguras de trabajo en la trituradora; ver tabla 4)

$$DPMO = \frac{n}{U \times O} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{3}{2.016 \times 9} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{3}{18144} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0.00016534 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 165,3439$$

Este resultado indica que dentro de un millón de oportunidades de error, 165, 3439 fueron potencialmente los que pudieron suceder durante el 2009 en la trituradora. Efectivamente se dieron 2 accidentes y 1 incidente de trabajo en este punto, pero las oportunidades para que se dieran siguen siendo altas. El nivel sigma para 2009 fue de 2.5 sigma, quiere decir que de un rendimiento de 94.5% en 2008 pasó a 84.1%, lo que quiere decir que disminuyó en 10.4%.

- Año 2010:

En el año 2010, se presentaron 7 eventos; 6 accidentes y 1 incidente. Pero como se está analizando el punto crítico de la trituradora, solo se tomaron los presentados allí, es decir, 1 accidente.

Datos:

$n = 1$ (número de accidentes en la trituradora en el año 2010; ver tabla 3)

$U = 7$ operarios * 24 días/mes * 12 meses = 2016 (grado de exposición anual)

$O = 9$ (número total de condiciones inseguras de trabajo en la trituradora; ver tabla 4)

$$DPMO = \frac{n}{U \times O} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{1}{2.016 \times 9} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{1}{18144} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 5,51146E-05 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 55,1146$$

Durante 2010 se generó solo un 1 accidente en trituradora, pero la probabilidad de suceso de accidentes dentro de un millón de oportunidades fue de 55,1146, lo que lleva a decir que el rendimiento del proceso en este año fue de 94.5%, con un nivel sigma de 3.1. Lo que indica que la probabilidad de ocurrencia de accidentes e incidentes disminuyó volviendo al estado que se encontraba en 2008; en cierto modo mejoró, pero siguen ocurriendo accidentes y la probabilidad de ocurrencia sigue siendo alta.

4.1.2. DPMO en Almacén

- Año 2008:

En el año 2008, con referencia a la tabla No. 3, se presentaron 2 eventos, pero ninguno de estos fue en el área de almacén, por lo tanto en este caso n es igual a cero.

Datos:

$n = 0$ (número de accidentes e incidentes en el almacén en el año 2008; ver tabla 3)

$U = 7$ operarios * 24 días/mes * 12 meses = 2016 (grado de exposición anual)

$O = 4$ (número total de condiciones inseguras de trabajo en el almacén; ver tabla 4)

$$DPMO = \frac{n}{U \times O} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{0}{2.016 \times 4} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{0}{8064} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0$$

En realidad, este resultado es muy bueno, debido a que no se presentaron incidentes ni accidentes en el área de almacén durante el 2008, lo que indica que la probabilidad de ocurrencia de accidentes e incidentes para ese año fue cero, con un nivel sigma de 6 y el rendimiento del 100%, lo que es perfecto en términos sigma. Ahora bien, seguramente en este año los controles en esta área fueron muy bien aplicados y más efectivos.

- Año 2009:

En el año 2009, se presentaron 4 eventos, pero al igual que el año 2008 ninguno de estos fue en el área de almacén, por lo tanto la n sigue siendo igual a cero.

Datos:

$n = 0$ (número de accidentes e incidentes en el almacén en el año 2009; ver tabla 3)

$U = 7$ operarios * 24 días/mes * 12 meses = 2016 (grado de exposición anual)

$O = 4$ (número total de condiciones inseguras de trabajo en el almacén; ver tabla 4)

$$DPMO = \frac{n}{U \times O} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{0}{2.016 \times 4} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{0}{8064} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0$$

Es evidente, que durante 2008 y 2009 el área de almacén tuvo probabilidades nulas de existencia o presencia de accidentes e incidentes de trabajo, se mantiene en nivel sigma 6 y con un rendimiento del 100%. Seguramente la gestión de la administración fue mejor, o las acciones de los trabajadores estuvieron encaminadas a evitar estos eventos, o usaron bien los elementos de protección personal, entre otras causas que pudieron llevar a estos buenos resultados.

- Año 2010

En el 2010, se presentaron 7 eventos, de los cuales 3 fueron en el almacén, de estos 2 accidentes y 1 incidente. Lo que quiere decir que a diferencia de 2008 y 2009 el valor de la variable n es de 3.

Datos:

$n = 3$ (número de accidentes e incidentes en el almacén en el año 2010; ver tabla 3)

$U = 7$ operarios * 24 días/mes * 12 meses = 2016 (grado de exposición anual)

$O = 4$ (número total de condiciones inseguras de trabajo en el almacén; ver tabla 4)

$$DPMO = \frac{n}{U \times O} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{3}{2.016 \times 4} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{3}{8064} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0,000372 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 372,023$$

Indudablemente, el resultado que arrojó la fórmula para el 2010 sorprende en comparación para los dos años anteriores, donde la probabilidad de ocurrencia era

igual a cero, para este año la probabilidad de que algún evento desfavorable se llevase a cabo fue de 372,023, es decir, que dentro de un millón de oportunidades de error (accidentes e incidentes), pudieron efectuarse 372,023. Es así como, el nivel sigma pasó de 6 en 2008 y 2009 a 1,8 en 2010. El rendimiento pasó de 100% al 61,8%.

Estos resultados mostraron las cifras de accidentes e incidentes en partes por millón de oportunidades en 2008, 2009 y 2010 para la trituradora y para el almacén. Por otro lado, se calcularon también los rendimientos en función de las unidades de salida defectuosas. A continuación estos cálculos:

4.2. RENDIMIENTO POR AÑO EN FUNCIÓN DE UNIDADES DE SALIDA

En este caso se midió el rendimiento en función de las partes que entran al proceso y que salen defectuosas del mismo, mientras que en el rendimiento calculado en el apartado anterior, se halló pero en función del nivel sigma.

De igual forma, este rendimiento es calculado para los dos puntos críticos del proceso; trituradora y almacén. Y fueron usadas las mismas cifras de accidentes e incidentes identificadas en los cálculos anteriores para los tres años en estudio.

Ecuación rendimiento:

$$\text{Rendimiento} = 1 - \left(\frac{\# \text{ de unidades defectuosas}}{\# \text{ de unidades de entrada}} \right)$$

Remplazando las variables:

$$\text{Rendimiento} = 1 - \left(\frac{\# \text{ de accidentes e incidentes anuales por punto crítico}}{\text{Grado de exposición al riesgo}} \right)$$

4.2.1. Rendimiento en Trituradora:

- Año 2008:

$$\text{Rendimiento}_{2008} = 1 - \left[\frac{1}{2016} \right]$$

$$\text{Rendimiento}_{2008} = 1 - 0,00049603$$

$$\text{Rendimiento}_{2008} = 0.999503$$

$$\text{Rendimiento}_{2008} = 99.95\%$$

Durante el 2008 se dieron 1 accidente y 1 incidente de trabajo. Uno de ellos fue en la trituradora, identificada como parte crítica del proceso. Esto nos indica que el rendimiento del proceso en términos de SISO fue de un 99.95%.

- Año 2009:

$$\text{Rendimiento}_{2009} = 1 - \left[\frac{3}{2016} \right]$$

$$\text{Rendimiento}_{2009} = 1 - 0,0014881$$

$$\text{Rendimiento}_{2009} = 0.9985119$$

$$\text{Rendimiento}_{2009} = 99.85\%$$

Durante el 2009 se dieron 2 accidentes y 2 incidentes de trabajo. Tres de ellos fueron en la trituradora, identificada como parte crítica del proceso. Esto nos indica que el rendimiento del proceso en términos de SISO fue de un 99.85%, en la transición de

2008 a 2009, el rendimiento disminuyó levemente en 0,1%, una disminución no muy representativa.

- Año 2010:

$$\text{Rendimiento}_{2008} = 1 - \left(\frac{1}{2016} \right)$$

$$\text{Rendimiento}_{2008} = 1 - 0,00049603$$

$$\text{Rendimiento}_{2008} = 0.999503$$

$$\text{Rendimiento}_{2008} = 99.95\%$$

Este resultado muestra que el rendimiento después de haber disminuido el año pasado; 2009, volvió a ocupar en lugar en el que estaba en el 2008, al aumentar en 0,1%.

4.2.1. Rendimiento en el almacén:

- Año 2008

$$\text{Rendimiento}_{2008} = 1 - \left(\frac{0}{2016} \right)$$

$$\text{Rendimiento}_{2008} = 1 - 0$$

$$\text{Rendimiento}_{2008} = 1$$

$$\text{Rendimiento}_{2008} = 100\%$$

Este resultado es un reflejo de la cifra de accidentes e incidentes para este año en el almacén, la cual es cero. Por tanto el rendimiento en función de las unidades de salida es igual al rendimiento en relación al nivel sigma, es decir, cero.

- Año 2009

$$\text{Rendimiento}_{2009} = 1 - \left(\frac{0}{2016} \right)$$

$$\text{Rendimiento}_{2009} = 1 - 0$$

$$\text{Rendimiento}_{2009} = 1$$

$$\text{Rendimiento}_{2009} = 100\%$$

Al igual que el año anterior, el rendimiento se mantiene en un 100%, las unidades defectuosas que salen de este punto del proceso siguen siendo cero, como se dijo en el punto anterior, en el cálculo del DPMO, esta racha de buenos resultados en el almacén para 2008 y 2009, muy seguramente es debido a las buenas prácticas de la administración. Pero al parecer solo fueron efectivas esas prácticas para esos dos años.

- Año 2010

$$\text{Rendimiento}_{2010} = 1 - \left(\frac{3}{2016} \right)$$

$$\text{Rendimiento}_{2010} = 1 - 0,0014881$$

$$\text{Rendimiento}_{2010} = 0.9985119$$

$$\text{Rendimiento}_{2010} = 99.85\%$$

Sin duda alguna, hubo un cambio un tanto brusco en las cifras, los accidentes e incidentes subieron inesperadamente de 0 a 3 por año.

Estos datos sorprenden en el sentido de que se venía pensando que el almacén estaba señalado como punto crítico pero no tenía cifras de accidentes e incidentes, pero aquí a través de estos resultados se concluye que al igual que en la trituradora ha mermado el interés hacia el cuidado de estas áreas en la empresa.

En suma, los resultados arrojados por las mediciones en este capítulo muestran que dentro de los cuatro puntos críticos identificados, la trituradora es la más riesgosa. Si se calcula un promedio de niveles sigma de los tres años por punto crítico, el almacén tiene el promedio de 4,6 sigmas, mientras que la trituradora tienen un promedio de 2,9 sigmas, es decir un nivel sigma muchísimo menor, y esto es evidente en los resultados arrojados por año (tabla No. 5). Tener un nivel sigma de 2,9 indica que dentro de un millón de oportunidades de defectos unas 80,75 oportunidades serían probables de ocurrir, una cifra alta, donde lo ideal es mantenerse en 6 sigmas, como lo logró el área de almacén para los años 2008 y 2009. Pero un punto que hay que tener en cuenta son las condiciones inseguras de trabajo, para la trituradora son 9, una cifra alta en comparación con los otros puntos críticos los cuales varían entre 3 y 4, es decir, las posibilidades de ocurrencia de accidentes e incidentes aumenta al existir tantas circunstancias en el ambiente propensas a causar un daño o evento no deseable en el trabajador.

Al mismo tiempo, si se habla de causas es importante recurrir a la matriz QFD (ver ilustración No. 19), en el punto 7 de la parte superior, allí se observa que en la trituradora hay presencia de 9 de los 13 riesgos seleccionados para el estudio, 4 de éstos son los seleccionados como riesgos prioritarios, ya que requieren un tratamiento especial. Es decir, el 69% de los riesgos se presentan en la trituradora, ninguna otra parte del proceso tiene la misma presencia de riesgos.

Ahora bien, al analizar los datos arrojados en el área de almacén, se dieron cambios no tan buenos, a pesar de que se mantuvo un nivel ideal de sigma en 2008 y 2009, sorprendentemente para 2010 este nivel tuvo una caída terminante, pasó de 6 sigmas a 1,8 sigmas, es decir, disminuyó en 4,2, casi 5 niveles, una caída fuerte que es causada por el aumento de accidentes e incidentes en este área. Este aumento de accidentes e incidentes como se mencionó anteriormente puede tener varias causas orígenes, entre estas puede ser la confianza que se adquirió por parte de la empresa

al tener resultados tan positivos en los años anteriores y bajaron la guardia confiándose en que el comportamiento se mantendría, otra causa puede ser las acciones inseguras de los trabajadores, la falta de controles sobre los riesgos entre otras.

Por lo anterior, surge la necesidad de crear soluciones eficaces y efectivas que mitiguen el efecto de la presencia de tantas condiciones inseguras en este punto del proceso, y programas o estrategias que ayuden a controlar los riesgos prioritarios, todo esto ayudaría a disminuir el número de accidentes e incidentes no solo en la trituradora sino en todos los puntos críticos del proceso.

Para finalizar, todos los resultados obtenidos en esta sección, serán analizados en el siguiente capítulo a través de herramientas estadísticas y gráficos que muestren claramente el comportamiento de datos a través de los años. A partir de este análisis se llegarán a las causas que generan las cifras de accidentes e incidentes en los puntos críticos identificados.

A manera de resumen de este capítulo, se presenta la siguiente tabla:

		<i>n</i>	U	O	U*O	DPMO: $(n/(U*O))*1.000.000$	Nivel s	Rendimiento	Rendimiento en función de unds de salida
Trituradora	2008	1	2016	9	18144	55,11	3.1	94.5%	99.95%
	2009	3	2016	9	18144	165,34	2.5	84.1%	99.85%
	2010	1	2016	9	18144	55,11	3.1	94.5%	99.95%
Almacén	2008	0	2016	4	8064	0	6	100%	100%
	2009	0	2016	4	8064	0	6	100%	100%
	2010	3	2016	4	8064	372,023	1.8	62%	99.85%

Tabla 5. Resumen mediciones

5. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS Y LOS EFECTOS DE LAS NO CONFORMIDADES EN LOS PROCESOS SISO DE PMV

El propósito de este capítulo es analizar los resultados de mediciones anteriores y las causas que hacen que estos resultados generen los problemas en el área de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional en PMV. Esto a través de herramientas como los diagramas de frecuencia y de tendencia, diagrama de Pareto y el diagrama de causa y efecto o espina de pescado.

Primero que todo, se analizaron los accidentes e incidentes por máquina, para revalidar que las partes críticas del proceso sean las ya identificadas, a través de un diagrama de Pareto.

Además, para proponer mejoras en las partes del proceso que se identificaron como críticas, fue necesario recolectar la información arrojada por las métricas del Seis Sigma, la matriz de relaciones QFD y el diagrama SIPOC, las cuales ayudaron a definir donde están ubicados las actividades y puestos de trabajo con mayor riesgo que influyen directamente en los problemas del sistema de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional. Esto a través de diagramas de tendencia y de barras.

Enseguida, se estudiaron las posibles causas que permitieron la presencia de accidentes e incidentes en la planta de asfalto de PMV, a través del diagrama de causa y efecto, que permitió de identificar, clasificar y poner de manifiesto posibles causas a los problemas.

5.1. DIAGRAMA DE PARETO

La información y resultados anteriores se utilizaron para construir un diagrama de Pareto. El diagrama de Pareto es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que los generan.

Consiste en un gráfico de barras similar al histograma que se conjuga con una ojiva o curva de tipo creciente y que representa en forma decreciente el grado de importancia o peso que tienen los diferentes factores que afectan en el proceso, los propósitos de este diagrama es analizar las causas, estudiar los resultados y planear una mejora continua.

Tabla y diagrama de pareto:

En esta tabla se consignan en la primera columna el tipo de error, que en este caso representan las partes críticas del proceso, en la segunda columna el N° de errores, que son el N° de accidentes e incidentes, en la tercera columna se calcula una frecuencia relativa donde se divide el número de errores para cada punto entre el total. Y para la última columna, se calcula una frecuencia relativa acumulada. A continuación los resultados:

Tipo de error	N° de errores	% del total	% del total acumulado
Puntos críticos del proceso	N° de accidentes		
Trituradora	5	55,56	55,56
Almacén	4	44,44	100,00
Banda Transportadora	0	0,00	100,00
Tambor Droom Mixer	0	0,00	100,00
Zaranda	0	0,00	100,00
Total	9	100,00	

Tabla 6. Tabla de Pareto

Estos datos se analizaron a través del siguiente diagrama, en el cual para el eje izquierdo se incluye una escala para graficar la columna 3; frecuencia relativa y se graficaron a través de barras azules, mientras que para el eje derecho la escala es para graficar los datos de la frecuencia relativa acumulada, estos datos se graficaron con una línea de tendencia, la cual al cambiar de dirección notablemente, en el punto en el cual cambia de dirección, hasta allí son considerados los puntos pocos vitales, de allí en adelante se señalaron los muchos triviales.

A continuación el diagrama de pareto:

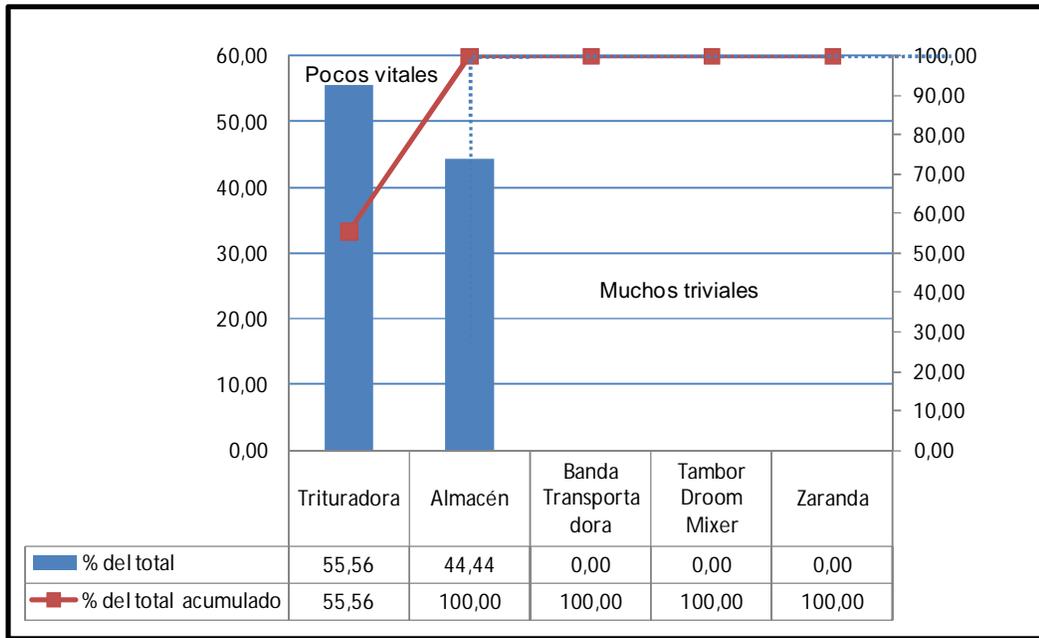


Gráfico 1. Diagrama de Pareto.

Este diagrama confirma la información de las herramientas anteriores usadas (QFD, SIPOC), generando un enfoque para priorizar etapas que deben ser atendidas dentro del plan de mejoramiento.

Para tener una visión más clara de la interpretación que se le debe hacer al diagrama de Pareto, a continuación se presenta una gráfica como ejemplo:

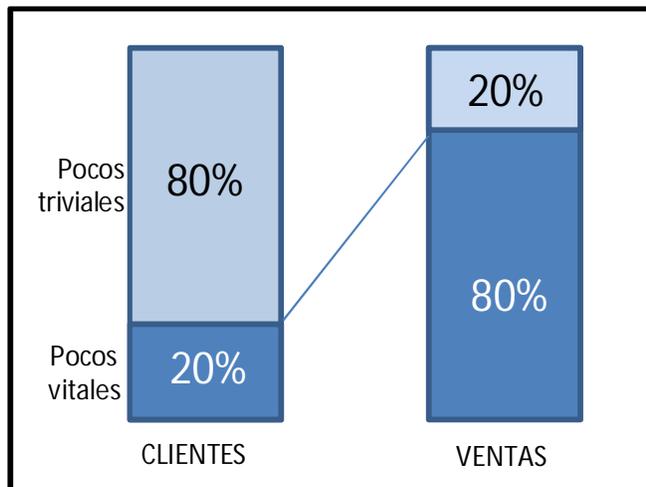


Ilustración 21. Ley de Pareto

En el caso de este ejemplo, se interpreta que en una compañía “X”, el 80% de las ventas es gracias a las compras realizadas por un 20% del total de clientes, dicho de otra forma, solo el 20% de los clientes de la empresa “X” (pocos vitales/más significativos), representan el gran 80% de sus ventas, el resto 80% de clientes (muchos triviales/menos significativos) solo genera el 20% de las ventas. Es decir, esta empresa se deberá preocupar por todos sus clientes, pero más en aquel 20%, que son quienes le generan la mayor parte de su total de ventas, para poder así mantenerse en el mercado.

Partiendo de esta ilustración, se vuelve al diagrama de Pareto en estudio y se concluye que el 100% de los problemas, es decir, de los accidentes e incidentes, o no conformidades son ocasionados por la Trituradora y el Almacén, descartándose a la banda transportadora, tambor droom mixer y la Zaranda. De esta manera, se obtiene una lectura fácil sobre cuáles deben ser las causas del problema.

La trituradora y el almacén las cuales representan los “pocos vitales”, y la banda transportadora, el tambor droom mixer y la zaranda que son los “muchos triviales” que están bajo la curva,

Este diagrama reafirma y aclara los resultados obtenidos en el tercer capítulo, a través del QFD; las partes del proceso que están generando la mayoría de problema en términos de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional en PMV son la trituradora y el área de almacén, y en menor manera pero no menos importante la banda transportadora, tambor droom mixer y la zaranda.

Estos resultados coinciden en los resultados de las métricas, debido a las cifras de accidentes e incidentes, que de los 5 puntos identificados como críticos, estos eventos se llevaron solo en dos de ellos; trituradora y almacén.

Por tanto, PMV deberá concentrar sus esfuerzos en términos de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, en la máquina Trituradora y en el Área de almacenamiento, brindando mejores condiciones de trabajo, generando satisfacción en sus trabajadores y resultados alentadores a todo nivel en la organización.

Ahora bien, se graficará y analizarán los datos que arrojaron las mediciones del capítulo anterior, a través de otras herramientas estadísticas para así poder llegar un poco más a las causas reales de los problemas en SISO de PMV:

5.2. DIAGRAMA DE FRECUENCIA Y DE TENDENCIA

Los diagramas de frecuencias y de tendencias por lo general son utilizados para presentar datos cualitativos o datos cuantitativos de tipo discreto. Para efectos del estudio se utilizó para ver el comportamiento de los datos arrojados en las mediciones de los rendimientos y de los defectos en partes por millón de oportunidades.

Al igual que para el cálculo de las métricas, estos gráficos se hicieron para la trituradora y para el almacén. A continuación, diagrama de frecuencia y de tendencia:

5.2.1. Gráficos DPMO vs NIVEL SIGMA

- Trituradora

Estos datos vienen del numeral 4.2.1.:

	DPMO	NIVEL SIGMA
2008	55,11	3,1
2009	165,34	2,5
2010	55,11	3,1

Tabla 7. Datos diagrama de tendencia trituradora

Estos datos del DPMO y del Nivel sigma son comparados y analizados en el siguiente gráfico:

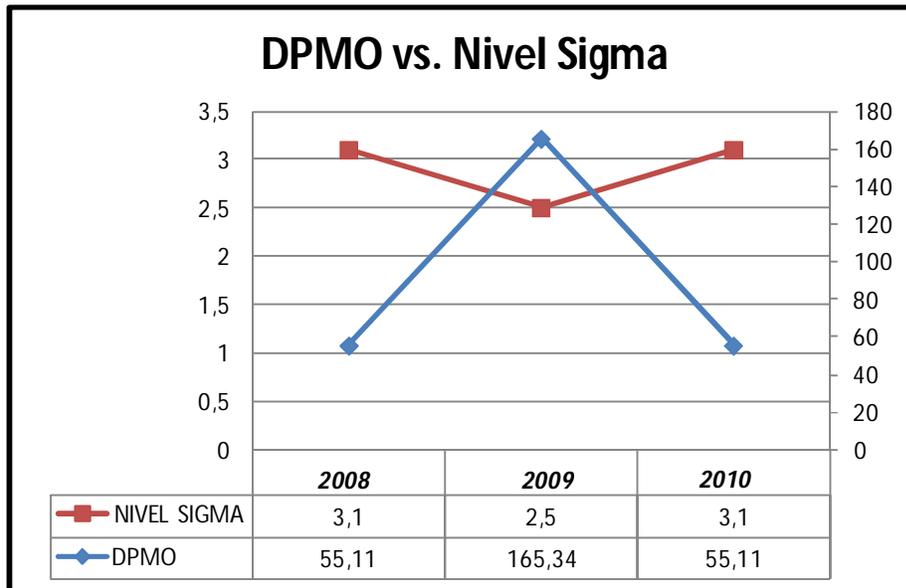


Gráfico 2. Diagrama de tendencia trituradora

Análisis:

La gráfica muestra el comportamiento del DPMO y del nivel sigma durante los últimos 3 años en la trituradora. El eje izquierdo marca la escala utilizada para graficar la línea roja (NIVEL SIGMA) y el eje derecho marca la escala utilizada para graficar la línea azul (DPMO).

En primer lugar, al analizar la gráfica se nota que durante el 2008 la probabilidad de error fue de 55 por millón de oportunidades por lo que el nivel de sigma fue de 3,1; entonces, entre menos sea la probabilidad de error, el nivel sigma será más alto, lo cual es buena señal para el desempeño en las áreas SISO durante 2008. Estas cifras durante este periodo fueron alentadoras para PMV, debido a que, solo se presentó un accidente en la trituradora, máquina considerada de alto riesgo.

Luego, para el 2009 no se mantiene en ese nivel, sino que desciende a 2,5 sigmas que se refleja en el aumento del DPMO a 165,35 errores por millón de oportunidades, por tal razón en la diferencia en la gráfica. Esto se explica porque durante 2010, 3 de los 4 accidentes fueron en la trituradora.

Para el 2010 disminuyó el DPMO en 110,23 errores, al pasar de 165,34 a 55,11 errores por millón de oportunidades; cifra muy significativa, por lo que el nivel sigma vuelve a como estaba en 2008; a 3,1. En este caso disminuyó debido a que de los 7 accidentes e incidentes en 2010, solo uno se presentó en la trituradora.

En este sentido, 2,9 sigmas es el promedio sigma para la trituradora entre 2008 y 2010, pero el objetivo es llegar a ocupar un nivel sigma de 6. De acuerdo a estos resultados PMV tendrá que recurrir a herramientas, planes, actividades que generen cultura de prevención, así como también mantener la planta en el mejor estado, entre otras muchas acciones de mejora, pero sobre todo enfocadas hacia la máquina Trituradora.

- Almacén

	DPMO	NIVEL SIGMA
2008	0	6
2009	0	6
2010	372,023	1,8

Tabla 8. Datos diagrama de tendencia almacén

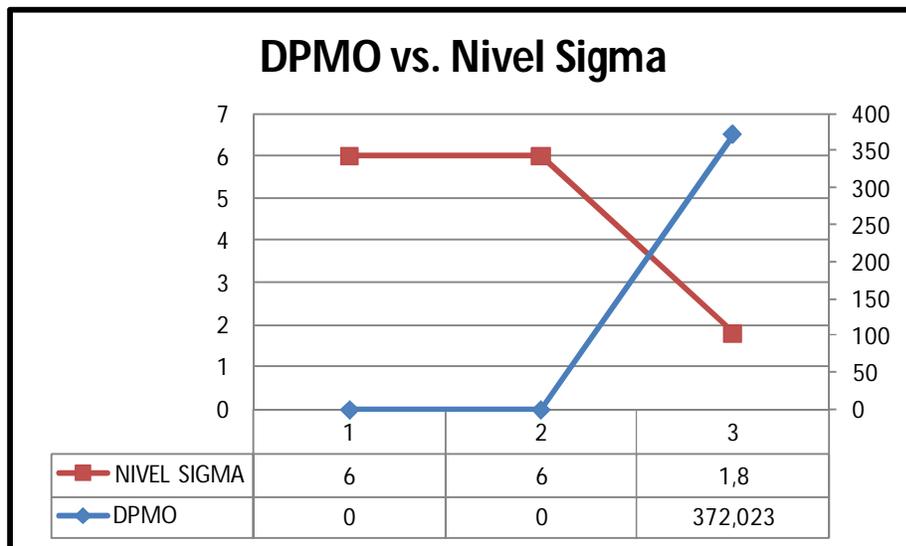


Gráfico 3. Diagrama de tendencia almacén

Análisis:

Es muy claro el alto nivel que alcanzó esta área en sentido de prevención de accidentes e incidentes; el DPMO es 0, lo que lleva al mejor nivel sigma; nivel 6. Pero lo curioso es el cambio al que llega en 2010; a un nivel de 1,8; un cambio que se generó por 3 accidentes, casi la mitad de los presentados en 2010.

Al analizar los dos gráficos de tendencia, se pudo observar la inestabilidad en la trituradora, no dejó de presentar eventos en los 3 años, mientras que para 2010 en almacén fue donde más eventos se presentaron. A simple vista esto indica que habría que ejercer más control sobre la máquina trituradora, pero el cambio en el área de almacenamiento da luces de alerta ante el número de eventos no deseables.

A continuación, se grafican diagramas de frecuencia, para analizar el rendimiento en función de esas unidades defectuosas del proceso:

5.2.2. Gráficos de rendimiento en función de unidades de salida

- Trituradora

	Rendimiento
2008	94,5%
2009	84,1%
2010	94,5%

Tabla 9. Datos gráfico rendimiento trituradora

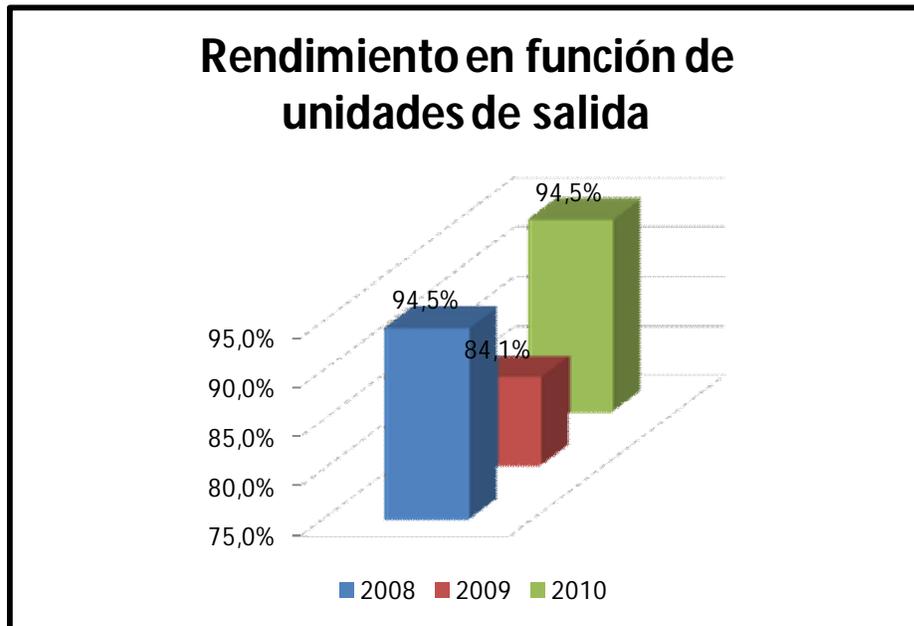


Gráfico 4. Diagrama de frecuencia trituradora

Análisis:

Primeramente, para 2008 el rendimiento fue de 94,5%, rendimiento algo debido a que solo se presentó 1 accidente. Para el 2009 fue de 84.1%%, disminuyó en 10.4%, equivalente al aumento de 3 accidentes en el año. Por último, en el 2010 el rendimiento fue de 94.5%, volviendo a la cifra de 2009 debido a que solo se presentó nuevamente un accidente.

La disminución del rendimiento puede que no sea significativa en cifras, y que aparentemente las cifras están por encima de un 50%, que será una cifra aceptable en términos de rendimiento, sin embargo si es importante analizar las razones por las cuales disminuye, para poder así aplicar acciones de mejora. En el análisis, puede que las cifras de accidentes no sean las más altas; varían entre 1 y 3, como para identificar la trituradora como punto riesgoso en grado alto, pero debemos considerar que las condiciones de trabajo seguro no son las mejores.

- Almacén

	Rendimiento
2008	100,0%
2009	100,0%
2010	99,85%

Tabla 10. Datos gráfico rendimiento almacén

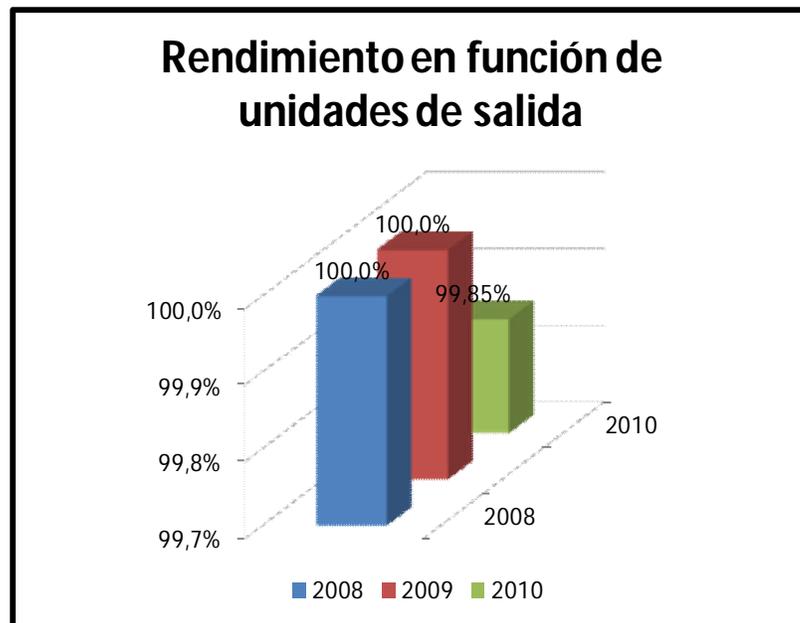


Gráfico 5. Diagrama de frecuencia almacén

El rendimiento en almacén alcanza el 100% al no presentar accidentes en esta área en 2008 y 2009, el cambio se produce de 2009 a 2010, donde los accidentes e incidentes aumentaron a 3, haciendo que el rendimiento en función de las unidades de salida disminuyera.

En suma, al analizar estos datos es evidente que la trituradora requiere mayor trato, cuidado y control que el área de almacén. Los datos lo muestran; durante los 3 años donde hubo mayor presencia de accidentes e incidentes fue la trituradora, el almacén solo presentó en el 2010, sin embargo presentó una tasa alta de accidentalidad este último periodo, por lo tanto es necesario implementar acciones de mejora que apunten a mitigar los efectos de los riesgos.

Sin embargo, si la trituradora tiene la cifra más alta de accidentalidad es porque el trabajar está expuesto allí a más riesgos, y si han sufrido tantos accidentes e incidentes es porque el riesgo se ha materializado, y por lo que las condiciones inseguras son muchas.

Entonces es necesario atacar estos factores raíces del problema con programas efectivos, eficientes y eficaces que permitan realizar una buena gestión en Seguridad Industrial que le permita al trabajador estar confiado que cada maniobra, actividad, que realiza esta segura su integridad física, y a su vez, programas que gestionen la salud del trabajador, que le ayuden a prevenir lesiones, enfermedades que perjudiquen su salud integral.

Por otro lado, si bien a través de estas cifras y análisis no se encontraron otras partes riesgosas del proceso donde no se presentaron accidentes e incidentes, son partes del proceso donde el daño no se evidencia al momento de realizar las operaciones, son riesgos ocultos, cuyos resultados se pueden manifestar con enfermedades que surgen con el transcurrir del tiempo. De esto es muy fácil citar un ejemplo; el cambio de temperaturas en el Tambor Droom Mixer, identificado como punto crítico, a pesar de no presentar eventos en los años de estudio, sin embargo el estar expuestos a esos cambios de temperaturas tan bruscos genera cambios de igual forma en el organismo que no se reflejan al instante, sino con el tiempo, generando enfermedades a largo plazo. O por ejemplo las vibraciones a la que se exponen diariamente los trabajadores en la Zaranda.

Por eso es importante analizar estos puntos y encontrar las causas de todas las situaciones adversas en el área productiva en términos de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

Pero para analizar las causas y llegar a las que verdaderamente generan el problema, se recurre a la tabla No. 3 y No. 4, accidentes e incidentes y condiciones inseguras respectivamente. Por consiguiente, es necesaria la aplicación del diagrama de causa y efecto, denominado también, diagrama de espina de pescado.

5.3. DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO

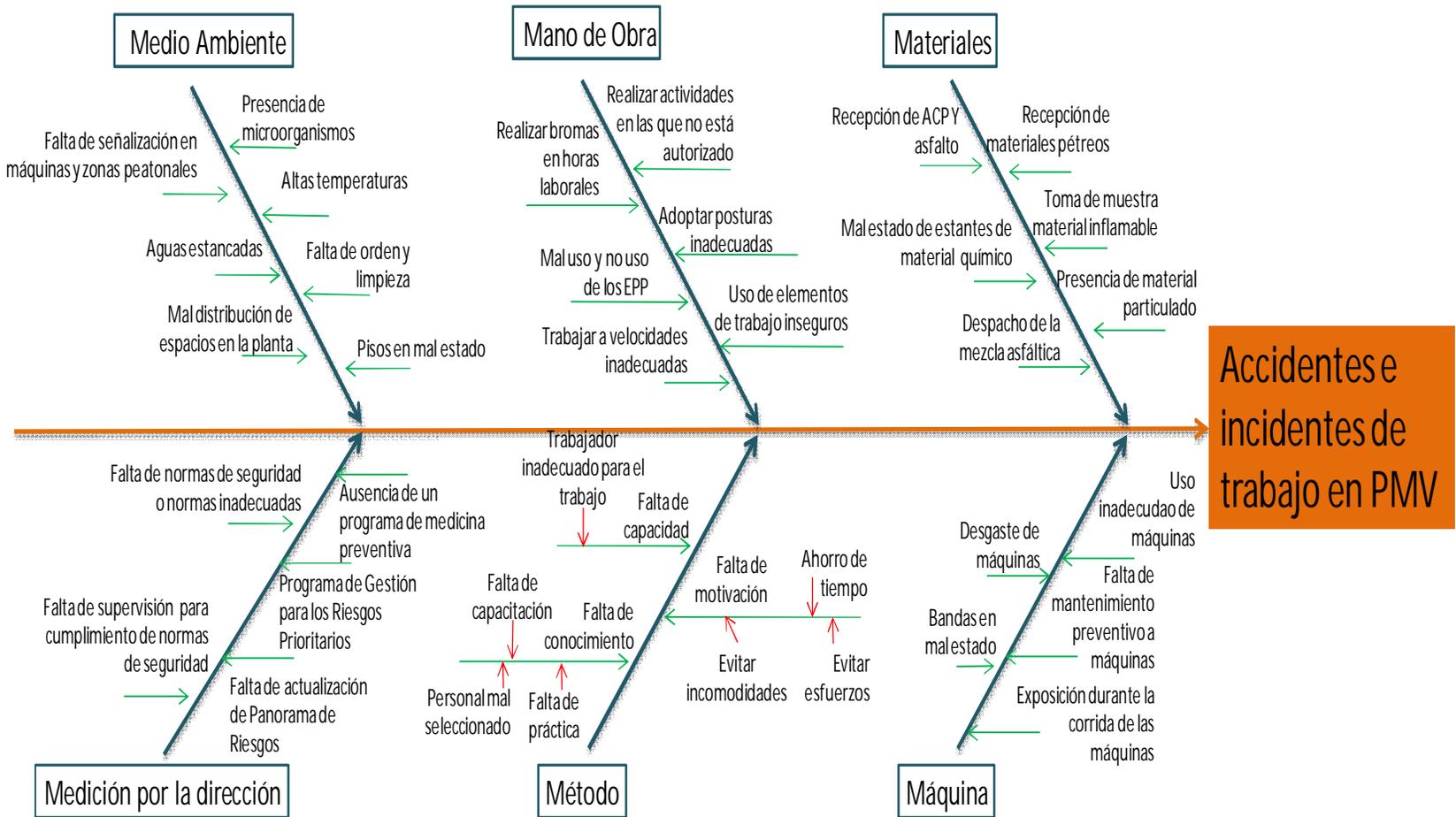
El diagrama de causa y efecto permite con claridad establecer las relaciones entre un tema o problema y las posibles causas que pueden estar contribuyendo para que él ocurra.

Por lo tanto para realizar este diagrama, primero se realizó la siguiente lista de pasos:

1. Definición clara del efecto o síntoma cuyas causas han de identificarse y ubicación en la parte derecha del diagrama
2. Uso del Brainstorming; lluvia de ideas o un enfoque racional para identificar las posibles causas.
3. Distribución y unión de las causas principales a la recta central.
4. Añadir subcausas a las causas principales.
5. Descender de nivel hasta llegar a las causas raíz (fuente original del problema).
6. Comprobación la validez lógica de la cadena causal.

Esta herramienta nos permitió ampliar la visión de las posibles causas del problema, enriqueciendo el análisis y la identificación de soluciones.

A continuación Diagrama de Causa y Efecto:



Accidentes e incidentes de trabajo en PMV

Ilustración 22. Diagrama de Causa y Efecto.

A través de este diagrama se pudieron hallar las causas de los accidentes e incidentes de trabajo; causas principales; medio ambiente, mano de obra, materiales, medición por la dirección, método y máquina. Primeramente, el medio ambiente, en el entorno físico se identificó la falta de señalización de zonas, la falta de orden y de limpieza, lo que lleva al estancamiento de aguas, a la presencia de microorganismos y a los pisos en mal estado, entre otros.

Además, otra causa es la mano de obra, que se refiere a las acciones de los trabajadores, las cuales son generadoras en muchas ocasiones de los accidentes e incidentes laborales, entre estas encontramos, la adopción de posturas inadecuadas, la realización de bromas en horas laborales, el mal uso de los EPP, trabajar a velocidades inadecuadas.

Luego, se encontró que la recepción de materiales también puede ser un factor que genere los eventos en cuestión, al recibir materiales en la báscula, la recepción del ACPM, al tomar las muestras de laboratorio, los trabajadores se exponen al derrame de alguno de estos materiales o a realizar movimientos al cargue y descargue.

Enseguida se halló las causas del método de trabajo y las máquinas. Método, por la falta de conocimiento, falta de capacitación, falta de capacidad, debido a la mala selección de trabajadores, y falta de motivación. Máquina, por falta de mantenimiento, y mala manipulación del trabajador.

Por último, la medición por la dirección muchas veces no es la más efectiva, ya que no se está realizando la actualización de panorama e riesgos, por lo tanto no se están ejerciendo controles sobre los mismos y mucho menos sobre los identificados como riesgos prioritarios, entre otros está la falta de un programa de medicina preventiva.

Estas cuatro causas se dividieron en subcausas y estas a su vez se dividen. Todos estos aspectos fueron tomados en cuenta para poder proponer métodos que permitan ejercer control sobre estas causas y así lograr una mejora en la gestión de la Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

6. DISEÑO DE MÉTODOS DE CONTROL Y MEJORA EN LOS PROCESOS DE SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

El propósito de este sexto y último capítulo es de presentar propuestas que permitan mejorar y controlar la Seguridad Industrial y la Salud Ocupacional de los trabajadores de la empresa en estudio.

Estas estrategias surgen como resultado del análisis de causas arrojadas por las herramientas del capítulo anterior. Ahora bien, aquí se analizarán las posibles acciones que mejoren los procesos y anulen esas causas que generan los problemas.

Para esto, se hará uso de las siguientes herramientas: matriz de impacto esfuerzo, matriz de criterios y el AMFE.

6.1. MATRIZ DE IMPACTO ESFUERZO

Con el uso de esta matriz se buscó generar soluciones a partir de los resultados del diagrama causa y efecto (ilustración No.22).

Esto se logra en consenso del equipo investigador a través del análisis de las causas obtenidas en el diagrama, proponiendo cuales serían las acciones de mejora a esos aspectos no conformes del proceso, estudiando la viabilidad de implementar soluciones de manera sencilla, con impactos positivos, que agreguen valor a los procesos, que generen culturas de auto cuidado y propendan por el mejoramiento de la salud de los trabajadores.

Estas son las posibles soluciones:

- Planear y ejecutar un programa de supervisión e inspección de obras en la planta
- Actualizar en periodos de tiempo el Panorama de Riesgos
- Realizar un Programa de Medicina Preventiva

- Realizar un Programa de Gestión para los Riesgos Prioritarios
- Distribuir los espacios en la planta
- Mantenimiento preventivo y correctivo de máquinas y vías
- Capacitar y sensibilizar al personal sobre los EPP y acciones seguras de trabajo

De estas soluciones se analizó si para su implementación se tendría que hacer un mayor o menor esfuerzo y si su impacto es fuerte o por el contrario un impacto menor.

Y de acuerdo a esto, se ubicaron en la matriz de la siguiente forma:

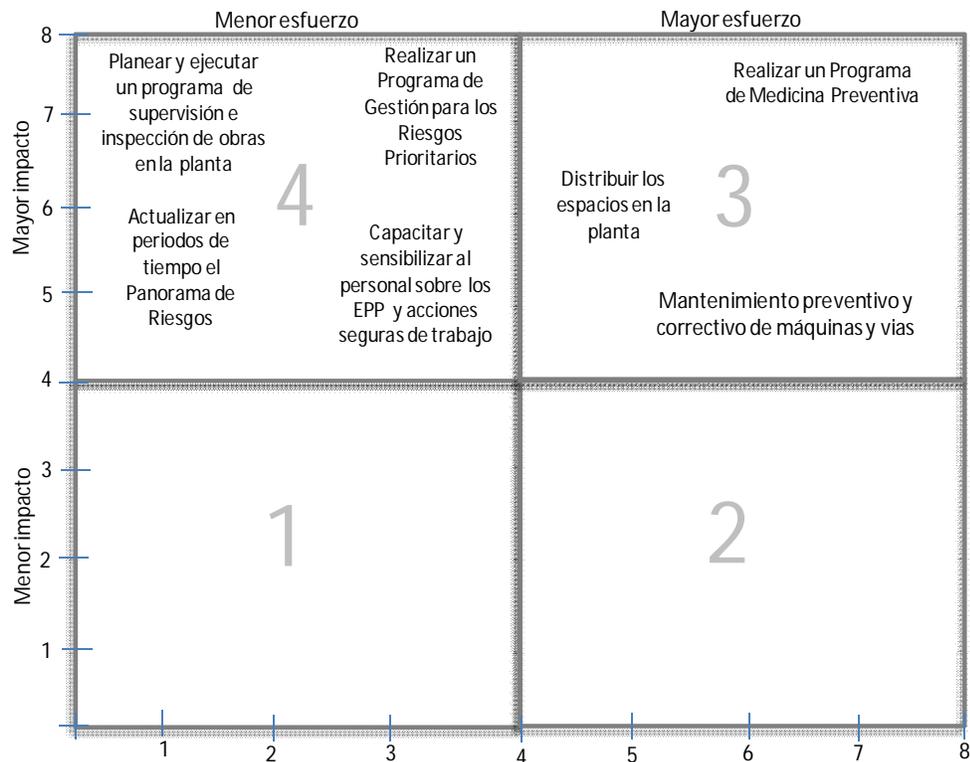


Ilustración 23. Matriz Impacto Esfuerzo

El cuadrante uno equivale a aquellas soluciones donde se haría un menor esfuerzo y generaría un menor impacto.

El segundo cuadrante equivale a las soluciones que se harían con mayor esfuerzo y generan menor impacto.

En el tercer cuadrante se ubicaron las soluciones que para su implementación se haría un mayor esfuerzo y se generaría un mayor impacto.

Y en el cuarto cuadrante, se ubicaron soluciones cuya implementación se hace con menor esfuerzo y generan un mayor impacto.

De manera que al analizar la matriz se puede decir que sería más fácil aplicar las soluciones del cuadrante uno porque con un menor esfuerzo alcanzo resultados que por el momento aliviarían dolores de cabeza.

Sin embargo, están las soluciones del cuadrante número 3, cuyas soluciones generan altos impactos con bajos esfuerzos. Parecen ser la mejor opción; para comprobar esto, se aplicó la matriz de criterios.

6.2. MATRIZ DE CRITERIOS

Si bien se ha realizado un análisis de las posibles soluciones a aplicar, esta matriz ayuda a realizar un análisis más detallado. Aquí se confrontan las posibles soluciones con una serie de criterios y se puntúa su capacidad para cumplirlos.

Los criterios incluidos en la matriz se incluyen basándose en factores que el equipo investigador identifica como más importantes para poder hallar la mejor solución.

Estos criterios son:

- Tiempo de implementación
- Seguridad
- Reducción de defectos
- Coste de implementación
- Impacto en otras áreas de negocio

Estos criterios se presentan en la matriz; el equipo investigador puntúa cada una de los criterios en relación con las diferentes soluciones propuestas. Después, se

comparan los resultados para ver qué opción tiene un potencial más alto. Cada criterio se valora en una escala de 1 a 10, siendo uno (1) menos importante y diez (10) más importante.

Las soluciones que se proponen vienen de la matriz de impacto esfuerzo; solo tres de ellas se escogieron, aunque todas son buenas soluciones, estas tres son las que se pueden gestionar desde los procesos de Salud Ocupacional y Seguridad Industrial.

A continuación la matriz de criterios:

		Solución 1		Solución 2		Solución 3	
		Programa de supervisión e inspección de obras		Programa de Gestión para los Riesgos Prioritarios		Programa de Medicina Preventiva	
Criterio	Valor	Puntuación		Puntuación		Puntuación	
Tiempo de implementación	7	4	28	4	28	4	28
Seguridad	9	9	81	10	90	6	54
Reducción de defectos	10	9	90	10	100	9	90
Coste de implementación	8	8	64	9	72	5	40
Impacto en otras áreas del negocio	5	6	30	9	45	6	30
		Total	293	Total	335	Total	242

Tabla 11. Matriz de criterios

Para valorar cada criterio en cada solución, se tomó en cuenta la siguiente escala de valoración:

Escala de valoración:		
1 a 3	Impacto bajo	El criterio de valoración no incide representativamente en las soluciones
4 a 6	Impacto medio	El criterio de valoración incide en un nivel medio en las soluciones.
7 a 10	Impacto alto	El criterio de valoración incide mucho en las soluciones.

Tabla 12. Escala de valoración de matriz de criterios

En este sentido, después de comparar estas tres soluciones, la matriz arroja información que lleva a tomar la segunda solución como la mejor; proponer un Programa de Gestión para los Riesgos Prioritarios.

Proponer un Programa de Gestión para los Riesgos Prioritarios, ayudaría a aplicar a su vez las otras dos soluciones analizadas en esta matriz. Sin embargo, para asegurar de que esta sea la mejor solución, se realiza un AMFE; Análisis de modos de fallos y efectos.

6.3. AMFE: ANÁLISIS DE MODOS DE FALLOS Y EFECTOS

Esta matriz se realiza con el fin de anticiparse a los problemas para poder tomar medidas que los contrarresten reduciendo o eliminando posibles riesgos.

Es un procedimiento de análisis de fallos potenciales en un sistema de clasificación determinado por la gravedad o por el efecto de los fallos en el sistema, se otorga una prioridad a los fallos dependiendo de cuan serias sean sus consecuencias, la frecuencia con la que ocurren y con qué dificultad pueden ser localizadas.

Se utilizó la información obtenida anteriormente por diagramas aplicados en esta investigación que sustentan este análisis, en el desarrollo esta herramienta para documentar el conocimiento existente y las acciones sobre riesgos o fallos que deben ser utilizadas para lograr una mejora continua.

La finalidad es eliminar o reducir los fallos, comenzando por aquellos con una prioridad más alta. En esta investigación se utilizó para evaluar las prioridades de la gestión de los procesos SISO de Pmv aportando al proyecto la selección de soluciones que reducen los impactos acumulativos de las consecuencias del ciclo de vida (riesgos) del fallo de un sistema (accidente).

Para la realización de esta matriz, se toman aquellos procesos ya identificados, por su carácter crítico para la organización (*trituradora, almacén, zaranda, banda transportadora y tambor Droom Mixer*) que afectan directamente a la salud de los trabajadores o porque implican riesgos potenciales para la seguridad de los mismos.

Se determinaron los modos reales de falla que son los factores de riesgo que se han identificando como los que más inciden en las partes críticas, a su vez las causas

posibles que las generan. Luego se valoran *la severidad, frecuencia y detección* para cada una de ellas, para la estimación de estos se estableció una escala de valores. Para efectos del cálculo del Número de Impacto del Riesgo (NIR) que es la multiplicación de los mismos.

La severidad se refiere al impacto que tiene cada accidente y la causa del dentro del proceso y en el trabajador. La frecuencia en este paso es necesario observar la causa del fallo y determinar con qué frecuencia ocurre y la detección son las acciones de los controles actuales y si estas son adecuadas y comprobar su eficiencia, el AMFE su objetivo es tratarla antes de que se dé. A continuación se establece la escala de valores utilizada para la evaluación de cada uno de los Factores de Riesgo según la severidad, frecuencia y detección en las condiciones de riesgos las cuales presentan cada etapa crítica.

Valor	Severidad (s)	Frecuencia (f)	Detección (d)
4	Muerte y/o daños irreversibles	La situación de riesgo ocurre continuamente o muchas veces al año	Es el resultado más probable y esperado si la situación de riesgo tiene lugar
3	Lesiones con incapacidades permanentes y/o daños con serios	Frecuentemente una vez al año	Es completamente posible, nada extraño. Tiene una probabilidad de ocurrencia del 50%
2	Lesiones con incapacidades no permanentes y/o daños remediabiles	Ocasionalmente o una vez por cada 3 años	Sería una coincidencia rara. Tiene una probabilidad de ocurrencia del 20%
1	Lesiones con heridas leves, contusiones, golpes y/o pequeños daños.	Remotamente posible	Nunca ha sucedido en muchos años de exposición al riesgo pero es concebible. Probabilidad del 5%

Tabla 13. Escala de valoración para el riesgo

El cálculo del NIR es una parte importante de los criterios de selección de un plan de acción contra los modos de fallo. Es más bien un parámetro de ayuda en la evaluación de estas acciones.

Después de evaluar la severidad, incidencia y detectabilidad los números de prioridad del riesgo se pueden calcular multiplicando estos tres números. Una vez está calculado, es fácil determinar las áreas que deben ser de mayor preocupación. Los modos de fallo que tengan un mayor número de Impacto. Lo anterior se visualiza en la siguiente tabla:

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTOS DE FALLA													
Empresa		PLANTA DE ASFALTO TORCOROMA (PMV)			Fecha			Código					
Area		PRODUCTIVA			Responsable			Pagina					
Componente/ Actividad	Modos de Falla Potencial	Causa(s) de Falla Potencial	Efecto de falla potencial	Controles	s	f	d	NIR	Acciones Recomendadas	Resultado de las Acciones			
										S	F	D	Nuevo NIR
Partes Críticas del Proceso	Factores de Riesgos	Condiciones Inseguras											
ALMACÉN	Precencia de Gases	Exposición durante la operación	Asfixia. Intoxicaciones. Quemaduras. Irritación de los ojos, nariz y garganta. Afecciones respiratoria. Cefaleas asma ocupacional. Cáncer ocupacional. Alveolitis. Alergias. Dermatitis de contacto. Lesiones en los ojos. Enfermedades respiratorias.	Programas de vigilancia epidemiológica para conservación respiratoria. Uso de los EPP respiratorios (mascarillas). Capacitación de manejo de sustancias químicas. Hoja de seguridad de las sustancias. Espirometrías. Medición de gases y vapores.	4	2	2	16	Capacitación en manipulación de gases y material de alto riesgo				
	Emisión de Ruidos	Transporte de material	Hipoacusia. Tinnitus. Cansancio. Cefalea. Discomfort. Disminución del umbral auditivo fatiga auditiva neurosensorial. Irritabilidad. Estrés	Exámenes médicos periódicos. Audiometrías. Fonometrías. Mantenimiento preventivo. Uso de protectores auditivos.	1	1	1	1	Capacitación sobre el riesgo y motivación, charlas sobre Mejorar hábitos en el trabajo y fuera.				
	Generación de Vibraciones	Vehículos en las áreas de operaciones	Síndrome por vibración. Calambre ocupacional de manos o de antebrazo u otros. Alteraciones vasculares. Alteraciones oculares.	Vigilancia epidemiológica en vibraciones. Aislantes en partes de contacto. Mantenimiento preventivo. Empleo de equipos de amortiguadores. Controles médicos. Control del tiempo de exposición.	2	2	2	8	Mantenimientos mecánicos de calibración de las máquinas.				
	Golpes/Choques con objetos	Mal distribución de espacios, objetos en lugares equivocados, vehículo en el área de operaciones.	Heridas, traumas, contusiones, fracturas, muerte.	Jornadas de inspección y supervisión Capacitación sobre el riesgo.	2	3	1	6	Señalización programa de orden y aseo				

Continuación:

ZARANDA	Precencia de Gases	Exposición durante la operación	Asfixia. Intoxicaciones. Quemaduras. Irritación de los ojos, nariz y garganta. Afecciones respiratoria. Cefaleas asma ocupacional. Cáncer ocupacional. Alveolitis. Alergias. Dermatitis de contacto. Lesiones en los ojos. Enfermedades respiratorias.	Programas de vigilancia epidemiológica para conservación respiratoria. Uso de los EPP respiratorios (mascarillas). Capacitación de manejo de sustancias químicas. Hoja de seguridad de las sustancias. Espirometrías. Medición de gases y vapores.	1	1	1	1	capacitación en manipulación de gases y material de alto riesgo				
	Emisión de Ruidos	Vehículos en las áreas de operaciones, corrida de máquinas.	Hipoacusia. Tinnitus. Cansancio. Cefalea. Disconfort. Disminución del umbral auditivo fatiga auditiva neurosensorial. Irritabilidad. Estrés	Exámenes médicos periódicos. Audiometrías. Fonometrías. Mantenimiento preventivo. Uso de protectores auditivos. Capacitación sobre el riesgo. Mejorar hábitos fuera del trabajo	4	1	4	16	Capacitación sobre el riesgo y motivación, charlas sobre Mejorar hábitos en el trabajo y fuera.				
	Generación de Vibraciones	Vehículos en las áreas de operaciones, corrida de máquinas.	Síndrome por vibración. Calambre ocupacional de manos o de antebrazo u otros. Alteraciones vasculares. Alteraciones oculares.	Vigilancia epidemiológica en vibraciones. Aislantes en partes de contacto. Mantenimiento preventivo. Empleo de equipos de amortiguadores. Controles médicos. Control del tiempo de exposición..	3	2	2	12	mantenimientos mecánicos de calibración de las máquinas.				
	Golpes/choques con objetos	Mal distribución de espacios, objetos en lugares equivocados, vehículo en el área de operaciones.	Heridas, traumas, contusiones, fracturas, muerte.	Jornadas de inspección y supervisión Capacitación sobre el riesgo.	3	2	1	6	señalización programa de orden y aseo				
TRITURADORA	Precencia de Gases	Exposición durante la operación	Asfixia. Intoxicaciones. Quemaduras. Irritación de los ojos, nariz y garganta. Afecciones respiratoria. Cefaleas asma ocupacional. Cáncer ocupacional. Alveolitis. Alergias. Dermatitis de contacto. Lesiones en los ojos. Enfermedades respiratorias.	Programas de vigilancia epidemiológica para conservación respiratoria. Uso de los EPP respiratorios (mascarillas). Capacitación de manejo de sustancias químicas. Hoja de seguridad de las sustancias. Espirometrías. Medición de gases y vapores.	1	1	1	1	Capacitación en manipulación de gases y material de alto riesgo				
	Emisión de Ruidos	Vehículos en las áreas de operaciones, corrida de máquinas.	Hipoacusia. Tinnitus. Cansancio. Cefalea. Disconfort. Disminución del umbral auditivo fatiga auditiva neurosensorial. Irritabilidad. Estrés	Exámenes médicos periódicos. Audiometrías. Fonometrías. Mantenimiento preventivo. Uso de protectores auditivos. Capacitación sobre el riesgo. Mejorar hábitos fuera del trabajo	3	4	2	24	Capacitación sobre el riesgo y motivación, charlas sobre Mejorar hábitos en el trabajo y fuera.				
	Generación de Vibraciones	Vehículos en las áreas de operaciones	Síndrome por vibración. Calambre ocupacional de manos o de antebrazo u otros. Alteraciones vasculares. Alteraciones oculares.	Vigilancia epidemiológica en vibraciones. Aislantes en partes de contacto. Mantenimiento preventivo. Empleo de equipos de amortiguadores. Controles médicos. Control del tiempo de exposición..	3	4	2	24	Mantenimientos mecánicos de calibración de las máquinas.				
	Golpes/Choques con objetos	Mal distribución de espacios, objetos en lugares equivocados, vehículo en el área de operaciones.	Heridas, traumas, contusiones, fracturas, muerte.	Jornadas de inspección y supervisión Capacitación sobre el riesgo.	3	4	2	24	Señalización programa de orden y aseo				

TAMBOR DROOM MIXER	Precencia de Gases	Exposición durante la operación	Asfixia. Intoxicaciones. Quemaduras. Irritación de los ojos, nariz y garganta. Afecciones respiratoria. Cefaleas asma ocupacional. Cáncer ocupacional. Alveolitis. Alergias. Dermatitis de contacto. Lesiones en los ojos. Enfermedades respiratorias.	Programas de vigilancia epidemiológica para conservación respiratoria. Uso de los EPP respiratorios (mascarillas). Capacitación de manejo de sustancias químicas. Hoja de seguridad de las sustancias. Espirometrías. Medición de gases y vapores.	3	2	2	12	Capacitación en manipulación de gases y material de alto riesgo						
	Emisión de Ruidos	Vehículos en las áreas de operaciones, corrida de máquinas.	Hipoacusia. Tinnitus. Cansancio. Cefalea. Disconfort. Disminución del umbral auditivo fatiga auditiva neurosensorial. Irritabilidad. Estrés	Exámenes médicos periódicos. Audiometrías. Fonometrías. Mantenimiento preventivo. Uso de protectores auditivos. Capacitación sobre el riesgo. Mejorar hábitos fuera del trabajo	2	1	2	4	Capacitación sobre el riesgo y motivación, charlas sobre Mejorar hábitos en el trabajo y fuera.						
	Generación de Vibraciones	Vehículos en las áreas de operaciones	Síndrome por vibración. Calambre ocupacional de manos o de antebrazo u otros. Alteraciones vasculares. Alteraciones oculares.	Vigilancia epidemiológica en vibraciones. Aislantes en partes de contacto. Mantenimiento preventivo. Empleo de equipos de amortiguadores. Controles médicos. Control del tiempo de exposición.	3	2	2	12	Mantenimientos mecánicos de calibración de las máquinas.						
	Golpes/choques con objetos	mal distribución de espacios, objetos en lugares equivocados, vehículo en el área de operaciones.	Heridas, traumas, contusiones, fracturas, muerte.	Jornadas de inspección y supervisión Capacitación sobre el riesgo.	2	3	1	6	Señalización programa de orden y aseo						
BANDA TRANSPORTADOR A	Precencia de Gases	Exposición durante la operación	Asfixia. Intoxicaciones. Quemaduras. Irritación de los ojos, nariz y garganta. Afecciones respiratoria. Cefaleas asma ocupacional. Cáncer ocupacional. Alveolitis. Alergias. Dermatitis de contacto. Lesiones en los ojos. Enfermedades respiratorias.	Programas de vigilancia epidemiológica para conservación respiratoria. Uso de los EPP respiratorios (mascarillas). Capacitación de manejo de sustancias químicas. Hoja de seguridad de las sustancias. Espirometrías. Medición de gases y vapores.	1	1	1	1	Capacitación en manipulación de gases y material de alto riesgo						
	Emisión de Ruidos	Vehículos en las áreas de operaciones, corrida de máquinas.	Hipoacusia. Tinnitus. Cansancio. Cefalea. Disconfort. Disminución del umbral auditivo fatiga auditiva neurosensorial. Irritabilidad. Estrés	Exámenes médicos periódicos. Audiometrías. Fonometrías. Mantenimiento preventivo. Uso de protectores auditivos. Capacitación sobre el riesgo. Mejorar hábitos fuera del trabajo	2	1	1	2	Capacitación sobre el riesgo y motivación, charlas sobre Mejorar hábitos en el trabajo y fuera.						
	Generación de Vibraciones	Vehículos en las áreas de operaciones	Síndrome por vibración. Calambre ocupacional de manos o de antebrazo u otros. Alteraciones vasculares. Alteraciones oculares.	Vigilancia epidemiológica en vibraciones. Aislantes en partes de contacto. Mantenimiento preventivo. Empleo de equipos de amortiguadores. Controles médicos. Control del tiempo de exposición.	3	4	1	12	Mantenimientos mecánicos de calibración de las máquinas.						
	Golpes/choques con objetos	Mal distribución de espacios, objetos en lugares equivocados, vehículo en el área de operaciones.	Heridas, traumas, contusiones, fracturas, muerte.	Jornadas de inspección y supervisión Capacitación sobre el riesgo.	2	3	1	6	Señalización programa de orden y aseo						

Tabla 14. Matriz AMFE

Para el análisis del AMFE es importante tener en claro que los números de impacto del riesgo que sean mayores, deben ser los que reciban la prioridad para desarrollar acciones correctivas. Esto significa que no son siempre los modos de fallo con los números de severidad más altos los que deben ser solucionados primero. Pueden existir fallos menos graves, pero que ocurran más a menudo y sean menos detectables. Tras asignar estos valores se recomiendan una serie de acciones con un objetivo.

Se representa de forma gráfica para una fácil visualización y comprensión del análisis:

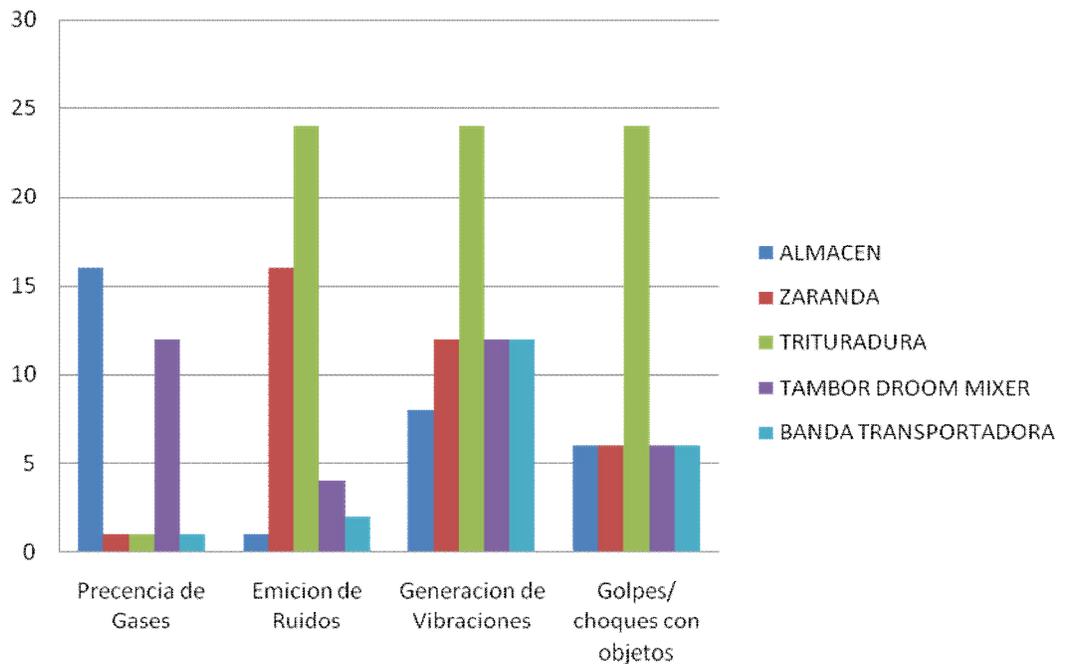


Gráfico 6. Resultados AMFE

Se puede observar la incidencia de cada factor en cada uno de los puntos críticos y establecer actividades de control sobre cada uno de ellos.

Es evidente, la incidencia que tiene los factores *Emisión de ruidos*, *generación de Vibraciones* y *Golpes O Choques Con Objetos* en la *Trituradora*, es el más fuerte que

en las otras etapas, nos indica que debe generarse un plan de prevención sobre los posibles accidentes e incidentes ya que siendo los NIR con mayor valor.

También observamos en el Almacén que hay más exposición del factor de riesgo *Presencia de Gases* el NIR es de 16 y en el Tambor Droom Mixer también tiene fuerte incidencia.

Así mismo, se destaca el factor que tiene más presencia en todos los puntos críticos como lo es las *vibraciones*, las cuales se hacen presentes por el contacto que se tiene con las maquinas.

Para complementar también se estableció una escala para priorizar las actividades para corregir y prevenir las fallas, para ello se estima una escala para valorar los NIR y determinando los factores que se necesitan con más urgencia controles y actividades.

MENOR	0	10	Pueden ser tratados a largo plazo
MEDIO	11	20	Pueden ser tratados a mediano plazo
MAYOR	21	30	Deben ser tratados inmediatamente

Tabla 15. Escala de valoración del NIR

	ALMACEN	ZARANDA	TRITURADURA	TAMBOR DROOM MIXER	BANDA TRANSPORTADORA
Presencia de Gases	16	1	1	12	1
Emisión de Ruidos	1	16	24	4	2
Generación de Vibraciones	8	12	24	12	12
Golpes/ choques con objetos	6	6	24	6	6

Tabla 16. NIR por parte crítica del proceso

Por último, se infiere que este análisis de modo y efecto de falla brinda una herramienta preventiva para los procesos de una empresa, lo cual es importante ya que a partir de la prevención se evitará grandes pérdidas de personal, económicas y

productivas. De esta manera cabe a notar que esta matriz se hizo una recopilación de datos para darle otro enfoque sistemático para ofrecer alternativas de control a través de la prevención. Muchas de estas alternativas de prevención y los controles propuestos en la matriz encajan perfectamente en el Programa de Gestión de Riesgos Prioritarios, además la misma matriz AMFE, arroja que los modos de falla son los riesgos identificados como prioritarios, esto quiere decir que necesita tratarse estos riesgos para poder disminuir condiciones inseguras, accidentes e incidentes de trabajo.

Es por esto, que después de realizar todos estos análisis y como resultado de la aplicación de las herramientas de la metodología del Seis Sigma, se decide proponer a continuación un programa de mejoramiento y de control de los procesos de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional y otro Programa de Gestión para la Intervención de Riesgos Prioritarios. Se proponen estos programas porque según los resultados arrojados por el AMFE, y por observación, los accidentes e incidentes fueron presentados en puntos críticos, pero por qué se dieron, porque se materializó el riesgo, y cuales riesgos se materializaron, los riesgos considerados en la matriz QFD como prioritarios. Y si desde aquí se ataca el problema sería más efectivo el proceso de gestionar la seguridad y la salud del trabajador

Cabe resaltar que todos los programas que se proponen es con el fin de atacar las causas de los problemas, que si bien es cierto los accidentes e incidentes (tabla No. 3) y las condiciones inseguras de trabajo (tabla No. 4) es el problema que no permite avanzar en cuestiones de seguridad y salud.

6.4. PROGRAMA DE GESTIÓN SISO

Primeramente, se propone un programa para la gestión de los procesos de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, cuyo objetivo es difundir todas las actividades realizadas por esta gestión a toda la organización. En todos estos programas se proponen actividades de comunicación y de seguimiento al mismo. Así como también acciones e indicadores que permitan evaluar si se cumple o no el objetivo.

Cada programa consta de las siguientes partes:

- Aspecto relacionado: se refiere al tema que se va a tratar en el programa de gestión.
- Objetivo: es el objetivo que se pretende alcanzar con la aplicación de cada programa.
- Meta: que se proyecta alcanzar con cuando se aplique cada programa en su totalidad.
- Acciones: son las actividades específicas del programa propuestas para el alcance de la meta y el objetivo.
- Indicadores: permite medir que tan eficiente, eficaz y efectivo ha sido la gestión del programa, midiendo resultados.
- Recursos asignados – medios asignados: se refiere al monto económico y los equipos/herramientas ofrecidos por la empresa para el desarrollo del programa.
- Tareas: esta parte contiene la descripción de las tareas y el responsable de estas. Aquí se proponen las tareas de comunicación, divulgación del programa y las actividades de seguimiento al mismo. Las columnas de fechas programadas, fecha de ejecución y seguimiento, no son diligenciadas, ya que eso depende de una programación establecida según las capacidades y sería más bien competencia de la misma empresa.

Es así, como a través de estos programas se considera, se puede alcanzar una mejor gestión de la seguridad de los trabajadores, y se propende llegar a mantener la salud integral de los trabajadores. Esto evitando la ocurrencia de accidentes e incidentes y disminuyendo las condiciones inseguras de trabajo.

6.4.1 Difusión de los programas de gestión

Este primer programa se refiere a la comunicación o difusión de todos los programas, es decir, a través del programa se establece, la forma en cómo se llegará a los trabajadores comunicándole información sobre cómo mantener la seguridad y la salud en su área de trabajo y en sus acciones diarias.

		PROGRAMAS DE GESTIÓN SISO			
		Aspecto relacionado: Difusión de los programas de gestión			
Objetivo:		Informar a los trabajadores de los asuntos de SISO			
Meta	Acciones	Indicador del Objetivo			
Mantener informado a todo el personal de la compañía, dependiendo de su lugar de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> •Charlas, capacitaciones, talleres o cursos de formación para el personal dependiendo su ocupación en la empresa •Reuniones semanales sobre tips, sugerencias y temas asignados que ayuden a la gestión de la Salud y Seguridad de los trabajadores •Publicar boletines informativos mensuales 	1. Reuniones semanales realizadas/ Total de reuniones semanales programadas 2. No. de trabajadores asistentes a las reuniones/Total de trabajadores de la planta 3. No. de boletines publicados al semestre/No. de boletines programados a publicar			
Recursos asignados	Medios necesarios				
--	--				
Tareas					
No.	Descripción	Responsable	Fecha programada	Fecha ejecución	Seguimiento
1	Comunicación				
	Crear un tablero informativo para colgar noticias del sistema de SISO	Director RRHH/Director de Gestión de HSEQ	--	--	--
	Realizar los boletines informativos y dejarlos en lugares al acceso del personal		--	--	--
2	Seguimiento				
	Reafirmar con conversaciones periodicas el entendimiento de los temas comunicados	Director RRHH/Director de Gestión de HSEQ	--	--	--
	Solicitar a los empleados participación en los temas a publicar en las carteleras		--	--	--
	Hacer seguimiento a las acciones de mejoramiento originadas en las reuniones semanales		--	--	--

Tabla 17. Programa: Difusión de los programas de gestión

6.4.2. Orden y aseo

Este es el primer programa de gestión de SISO. A través de este programa se propone realizar una mejor gestión del orden y del aseo en la planta de producción, con el fin de tener los lugares de trabajo en buen estado que generen motivación al trabajador y le permitan realizar mejor su labor. Además se propone una reglamentación en cuanto al orden y el aseo en la planta la cual se relaciona en la tabla No. 17 y se hace referencia a esta en la tabla No. 16. Estas son las actividades propuestas.

		PROGRAMAS DE GESTIÓN SISO			
		Aspecto relacionado: Orden y aseo			
		Objetivo: Generar en los trabajadores la cultura de lugares limpios y aseados			
Meta		Acciones		Indicador del Objetivo	
Tener todos los lugares de trabajo en la planta en buen estado		•Inspecciones de lugares de trabajo		Inspecciones realizadas/inspecciones planeadas	
Recursos asignados		Medios necesarios			
--		--			
Tareas					
No.	Descripción	Responsable	Fecha programada	Fecha ejecución	Seguimiento
1	Comunicación				
	Capacitaciones y/o cursillos sobre los beneficios de un lugar de trabajo en buen estado	Director RRHH/Director de Gestión de HSEQ	--	--	--
	Divulgación de Normas de orden y aseo (ver tabla No.12)		--	--	--
2	Seguimiento				
	Realizar las inspecciones semanales	Director RRHH/Director de Gestión de HSEQ	--	--	--
	Seguimiento a lista de inspección (ver tabla No.13)		--	--	--
	Reconocer el trabajo del personal		--	--	--

Tabla 18. Programa: Orden y aseo

Una de las actividades es divulgación de las Normas de Orden y Aseo, a continuación, después de evaluar las condiciones de aseo y orden en la planta se propone una serie de normas:

NORMAS DE ORDEN Y ASEO
1. Mantener limpia y ordenada las zona de trabajo y los medios de su uso: equipos de protección personal y ropa de trabajo, armarios de ropas y prendas, herramientas, materiales y otros asignados específicamente a la custodia de cada trabajador.
2. No considerar su trabajo terminado hasta que las herramientas y medios empleados, resto de equipos y materiales utilizados y los residuos generados estén recogidos y trasladados a los sitios de disposición temporal dejando el lugar y área limpios y ordenados.
3. Limpiar los derrames de líquido, aceites, grasa y otros productos inmediatamente.
4. Las herramientas, medios de trabajo, materiales, materias primas y otros equipos no pueden obstruir los pasillos y vías de comunicación dejando aislada alguna zona de la planta
5. Usar y mantener las áreas de trabajo y servicios sanitarios comunes en perfecto estado.
6. Los desperdicios (vidrios rotos, recortes de material, trapos, etc.) se depositarán en los recipientes dispuestos al efecto.
7. Mantener las zonas de paso, o señalizadas como peligrosas libres de obstáculos.
8. No almacenar materiales de forma que impidan el libre acceso a los extintores de incendios.
9. Los materiales almacenados en gran cantidad sobre pisos deben disponerse de forma que el peso quede uniformemente repartido.
10. No colocar materiales y útiles en lugares donde pueda suponer peligro de tropiezos o caídas sobre personas, máquinas o instalaciones.
11. Realizar las operaciones de limpieza y mantenimiento en los momentos, en la forma y con los medios más adecuados.

Tabla 19. Normas de orden y aseo

Además, en el punto 2 de este programa se proponen actividades de seguimiento, como los es la inspección semanal. Entonces se propone que en cada inspección que se realice se lleve una guía de que se va a inspeccionar y consignar si se cumple, si medio se cumple, si no se cumple o si no procede. A continuación se propone una lista de chequeo:

Lista de chequeo	Si cumple	Medio cumple	No cumple	No procede
Locales				
Las escaleras y plataformas están limpias, en buen estado y libres de obstáculos				
Las paredes están limpias y en buen estado				
Las ventanas y tragaluces están limpios sin impedir la entrada de luz natural				
El sistema de iluminación está mantenido de forma eficiente y limpia				
Las señales de seguridad están visibles y correctamente distribuidas				
Los extintores están en su lugar de ubicación y visibles				
Suelos y pasillos				
Los suelos están limpios, secos, sin desperdicios ni material innecesario				
Las vías de circulación de personas y vehículos están diferenciadas y señalizadas				
Los pasillos y zonas de tránsito están libres de obstáculos				
Almacenamiento				
Las áreas de almacenamiento y deposición de materiales están señalizadas				
Los materiales y sustancias almacenadas se encuentran correctamente identificadas				
Los materiales están apilados en su sitio sin invadir zonas de paso				
Los materiales se apilan o cargan de manera segura, limpia y ordenada				
Maquinaria y equipos				
Se encuentran limpios y libres en su entorno de todo material innecesario				
Se encuentran libres de filtraciones innecesarias de aceites y grasas				
Poseen las protecciones adecuadas y los dispositivos de seguridad en funcionamiento				
Herramientas				
Están almacenadas en cajas o paneles adecuados, donde cada herramienta tiene su lugar				
Se guardan limpias de aceite y grasa				
Las eléctricas tienen el cableado y las conexiones en buen estado				
Están en condiciones seguras para el trabajo, no defectuosas u oxidadas				
Equipos de protección individual y ropa de trabajo				
Se encuentran marcados o codificados para poderlos identificar por su usuario				
Se guardan en los lugares específicos de uso personalizado (armarios)				
Se encuentran limpios y en buen estado				
Cuando son desechables, se depositan en los contenedores adecuados				
Residuos				
Los contenedores están colocados próximos y accesibles a los lugares de trabajo				
Están claramente identificados los contenedores de residuos especiales				
Los residuos inflamables se colocan en bidones metálicos cerrados				
Se evita el rebose de los contenedores				
La zona de alrededor de los contenedores de residuos está limpia				
Existen los medios de limpieza a disposición del personal del área.				

Tabla 20. Lista de chequeo

6.4.3. Pausas activas de trabajo

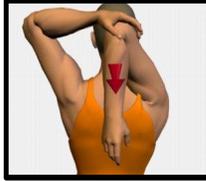
El segundo programa de gestión en SISO es las pausas activas de trabajo. Se propone este programa con miras a evitar que ocurran más accidentes e incidente por movimientos mal realizados en las operaciones. En la tabla No. 3, pudimos observar accidentes presentados por malos movimientos y acciones del trabajador.

A continuación el programa de pausas activas:

 INGENIEROS CONSTRUCTORES		PROGRAMAS DE GESTIÓN SISO			
		Aspecto relacionado:	Pausas activas de trabajo		
		Objetivo:	Generar en los trabajadores la cultura del auto cuidado y prevención de enfermedades osteomusculares		
Meta		Acciones		Indicador del Objetivo	
Trabajadores sanos y con cultura de auto cuidado		<ul style="list-style-type: none"> •Capacitación trabajadores sobre estiramientos dependiendo de su lugar de trabajo • Divulgar fichas de pausas activas 		Capacitaciones realizadas/capacitaciones programadas	
Recursos asignados		Medios necesarios			
--		--			
Tareas					
No.	Descripción	Responsable	Fecha programada	Fecha ejecución	Seguimiento
1	Comunicación				
	Realizar talleres de capacitación sobre los estiramientos básicos de músculos antes, durante y después de a jornada laboral (ver Ficha de Pausas Activas)		--	--	--
2	Talleres				
	Realizar jornadas de estiramiento antes de empezar el día.		--	--	--
	Establecer los tiempos durante el día cuando se deben realizar las pausas				
3	Divulgación				
	Supervisión con el objetivo de velar por la salud de los trabajadores; que estos realicen las pausas activas		--	--	--

Tabla 21. Programa: Pausas activas de trabajo

Para lograr el objetivo de capacitación a los trabajadores sobre estiramientos pausados en el trabajo, se debe divulgar un ficha de pausas activas que comunique al trabajador, que son pausas activas, cual es su fin y que ejercicios se debe realizar: La empresa decide con qué frecuencia realizarlos. Aquí se propone realizarlos al principio del día, antes de comenzar actividades y en el resto del día cada vez que se necesario. A continuación la ficha de pausas activas:

Ficha de Pausas activas	
¿Qué son las pausas activas?	Las pausas activas son una serie de ejercicios y aplicaciones prácticas que ayudan a mejorar el estado psicofísico, renovar la energía, relajarse y descender el estrés.
¿Qué beneficios nos trae realizarlas?	<ul style="list-style-type: none"> • Prevenir y desarrollar hábitos posturales saludables. • Integrar la salud como un hábito de vida y trabajo. • Compensar los desajustes provocados por las exigencias laborales, eliminar dolores e incomodidad. • Mejorar el rendimiento y la satisfacción personal. • Utilizar estos conocimientos en cada momento de la vida
Ahora sí, realízalas:	
Zona 1: Cuello	
	De pie o sentados, estiramos lateralmente el cuello, inclinando la cabeza hacia un lado (derecho e izquierdo) ayudándonos de la mano. Tiempo: 10 seg/cada lado
	De pie o sentados, con las manos entrelazadas por detrás de la cabeza por encima de la nuca. Tire de la cabeza para llevarla hacia abajo, sin mover el tronco, hasta que la barbilla toque el pecho. Tiempo: 20 seg
	De pie o sentados, coloque una mano sobre la frente y con suavidad lleve la cabeza un poco hacia atrás. tire con cuidado de la cabeza hacia atrás todo lo que pueda, sin mover el tronco. Tiempo 5 seg
Zona 2: Brazos	
	De pie o sentados, con las piernas ligeramente separadas, estiramos alternativamente los brazos intentando alargar una mano mas que la otra. Tiempo: 5 seg/cada mano
	De pie o sentados, con los brazos sobre la cabeza. se sostiene un codo con la mano del otro brazo. Lentamente, tiraremos el codo hacia la nuca. Estirando el musculo triceps. Tiempo: 15 seg/cada brazo
	De pie o sentados, pasamos el brazo por encima del hombro contrario, estiramos ayudándonos con la otra mano. Tiempo: 15 seg/cada brazo

Zona 3: Hombros	
	De pie o , con los brazos estirados pegados al cuerpo, levantamos los hombros. Tiempo: 5 segundos, 2 veces.
Zona 4: Espalda	
	De pie o sentados, con las piernas ligeramente separadas, inclinamos el cuerpo hacia un lado. Nos ayudamos cogiéndonos el codo con la mano. Tiempo: 15 seg/ cada lado
	De pie, con las piernas separadas y ligeramente flexionadas, nos cogemos los tobillos por la parte interior, sin soltarlos estiramos la espalda hacia arriba. Tiempo: 10 seg/ cada lado
Zona 5: Piernas	
	Para estirar los cuádriceps y la rodilla, nos sujetaremos la parte posterior de un pie con la mano, tirando de él lentamente hacia las nalgas. Tiempo: 15 seg / cada pierna .
	Nos colocamos de rodillas con una pierna hacia adelante, hasta que su rodilla esté exactamente encima del tobillo, la otra rodilla en el suelo. Bajaremos un poco la cadera hasta sentir un estiramiento suave en la parte frontal de la cadera, en los tendones de la corva (la parte posterior de los muslos) y en la ingle. No debemos adelantar la rodilla que está sobre el tobillo. Tiempo: 20 seg/ cada pierna
	De pie, con las piernas separadas, flexionamos una pierna y movemos el cuerpo hacia un lado. Tiempo: 15 seg / cada pierna .
	Partimos de una posición erguida, flexionamos la espalda para tocamos las puntas de los pies. Podemos flexionar ligeramente las rodillas. Tiempo : 20 seg/
	De pie, separamos ligeramente las piernas y nos cogemos la punta del pie con la pierna contraria ligeramente flexionada. Tiempo: 15 seg/cada pierna

Ilustración 24. Ficha de pausas activas

6.5. PROGRAMA DE GESTIÓN DE RIESGOS PRIORITARIOS

Ahora bien, luego de gestionar la salud y seguridad integral del trabajador, se debe atacar la causa de los problemas. Teniendo en cuenta todos los resultados obtenidos en el diagrama de causa y efecto se proponen estos programas de gestión de riesgos prioritarios, a través de los cuales se apunta a disminuir o desaparecer totalmente todas esas causas identificadas, y a su vez disminuir las condiciones inseguras y por tanto los accidentes e incidentes de trabajo.

El objetivo de estos programas es controlar y eliminar los factores de riesgo e introducir al concepto de gestión integral del mismo y dotar de las herramientas mínimas para una correcta gestión

OBJETIVOS

- Generar conocimiento de los factores de riesgo
- Conocer los riesgos involucrados, a efectos de su eliminación o minimización
- Mejorar la gestión de los mismos
- Prevenir accidentes y enfermedades
- Generar capacidad de respuesta ante el riesgo

Como se dijo anteriormente, estos programas de gestión de riesgos prioritarios, según los resultados del QFD (ilustración 19), buscan mitigar los efectos de la materialización del riesgo, en su defecto eliminar totalmente el riesgo. Estos son los riesgos a los cuales se les generaron programas:

- Riesgo físico auditivo
- Riesgo físico vibraciones
- Riesgo químico gases
- Riesgo mecánico - golpes, choques con objetos

Primeramente se expone un programa con una estrategia de identificación del riesgo:

6.5.1. Identificación de Riesgos

Este programa busca la identificación del riesgo, es decir, además de los riesgos prioritarios, seguramente existen riesgos que tal vez no se han valorado aún, ya que el panorama de riesgos no se actualiza con regularidad. Entonces, a través de esta herramienta se motiva a la actualización del mismo, a través del diligenciamiento de tarjetas de reporte, las cuales serán llevadas por los trabajadores.

Estas tarjetas de reporte, se diligenciarán al momento que el trabajador identifique una condición insegura, o una situación donde probablemente se pueda presentar un accidente o incidente de trabajo. Inmediatamente se debe realizar el reporte ante la persona responsable, esta persona la incluirá en el panorama de riesgos si es necesario, y se le dará el trato respectivo.

A continuación el programa de identificación de riesgos:

 INGENIEROS CONSTRUCTORES		INTERVENCIÓN DE RIESGOS PRIORITARIOS			
		Aspecto relacionado:	Identificación de riesgos		
Objetivo:		Generar en los trabajadores la cultura de reporte de actos y condiciones inseguras			
Meta		Acciones		Indicador del Objetivo	
Tratamiento y cierre de por lo menos el 50% de las tarjetas		•Divulgación de la herramienta: Tarjetas de reporte		Capacitación al personal sobre la identificación de riesgos	
Recursos asignados		Medios necesarios			
--		--			
Tareas					
No.	Descripción	Responsable	Fecha programada	Fecha ejecución	Seguimiento
1	Comunicación				
	Capacitaciones y/o cursillos para la socialización del uso de las tarjetas de reporte	Responsable de SISO	--	--	--
2	Seguimiento				
	Identificar todos los riesgos, mecanismos de control y seguimiento	Responsable de SISO	--	--	--

Tabla 22. Programa: Identificación de riesgos

De esta forma, se identifica el riesgo, ahora bien, a continuación se presenta el programa de riesgo para los cinco riesgos considerados como prioritarios:

6.5.2. Riesgo físico auditivo

		INTERVENCIÓN DE RIESGOS PRIORITARIOS			
		Aspecto relacionado:	Riesgo físico auditivo		
		Objetivo:	Prevenir lesiones auditivas al personal		
Meta		Acciones	Indicador del Objetivo		
Prevenir la presencia de lesiones auditivas en el personal		<ul style="list-style-type: none"> •Inspecciones programadas en la operación •Mediciones del nivel de ruido en la planta •Inspecciones al trabajador de uso de EPP 	1. No. de lesiones o accidentes/No. de trabajadores en planta 1. No. de mediciones ejecutadas/No. De mediciones planeadas 2. Capacitaciones ejecutadas/capacitaciones planeadas 3. Acciones de mejora ejecutadas/acciones de mejora propuestas		
Recursos asignados		Medios necesarios			
--		--			
Tareas					
No.	Descripción	Responsable	Fecha programada	Fecha ejecución	Seguimiento
1	Comunicación				
	Realizar la divulgación a todo nivel en la organización de un programa de vigilancia auditiva	Responsable de SISO	--	--	--
	Capacitar a los trabajadores en el buen uso de los EPP para prevenir lesiones auditivas		--	--	--
	Incluir actividades de supervisión a la salud auditiva del trabajador e incluirlos en el Programa de Medicina Preventiva. Ej: audiometrías anuales		--	--	--
2	Seguimiento				
	Mediciones ambientales anuales	Responsable de SISO	--	--	--
	Supervisiones mensuales a los trabajadores sobre el uso de los EPP		--	--	--
	Aplicar los controles establecidos en el Panorama de Riesgos		--	--	--
	Realizar seguimiento a las acciones correctivas/preventivas, resultado del reporte de tarjetas u otra fuente con respecto a este riesgo		--	--	--

Tabla 23. Programa: Riesgo físico auditivo

6.5.3. Riesgo físico vibraciones

		INTERVENCIÓN DE RIESGOS PRIORITARIOS			
		Aspecto relacionado: Riesgo físico vibraciones			
Objetivo:		Prevenir lesiones corporales al personal			
Meta		Acciones		Indicador del Objetivo	
Disminuir las lesiones y enfermedades		<ul style="list-style-type: none"> •Disminución del tiempo de exposición •Rotación en los lugares de trabajo •Pausas durante la jornada laboral •Minimizar la intensidad de las vibraciones 		1. No. de lesiones o accidentes/No. de trabajadores en planta 2. Capacitaciones 3. Acciones de mejora ejecutadas/acciones de mejora propuestas	
Recursos asignados		Medios necesarios			
--		--			
Tareas					
No.	Descripción	Responsable	Fecha programada	Fecha ejecución	Seguimiento
1	Comunicación				
	Realizar la divulgación a todo nivel en la organización del programa de vigilancia de riesgos químicos	Responsable de SISO	--	--	--
	Capacitar a los trabajadores en la realización de pausas activas en la jornada laboral		--	--	--
2	Seguimiento				
	Evaluar capacitaciones al personal	Responsable de SISO	--	--	--
	Supervisar la realización de las pausas activas		--	--	--
	Supervisiones mensuales a los trabajadores sobre el uso de los EPP		--	--	--
	Aplicar los controles establecidos en el Panorama de Riesgos		--	--	--
	Realizar seguimiento a las acciones correctivas/preventivas, resultado del reporte de tarjetas u otra fuente con respecto a este riesgo		--	--	--

Tabla 24. Programa: Riesgo físico vibraciones

6.5.4. Riesgo químico gases

		INTERVENCIÓN DE RIESGOS PRIORITARIOS			
		Aspecto relacionado:	Riesgo químico gases		
Objetivo:		Prevenir dificultades respiratorias al personal			
Meta	Acciones	Indicador del Objetivo			
Disminuir las lesiones y enfermedades	<ul style="list-style-type: none"> •Disminución del tiempo de exposición •Rotación en los lugares de trabajo •Pausas durante la jornada laboral •Socializar hoja de seguridad de sustancias 	1. No. de lesiones o accidentes/No. de trabajadores en planta 2. Capacitaciones 3. Acciones de mejora ejecutadas/acciones de mejora propuestas			
Recursos asignados	Medios necesarios				
--	--				
Tareas					
No.	Descripción	Responsable	Fecha programada	Fecha ejecución	Seguimiento
1	Comunicación				
	Realizar la divulgación a todo nivel en la organización del programa de vigilancia de riesgos físicos	Responsable de SISO	--	--	--
	Capacitar a los trabajadores sobre el manejo de sustancias a través del conocimiento de las hojas de seguridad		--	--	--
	Capacitar a los trabajadores en la identificación de las sustancias químicas manejadas en su área		--	--	--
2	Seguimiento				
	Evaluar capacitaciones al personal	Responsable de SISO	--	--	--
	Supervisiones mensuales a los trabajadores sobre el uso de los EPP		--	--	--
	Aplicar los controles establecidos en el Panorama de Riesgos		--	--	--
	Realizar seguimiento a las acciones correctivas/preventivas, resultado del reporte de tarjetas u otra fuente con respecto a este riesgo		--	--	--

Tabla 25. Programa: Riesgo químico gases

6.5.5. Riesgo mecánico - golpes, choques con objetos

		INTERVENCIÓN DE RIESGOS PRIORITARIOS			
		Aspecto relacionado:	Riesgo mecánico - golpes, choques con objetos		
Objetivo:		Prevenir dificultades respiratorias al personal			
Meta	Acciones	Indicador del Objetivo			
Disminuir las lesiones y enfermedades	<ul style="list-style-type: none"> •Evaluar los puestos de trabajo •Distribuir espacios en planta •Capacitar en uso de EPP •Socializar hoja de seguridad de sustancias 	1. No. de lesiones o accidentes/No. de trabajadores en planta 2. Capacitaciones ejecutadas/capacitaciones planeadas 3. Acciones de mejora ejecutadas/acciones de mejora propuestas			
Recursos asignados	Medios necesarios				
--	--				
Tareas					
No.	Descripción	Responsable	Fecha programada	Fecha ejecución	Seguimiento
1	Comunicación				
	Realizar la divulgación a todo nivel en la organización de un programa de vigilancia de riesgos físicos	Responsable de SISO	--	--	--
	Capacitar a los trabajadores sobre el manejo de sustancias a través del conocimiento de las hojas de seguridad		--	--	--
	Capacitar a los trabajadores en la realización de pausas activas en la jornada laboral		--	--	--
2	Seguimiento				
	Supervisar la realización de las pausas activas	Responsable de SISO	--	--	--
	Evaluar capacitaciones al personal		--	--	--
	Supervisiones mensuales a los trabajadores sobre el uso de los EPP		--	--	--
	Aplicar los controles establecidos en el Panorama de Riesgos		--	--	--
	Realizar seguimiento a las acciones correctivas/preventivas, resultado del reporte de tarjetas u otra fuente con respecto a este riesgo		--	--	--

Tabla 26. Programa: Riesgo mecánico - golpes, choques con objetos

Finalmente, mediante la aplicación de estos cinco programas se pretende la eliminación de probabilidades de ocurrencia de accidentes e incidentes en la planta de producción.

Además, se proponen no solo programas para los cinco riesgos, sino también en el caso de ser encontrados otros riesgos, la manera de identificarlos y de darles un trato especial, porque cada situación o condición insegura que se presenta, es una realidad que puede afectar la integridad del trabajador, y por tanto se le debe dar el trato que debe ser.

De esta manera, si se logra una buena aplicación de estos programas no se tendrían porque presentar accidentes e incidentes parecidos o iguales a lo presentados en la tabla No. 3, y de igual forma las condiciones inseguras tenderían a ir desapareciendo una a una.

Sin duda alguna, la cultura con la que se llega al trabajador, es el mejor resultado de esta aplicación de programas, ya que comienza a generar conciencia del auto cuidado y de lo importante que es cuidar su ambiente para mejorar sus condiciones de trabajo y la de sus compañeros. La cultura que se genera en la empresa es la cultura de hacer bien para estar bien, no hacer las cosas por hacerlas sino con el fin de generar valor y bienestar a toda la comunidad en el trabajo.

7. CONCLUSIONES

Para efectos de la conclusión de este proyecto, se establece que el proceso de producción de mezcla asfáltica en PMV, está expuesto a la materialización de varios riesgos, los cuales generan accidentes e incidentes de trabajo, estos a su vez se generan por la presencia de varias condiciones inseguras. A manera de diagnóstico, se identificaron cifras de estos accidentes e incidentes durante 2008, 2009 y 2010, para estudiarlas, analizarlas y encontrar causas y proponer acciones de mejora.

Primeramente, a través de la conceptualización de la metodología y el uso de términos referentes a SISO, se comprendió cual sería el desarrollo del proyecto. Asimismo, se realizó la identificación del proceso productivo, lo que permitió identificar las actividades en este proceso y en la gestión en Seguridad Industrial y Salud.

Seguidamente, con el uso de diagramas de proceso, de flujo, y de recorrido se logró establecer y tener en claro cómo trabaja la empresa en su proceso productivo, brindando una visión global de las actividades de cada etapa. Se puede decir que PMV es muy precisa al momento de desarrollar su proceso productivo, al tener el interés de cumplir con los tiempos, el pedido y todo lo acordado con el cliente.

Sin embargo, se notó que en ese proceso existen fallas; problemas que se lograron identificar a través de matrices como la del QFD y el mapa SIPOC, mediante los cuales se llega a concluir que el problema refleja la ausencia del control sobre los riesgos evaluados en la matriz de riesgos. Al no existir control sobre los riesgos y las condiciones inseguras se generaron los accidentes e incidentes, que no son más que la materialización de los riesgos, siendo la trituradora y el área de almacén donde más se generan estas situaciones; considerados como los puntos más críticos del proceso.

Con el fin de verificar y conocer mejor la situación se definieron las métricas a manejar para encontrar las causas de los problemas y su significancia dentro de la organización, esto a través de la tercera etapa medir donde se utilizaron los siguientes

métodos para valorar los factores de riesgo, accidentes y las condiciones inseguras, el DPMO y las medidas de rendimiento por proceso.

Estas medidas de probabilidades de errores y de rendimientos arrojaron resultados que hacen evidentes las altas posibilidades de ocurrencia de accidentes e incidentes por parte crítica del proceso. El estudio muestra que las variables que más inciden en las cifras altas de probabilidades son el número de condiciones inseguras de trabajo por punto crítico identificado, además la presencia de los riesgos considerados como prioritarios.

Por otro lado, si bien a través de estas cifras y análisis no se encontraron otras partes riesgosas del proceso donde no se presentaran accidentes e incidentes, son partes del proceso donde el daño no se evidencia al momento de realizar las operaciones, son riesgos ocultos, cuyos resultados se pueden manifestar con enfermedades que surgen con el transcurrir del tiempo.

De manera que, son muchas las posibles causas a estos problemas, pero se lograron identificar a través de un diagrama de causa y efecto que principalmente los problemas se producen por malas condiciones en el medio ambiente, acciones inseguras de la mano de obra, manejo inadecuado al recibir materiales y entregar el producto final, la medición por la dirección no es la más efectiva, el método aplicado por los trabajadores para el desarrollo de las actividades no es el más eficiente.

Es así entonces como se proponen programas para la gestión de la Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, se llegan a estos a través de etapas de selección de mejores soluciones, a través de la matriz de impacto esfuerzo, luego a partir una matriz de criterios para corroborar su aplicabilidad y se confrontan estas soluciones destacado la capacidad para ser cumplidas. Además de esto se realizó un análisis de modos de fallos y efectos, con el objeto de tener en cuenta la prevención de los fallos, es decir que no solo se planteo las propuestas de mejora sino que también se analizó y se determinó con esta matriz todas las posibles causa de fallos dentro de las etapas críticas del proceso para establecer planes de prevención.

En consecuencia se plantean los Programas de Gestión para la Seguridad y Salud Ocupacional, al igual que Programas de Gestión de Riesgos prioritarios, llegando así a eliminar las causas de los problemas y a generar una mejor gestión de la seguridad y la salud del trabajador.

Por último se concluye la importancia de esta investigación como una herramienta útil para la empresa y como método de estudio en aplicaciones Seis Sigma en programas de gestión en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional determinando otro enfoque a la metodología y brindando una aplicación eficaz y eficiente para la gestión de los procesos dentro de la organización.

8. RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos de esta investigación podemos inferir una serie de recomendaciones con el objeto de materializar la eficiencia y la eficacia de las propuestas que se generaron como resultado de la aplicación del método Seis Sigmas.

En ese orden de ideas la empresa para desarrollar las herramientas propuestas deberá en primera medida crear un grupo de personas responsable del cumplimiento y el alcance de cada una de las metas y su posterior control y por ende evaluación para ajustar los programas para posibles nuevas necesidades.

Fijar las fechas de aplicación de cada propuesta, esto con el fin de crear un orden y ver los resultados si se cumplen las actividades de cada programa de gestión dentro del rango de tiempo y determinar su efectividad y eficiencia, es importante observar el lapso de tiempo, desde la iniciación en que se pone en marcha los programas de gestión y como se va desarrollando dentro de la organización para el análisis de los impactos generados luego de ser concluido o de haberse desarrollado cada actividad.

Se recomienda tener presente para efectos de control y de mejora continua los resultados después de cada aplicación de los programas con el objeto de establecer posibles nuevas necesidades o dependiendo de la efectividad de la realización de cada actividad ajustar prioridades, es decir problemas que hayan minimizado o eliminado sus impactos pasaran a bajar su nivel de prioridad, mientras otros factores que se mantengan en el mismo valor de significancia dentro del desarrollo del procedimiento deberán ser retomados con el mismo nivel de prioridad y de ser el caso colocarlos en primer orden para efectos de control sobre los mismos e ir depurando cada factor de riesgo minimizando o eliminando las incidencias significativas dentro del proceso.

Seguido a esto es importante anotar que la aplicación de estas sugerencias para garantizar su efecto positivo y el alcance de un nivel sigma mayor, en miras de ir perfeccionando y eliminando los fallos dentro de los procesos SISO del proceso productivo de PMV. No obstante el éxito de cada propuesta arrojada y sugerida por la investigación depende del manejo que se le dé en la organización.

Por último cabe resaltar que para una empresa en la actualidad es de vital importancia tener todas sus áreas en el mejor nivel de calidad y sobre todo el área tratada en esta investigación, la cual se define como parte fundamental dentro de la organización ya que de aquí se desprenden muchos factores que determinan la efectividad de la empresa y su productividad en general.

La importancia del talento humano y el valor de significancia de su seguridad y su salud, han aumentado la necesidad de aumentar la rigurosidad de la aplicación de los procesos de gestión y la estricta calificación por parte de los entes evaluadores de calidad en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional. Por lo anterior la ejecución de estas sugerencias y de las propuestas consignadas son de gran utilidad en este proceso de certificación para la empresa.

BIBLIOGRAFIA

GUTIERREZ P. Humberto. Control Estadístico de calidad y Seis Sigma. 2da edición. Ed. Mc Graw Hill. 2002.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, GTC 45: 1997, Guía para el diagnóstico de condiciones de trabajo o panorama de factores de riesgo, su identificación y valoración. Bogotá: ICONTEC.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN, ICONTEC. OSHAS 18001: 2007, Occupational Health And Safety Assessment Series. P.6 RAMIREZ, Cesar. Seguridad Industrial. Ed. Limusa. 1986.

La Relevancia Del Seis Sigma. Obtenido el 10 de enero de 2011. [En línea]. <http://www.gestiopolis.com/canales6/ger/casigma.htm>

MONTANER, Miguel Ángel. En: Tecnología y sociedad [Base de datos en línea]. Seis Sigma: Un enfoque radical para la mejora de los procesos de negocio. P. 1. Consultado el 20 de enero de 2011. Disponible en la base de datos EBSCO. (2005, Diciembre)

Pande, P., Neuman, R., Cavanagh, R. (2004). Las Claves Prácticas de Seis Sigma: Una Guía Dirigida A Los Equipos De Mejora de Procesos. 1º Edición. España. Ed. Mc Graw Hill/Interamericana, 2004.

RODELLAR, Adolfo. Seguridad e higiene en el trabajo. Ed. Alfaomega. 1999.

SAMPIERI, Roberto. Metodología de la Investigación. Editorial Mc Graw Hill . 1991.

ANEXOS

PANORAMA DE FACTORES DE RIESGOS O DIAGNOSTICO ESTRATEGICO DE RIESGO EN LA EMPRESA																						
EMPRESA		PROMOTORA MONTECARLO VIAS SA		HORARIO DE TRABAJO 06:00 A 12:00 Y 13:00 A 18:00										Sabados de 7:30 a 15:00								
SEDE		TORCOROMA		FECHA DE ELABORACION MAYO DEL 2008																		
Nº DE TRABAJADORES		25		ELABORADO ANIBAL JOSE CASTRO HERNANDEZ																		
UBICACION	FACTOR DE RIESGO	FUENTE GENERADORA	EFECTOS PROBABLES	CONT.ROL EXISTENTE			GRADO DE PELIGROSIDAD					VARIABLES DE INTERES			R.N.V.I. (Res.Seg)	R.N.V.I. (Res.Seg)	RECOMENDACIONES					
				T. EXP.	Nº EXP.	F	M	P	CONS.	PROB.	EXP.	G.P Ries.H	G.P Ries.Sb	Fp(Trab)				Ff(C)	Ff(O)			
				NE	NE				C	P	E	G.P	G.P									
Área operativa-laboratorista, ayudante de laboratorio	Biológicos-animales peligrosos	Presencia de serpientes en épocas del año	Mordeduras de serpientes o ratas causando enfermedades contagiosas o la muerte.	6	1										400	0	1	1.5	1	600	0	Campaña de fumigación. Capacitación sobre el riesgo. Campañas de vacunación. Bioseguridad. Uso de equipos de protección personal. Aseo y desinfección. Desinfección incineración de basuras. Desratización.
Área Operativa-Operadores de Zaranda y Trituradores	Químicos-Material particulado	Exposición durante la verificación de niveles en las volquetas durante su llenado	Iritación de los ojos, nariz y gargantas. Afección respiratoria. Cefaleas. Rinitis. Alergias. Dermatitis de contacto. Neumoconiosis.		4										400	0	2	1	1	800	800	Programas de vigilancia epidemiológica para: conservación respiratoria y dermatosis ocupacional. Uso de los EPP respiratorios (mascarillas). Realización de espirometrías. Ventilación industrial.
Área Operativa-Operadores de Zaranda y Trituradores	Químicos-Material particulado	Exposición a material paarticulado, polvos durante las labores de mantenimiento	Iritación de los ojos, nariz y gargantas. Afección respiratoria. Cefaleas. Rinitis. Alergias. Dermatitis de contacto. Neumoconiosis.	6	4										400		2	1	1	800	0	Programas de vigilancia epidemiológica para: conservación respiratoria y dermatosis ocupacional. Uso de los EPP respiratorios (mascarillas). Realización de espirometrías. Ventilación industrial
Área operativa-conductor de cargadores	Físico-ruído	Vehículos en las áreas de operaciones	Hipoacusia. Tinnitus. Cansancio. Cefalea. Disconfort. Disminución del umbral auditivo fatiga auditiva neurosensorial. Irritabilidad. Estrés.		4										300	0	2	1	1	600	0	Exámenes médicos periódicos. Audiometrías. Fonometrías. Programa de vigilancia epidemiológica. Mantenimiento preventivo. Uso de protectores auditivos. Capacitación sobre el riesgo. Mejorar hábitos fuera del trabajo.
Área operativa-conductor de cargadores	Físico-vibraciones	Vehículos en las áreas de las operaciones	Síndrome por vibración. Calambre ocupacional de manos o de antebrazo u otros. Alteraciones vasculares. Alteraciones oculares.		4										300	0	2	1	1	600	0	Vigilancia epidemiológica en vibraciones. Aislantes en partes de contacto. Mantenimiento preventivo. Empleo de equipos de amortiguadores. Controles médicos. Control del tiempo de exposición..
Área operativa-laboratorista, ayudante de laboratorio	Físico-temperaturas extremas	Exposición durante la toma de muestra de asfalto	Fatiga mental. Dermatitis. Fatiga física. Disconfort ambiental. Estrés calórico. Irritabilidad.		2										380	0	1	1	1	380	0	Sistemas de ventilación adecuados. Haga pausas en el trabajo. Evite los cambios bruscos de temperaturas.

Sigma	DPMO	YIELD	Sigma	DPMO	YIELD
6	3.4	99.99966%	2.9	80,757	91.9%
5.9	5.4	99.99946%	2.8	96,801	90.3%
5.8	8.5	99.99915%	2.7	115,070	88.5%
5.7	13	99.99866%	2.6	135,666	86.4%
5.6	21	99.9979%	2.5	158,655	84.1%
5.5	32	99.9968%	2.4	184,060	81.6%
5.4	48	99.9952%	2.3	211,855	78.8%
5.3	72	99.9928%	2.2	241,964	75.8%
5.2	108	99.9892%	2.1	274,253	72.6%
5.1	159	99.984%	2	308,538	69.1%
5	233	99.977%	1.9	344,578	65.5%
4.9	337	99.966%	1.8	382,089	61.8%
4.8	483	99.952%	1.7	420,740	57.9%
4.7	687	99.931%	1.6	460,172	54.0%
4.6	968	99.90%	1.5	500,000	50.0%
4.5	1,350	99.87%	1.4	539,828	46.0%
4.4	1,866	99.81%	1.3	579,260	42.1%
4.3	2,555	99.74%	1.2	617,911	38.2%
4.2	3,467	99.65%	1.1	655,422	34.5%
4.1	4,661	99.53%	1	691,462	30.9%
4	6,210	99.38%	0.9	725,747	27.4%
3.9	8,198	99.18%	0.8	758,036	24.2%
3.8	10,724	98.9%	0.7	788,145	21.2%
3.7	13,903	98.6%	0.6	815,940	18.4%
3.6	17,864	98.2%	0.5	841,345	15.9%
3.5	22,750	97.7%	0.4	864,334	13.6%
3.4	28,716	97.1%	0.3	884,930	11.5%
3.3	35,930	96.4%	0.2	903,199	9.7%
3.2	44,565	95.5%	0.1	919,243	8.1%
3.1	54,799	94.5%			
3	66,807	93.3%			

ANEXO 2. Tabla Sigmas